



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE E AMBIENTALI
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

CONVEGNO

**La valutazione dei costi di manutenzione e
riparazione delle macchine agricole**

Verona, 6 febbraio 2016

**Modelli di calcolo dei costi di
manutenzione e riparazione**

Dott. Aldo Calcante

La vita utile delle macchine agricole

Corrisponde al numero di stagioni produttive in cui la macchina risulta disponibile all'impresa in condizioni tali da ritenerla effettivamente utilizzabile per gli scopi per cui la stessa è stata originariamente acquistata.

DIPENDE DA:

Intensità annua di utilizzo

Propensione ad investire

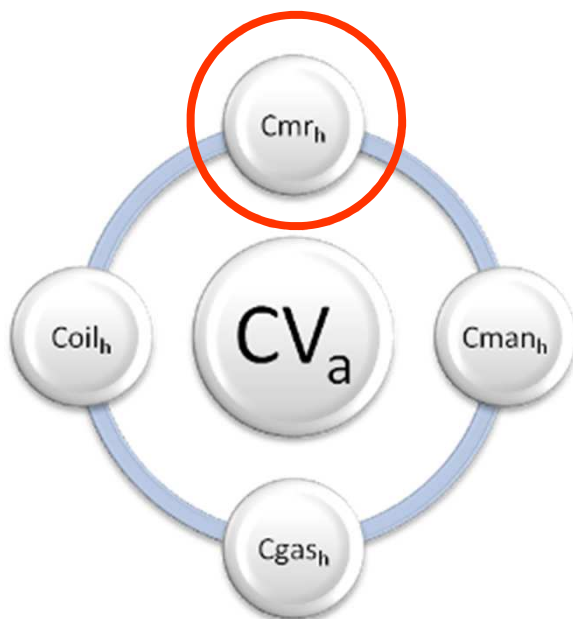
**Rispetto
manutenzioni
programmate e non**

I costi di manutenzione e riparazione Crm

Costi fissi

Costi variabili

$$CF_a + CV_a = CT_a$$



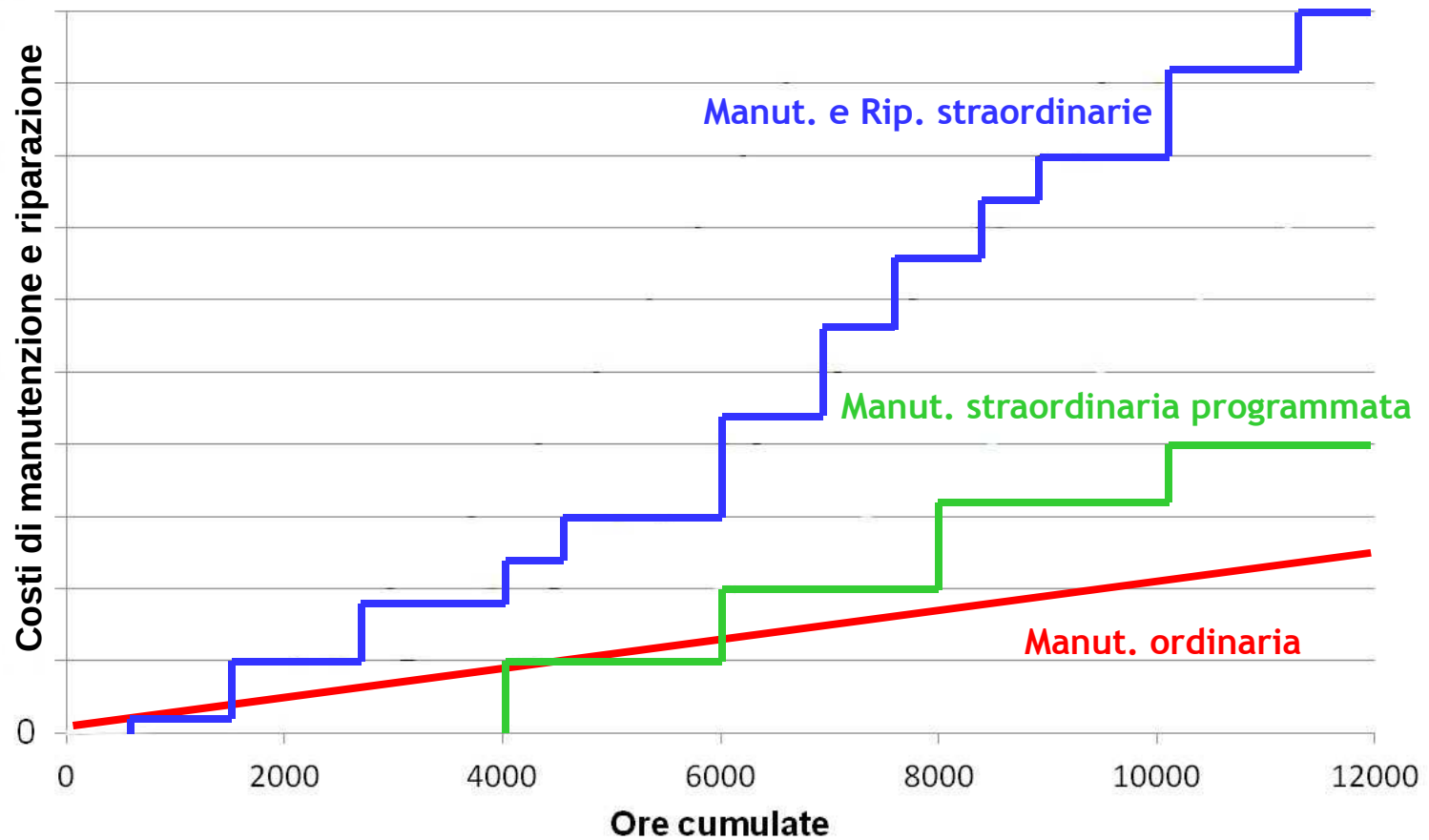
Età e intensità
d'uso delle
macchine

Tipologia di
lavoro svolto

Regolarità delle
manutenzioni
ordinarie

Soddisfaccimento
manutenzioni
straordinarie

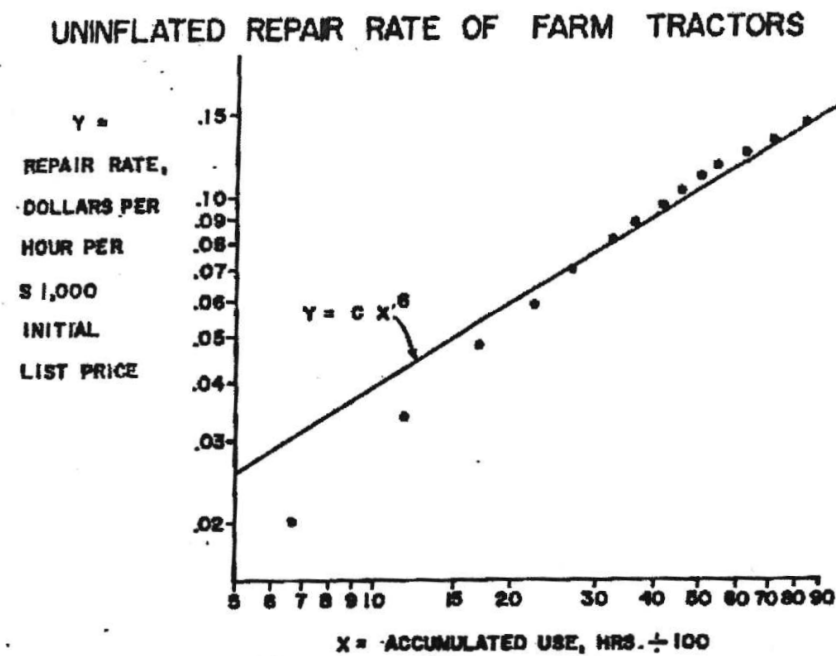
Classificazione e andamento dei Crm



Il modello capostipite



$$\text{TAR} = \text{ILP} \times \text{RC}_1 \times \text{RC}_2 \times (\text{L}_{\%})^{\text{RC}_3}$$



W. Bowers and D. R. Hunt, 1970
Transaction of the ASAE



Il dataset di Bowers and Hunt (1970)

