

ISTITUTO SUPERIORE SCIENZA AUTOMOBILISTICA MODENA

Corso di Scienza Automobilistica

PROGETTO DI UN KIT PER LA APPLICAZIONE PRODUTTIVA  
E COMMERCIALE DELLA DISTRIBUZIONE A QUATTRO VALVOLE  
SU DI UN BASAMENTO PRESISTENTE DI UN MOTORE MOTOCILISTICO  
PER USO PREVALENTEMENTE SPORTIVO O AGONISTICO

Tesi di Diploma di

Bruno Sforzini

Relatore

Ing. Giorgio Bonfreschi

ANNO ACCADEMICO 1986-87

INDICE

1. Doverosa premessa.
2. Unita' scelta: caratteristiche, tabelle ecc.
3. Scopi del progetto.
4. Quattro valvole indispensabili.
5. Prima definizione delle caratteristiche.
6. Obiettivi da raggiungere.
7. Analisi flussi e calcolo nuovi condotti.
8. Alzate. Prima idea camera di combustione. Angolo valvole.
9. Masse alterne della distribuzione.
10. Calcolo delle molle.
11. Diagrammi della distribuzione e profilo cammes.
12. Raffreddamento.
13. Commento al disegno.

### 1.1 DOVEROSA PREMESSA

L'idea di intraprendere questo studio e' gia' di un paio di anni addietro , all'inizio degli studi all'ISSAM , ma la scarsa disponibilita' di documentazione e il dover dedicare molto tempo ad altri impegni , non ultimo il lavoro , fanno si che il risultato di questo lavoro venga pronto solamente nello stesso momento in cui deve essere consegnato e purtroppo , quando l'industria in questione ha gia' provveduto a colmare l'annosa lacuna sviluppando la distribuzione a quattro valvole sul modello in questione. Tuttavia non essendo al momento della stesura di questa tesi , la moto commercializzata e neppure la sua immagine interiore resa di pubblico dominio , ma solamente usata in modo sporadico in competizione e sicuramente ispirata a concetti completamente diversi da quelli qui esposti ; si ritiene che questo lavoro, sviluppato in modo completamente teorico e autonomo , possa avere comunque una sua validita'. Parte delle tabelle e dei grafici sono stati ottenuti utilizzando un personal computer ATARI 520 ST che in unione con semplici programmini BASIC scritti dall'autore ha

provveduto a velocizzare e rendere meno noiosi i calcoli ripetitivi.

In ultimo , per la stesura di questo lavoro si e' usato un sicuramente inusuale e informale stile , a meta' fra il giornalistico e il didattico divulgativo : sicuramente lontano dal burocratismo universitario ma per questo tollerato in questo istituto; inoltre e' l'unico modo in cui so scrivere.

## 2.1 UNITA' SCELTA

Il modello che si utilizza come base di partenza e' il DUCATI PANTAH 750 (vedi tab.1) che viene prodotto attualmente in svariate versioni stradali e da competizione senza sostanziali modifiche , quindi , una eventuale trasformazione si potra' montare senza problemi sia su un modello turistico che su uno sportivo o da competizione. Tutto il contenuto di questo lavoro e' forzatamente (purtroppo) teorico e sviluppato a volte sulla base di dati imprecisi. Universalmente e' noto come la pratica , l'esperienza e la prova valgano quasi sempre piu' della comunque indispensabile preparazione teorica e cio' che qui si ipotizza non aggiunge chiaramente nulla di nuovo per una casa di grandi tradizioni meccaniche come la DUCATI che annovera fra i suoi collaboratori delle autentiche istituzioni del mondo dei motori. Le caratteristiche del motore si possono dalla sommaria scheda tecnica ; le note fra parentesi , quando ci sono , si riferiscono a dati del modello da competizione casa e sono da prendere con tutte le cautele del caso , ciononostante si

fara' , quando e possibile ,riferimento a questo modello.

La famiglia dei motori PANTAH e' sicuramente il piu' felice progetto di casa DUCATI e sebbene vanti dieci anni di anzianita' , grazie alla eccellente mano dell'ing. Taglioni e'attuale e competitiva sia commercialmente che agonisticamente.

I principali suoi pregi si possono riassumere in :

una buona equilibratura per un bicilindrico derivata dalla disposizione a V di 90 gradi,

un ottimo rendimento e conseguenti discrete prestazioni nelle macchine stradali e buone in quelle da competizione,

il peso e l'ingombro abbastanza contenuti in rapporto alla cilindrata (vale solo per le versioni 650 e 750) e un ottima aerodinamica.

Per contro si possono osservare un cambio di velocita' sicuramente non all'altezza in tutti i sensi della concorrenza giapponese (come da radicata tradizione della casa) una notevole rumorosita' meccanica e una una manutenzione laboriosa dell'intricato e prestigioso sistema desmodromico della distribuzione che sacrilegamente ci si accinge a togliere.

Dai grafici e dalle tabelle elaborate secondo le note formole dal 520 ST si possono dedurre molte caratteristiche utili (o meno) per affrontare una analisi e tentare delle modifiche.

Riferendoci per prima cosa alla tabella delle velocita' medie del pistone per ogni regime e per alcuni valori di corsa, che pero' ci sara' relativamente utile, in quanto come si vedra', sara' deciso di non intervenire affatto sul basamento e sull'albero motore.

Gettando una prima occhiata si puo notare come nei modelli MONTJUICH e PASO si raggiungano gia' di serie i ragguardevoli limiti di 20.5 m/sec di VMP.

Per criterio di completezza si sono compilate anche le tabelle e grafici relativi agli spostamenti del pistone in funzione dell'angolo di manovella, utili per la successiva fasatura della distribuzione, e derivando, quelle delle velocita' istantanee e accelerazioni istantanee.

Il quadro e' terminato con tabelle relative alle velocita' medie dei gas nei condotti; delle dimensioni dei quali non abbiamo, pero' dati sufficientemente precisi.

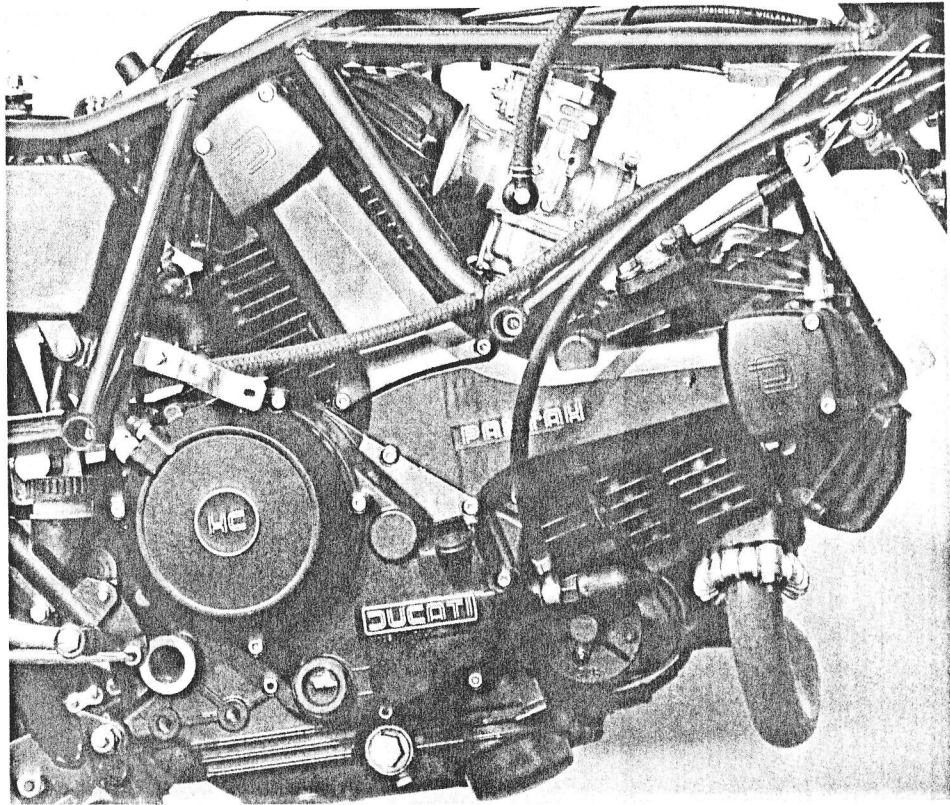


Fig. 1



## LA SCHEDA TECNICA

**MOTORE:** bicilindrico a quattro tempi a V di 90°, longitudinale, raffreddato ad aria.

**DISTRIBUZIONE:** monoalbero a camme in testa comandata da un doppio giro di cinghie dentate, con due valvole per cilindro.

**ALESAGGIO E CORSA:** 88x61,5 mm.

**CILINDRATA:** 748,1 cc.

**RAPPORTO DI COMPRESSIONE:** 9,3:1

**DIAGRAMMA DI DISTRIBUZIONE:** l'aspirazione dura 356° (apre 77° prima del P.M.S. e chiude 99° dopo il P.M.I.); lo scarico dura 343° (apre 93° prima del P.M.I. e chiude 70° dopo il P.M.S.).

**ALIMENTAZIONE:** a benzina super per gravità. Due carburatori Dellorto PHM 40 con pompa di accelerazione.

**LUBRIFICAZIONE:** forzata a carter umido, con pompa ad ingranaggi. Capacità coppa più filtro e radiatore 3,3 litri.

**AVVIAMENTO:** elettrico.

**ACCENSIONE:** Bosch BTZ a scarica induttiva.

**IMPIANTO ELETTRICO:** con batteria 12V-19Ah e generatore 12V-300 W.

**CANDELE:** Champion RA6YC.

**TRASMISSIONE:** primaria ad ingranaggi con rapporto 1,972 (36/71). Frizione a dischi multipli a secco con comando idraulico e cambio a cinque velocità con ingranaggi sempre in presa ad innesti frontali. Rapporti al cambio: 1. 2,500 (16/40); 2. 1,714 (21/36); 3. 1,333 (24/32); 4. 1,074 (27/29); 5. 0,966 (29/28). Trasmissione finale a catena con rapporto 2,667 (15/40).

**TELAIO:** tubolare in acciaio a traliccio superiore. Sospensione anteriore a forcella teleidraulica con escursione di 130 mm; posteriore a forcellone oscillante e monoammortizzatore oleopneumatico regolabile con escursione ruota di 110 mm.

**PNEUMATICI:** Michelin 120/60 - 16 anteriore; posteriore 180/67 - 16.

**FRENI:** anteriore a doppio disco da 280 mm Ø; posteriore a disco singolo da 260 mm Ø.

**DIMENSIONI:** lunghezza 2110 mm; larghezza 690 mm; altezza 1130 mm; interasse 1400; altezza sella 790 mm; luce a terra 150 mm.

**PESO A SECCO:** 160 kg.

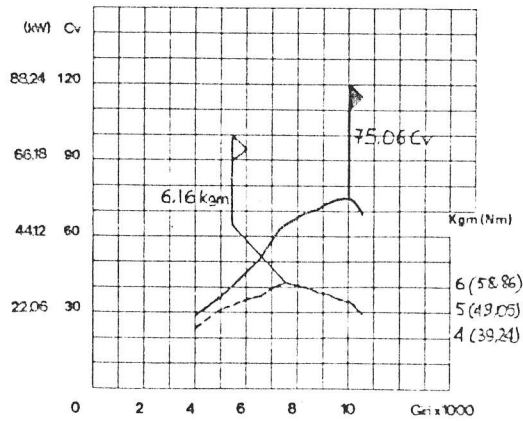
**CAPACITÀ SERBATOIO:** 22 litri (di cui 4 di riserva).

**PREZZO «CHIAVI IN MANO»:** L. 14.904.000.

Tab. 1

**PROVA AL BANCO**

Rapporto motore/banco	2,72
Braccio	mm 716
Temperatura	°C 17
Pressione	mb 1023
Umidità relativa	45%
Fattore di correzione	0,995



**POTENZA MASSIMA  
ALLA RUOTA**

**75,06 Cv a 10000 giri/'**  
Dichiarata a giri/'

**COPPIA MASSIMA  
ALLA RUOTA**

**6,16 kgm a 7500 giri/'**  
Dichiarata kgm a giri/'

*96.5.13  
ALL'AVV.*

## VELOCITA' MEDIE PISTONE

	DATI IN ORIZZONTALE :CORSA mm					DATI IN VERTICALE :RPM					DATI RISULTANTI :m/s								
	52.50	53.00	53.50	54.00	54.50	55.00	55.50	56.00	56.50	57.00	57.50	58.00	58.50	59.00	59.50	60.00	60.50	61.00	61.50
6800.	11.90	12.01	12.13	12.24	12.35	12.47	12.58	12.69	12.81	12.92	13.03	13.15	13.26	13.37	13.49	13.60	13.71	13.83	13.94
6900.	12.08	12.19	12.31	12.42	12.54	12.65	12.77	12.88	13.00	13.11	13.23	13.34	13.46	13.57	13.69	13.80	13.92	14.03	14.15
7000.	12.25	12.37	12.48	12.60	12.72	12.83	12.95	13.07	13.18	13.30	13.42	13.53	13.65	13.77	13.88	14.00	14.12	14.23	14.35
7100.	12.43	12.54	12.66	12.78	12.90	13.02	13.14	13.25	13.37	13.49	13.61	13.73	13.85	13.96	14.08	14.20	14.32	14.44	14.56
7200.	12.60	12.72	12.84	12.96	13.08	13.20	13.32	13.44	13.56	13.68	13.80	13.92	14.04	14.16	14.28	14.40	14.52	14.64	14.76
7300.	12.78	12.90	13.02	13.14	13.26	13.38	13.51	13.63	13.75	13.87	13.99	14.11	14.24	14.36	14.48	14.60	14.72	14.84	14.97
7400.	12.95	13.07	13.20	13.32	13.44	13.57	13.69	13.81	13.94	14.06	14.18	14.31	14.43	14.55	14.68	14.80	14.92	15.05	15.17
7500.	13.13	13.25	13.38	13.50	13.63	13.75	13.88	14.00	14.13	14.25	14.38	14.50	14.63	14.75	14.88	15.00	15.13	15.25	15.38
7600.	13.30	13.43	13.55	13.68	13.81	13.93	14.06	14.19	14.31	14.44	14.57	14.69	14.82	14.95	15.07	15.20	15.33	15.45	15.58
7700.	13.48	13.60	13.73	13.86	13.99	14.12	14.25	14.37	14.50	14.63	14.76	14.89	15.02	15.14	15.27	15.40	15.53	15.66	15.79
7800.	13.65	13.78	13.91	14.04	14.17	14.30	14.43	14.56	14.69	14.82	14.95	15.08	15.21	15.34	15.47	15.60	15.73	15.86	15.99
7900.	13.83	13.96	14.09	14.22	14.35	14.48	14.62	14.75	14.88	15.01	15.14	15.27	15.41	15.54	15.67	15.80	15.93	16.06	16.20
8000.	14.00	14.13	14.27	14.40	14.53	14.67	14.80	14.93	15.07	15.20	15.33	15.47	15.60	15.73	15.87	16.00	16.13	16.27	16.40
8100.	14.18	14.31	14.45	14.58	14.72	14.85	14.99	15.12	15.26	15.39	15.53	15.66	15.80	15.93	16.07	16.20	16.34	16.47	16.61
8200.	14.35	14.49	14.62	14.76	14.90	15.03	15.17	15.31	15.44	15.58	15.72	15.85	15.99	16.13	16.26	16.40	16.54	16.67	16.81
8300.	14.53	14.66	14.80	14.94	15.08	15.22	15.36	15.49	15.63	15.77	15.91	16.05	16.19	16.32	16.46	16.60	16.74	16.88	17.02
8400.	14.70	14.84	14.98	15.12	15.26	15.40	15.54	15.68	15.82	15.96	16.10	16.24	16.38	16.52	16.66	16.80	16.94	17.08	17.22
8500.	14.88	15.02	15.16	15.30	15.44	15.58	15.73	15.87	16.01	16.15	16.29	16.43	16.58	16.72	16.86	17.00	17.14	17.28	17.43
8600.	15.05	15.19	15.34	15.48	15.62	15.77	15.91	16.05	16.20	16.34	16.48	16.63	16.77	16.91	17.06	17.20	17.34	17.49	17.63
8700.	15.23	15.37	15.52	15.66	15.81	15.95	16.10	16.24	16.39	16.53	16.68	16.82	16.97	17.11	17.26	17.40	17.55	17.69	17.84
8800.	15.40	15.55	15.69	15.84	15.99	16.13	16.28	16.43	16.57	16.72	16.87	17.01	17.16	17.31	17.45	17.60	17.75	17.89	18.04
8900.	15.58	15.72	15.87	16.02	16.17	16.32	16.47	16.61	16.76	16.91	17.06	17.21	17.36	17.50	17.65	17.80	17.95	18.10	18.25
9000.	15.75	15.90	16.05	16.20	16.35	16.50	16.65	16.80	16.95	17.10	17.25	17.40	17.55	17.70	17.85	18.00	18.15	18.30	18.45
9100.	15.93	16.08	16.23	16.38	16.53	16.68	16.84	16.99	17.14	17.29	17.44	17.59	17.75	17.90	18.05	18.20	18.35	18.50	18.66
9200.	16.10	16.25	16.41	16.56	16.71	16.87	17.02	17.17	17.33	17.48	17.63	17.79	17.94	18.09	18.25	18.40	18.55	18.71	18.86
9300.	16.28	16.43	16.59	16.74	16.90	17.05	17.21	17.36	17.52	17.67	17.83	17.98	18.14	18.29	18.45	18.60	18.76	18.91	19.07
9400.	16.45	16.61	16.76	16.92	17.08	17.23	17.39	17.55	17.70	17.86	18.02	18.17	18.33	18.49	18.64	18.80	18.96	19.11	19.27
9500.	16.63	16.78	16.94	17.10	17.26	17.42	17.58	17.73	17.89	18.05	18.21	18.37	18.53	18.68	18.84	19.00	19.16	19.32	19.48
9600.	16.80	16.96	17.12	17.28	17.44	17.60	17.76	17.92	18.08	18.24	18.40	18.56	18.72	18.88	19.04	19.20	19.36	19.52	19.68
9700.	16.98	17.14	17.30	17.46	17.62	17.78	17.95	18.11	18.27	18.43	18.59	18.75	18.92	19.08	19.24	19.40	19.56	19.72	19.89
9800.	17.15	17.31	17.48	17.64	17.80	17.97	18.13	18.29	18.46	18.62	18.78	18.95	19.11	19.27	19.44	19.60	19.76	19.93	20.09
9900.	17.33	17.49	17.66	17.82	17.99	18.15	18.32	18.48	18.65	18.81	18.98	19.14	19.31	19.47	19.64	19.80	19.97	20.13	20.30
10000.	17.50	17.67	17.83	18.00	18.17	18.33	18.50	18.67	18.83	19.00	19.17	19.33	19.50	19.67	19.83	20.00	20.17	20.33	20.50
10100.	17.68	17.84	18.01	18.18	18.35	18.52	18.69	18.85	19.02	19.19	19.36	19.53	19.70	19.86	20.03	20.20	20.37	20.54	20.71
10200.	17.85	18.02	18.19	18.36	18.53	18.70	18.87	19.04	19.21	19.38	19.55	19.72	19.89	20.06	20.23	20.40	20.57	20.74	20.91
10300.	18.03	18.20	18.37	18.54	18.71	18.88	19.06	19.23	19.40	19.57	19.74	19.91	20.09	20.26	20.43	20.60	20.77	20.94	21.12
10400.	18.20	18.37	18.55	18.72	18.89	19.07	19.24	19.41	19.59	19.76	19.93	20.11	20.28	20.45	20.63	20.80	20.97	21.15	21.32
10500.	18.38	18.55	18.73	18.90	19.08	19.25	19.43	19.60	19.78	19.95	20.13	20.30	20.48	20.65	20.83	21.00	21.18	21.35	21.53
10600.	18.55	18.73	18.90	19.08	19.26	19.43	19.61	19.79	19.96	20.14	20.32	20.49	20.67	20.85	21.02	21.20	21.38	21.55	21.73
10700.	18.73	18.90	19.08	19.26	19.44	19.62	19.80	19.97	20.15	20.33	20.51	20.69	20.87	21.04	21.22	21.40	21.58	21.76	21.94
10800.	18.90	19.08	19.26	19.44	19.62	19.80	19.98	20.16	20.34	20.52	20.70	20.88	21.06	21.24	21.42	21.60	21.78	21.96	22.14
10900.	19.08	19.26	19.44	19.62	19.80	19.98	20.17	20.35	20.53	20.71	20.89	21.07	21.26	21.44	21.62	21.80	21.98	22.16	22.35
11000.	19.25	19.43	19.62	19.80	19.98	20.17	20.35	20.53	20.72	20.90	21.08	21.27	21.45	21.63	21.82	22.00	22.18	22.37	22.55
11100.	19.43	19.61	19.80	19.98	20.17	20.35	20.54	20.72	20.91	21.09	21.28	21.46	21.65	21.83	22.02	22.20	22.39	22.57	22.76
11200.	19.60	19.79	19.97	20.16	20.35	20.53	20.72	20.91	21.09	21.28	21.47	21.65	21.84	22.03	22.21	22.40	22.59	22.77	22.96
11300.	19.78	19.96	20.15	20.34	20.53	20.72	20.91	21.09	21.28	21.47	21.66	21.85	22.04	22.22	22.41	22.60	22.79	22.98	23.17

