



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

L'analisi costi-benefici

ENEA, on-line, 29/11/2024

Ing. Fabrizio Martini – DUEE-SPS-ESE



1101 0110 1106
0102 0010 1101
0003 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



Obiettivi

Obiettivo della presentazione è quello di fornire tutti gli strumenti per la **presentazione e la valutazione tecnica economica** di un progetto di efficientamento energetico.

Articolazione del Capitolo

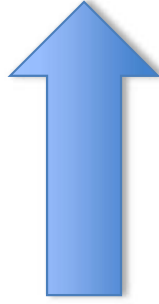
1. Introduzione all'analisi economica dei progetti di efficientamento energetico;
2. Analisi economico finanziaria del progetto;
3. Il prospetto economico sintetico;
4. Analisi di sensibilità e reporting.

Introduzione

Qualora un intervento di miglioramento dell'efficienza energetica da effettuare in un edificio, una attività o impianto industriale sia pubblico che privato richieda un **investimento significativo**, diventa necessaria una valutazione economica che solitamente viene effettuata sulla base dell'elaborazione e della presentazione di una proposta di investimento

Bisogna cioè convincere della bontà dell'investimento a seconda dei casi:

- Un imprenditore o l'alta direzione aziendale;
- Il soggetto finanziatore;
- I condomini di un edificio;
- Il singolo cittadino;
- Etc...



Direttiva EU

Direttiva EU e Introduzione del livello di costo ottimale

La Direttiva Europea 31 del 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia ha stabilito che gli Stati membri fissino requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli elementi edilizi tali da conseguire un equilibrio ottimale in funzione dei costi, **tra gli investimenti necessari e i risparmi energetici realizzati nel ciclo di vita di un edificio.**

Il Regolamento delegato (UE) 244/2012 integra la Direttiva 2010/31/UE

Il Regolamento prescrive che i calcoli economici siano effettuati in accordo con la **norma UNI EN 15459.**

Direttiva EU

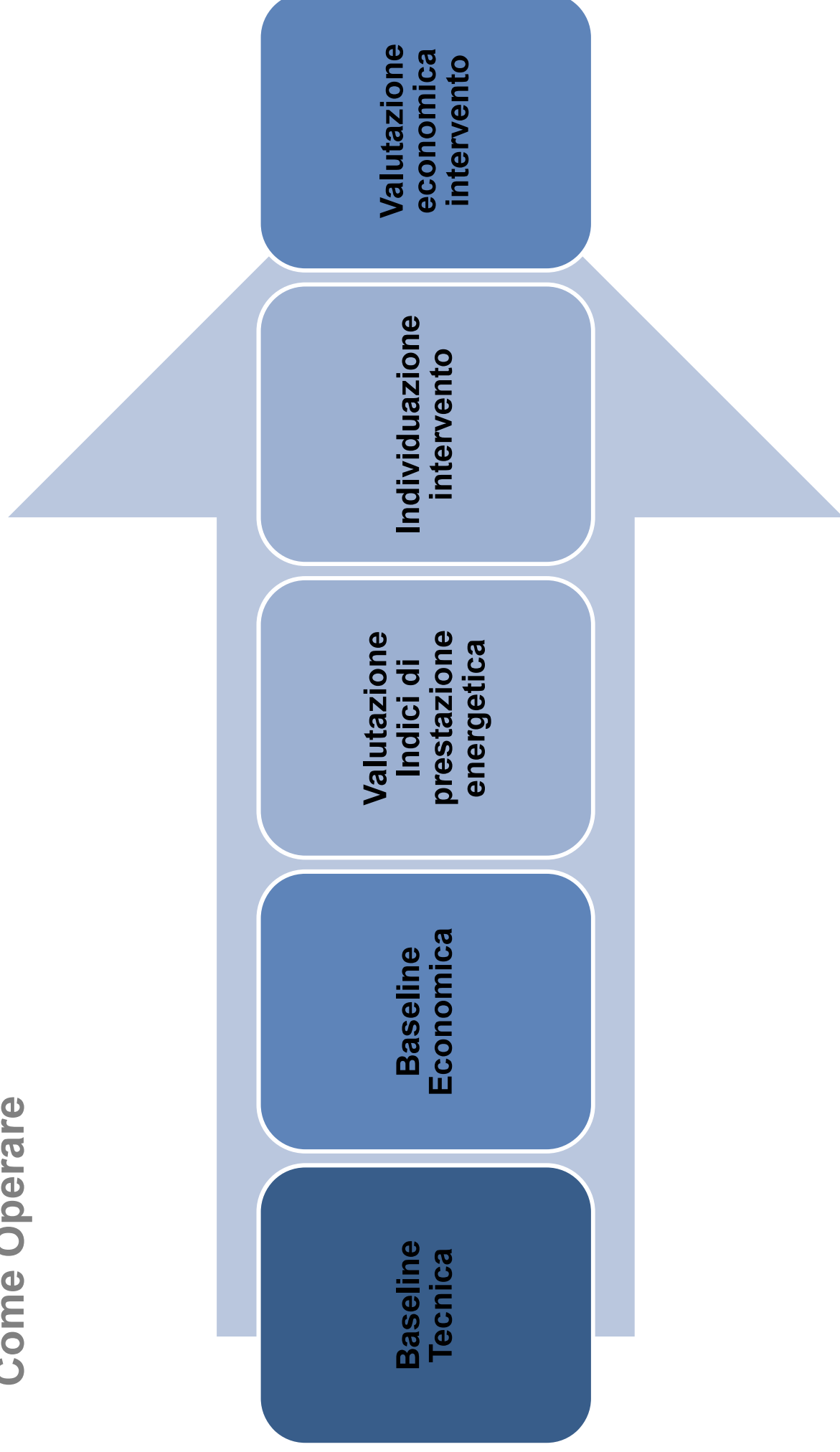
Direttiva EU (2012/27/UE, Art. 1 comma 25):

Definizione diagnosi (audit) energetica

Procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, volta ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico **sotto il profilo costi benefici** e a riferirne in merito ai risultati.

Individuazione dell'intervento: dai kWh agli Euro

Come Operare



Individuazione dell'intervento: dai kWh agli Euro

1. Baseline Tecnica

Il primo passo per una corretta valutazione di un progetto è quello di conoscere, capire e caratterizzare in maniera approfondita ed efficace il contesto in cui si intende operare.

Questo vuol dire capire ad esempio:

- A cosa o per cosa mi serve l'energia?
- Dove la consumo?
- Quanta energia consumo?
- Come e quando la consumo?
- Quali sono i parametri che incidono sul consumo?

Individuazione dell'intervento: dai kWh agli Euro

2. Baseline economica

Individuata la Baseline Tecnica è necessario valorizzare i consumi energetici, dai kWh agli €.

Questa può essere fatto attraverso l'analisi delle bollette energetiche e quindi attraverso il costo dell'energia dei diversi vettori energetici.



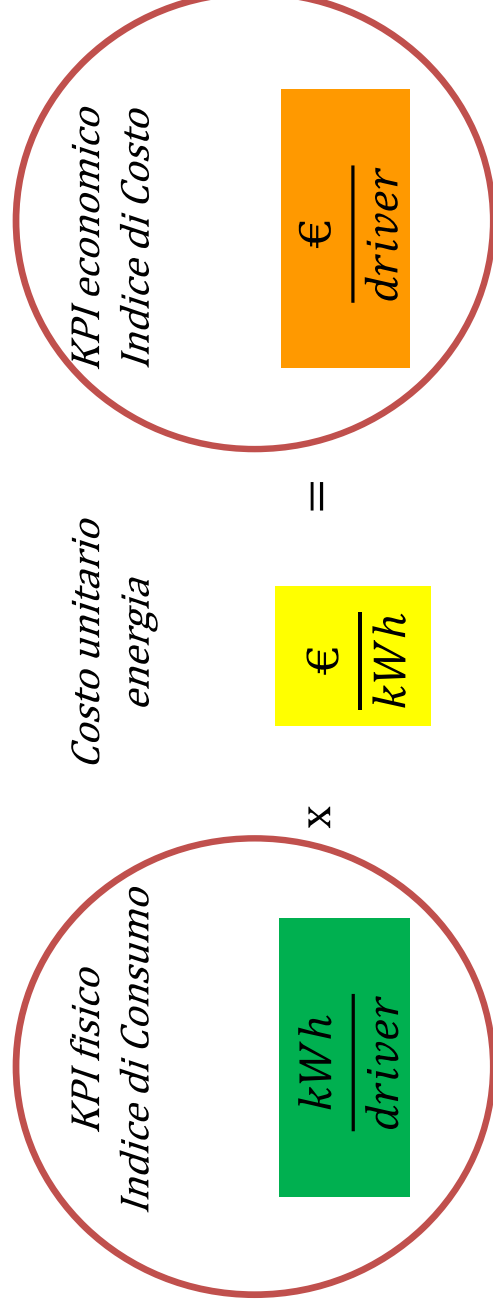
Analisi dei contratti di fornitura energetica

Individuazione dell'intervento: dai kWh agli Euro

3. Valutazione indici di prestazione energetica (KPI) 1/3

I **KPI** (Key Performance Indicators) sono Indici Specifici di Prestazione. Permettono di **misurare e confrontare le prestazioni di una determinata attività o processo**.

In ambito energetico ad esempio possiamo trovare:



Individuazione dell'intervento: dai kWh agli Euro

3. Valutazione indici di prestazione energetica (KPI) 2/3

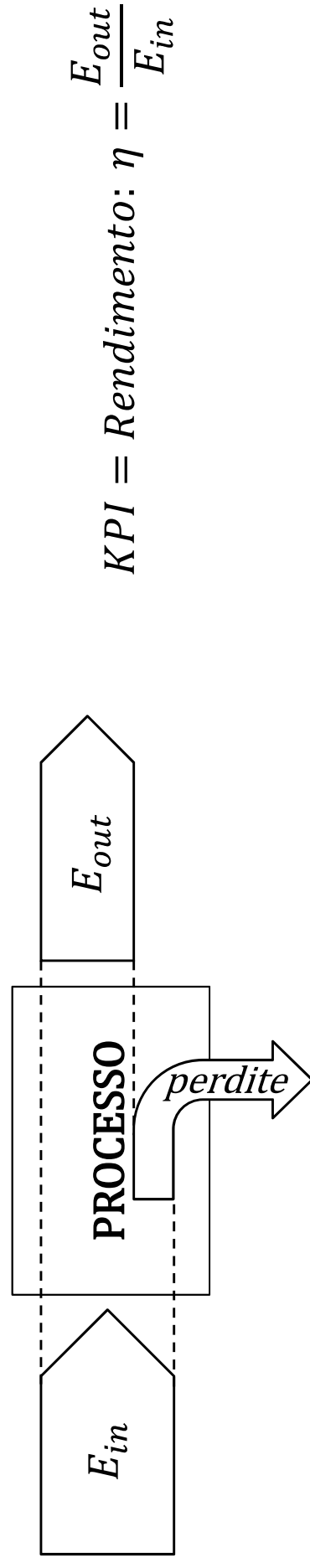
Il confronto tra KPI consente di potersi confrontare correttamente con:

- ✓ utilizzi similari in azienda (es. due stabilimenti);
- ✓ aziende dello stesso settore (media di mercato);
- ✓ impianti con le Best Available Technologies (BAT) o comunque con valori noti in letteratura o dalla pratica.

Individuazione dell'intervento: dai kWh agli Euro

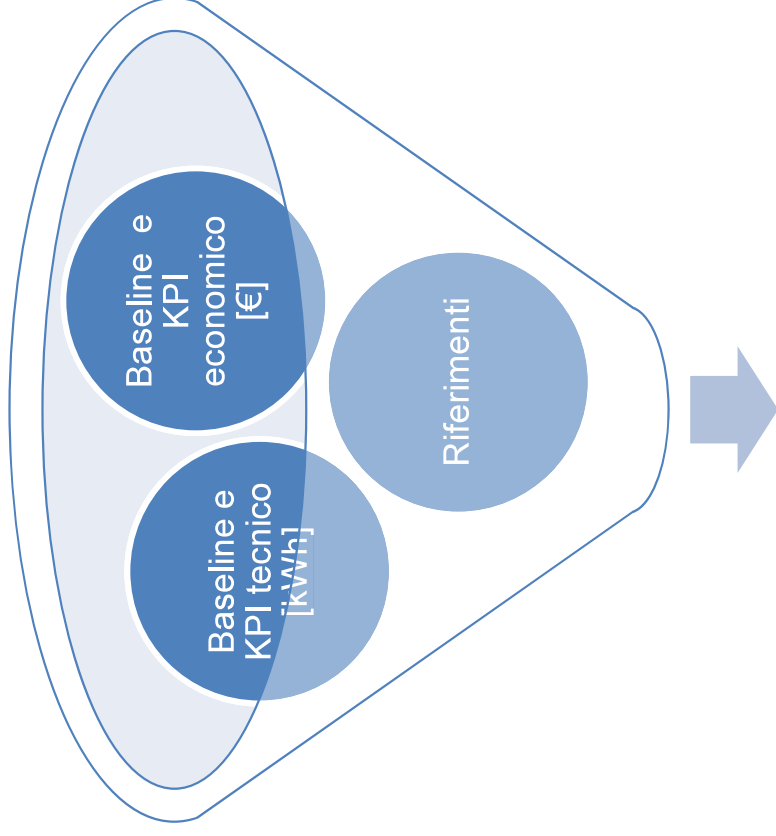
3. Valutazione indici di prestazione energetica (KPI) 3/3

Ad esempio nel caso di una caldaia di un condominio o un generatore di vapore in uno stabilimento se si misura il consumo energetico (gas metano in ingresso) e la produzione di calore (attraverso il posizionamento apposita strumentazione) è possibile valutarne l'efficienza e confrontarla con quella di impianti più moderni.