TABLE 1. TOTAL NUMBER OF MACHINES, ILLINOIS AND INDIANA DATA COMBINED

Age since new, years	Tractors	Combines	Pickers	Planters	Plows	Mowers	Balers	Forage harvesters	Drills	Discs	Cultivators
1	177	105	33	124	163	57	18	11	13	44	53
2	141	96	53	123	123	66	29	8	10	44	30
3	128	118	57	107	112	40	22	9	15	56	29
4	123	98	82	102	121	53	16	8	8	43	16
5	71	59	89	90	86	76	19	6	4	35	14
6	90	58	64	117	109	71	18	5	16	43	17
7	52	36	49	56	49	51	15	3	8	26	9
8	66	46	71	60	75	63	20	3	8	34	18
9	38	30	29	31	40	31	11	1	7	17	5
10	58	65	85	118	86	106	28	6	19	37	13
11	35	22	25	20	13	21	9	0	4	3	2
12	39	35	41	54	51	55	12	2	9	15	9
13	28	23	6	11	12	12	2	0	3	5	6
14	32	19	10	29	21	22	3	0	5	6	2
15	31	33	22	40	30	70	6	2	7	9	6
16	22	29	14	18	8	35	4	0	8	5	4
17	8	12	10	10	9	33	4	0	4	4	2
18	17	8	7	11	7	29	3	0	6	1	3
19	6	4	3	2	6	13	1	0	5	2	2
20	12	12	5	14	7	42	0	0	7	7	4
	1173	908	555	1137	1128	946	240	64	166	436	243

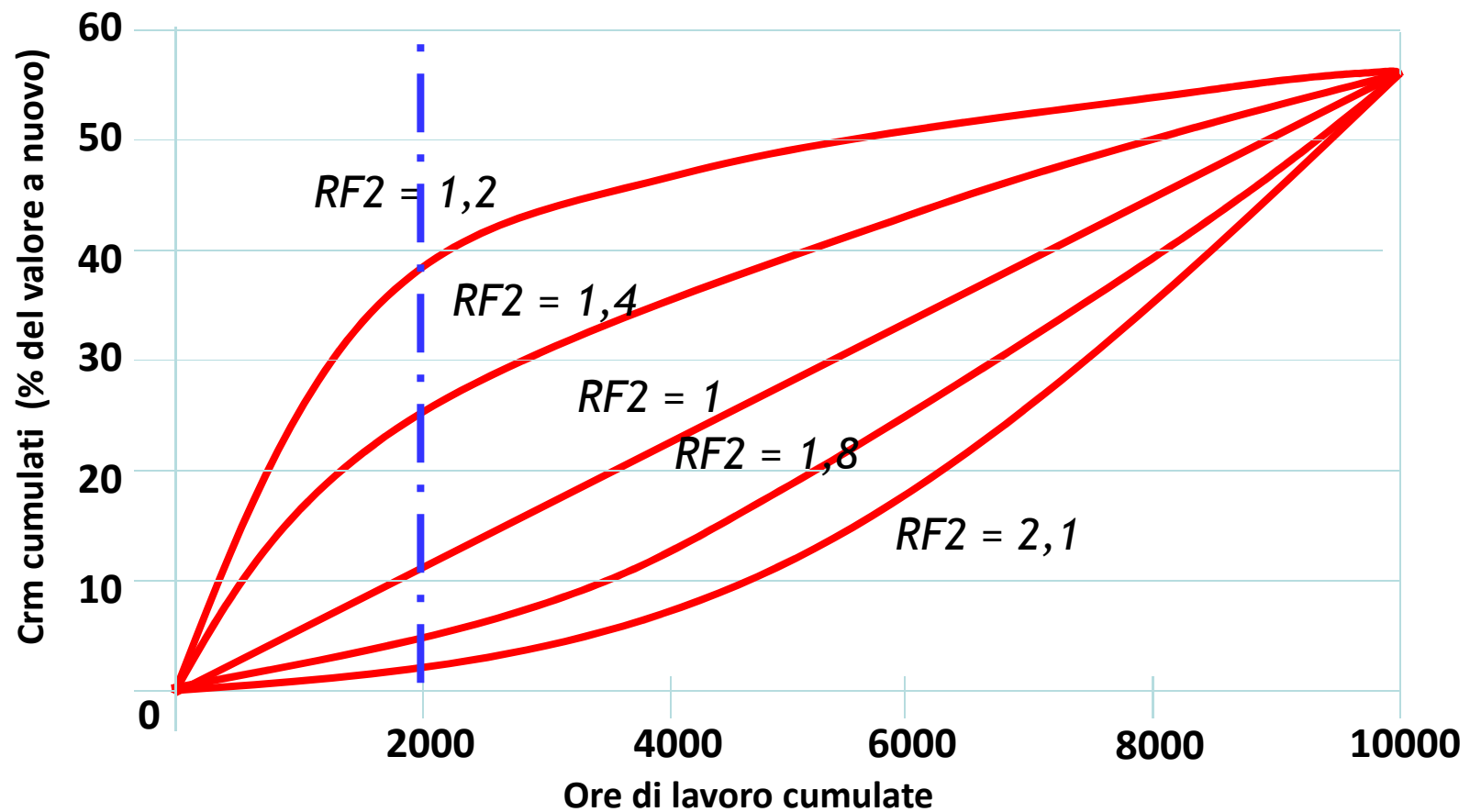
TABLE 2. AVERAGE HOURS OF ANNUAL USE, ILLINOIS AND INDIANA DATA COMBINED

Age since new, years	Tractors	Combines	Pickers	Planters	Plows	Mowers	Balers	Forage harvesters	Drills	Discs	Cultivators
1	428	222	124	75	151	49	57	48	56	111	83
2	463	231	120	64	154	52	76	91	49	105	99
3	495	207	87	64	115	38	76	78	26	105	90
4	554	157	91	60	110	53	89	53	31	99	82
5	504	148	71	57	123	43	60	57	33	102	105
6	449	128	74	52	111	43	65	26	25	67	86
7	468	99	77	64	139	36	63	77	21	92	84
8	471	80	76	43	84	35	54	106	26	92	58
9	485	99	57	55	98	31	51	1	24	69	65
10	455	68	63	39	85	31	41	68	27	61	66
11	461	64	48	46	60	34	34		23	67	45
12	422	59	52	38	60	31	41	65	24	60	68
13	407	66	32	41	72	32	74		32	72	65
14	362	52	52	36	62	36	35		19	63	54
15	382	54	35	32	78	25	31	28	41	72	63
16	374	39	39	31	68	32	35		16	43	42
17	349	41	46	56	72	39	41		18	33	33
18	281	31	50	25	50	27	24		24	20	43
19	455	30	63	35	65	18	20		20	57	64
20	284	29	34	31	46	24			20	28	33