Tab. 3

## VELOCITA' MEDIA DEI GAS NEI CONDOTTI ( 2 VALVOLE P.C. )

DATI IN ORIZZONTALE :VELOCITA' MEDIA PISTONE m/s		DATI IN VERTICALE :DIAMETRO CONDOTTO mm										DATI RISULTANTI :m/s							
		14.00	14.50	15.00	15.50	16.00	16.50	17.00	17.50	18.00	18.50	19.00	19.50	20.00	20.50	21.00	21.50	22.00	22.50
30.00	120.46	124.76	129.07	133.37	137.67	141.97	146.28	150.58	154.88	159.18	163.48	167.77	172.09	176.39	180.69	185.00	189.30	193.60	
30.50	116.55	120.71	124.87	129.03	133.19	137.36	141.52	145.68	149.84	154.01	158.17	162.33	166.49	170.66	174.82	178.98	183.14	187.30	
31.00	112.82	116.84	120.87	124.90	128.93	132.96	136.99	141.02	145.05	149.08	153.11	157.14	161.17	165.19	169.22	173.25	177.28	181.31	
31.50	109.26	113.17	117.07	120.97	124.87	128.77	132.68	136.58	140.48	144.38	148.29	152.19	156.09	159.99	163.89	167.80	171.70	175.60	
32.00	105.88	109.66	113.44	117.22	121.00	124.78	128.56	132.34	136.13	139.91	143.69	147.47	151.25	155.03	158.81	162.59	166.38	170.16	
32.50	102.64	106.31	109.97	113.64	117.31	120.97	124.64	128.30	131.97	135.63	139.30	142.97	146.63	150.30	153.96	157.63	161.30	164.96	
33.00	99.56	103.11	106.67	110.22	113.78	117.33	120.89	124.44	128.00	131.56	135.11	138.67	142.22	145.78	149.33	152.89	156.44	160.00	
33.50	96.61	100.06	103.51	106.96	110.41	113.86	117.31	120.76	124.21	127.66	131.11	134.56	138.01	141.46	144.91	148.36	151.81	155.26	
34.00	93.79	97.13	100.48	103.83	107.18	110.53	113.88	117.23	120.58	123.93	127.28	130.63	133.98	137.33	140.68	144.03	147.38	150.73	
34.50	91.09	94.34	97.59	100.85	104.10	107.35	110.61	113.86	117.11	120.36	123.62	126.87	130.12	133.38	136.63	139.88	143.14	146.39	
35.00	88.50	91.66	94.82	97.99	101.15	104.31	107.47	110.63	113.79	116.95	120.11	123.27	126.43	129.59	132.75	135.92	139.08	142.24	
35.50	86.03	89.10	92.17	95.24	98.32	101.39	104.46	107.53	110.61	113.68	116.75	119.82	122.90	125.97	129.04	132.11	135.19	138.26	
36.00	83.65	86.64	89.63	92.62	95.60	98.59	101.58	104.57	107.56	110.54	113.53	116.52	119.51	122.49	125.48	128.47	131.46	134.44	
36.50	81.38	84.28	87.19	90.10	93.00	95.91	98.82	101.72	104.63	107.54	110.44	113.35	116.25	119.16	122.07	124.97	127.88	130.79	
37.00	79.19	82.02	84.85	87.68	90.51	93.34	96.16	98.99	101.82	104.65	107.48	110.31	113.13	115.96	118.79	121.62	124.45	127.28	
37.50	77.10	79.85	82.60	85.36	88.11	90.86	93.62	96.37	99.12	101.88	104.63	107.38	110.14	112.89	115.64	118.40	121.15	123.90	
38.00	75.08	77.76	80.44	83.12	85.81	88.49	91.17	93.85	96.53	99.21	101.89	104.58	107.26	109.94	112.62	115.30	117.98	120.66	
38.50	73.14	75.76	78.37	80.98	83.59	86.20	88.82	91.43	94.04	96.65	99.27	101.88	104.49	107.10	109.71	112.33	114.94	117.55	
39.00	71.28	73.83	76.37	78.92	81.46	84.01	86.55	89.10	91.64	94.19	96.74	99.28	101.83	104.37	106.92	109.46	112.01	114.56	
39.50	69.47	71.97	74.45	76.93	79.41	81.89	84.38	86.86	89.34	91.82	94.30	96.78	99.27	101.75	104.23	106.71	109.19	111.67	
40.00	67.76	70.18	72.60	75.02	77.44	79.86	82.28	84.70	87.12	89.54	91.96	94.38	96.80	99.22	101.64	104.06	106.48	108.90	
40.50	66.10	68.46	70.82	73.18	75.54	77.90	80.26	82.62	84.98	87.34	89.70	92.06	94.42	96.77	99.15	101.51	103.87	106.23	
41.00	64.49	66.80	69.10	71.41	73.71	76.01	78.32	80.62	82.92	85.23	87.53	89.83	92.14	94.44	96.74	99.05	101.35	103.65	
41.50	62.95	65.20	67.45	69.67	71.94	74.17	76.44	78.69	80.94	83.18	85.43	87.68	89.93	92.18	94.43	96.67	98.92	101.17	
42.00	61.46	63.66	65.85	68.05	70.24	72.44	74.63	76.83	79.02	81.22	83.41	85.61	87.80	90.00	92.19	94.39	96.58	98.78	
42.50	60.02	62.17	64.31	66.45	68.60	70.74	72.88	75.03	77.17	79.32	81.46	83.60	85.75	87.89	90.03	92.18	94.32	96.47	
43.00	58.63	60.73	62.82	64.92	67.01	69.11	71.20	73.29	75.39	77.48	79.58	81.67	83.76	85.86	87.95	90.05	92.14	94.23	
43.50	57.29	59.34	61.39	63.43	65.48	67.53	69.57	71.62	73.66	75.71	77.76	79.80	81.85	83.90	85.94	87.99	90.03	92.08	
44.00	56.00	58.00	60.00	62.00	64.00	66.00	68.00	70.00	72.00	74.00	76.00	78.00	80.00	82.00	84.00	86.00	88.00	90.00	
44.50	54.75	56.70	58.66	60.61	62.57	64.53	66.48	68.44	70.39	72.35	74.30	76.26	78.21	80.17	82.12	84.08	86.03	87.99	
45.00	53.54	55.45	57.36	59.28	61.19	63.10	65.01	66.92	68.84	70.75	72.66	74.57	76.48	78.40	80.31	82.22	84.13	86.04	
45.50	52.37	54.24	56.11	57.98	59.85	61.72	63.59	65.46	67.33	69.20	71.07	72.94	74.81	76.68	78.55	80.42	82.29	84.16	
46.00	51.24	53.07	54.90	56.73	58.56	60.39	62.22	64.05	65.88	67.71	69.53	71.36	73.19	75.02	76.85	78.68	80.51	82.34	
46.50	50.14	51.93	53.72	55.51	57.30	59.09	60.88	62.68	64.47	66.26	68.05	69.84	71.63	73.42	75.21	77.00	78.79	80.58	
47.00	49.08	50.83	52.58	54.34	56.09	57.84	59.60	61.35	63.10	64.85	66.61	68.36	70.11	71.87	73.62	75.37	77.12	78.88	
47.50	48.05	49.77	51.48	53.20	54.92	56.63	58.35	60.06	61.78	63.50	65.21	66.93	68.64	70.36	72.08	73.79	75.51	77.23	
48.00	47.06	48.74	50.42	52.10	53.78	55.46	57.14	58.82	60.50	62.18	63.86	65.54	67.22	68.90	70.58	72.26	73.94	75.63	
48.50	46.09	47.74	49.38	51.03	52.67	54.32	55.97	57.61	59.26	60.91	62.55	64.20	65.84	67.49	69.14	70.78	72.43	74.07	
49.00	45.15	46.77	48.38	49.99	51.61	53.22	54.83	56.44	58.06	59.67	61.28	62.89	64.51	66.12	67.73	69.34	70.96	72.57	
49.50	44.25	45.83	47.41	48.99	50.57	52.15	53.73	55.31	56.89	58.47	60.05	61.63	63.21	64.79	66.37	67.95	69.53	71.11	
50.00	43.37	44.92	46.46	48.01	49.56	51.11	52.66	54.21	55.76	57.31	58.85	60.40	61.95	63.50	65.05	66.60	68.15	69.70	

Tab. 4

## SPOSTAMENTO PISTONE PER ANGOLO DI MANOVELLA

DATO IN ORIZZONTALE :#			DATI IN VERTICALE			:GRADI DI MANOVELLA			RISULTATO			:SPOSTAMENTI mm dal FMS							
0.	0.00	36.	4.55	72.	17.75	108.	36.75	144.	54.30	180.	61.50	216.	54.30	252.	36.75	288.	17.75	324.	4.55
1.	0.00	37.	4.80	73.	18.22	109.	37.30	145.	54.69	181.	61.49	217.	53.92	253.	36.20	289.	17.28	325.	4.30
2.	0.01	38.	5.06	74.	18.70	110.	37.85	146.	55.04	182.	61.48	218.	53.53	254.	35.65	290.	16.82	326.	4.06
3.	0.03	39.	5.33	75.	19.18	111.	38.40	147.	55.40	183.	61.45	219.	53.13	255.	35.10	291.	16.36	327.	3.82
4.	0.06	40.	5.61	76.	19.67	112.	38.95	148.	55.75	184.	61.41	220.	52.72	256.	34.55	292.	15.91	328.	3.60
5.	0.09	41.	5.89	77.	20.16	113.	39.49	149.	56.09	185.	61.35	221.	52.31	257.	33.99	293.	15.46	329.	3.38
6.	0.13	42.	6.18	78.	20.65	114.	40.03	150.	56.42	186.	61.29	222.	51.88	258.	33.44	294.	15.02	330.	3.16
7.	0.17	43.	6.47	79.	21.15	115.	40.57	151.	56.75	187.	61.21	223.	51.45	259.	32.89	295.	14.58	331.	2.96
8.	0.23	44.	6.78	80.	21.66	116.	41.11	152.	57.06	188.	61.13	224.	51.02	260.	32.34	296.	14.15	332.	2.76
9.	0.29	45.	7.09	81.	22.16	117.	41.65	153.	57.36	189.	61.03	225.	50.57	261.	31.78	297.	13.73	333.	2.56
10.	0.35	46.	7.40	82.	22.67	118.	42.18	154.	57.65	190.	60.92	226.	50.12	262.	31.23	298.	13.30	334.	2.38
11.	0.43	47.	7.72	83.	23.19	119.	42.71	155.	57.94	191.	60.80	227.	49.67	263.	30.68	299.	12.89	335.	2.20
12.	0.51	48.	8.05	84.	23.71	120.	43.23	156.	58.21	192.	60.66	228.	49.20	264.	30.13	300.	12.48	336.	2.03
13.	0.60	49.	8.39	85.	24.23	121.	43.75	157.	58.47	193.	60.52	229.	48.73	265.	29.59	301.	12.08	337.	1.86
14.	0.69	50.	8.73	86.	24.75	122.	44.27	158.	58.72	194.	60.36	230.	48.26	266.	29.04	302.	11.68	338.	1.70
15.	0.79	51.	9.07	87.	25.28	123.	44.79	159.	58.97	195.	60.20	231.	47.78	267.	28.50	303.	11.29	339.	1.55
16.	0.90	52.	9.43	88.	25.81	124.	45.30	160.	59.20	196.	60.02	232.	47.29	268.	27.95	304.	10.91	340.	1.41
17.	1.02	53.	9.79	89.	26.34	125.	45.80	161.	59.42	197.	59.83	233.	46.80	269.	27.41	305.	10.53	341.	1.27
18.	1.14	54.	10.15	90.	26.88	126.	46.30	162.	59.63	198.	59.63	234.	46.30	270.	26.88	306.	10.15	342.	1.14
19.	1.27	55.	10.53	91.	27.41	127.	46.80	163.	59.83	199.	59.42	235.	45.80	271.	26.34	307.	9.79	343.	1.02
20.	1.41	56.	10.91	92.	27.95	128.	47.29	164.	60.02	200.	59.20	236.	45.30	272.	25.81	308.	9.43	344.	0.90
21.	1.55	57.	11.29	93.	28.50	129.	47.78	165.	60.20	201.	58.97	237.	44.79	273.	25.28	309.	9.07	345.	0.79
22.	1.70	58.	11.68	94.	29.04	130.	48.26	166.	60.36	202.	58.72	238.	44.27	274.	24.75	310.	8.73	346.	0.69
23.	1.86	59.	12.08	95.	29.59	131.	48.73	167.	60.52	203.	58.47	239.	43.73	275.	24.23	311.	8.39	347.	0.60
24.	2.03	60.	12.48	96.	30.13	132.	49.20	168.	60.66	204.	58.21	240.	43.23	276.	23.71	312.	8.05	348.	0.51
25.	2.20	61.	12.89	97.	30.68	133.	49.67	169.	60.80	205.	57.94	241.	42.71	277.	23.19	313.	7.72	349.	0.43
26.	2.38	62.	13.30	98.	31.23	134.	50.12	170.	60.92	206.	57.65	242.	42.18	278.	22.67	314.	7.40	350.	0.35
27.	2.56	63.	13.73	99.	31.78	135.	50.57	171.	61.03	207.	57.36	243.	41.65	279.	22.16	315.	7.09	351.	0.29
28.	2.76	64.	14.15	100.	32.34	136.	51.02	172.	61.13	208.	57.06	244.	41.11	280.	21.66	316.	6.78	352.	0.23
29.	2.96	65.	14.59	101.	32.89	137.	51.45	173.	61.21	209.	56.75	245.	40.57	281.	21.15	317.	6.47	353.	0.17
30.	3.16	66.	15.02	102.	33.44	138.	51.88	174.	61.29	210.	56.42	246.	40.03	282.	20.65	318.	6.18	354.	0.13
31.	3.38	67.	15.46	103.	33.99	139.	52.31	175.	61.35	211.	56.09	247.	39.49	283.	20.16	319.	5.89	355.	0.09
32.	3.60	68.	15.91	104.	34.55	140.	52.72	176.	61.41	212.	55.75	248.	38.95	284.	19.67	320.	5.61	356.	0.06
33.	3.82	69.	16.36	105.	35.10	141.	53.13	177.	61.45	213.	55.40	249.	38.40	285.	19.18	321.	5.33	357.	0.03
34.	4.06	70.	16.82	106.	35.65	142.	53.53	178.	61.48	214.	55.04	250.	37.85	286.	18.70	322.	5.06	358.	0.01
35.	4.30	71.	17.28	107.	36.20	143.	53.92	179.	61.49	215.	54.69	251.	37.30	287.	18.22	323.	4.80	359.	0.00
36.	4.55	72.	17.75	108.	36.75	144.	54.30	180.	61.50	216.	54.30	252.	36.75	288.	17.75	324.	4.55	360.	0.00

Tab. 5

## VELOCITA' ISTANTANEE PISTONE

DATO IN ORIZZONTALE :11000 RPM		DATI IN VERTICALE		:GRADI DI MANOVELLA		RISULTATO		:m/s											
0.	0.00	36.	25.00	72.	36.27	108.	31.11	144.	16.64	180.	0.00	216.	-16.64	252.	-31.11	288.	-36.27	324.	-25.00
1.	0.77	37.	25.54	73.	36.33	109.	30.79	145.	16.19	181.	-0.46	217.	-17.10	253.	-31.42	289.	-36.20	325.	-24.44
2.	1.54	38.	26.07	74.	36.38	110.	30.46	146.	15.74	182.	-0.93	218.	-17.55	254.	-31.72	290.	-36.11	326.	-23.00
3.	2.31	39.	26.59	75.	36.41	111.	30.13	147.	15.28	183.	-1.39	219.	-18.00	255.	-32.02	291.	-36.01	327.	-23.30
4.	3.08	40.	27.09	76.	36.43	112.	29.79	148.	14.82	184.	-1.86	220.	-18.44	256.	-32.31	292.	-35.89	328.	-22.72
5.	3.85	41.	27.59	77.	36.44	113.	29.45	149.	14.37	185.	-2.32	221.	-18.89	257.	-32.59	293.	-35.76	329.	-22.12
6.	4.62	42.	28.07	78.	36.43	114.	29.10	150.	13.91	186.	-2.79	222.	-19.33	258.	-32.86	294.	-35.62	330.	-21.51
7.	5.38	43.	28.54	79.	36.42	115.	28.74	151.	13.45	187.	-3.25	223.	-19.78	259.	-33.13	295.	-35.47	331.	-20.90
8.	6.14	44.	29.00	80.	36.39	116.	28.38	152.	12.99	188.	-3.72	224.	-20.22	260.	-33.38	296.	-35.30	332.	-20.27
9.	6.90	45.	29.44	81.	36.34	117.	28.01	153.	12.53	189.	-4.18	225.	-20.65	261.	-33.63	297.	-35.11	333.	-19.63
10.	7.65	46.	29.87	82.	36.29	118.	27.63	154.	12.07	190.	-4.65	226.	-21.09	262.	-33.87	298.	-34.92	334.	-18.99
11.	8.40	47.	30.29	83.	36.22	119.	27.26	155.	11.61	191.	-5.11	227.	-21.52	263.	-34.09	299.	-34.70	335.	-18.33
12.	9.15	48.	30.69	84.	36.14	120.	26.87	156.	11.14	192.	-5.58	228.	-21.96	264.	-34.31	300.	-34.48	336.	-17.67
13.	9.89	49.	31.08	85.	36.05	121.	26.48	157.	10.68	193.	-6.04	229.	-22.38	265.	-34.52	301.	-34.24	337.	-17.00
14.	10.63	50.	31.46	86.	35.95	122.	26.09	158.	10.22	194.	-6.51	230.	-22.81	266.	-34.72	302.	-33.99	338.	-16.32
15.	11.36	51.	31.82	87.	35.83	123.	25.69	159.	9.76	195.	-6.97	231.	-23.23	267.	-34.91	303.	-33.72	339.	-15.63
16.	12.09	52.	32.17	88.	35.71	124.	25.29	160.	9.29	196.	-7.44	232.	-23.65	268.	-35.09	304.	-33.44	340.	-14.94
17.	12.81	53.	32.51	89.	35.57	125.	24.89	161.	8.83	197.	-7.90	233.	-24.07	269.	-35.26	305.	-33.14	341.	-14.24
18.	13.53	54.	32.83	90.	35.42	126.	24.48	162.	8.36	198.	-8.36	234.	-24.48	270.	-35.42	306.	-32.83	342.	-13.53
19.	14.24	55.	33.14	91.	35.26	127.	24.07	163.	7.90	199.	-8.83	235.	-24.89	271.	-35.57	307.	-32.51	343.	-12.81
20.	14.94	56.	33.44	92.	35.09	128.	23.65	164.	7.44	200.	-9.29	236.	-25.29	272.	-35.71	308.	-32.17	344.	-12.09
21.	15.63	57.	33.72	93.	34.91	129.	23.23	165.	6.97	201.	-9.76	237.	-25.69	273.	-35.83	309.	-31.82	345.	-11.36
22.	16.32	58.	33.99	94.	34.72	130.	22.81	166.	6.51	202.	-10.22	238.	-26.09	274.	-35.95	310.	-31.46	346.	-10.63
23.	17.00	59.	34.24	95.	34.52	131.	22.39	167.	6.04	203.	-10.68	239.	-26.48	275.	-36.05	311.	-31.08	347.	-9.89
24.	17.67	60.	34.48	96.	34.31	132.	21.96	168.	5.58	204.	-11.14	240.	-26.87	276.	-36.14	312.	-30.69	348.	-9.15
25.	18.33	61.	34.70	97.	34.09	133.	21.52	169.	5.11	205.	-11.61	241.	-27.26	277.	-36.22	313.	-30.29	349.	-8.40
26.	18.99	62.	34.92	98.	33.87	134.	21.09	170.	4.65	206.	-12.07	242.	-27.63	278.	-36.29	314.	-29.87	350.	-7.65
27.	19.63	63.	35.11	99.	33.63	135.	20.65	171.	4.18	207.	-12.53	243.	-28.01	279.	-36.34	315.	-29.44	351.	-6.90
28.	20.27	64.	35.30	100.	33.38	136.	20.22	172.	3.72	208.	-12.99	244.	-28.38	280.	-36.39	316.	-29.00	352.	-6.14
29.	20.90	65.	35.47	101.	33.13	137.	19.78	173.	3.25	209.	-13.45	245.	-28.74	281.	-36.42	317.	-28.54	353.	-5.38
30.	21.51	66.	35.62	102.	32.86	138.	19.33	174.	2.79	210.	-13.91	246.	-29.10	282.	-36.43	318.	-28.07	354.	-4.62
31.	22.12	67.	35.76	103.	32.59	139.	18.89	175.	2.32	211.	-14.37	247.	-29.45	283.	-36.44	319.	-27.59	355.	-3.85
32.	22.72	68.	35.89	104.	32.31	140.	18.44	176.	1.86	212.	-14.82	248.	-29.79	284.	-36.43	320.	-27.09	356.	-3.08
33.	23.30	69.	36.01	105.	32.02	141.	18.00	177.	1.39	213.	-15.28	249.	-30.13	285.	-36.41	321.	-26.59	357.	-2.31
34.	23.88	70.	36.11	106.	31.72	142.	17.55	178.	0.93	214.	-15.74	250.	-30.46	286.	-36.38	322.	-26.07	358.	-1.54
35.	24.44	71.	36.20	107.	31.42	143.	17.10	179.	0.46	215.	-16.19	251.	-30.79	287.	-36.33	323.	-25.54	359.	-0.77
36.	25.00	72.	36.27	108.	31.11	144.	16.64	180.	0.00	216.	-16.64	252.	-31.11	288.	-36.27	324.	-25.00	360.	-0.00

