

**Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino**

**Seminario sulla Stima Parametrica- Esempio di stima di LCC su velivolo di Aviazione Generale (Cessna 172 Skyhawk)**

**Ing. A. Cennini – Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli**

**Dott. Marco Fioriti- Research Assistant/ DIMEAS - Politecnico di Torino**

**Ing. G. Pavan – Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino**

**Torino, 28 maggio 2015**

# LA STIMA PARAMETRICA DEI COSTI

## Test Case: Cessna 172 Skyhawk

Sport - Turismo → Economicità (Basso costo)

### Specifiche tecniche:

Capacità: 4 persone (compreso pilota)

Lunghezza: 8.28 m

Apertura alare: 11.00 m

Superficie alare: 16.2 m<sup>2</sup>

Peso a vuoto: 767 kg

Peso massimo: 1,111 kg

Capacità carburante: 212 litres

Motore: 1 × Lycoming IO-360-L2A

Potenza: 160 hp (120 kW)

Elica: 2-bladed metal

### Performance:

Velocità di crociera: 122 kn (226 km/h)

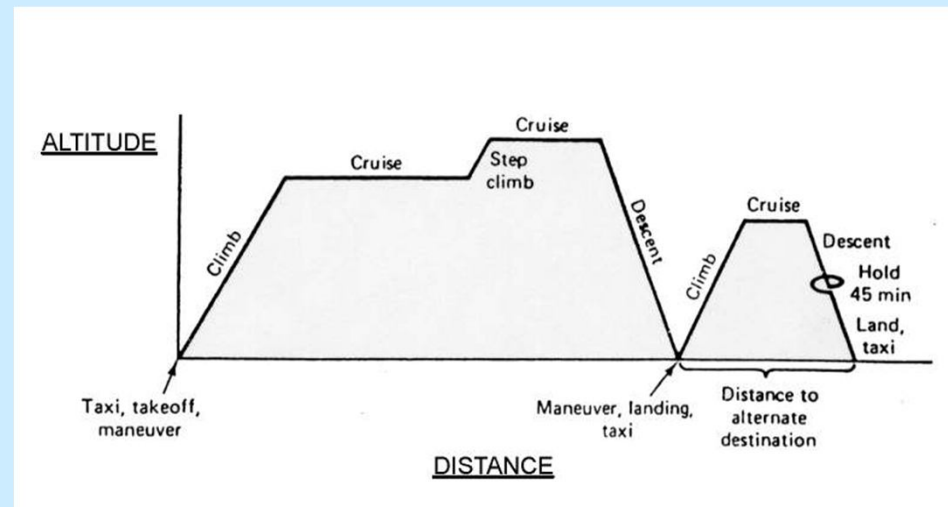
Velocità massima : 163 kn (302 km/h)

Range: 696 nmi (1,289 km) con 45 minuti di riserva

Service ceiling: 13,500 ft (4,100 m)

Rate of climb: 721 ft/min (3.66 m/s)

Carico alare: 68.6 kg/m<sup>2</sup>



## LA STIMA PARAMETRICA DEI COSTI

### Test Case: Cessna 172 Skyhawk

#### Struttura:

- Semi-monoscocca, pannelli in alluminio sagomati e rivettati.
- Particolare strutturale più importante è la paratia parafiamma.
- Ala a sezione costante nella parte centrale, rastremata dopo l'attacco del montante

#### Sistema di controllo del volo:

- Superfici di controllo in lamiera di alluminio movimentate con cavi e rinvii.
- Flap attuato elettricamente.

#### Carrello:

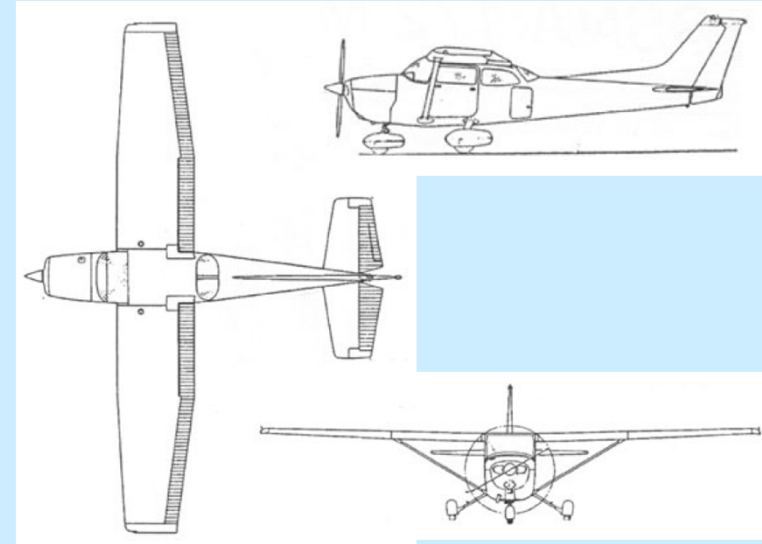
- Carrello a balestra (acciaio) con ruotino anteriore sterzabile e carrello principale munito di freni (attuazione idraulica).