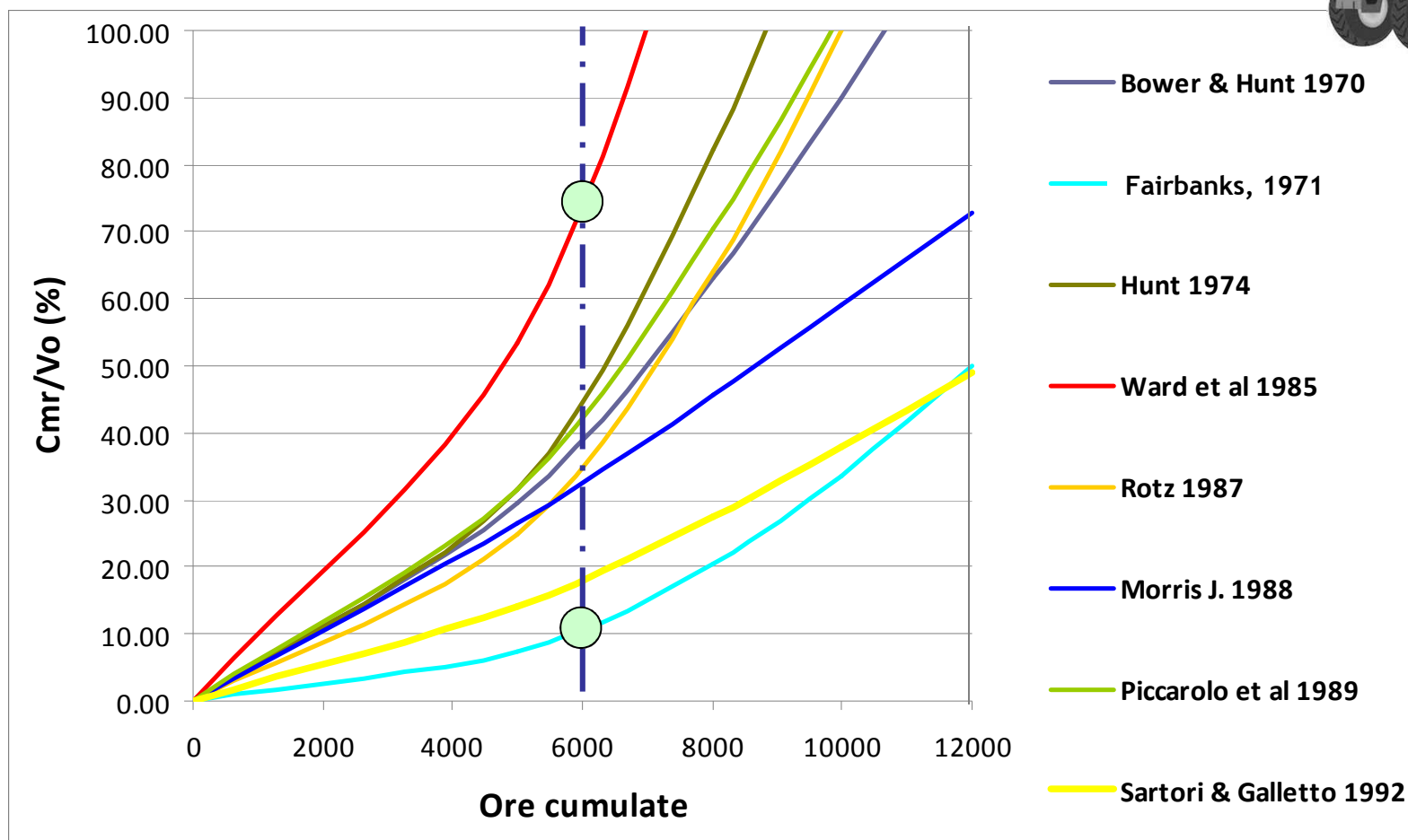
Il modello attuale

$$Crm = RF1 \cdot \left[\frac{h}{1000} \right]^{RF2}$$

Power function



I principali modelli presenti in letteratura



CRITICITA'

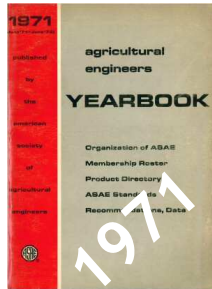
Numerosità campione

Distribuzione campione

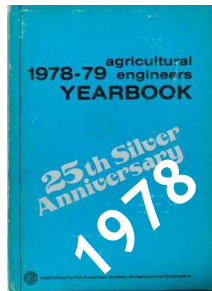
Tipo di macchine

Territoriale

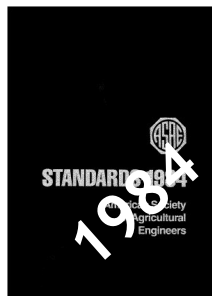
I modelli ASAE



$$C_{rm} = 0.1 \cdot \left(\frac{h}{1000} \right)^{1.5}$$



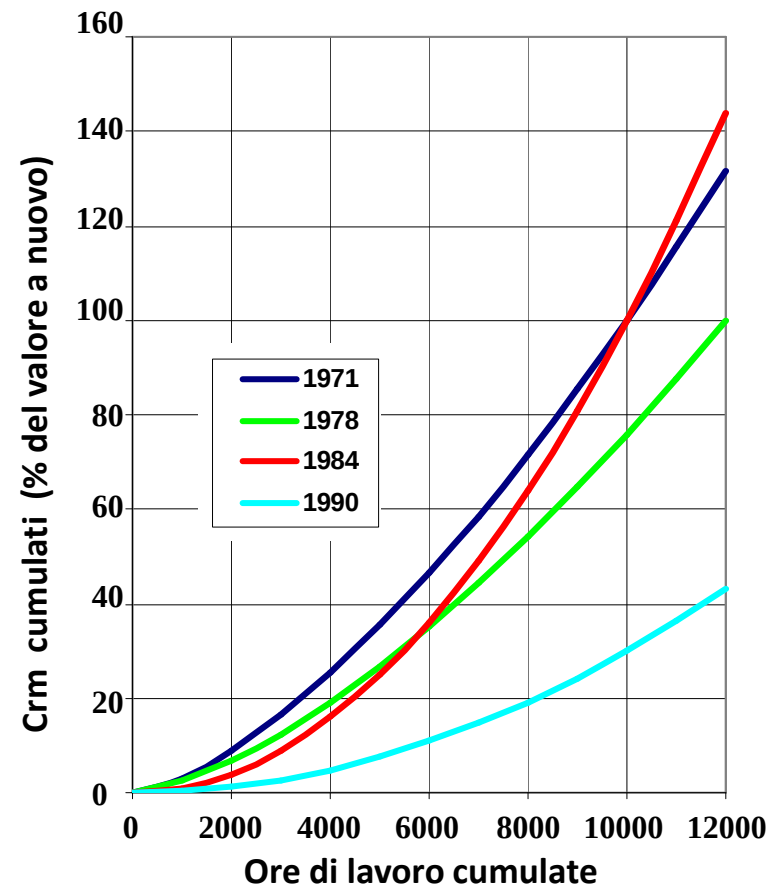
$$C_{rm} = 2.4 \cdot \left(\frac{h}{1000} \right)^{1.5}$$



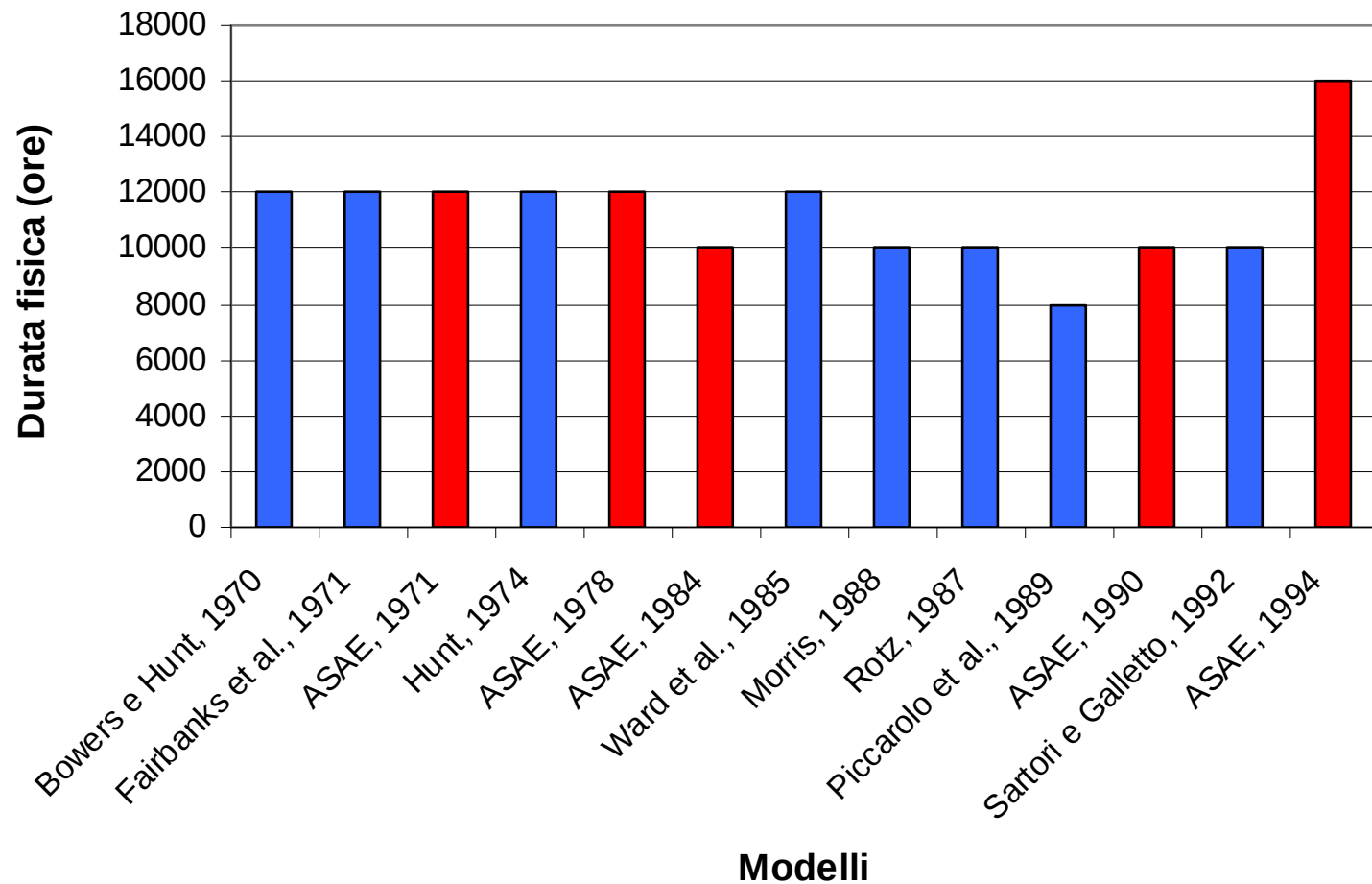
$$C_{rm} = 1.0 \cdot \left(\frac{h}{1000} \right)^{2.0}$$