Individuazione dell'intervento: dai kWh agli Euro

4. Individuazione intervento 1/3



Individuazione interventi

Gestionali

Impiantistici

Dall'analisi sia tecnica che economica, è possibile individuare i settori/impianti tecnologicamente inefficienti e la loro relativa capacità di risparmio economico.

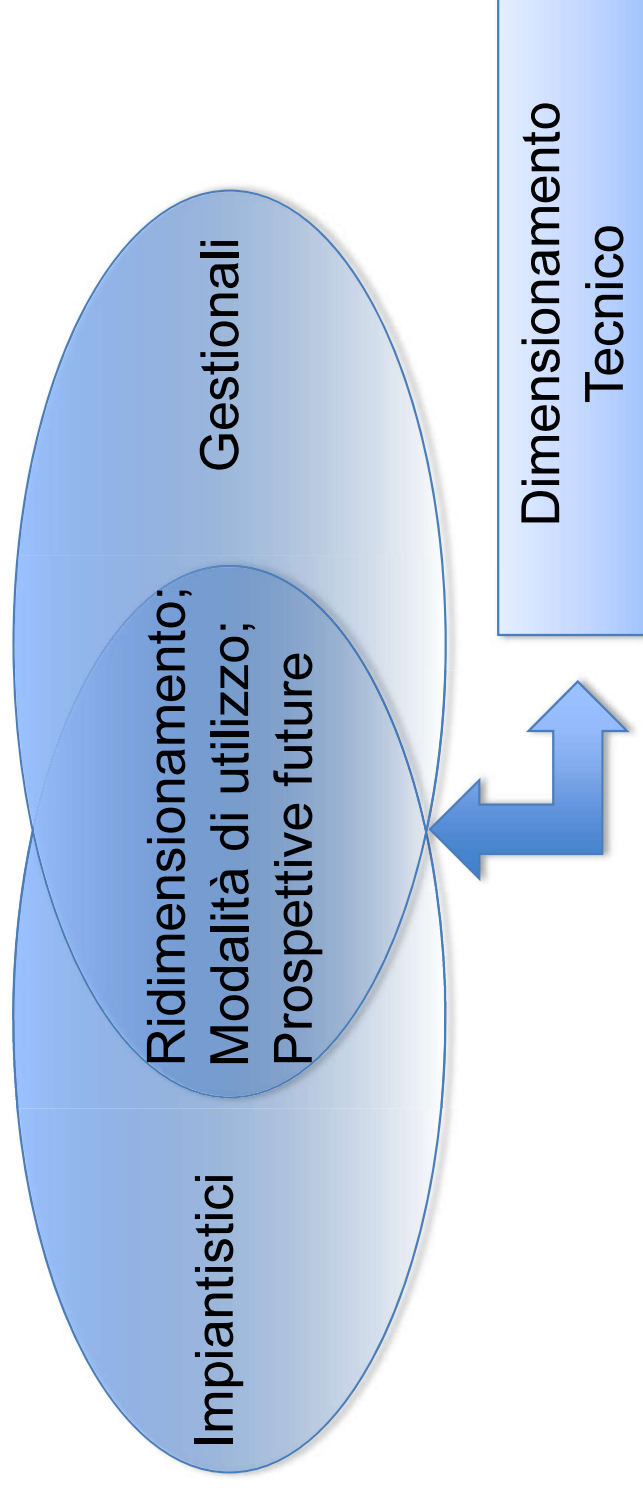
È possibile individuare due tipologie di intervento:

- Gestionali (ad es.: correggendo o migliorando modalità di utilizzo);
- Impiantistici (sostituzione di apparati)

Individuazione dell'intervento: dai kWh agli Euro

4. Individuazione intervento 2/3

Non necessariamente gli interventi gestionali sono svincolati da quelli impiantistici, anzi... Spesso ci si accorge che l'apparato non è correttamente dimensionato e questo porta ad un suo utilizzo in condizioni di funzionamento poco efficienti...



Individuazione dell'intervento: dai kWh agli Euro

4. Individuazione intervento 3/3



Nel dimensionamento tecnico bisogna anche considerare:

- **Evoluzione dei consumi:**
 - ✓ Diminuzione dei consumi (es.: passaggio prodotti meno energivori);
 - ✓ Aumento dei consumi (es.: crescita aziendale o introduzione nuovi macchinari).
- **Vincoli tecnico/normativi:**
 - ✓ Vincoli legislativi (es.: limiti emissioni, Rifasamento: $\cos\varphi_{\text{medio mensile}} \leq 0,95$, etc..);
 - ✓ Vincoli di processo (es.: Scambiatori di calore per esigenze di raffreddamento);
 - ✓ Obiettivi di efficienza (es.: Cogeneratore: CAR, $\eta_{\text{globale}} \geq 75\%$ o $\geq 80\%$).

Individuazione dell'intervento: dai kWh agli Euro

5. Valutazione economica dell'intervento

Le possibili alternative progettuali **debbono essere valutate da un punto di vista economico**, per valutarne la loro opportunità realizzativa. Questa valutazione deve essere fatta tenendo conto di tutti i costi associati all'intervento durante la sua vita operativa (come richiesto anche dalla Direttiva 2010/31/UE). La convenienza delle differenti alternative progettuali può variare in ragione di:

- ✓ Investimenti necessari (**Capex**)
- ✓ Costi Operativi (**Opex**)
- ✓ Risparmi conseguibili
- ✓ Sensibilità alle variazioni
- ✓ Rischi



**ANALISI ECONOMICA
DELL'INTERVENTO**

Il Business Plan

È il documento di sintesi di un progetto.

Serve sia per la valutazione, pianificazione e gestione di un progetto di efficientamento energetico che per la comunicazione esterna verso terzi (finanziatori, investitori, banche, etc..).

Deve riportare:

- L'investimento complessivo necessario per il progetto (CAPEX);
- L'andamento dei costi operativi (OPEX), nascenti e cessanti;
- Proposte per fonti e costi di finanziamento;
- Valutazioni in merito alla redditività del progetto;
- Analisi dei possibili rischi.

Investimenti e costi Operativi

CAPEX

I **CAPEX** (dal termine inglese CAPital EXpenditure) sono gli **investimenti** in capitali, ovvero le spese che le imprese sostengono per l'acquisto di beni materiali e **vengono Ammortati**.

In contabilità, i costi in conto capitale vengono distribuiti lungo tutta la **vita utile del bene**.

Tali investimenti possono essere l'acquisto di un nuovo ufficio, lo sviluppo di un nuovo magazzino o l'acquisto di nuove attrezzature e macchinari.

Investimenti e costi Operativi

OPEX

La spesa operativa od Opex (dal termine inglese Operating Expense) è il costo necessario per **gestire** un prodotto, business o sistema altrimenti detti costi di O&M (*Operation and Maintenance*) ovvero costi operativi e di gestione.

Esempio: CAPEX e OPEX

L'acquisto di una fotocopiatrice è da considerarsi **CAPEX**.

Il costo annuale per carta, toner e manutenzione rappresenta l'**OPEX**.

Ammortamento

L'ammortamento è un **procedimento amministrativo-contabile** con cui il costo di un bene viene ripartito nel corso di più esercizi.

L'ammortamento è anche un principio contabile secondo cui non è possibile imputare un bene che viene utilizzato in più esercizi interamente all'esercizio in cui è stato acquistato.

La procedura dell'ammortamento è stabilita dal Codice Civile (art. 2426 c.c.) ai fini della redazione del bilancio d'esercizio.

Ai fini della determinazione della base imponibile va considerato il cosiddetto **ammortamento fiscale**, dettato dal **legislatore fiscale**.

L'Ammortamento è un costo, ma non produce un'uscita finanziaria

Ammortamento fiscale

Ammortamento fiscale

L'aliquota annuale d'ammortamento (% del costo d'investimento) è **definita per legge dal T.U.I.R. (Testo Unico delle Imposte sui Redditi)** e dipende principalmente da:

- i) il settore di attività dell'azienda;
- ii) la categoria cui appartiene il bene:
 - Aliquote Impianti, Macchinari, Automezzi: 12% - 20%;
 - Aliquote Fabbricati: 2% - 5%

$$Quota\ ammortamento = Aliquota\ (\%) \times Costo\ investimento$$

$$Durata\ ammortamento = \frac{Costo\ investimento}{Quota\ ammortamento}$$

Esempio tabella coefficienti di ammortamento

Guida al Contenuto	
Tabella Coefficienti di ammortamento: attività suddivise per settore di ap	
Gruppo 1 – Industrie agrarie e boschive	SPECIE I/c - lavorazione di materie plastiche
Gruppo 2 – Industrie zootecniche	Fabbricati destinati all'industria (come nella specie I/a) 3%
Gruppo 3 – Industrie della pesca e della caccia	Costruzioni leggere (tettoie, baracche, ecc.) 10%
Gruppo 4 – Industrie estrattive di minerali metalliferi e non metalliferi	Impianti generici (come nella specie I/a) 7,5%
Gruppo 5 – Industrie Manifatturiere Alimentari	Macchinari operatori e impianti specifici, forni e stampi
Gruppo 6 – Industrie Manifatturiere del legno	compresi 12,5%
Gruppo 7 – Industrie Manifatturiere Metallurgiche e Meccaniche	Attrezzatura varia e minuta e di laboratorio (compresi gli stampi
Gruppo 8 – Industrie Manifatturiere dei minerali non metalliferi	utilizzati per la produzione di fondi in poliuretano e in gomma per
Gruppo 9 – Industrie Manifatturiere chimiche	calzature) 40%
Gruppo 10 – Industrie Manifatturiere della carta	Impianti destinati al trattamento ed al depuramento delle
Gruppo 11 – Industrie Manifatturiere delle pelli e del cuoio	acque, fumi nocivi, ecc. mediante impiego di reagenti chimici 15%
Gruppo 12 – Industrie Manifatturiere Tessili	Mobili e macchine ordinarie d'ufficio 12%
Gruppo 13 – Industrie Manifatturiere del vestiario, dell'abbigliamento e dell'arredamento	Macchine d'ufficio elettromeccaniche ed elettroniche compresi i
Gruppo 14 – Industrie Manifatturiere della gomma della gutta-perga e delle materie plastiche	computers e i sistemi telefonici elettronici 20%
Gruppo 15 – Industrie poligrafiche, editoriali ed affini	Autoveicoli da trasporto (autoveicoli pesanti in genere,
Gruppo 16 – Industrie edilizie	carrelli elevatori, mezzi di trasporto interno, ecc.) 20%
Gruppo 17 – Industrie dell'energia elettrica, del gas e dell'acqua	Autovetture, motoveicoli e simili 25%
Gruppo 18 – Industrie dei trasporti e delle comunicazioni	
Gruppo 19 – Alberghi, ristoranti, bar e attività affini	
Gruppo 20 – Servizi culturali, sportivi e ricreativi	
Gruppo 21 – Servizi sanitari	
Gruppo 22 – Servizi igienici alla persona e domestici	
Attività non precedentemente specificate	

<https://def.finanze.it/DocTribFrontend/getAttoNormativoDetail.do?ACTION=getArticolo&id=%7B906C54FE-222B-4BBD-9489-34F78F6D600E%7D&codiceOrdinamento=80000000000000&articolo=Tabella>

La rata di un finanziamento

La rata di un finanziamento (Q.I. e Q.C.)

Il **finanziamento** è sostanzialmente **un prestito di denaro** concesso da un istituto o società di credito autorizzata.

Un finanziamento (es. mutuo) viene rimborsato a rate, le quali sono composte da due quote distinte:

- Quota Capitale, che rimborsa il capitale prestato;
- Quota Interessi, che ripaga il capitale non ancora restituito.