#### Sistema propulsivo:

- Motore aeronautico, 4 tempi a benzina (avio), 4 cilindri contrapposti (boxer), raffreddamento ad aria e olio. Sistema d'iniezione e accensione a doppia candela.
- Elica a passo variabile in metallo.

#### Altri sistemi:

- Carburante: serbatoi in ala, alimentazione per gravità
- Elettrico, elementi principali: alternatore, batteria
- Pneumatico: pompa a vuoto per strumentazione e eventuale antighiaccio



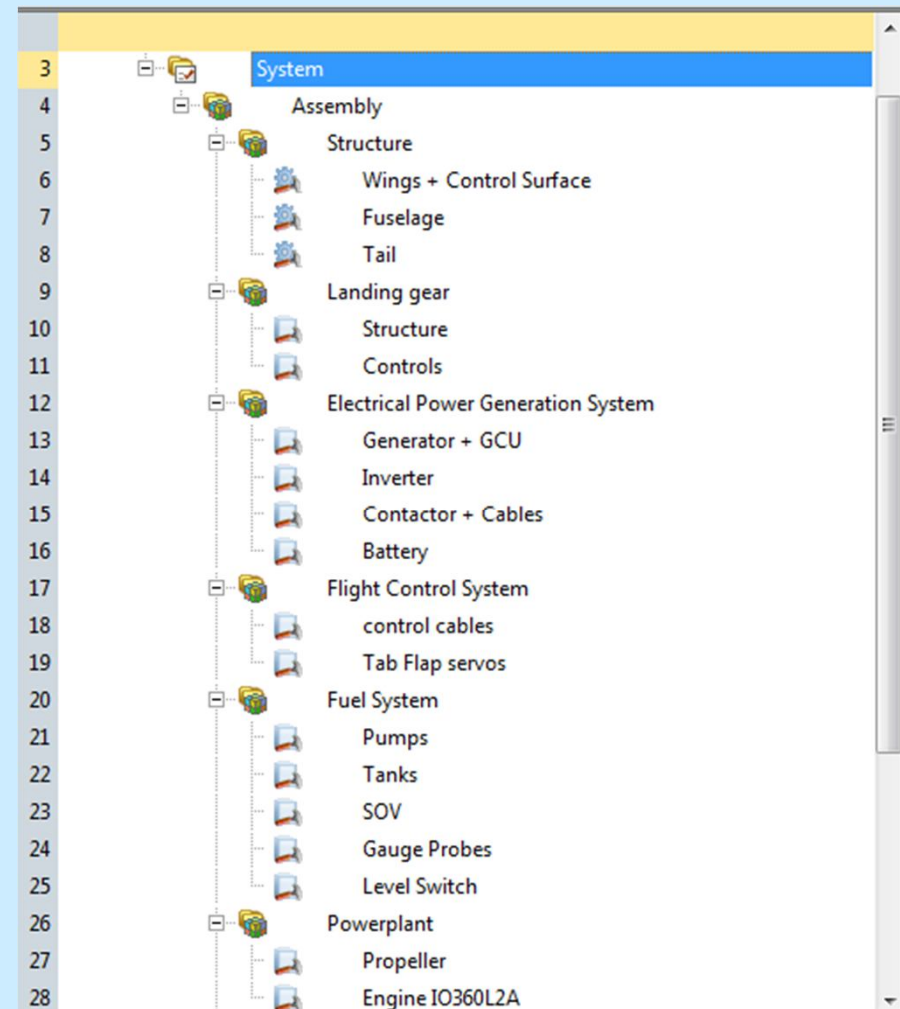
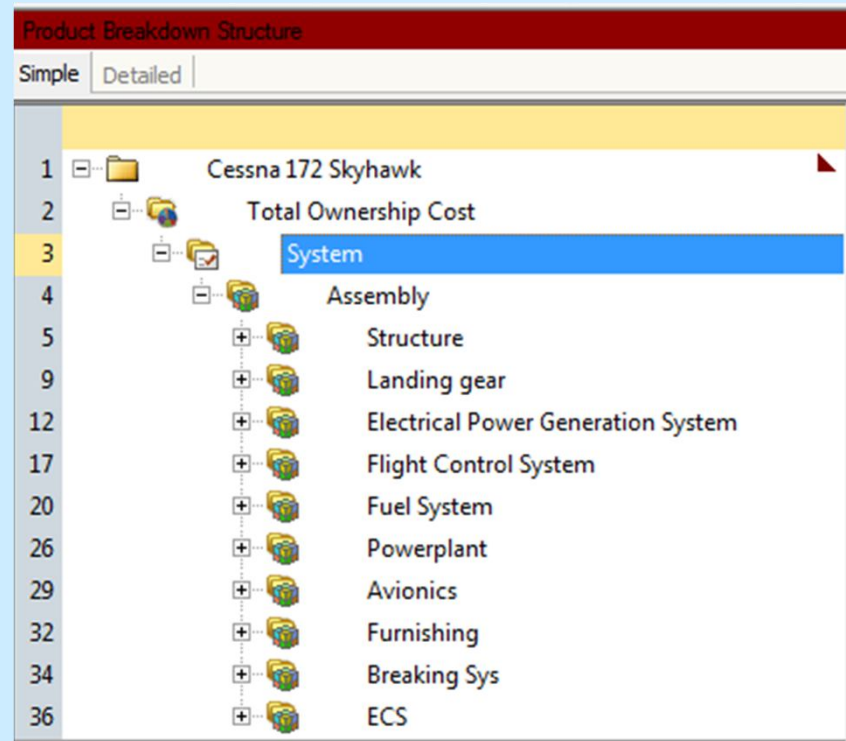
#### Avionica:

- strumentazione tradizionale (non «glass cockpit») per volo IFR



## Test Case: Cessna 172 Skyhawk

Esempio di PBS su software stima costi (Price TruePlanning)



# Test Case: Cessna 172 Skyhawk

Esempio di dettaglio dei risultati (PBS – fase del ciclo vita)

	Costs : Total Ownership Cost - [Total Ov Currency in USD (\$) (as spent)	Total	Development	Production	Operation & Support	System
1	Total Ownership Cost	<b>122.507.185</b>	42.622	14.436.794	108.027.769	
2	System	<b>152.827.424</b>	78.884	2.373.386	150.375.154	
3	Assembly	<b>83.296.848</b>	100.798	2.424.383	80.771.668	
4	Structure	<b>15.957.570</b>	45.906	5.085.312	10.826.352	
5	Wings + Control Surface	<b>25.365.509</b>	182.439	25.089.193	93.877	
6	Fuselage	<b>30.222.852</b>	241.617	29.876.021	105.214	
7	Tail	<b>6.983.937</b>	47.590	6.866.268	70.080	
8	Landing gear	<b>8.027.310</b>	19.792	1.401.092	6.606.426	
9	Structure	<b>2.337.698</b>	82.253	2.208.901	46.544	
10	Controls	<b>353.348</b>	22.400	330.613	335	
11	Electrical Power Generation System	<b>35.775.832</b>	25.060	1.995.056	33.755.716	
12	Generator + GCU	<b>1.023.886</b>	33.717	885.081	105.088	
13	Inverter	<b>442.223</b>	2.200	224.516	215.507	
14	Contactore + Cables	<b>391.881</b>	5.235	386.312	335	
15	Battery	<b>590.141</b>	33.068	552.352	4.721	
16	Flight Control System	<b>15.320.889</b>	5.435	454.656	14.860.798	
17	control cables	<b>1.231.739</b>	23.718	1.207.680	342	
18	Tab Flap servos	<b>1.104.248</b>	3.300	1.100.613	335	
19	Fuel System	<b>23.310.729</b>	2.329	309.076	22.999.324	
20		<b>888.587</b>	1.578	888.587	888.587	

## Test Case: Cessna 172R

Esempio di dettaglio dei risultati (WBS – anni progetto)