Tab. 6

## ACCELERAZIONI ISTANTANEE PISTONE

DATO IN ORIZZONTALE : 11000 RPM		DATI IN VERTICALE		GRADI MANOVELLA		RISULTATO		m/s <sup>2</sup>											
0.	50921.	36.	36137.	72.	4423.	108.	-20795.	144.	-29883.	180.	-30694.	216.	-29883.	252.	-20795.	288.	4423.	324.	36137.
1.	50909.	37.	35375.	73.	3541.	109.	-21257.	145.	-29963.	181.	-30684.	217.	-29797.	253.	-20318.	289.	5311.	325.	36884.
2.	50871.	38.	34601.	74.	2666.	110.	-21706.	146.	-30036.	182.	-30694.	218.	-29705.	254.	-19828.	290.	6204.	326.	37617.
3.	50810.	39.	33813.	75.	1798.	111.	-22142.	147.	-30104.	183.	-30684.	219.	-29606.	255.	-19323.	291.	7103.	327.	38335.
4.	50723.	40.	33014.	76.	937.	112.	-22563.	148.	-30167.	184.	-30683.	220.	-29500.	256.	-18805.	292.	8006.	328.	39039.
5.	50612.	41.	32202.	77.	84.	113.	-22972.	149.	-30224.	185.	-30683.	221.	-29386.	257.	-18273.	293.	8914.	329.	39725.
6.	50476.	42.	31380.	78.	-760.	114.	-23366.	150.	-30277.	186.	-30682.	222.	-29265.	258.	-17727.	294.	9825.	330.	40395.
7.	50316.	43.	30547.	79.	-1596.	115.	-23748.	151.	-30325.	187.	-30681.	223.	-29135.	259.	-17167.	295.	10740.	331.	41049.
8.	50132.	44.	29704.	80.	-2423.	116.	-24116.	152.	-30368.	188.	-30679.	224.	-28998.	260.	-16593.	296.	11657.	332.	41685.
9.	49923.	45.	28852.	81.	-3240.	117.	-24471.	153.	-30408.	189.	-30677.	225.	-28852.	261.	-16006.	297.	12577.	333.	42303.
10.	49691.	46.	27991.	82.	-4048.	118.	-24814.	154.	-30444.	190.	-30675.	226.	-28697.	262.	-15405.	298.	13498.	334.	42903.
11.	49435.	47.	27121.	83.	-4845.	119.	-25143.	155.	-30476.	191.	-30671.	227.	-28533.	263.	-14790.	299.	14420.	335.	43484.
12.	49155.	48.	26245.	84.	-5632.	120.	-25460.	156.	-30504.	192.	-30667.	228.	-28360.	264.	-14162.	300.	15342.	336.	44046.
13.	48851.	49.	25361.	85.	-6408.	121.	-25765.	157.	-30530.	193.	-30662.	229.	-28177.	265.	-13521.	301.	16265.	337.	44588.
14.	48525.	50.	24470.	86.	-7174.	122.	-26058.	158.	-30553.	194.	-30657.	230.	-27984.	266.	-12866.	302.	17186.	338.	45110.
15.	48175.	51.	23574.	87.	-7928.	123.	-26338.	159.	-30573.	195.	-30649.	231.	-27782.	267.	-12198.	303.	18107.	339.	45612.
16.	47803.	52.	22673.	88.	-8670.	124.	-26607.	160.	-30591.	196.	-30641.	232.	-27568.	268.	-11518.	304.	19026.	340.	46093.
17.	47408.	53.	21767.	89.	-9400.	125.	-26864.	161.	-30606.	197.	-30631.	233.	-27345.	269.	-10824.	305.	19943.	341.	46553.
18.	46992.	54.	20856.	90.	-10118.	126.	-27110.	162.	-30620.	198.	-30620.	234.	-27110.	270.	-10118.	306.	20856.	342.	46972.
19.	46553.	55.	19943.	91.	-10824.	127.	-27345.	163.	-30631.	199.	-30606.	235.	-26864.	271.	-9400.	307.	21767.	343.	47408.
20.	46093.	56.	19026.	92.	-11518.	128.	-27568.	164.	-30641.	200.	-30591.	236.	-26607.	272.	-8670.	308.	22673.	344.	47803.
21.	45612.	57.	18107.	93.	-12198.	129.	-27782.	165.	-30649.	201.	-30573.	237.	-26338.	273.	-7928.	309.	23574.	345.	48175.
22.	45110.	58.	17186.	94.	-12866.	130.	-27984.	166.	-30657.	202.	-30553.	238.	-26058.	274.	-7174.	310.	24470.	346.	48525.
23.	44588.	59.	16265.	95.	-13521.	131.	-28177.	167.	-30662.	203.	-30530.	239.	-25765.	275.	-6408.	311.	25361.	347.	48851.
24.	44046.	60.	15342.	96.	-14162.	132.	-28360.	168.	-30667.	204.	-30504.	240.	-25460.	276.	-5632.	312.	26245.	348.	49155.
25.	43484.	61.	14420.	97.	-14790.	133.	-28533.	169.	-30671.	205.	-30476.	241.	-25143.	277.	-4845.	313.	27121.	349.	49435.
26.	42903.	62.	13498.	98.	-15405.	134.	-28697.	170.	-30675.	206.	-30444.	242.	-24814.	278.	-4048.	314.	27991.	350.	49691.
27.	42303.	63.	12577.	99.	-16006.	135.	-28852.	171.	-30677.	207.	-30408.	243.	-24471.	279.	-3240.	315.	28852.	351.	49923.
28.	41685.	64.	11657.	100.	-16593.	136.	-28998.	172.	-30679.	208.	-30368.	244.	-24116.	280.	-2423.	316.	29704.	352.	50132.
29.	41049.	65.	10740.	101.	-17167.	137.	-29135.	173.	-30681.	209.	-30325.	245.	-23748.	281.	-1596.	317.	30547.	353.	50316.
30.	40395.	66.	9825.	102.	-17727.	138.	-29265.	174.	-30682.	210.	-30277.	246.	-23366.	282.	-760.	318.	31380.	354.	50476.
31.	39725.	67.	8914.	103.	-18273.	139.	-29386.	175.	-30683.	211.	-30224.	247.	-22972.	283.	84.	319.	32202.	355.	50612.
32.	39039.	68.	8006.	104.	-18805.	140.	-29500.	176.	-30683.	212.	-30167.	248.	-22563.	284.	937.	320.	33014.	356.	50723.
33.	38335.	69.	7103.	105.	-19323.	141.	-29606.	177.	-30684.	213.	-30104.	249.	-22142.	285.	1798.	321.	33813.	357.	50810.
34.	37617.	70.	6204.	106.	-19828.	142.	-29705.	178.	-30684.	214.	-30036.	250.	-21706.	286.	2666.	322.	34601.	358.	50871.
35.	36884.	71.	5311.	107.	-20318.	143.	-29797.	179.	-30684.	215.	-29963.	251.	-21257.	287.	3541.	323.	35375.	359.	50909.
36.	36137.	72.	4423.	108.	-20795.	144.	-29883.	180.	-30684.	216.	-29883.	252.	-20795.	288.	4423.	324.	36137.	360.	50921.

Tab. 7

## 2.2 MOTIVI DI UNA SCELTA

Vari sono i motivi per cui si e' scelto questo motore , se ne possono elencare sei fondamentali:

A) Perche' e' italiano , e al di la' dello sciovinismo (pure presente) entrano in ballo discorsi sul facile reperimento di ricambi , manuali tecnici e eventuali contatti con la casa facilitati ; inoltre la tecnologia a quattro valvole e' ormai considerata arcaica dai giapponesi.

B) Perche' si tratta di una unita' surdimensionata , come tutti i DUCATI (qualche volta e' stato un difetto), robusta e affidabile ; doti che sono dimostrate dalla indifferenza con cui sopporta elaborazioni corsaiole.

C) Per la architettura a due cilindri separati che favorisce il progetto e il disegno per un principiante : una testata per mono e' meno complessa di una per bicilindrico.

D) Per la distribuzione trainata da cinghia dentata , che oltre ad essere un ottimo e affidabile sistema , semplifica la lubrificazione e la manutenzione , e permette di



utilizzare sulla nuova testata le puleggine originali.

E) La già citata architettura del motore e' quella che si reputa avere la maggiori possibilita' di contrastare con un bicilindrico la concorrenza a quattro cilindri nelle competizioni F1 (purtroppo in via di soppressione) e SUPERBIKES.

F) La produzione della casa consistente in questo unico modello garantisce un ottimo mercato e non fa temere repentine variazioni di catalogo , quasi giornaliera nella concorrenza orientale, che metterebbero fuori gioco il nostro KIT.

Come già ripetuto , il modello (ambizioso) di riferimento e' il 750 F1 ufficiale della casa : le cui prestazioni , sebbene se ne conoscano sommariamente le caratteristiche , sono l'obiettivo da superare teoricamente per dare un senso a questo progetto.

### 3.1 SCOPI DEL PROGETTO

Fondamentalmente ci si prefigge un congruo incremento di prestazioni rispetto al piu' performante modello esistente ; ovviamente la destinazione agonistica o pseudo tale ci semplifica notevolmente la progettazione e l'eventuale sviluppo costruttivo sollevandoci da implicazioni riguardanti le emissioni inquinanti , la rumorosita' meccanica e i consumi di carburante.

Punti fondamentali per il nostro progetto saranno:

- 1) Incremento di prestazioni (regime di rotazione , rendimento volumetrico , rendimento termodinamico).
- 2) Effettiva realizzabilita' pratica del kit.
- 3) Peso Ridotto.
- 4) Nessuna modifica necessaria al motore (cioe' pezzi intercambiabili).
- 5) Semplice e facile montaggio su ciclistica gia' esistente.

#### 4.1 QUATTRO VALVOLE INDISPENSABILI

Il cardine su cui si articola questo progetto e' la distribuzione a quattro valvole per cilindro.

Sicuramente negli ultimi tempi si sono scritti fiumi di parole su questa soluzione tecnica , che pur essendo vecchia come lo stesso motore a scoppio , solamente ora comincia la sua affermazione nella produzione automobilistica di serie. Sara' forse ripetitivo ma non inutile ribadire perche' si ritiene indispensabile questa soluzione per il nostro progetto.

Cominciando dalle minori masse in movimento per ciascuna molla con conseguenti minori carichi e attriti ridotti ; oppure possibilita' (sempre grazie a masse piu' ridotte) di imprimere alle valvole maggiori accelerazioni e ottenere quindi diagrammi della distribuzione piu' corposi, possibilita' di raggiungere elevati regimi di rotazione ; maggiori sezioni di passaggio a parita' di alesaggio ; camere di combustione di forma semplice e raccolta che facilitano l'impiego di elevati rapporti di compressione e aumentano il rendimento termico , ecc.ecc.

## 5.1 PRIMA DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE

Riferendoci allo schemino indicato in 3.1 si possono meglio comprendere le ragioni di alcune scelte.

In primo luogo , il raffreddamento ad aria come quello in origine , infatti l'adozione di un circuito sigillato a liquido , sebbene fosse piu' indicata per il livello di prestazioni , avrebbe richiesto un tale aumento di complicazioni da rendere scoraggiante meccanicamente e economicamente il progetto : infatti , oltre alla installazione della indispensabile pompa di circolazione e alla sostituzione dei cilindri , l'applicazione dello scambiatore avrebbe comportato un aumento di sezione frontale notevole su una unita' che ha uno dei suoi vantaggi nell'essere stretto e aerodinamico come un monocilindrico.

Il flusso dell'aria calda proveniente dallo scambiatore avrebbe richiesto una laboriosa soluzione ad impedire che i carburatori ne venissero interessati alterando la densita' dell'aria aspirata con peggioramento del rendimento e irregolarita' di carburazione.

L'aumento di peso , ipotizzabile attorno ai 10 Kg , la quasi

impossibilita' di montare questa soluzione sulle motociclette gia' in circolazione e lo spropositato aumento di costo su di un gruppo che non sara' di per se stesso molto a buon mercato determinano senza dubbio la direzione da prendere.

Si e' scelto di limitare al massimo i particolari da sostituire per l'installazione su una moto gia' prodotta mantenendo tutto il rimanente originale e intercambiabile lasciando dunque la sicuramente apprezzata possibilita' di ritornare al punto di origine senza aggiustaggi

L'adozione di condotti completamente separati per ogni valvola sia all'aspirazione (con conseguenti doppi carburatori indipendenti) che allo scarico e dettata da una convinzione puramente personale di un piu' accurato controllo dei flussi dei gas , soprattutto in aspirazione favorendo il mantenimento di una miscela omogenea in ogni suo punto , evitando contemporaneamente le perdite di carico nel punto in cui il singolo condotto si sdoppia.

Un cenno particolare per l'intenzione di usare una tripla accensione in via sperimentale.

La conformazione a teste singole e il disegno delle camere di combustione permette di predisporre senza aggravio di costi o complicazioni questa soluzione che sulla carta dovrebbe aumentare nettamente la velocità di combustione migliorando il rendimento termico.

In ultimo la abbastanza ovvia scelta della distribuzione a doppio albero a camme e punterie a bicchierini classica e indispensabile per masse alterne molto piccole non volendosi complicare l'esistenza con bilanceri e controbilanceri.

## 6.1 OBIETTIVI DA RAGGIUNGERE

Si considera il motore FORD COSWORTH DFY 3000 F.1 come top delle prestazioni per unita' di questo tipo e frazionamento. La potenza stimata di questa unita' si puo' considerare attorno a 500 Hp a 11000 RPM , che conduce ad una PME :

$$\frac{900 * 500}{3 * 11000} = 13.63 \text{ Bar}$$

Siccome il nostro motore dovra corrispondere a una frazione trasversale bicilindrica del DFY e come vedremo , il limite di rotazione sara' leggermente inferiore , si puo' ipotizzare una potenza effettiva di :

$$\frac{13.63 * 0.75 * 10750}{900} = 122.15 \text{ Hp a } 10750 \text{ RPM}$$

Tutto questo in teoria , in quanto la realta' indica che la similitudine e' tale solo a livello di testata e le differenze di alesaggio e corsa , il raffreddamento ad aria e una certa differenza del manovellismo fanno si che , anche avendo a disposizione tale testata da copiare (il che non e' purtroppo nelle nostre possibilita'), il risultato sarebbe

comunque per lo meno difforme dalle previsioni.

Consultando le tabelle e relativi grafici della nostra unita' di partenza (tab. 1-2-3-4-5-6-7), come gia' annunciato si ottiene che la velocita' media del pistone a 10000 RPM (in max potenza) e' di 20.5 m/s : caratteristica abbastanza al limite per unita' destinate alla produzione di serie e che avendo a priori deciso di non variare la corsa , non offrono molto spazio per ulteriori incrementi.

I moderni motori da competizione raggiungono talvolta VMP di oltre 26 m/s , ma utilizzano tecnologie e materiali che ne sconsigliano l'impiego ai nostri scopi.

Inoltre , a questi livelli , le sollecitazioni a cui sarebbe sottoposto il manovellismo e il basamento imporrebbero una totale revisione del loro disegno.

Per questi motivi si sceglie un valore tale da consentire , grazie ad un accurato disegno , una durata sufficiente dei pistoni nonostante l'impiego di materiali convenzionali.

Si ipotizza questo valore attorno ai 22 m/s corrispondenti a 10750 RPM consentendo sperimentazioni (di breve durata) fino 11000 RPM (22.55 m/s).



## 7.1 ANALISI DEI FLUSSI E CALCOLO NUOVI CONDOTTI

I dati in nostro possesso per l'analisi dei flussi dei gas sono insufficienti e riguardano i diametri delle valvole , rispettivamente di 41 mm e 35 mm nonche' del diffusore del carburatore (40 mm) , si procede percio' per ipotesi.

Dal poco che si sa , si suppone un diametro minimo del condotto di aspirazione (oppure una sezione corrispondente) attorno ai 38 mm che indicherebbero una velocita' media dei gas di 109.94 m/s al regime di massima potenza (10000 RPM e 20.5 m/s di VMP) e di 83.12 m/s in coppia massima (7000 RPM e 14.35 m/s).

Sono risultati sorprendentemente "classici" , tenendo conto delle approssimazioni di cui sopra e che si cerchera' di rispettare per la nostra conversione.

Raddoppiando opportunamente le sezioni da calcolare (o dimezzando a seconda di come si intende il calcolo) e riferendosi alla tab. 8 gia' calcolata otteniamo quindi a 22 m/s VMP e 10750 RPM una velocita' media dei gas di 108.65 m/s utilizzando condotti che abbiano nel tratto di massima strozzatura una sezione equivalente a un diametro di 28 mm ,

che porta anche a dedurre (una volta messa a punto la fase della distribuzione) il regime di coppia massima (velocita' media gas  $\sim 80$  m/s) attorno a 7900 /8000 RPM corrispondenti a VMP 16 / 16.5 m/s.

Similmente per lo scarico , potendo tenere velocita' superiori fino al 50% guadagnando in leggerezza e raffreddamento si calcola :  $108.65 + 40\% = 152.11$  che porta ad una sezione equivalente al diametro di 23.5 , sempre a 10750 RPM.

## VELOCITA' MEDIA DEI GAS NEI CONDOTTI ( 4 VALVOLE P.C. )

DATI IN ORIZZONTALE :VELOCITA' MEDIA DEL PISTONE m/s										DATI IN VERTICALE					:DIAMETRO CONDOTTI mm		DATI RISULTANTI			:m/s
14.00	14.50	15.00	15.50	16.00	16.50	17.00	17.50	18.00	18.50	19.00	19.50	20.00	20.50	21.00	21.50	22.00	22.50			
20.00	135.52	140.36	145.20	150.04	154.88	159.72	164.56	169.40	174.24	179.08	183.92	188.76	193.60	198.44	203.28	208.12	212.96	217.80		
20.50	128.99	133.60	139.20	142.81	147.42	152.02	156.63	161.24	165.84	170.45	175.06	179.66	184.27	189.88	193.49	198.09	202.70	207.31		
21.00	122.92	127.31	131.70	136.09	140.48	144.87	149.26	153.65	158.04	162.43	166.82	171.21	175.60	179.99	184.38	188.77	193.16	197.55		
21.50	117.27	121.46	125.65	129.83	134.02	138.21	142.40	146.59	150.78	154.96	159.15	163.34	167.53	171.72	175.90	180.09	184.28	188.47		
22.00	112.00	116.00	120.00	124.00	128.00	132.00	136.00	140.00	144.00	148.00	152.00	156.00	160.00	164.00	168.00	172.00	176.00	180.00		
22.50	107.08	110.90	114.73	118.55	122.37	126.20	130.02	133.85	137.67	141.50	145.32	149.14	152.97	156.79	160.62	164.44	168.26	172.09		
23.00	102.47	106.13	109.79	113.45	117.11	120.77	124.43	128.09	131.75	135.41	139.07	142.73	146.39	150.05	153.71	157.37	161.03	164.69		
23.50	98.16	101.66	105.17	108.68	112.18	115.69	119.19	122.70	126.20	129.71	133.22	136.72	140.23	143.73	147.24	150.74	154.25	157.75		
24.00	94.11	97.47	100.83	104.19	107.56	110.92	114.28	117.64	121.00	124.36	127.72	131.08	134.44	137.81	141.17	144.53	147.89	151.25		
24.50	90.31	93.53	96.76	99.99	103.21	106.44	109.66	112.89	116.11	119.34	122.56	125.79	129.01	132.24	135.46	138.69	141.91	145.14		
25.00	86.73	89.83	92.93	96.03	99.12	102.22	105.32	108.42	111.51	114.61	117.71	120.81	123.90	127.00	130.10	133.20	136.29	139.39		
25.50	83.36	86.34	89.32	92.30	95.27	98.25	101.23	104.21	107.18	110.16	113.14	116.12	119.09	122.07	125.05	128.02	131.00	133.98		
26.00	80.19	83.05	85.92	88.78	91.64	94.51	97.37	100.24	103.10	105.96	108.83	111.69	114.56	117.42	120.28	123.15	126.01	128.88		
26.50	77.19	79.95	82.71	85.46	88.22	90.98	93.73	96.49	99.25	102.00	104.76	107.52	110.27	113.03	115.79	118.54	121.30	124.06		
27.00	74.36	77.02	79.67	82.33	84.98	87.64	90.29	92.95	95.60	98.26	100.92	103.57	106.23	108.88	111.54	114.19	116.85	119.51		
27.50	71.68	74.24	76.80	79.36	81.92	84.48	87.04	89.60	92.16	94.72	97.28	99.84	102.40	104.96	107.52	110.08	112.64	115.20		
28.00	69.14	71.61	74.08	76.55	79.02	81.49	83.96	86.43	88.90	91.37	93.84	96.31	98.78	101.24	103.71	106.18	108.65	111.12		
28.50	66.74	69.12	71.51	73.89	76.27	78.66	81.04	83.42	85.81	88.19	90.57	92.96	95.34	97.72	100.11	102.49	104.87	107.26		
29.00	64.46	66.76	69.06	71.36	73.66	75.97	78.27	80.57	82.87	85.17	87.48	89.78	92.08	94.38	96.68	98.99	101.29	103.59		
29.50	62.29	64.51	66.74	68.96	71.19	73.41	75.64	77.86	80.09	82.31	84.54	86.76	88.99	91.21	93.44	95.66	97.88	100.11		
30.00	60.23	62.38	64.53	66.68	68.84	70.99	73.14	75.29	77.44	79.59	81.74	83.89	86.04	88.20	90.35	92.50	94.65	96.80		
30.50	58.27	60.35	62.43	64.52	66.60	68.68	70.76	72.84	74.92	77.00	79.08	81.17	83.25	85.33	87.41	89.49	91.57	93.65		
31.00	56.41	58.47	60.44	62.45	64.47	66.48	68.50	70.51	72.52	74.54	76.55	78.57	80.58	82.60	84.61	86.63	88.64	90.66		
31.50	54.63	56.58	58.53	60.48	62.44	64.39	66.34	68.29	70.24	72.19	74.14	76.09	78.04	80.00	81.95	83.90	85.85	87.80		
32.00	52.94	54.83	56.72	58.61	60.50	62.39	64.28	66.17	68.06	69.95	71.84	73.73	75.63	77.52	79.41	81.30	83.19	85.08		
32.50	51.32	53.15	54.99	56.82	58.65	60.49	62.32	64.15	65.98	67.82	69.65	71.48	73.32	75.15	76.98	78.81	80.65	82.48		
33.00	49.78	51.56	53.33	55.11	56.89	58.67	60.44	62.22	64.00	65.78	67.56	69.33	71.11	72.89	74.67	76.44	78.22	80.00		
33.50	48.30	50.03	51.75	53.48	55.20	56.93	58.65	60.38	62.10	63.83	65.55	67.28	69.00	70.73	72.45	74.18	75.90	77.63		
34.00	46.89	48.57	50.24	51.92	53.59	55.27	56.94	58.62	60.29	61.97	63.64	65.31	66.99	68.66	70.34	72.01	73.69	75.36		
34.50	45.54	47.17	48.80	50.42	52.05	53.68	55.30	56.93	58.56	60.18	61.81	63.44	65.06	66.69	68.32	69.94	71.57	73.19		
35.00	44.25	45.83	47.41	48.99	50.57	52.15	53.73	55.31	56.89	58.48	60.06	61.64	63.22	64.80	66.39	67.96	69.54	71.12		
35.50	43.01	44.55	46.09	47.62	49.16	50.69	52.23	53.77	55.30	56.84	58.38	59.91	61.45	62.98	64.52	66.06	67.59	69.13		
36.00	41.83	43.32	44.81	46.31	47.80	49.30	50.79	52.28	53.78	55.27	56.77	58.26	59.75	61.25	62.74	64.23	65.73	67.22		
36.50	40.69	42.14	43.60	45.05	46.50	47.95	49.41	50.86	52.31	53.77	55.22	56.67	58.13	59.58	61.03	62.49	63.94	65.39		
37.00	39.60	41.01	42.43	43.84	45.25	46.67	48.08	49.50	50.91	52.32	53.74	55.15	56.57	57.98	59.40	60.81	62.22	63.64		
37.50	38.55	39.92	41.30	42.69	44.05	45.43	46.81	48.18	49.56	50.94	52.32	53.69	55.07	56.45	57.82	59.20	60.58	61.95		
38.00	37.54	38.88	40.22	41.56	42.90	44.24	45.58	46.93	48.27	49.61	50.95	52.29	53.63	54.97	56.31	57.65	58.99	60.33		
38.50	36.57	37.88	39.18	40.49	41.80	43.10	44.41	45.71	47.02	48.33	49.63	50.94	52.24	53.55	54.86	56.16	57.47	58.78		
39.00	35.64	36.91	38.19	39.46	40.73	42.00	43.28	44.55	45.82	47.10	48.37	49.64	50.91	52.19	53.46	54.73	56.01	57.28		
39.50	34.74	35.98	37.22	38.47	39.71	40.95	42.19	43.43	44.67	45.91	47.15	48.39	49.63	50.87	52.11	53.36	54.60	55.84		
40.00	33.88	35.09	36.30	37.51	38.72	39.93	41.14	42.35	43.56	44.77	45.98	47.19	48.40	49.61	50.82	52.03	53.24	54.45		

Tab. 8

## 7.2 ANNOTAZIONE

Da questo punto in avanti i calcoli riguardanti soprattutto le alzate, delle molle, dei diagrammi della distribuzione e relativi profili si riferiranno, quando diversamente non specificato al solo lato di aspirazione, in quanto si intende, ragioni logiche e industriali dotare le nostre testate di identici equipaggiamenti (assi a cammes, molle, piattelli ecc.) ad esclusione ovviamente delle valvole sia all'aspirazione che allo scarico.