La Quota Capitale è **una uscita, ma non è un costo**

La Quota **interesse** è **il costo** che il beneficiario paga per il prestito concesso;

Il valore del tempo: l'attualizzazione

Attualizzazione

In finanza il concetto di attualizzazione è assai importante e consiste nel calcolare **al valore attuale** un capitale che ha **una scadenza futura**.

L'attualizzazione risponde alla domanda:

«qual è il valore minimo del denaro percepito in futuro, a fronte di un investimento attuale, **che accetto come congrua?**»



Il valore del tempo: l'attualizzazione

Attualizzazione

Esempio opposto

Si supponga di possedere una somma di denaro pari a 100 euro depositata in un conto bancario a un interesse annuo del 5%. Dopo un anno, il titolare possiederà 105 euro. Infatti, 100 è il nostro **capitale attuale** VA , i è il **tasso d'interesse** e 105 è il **montante finale** K . Dunque, si ha che $(VA + VA \times i) = K$. Mettendo in evidenza VA a sinistra dell'uguale, si ottiene **$VA (1 + i) = K$**

Il valore del tempo: l'attualizzazione

Attualizzazione

Tornando al concetto di attualizzazione: voglio sapere quanto vale **oggi** (**VA = Valore attuale**) una **valore o introito futuro (K)**.

Quanto valgono oggi 100 € che mi verranno dati tra un anno?

Per rispondere a questa domanda nasce già un ulteriore dubbio...
...quale sarà il tasso di attualizzazione da considerare?

Per il momento si ipotizzi un tasso «i» del 5%

Ricordandosi dell'esempio fatto precedentemente dove **$VA(1 + i) = K$**

Il calcolo di VA è presto fatto: **$VA = K / (1 + i)$**

Quindi: **$VA = 100 € / (1 + 0,05) = 95,24 €$**

Il valore del tempo: l'attualizzazione

I calcoli finora effettuati sono tutti relativi a un tempo pari a un anno!

Cosa succede se l'arco temporale è maggiore di un anno?

Tornando all'«esempio opposto»: dopo un anno si aveva $K = VA \times (1 + i)$

Assumendo che il tasso rimanga il medesimo e che il capitale non venga toccato al secondo anno avremo: $K = VA \times (1 + i) \times (1 + i) = VA \times (1 + i)^2$

Allo stesso modo e si vuol sapere dopo un **tempo «t»** il valore del capitale:

$$K = VA \times (1 + i) \times (1 + i) = VA \times (1 + i)^t$$

Quindi analogamente a quanto fatto in precedenza per valutare il **Valore attuale di un capitale futuro** sarà sufficiente applicare la formula inversa:

$$VA = \frac{K_t}{(1+i)^t} \quad (t = \text{anno generico futuro})$$

Il valore del tempo: l'attualizzazione

Fattore di attualizzazione

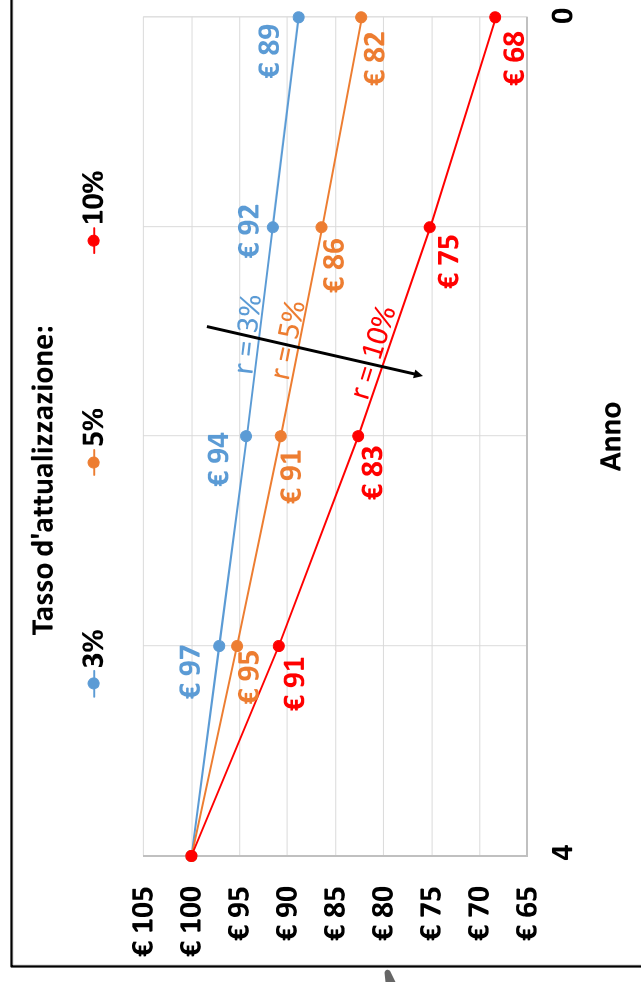
Quindi per una corretta analisi economica è necessario attualizzare i flussi futuri.

$$\text{Fattore d'attualizzazione} = \frac{1}{(1 + i)^t}$$

i tasso d'attualizzazione o di sconto
 t anno di riferimento

Es: 100 € tra 4 anni, oggi valgono:

- 89 €, ad un tasso del 3%
- 82 €, ad un tasso del 5%
- 68 €, ad un tasso del 10%



Il valore del tempo: l'attualizzazione

Es. Tabella di attualizzazione

tasso/anni	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1	0,9901	0,9804	0,9709	0,9615	0,9524	0,9434	0,9346	0,9259	0,9174	0,9091
2	0,9803	0,9612	0,9426	0,9246	0,9070	0,8900	0,8734	0,8573	0,8417	0,8264
3	0,9706	0,9423	0,9151	0,8890	0,8638	0,8396	0,8163	0,7938	0,7722	0,7513
4	0,9610	0,9238	0,8885	0,8548	0,8227	0,7921	0,7629	0,7350	0,7084	0,6830
5	0,9515	0,9057	0,8626	0,8219	0,7835	0,7473	0,7130	0,6806	0,6499	0,6209
6	0,9420	0,8880	0,8375	0,7903	0,7462	0,7050	0,6663	0,6302	0,5963	0,5645
7	0,9327	0,8706	0,8131	0,7599	0,7107	0,6651	0,6227	0,5835	0,5470	0,5132
8	0,9235	0,8535	0,7894	0,7307	0,6768	0,6274	0,5820	0,5403	0,5019	0,4665
9	0,9143	0,8368	0,7664	0,7026	0,6446	0,5919	0,5439	0,5002	0,4604	0,4241
10	0,9053	0,8203	0,7441	0,6756	0,6139	0,5584	0,5083	0,4632	0,4224	0,3855
11	0,8963	0,8043	0,7224	0,6496	0,5847	0,5268	0,4751	0,4289	0,3875	0,3505
12	0,8874	0,7885	0,7014	0,6246	0,5568	0,4970	0,4440	0,3971	0,3555	0,3186
13	0,8787	0,7730	0,6810	0,6006	0,5303	0,4688	0,4150	0,3677	0,3262	0,2897
14	0,8700	0,7579	0,6611	0,5775	0,5051	0,4423	0,3878	0,3405	0,2992	0,2633
15	0,8613	0,7430	0,6419	0,5553	0,4810	0,4173	0,3624	0,3152	0,2745	0,2394
16	0,8528	0,7284	0,6232	0,5339	0,4581	0,3936	0,3387	0,2919	0,2519	0,2176
17	0,8444	0,7142	0,6050	0,5134	0,4363	0,3714	0,3166	0,2703	0,2311	0,1978
18	0,8360	0,7002	0,5874	0,4936	0,4155	0,3503	0,2959	0,2502	0,2120	0,1799
19	0,8277	0,6864	0,5703	0,4746	0,3957	0,3305	0,2765	0,2317	0,1945	0,1635
20	0,8195	0,6730	0,5537	0,4564	0,3769	0,3118	0,2584	0,2145	0,1784	0,1486

La Vita del Progetto

La **vita del progetto** da considerare dipende dal contesto:

- **Vita Tecnica:** periodo in cui l'investimento produce reddito (termina quando c'è una manutenzione straordinaria per usura);
- **Vita Tecnologica:** periodo in cui l'investimento risulta competitivo sul mercato (termina quando c'è una nuova tecnologia);
- **Vita Commerciale:** periodo in cui l'investimento è di interesse sul mercato (termina quando non c'è più domanda sul mercato);
- **Vita Legislativa:** periodo dettato dalla normativa (termina quando lo dice la legge).

Nel contesto energetico normalmente ci si riferisce alla **Vita Tecnica**.

Il Risultato Operativo: MOL o EBITDA

Margine Operativo Lordo

Il MOL (Margine Operativo Lordo) o EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization) indica il reddito generato da un progetto con la gestione operativa:

$$MOL = Fatturato - Costi Operativi$$

prima di considerare gli **interessi** (gestione finanziaria), le **imposte** (gestione fiscale), il deprezzamento di beni e gli **ammortamenti**.

L'EBITDA è un importante indicatore perché misura la capacità di generare reddito.

Il Risultato Operativo: MOL o EBITDA

Margine Operativo Lordo

In generale possiamo calcolare il MOL o EBITDA come:

$$MOL = EBITDA = VdP - C_m - C_p - C_s - C_f$$

VdP valore della produzione (o fatturato), nel caso degli interventi di efficientamento energetico può essere equiparato al risparmio energetico

C_m costo delle materie prime

C_p costo del personale

C_s costo dei servizi

C_f costo di funzionamento

Utile Ante Imposte (EBT)

L'**Utile Ante Imposte**, spesso indicato attraverso l'**acronimo** inglese **EBT** (sigla di “**Earnings Before Taxes**“) si configura come un indicatore economico il quale viene determinato come differenza tra i guadagni ed i costi dell'azienda, eccezion fatta per le imposte sul reddito (IRES ed IRAP).

L'EBT si calcola sottraendo all'EBTDA gli ammortamenti e gli interessi passivi:

$$EBT = EBITDA - \text{Ammortamento} - I_t$$

EBITDA

margine operativo lordo

Ammortamento quota piano ammortamento = aliquota × Costo investimento

I_t quota interessi da corrispondere nell'esercizio t-esimo

Utile Netto (Net Income)

L'**Utile Netto (Net Income)** è il guadagno totale (o il profitto) di una società.

Il risultato dell'utile è mostrato **sul conto economico aziendale** ed è una misura importante per comprendere quanto sia redditizia la società in un dato periodo di tempo.

Si calcola sottraendo all'EBT le imposte sui redditi:

$$Net\ Income = EBT - Imposte$$

Imposte *imposte sul reddito d'impresa (IRES e IRAP)*

Flusso di Cassa

Il **Flusso di Cassa** (o Cash Flow) è la ricostruzione dei **flussi** monetari (differenza tra tutte le entrate e le uscite monetarie) di una azienda o di un progetto nell'arco del periodo di analisi. Sostanzialmente il flusso di cassa indica le variazioni della liquidità.

Net Income (Utile Netto)

$$FC = EBT - Imposte + Ammortamento - Df_t$$

EBT

reddito prima delle tasse

Imposte

imposte sul reddito d'impresa (IRES e IRAP) nell'esercizio t -esimo

Ammortamento *quota piano ammortamento = aliquota × Costo investimento*

Df_t

quota capitale da rimborsare nell'esercizio t -esimo

Valore Attuale Netto (VAN)

Il **Valore Attuale Netto (VAN)** è la somma algebrica dei flussi di cassa originati da un progetto, attualizzati ad un determinato **tasso di attualizzazione** (es.: **WACC**), in un arco di tempo definito.

Esso consente di calcolare il valore del beneficio netto atteso dall'iniziativa come se fosse disponibile nel momento in cui la decisione di investimento viene assunta.

Nell'ipotesi che il tasso di inflazione sia trascurabile viene calcolato come:

$$VAN^* = \sum_{t=1}^N \frac{FC_t}{(1+r)^t} - I_0$$

FC_t flusso di cassa al tempo t

r tasso d'interesse o d'attualizzazione

I_0 investimento iniziale

N vita utile del progetto (periodo d'attualizzazione)

*Ipotesi inflazione trascurabile

Valore Attuale Netto (VAN)

Se il tasso di inflazione non è trascurabile (solitamente quando è stabilmente e sensibilmente maggiore dell'1%) viene calcolato come:

$$VAN = \sum_{t=1}^N \frac{FC_t * (1 + f)^t}{(1 + r')^t} - I_0$$

FC_t *flusso di cassa al tempo t*

r' ***tasso diattualizzazione nominale***

tale che $r = (1+r')/(1+f) - 1$

I_0 *investimento iniziale*

N *vita utile del progetto (periodo d'attualizzazione)*

f *tasso d'inflazione*

Valore Attuale Netto (VAN)

«Il VAN consente di calcolare il valore del beneficio netto atteso dall'iniziativa...»