Costs : Total Ownership Cost - [Total Ownership Cost] Currency in USD (\$) (as spent)		Total	2009	2010	2011	2012
		Costs : Total Ownership Cost - [Total Ownership Cost] Currency in USD (\$) (as spent)	Total	2009	2010	
1	Data Management RDTE					
2	Common Support Equipment RDTE	33 Project Initiation and Planning for Development	3.502			
3	Peculiar Support Equipment RDTE	34 Project Management and Control for Development	34.104			
4	Facilities RDTE	35 Quality Assurance Management for Development	13.188			
5	Training RDTE	36 Configuration Management for Development	11.906			
6	Program Management and Oversight RDTE	37 Vendor Management for Development	3.730			
7	Other Recuring Production Activities	38 Documentation for Development	12.455			
8	Program Management and Oversight Procurement	39 Project Initiation and Planning for Production	105.890			
9	System Test and Evaluation Procurement	40 Project Management and Control for Production	796.233	1	8.291	
10	Training Procurement	41 Quality Assurance Management for Production	482.332	1	5.022	
11	Data Management Procurement	42 Configuration Management for Production	392.719	1	4.089	
12	Operation and Site Activation	43 Vendor Management for Production	114.978	0	1.197	
13	Initial Support Equipment	44 Documentation for Production	481.234	1	5.011	
14	First Destination Transportation	45 Project Initiation and Planning for Operation and Support	7.946.335			
15	New Equipment Training	46 Project Management and Control for Operation and Su...	15.826.181			
16	Training Ammunition and Missiles	47 Quality Assurance Management for Operation and Sup...	54.630.666			
17	War Reserve Ammunition and Missiles	48 Configuration Management for Operation and Support	42.791.233			
18	Modifications or Modemization	49 Vendor Management for Operation and Support	4.723.253			
19	Operation	50 Documentation for Operation and Support	24.457.486			
		51 Requirements Definition and Analysis	56.239			

## LA STIMA PARAMETRICA DEI COSTI

	Metrics : Total Ownership Cost - [Total C Currency in USD (\$) (as spent)	Value	Units	Notes
1	Total Cost	639.220.657	\$	
2	Total Labor Hours	1.063.391.485,81	hours	
3	<b>Development Summary</b>			
4	Prototype Quantity	2		
5	Development Cost	1.660.711	\$	
6	Development Labor Hours	17.978,76	hours	
7	<b>Production Summary</b>			
8	Production Quantity	1.000		
9	Unit Production Cost	158.545,07	\$	
10	Amortized Unit Production Cost	165.646,48	\$	
11	Production Cost	180.931.166	\$	
12	Production Labor Hours	762.661,77	hours	
13	<b>Operation and Support Summa...</b>			
14	Operation and Support Cost	456.628.780	\$	
15	Operation and Support Labor Hours	1.062.610.845,28	hours	
16	Maximum Number Deployed	1.000,00		
17	Minimum Number Deployed	1.000,00		
18	Average Number Deployed	1.000,00		

Compatibile con il  
costo di sviluppo di  
un velivolo GA

Prezzo Cessna  
172R: Circa 190 k\$

Per 1000 velivoli  
che volano 20  
ore/mese per 10  
anni → 180 \$/FH  
Compatibile con  
dati AOPA

### *Esempio di stima di prezzo di mercato di un velivolo di Aviazione Generale (Cessna 172 Skyhawk) con il Metodo Roskam*

Il metodo Roskam (Part VIII), sulla base del proprio database, permette un calcolo rapido del cosiddetto «Airplane Market PRICE, AMP (relativo all'anno 1989) per velivoli di aviazione generale, con un singolo motore a pistoni installato:

$$\text{AMP} = 10^{(-1.2435 + 1.8459 * (\text{LOG}_{10} \text{WTO}))}$$

Con esso si ottiene per il velivolo in questione (con peso al decollo di 2450 lb):

$$\text{AMP} = 102934.7 \text{ USD al 1989}$$

Considerando un Escalation Factor in USA dal 1989 ad oggi, ricavato da internet pari a 1.908057,

si ottiene un Market PRICE di **196405 USD**, pari a 178550 euro, considerando cambio euro/dollaro di circa 1.1

Si noti ad esempio che il prezzo di mercato del Cessna 172 Skyhawk si aggira attorno a 190000 USD, sempre da informazioni internet