Questa prassi per quanto possa sembrare incoerente per ottenere le massime prestazioni, in realta' influisce in maniera irrilevante sul risultato finale, lasciando ad un eventuale preparatore il lavoro di affinamento e facendo risparmiare molto tempo nella produzione e riducendo sensibilmente i costi e lo stoccaggio.

Considerando che la massa allo scarico e' minore, le molle saranno sovradimensionate (nessun problema quindi) e una maggiore alzata allo scarico non da alcuna conseguenza mentre il profilo della camme e l'unico particolare che potrebbe essere realizzato piu' "spinto", cioe' con

maggiori accelerazioni in virtu' del piu' favorevole  
rapporto forza molla / massa equipaggio.

### 7.3 FORME DEI CONDOTTI

Si determinano ora la forma e la variazione di sezione dei condotti.

Appurata che la piu' conveniente forma ai fini del rendimento volumetrico e' la piu' rettilinea possibile, compatibilmente con la generale architettura della distribuzione, la forma della testata, l'inclinazione delle valvole, ecc.; occorre, prima di procedere in questo senso, definire uno schizzo di massima dell'insieme.

Le variazioni di sezione possono invece immediatamente calcolate seguendo quelle che sono le regole canoniche:

La sezione sotto valvola, a seconda del comportamento del motore, che vogliamo ottenere, puo' variare dal 90% al 120% della sezione minima per ottenere rispettivamente piu' momento torcente o piu' potenza.

Per un motore da competizione si sceglie ovviamente la seconda ipotesi ottenendo una sezione di:

$$(28 / 2)^2 * \pi * 1.2 = 738.9 \text{ mm}$$

che sommata alla sezione del gambo valvola (7 mm)

$$(7 / 2)^2 * \pi = 38.48$$

porta ad una sezione totale

$$738.9 + 38.48 = 777.38$$

corrispondente ad un diametro sottovalvola di:

$$2 * \text{SQR} ( 777.38 / \text{PI} ) = 31.46$$

La dimensione del gambo valvola e' abbastanza convenzionale nelle valvole di questa classe e dimensioni e offre assoluta garanzia di affidabilita'.

Per le variazioni di sezione dal collegamento dei collettori al punto di massima strozzatura, si impone una leggera conicita' (relativa, se siamo in presenza della guida o dello stelo), sui 7 ~ 8 gradi che facendo aumentare la velocita' in prossimita' della valvola favorisce la miscelazione.

Anche in questo caso la sperimentazione e l'accordo fra i vari componenti potra' determinare qualche ritocco; e come norma generale, un aumento di conicita' migliora il comportamento del motore in basso peggiorando lo stesso in alto ecc.

I condotti di scarico notoriamente non presentano delle esigenze cosi' specifiche come quelli di aspirazione,

essendo in pressione positiva e' necessario favorire il corretto efflusso senza frapporre ostacoli.

Si cerca quindi di applicare una forma molto lineare o a bassa curvatura con una conicita' sui 12 ~ 14 gradi.

La sezione minima del condotto in questo caso e' immediatamente sotto valvola , risultando quindi secondo il solito calcolo :

$$\begin{aligned} \text{diam min sez} &= 2 * \text{SQR} ((\text{sez min} + \text{sez gambo}) / \text{PI}) \\ &= 2 * \text{SQR} ((433.73 + 38.48) / \text{PI}) = 24.5 \text{ mm} \end{aligned}$$



### 8.1 ALZATE

Si determina il valore della alzata necessaria al motore eguagliando la sezione sotto valvola alla superficie tronco conica scoperta dalla valvola alla massima apertura.

Considerando che la nostra sezione  $SV = 31.46$  e le valvole aventi superficie di appoggio a 45 gradi come ormai universalmente adottato svolgiamo il calcolo con le due formule solite utilizzando anche due valori diversi per l'altezza della corona circolare di contatto.

Teniamo presente ,per questo particolare , che la tecnica recente , suggerisce per avere le massime prestazioni di ridurre le dimensioni al minimo a scapito pero della durata delle valvole e delle sedi.

formula A (per alzate modeste):

$$A_v = \pi * \frac{\sqrt{2}}{2} * \left( \frac{d + h}{2} \right) * h$$

formula B (per grandi alzate)

$$A_v = \pi * \left( d + \frac{\sqrt{2}}{2} * s \right) * \sqrt{h^2 + s^2 - \sqrt{2} * h * s}$$

$A_v$  : sezione sv

$d$  : diametro interno sede

$s$  : altezza corona circolare di contatto

$h$  : alzata valvola

con la formula A :

$$738,9 = \pi * \frac{\sqrt{2}}{2} * h * \left( 31,46 + \frac{h}{2} \right)$$

$$\frac{h^2}{2} + 31,46 * h - 332,62 = 0$$

$$h = 9,22$$

con la formula B ed  $s=1$  :

$$\left( \frac{Av}{\pi * \left( d + \frac{\sqrt{2} * s}{2} \right)} \right)^2 = h^2 + s^2 - \sqrt{2} * h * s$$

$$h^2 - \sqrt{2} * h - 53.46 = 0$$

$$h = 8.05$$

con la formula B ed  $s=1.5$  :

$$h^2 - 1.5 * \sqrt{2} * h + 50.05 = 0$$

$$h = 8.21$$

Per il nostro caso la prassi corretta e la B e come valore iniziale scegliamo approssimando per eccesso un valore di 9 mm.

## 8.2 CAMERA DI COMBUSTIONE

Con tutti i dati che si sono ricavati , si puo' ora ipotizzare una forma della camera di combustione.

Anche in questo caso l'esperienza e la sperimentazione srebbero le basi piu' solide per formulare delle ipotesi.

In mancanza dell'una e dell'altra non rimane che riferirsi al lavoro altrui aggiungendo poi alcune considerazioni personali riferite a questo caso specifico.

E' noto che la camera di combustione deve essere la piu' piccola e raccolta possibile , nonche' offrire un rapporto superficie / volume il piu' basso possibile , cosa che si scontra con le dimensioni delle valvole.

La logica suggerisce di farla piu' omogenea e raccordata possibile evitando brusche variazioni di forma.

La necessita' di avere condotti quasi rettilinei induce poi a installare le valvole con angoli dall'asse del cilindro molto piccoli.

Da tutte queste considerazioni si ottiene che la forma piu' razionale per le nostre esigenze e' quella classica a tetto con valvole parallele a due a due e angolo incluso minimo

sufficiente ad ospitare le sedi rispettive.

Gli esempi nel campo sono forniti ancora una volta da:

COSWORTH DFV : 38 gradi

COSWORTH DFY : 22.30 gradi

PORSCHE 944 : 27.25 gradi

Qualche tentativo sul tavolo da disegno suggerisce di provare con un angolo di 24 gradi.

La posizione della candela principale e' esattamente in asse con il cilindro ed equidistante radialmente da ogni zona caratteristica della camera stessa.

## 9.1 MASSE DELLA DISTRIBUZIONE

Tenendo conto degli spazi a disposizione si determina il dimensionamento dei bicchierini e i massimi ingombri per le valvole.

Queste misure servono a calcolare con buona approssimazione le masse della distribuzione in moto alterno e precisamente:

Valvola aspirazione	gr. 56
Bicchierino	gr. 54
Molla esterna (1/2)	gr. 17
Molla interna (1/2)	gr. 6
Piattello	gr. 15
Semiconi + Pastiglia calib.	gr.~ 5
MASSA TOTALE IN MOTO ALTERNO	gr. 150

## 9.2 METODI PER ARRIVARE AL DIGRAMMA DELLA DISTRIBUZIONE

Con i dati che abbiamo ora disposizione si puo' procedere con due sistemi a determinare il digramma della distribuzione:

O costruire un grafico delle accelerazioni e alzate del sistema indi con la massa calcolare il carico , la flessibilita' e le forme delle molle occorrenti (metodo tradizionale).

Oppure stabilire il massimo carico (e altre caratteristiche) delle molle compatibili con l'ingombro e con la resistenza dei materiali indi calcolare le accelerazioni massime applicabili.(metodo inverso).

Si sceglie il secondo metodo considerando pero' che normalmente il carico massimo ragionevole per le molle di richiamo e' determinato in larga misura dagli attriti , che oltre a un certo limite sono estremamente penalizzanti per le prestazioni e per il calore sviluppato ; mentre in questo caso ci sono ulteriori vincoli dovuti allo spazio a disposizione.

#### 10.1 CALCOLO DELLE MOLLE , PREAMBOLO

Per la costruzione delle molle ci si affida ad un materiale di comune impiego nei motori F.1 : l'acciaio svedese OTEVA 60 , che vanta una Tau ammissibile di  $862 \sim 882 \text{ N/mm}^2$  ( $88 \sim 90 \text{ Kg/mm}^2$ ).

Le caratteristiche delle molle si vanno a determinare tenendo presenti le seguenti esigenze:

MASSIMO DIAMETRO DI INGOMBRO	= 29 mm
MINIMO DIAMETRO DI INGOMBRO	= 14 mm
MINIMA ALTEZZA	= 23 mm
ALTEZZA DI MONTAGGIO	= 33 mm

(le altezze sono ritoccabili in caso di necessita').

Da motori simili e esperienze altrui sappiamo che il carico massimo complessivo delle molle alla massima alzata diventa eccessivamente penalizzante , in termini di attrito , qualora si superino i 120 Kg ( N).

Per evitare indesiderati rimbalzi in fase di chiusura e' bene avere un precarico totale , attorno ai 35 kg( N).



Contrariamente a quanto consigliato , e' prassi attuale il montaggio delle molle con una lieve interferenza reciproca per favorire lo smorzamento reciproco delle oscillazioni proprie (naturalmente gli avvolgimenti saranno opposti).

Per questa categoria di propulsori le frequenze proprie delle molle vanno stabilite in modo da essere  $< 7 * RPM / 2$  , per evitare nocive risonanze.

I calcoli che si vanno a effettuare saranno riferiti ad una alzata valvola di 10 mm anziche' 9 mm per avere un certo margine con cui poter variare alcuni parametri in fase di prova pratica.

## 10.2 CALCOLO MOLLE

Essendo in presenza di molle che lavorano in parallelo e' corretto stabilire a priori che la loro  $\tau_{max}$  sia approssimativamente uguale ; percio' si provvede a compilare una tabella al calcolatore per molle ad identico valore di  $\tau = 850 \text{ Nmm}$  , e relativo carico applicato.

Consultando la suddetta tabella (tab.???) e considerando i limiti di ingombro si ottengono delle caratteristiche quasi obbligate:

molla esterna 25 x 4 :	688.42 N	( 70.24 Kg)
molla interna 18 x 3 :	399.75 N	( 40.79 Kg)
totale	: 1088.17 N	(111.03 Kg)

## COEFFICIENTE DI WAHL PER MOLLE AD ELICA CILINDRICA

	DATI IN ORIZZONTALE : DIAMETRO FILO mm				DATI IN VERTICALE				: DIAMETRO SPIRA mm				DATI RISULTANTI				: K WAHL
	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	5.25	5.50	5.75	
15.00	1.197	1.225	1.253	1.281	1.311	1.341	1.372	1.404	1.437	1.471	1.506	1.542	1.580	1.619	1.660	1.702	1.746
15.50	1.190	1.217	1.243	1.271	1.299	1.328	1.358	1.388	1.420	1.452	1.485	1.520	1.556	1.592	1.631	1.670	1.712
16.00	1.184	1.209	1.235	1.261	1.288	1.316	1.345	1.374	1.404	1.435	1.466	1.499	1.533	1.568	1.604	1.642	1.681
16.50	1.178	1.202	1.227	1.253	1.278	1.305	1.332	1.360	1.389	1.419	1.449	1.480	1.512	1.546	1.580	1.615	1.652
17.00	1.172	1.196	1.220	1.244	1.269	1.295	1.321	1.348	1.375	1.404	1.433	1.463	1.493	1.525	1.558	1.591	1.626
17.50	1.167	1.190	1.213	1.236	1.261	1.285	1.311	1.336	1.363	1.390	1.418	1.446	1.476	1.506	1.537	1.569	1.602
18.00	1.162	1.184	1.206	1.229	1.253	1.276	1.301	1.325	1.351	1.377	1.404	1.431	1.459	1.488	1.518	1.548	1.580
18.50	1.157	1.179	1.200	1.222	1.245	1.268	1.291	1.315	1.340	1.365	1.391	1.417	1.444	1.472	1.500	1.529	1.559
19.00	1.153	1.174	1.195	1.216	1.238	1.260	1.283	1.306	1.329	1.354	1.378	1.404	1.430	1.456	1.484	1.512	1.540
19.50	1.149	1.169	1.189	1.210	1.231	1.253	1.274	1.297	1.320	1.343	1.367	1.391	1.416	1.442	1.468	1.495	1.523
20.00	1.145	1.164	1.184	1.204	1.225	1.245	1.267	1.288	1.311	1.333	1.356	1.380	1.404	1.428	1.454	1.479	1.506
20.50	1.141	1.160	1.179	1.199	1.219	1.239	1.259	1.280	1.302	1.324	1.346	1.369	1.392	1.416	1.440	1.465	1.490
21.00	1.138	1.156	1.175	1.194	1.213	1.233	1.253	1.273	1.294	1.315	1.336	1.358	1.381	1.404	1.427	1.451	1.476
21.50	1.134	1.152	1.170	1.189	1.207	1.227	1.246	1.266	1.286	1.306	1.327	1.349	1.370	1.392	1.415	1.438	1.462
22.00	1.131	1.148	1.166	1.184	1.202	1.221	1.240	1.259	1.278	1.298	1.319	1.339	1.360	1.382	1.404	1.426	1.449
22.50	1.128	1.145	1.162	1.180	1.197	1.215	1.234	1.253	1.271	1.291	1.311	1.331	1.351	1.372	1.393	1.415	1.437
23.00	1.125	1.141	1.158	1.175	1.193	1.210	1.228	1.246	1.265	1.284	1.303	1.322	1.342	1.362	1.383	1.404	1.425
23.50	1.122	1.138	1.155	1.171	1.189	1.205	1.223	1.241	1.259	1.277	1.295	1.314	1.334	1.353	1.373	1.393	1.414
24.00	1.119	1.135	1.151	1.168	1.184	1.201	1.218	1.235	1.253	1.270	1.288	1.307	1.325	1.345	1.364	1.384	1.404
24.50	1.117	1.132	1.148	1.164	1.180	1.196	1.213	1.230	1.247	1.264	1.282	1.300	1.318	1.336	1.355	1.374	1.394
25.00	1.114	1.130	1.145	1.160	1.176	1.192	1.208	1.225	1.241	1.258	1.275	1.293	1.311	1.329	1.347	1.365	1.384
25.50	1.112	1.127	1.142	1.157	1.172	1.188	1.204	1.220	1.236	1.253	1.269	1.286	1.304	1.321	1.339	1.357	1.375
26.00	1.110	1.124	1.139	1.154	1.169	1.184	1.199	1.215	1.231	1.247	1.263	1.280	1.297	1.314	1.331	1.349	1.367
26.50	1.108	1.122	1.136	1.151	1.165	1.180	1.195	1.211	1.226	1.242	1.258	1.274	1.290	1.307	1.324	1.341	1.359
27.00	1.106	1.119	1.133	1.148	1.162	1.177	1.191	1.206	1.222	1.237	1.253	1.268	1.284	1.301	1.317	1.334	1.351
27.50	1.104	1.117	1.131	1.145	1.159	1.173	1.188	1.202	1.217	1.232	1.247	1.263	1.278	1.294	1.311	1.327	1.343
28.00	1.102	1.115	1.128	1.142	1.156	1.170	1.184	1.199	1.213	1.228	1.242	1.258	1.273	1.289	1.304	1.320	1.336
28.50	1.100	1.113	1.126	1.139	1.153	1.167	1.181	1.195	1.209	1.223	1.238	1.253	1.267	1.283	1.299	1.314	1.329
29.00	1.098	1.111	1.124	1.137	1.150	1.164	1.177	1.191	1.205	1.219	1.233	1.248	1.262	1.277	1.292	1.307	1.323
29.50	1.096	1.109	1.122	1.134	1.147	1.161	1.174	1.187	1.201	1.215	1.229	1.243	1.257	1.272	1.287	1.301	1.317
30.00	1.095	1.107	1.119	1.132	1.145	1.158	1.171	1.184	1.197	1.211	1.225	1.239	1.253	1.267	1.281	1.296	1.311
30.50	1.093	1.105	1.117	1.130	1.142	1.155	1.168	1.181	1.194	1.207	1.221	1.234	1.249	1.262	1.276	1.290	1.305
31.00	1.091	1.103	1.115	1.128	1.140	1.152	1.165	1.178	1.190	1.203	1.217	1.230	1.243	1.257	1.271	1.285	1.299
31.50	1.090	1.102	1.113	1.125	1.138	1.150	1.162	1.175	1.187	1.200	1.213	1.226	1.239	1.253	1.266	1.280	1.294
32.00	1.088	1.100	1.112	1.123	1.135	1.147	1.159	1.172	1.184	1.197	1.209	1.222	1.235	1.248	1.261	1.275	1.288
32.50	1.087	1.098	1.110	1.121	1.133	1.145	1.157	1.169	1.181	1.193	1.206	1.218	1.231	1.244	1.257	1.270	1.283
33.00	1.086	1.097	1.108	1.119	1.131	1.143	1.154	1.166	1.178	1.190	1.202	1.215	1.227	1.240	1.253	1.265	1.278
33.50	1.084	1.095	1.106	1.118	1.129	1.140	1.152	1.163	1.175	1.187	1.199	1.211	1.223	1.236	1.248	1.261	1.274
34.00	1.083	1.094	1.105	1.116	1.127	1.138	1.149	1.161	1.172	1.184	1.196	1.208	1.220	1.232	1.244	1.257	1.269
34.50	1.082	1.092	1.103	1.114	1.125	1.136	1.147	1.158	1.170	1.181	1.193	1.204	1.216	1.228	1.240	1.253	1.265
35.00	1.081	1.091	1.102	1.112	1.123	1.134	1.145	1.156	1.167	1.178	1.190	1.201	1.213	1.225	1.236	1.248	1.261