$VAN > 0$



$VAN = 0$



$VAN < 0$



Tasso di Attualizzazione

Resta il problema di definire qual è il **tasso di attualizzazione** utilizzare per il calcolo del VAN.

Nella scelta del tasso di sconto da impiegare nella valutazione finanziaria degli investimenti, pratica e dottrina ondeggiano tra

- costo del finanziamento di terzi;
- costo-opportunità del capitale;
- costo medio ponderato del capitale (WACC).

Tasso di Attualizzazione

Costo del finanziamento di terzi

Nella valutazione finanziaria corrispondente al tasso effettivamente praticato nei mercati finanziari per prestiti di durata intorno alla vita dell'investimento o quello che effettivamente si dovrebbe sostenere per finanziarlo con ricorso a mezzi di terzi.

Costo-Opportunità del capitale

Nella valutazione finanziaria corrispondente al rendimento migliore che si potrebbe ottenere investendo la stessa somma in altro modo e per la stessa durata.

Tasso di Attualizzazione

Costo Medio Ponderato del capitale (WACC)

Nella valutazione finanziaria corrispondente al costo medio del capitale aziendale (Weighted Average Cost of Capital) .

Calcolato come la media ponderata tra il costo del debito ed il costo del capitale proprio, sintetizza il costo (dividendi e interessi) che l'azienda paga per finanziarsi.

$$WACC = K_D * \frac{D}{D + E} * (1 - \tau) + K_E * \frac{E}{D + E}$$

È il tasso d'interesse applicato dalla banca

Il costo del debito è deducibile fiscalmente

È il tasso d'interesse dei dividendi aziendali

È l'investimento complessivo I_0

K_D tasso di rendimento richiesto o atteso del capitale di debito (%)

K_E tasso di rendimento richiesto o atteso del capitale proprio, o equity (%)

D debito (€)

E capitale proprio, o equity (€)

$D + E$ capitale complessivo (€)

τ aliquota fiscale (%)

Indici finanziari: Indice di Profitto (IP)

L'**Indice di profitto (IP)** è calcolato come rapporto tra il VAN e l'investimento, è utile per stabilire una graduatoria di merito di più interventi con VAN positivi, quando, per esempio, non si ha sufficiente copertura finanziaria per realizzarli tutti.

$$IP = \frac{VAN}{I_0}$$

VAN Valore Attuale Netto

I_0 investimento iniziale complessivo

Se ipotizziamo il caso di due interventi aventi entrambi lo stesso valore di VAN, si sceglierà di realizzare per primo quello che avrà il più alto indice di profitto.

Indici finanziari: Tasso Interno di Rendimento

Il **TIR** (**Tasso Interno di Rendimento**), o **IRR** (Internal Rate of Return), rappresenta la redditività del progetto che si sta valutando, in pratica è il **rendimento % del progetto**.

Analiticamente, il TIR è il tasso d'attualizzazione che rende il VAN pari a zero:

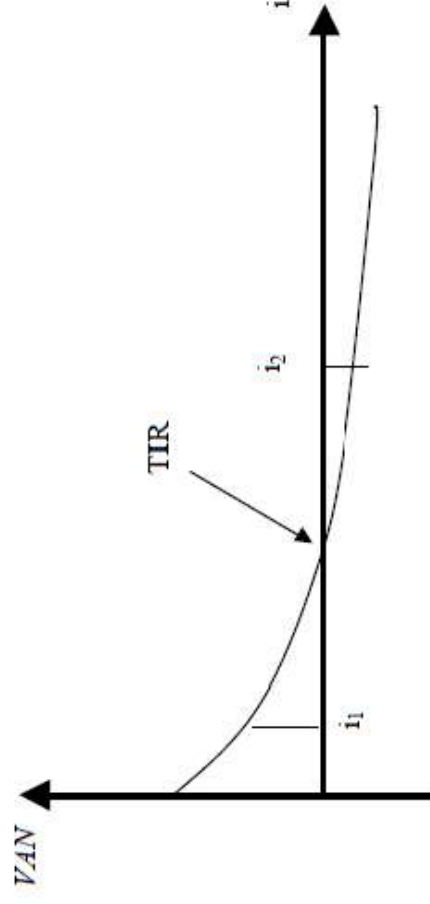
$$\sum_{t=1}^N \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0$$

FC_t flusso di cassa al tempo t

TIR tasso interno di rendimento

I_0 investimento iniziale

N vita utile del progetto



i Tasso Attualizzazione

VAN Valore Attuale Netto

Indici finanziari: Tempo di ritorno

Il **Tempo di Ritorno** o *pay back period* (**PBP**: periodo di recupero) indica il tempo impiegato per recuperare il capitale investito in un determinato progetto. Il concetto di tempo di recupero è **limitato al solo capitale investito** distinto, pertanto, dagli interessi e dagli utili dell'investimento.

Sostanzialmente, indica il periodo necessario affinché la somma dei flussi di cassa previsti eguagliano l'investimento iniziale.

Può essere quindi valutato in due differenti modi:

- **Tempo di ritorno semplice**: Attraverso l'analisi dei flussi di cassa semplici NON attualizzati;
- **Tempo di ritorno attualizzato**: Attraverso l'analisi dei flussi di cassa

attualizzati.

Indici finanziari: Tempo di ritorno

Tempo di Ritorno (Pay Back Period) Semplice

Da indicazioni semplificate, sul tempo di ritorno di un investimento, infatti:

- Non tiene conto del tasso di interesse/attualizzazione;
- Non tiene conto della vita utile dell'investimento;
- Solitamente calcolato sui flussi di cassa medi.

$$PBP = \frac{I_0}{FC_m} \quad \text{con} \quad FC_m = \frac{\sum_{t=0}^N FC_t}{N}$$

FC_m *flusso di cassa medio*

I_0 *investimento iniziale*

N *vita utile del progetto (periodo d'attualizzazione)*

Indici finanziari: Tempo di ritorno

Tempo di Ritorno (Pay Back Period) Attualizzato

Da indicazioni sul tempo di ritorno di un investimento utilizzando i flussi di cassa attualizzati. Viene calcolato utilizzando la seguente formula:

$$\sum_{t=1}^{APBP} \frac{FC_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

FC_t *flusso di cassa al tempo t*

r *tasso d'attualizzazione (es.: WACC)*

$APBP$ *Pay Back Period Attualizzato ($< N$)*

Quanto Tempo di ritorno attualizzato è inferiore alla vita utile del progetto, tanto più è conveniente l'investimento.

Indici finanziari: il ROI

Il **ROI (Return On Investment)** indica la redditività della gestione caratteristica.

Calcolato come rapporto tra MOL (o EBITDA) ed Investimento, prescinde dalle componenti (attive e passive) finanziarie

$$ROI(\%) = \frac{EBITDA}{I_0} \times 100$$

EBITDA *margin e operativo lordo*
(*risultato operativo*)
I₀ *investimento iniziale*

- Se **ROI** è **> K_b** (tasso medio di interesse sul debito), **leva finanziaria positiva**: farsi prestare capitali per il progetto aumenta i profitti.
- Se **ROI** è **< K_b** (tasso medio di interesse sul debito), **leva finanziaria negativa**: farsi prestare capitali per il progetto diminuisce i profitti.

Indici finanziari: il ROE

Il **ROE (Return On Equity)** indica il rendimento del capitale proprio investito. È definito come il rapporto tra il reddito netto prodotto (Net Income) e il capitale proprio o Equity (E)

$$ROE(\%) = \frac{\text{Net Income}}{E} \times 100 = \frac{EBT - \text{Imposte}}{E} \times 100$$

Net Income reddito netto d'esercizio

E capitale proprio, o equity

EBT risultato ante imposte

Imposte imposte sul reddito d'impresa (*IRES e IRAP*)

La differenza tra il **ROE** e il rendimento di investimenti alternativi «sicuri» (BOT, CCT, depositi bancari, ecc.) costituisce il **Premio di Rischio** perché remunera un investimento «rischioso», e **deve quindi essere > 0** se fosse 0, infatti, non avrebbe senso investire nell'attività rischiosa perché si potrebbe ottenere la stessa remunerazione senza rischiare.

Indici finanziari: il DSCR

Il **DSCR (Debt Service Coverage Ratio)** è un indice che da informazioni sulla capacità di rimborsare un debito conseguito per realizzare un dato progetto. È definito come il rapporto tra flusso di cassa disponibile e la rata di mutuo (capitale + interesse):

$$DSCR = \frac{(EBITDA - Imposte)_t}{Df_t + I_t}$$

EBITDA margine operativo lordo Df_t quota capitale da rimborsare nell'esercizio " t "
Imposte imposte sul reddito d'impresa I_t quota interessi nell'esercizio " t "

L' **ADSCR** (Average Debt Service Coverage Ratio) indica il DSCR medio.

Tipicamente, un progetto è finanziabile se:

DSCR $\geq 1,1$ e ADSCR $\geq 1,5$

Contenuti del prospetto sintetico

1. Dati di Input

Il prospetto riassuntivo di un piano economico per un progetto di efficientamento energetico deve **evidenziare in maniera chiara tutte le condizioni al contorno Tecniche ed Economiche** che vengono prese in considerazione all'interno del documento.

Contenuti del prospetto sintetico

1. Dati di Input: Specifiche Tecniche

Deve rappresentare in maniera sintetica, ma chiara i **dati tecnici dell'intervento** che si va a proporre ed evidenziare la situazione (baseline) ex-ante ed ex-post dell'intervento.

Ad es. nel caso dell'installazione di un impianto fotovoltaico è importante riportare:

- Localizzazione e posizionamento;
- Potenza installata (o totale o suddivisa tra potenza del singolo pannello ed i mq);
- Irraggiamento previsto (in funzione di localizzazione, orientamento, inclinazione, ombreggiamenti);
- Rendimento dei pannelli, decadimento annuo e Perdite del sistema;
- Energia Autoconsumata

Contenuti del prospetto sintetico

1. Dati di Input: Specifiche Finanziarie ed economico gestionali

Deve rappresentare in maniera sintetica, ma chiara i **dati finanziari** alla base del valutazione economica dell'intervento che si va a proporre.

Ad es. nel caso dell'installazione di un impianto fotovoltaico è importante riportare tra i dati finanziari:

- Investimento;
- Equity (capitale proprio);
- Finanziamento con il relativo tasso di interesse e durata;
- Tasso di attualizzazione (es. WACC);
- Durata del periodo di ammortamento.

È altrettanto necessario riportare i costi/ricavi specifici gestionali dell'intervento:

- Costo energia acquistata/ceduta;
- Spese manutenzione, assicurazione, etc

Contenuti del prospetto sintetico

1. Dati di Input: Esempio

Sulla base di quanto definito il prospetto sintetico di un impianto fotovoltaico per la definizione delle condizioni al contorno potrebbe essere realizzato come in figura.

Specifiche Tecniche	
Localizzazione impianto	Città
	Latitudine
	Longitudine
	Orientamento
	Inclinazione
Specifiche pannello	Irraggiamento previsto [kWh/kWp]
	kWp pannello
	superficie pannello [mq]
	Decadimento annuo [%]
Specifiche impianto	Pannelli installati
	Perdite Sistema [%]
Baseline primo anno	Energia prodotta primo anno
	Energia Autoconsumata
-	
Specifiche Finanziarie	
Investimento	
Equity [%]	
Equity [€]	
Finanziamento [€]	
Tasso interesse [%]	
Tasso di attualizzazione [%]	
Inflazione [%]	
Durata Finanziamento [anni]	
Periodo di ammortamento [anni]	
Dati Gestionali	
Costo energia elettrica acquistata [€/kWh]	
Valorizzazione energia scambio sul posto [€/kWh]	
Spese annuali manutenzione [€/kW]	
Spese annuali Assicurazione [€/kW]	
Altre Spese annuali (es. guardiania) [€]	

Contenuti del prospetto sintetico

1. Dati di Input: Attenzione!

È importante che tra i dati in input vengano riportati tutti i parametri la cui variazione per cause esterne **potrebbe incidere in maniera sensibile sulle performance dell'investimento** che si va ad analizzare.

Si rimanda all'analisi di sensibilità!

Specifiche Tecniche	
Localizzazione impianto	Città
	Latitudine
	Longitudine
	Orientamento
	Inclinazione
Specifiche pannello	Irraggiamento previsto [kWh/kWp]
	kWp pannello
	superficie pannello [mq]
	Decadimento annuo [%]
Specifiche impianto	Pannelli installati
	Perdite Sistema [%]
Baseline primo anno	Energia prodotta primo anno
	Energia Autoconsumata
Specifiche Finanziarie	
Investimento	Equity [%]
	Equity [€]
	Finanziamento [€]
Tasso interesse [%]	Tasso di attualizzazione [%]
	Inflazione [%]
Durata Finanziamento [anni]	Periodo di ammortamento [anni]
Dati Gestionali	
Costo energia elettrica acquistata [€/kWh]	Valorizzazione energia scambio sul posto [€/kWh]
	Spese annuali manutenzione [€/kW]
Spese annuali Assicurazione [€/kW]	Altre Spese annuali (es. guardiania) [€]

Contenuti del prospetto sintetico

2. Periodo investimento

Individuati tutti le condizioni di input è possibile strutturare il prospetto finanziario dell'investimento di efficientamento energetico.