$$C_{rm} = 0.3 \cdot \left(\frac{h}{1000} \right)^{2.0}$$



L'evoluzione della durata fisica



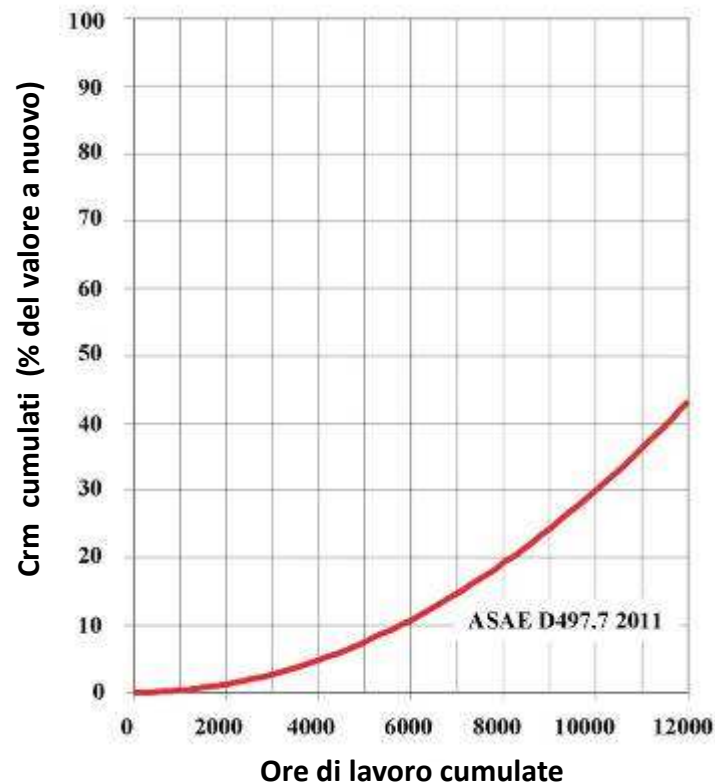
Il modello di riferimento: ASAE D497.7 - 2011

Trattori



RF1 = 0.300

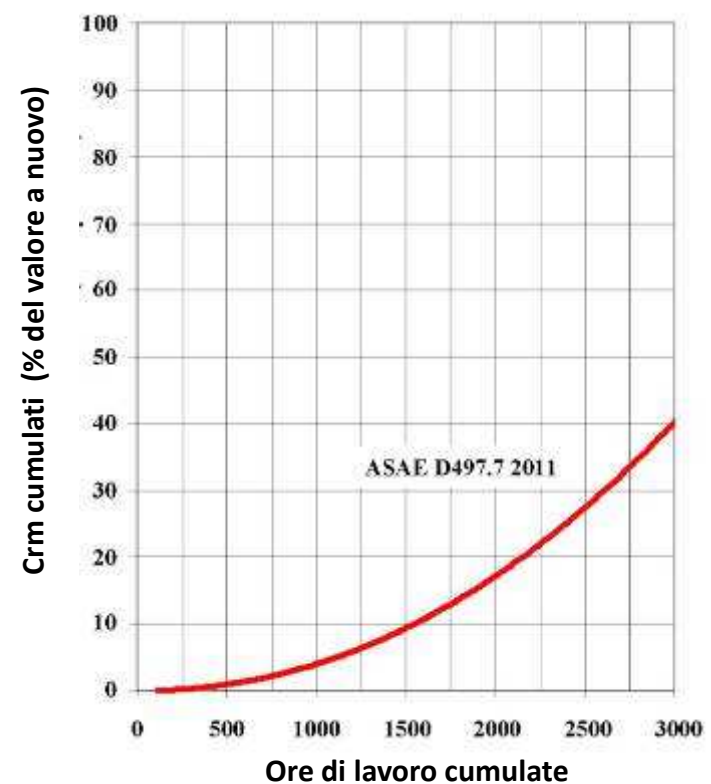
RF2 = 2.000



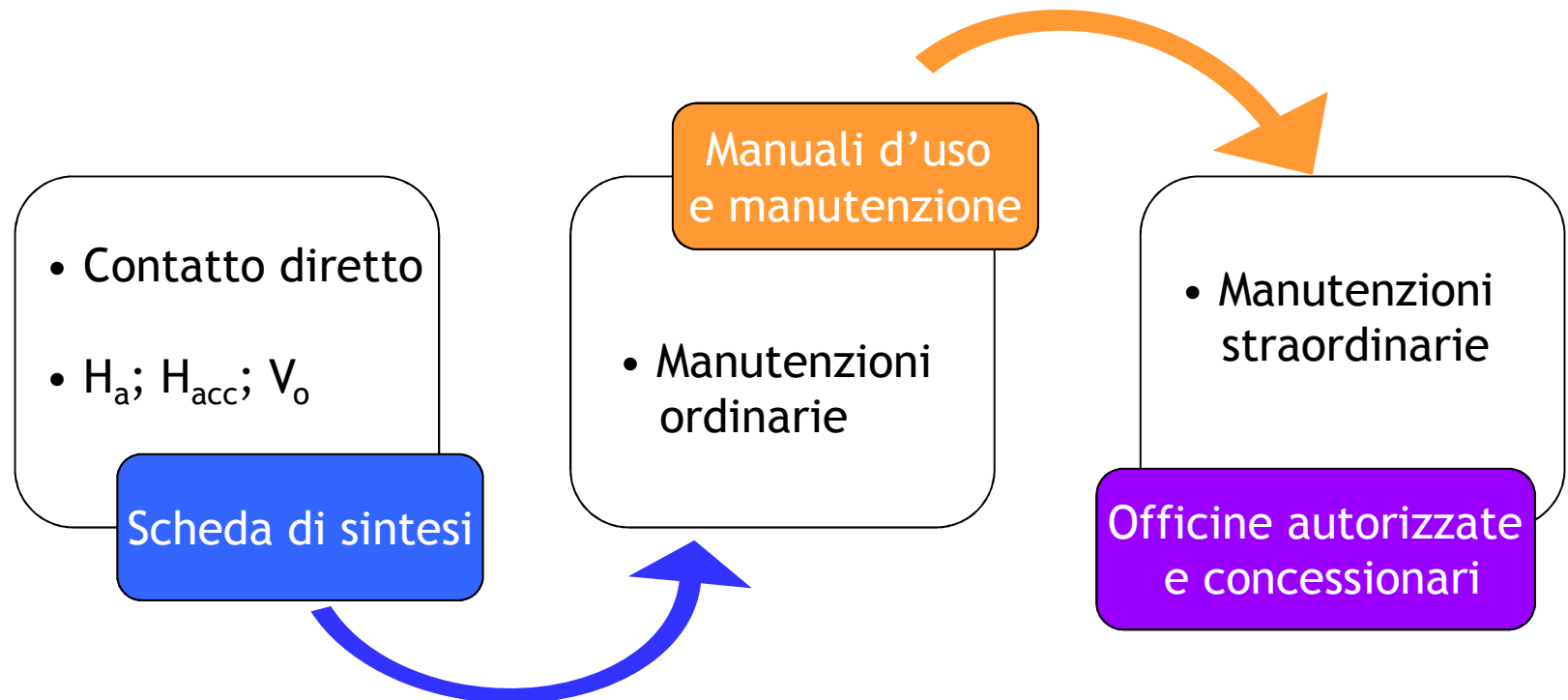
Mietitr.