Tab. 9

CARICHI MOLLA AD ELICA CILINDRICA PER TAU COSTANTE = 850 N/mm<sup>2</sup>

	DATI IN ORIZZONTALE :DIAMETRO FILO mm								DATI IN VERTICALE :DIAMETRO MEDIO SPIRA mm								DATI RISULTANTI	:CARICO N
	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	5.25	5.50	5.75		
15.00	148.7	207.0	277.6	361.2	458.5	569.8	695.5	836.0	991.3	1161.5	1346.5	1546.3	1760.5	1989.8	2230.7	2485.7	2752.9	
15.50	144.7	201.6	270.6	352.4	447.6	556.7	680.1	818.1	970.9	1138.6	1321.1	1518.5	1730.5	1956.9	2197.1	2450.8	2717.4	
16.00	141.0	196.5	263.9	344.0	437.2	544.2	665.3	800.8	951.2	1116.3	1296.4	1491.3	1701.0	1925.2	2163.6	2415.9	2681.3	
16.50	137.4	191.7	257.6	335.9	427.2	532.1	651.0	784.2	932.1	1094.7	1272.2	1464.7	1672.0	1893.9	2130.2	2380.7	2644.7	
17.00	134.0	187.0	251.5	328.2	417.7	520.5	637.3	768.2	913.6	1073.9	1249.9	1438.7	1643.5	1863.1	2097.2	2345.7	2608.1	
17.50	130.7	182.6	245.7	320.8	408.5	509.4	624.0	752.7	895.8	1053.5	1226.0	1413.4	1615.7	1832.8	2064.6	2311.0	2571.5	
18.00	127.7	178.4	240.2	313.7	399.8	498.8	611.3	737.8	878.5	1033.8	1203.8	1399.7	1598.4	1803.1	2032.6	2276.7	2535.1	
18.50	124.7	174.4	234.9	307.0	391.3	488.5	599.1	723.4	861.8	1014.7	1182.3	1364.6	1561.9	1774.1	2001.1	2242.8	2499.1	
19.00	121.9	170.5	229.8	300.5	383.2	478.7	587.3	709.5	845.7	996.3	1161.4	1341.3	1536.0	1745.6	1970.2	2209.5	2463.5	
19.50	119.2	166.8	224.9	294.2	375.5	468.2	575.9	696.1	830.1	978.4	1141.1	1319.5	1510.8	1717.9	1939.9	2176.8	2428.4	
20.00	116.6	163.3	220.2	288.3	368.0	460.0	564.9	683.1	815.1	961.1	1121.5	1296.4	1486.2	1690.8	1910.2	2144.6	2393.9	
20.50	114.2	159.9	215.8	282.5	360.8	451.2	554.3	670.6	800.5	944.3	1102.4	1275.0	1462.2	1664.3	1881.3	2113.1	2359.9	
21.00	111.8	156.6	211.4	277.0	353.8	442.7	544.1	658.5	786.4	928.1	1083.9	1254.1	1438.9	1638.5	1852.9	2082.3	2326.5	
21.50	109.5	153.5	207.3	271.6	347.2	434.5	534.2	646.8	772.7	912.3	1065.9	1233.8	1416.2	1613.4	1825.3	2052.1	2293.8	
22.00	107.3	150.5	203.3	266.5	340.7	426.6	524.7	635.5	759.5	897.1	1048.5	1214.1	1394.2	1588.8	1798.3	2022.6	2261.8	
22.50	105.2	147.6	199.5	261.6	334.5	419.0	515.5	624.6	746.7	882.3	1031.6	1195.0	1372.7	1564.9	1771.9	1993.7	2230.4	
23.00	103.2	144.8	195.8	256.8	328.5	411.6	506.6	614.0	734.3	867.9	1015.1	1176.3	1351.8	1541.6	1746.2	1965.5	2199.6	
23.50	101.3	142.1	192.2	252.2	322.7	404.5	498.0	603.8	722.3	854.0	999.2	1158.2	1331.4	1519.0	1721.1	1937.9	2169.5	
24.00	99.4	139.5	188.8	247.7	317.2	397.6	489.7	593.9	710.7	840.5	983.7	1140.6	1311.6	1496.8	1696.6	1910.9	2140.1	
24.50	97.6	137.1	185.4	243.5	311.8	391.0	481.6	584.3	699.4	827.4	968.6	1123.5	1292.3	1475.3	1672.7	1894.6	2111.3	
25.00	95.8	134.6	182.2	239.3	306.5	384.5	473.8	575.0	688.4	814.6	954.0	1106.9	1273.5	1454.3	1649.3	1858.9	2083.1	
25.50	94.2	132.3	179.1	235.3	301.5	378.3	466.2	565.9	677.8	802.3	939.8	1090.7	1255.3	1433.8	1626.6	1833.8	2055.6	
26.00	92.5	130.1	176.1	231.4	296.6	372.2	458.9	557.2	667.5	790.3	926.0	1074.9	1237.5	1413.9	1604.4	1809.3	2028.7	
26.50	91.0	127.9	173.2	227.7	291.8	366.4	451.8	548.7	657.5	778.6	912.5	1059.6	1220.1	1394.4	1582.7	1785.3	2002.4	
27.00	89.5	125.8	170.4	224.0	287.2	360.7	444.9	540.4	647.7	767.3	899.4	1044.7	1203.2	1375.4	1561.6	1761.9	1976.6	
27.50	88.0	123.8	167.7	220.5	282.8	355.2	438.2	532.4	638.3	756.2	886.7	1030.1	1186.8	1356.9	1541.0	1739.1	1951.5	
28.00	86.6	121.8	165.1	217.1	278.5	349.8	431.7	524.6	629.1	745.5	874.3	1016.0	1170.7	1338.9	1520.8	1716.8	1926.9	
28.50	85.2	119.9	162.5	213.8	274.3	344.6	425.4	517.0	620.1	735.1	862.3	1002.2	1155.1	1321.3	1501.2	1695.0	1902.9	
29.00	83.9	118.0	160.0	210.6	270.2	339.6	419.2	509.7	611.4	724.9	850.5	989.7	1139.8	1304.1	1482.0	1673.7	1879.4	
29.50	82.6	116.2	157.6	207.4	266.2	334.7	413.3	502.5	602.9	715.0	839.1	975.6	1124.9	1287.4	1463.3	1652.8	1856.4	
30.00	81.3	114.5	155.3	204.4	262.4	329.9	407.5	495.6	594.7	705.4	827.9	962.8	1110.4	1271.0	1445.0	1632.5	1833.9	
30.50	80.1	112.8	153.0	201.5	258.7	325.3	401.8	488.8	586.7	696.0	817.1	950.4	1096.3	1255.1	1427.1	1612.6	1811.9	
31.00	78.9	111.2	150.8	198.6	255.0	320.8	396.3	482.2	578.9	686.8	806.5	938.2	1082.4	1239.5	1409.6	1593.2	1790.4	
31.50	77.8	109.6	148.7	195.8	251.5	316.4	391.0	475.8	571.3	677.9	796.2	926.4	1069.0	1224.2	1392.5	1574.2	1769.4	
32.00	76.7	108.0	146.6	193.1	248.1	312.1	385.8	469.5	563.8	669.2	786.1	914.8	1055.8	1209.4	1375.9	1555.6	1748.8	
32.50	75.6	106.5	144.6	190.5	244.7	308.0	380.7	463.4	556.6	660.7	776.2	903.5	1042.9	1194.8	1359.6	1537.4	1728.6	
33.00	74.5	105.0	142.6	187.9	241.5	303.9	375.7	457.5	549.5	652.5	766.6	892.5	1030.4	1180.6	1343.6	1519.6	1708.9	
33.50	73.5	103.6	140.7	185.4	238.3	300.0	370.9	451.7	542.7	644.4	757.3	881.7	1018.1	1166.7	1328.0	1502.2	1689.6	
34.00	72.5	102.2	138.9	183.0	235.2	296.1	366.2	446.0	535.9	636.5	748.1	871.2	1006.1	1153.2	1312.8	1485.2	1670.7	
34.50	71.5	100.9	137.0	180.6	232.2	292.4	361.6	440.5	529.4	628.8	739.2	860.9	994.4	1139.9	1297.9	1468.5	1652.2	
35.00	70.6	99.6	135.3	178.3	229.3	288.7	357.2	435.1	523.0	621.3	730.5	850.9	982.9	1126.9	1283.3	1452.2	1634.1	

Tab. 10

si fa la controprova.

molla esterna (25 x 4)

$$\tau_{\max} = \frac{16 * P * R * \Psi}{\pi * d^3} = \frac{16 * 668.42 * 12.5 * 1.24}{\pi * 4^3} = 849 \text{ N/mm}$$

molla interna (18 x 3)

$$\tau_{\max} = \frac{16 * 399.75 * 9 * 1.25}{\pi * 3^3} = 848.29 \text{ N/mm}$$

P : carico

R : raggio medio spira

d : diametro filo

$\Psi$  : coefficiente di Wahl (vedi tab. 10)

$$\Psi = \left( \frac{4c-1}{4c-4} \right) + 0.615 / c$$

$$c = 2 R / d$$

Si stabilisce il numero di utii di ciascuna molla utilizzando la frequenza propria della molla H come parametro fisso.

$$H = 1270 * \sqrt{G} * \frac{d}{D^2 * n1}$$

H : frequenza propria della molla in Hz

G : modulo di elasticita' tangenziale acciaio = 83300

D : diametro di spira mm

d : diametro di filo mm

n1: numero di spire utili

deve essere :

$$H \geq \frac{\text{max RPM}}{2} * \frac{7}{60}$$

per la molla esterna :

$$\frac{1270 * \sqrt{83300 * 4}}{25^2 * n1} \geq \frac{550 * 7}{6}$$

$$n1 \leq \frac{1270 * \sqrt{83300 * 4 * 6}}{25^2 * 550 * 6}$$

$$n1 \leq 3.65$$

optiamo quindi per 3.5 spire

per la molla interna :

$$n1 \leq \frac{1270 * \sqrt{83300 * 3 * 6}}{18^2 * 550 * 7}$$

$$n1 \leq 5.28$$

Abbiamo quindi due possibilta':  $n1 = 5$

$$n1 = 4.5$$

la cui scelta sara' determinata dalla preferenza di altri parametri che andiamo a vedere ora.





Con il numero di spire utili si calcola la freccia.

$$f = \frac{8}{G} * \frac{D^3}{d^4} * n_1 * P$$

P : carico N

molla esterna:

$$f = \frac{8}{83300} * \frac{25^3}{4^4} * 3.5 * 668.42$$

$$f = 14.12 \text{ mm}$$

molla interna:

nel caso  $n_1 = 4.5$

$$f = \frac{8}{83300} * \frac{18^3}{3^4} * 3.5 * 399.75$$

$$f = 12.43 \text{ mm}$$

nel caso  $n_1 = 5$

$$f = 13.82 \text{ mm}$$

Le lunghezze a pacco sono :

$$L_p = (n_1 + n_m) * d$$

$n_m$  : coefficiente dipendente dalla lavorazione delle delle  
estremita' della molla ; nel nostro caso = 1.45

molla esterna :  $L_p = ( 3.5 + 1.45 ) * 4 = 19.8 \text{ mm}$

molla interna  $n_1 = 4.5$  :  $L_p = ( 4.5 + 1.45 ) * 3 = 17.85 \text{ mm}$

molla interna  $n_1 = 5$  :  $L_p = ( 5 + 1.45 ) * 3 = 19.35 \text{ mm}$

Lasciando uno spazio di 0.3 mm (come si conviene) fra ogni  
spira calcoliamo la lunghezza minima di funzionamento :

$$L_e = L_p + s * n_1$$

molla esterna :  $L_e = 19.8 + 3.5 * 0.3 = 20.85$

molla interna  $n_1 = 4.5$  :  $L_e = 17.85 + 4.5 * 0.3 = 19.2$

molla interna  $n_1 = 5$  :  $L_e = 19.35 + 5 * 0.3 = 20.85$

## 10.3 AUMENTO DIMENSIONI SOTTO CARICO

La molla sotto l'effetto di una sollecitazione di compressione ha un leggero aumento del diametro esterno delle spire.

Per evitare contatto indesiderato con la parete del bicchierino e per verificare che l'interferenza fra le due molle non subisca un inopportuno incremento si procede anche a questa verifica.

$$D.est \sim \sqrt{D_e + 0.1 s^2}$$

D.est : diametro esterno con molla a pacco

$$s^2 = \frac{\text{Lung. Libera} - d * (n - n_1)}{n_1}$$

per la molla esterna

$$s^2 = \frac{35 - 4 * (1.45 - 3.5)}{3.5} = 12.34$$

$$D.est. \sim \sqrt{29^2 + 0.1 * 12.34} = 29.02 \text{ (trascurabile)}$$

per la molla interna

$$s^2 = \frac{31.5 - 3 * ( 1.45 - 4.5 )}{4.5} = 9.03$$

$$D.est. \sim \sqrt{21^2 + 0.1 * 9.03} = 21.02$$

Anche questo trascurabile considerando che la molla esterna aumenta il suo diametro nella stessa misura e quindi non si verifica alcun aumento di interferenza.

Infine si ricordano la flessibilita' :  $\varphi = f / P$

e la rigidezza , suo inverso :  $K = P / f$

	flessibilita'	rigidezza
molla esterna	0.0205107 mm/N	48.75 N/mm ( 4.97 Kg/mm )
molla interna 4.5	0.0310944 mm/N	32.16 N/mm ( 3.28 Kg/mm )
molla interna 5	0.0345716 mm/N	28.92 N/mm ( 2.95 kg/mm )

## 10.4 TABELLA RIASSUNTIVA MOLLE

ARGOMENTO	MOLLA EX	MOLLA INT 4.5	MOLLA INT 5
tau max	850 N/mm <sup>2</sup>	850 N/mm <sup>2</sup>	850 N/mm <sup>2</sup>
per un carico	688.42 N	399.75 N	399.75 N
con una freccia	14.12 mm	12.43 mm	13.82 mm
lunghezza libera	34.97 mm	31.63 mm	33.17 mm
lunghezza pacco	19.8 mm	17.85 mm	19.35 mm
lunghezza minima f.	20.85 mm	19.2 mm	20.85 mm
rigidezza	48.75 N/mm	32.16 N/mm	28.92 N/mm

## 10.5 SCHEMA DI MONTAGGIO

Avendo scelto ormai per come molla interna quella con  $n_1 = 4.5$  ; tenendo conto della differente lunghezza libera delle due molle e della differente freccia per avere la stessa Tau programmata , si studia uno schema di montaggio .

La differenza fra le due frecce a  $850 \text{ N/mm}^2$  e'

$$14.12 - 12.43 = 1.69$$

percio' lo scalino tra i due appoggi delle molle nel piattello valvola sara' (approssimando) 1.5 mm.

Il precarico riferito ad una alzata di 9 mm sara'

$$14 - 9 = 5 \text{ (molla esterna)}$$

$$12.5 - 9 = 3.5 \text{ (molla interna)}$$

Il carico totale delle due molle in funzione dell'alzata sara'

$$N = ( h + 5 ) * 48.75 + ( h + 3.5 ) * 32.16$$

segue tabella.

alzata	carico	carico	accel. ( per Kg.0.15 )
mm	N	Kg	ms <sup>2</sup>
0.00	356.31	36.36	2375.40
0.50	396.77	40.49	2645.10
1.00	437.22	44.61	2914.80
1.50	477.68	48.74	3184.50
2.00	518.13	52.87	3454.20
2.50	558.59	57.00	3723.90
3.00	599.04	61.13	3993.60
3.50	639.50	65.25	4263.30
4.00	679.95	69.38	4533.00
4.50	720.41	73.51	4802.70
5.00	760.86	77.64	5072.40
5.50	801.32	81.77	5342.10
6.00	841.77	85.89	5611.80
6.50	882.23	90.02	5881.50
7.00	922.68	94.15	6151.20
7.50	963.14	98.28	6420.90
8.00	1003.59	102.41	6690.60
8.50	1044.05	106.54	6960.30
9.00	1084.50	110.66	7230.00
9.50	1124.96	114.79	7499.70
10.00	1165.41	118.92	7769.40

Tab. 11





### 11.1 DIAGRAMMI DISTRIBUZIONE E PROFILO CAMMES

Non disponendo di di adeguata documentazione riguardo ai moderni profili POLIDYNE , si deve (temporaneamente) ripiegare sui "primitivi" profili ottenuti partendo da grafici ad accelerazione costante.

La procedura che si illustra , sara' riferita ad un unico angolo di apertura , ma e' evidente che procedendo nella sperimentazione ci si servira' sempre dello stesso.

Si segue quindi questo ordine :

- A) Stabiliti accelerazione negativa ( $A_n$ ), accelerazione positiva ( $A_p$ ) e l'alzata massima (H) ,si studia un diagramma di un ipotetico angolo di apertura.
- B) Si esegue la verifica del grafico completo al computer ; eventualmente si apportano correzioni.
- C) Si procede alla stesura della tabella delle distanze dell'utensile dal cerchio di base ,per spostamenti angolari , indispensabile per la fabbricazione della camme
- D) Tracciatura puramente informativa del profilo della camme per inviluppo.

## 11.2 DATI DI PARTENZA

Non e' conveniente superare per motori di questo tipo accelerazioni positive di  $8000 \text{ m/s}^2$ , percio':

$$A_p = 8 \times 10^6 \text{ mm/s}^2$$

La accelerazione negativa, come si e' visto, e' in funzione dell'alzata  $h$  (tab.??) secondo la formula:

$$A_n = \frac{\text{Carico molla (N)}}{\text{Peso equipaggio (Kg)}} \text{ m/s}^2$$

$$A_n = \frac{(h + 5) \times 48.75 + (h + 3.5) \times 32.16}{0.15}$$

dal cosulto della tabella, si sceglie inizialmente un valore equivalente a meta' alzata, poiche' come si sa', in questo tipo di diagramma, la molla risulta insufficiente nel primo tratto e esuberante nel secondo; per ora quindi:

$$A_n \sim 5000 \text{ m/s}^2$$

Il valore  $H$  della massima alzata e' gia' noto da tempo, percio' si va a ipotizzare l'angolo di apertura valvola.

Dalle altrui esperienze si ottiene che e' sconveniente ( e

forse anche assurdo ) tenere aperte le valvole per per piu' di 320 gradi ( ovviamnte 160 di camme ) per cui , la ricerca al banco prova o su strada , partira' da questo valore massimo , riducendolo fino ad ottenere dal motore il comportamento desiderato.

Nota : la diminuzione della durata di apertura andra' effettuata contemporaneamente alla riduzione del rapporto di compressione teorico , in modo da mantenere quello effettivo al limite di detonazione.

La fasatura degli assi a cammes seguira' lo stesso criterio sperimentale , avendo cura di iniziarele prove con i punti di massima alzata coincidenti con quelli di quadratura della biella ( massima velocita' teorica dei gas nei condotti ) che in questo motore sono a 77 e 283 gradi.

ACCELERAZIONI DISTRIBUZIONE

	DATI IN ORIZZONTALE : MASSA ALTERNA PER 1 VALVOLA Kg										DATI IN VERTICALE : CARICO MOLLA N					DATI RISULTANTI : $m/s^2$			
	0.100	0.105	0.110	0.115	0.120	0.125	0.130	0.135	0.140	0.145	0.150	0.155	0.160	0.165	0.170	0.175	0.180	0.185	
800.	8000.	7619.	7273.	6957.	6667.	6400.	6154.	5926.	5714.	5517.	5333.	5161.	5000.	4848.	4706.	4571.	4444.	4324.	
810.	8100.	7714.	7364.	7043.	6750.	6480.	6231.	6000.	5786.	5586.	5400.	5226.	5063.	4909.	4765.	4629.	4500.	4378.	
820.	8200.	7810.	7455.	7130.	6833.	6560.	6308.	6074.	5857.	5655.	5467.	5290.	5125.	4970.	4824.	4686.	4556.	4432.	
830.	8300.	7905.	7545.	7217.	6917.	6640.	6385.	6148.	5929.	5724.	5533.	5355.	5188.	5030.	4882.	4743.	4611.	4486.	
840.	8400.	8000.	7636.	7304.	7000.	6720.	6462.	6222.	6000.	5793.	5600.	5419.	5250.	5091.	4941.	4800.	4667.	4541.	
850.	8500.	8095.	7727.	7391.	7083.	6800.	6538.	6296.	6071.	5862.	5667.	5484.	5313.	5152.	5000.	4857.	4722.	4595.	
860.	8600.	8190.	7818.	7479.	7167.	6880.	6615.	6370.	6143.	5931.	5733.	5548.	5375.	5212.	5059.	4914.	4778.	4649.	
870.	8700.	8286.	7909.	7565.	7250.	6960.	6692.	6444.	6214.	6000.	5800.	5613.	5438.	5273.	5118.	4971.	4833.	4703.	
880.	8800.	8381.	8000.	7652.	7333.	7040.	6769.	6519.	6286.	6069.	5867.	5677.	5500.	5333.	5176.	5029.	4889.	4757.	
890.	8900.	8476.	8091.	7739.	7417.	7120.	6846.	6593.	6357.	6138.	5933.	5742.	5563.	5394.	5235.	5086.	4944.	4811.	
900.	9000.	8571.	8182.	7826.	7500.	7200.	6923.	6667.	6429.	6207.	6000.	5806.	5625.	5455.	5294.	5143.	5000.	4865.	
910.	9100.	8667.	8273.	7913.	7583.	7280.	7000.	6741.	6500.	6276.	6067.	5871.	5689.	5515.	5353.	5200.	5056.	4919.	
920.	9200.	8762.	8364.	8000.	7667.	7360.	7077.	6815.	6571.	6345.	6133.	5935.	5750.	5576.	5412.	5257.	5111.	4973.	
930.	9300.	8857.	8455.	8087.	7750.	7440.	7154.	6889.	6643.	6414.	6200.	6000.	5813.	5636.	5471.	5314.	5167.	5027.	
940.	9400.	8952.	8545.	8174.	7833.	7520.	7231.	6963.	6714.	6483.	6267.	6065.	5875.	5697.	5529.	5371.	5222.	5081.	
950.	9500.	9048.	8636.	8261.	7917.	7600.	7308.	7037.	6786.	6552.	6333.	6129.	5938.	5758.	5588.	5429.	5278.	5135.	
960.	9600.	9143.	8727.	8348.	8000.	7680.	7385.	7111.	6857.	6621.	6400.	6194.	6000.	5818.	5647.	5486.	5333.	5189.	
970.	9700.	9238.	8819.	8435.	8083.	7760.	7462.	7185.	6929.	6690.	6467.	6258.	6063.	5879.	5706.	5543.	5389.	5243.	
980.	9800.	9333.	8909.	8522.	8167.	7840.	7538.	7259.	7000.	6759.	6533.	6323.	6125.	5939.	5765.	5600.	5444.	5297.	
990.	9900.	9429.	9000.	8609.	8250.	7920.	7615.	7333.	7071.	6828.	6600.	6387.	6188.	6000.	5824.	5657.	5500.	5351.	
1000.	10000.	9524.	9091.	8696.	8333.	8000.	7692.	7407.	7143.	6897.	6667.	6452.	6250.	6061.	5882.	5714.	5556.	5405.	
1010.	10100.	9619.	9182.	8783.	8417.	8080.	7769.	7481.	7214.	6966.	6733.	6516.	6313.	6121.	5941.	5771.	5611.	5459.	
1020.	10200.	9714.	9273.	8870.	8500.	8160.	7846.	7556.	7286.	7034.	6800.	6591.	6375.	6182.	6000.	5829.	5667.	5514.	
1030.	10300.	9810.	9364.	8957.	8583.	8240.	7923.	7630.	7357.	7103.	6867.	6645.	6438.	6242.	6059.	5886.	5722.	5568.	
1040.	10400.	9905.	9455.	9043.	8667.	8320.	8000.	7704.	7429.	7172.	6933.	6710.	6500.	6303.	6118.	5943.	5778.	5622.	
1050.	10500.	10000.	9545.	9130.	8750.	8400.	8077.	7778.	7500.	7241.	7000.	6774.	6563.	6364.	6176.	6000.	5833.	5676.	
1060.	10600.	10095.	9636.	9217.	8833.	8480.	8154.	7852.	7571.	7310.	7067.	6839.	6625.	6424.	6235.	6057.	5889.	5730.	
1070.	10700.	10190.	9727.	9304.	8917.	8560.	8231.	7926.	7643.	7379.	7133.	6903.	6688.	6485.	6294.	6114.	5944.	5784.	
1080.	10800.	10286.	9818.	9391.	9000.	8640.	8308.	8000.	7714.	7448.	7200.	6968.	6750.	6545.	6353.	6171.	6000.	5838.	
1090.	10900.	10381.	9909.	9478.	9083.	8720.	8385.	8074.	7786.	7517.	7267.	7032.	6813.	6606.	6412.	6229.	6056.	5892.	
1100.	11000.	10476.	10000.	9565.	9167.	8800.	8462.	8148.	7857.	7586.	7333.	7097.	6875.	6667.	6471.	6286.	6111.	5946.	
1110.	11100.	10571.	10091.	9652.	9250.	8880.	8538.	8222.	7929.	7655.	7400.	7161.	6938.	6727.	6529.	6343.	6167.	6000.	
1120.	11200.	10667.	10182.	9739.	9333.	8960.	8615.	8296.	8000.	7724.	7467.	7226.	7000.	6788.	6588.	6400.	6222.	6054.	
1130.	11300.	10762.	10273.	9826.	9417.	9040.	8692.	8370.	8071.	7793.	7533.	7290.	7063.	6848.	6647.	6457.	6278.	6108.	
1140.	11400.	10857.	10364.	9913.	9500.	9120.	8769.	8444.	8143.	7862.	7600.	7355.	7125.	6909.	6706.	6514.	6333.	6162.	
1150.	11500.	10952.	10455.	10000.	9583.	9200.	8846.	8519.	8214.	7931.	7667.	7419.	7188.	6970.	6765.	6571.	6389.	6216.	
1160.	11600.	11048.	10545.	10087.	9667.	9280.	8923.	8593.	8286.	8000.	7733.	7484.	7250.	7030.	6824.	6629.	6444.	6270.	
1170.	11700.	11143.	10636.	10174.	9750.	9360.	9000.	8667.	8357.	8069.	7800.	7548.	7313.	7091.	6882.	6686.	6500.	6324.	
1180.	11800.	11238.	10727.	10261.	9833.	9440.	9077.	8741.	8429.	8138.	7867.	7613.	7375.	7152.	6941.	6743.	6556.	6378.	
1190.	11900.	11333.	10818.	10348.	9917.	9520.	9154.	8815.	8500.	8207.	7933.	7677.	7438.	7212.	7000.	6800.	6611.	6432.	
1200.	12000.	11429.	10909.	10435.	10000.	9600.	9231.	8889.	8571.	8276.	8000.	7742.	7500.	7273.	7059.	6857.	6667.	6486.	