Si definiranno quindi:

- La **durata** del periodo per il quale è valutato l'investimento, solitamente si prende la vita tecnica dell'intervento che si propone;

0	1	2	3	4
2020	2021	2022	2023	2024

19	20
2039	2040

Contenuti del prospetto sintetico

3. Individuazione livello dettaglio ricavi/costi

Individuati tutti le condizioni di input è possibile strutturare il prospetto finanziario dell'investimento di efficientamento energetico.

- Si dovrà definire un **livello dettaglio** nel quel sono suddivise le **voci di ricavo e costo**;

RICAVI

Produzione energia anno 1	[kWh]
Decadimento annuo	[%]
Decadimento Cumulato	[%]
Produzione Energia Elettrica	[kWh]
Energia elettrica Autoconsumata	[kWh]
Energia elettrica immessa in rete	[kWh]
Coefficiente inflattivo	[%]
Costo energia elettrica	[€/kWh]
Valorizzazione energia autoconsumata	[€]
Valorizzazione energia immessa in rete	[€]

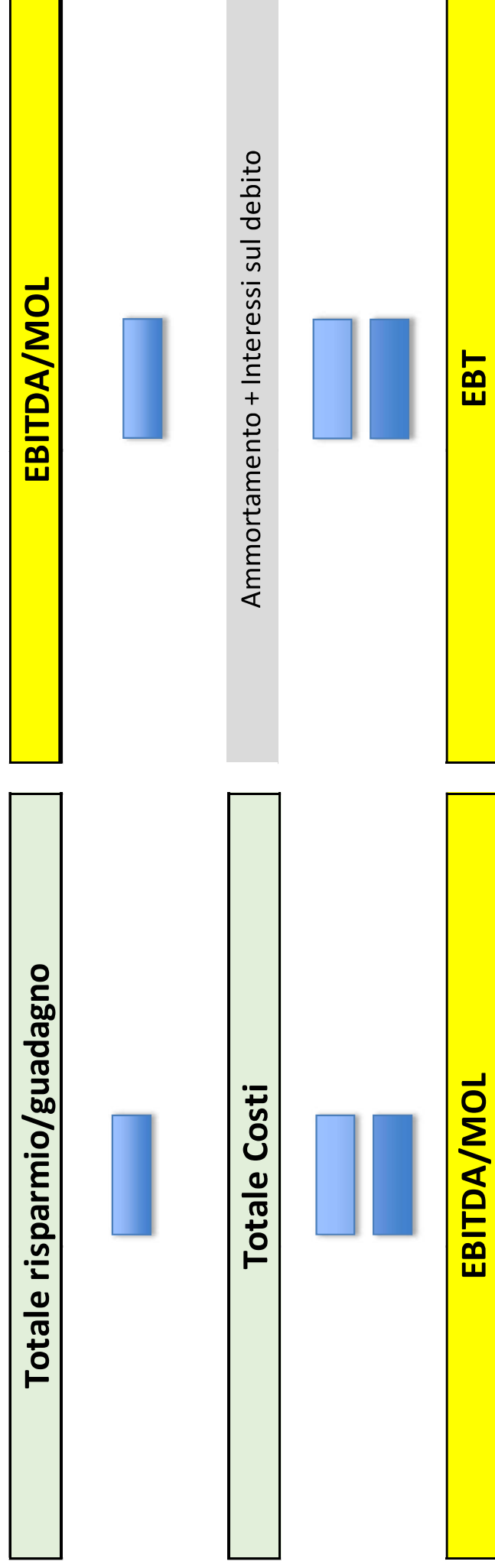
COSTI

Coefficiente inflattivo	[%]
Costo Manutenzione anno 1	[€]
Costo Manutenzione	[€]
Costo Assicurazione anno 1	[€]
Costo Assicurazione	[€]
Altri costi anno 1	[€]
Altri costi	[€]

Contenuti del prospetto sintetico

4. Calcolo performance finanziarie

Individuato il periodo di riferimento e le voci di costo e ricavo è possibile determinare rapidamente tutti i parametri finanziari necessari alla definizione di un buon prospetto finanziario.



Contenuti del prospetto sintetico

4. Calcolo performance finanziarie

Anni				0	1	2
				2020	2021	2022
Produzione energia anno 1		[kWh]		-	-	-
Decadimento annuo		[%]		0%		0%
Decadimento Cumulato		[%]		100%		100%
Produzione Energia Elettrica		[kWh]		-	-	-
Energia elettrica Autoconsumata		[kWh]		-	-	-
Energia elettrica immessa in rete		[kWh]		-	-	-
Coefficiente inflattivo		[%]		100%		100%
Costo energia elettrica		[€/kWh]		-	-	-
Valorizzazione energia autoconsumata		[€]		- €	- €	- €
Valorizzazione energia immessa in rete		[€]		- €	- €	- €
Totale risparmio/guadagno		[€]		- €		- €
Coefficiente inflattivo		[%]		100%		100%
Costo Manutenzione anno 1		[€]		- €	- €	- €
Costo Manutenzione		[€]		- €	- €	- €
Costo Assicurazione anno 1		[€]		- €	- €	- €
Costo Assicurazione		[€]		- €	- €	- €
Altri costi anno 1		[€]		- €	- €	- €
Altri costi		[€]		- €	- €	- €
Totale Costi		[€]		- €		- €
EBITDA/MOL		[€]		- €		- €
Ammortamento	aliquota ammortamento					
	0%	[€]				
Interessi sul debito		[€]				
EBT		[€]		- €		- €

Contenuti del prospetto sintetico

4. Calcolo performance finanziarie: tassazione

Individuato l'EBT (utile ante imposte) è necessario applicare le imposte, ed in particolare per le imprese IRES ed IRAP.

L'IRES è l'imposta sul reddito delle società (Srl, SRLS, SPA, enti, etc) per il 2020 è pari al 24%.

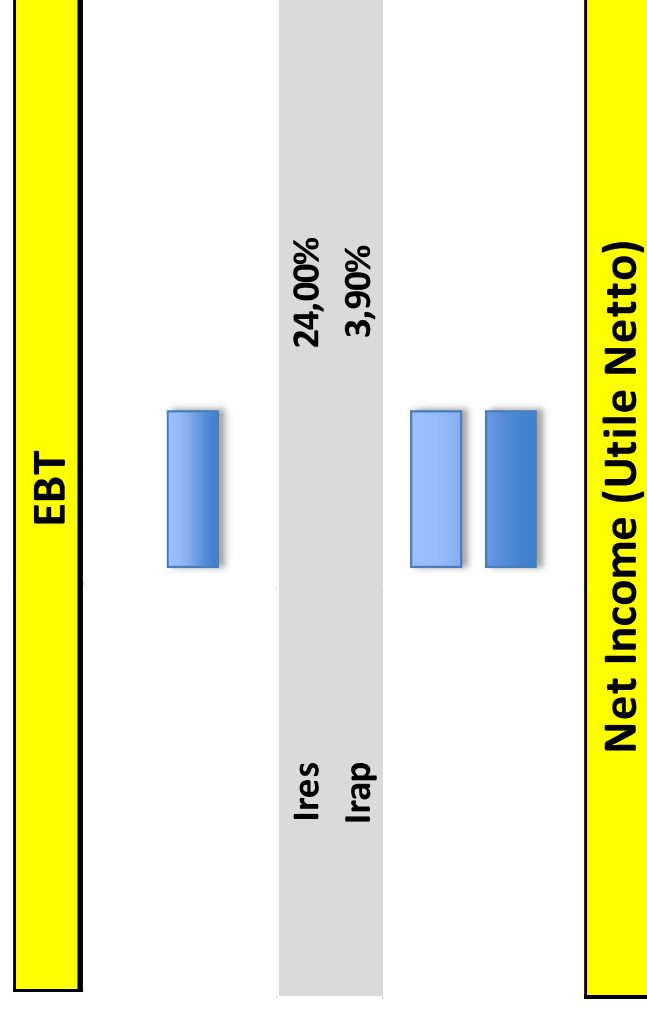
L'IRAP è l'imposta Regionale sulle attività produttive, l'aliquota base è definita dallo stato su base nazionale e per il 2020 è pari al 4,82%, le regioni però con apposita delibera hanno la facoltà di gestire autonomamente l'aliquota apportando aumenti o diminuzioni...

Ad esempio Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna e Veneto hanno ridotto tale aliquota al 3,90 %

Contenuti del prospetto sintetico

4. Calcolo performance finanziarie: Utile netto

Individuato l'EBT (utile ante imposte) e applicando le imposte con le corrette percentuali (IRAP varia da regione a regione) è possibile determinare l'Utile Netto (Net Income)



In questo esempio applichiamo l'Irap del 3,90% riscontrabile in (Emilia Romagna, Lombardia, Veneto e Piemonte)

Contenuti del prospetto sintetico

5. Flussi di cassa

Con l'utile netto si è calcolato il guadagno o profitto totale di esercizio, tale valore sarà quello che verrà riportato nel bilancio aziendale e nel conto economico.

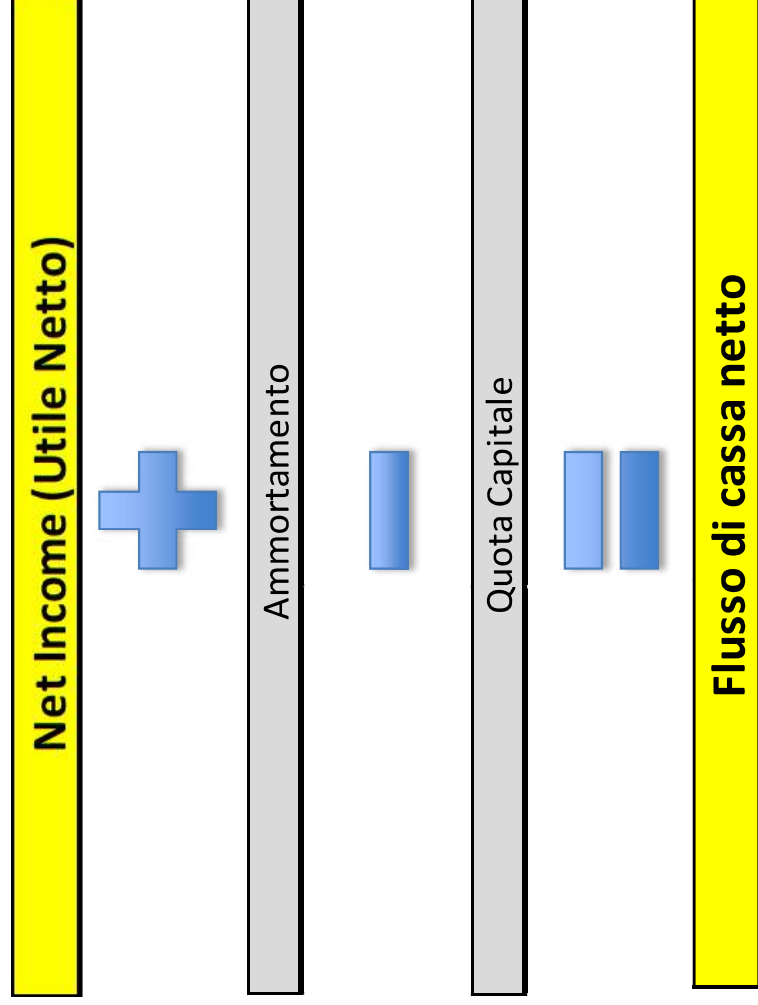
L'utile netto però non corrisponde al flusso di cassa entrante o uscente dall'azienda, questo perché contiene alcuni elementi prettamente contabili e che non corrispondono a reali uscite/entrate di denaro. Nel nostro caso infatti questo elemento prettamente contabile è l'Ammortamento.

Per contro non tiene conto non tiene conto di uscite monetarie come la quota capitale di un prestito.

Contenuti del prospetto sintetico

5. Flussi di cassa: Flusso di cassa netto

Per la determinazione dei **reali flussi di cassa netti annuali** è quindi necessario sommare all'utile netto l'ammortamento (che non prevede uscite di denaro) e sottrarre la quota capitale della eventuale rata di un finanziamento.



Contenuti del prospetto sintetico

5. Flussi di cassa: Flusso di cassa cumulado semplice ed attualizzato

Il flusso di cassa cumulado semplice a questo punto non sarà altro che la somma dei flussi di cassa netti di ciascun anno di esercizio preso in considerazione.