RF1 = 4.000

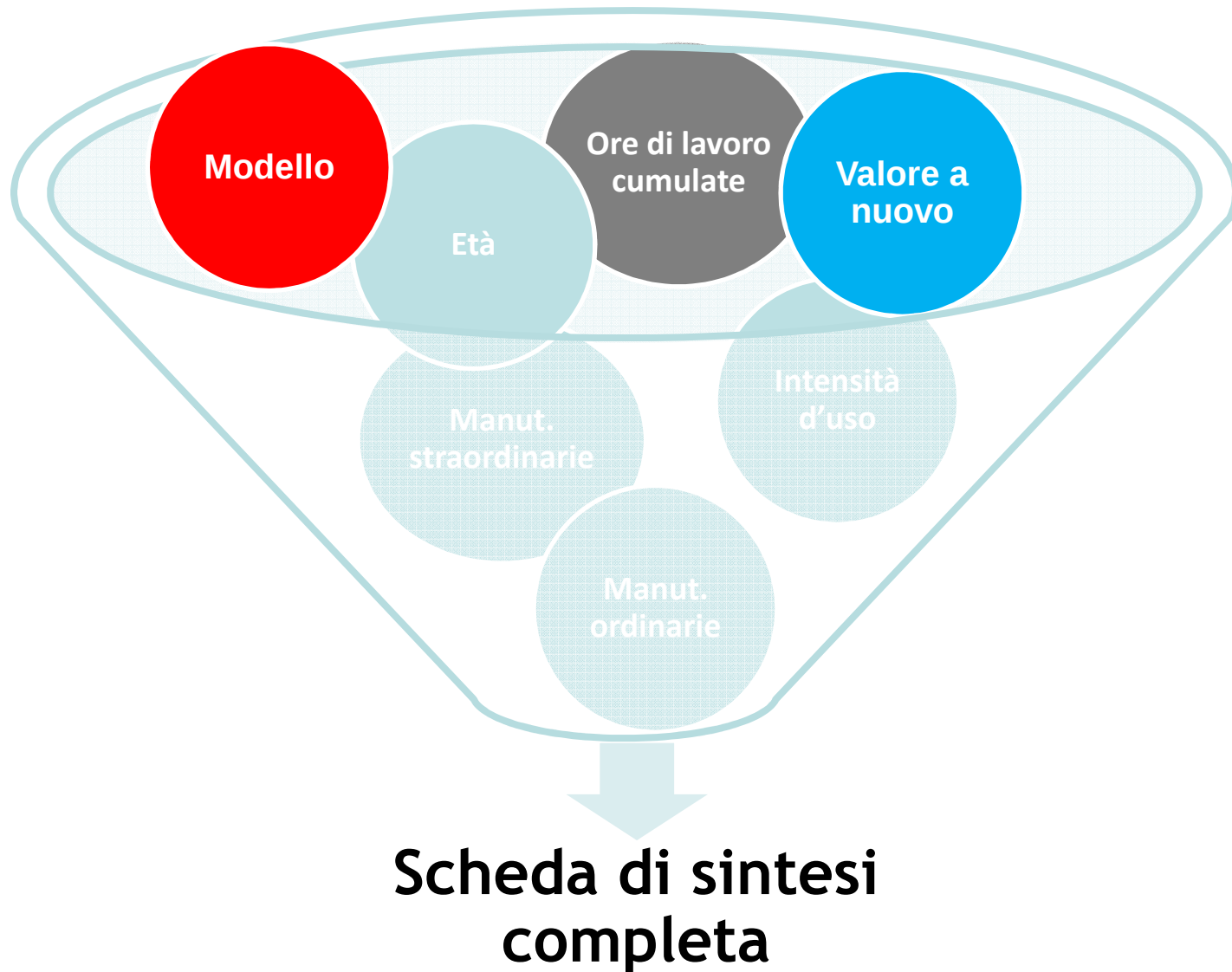
RF2 = 2.100



Come si costruisce un modello per il calcolo previsionale dei Cmr: la raccolta dei dati



1 - Contatto diretto con i proprietari



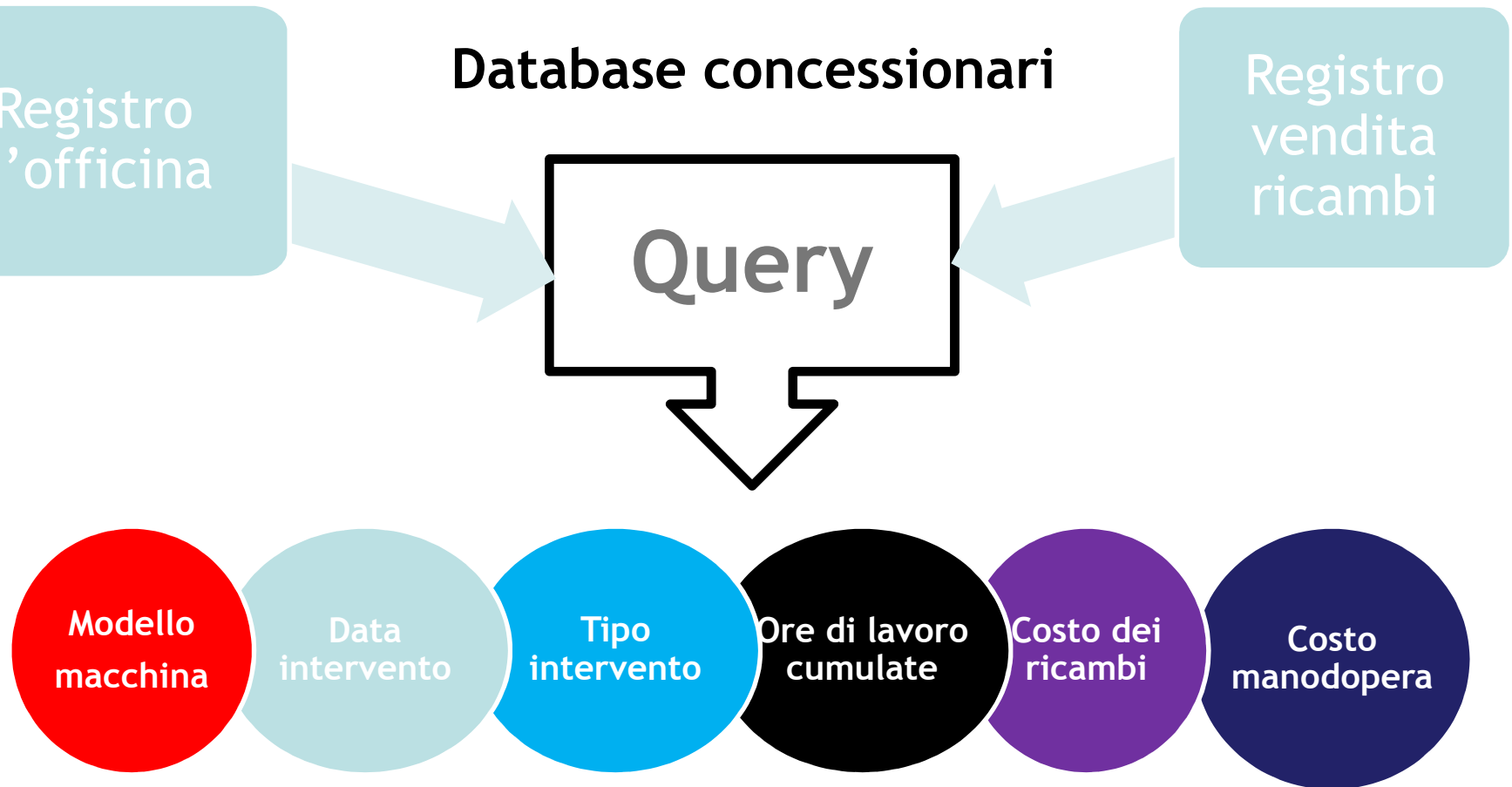
2 - Manutenzioni ordinarie: raccolta dati

Informazioni fornite dai proprietari e, in assenza di dati attendibili, dai libretti d'uso e manutenzione di ciascuna macchina.