Tab. 12

## 11.3 CALCOLO

Come si sa', il digramma e' costituito da due tratti ad accelerazione costante (prescindendo dalle rampe di accesso che qui non si considerano, ma che devono far avvenire il contatto a velocita' costante).

Traducendo le grandezze che abbiamo in mm/rad<sup>2</sup> si ottiene :

$$\max Ap = \frac{8000}{\left(\frac{11000 * \text{PI}}{60}\right)^2} * 1000 = 24.11 \text{ mm/rad}^2$$

$$An \sim \frac{5000}{\left(\frac{11000 * \text{PI}}{60}\right)^2} * 1000 = 15.07 \text{ mm/rad}^2$$

$$\theta_0 \text{ (semiangolo di apertura) } 80 \text{ gradi} = 1.396 \text{ rad}$$

Rimane incognito l'angolo . di inversione della accelerazione , che si ottiene immediatamente dalla condizione :

$$Ap = \frac{H}{\theta_0 * \frac{\theta_1}{2}}$$

$$Ap * \theta_1 = 9 / 0.69 = 12.89$$

percio' con  $Ap = 24.11$

$$\theta_1 = 0.5345 \text{ rad}$$

#### 11.4 STUDIO DIAGRAMMA AL COMPUTER

Introducendo le equazioni della alzata e della velocita' per 11000 RPM nel calcolatore si ottiene il diagramma rappresentato in fig. ?? .

Ogni divisione di ascisse rappresenta 10 gradi di rotazione camma.

In ordinate vi sono :

Alzate            mm

Velocita'        mm/sec        ( \* 1000 )

Accelerazioni mm/sec<sup>2</sup>    ( \* 1000000 )

La semicurva che compare sotto alla retta delle accelerazioni negative rappresenta la massima accelerazione consentita dal carico della molla.

A questo proposito si puo' notare che nei punti da 30 a 35 gradi e da 125 a 130 esiste con questa configurazione il rischio di sfarfallamento.

Le cifre sulla sinistra non sono indicative , rappresentano l 'ultimo punto calcolato dal computer.

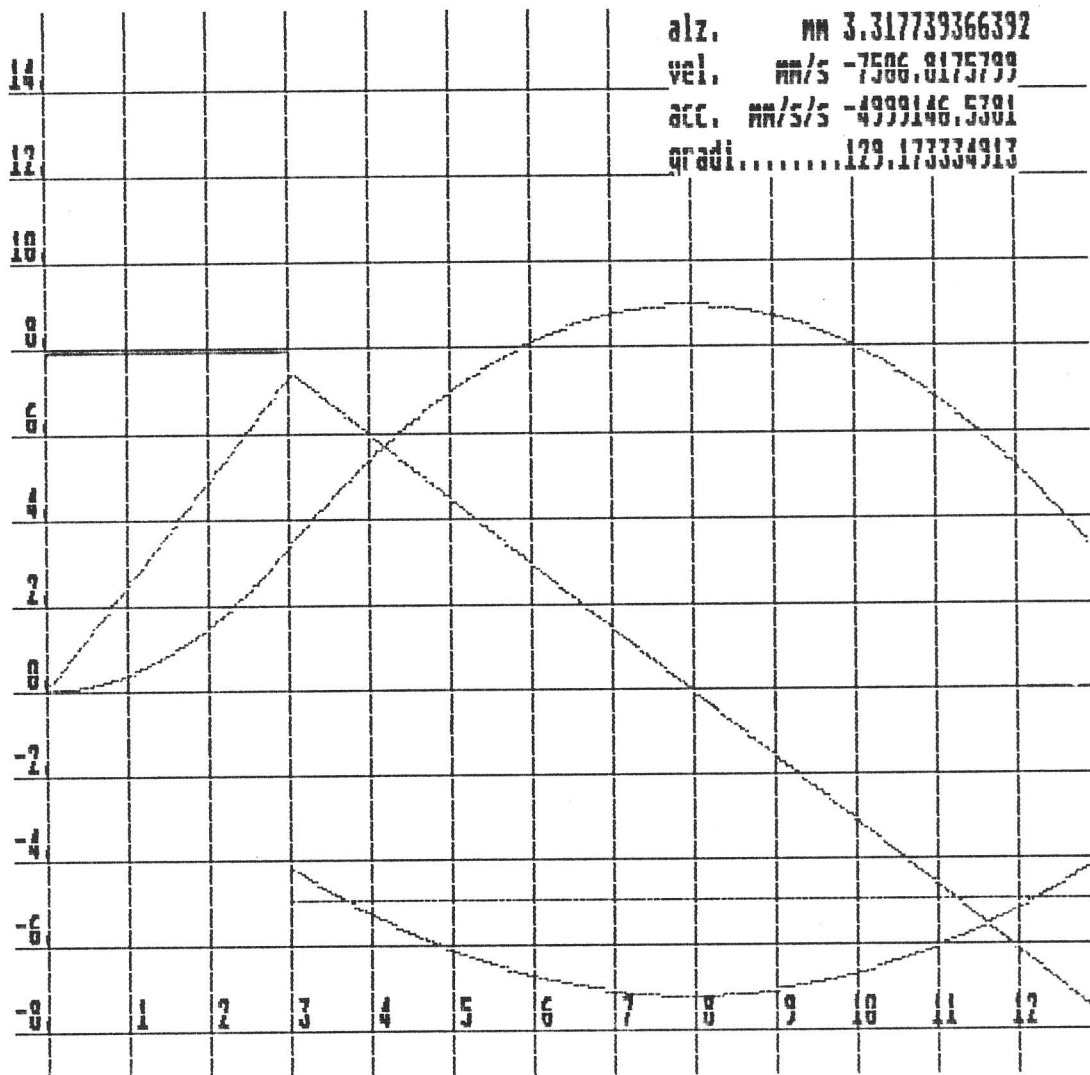


Fig. 4

## ALZATE PER SPOSTAMENTO ANGOLARE CAMME

DATO IN ORIZZONTALE :x				DATI IN VERTICALE :GRADI				RISULTATO				:ALZATA mm							
0.0	0.00	8.0	0.24	16.0	0.94	24.0	2.12	32.0	3.75	40.0	5.35	48.0	6.66	56.0	7.67	64.0	8.39	72.0	8.82
0.5	0.00	8.5	0.27	16.5	1.00	24.5	2.20	32.5	3.86	40.5	5.44	48.5	6.73	56.5	7.73	64.5	8.43	72.5	8.84
1.0	0.00	9.0	0.30	17.0	1.06	25.0	2.30	33.0	3.97	41.0	5.53	49.0	6.80	57.0	7.78	65.0	8.46	73.0	8.85
1.5	0.01	9.5	0.33	17.5	1.12	25.5	2.39	33.5	4.07	41.5	5.62	49.5	6.87	57.5	7.83	65.5	8.50	73.5	8.87
2.0	0.01	10.0	0.37	18.0	1.19	26.0	2.48	34.0	4.18	42.0	5.71	50.0	6.94	58.0	7.88	66.0	8.53	74.0	8.88
2.5	0.02	10.5	0.40	18.5	1.26	26.5	2.58	34.5	4.28	42.5	5.79	50.5	7.01	58.5	7.93	66.5	8.56	74.5	8.89
3.0	0.03	11.0	0.44	19.0	1.33	27.0	2.68	35.0	4.38	43.0	5.88	51.0	7.07	59.0	7.98	67.0	8.59	75.0	8.90
3.5	0.04	11.5	0.49	19.5	1.40	27.5	2.78	35.5	4.49	43.5	5.96	51.5	7.14	59.5	8.02	67.5	8.62	75.5	8.91
4.0	0.04	12.0	0.53	20.0	1.47	28.0	2.88	36.0	4.59	44.0	6.04	52.0	7.20	60.0	8.07	68.0	8.64	76.0	8.92
4.5	0.07	12.5	0.57	20.5	1.54	28.5	2.98	36.5	4.69	44.5	6.12	52.5	7.27	60.5	8.11	68.5	8.67	76.5	8.93
5.0	0.09	13.0	0.62	21.0	1.62	29.0	3.09	37.0	4.78	45.0	6.20	53.0	7.33	61.0	8.16	69.0	8.70	77.0	8.94
5.5	0.11	13.5	0.67	21.5	1.70	29.5	3.20	37.5	4.88	45.5	6.28	53.5	7.39	61.5	8.20	69.5	8.72	77.5	8.94
6.0	0.13	14.0	0.72	22.0	1.78	30.0	3.30	38.0	4.98	46.0	6.36	54.0	7.45	62.0	8.24	70.0	8.74	78.0	8.95
6.5	0.16	14.5	0.77	22.5	1.86	30.5	3.42	38.5	5.07	46.5	6.44	54.5	7.51	62.5	8.28	70.5	8.76	78.5	8.95
7.0	0.18	15.0	0.83	23.0	1.94	31.0	3.53	39.0	5.17	47.0	6.51	55.0	7.56	63.0	8.32	71.0	8.78	79.0	8.95
7.5	0.21	15.5	0.88	23.5	2.03	31.5	3.64	39.5	5.26	47.5	6.59	55.5	7.62	63.5	8.36	71.5	8.80	79.5	8.95
8.0	0.24	16.0	0.94	24.0	2.12	32.0	3.75	40.0	5.35	48.0	6.66	56.0	7.67	64.0	8.39	72.0	8.82	80.0	8.95

Tab. 13



11.6 PROFILO RICAVATO AL CALCOLATORE (PURAMENTE FOLKLORISTICO)

PROFILO CANNE PRECEDENTEMENTE CALCOLATA

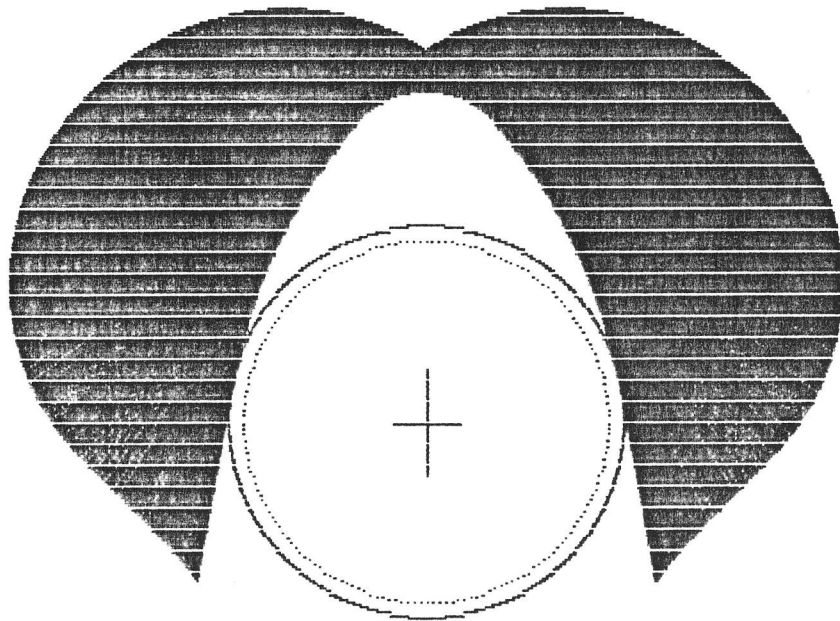


Fig. 5

SCALA 2:1

## 12.1 RAFFREDDAMENTO

Avendo spiegato precedentemente i motivi del mantenimento del raffreddamento ad aria, si specificano ora alcuni particolari che serviranno a comprendere meglio il calcolo successivo.

Innanzitutto, il calcolo del raffreddamento ad aria e' sempre molto piu' approssimativo di quello ad acqua, in quanto si basa su una moltitudine di parametri desunti sperimentalmente o comunque empirici, variabili largamente da motore a motore; percio', anche qui la prova su strada sara' il migliore procedimento per eventuali aggiustaggi.

Le dimensioni qui calcolate si devono ritenere pari a quelle minime (tenuto conto delle approssimazioni di cui sopra) necessarie al raffreddamento delle testate con motore a massimo regime (11000 RPM), velocita' aria di 55.55 m/s e temperatura della medesima di 35 gradi cent.

Saranno possibili quindi, compatibilmente con lo spazio a disposizione, incrementi anche notevoli della alettatura per garantire il corretto scambio termico anche in condizioni sfavorevoli quali la marcia a pieno carico

in salita con rapporto corto.

Avendo scelto (vedere commento al disegno) di produrre una unica testata perfettamente simmetrica per i due cilindri , risulta evidente che la alettatura di questi particolari sara' disposta solamente in senso longitudinale all'asse del veicolo ed esclusivamente sui lati anteriore e posteriore , nonche' , per il poco che serve , sui coperchi degli assi a cammes.

Restano quindi completamente "pelate" le superfici laterali che comunque devono da un lato ospitare il traino e i tendicinghia della distribuzione.

Un'ultima nota riguarda l'alettatura della testa anteriore che in questo modo risultera' avere una esposizione all'aria pressoché doppia rispetto a quella posteriore , in quanto il lato scarico di quest'ultima e' schermato dalla sagoma stessa della testa.

Si calcola la quantita' di calore da asportare limitatamente ALLA TESTATA DI UN SOLO CILINDRO (siccome sono completamente divisi) considerando costante il regime di rotazione cosi' da utilizzare dei valori medi del ciclo.

$$Q = K_m * \Delta T_m * S_i$$

Q : quantita' di calore ceduta dal fluido alle pareti della camera di combustione. Kj/h

Km : coefficiente di trasmissione del calore , dipendente da molteplici fattori , quali la turbolenza , la VMP , il tipo di motore , ecc.ecc.

inoltre :

$$K_m = K_d * \left( \frac{1 + VMP}{7} \right)$$

Kd : coefficiente dipendente dal tipo di motore , assunto come  $K_d = 1500 \text{ Kj/m}^2 \text{ K h}$

$\Delta T_m$  : differenza di temperatura fra fluido e parete in gradi K.

assumiamo

$$\Delta T_m = 875 \text{ gK}$$

Si : Superficie della parete della camera di combustione in m<sup>2</sup>.

Essendo la camera quasi piatta assumiamo come superficie l'equivalente dell'area del pistone

$$S_i = \frac{d^2}{4} * \pi = 0.0029706 \text{ m}^2$$

Ricordiamo che VMP a 11000 RPM = 22.55 m/s perciò:

$$K_m = 1500 * \left( \frac{1 + 22.55}{7} \right) = 6332.14$$

Quindi

$$Q = 6332.14 * 750 * 0.0029706 = 16605 \text{ Kj/h}$$

Si utilizza una formula simile per ottenere la superficie dell'alettatura :

$$Q = K * T * Se$$

Q : quantita' di calore (quella appena ottenuta)

$$Q = 16605 \text{ Kj/h}$$

$\Delta T$  : differenza di temperatura tra parete e aria

$$T = 540 \text{ gK}$$

K : coefficiente di trasmissione calore parete-aria per velocita' aria di 55.55 m/s assumiamo :

$$K = 1500 \text{ KJ/m}^2 \text{ K h}$$

Se : superficie esterna  $\text{m}^2$

Quindi

$$Se = \frac{Q}{K * T} = \frac{16605}{1500 * 540} = 0.0205 \text{ m}^2$$

Da notare che

$$Se = \eta * Sea$$

Sea : superficie effettiva alette

$\eta$  : rendimento aletta dipendente da  $1 \frac{2 * K}{\lambda * s}$

$l$  : altezza aletta

$s$  : spessore aletta

$\lambda$  : conduttività termica del materiale

$$\lambda = 712 \text{ Kj/m}^2 \text{ K h (per alluminio)}$$

Consultando i grafici fig. 6 e fig. 7 otteniamo

$\eta \sim 0.80$  con alette di spessore 3 mm e altezza 25 mm.

La superficie effettiva sarà

$$S_{ea} = \frac{0.0205}{0.8} = 0.25625 \text{ m}^2$$

Quindi utilizzando, ad esempio, alette 3 x 25 x 60 equivalenti ad una superficie totale (delle due facce)

$$S_t = 0.0030 \text{ m}^2$$

occorreranno  $\frac{0.0256225}{2 * 0.003} = 8.54$  alette per ogni testa

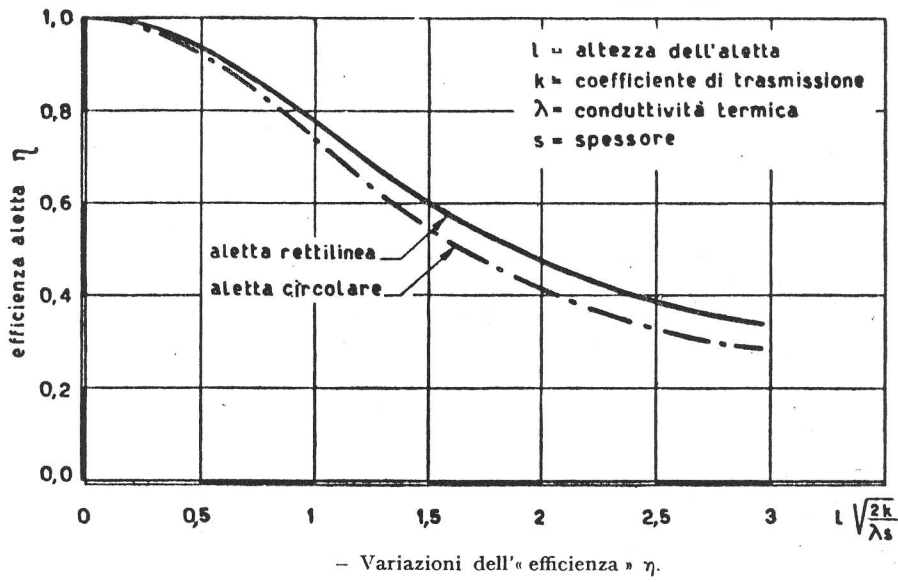
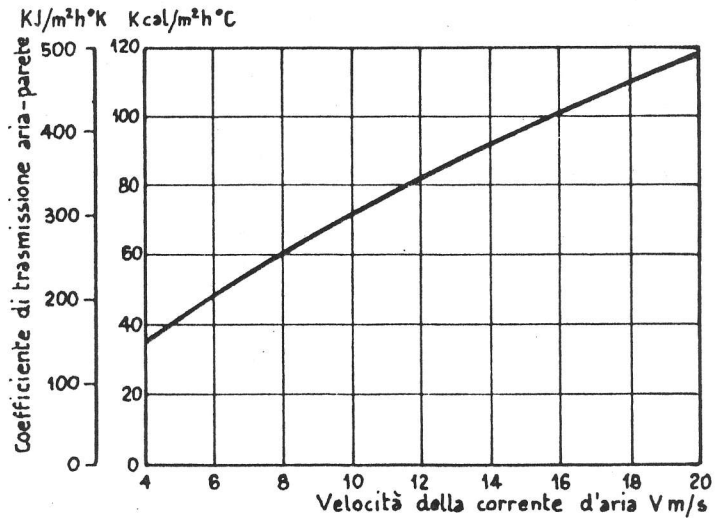


Fig. 6



- Coefficiente di trasmissione tra aria e parete metallica.

Fig. 7



### 13.1 COMMENTO AL DISEGNO

Si constata , purtroppo , che l'intenzione di montare questo kit su tutti i telai di produzione DUCATI non puo' essere rispettata.

Infatti , in alcuni modelli , i tubi del telaio , lasciano strettamente le teste tanto che' queste vi si incastrano letteralmente.

Percio' , pur essendo , le nuove teste di dimensioni ridottissime hanno un andamento non paragonabile con quelle di serie : si perde cosi' una delle prerogative su cui si era sviluppato questo progetto.

Si sono disegnate due testate identiche come alettatura e forma , inoltre perfettamente simmetriche rispetto all'asse longitudinale del motociclo.

Gli alberi a cammes , pure identici fra loro , possono essere montati indifferentemente sull'uno o sull'altro lato , parimenti al galoppino e al tendicinghia.

Gli ingressi e le uscite della lubrificazione sono anch'essi doppi (ovviamente a opposti estremi) , e a seconda della sistemazione sul motore si tappa una coppia di essi.

I collettori e i condotti di aspirazione sono inclinati di 45 gradi e perfettamente rettilinei.