Mentre il flusso di cassa cumulado attualizzato avrà al suo interno la formula di attualizzazione già vista precedentemente:

$$FC_{attualizzato_t} = \frac{FC_{semplice_t}}{(1 + \text{tasso attualizzazione})^t}$$



Contenuti del prospetto sintetico

6. Indici di valutazione: ROI; ROE; DSCR

Una volta impostati in maniera corretta i flussi di cassa e tutti gli elementi che incidono su di essi è possibile andare cominciare ad analizzare gli indici di riferimento per una corretta valutazione dell'investimento.

I primi indici da analizzare in ordine cronologico sono: ROI, ROE e DSCR. Infatti questi indici vanno determinati per ciascun anno contabile a cui è riferito il progetto e danno informazioni sulla redditività di gestione, sulla redditività del capitale proprio investito e sulla bancabilità dell'investimento.

Danno cioè informazioni sulla opportunità e fattibilità di finanziamento a debito!

Contenuti del prospetto sintetico

6. Indici di valutazione: ROI; ROE; DSCR

Nel nostro prospetto economico quindi basterà impostare per ciascun anno di esercizio le seguenti formule:

$$ROI = \frac{EBITDA}{Investimento}$$

$$ROE = \frac{Utile\ netto}{Equity}$$

$$DSCR = \frac{(EBITDA - Imposte)}{Rata}$$

Anni	0	1	2
	2020	2021	2022

ROI	[%]	-	-	-
-----	-----	---	---	---

ROE	[%]	-	-	-
-----	-----	---	---	---

DSCR	-	-	-	-
------	---	---	---	---

Contenuti del prospetto sintetico

6. Indici di valutazione: ROI e ROE medi, DSCR minimo e ADSCR

Conoscendo i valori di ROI, ROE e DSCR è possibile calcolare immediatamente i valori medi e nel caso del DSCR anche minimo

$$ROI_{medio} = \frac{\sum_{t=1}^{vita\ progetto} ROI}{vita\ progetto}$$

$$ROE_{medio} = \frac{\sum_{t=1}^{vita\ progetto} ROE}{vita\ progetto}$$

$$DSCR_{minimo} = \min(DSCR)$$

$$ADSCR = \frac{\sum_{t=1}^{durata\ finanziamento} DSCR}{durata\ finanziamento}$$

ROI MEDIO			[%]
-----------	--	--	-----

ROE MEDIO			[%]
-----------	--	--	-----

DSCR MINIMO			[%]
-------------	--	--	-----

ADSCR (DSCR MEDIO)			[%]
--------------------	--	--	-----

Contenuti del prospetto sintetico

6. Indici di valutazione: ROI e ROE medi, DSCR minimo e ADSCR

Come valutare i risultati ottenuti?

- Il **ROI medio** dovrebbe essere **maggiore del tasso medio di interesse sul debito** (leva finanziaria positiva), questo vuol dire che i capitali prestatati aumentano i profitti;
- Il **ROE medio** dovrebbe essere **maggiore del rendimento di investimenti alternativi sicuri** (es BOT, CCT, etc..);
- Il **DSCR minimo** dovrebbe essere **maggiore di 1,1** in quanto garantisce la banca sulla «pagabilità» della rata del mutuo per tutti gli anni di sottoscrizione;
- Il **DSCR medio** dovrebbe essere **maggiore di 1,5**, questo garantisce la banca da eventuali scostamenti della redditività dell'investimento.

Contenuti del prospetto sintetico

6. Indici di valutazione: Tempo ritorno semplice, VAN, TIR ed IP

Valutata la bancabilità del progetto vanno valutati gli indici principali che permettono di fornire al decisore aziendale gli elementi principali per la valutazione sulla bontà del progetto.

Tra questi non possono mancare:

- Il tempo di ritorno semplice;
- Il **VAN (valore attuale netto)**;
- Il TIR;
- L'IP (indice di profitto)

Contenuti del prospetto sintetico

6. Indici di valutazione: Tempo ritorno semplice, VAN, TIR ed IP

Le formule da impostare sul prospetto economico sono:

$$\text{Tempo ritorno semplice} = \frac{I_0}{FC_{\text{medio}}}$$

Dove il FC_{medio} è calcolato al netto della quota capitale

VAN = In questo caso è sufficiente prendere il valore riportato all'anno n -esimo nella riga del flusso di cassa attualizzato

$$IP = \frac{VAN}{\text{Investimento } (I_0)}$$

*TIR = in questo caso è sufficiente utilizzare la funzione **Tircost** applicandola ai flussi di cassa semplici*

TEMPO DI RITORNO SEMPLICE		
	[anni]	

VAN		
	[€]	

INDICE DI PROFITTO (VAN/I)		
	-	

TIR		
	[%]	

Contenuti del prospetto sintetico

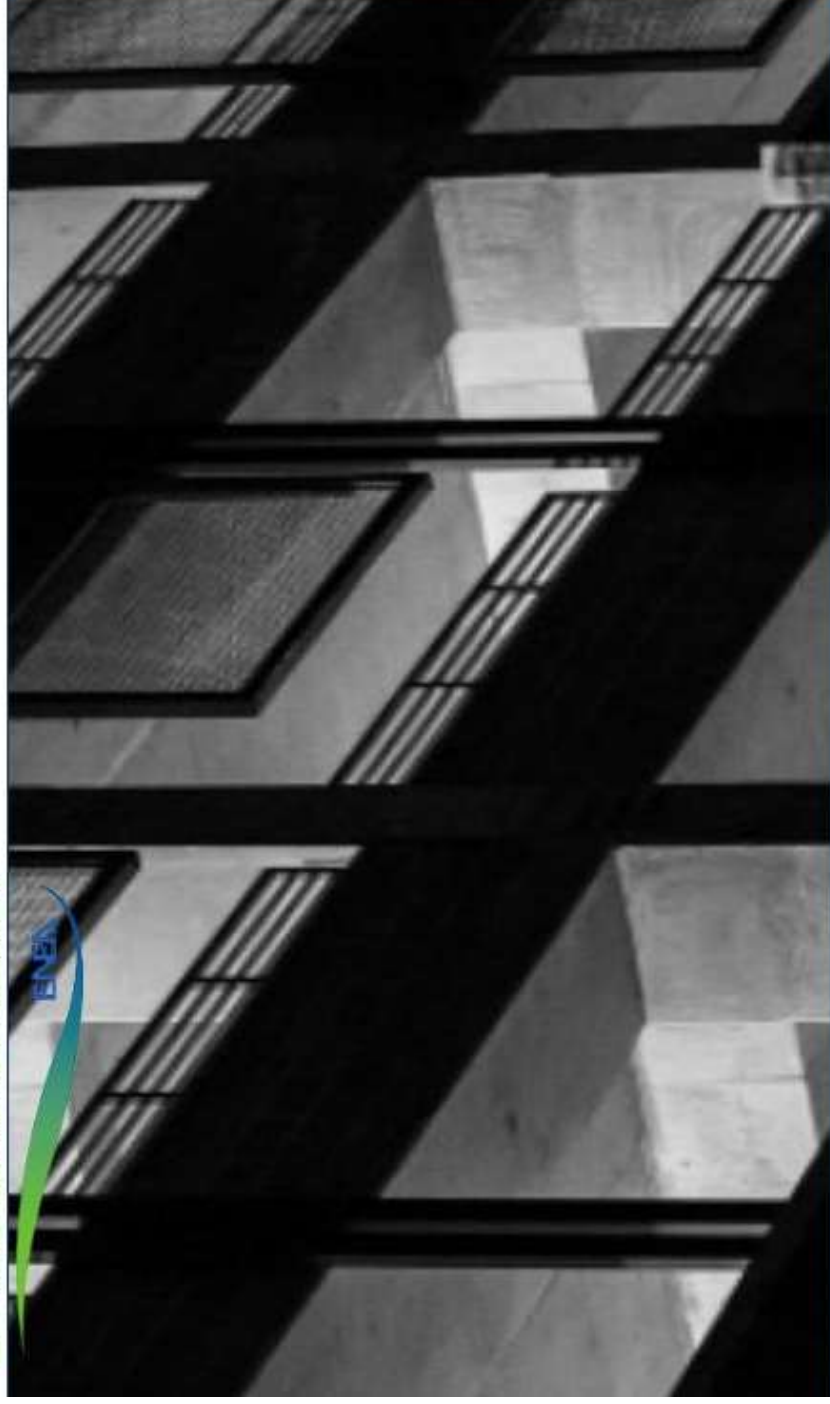
6. Indici di valutazione: Tempo ritorno semplice, VAN, TIR ed IP

Come valutare i risultati ottenuti?

- Il **Tempo di ritorno semplice**: questo valore, ovviamente, più è basso e più garantisce l'azienda e l'eventuale investitore. Dipende molto dal contesto aziendale, in ambito industriale ad esempio sono consigliati tempi inferiori ai 3;
- Il **VAN** da indicazioni sul valore assoluto del profitto che porta un investimento e quindi è legato necessariamente a questo, **deve essere maggiore di zero**;
- Il **TIR** esprime il rendimento effettivo di un progetto **dovrebbe essere maggiore del WACC**, permette di confrontare diversi progetti;
- L'**IP** è un indice importante nel confronto tra progetti che hanno una vita tecnica uguale

IL TOOL ENEA PER L'ANALISI ECONOMICA

AGENZIA NAZIONALE
EFFICIENZA ENERGETICA



Accesso all'area riservata

Username: codice fiscale

Username

Password

Password

☒ Impresa ☐ Pubblica amministrazione

☐ Incaricato

Password dimenticata?

ACCEDI

REGISTRATI

[illegible]

Data proposta intervento	Nome intervento	Soluzione impiantistica	Sito
07/11/2023	frigorifero ad assorbimento	Sostituzione componente	pippo
02/11/2023	prova Pressa	Modifiche impiantistiche	fab1
16/10/2023	Aria compressa	Nuova soluzione	pippo
28/11/2022	oggi	Nuova soluzione	fab1
28/11/2022	illuminazione	Nuova soluzione	fab1
28/11/2022	illuminazione	Nuova soluzione	fab1
28/11/2022	illuminazione	Nuova soluzione	fab1
28/11/2022	illuminazione	Nuova soluzione	fab1

ato.

IL TOOL ENEA PER L'ANALISI ECONOMICA

ENEA

Gestione siti ▾ Clusterizzazione Energy management Interventi ▾

FABRIZIO MARTINI
MOTTRZ0200OH00OL

Indietro

Successivamente dovranno essere inserite le informazioni relative sia ai risparmi energetici che ad eventuali altri costi/ricavi che si verrebbero a generare a seguito della realizzazione dell'intervento.

[illegible]