Prodotto	Tipo onte	Q.tà	100	250	375	500	750	1000	1500	2000	3000	4500	5000	Listino
b	FA	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	75,00
b	FAC	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	19,25
b	FT	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,50
b	FI	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	49,50
b	FAS	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	30,50
b	FAP	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	36,75
b	FCS	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,50
b	FCP	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,30
b	FM	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,99
b	LM	17	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
b	LT	60	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
b	RA	8,5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
b	PTO	1,9	0	0	0	0	0	0	1,00	0	0	0	0	
b	LR	25,6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
b	MAN	Ore	0,70	1,50	-	0,30	1,30	1,50	1,50	1,60	2,00	-	1,00	

3 - Manutenzioni straordinarie: raccolta dati



Esempio di scheda di sintesi

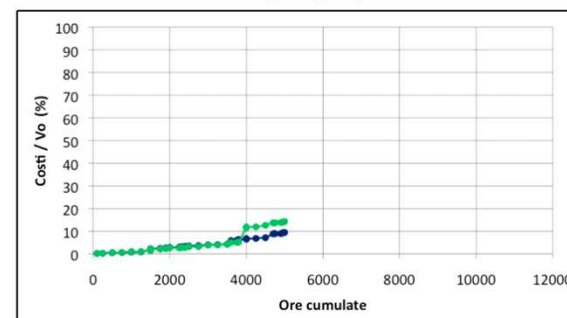


Trattore 4RM - 85 kW (2004)

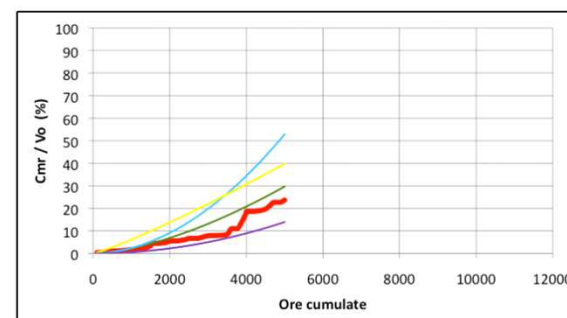
Tipo Intervento	Ore cumulate	Costo Manodopera (€)	Costo Ricambi (€)	AccM (€)	AccR (€)	AccTotale (€)	Cm / Vo (%)	Cr / Vo (%)	Cmr / Vo (%)
	100	77,00	107,00	77,00	107,00	184,00	0,16	0,22	0,38
	250	52,50	16,75	129,50	123,75	253,25	0,26	0,25	0,52
	500	80,50	169,24	210,00	292,99	502,99	0,43	0,60	1,03
	750	70,00	16,75	280,00	309,74	589,74	0,57	0,63	1,20
	1000	80,50	169,24	360,50	478,98	839,48	0,74	0,98	1,71
	1250	52,50	16,75	413,00	495,73	908,73	0,84	1,01	1,86
	1500	550,00	198,00	963,00	693,73	1656,73	1,97	1,42	3,38
	1500	150,50	336,74	1113,50	1030,47	2143,97	2,27	2,10	4,38
	1750	52,50	16,75	1166,00	1047,22	2213,22	2,38	2,14	4,52
	1900	110,20	58,00	1276,20	1105,22	2381,42	2,61	2,26	4,86
	2000	115,50	169,24	1391,70	1274,46	2666,16	2,84	2,60	5,44
	2250	70,00	16,75	1461,70	1291,21	2752,91	2,99	2,64	5,62
	2300	69,00	32,00	1530,70	1323,21	2853,91	3,13	2,70	5,83
	2400	99,99	32,00	1630,69	1355,21	2985,90	3,33	2,77	6,10
	2500	80,50	169,24	1711,19	1524,45	3235,64	3,49	3,11	6,61
	2750	52,50	16,75	1763,69	1541,20	3304,89	3,60	3,15	6,75
	3000	185,50	336,74	1949,19	1877,94	3827,13	3,98	3,84	7,82
	3250	52,50	16,75	2001,69	1894,69	3896,38	4,09	3,87	7,96
	3500	80,50	169,24	2082,19	2063,93	4146,12	4,25	4,22	8,47
	3600	778,00	378,00	2860,19	2441,93	5302,12	5,84	4,99	10,83
	3750	70,00	16,75	2930,19	2458,68	5388,87	5,98	5,02	11,01
	3800	165,00	60,00	3095,19	2518,68	5613,87	6,32	5,14	11,46
	4000	72,00	3122,00	3167,19	5640,68	8807,87	6,47	11,52	17,99
	4000	115,50	169,24	3282,69	5809,92	9092,61	6,70	11,87	18,57
	4250	52,50	16,75	3335,19	5826,67	9161,86	6,81	11,90	18,71
	4500	150,50	336,74	3485,69	6163,41	9649,10	7,12	12,59	19,71
	4700	830,00	540,00	4315,69	6703,41	11019,10	8,81	13,69	22,50
	4750	52,50	16,75	4368,19	6720,16	11088,35	8,92	13,72	22,64
	4900	0,00	37,00	4368,19	6757,16	11125,35	8,92	13,80	22,72
	4950	160,00	62,50	4528,19	6819,66	11347,85	9,25	13,93	23,17
	5000	80,50	169,24	4608,69	6988,90	11597,59	9,41	14,27	23,68

Valore a nuovo (€)	Ore cumulate (h)	h/anno	Età (anni)
48966	5120	5120	8

Costi per tipologia



Cmr / Vo (%) comparati con altri modelli



I trattori analizzati

100

trattori
4RM



59 kW



198 kW

43 di aziende agricole

$P_n = 107 \text{ kW}$, $H_a = 690 \text{ h/anno}$

57 di imprese agromeccaniche

$P_n = 120 \text{ kW}$, $H_a = 880 \text{ h/anno}$

Le mietitrebbiatrici analizzate

20

Mietitrebb.