Prevedendo di montare le teste in opposizione , con i quattro (uno ogni condotto) carburatori al centro del "V" , questi sono tutti paralleli.

Aborrendo di montare collettori curvi , ci saranno difficoltà di reperimento di carburatori che funzionino con questa inclinazione ( ~ 50 gradi ) , siccome le unita' sul mercato tollerano al massimo 40 gradi di inclinazione.

Puo' essere fatto un tentativo con le unita' della HONDA VF 1000 che dispone di uno schema simile ; naturalmente il costo sara' molto elevato.

Gli alberi a cammes che sono internamente cavi , ruotano direttamente sulla lega leggera della testa e si pensa di ottenere la lubrificazione forando sia i supporti che le cammes ; gli eventuali fori di lavorazione si chiuderanno con grani filettati.

Il gioco delle valvole e' regolato tramite le piu' scomode ma molto piu' leggere pastigliette calibrate interne.

Non sono previste guarnizioni di alcun tipo , in quanto i

moderni sigillanti chimici ne hanno reso obsoleto l'impiego. I galoppini e i tendicinghia, nonché le pulegge della distribuzione non si sono rappresentati perché non si hanno notizie sufficienti sulle quote e le dimensioni di tali particolari.

La tenuta fra testata e cilindro ripetta lo schema originale senza guarnizione ed il fissaggio dei due elementi è ottenuto ricavando una pseudo flangia nella parte bassa della testata stessa che richiederà probabilmente l'impiego di prigionieri più corti degli originali nonché dei dadi ultra ribassati.

Resta evidente che, non avendo in alcun modo potuto direttamente visionare un motore o un disegno originale è assai probabile che l'accoppiamento dei due elementi risulti assolutamente impossibile (con buona pace di chi ha partorito il progetto).

OPERE CONSULTATE

D. Giacosa  
MOTORI ENDOTERMICI  
Ed. Hoepli

F. Caboni  
COSTRUZIONE DI MACCHINE  
Ed. Pitagora Bologna

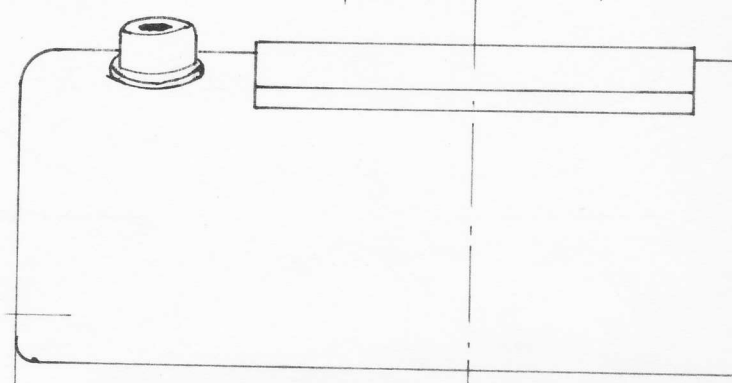
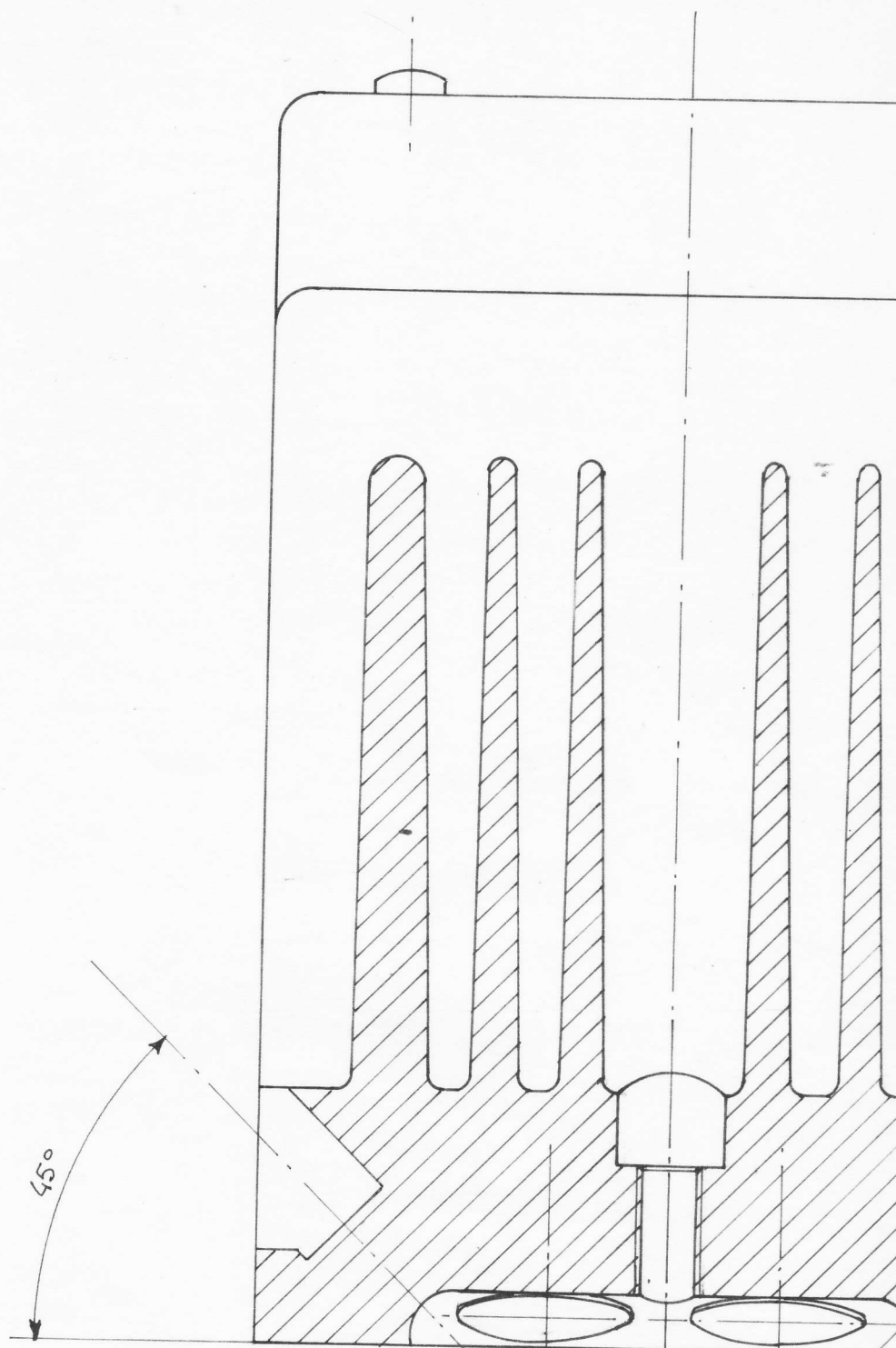
per le fotografie  
MOTOSPRINT  
settimanale L. Conti Edizioni

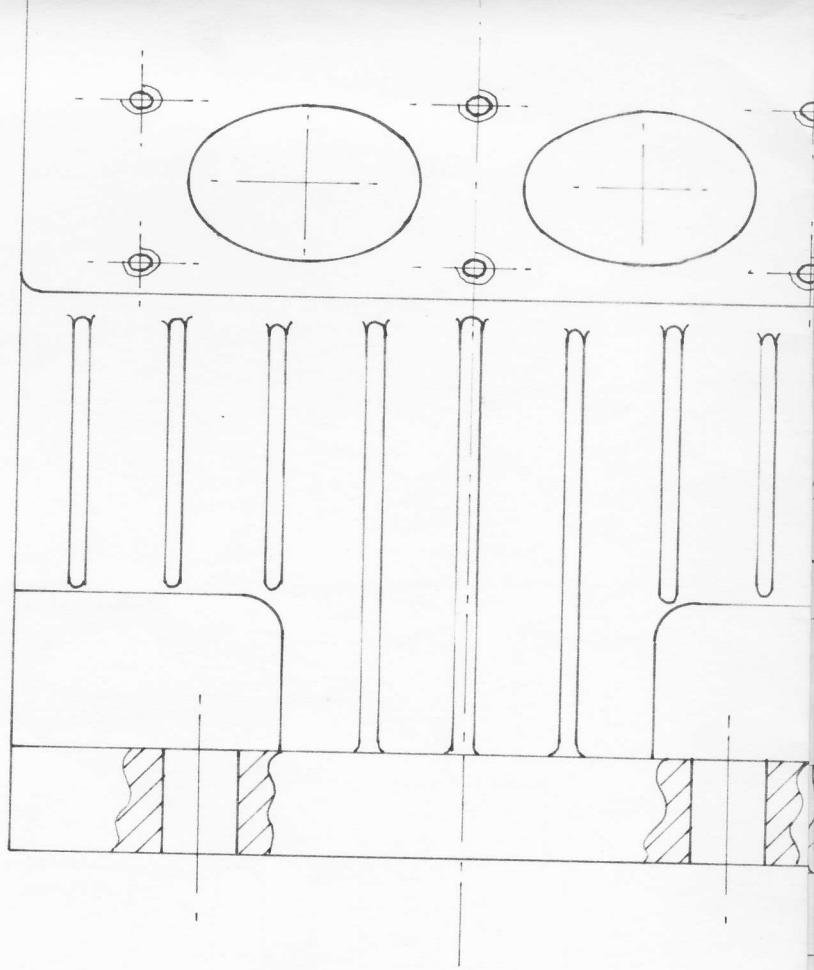
Si ringraziano per la gentile collaborazione :

1a DUCATI MECCANICA SpA  
BOLOGNA

il Sig. PASOLINI LUDOVICO PAOLO  
della Concessionaria PASOMOTO di Rimini

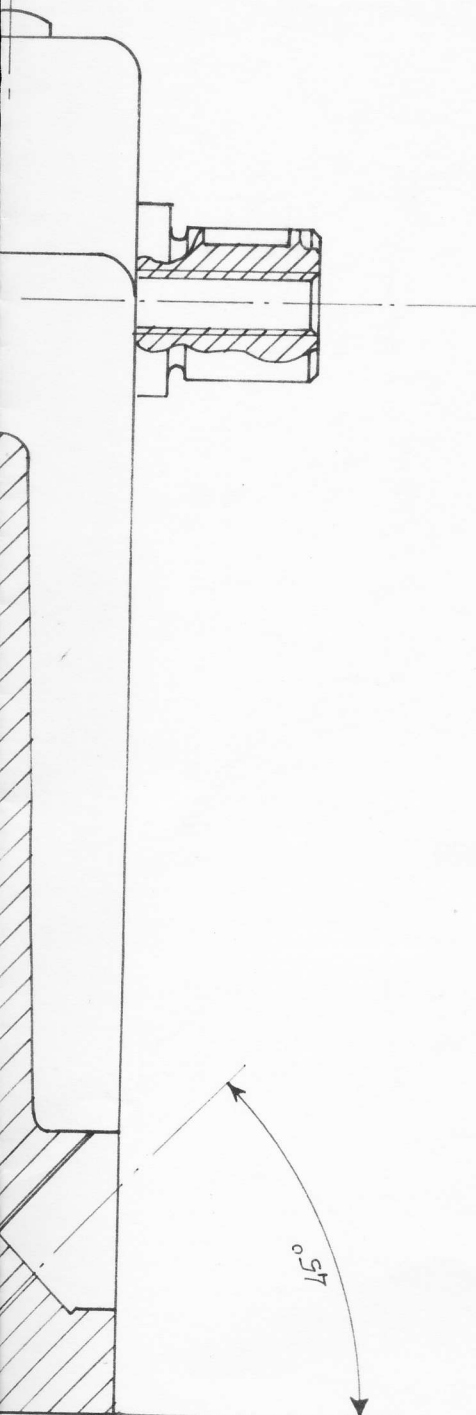




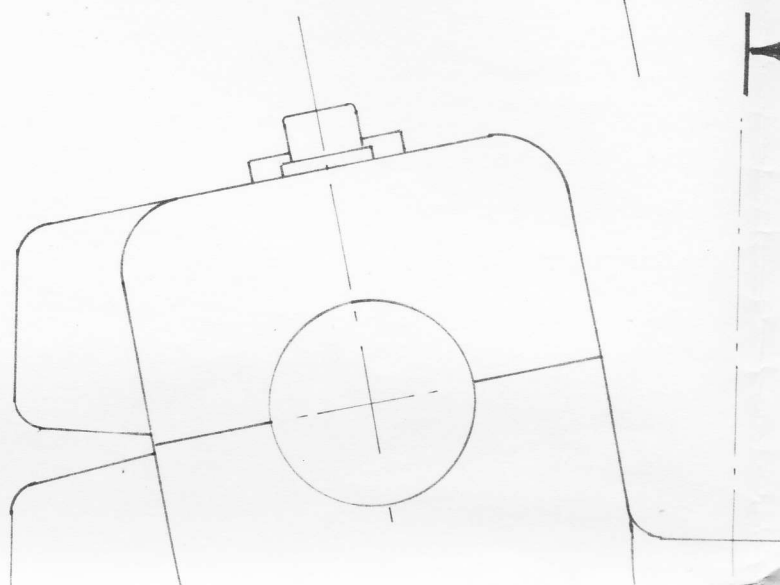
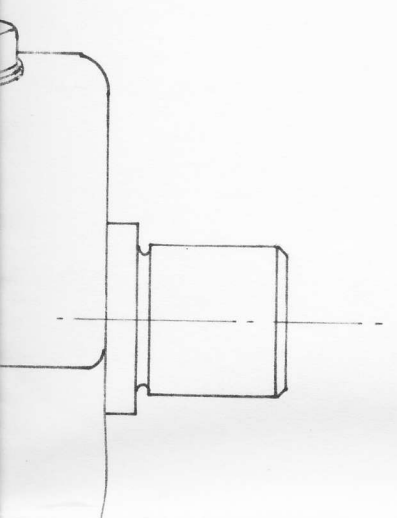
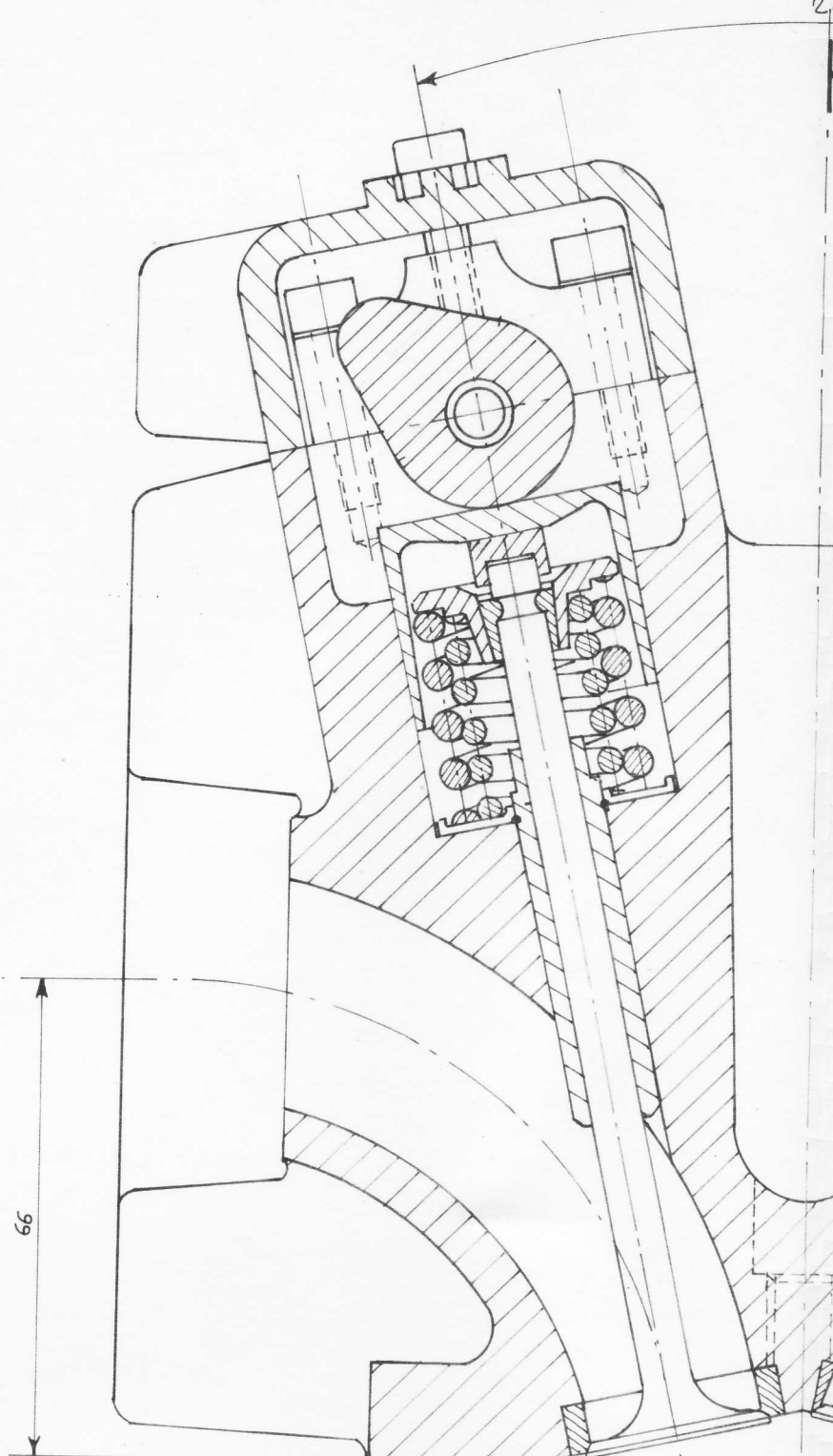


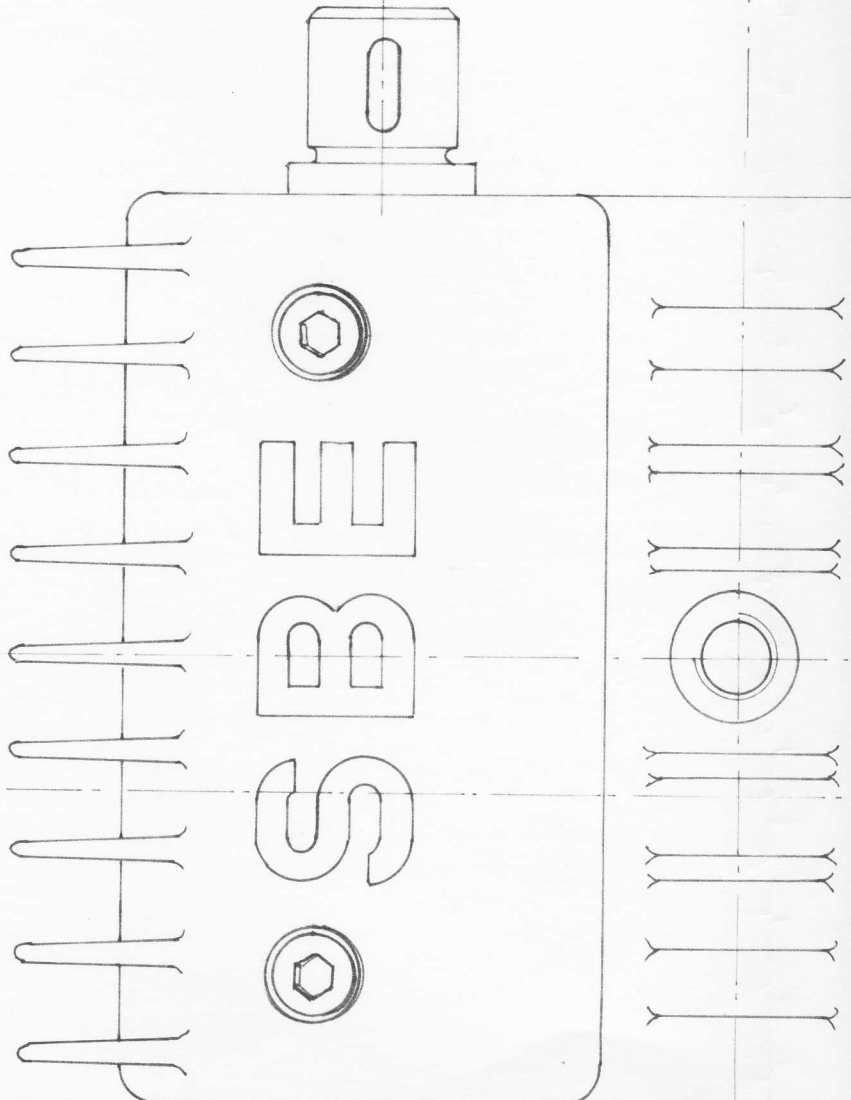
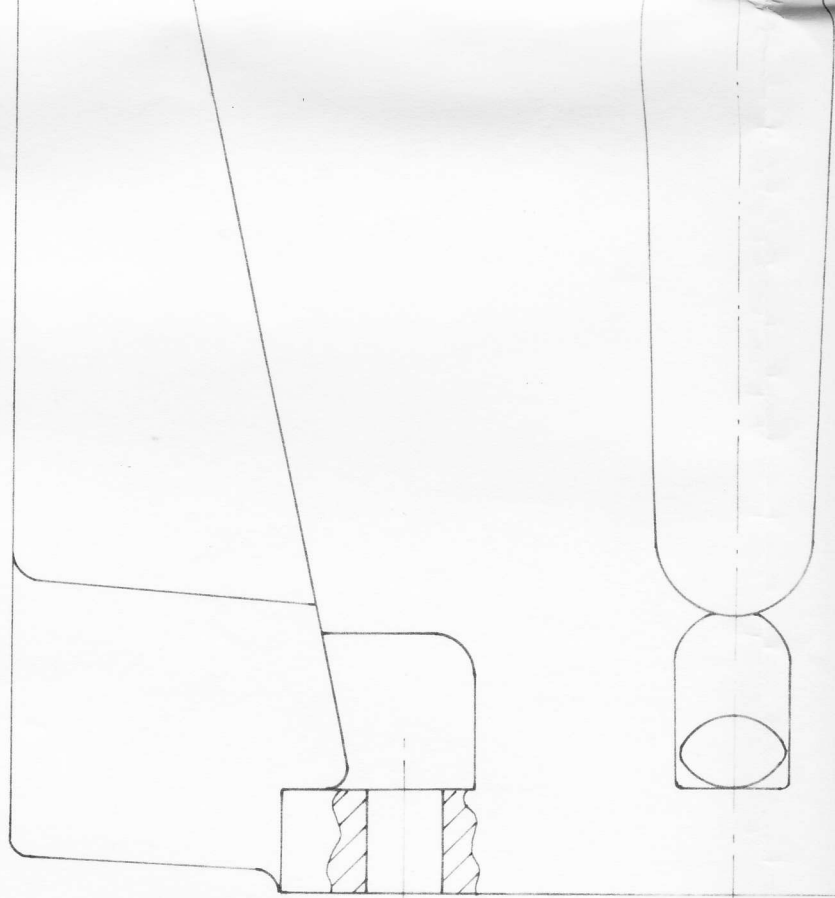