IL TOOL ENEA PER L'ANALISI ECONOMICA



Gestione siti ▾ Clusterizzazione Energy management Interventi ▾



FABRIZIO MARTINI
WITH PIZZOLI COSAL

📄 BUSINESS PLAN

🔍 Altre funzionalità ▾

📄 Download ▾

🏠 Indietro

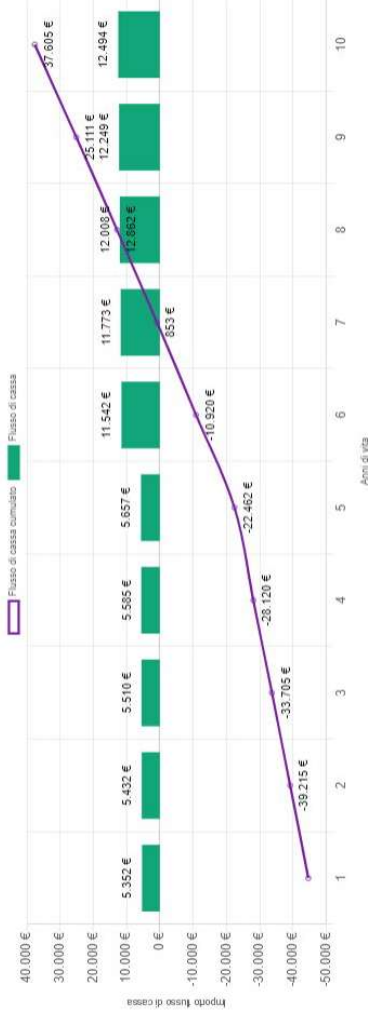
Informazioni Principali BP

Anno	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Risparmi energetici		€ 14.000,0	€ 14.380,0	€ 14.666,6	€ 14.666,6	€ 15.154,0	€ 15.457,1	€ 15.766,2	€ 16.081,6	€ 16.403,2	€ 16.731,3
Altri costi ricavi		€ 500,0	€ 510,0	€ 520,2	€ 530,6	€ 541,2	€ 552,0	€ 563,0	€ 574,3	€ 585,8	€ 597,5
Incentivi											
MOL - EBITDA		€ 14.500,0	€ 14.790,0	€ 15.085,8	€ 15.387,5	€ 15.695,2	€ 16.009,1	€ 16.329,3	€ 16.655,9	€ 16.989,0	€ 17.328,8
Ammortamento		€ 20.000,0	€ 20.000,0	€ 20.000,0	€ 20.000,0	€ 20.000,0					
Quota interessi		€ 2.264,9	€ 1.833,1	€ 1.347,5	€ 837,2	€ 300,7					
EBIT		€ 7.794,9	€ 7.043,1	€ 6.261,7	€ 5.449,7	€ 4.605,5	€ 16.009,1	€ 16.329,3	€ 16.655,9	€ 16.989,0	€ 17.328,8
Tassazione							€ 4.466,5	€ 4.555,8	€ 4.647,0	€ 4.739,9	€ 4.834,7
UTILE NETTO		€ 5.620,1	€ 5.078,0	€ 4.514,7	€ 3.929,2	€ 3.320,5	€ 11.542,6	€ 11.773,4	€ 12.008,9	€ 12.249,1	€ 12.494,1
Quota capitale		€ 9.027,7	€ 9.488,6	€ 9.975,1	€ 10.485,5	€ 11.021,9					
FLUSSO CASSA SEMPLICE		€ 50.000,0	€ 5.352,0	€ 5.432,2	€ 5.510,1	€ 5.585,2	€ 11.542,6	€ 11.773,4	€ 12.008,9	€ 12.249,1	€ 12.494,1
FLUSSO CASSA CUMULATO		€ -50.000,0	€ -44.647,9	€ -39.215,6	€ -33.705,5	€ -28.120,3	€ -10.920,2	€ 853,2	€ 12.862,1	€ 25.111,2	€ 37.605,3
FLUSSO CASSA ATTUALIZZATO		€ -50.000,0	€ 5.001,9	€ 4.744,7	€ 4.497,8	€ 4.260,9	€ 4.033,7	€ 7.691,3	€ 6.989,3	€ 6.662,7	€ 6.351,3
FLUSSO CASSA CUMULATO ATTUALIZZATO		€ -50.000,0	€ -44.998,0	€ -40.253,3	€ -35.755,4	€ -31.494,4	€ -27.460,7	€ -19.769,4	€ -12.437,5	€ 1.214,5	€ 7.565,8
ROI		14,5%	14,7%	15,0%	15,3%	15,7%	16,0%	16,3%	16,6%	16,9%	17,3%
ROE		-5,6%	-5,0%	-4,5%	-3,9%	-3,3%	11,5%	11,7%	12,0%	12,2%	12,4%
DSCR		128,0%	130,6%	133,2%	135,9%	138,6%	%	%	%	%	%

Risultati sintetici

Indice	
IP	0,08
VAN	€ 7.565,86
TIR	9,61%
Tempo di ritorno semplice	11,41 anni
ROI Medio	15,88%
ROE Medio	3,76%
ADSCR	133,29

Flusso di cassa



Analisi di sensibilità (what if analysis)

L'analisi di sensibilità risponde alla tipica domanda «ma cosa accadrebbe se...?» (what if analysis)

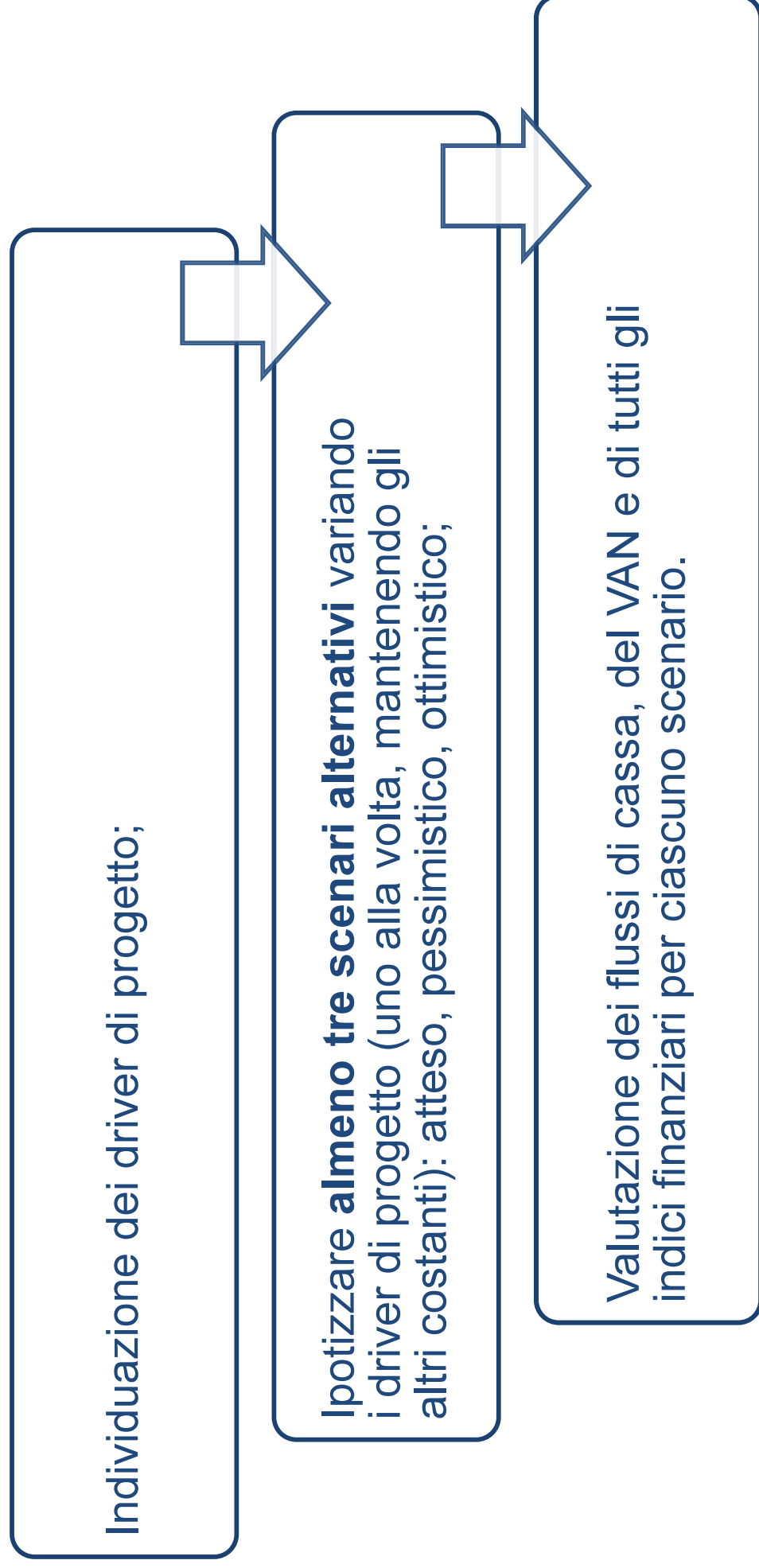
Attraverso l'analisi di sensibilità si possono quantificare gli effetti sui Flussi di Cassa delle variazioni delle variabili critiche (o driver) di progetto (es. il prezzo dell'energia).

Fornisce importanti indicazioni in merito alla **rischiosità** di un progetto:

- una bassa sensibilità del flusso di cassa alle variazioni di uno o più driver indica rischi ridotti;
- se il VAN varia poco al variare del valore dei driver, l'investimento da maggiori garanzie di resilienza (bassa sensibilità ai fattori esterni).

Analisi di sensibilità (what if analysis)

Metodologia di applicazione



Analisi di sensibilità (what if analysis)

Esempio di driver di progetto:

- Prezzi acquisto e/o vendita dell'energia (elettricità e gas);
- Livello di produzione/consumo;
- Costi manutenzione;
- Costi extra O&M;
- Costi di gestione;
- Investimento iniziale;
- Rendimento ex post;
- Vita del progetto;
- Etc...

Analisi di sensibilità (what if analysis)

Esempio di rappresentazione

Ad esempio nella valutazione di redditività di un impianto di cogenerazione hanno un peso determinante i costi di energia elettrica e del gas naturale

Risparmio Cliente[k€]	Prezzo energia elettrica [€/MWh]									
	100	105	110	115	120	125	130	135	140	
0,4						20	56	93	129	
0,38					12	49	85	121	158	
0,36				5	41	77	114	150	186	
0,34				34	70	106	142	179	215	
0,32			26	62	99	135	171	208	244	
0,3		17	50	84	117	151	185	218	252	
0,28	10	43	77	110	120	178	211	245		
0,26	36	70	103	137	171	204	238			
0,24	63	96	130	163	197	231				
0,22	89	123	157	190	224					
0,2	116	149	183	217						

Analisi di sensibilità

Metodo Montecarlo

Ma come posso comportarmi se i parametri da valutare per l'analisi di sensibilità sono tanti?

- Posso utilizzare un metodo numerico basato su procedimenti probabilistici, chiamato **Metodo Montecarlo**. È usato in statistica per la risoluzione di problemi di varia natura, che presentano difficoltà analitiche non altrimenti o difficilmente superabili.

Quali sono le condizioni necessarie alla sua applicazione?

- La conoscenza della funzione matematica che definisce il parametro che intendo analizzare. Nel nostro caso sarà ad esempio il $VAN = f(x_1, x_2, \dots, x_i)$
- Il possibile campo di variabilità, realistica, dei parametri x_i

Analisi di sensibilità

Metodo Montecarlo

Definita matematicamente la funzione che intendo analizzare è necessario generare una serie di soluzioni, facendo variare in modo casuale tutte le variabili x_i che abbiamo individuato

- La variazione casuale delle variabili in gioco ci permette di individuare la probabilità che un determinato evento si realizzi. Nel nostro caso ci permette di definire la resilienza alle variazioni di determinati parametri del nostro investimento. Quindi per esempio ci permette di valutare quante probabilità ci sono che il VAN di un determinato investimento sia positivo.

Analisi di sensibilità

Metodo Montecarlo, esempio

Vogliamo cambiare macchina e valutare la differente opzione tra veicolo ibrido a benzina o veicolo diesel.

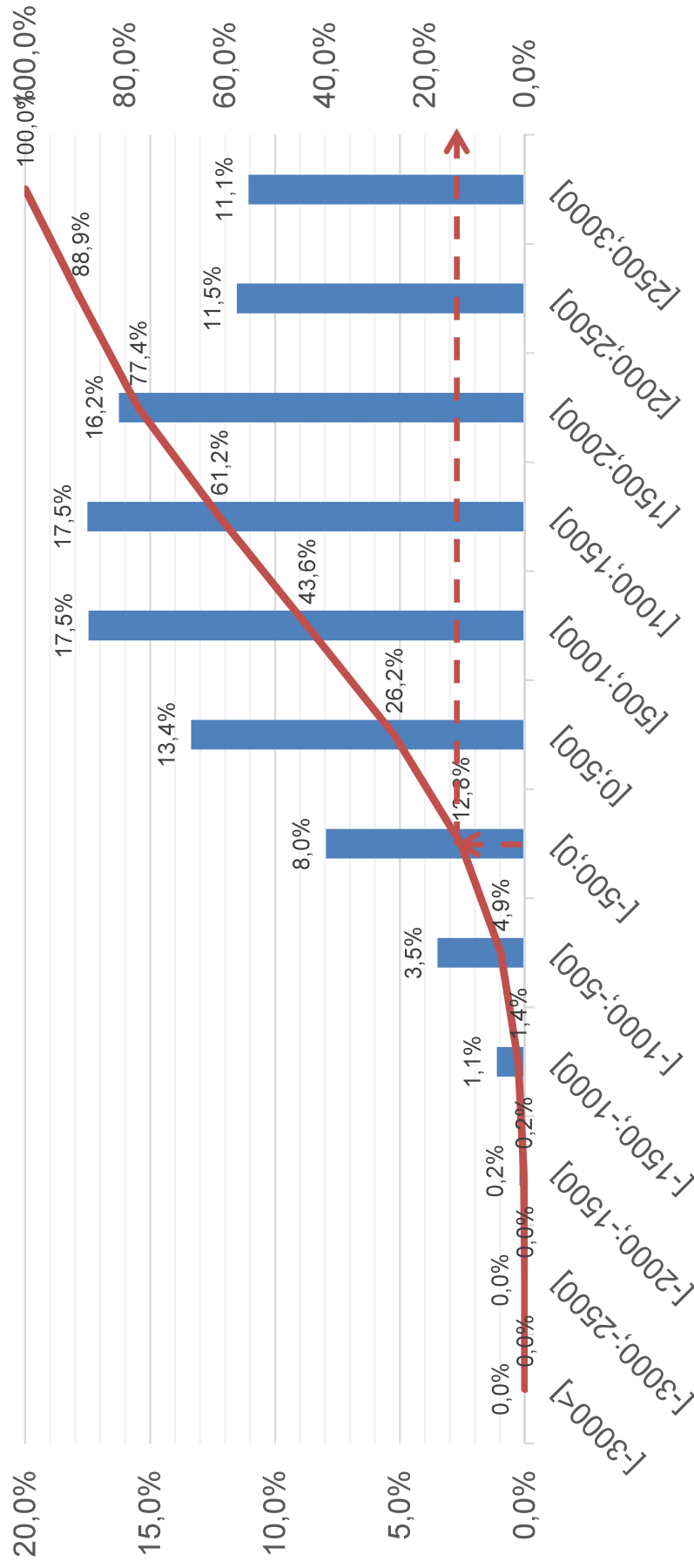
Individuiamo le nostre ipotesi:	Campo di variabilità
DeltaCosto acquisto = 0	0%
Consumo veicolo diesel = 17 km/l	15% [14,5 - 19,6]
Costo diesel = 1,5 €/l	10% [1,35 - 1,65]
Consumo veicolo ibrido = 18 km/l	10% [16,2 - 19,8]
Costo benzina = 1,6 €/l	10% [1,44 - 1,76]
Percorrenza annua = 18.000 km	10% [16.200 – 19.800]
Risparmio tasse bollo con veicolo ibrido = 250 €	