151 kW



368 kW

10 a scuotipaglia

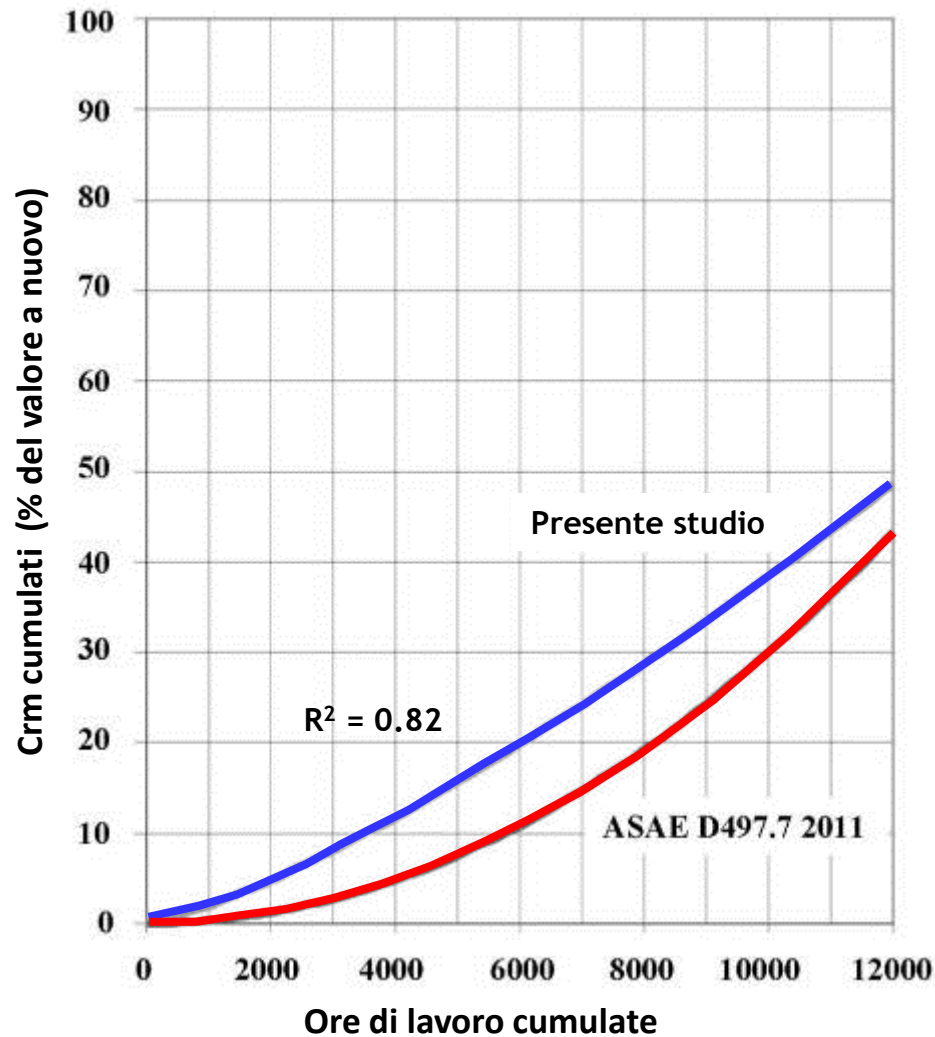


$H_a = 367 \text{ h/anno}$



10 a flusso assiale

1 - Risultati: trattori 4RM

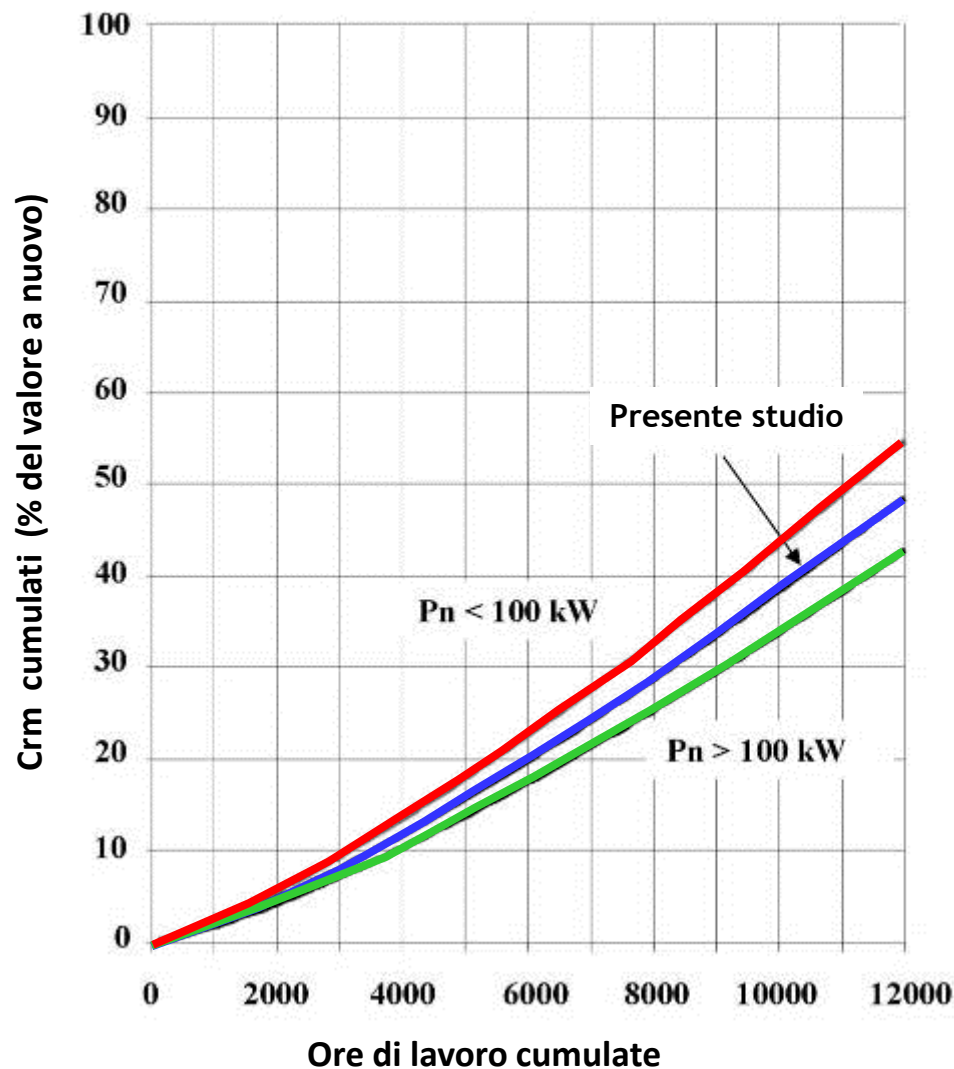


$$RF1 = 1.945$$

$$RF2 = 1.295$$

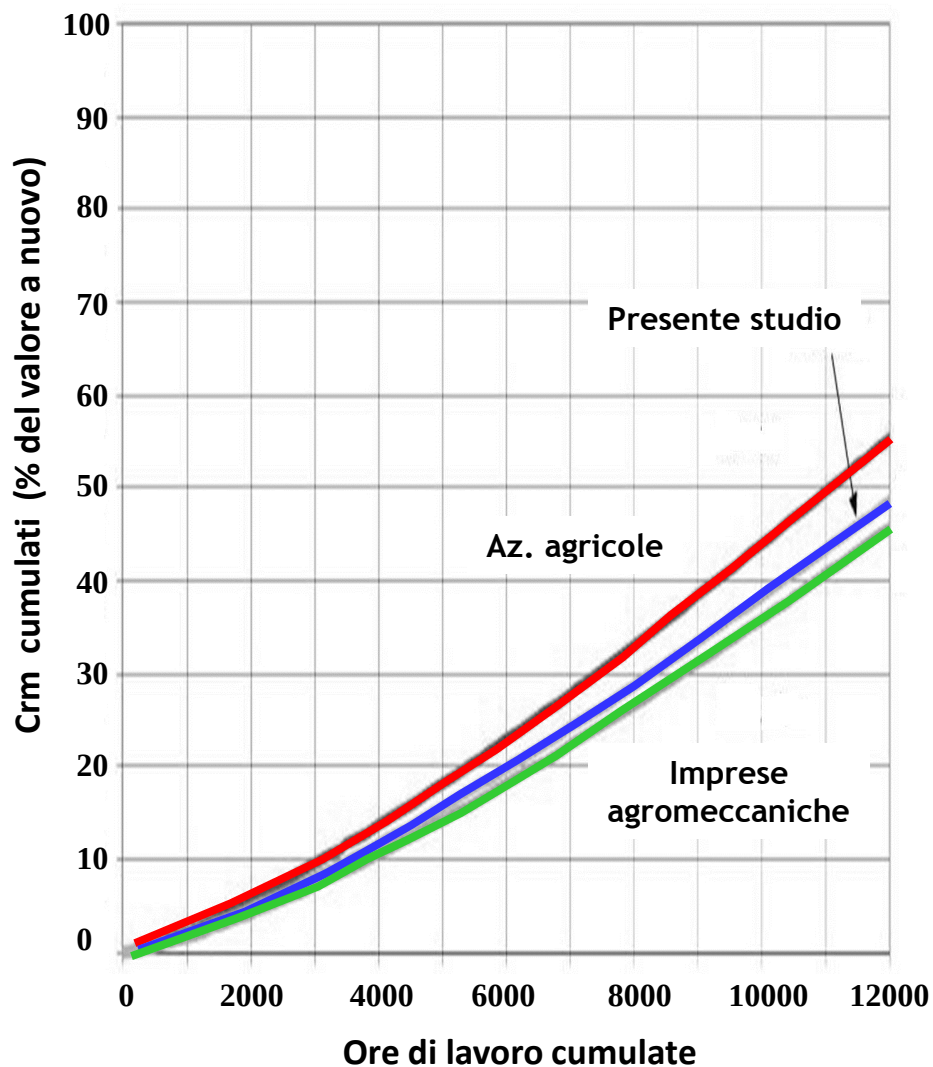
$$Crm = 1.945 \cdot \left(\frac{h}{1000} \right)^{1.295}$$

2 - Risultati: trattori 4RM



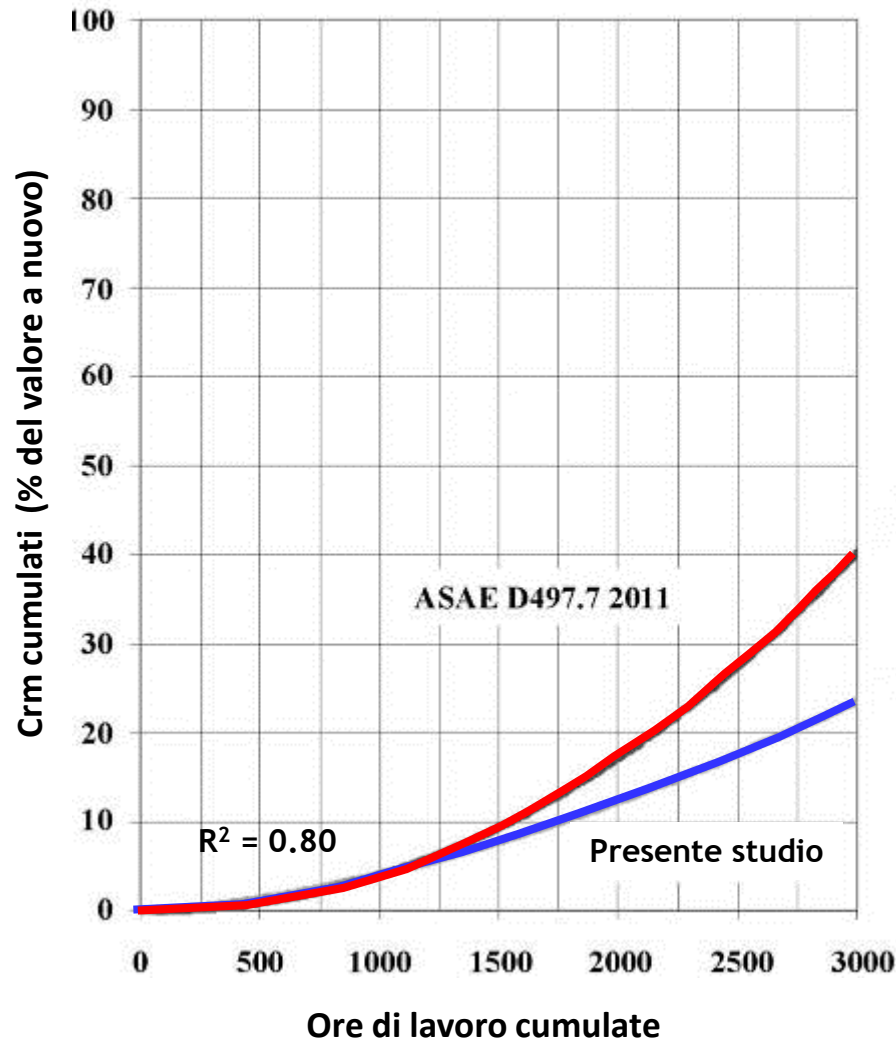
I costi di manutenzione e riparazione dei trattori con potenza < 100 kW sono **maggiori** di quelli dei trattori con potenza > 100 kW.