Sez. B-B



66



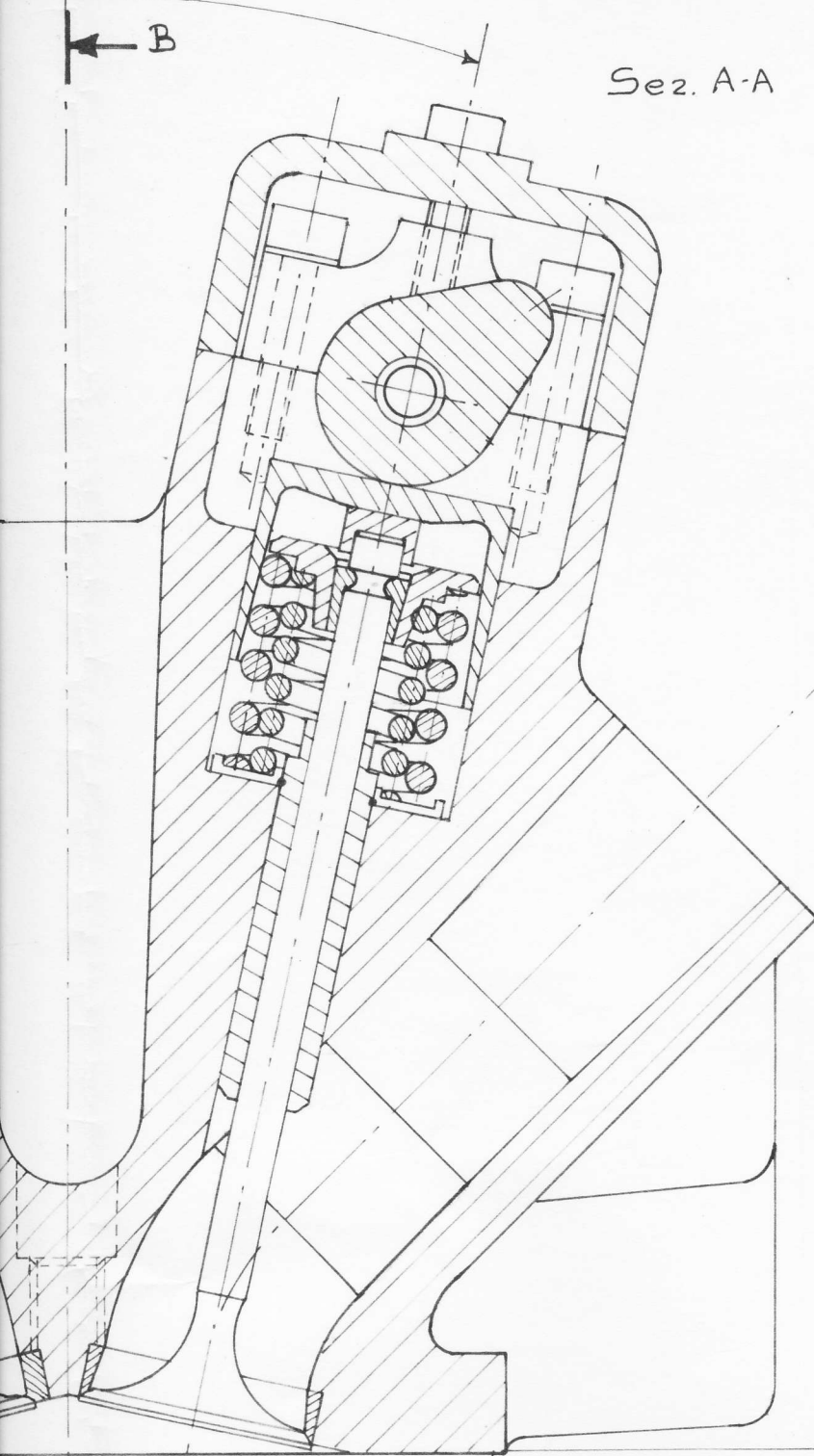


A

24°

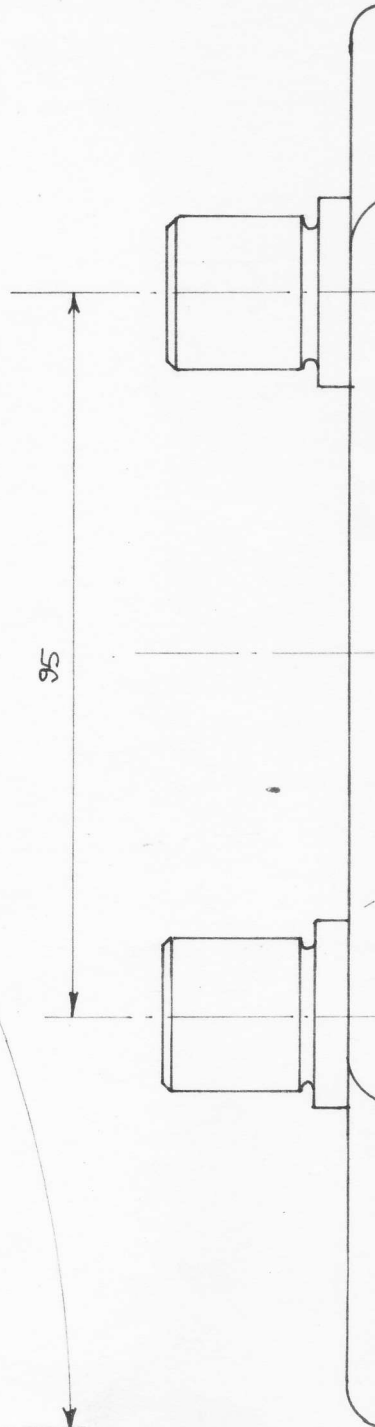
B

Sez. A-A

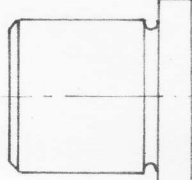
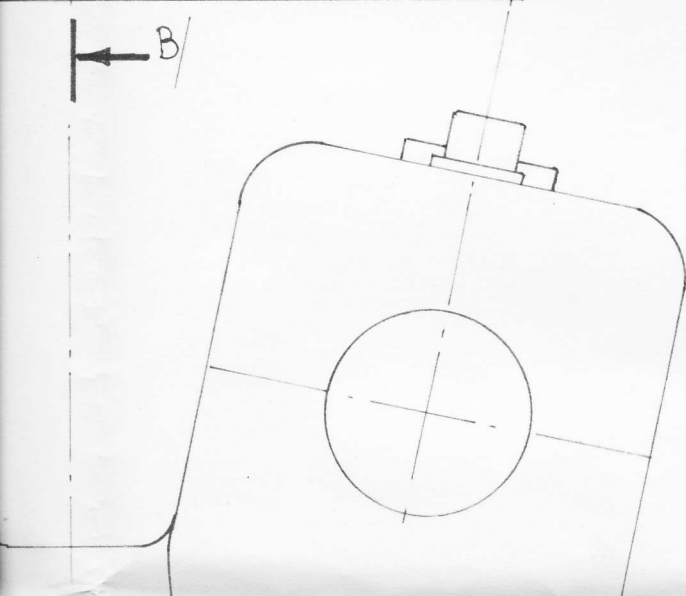


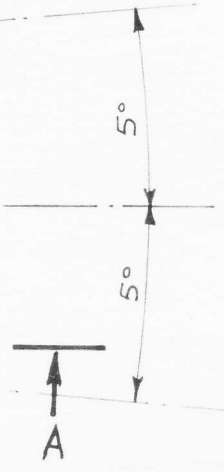
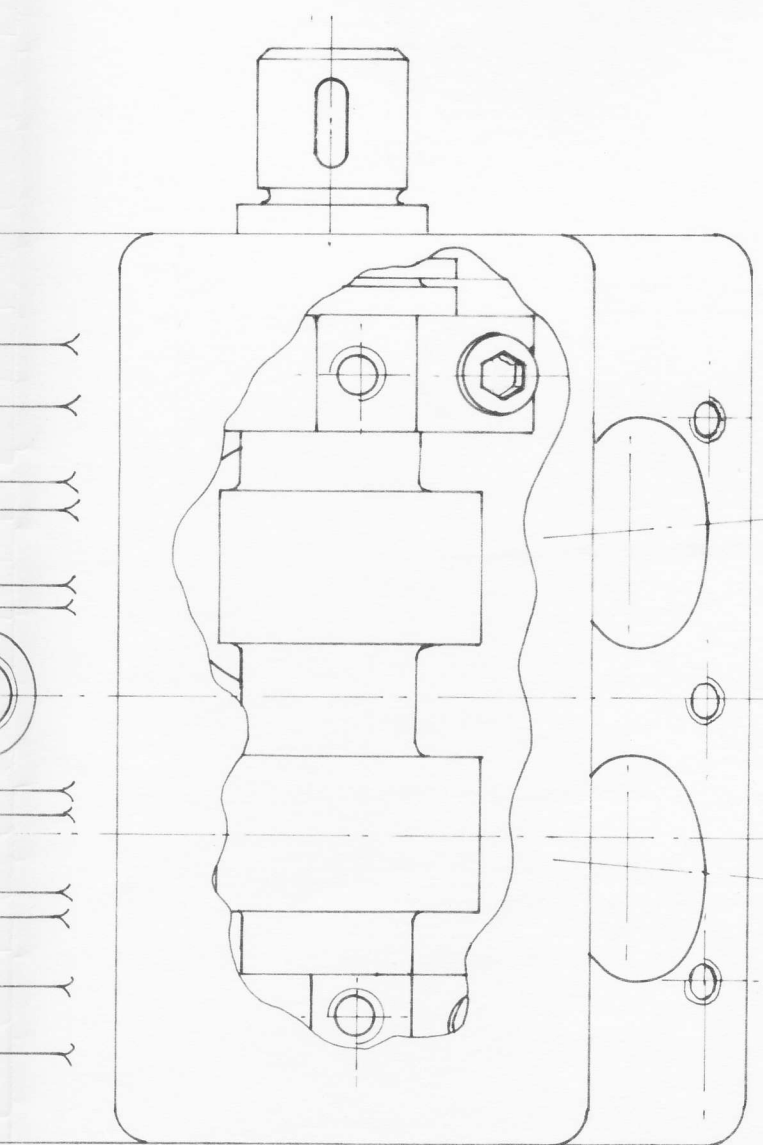
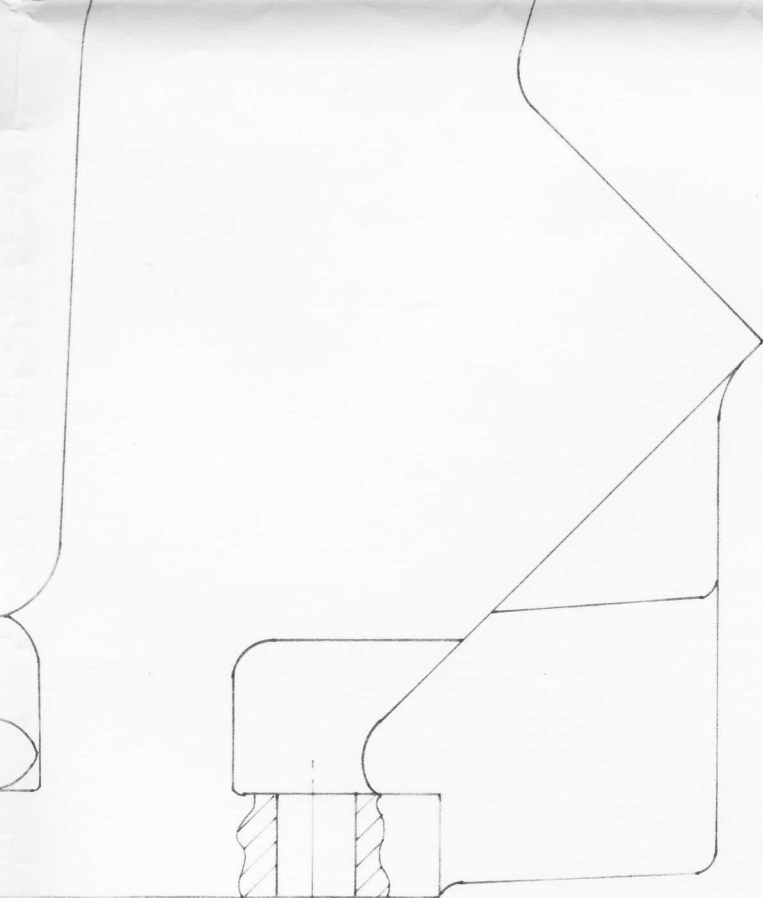
95

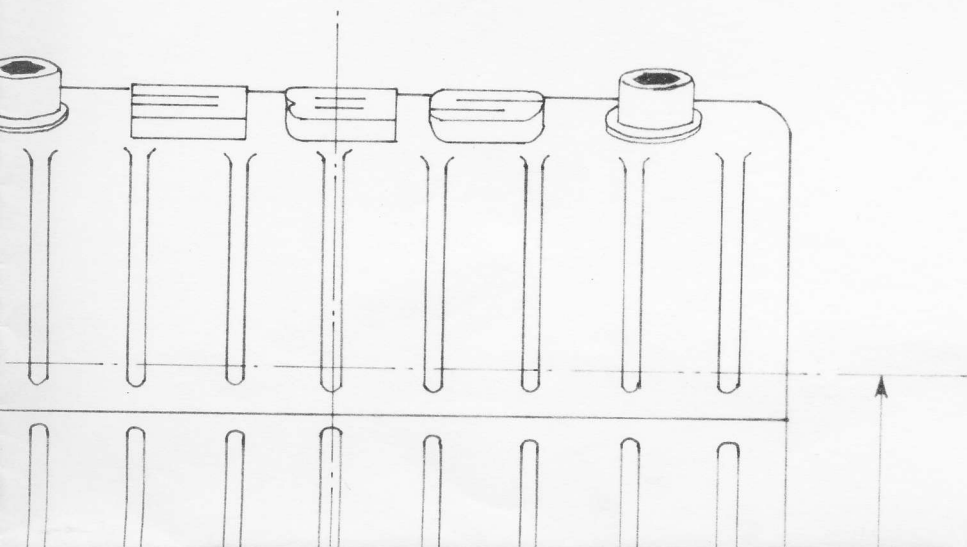
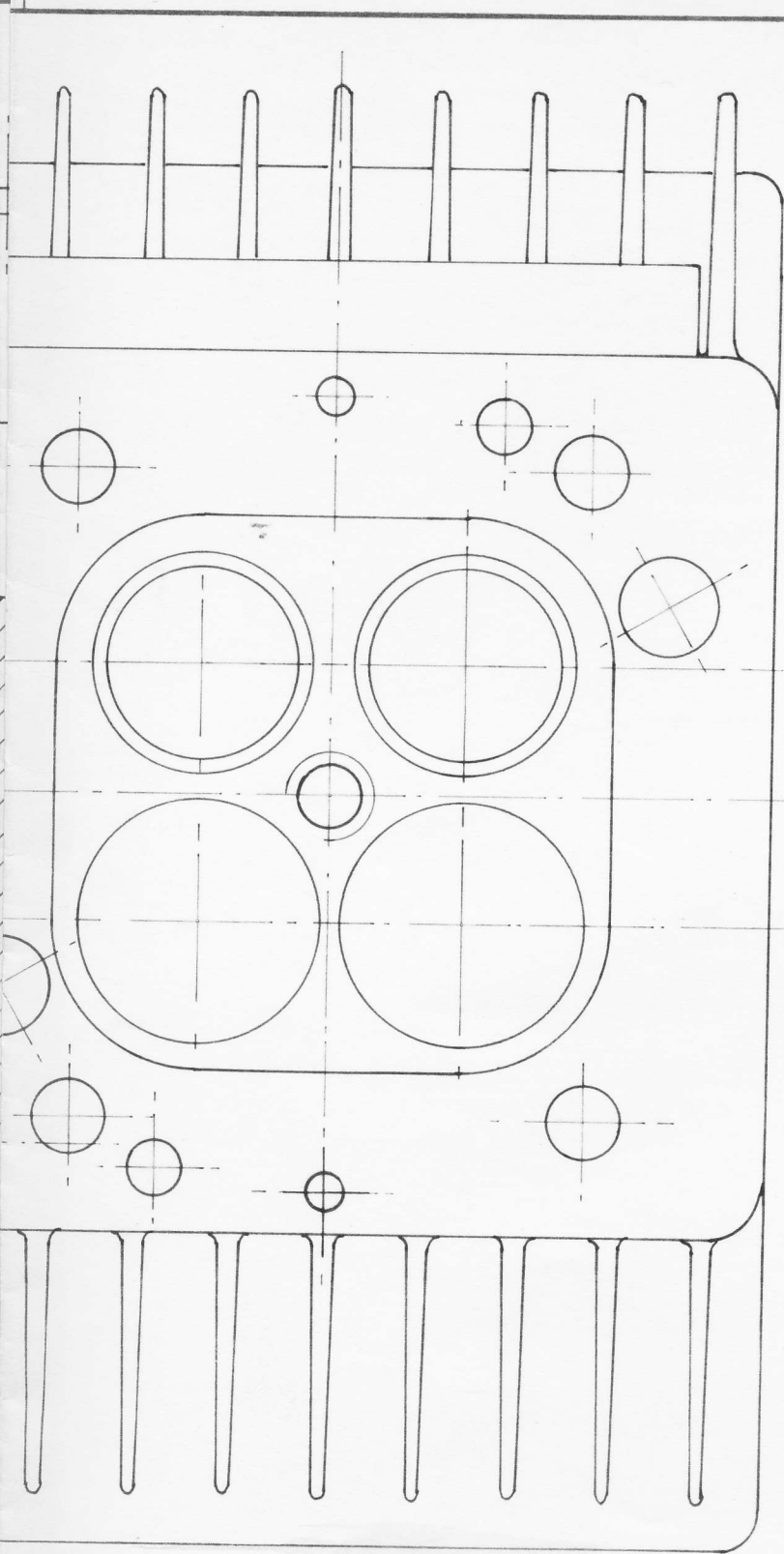
45°

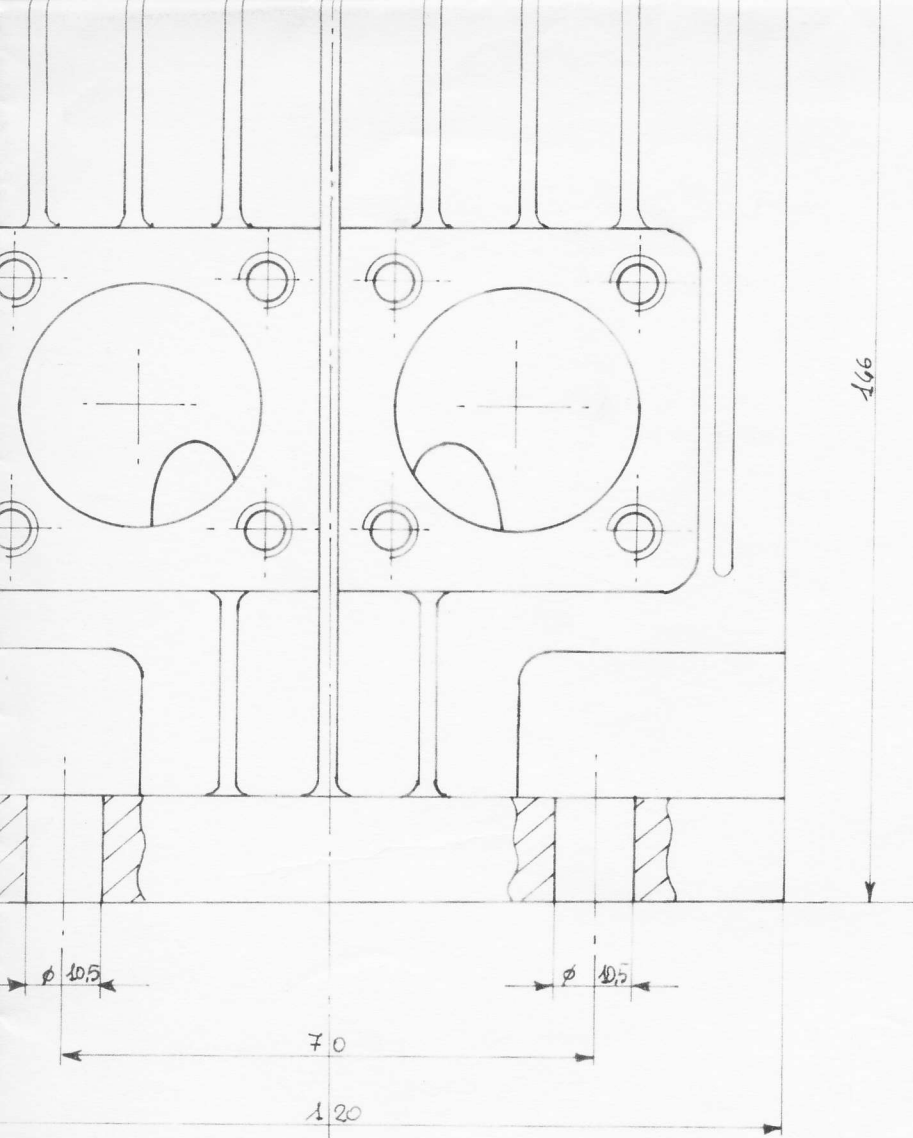


B









TESI DI DIPLOMA - BRUNO SFORZINI - ISSAM 1986-87

CORSO DI SCIENZA AUTOMOBILISTICA

PARZIALE COMPLESSIVO A ILLUSTRAZIONE DEL PROGETTO

CIRCUITO DI LUBRIFICAZIONE NON RAPPRESENTATO

**BRUNO SFORZINI**

Via Giotto 14 - 48015 Cervia (Ra)

Tel. 0544 / 99.21.58