3 - Risultati: trattori 4RM



I costi di manutenzione e riparazione dei trattori appartenenti alle imprese agromeccaniche sono risultati **inferiori** rispetto a quelli dei trattori delle aziende agricole

4 - Risultati: mietitrebbiatrici

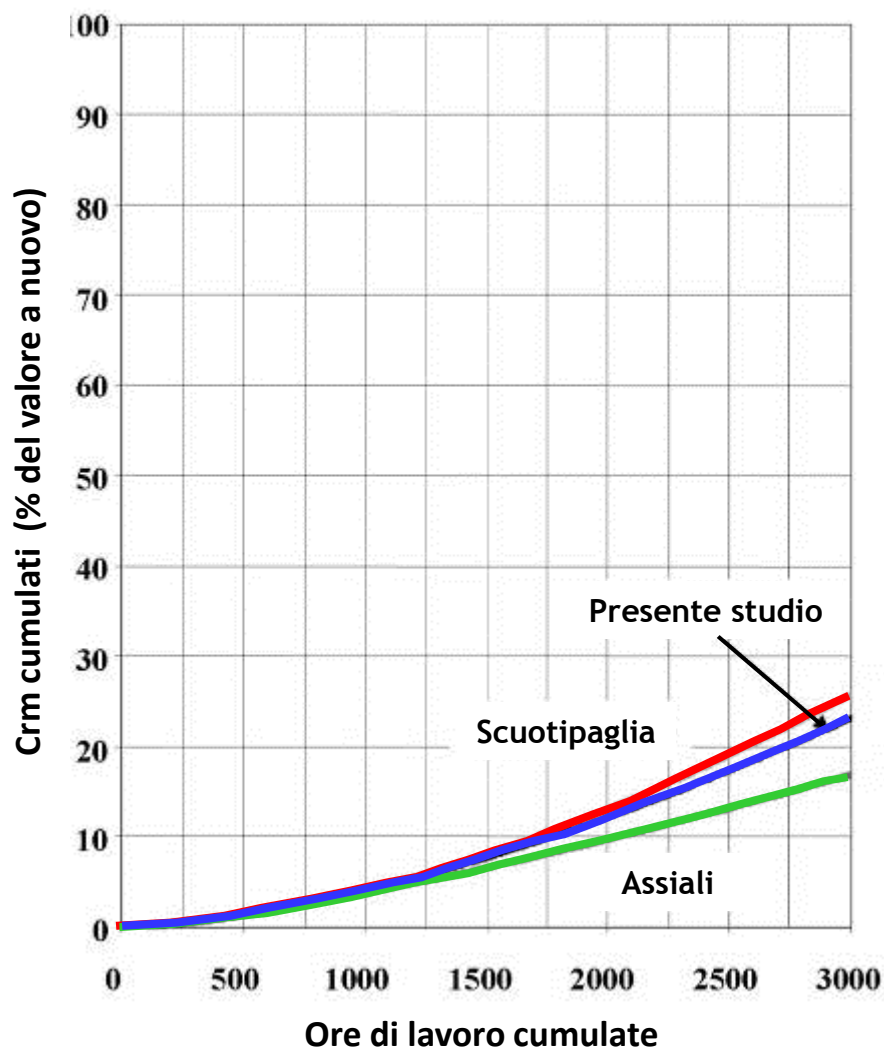


$$RF1 = 4.095$$

$$RF2 = 1.591$$

$$Crm = 4.095 \cdot \left(\frac{h}{1000} \right)^{1.591}$$

5 - Risultati: mietitrebbiatrici

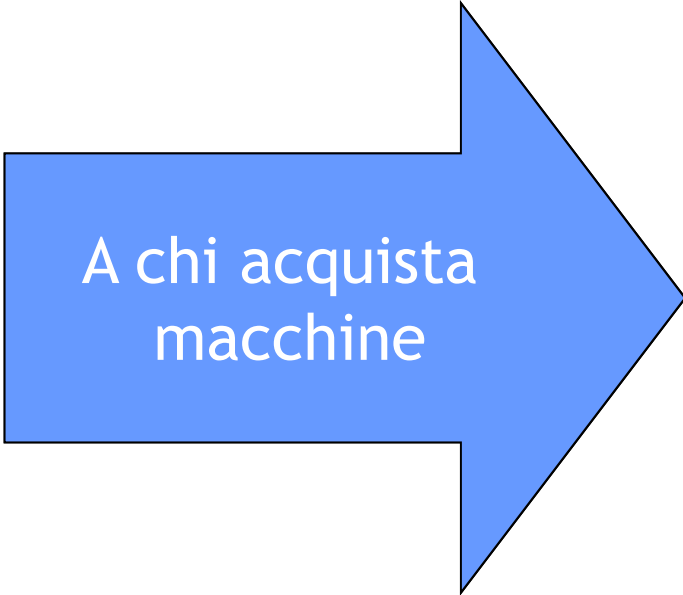


I costi di manutenzione e riparazione delle mietitrebbiatrici a flusso assiale sono **minori** dei costi delle mietitrebbiatrici a scuotipaglia.

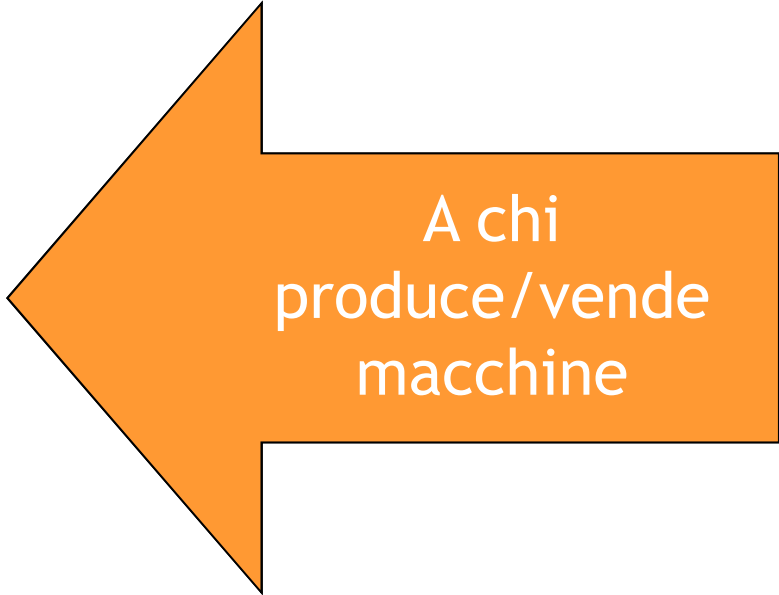
Conclusioni (1)

I Cmr delle macchine agricole operanti in Italia sono diversi rispetto a quelli calcolati impiegando i parametri di modello proposti per il contesto americano

A chi può servire questo modello?



A chi acquista
macchine



A chi
produce/vende
macchine

Conclusioni (2)

Per chi acquista macchine:

Migliorare la stima del costo orario (a preventivo)

Adeguare i tariffari delle lavorazioni in contoterzi

Per chi produce e vende macchine:

Censire i modelli più o meno soggetti a richieste di manutenzione e riparazione

Stimare in modo più corretto il fatturato potenziale per riparazioni e pezzi di ricambio

Dimensionare correttamente eventuali programmi di estensione della garanzia



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE E AMBIENTALI
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

**Grazie per
l'attenzione!**

aldo.calcante@unimi.it