Tasso attualizzazione = 1%

Analisi di sensibilità

Metodo Montecarlo, esempio

$$VAN = \sum_{i=1}^5 \frac{((\text{cons.diesel})/(\text{c_diesel}) - (\text{cons.Hyb})/(\text{c_benz})) * km + \text{risp.tasse}}{(1+r)^i} - \text{DeltaI}$$

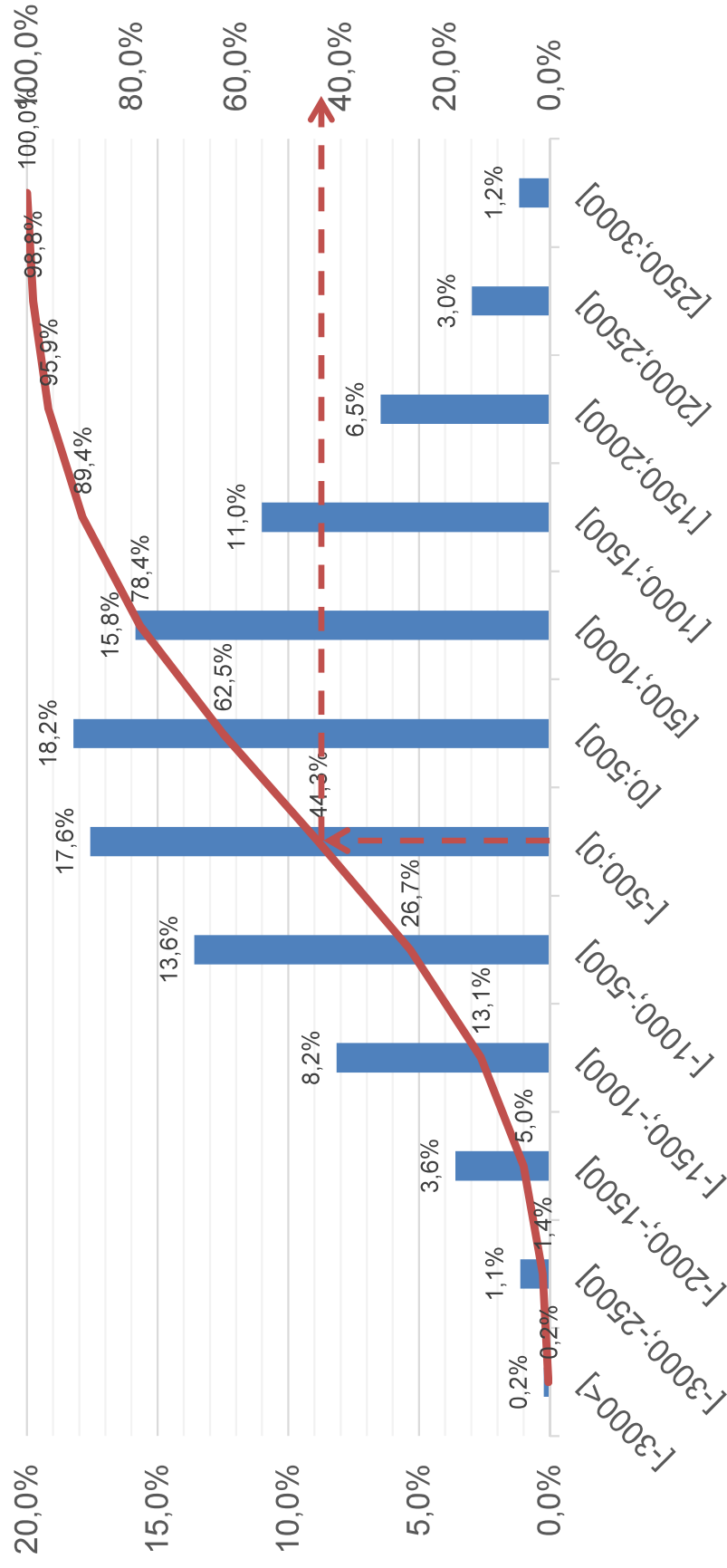


Analisi di sensibilità

Metodo Montecarlo, esempio

Se invece il delta costo tra i due veicoli fosse a sfavore del veicolo

ibrido di 1.000 €



IL TOOL ENEA PER L'ANALISI ECONOMICA

Il metodo Montecarlo è un ottimo sistema per svolgere un'analisi di sensibilità rispetto a una serie di variabili dell'intervento che intendo realizzare.

FABRIZIO MANTINI
MATERZODOOI HOOL

Gestione sitiClusterizzazioneEnergy managementInterventi

BUSINESS PLAN - METODO MONTECARLO

Aggiungi variabile

Variazione variabile Spese O&M entranti (valore 1000)

Elimina

Indietro

Qui è possibile selezionare tutte le variabili che si ritiene possano variare e fornire un range di variazione.

± 5%

Elimina

Variazione variabile Investimento complessivo (valore 100000)

± 5%

Elimina

Variazione variabile Costo di energia: Energia Elettrica (kWh) (valore 0.2)

± 20%

Elimina

Variazione variabile Consumo vettore EX-POST: Energia Elettrica (kWh) (valore 930000)

± 5%

Elimina

Procedi

IL TOOL ENEA PER L'ANALISI ECONOMICA

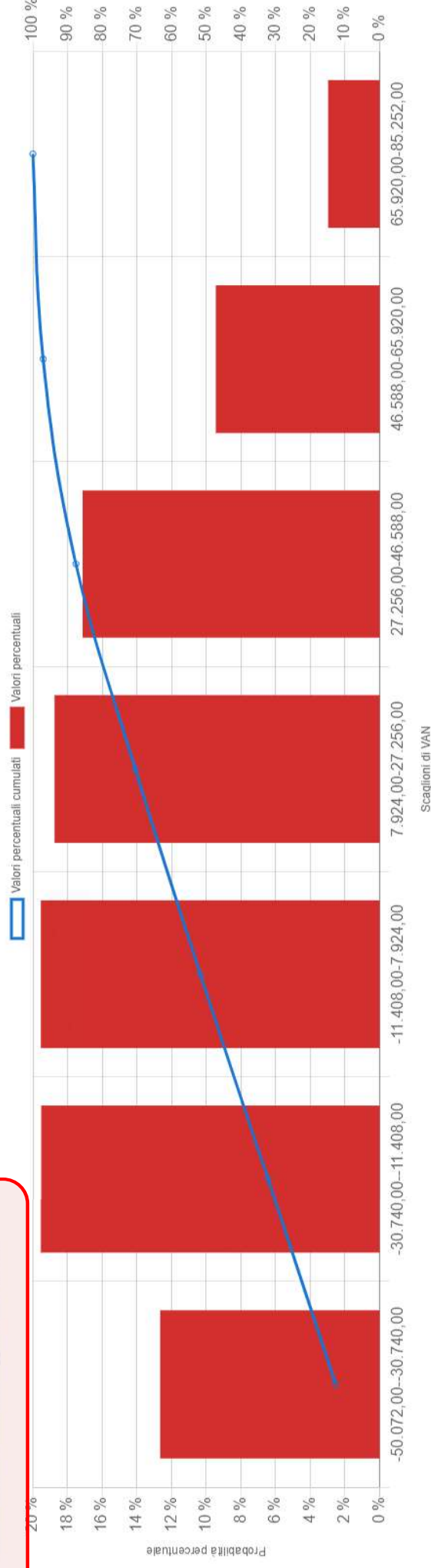
Analisi montecarlo

VAN Minimo: € -50.071,11

VAN Massimo: € 85.247,44

Probabilità che il VAN sia maggiore di 0: 56,38%

L'analisi restituisce sia il range di variazione possibile del VAN come conseguenza della variazione delle variabili in input che la probabilità che questo sia positivo.



ESEMPIO 1 – Sostituzione Gruppi Frigo

Sostituzione gruppi frigo*

L'intervento analizzato prevede la sostituzione degli impianti frigoriferi delle due celle a bassa temperatura e del tunnel di congelamento. L'intervento proposto prevede anche la sostituzione dei gas refrigeranti attualmente utilizzati negli impianti, HFC (R404A ed R507A), con anidride carbonica (CO₂) in regime trans critico.

Per l'intervento si ipotizza due circuiti frigoriferi indipendenti ed altrettante centrali frigorifere, ognuna a doppio livello di pressione/ temperatura di evaporazione, di conseguenza ogni centrale coprirà il 50% di fabbisogno frigorifero delle celle ed il 50% di quello del tunnel. Gli impianti funzionano in regime subcritico finché la temperatura dell'aria in ingresso alle batterie dei gas cooler non supererà i +25°C e in regime trans critico al di sopra di tale temperatura.

Investimento	900.000 €
Consumo ex-ante	1.890.000 kWh
Consumo ex-post	1.000.000 kWh
Vita tecnica	10 anni
Tasso attualizzazione	5%
Tasso ammortamento annuo	10%
TEE	29.000 €

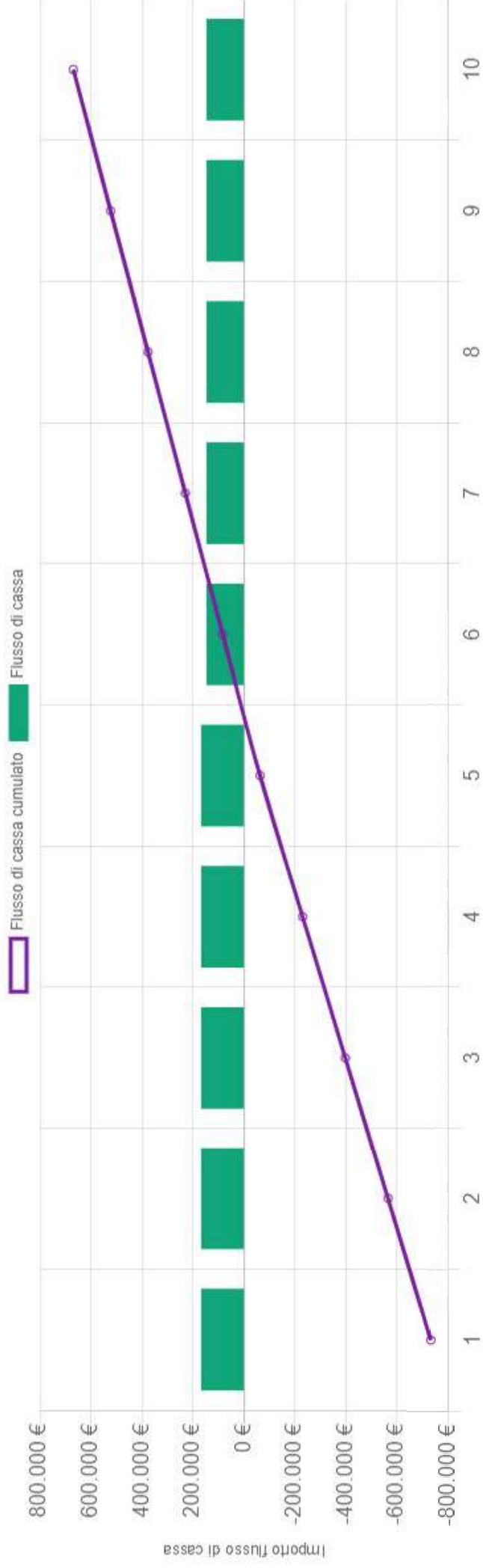
*NOTA BENE: L'esempio è preso da una diagnosi energetica presentata ai sensi del D.Lgs. 102/2014. I dati sono estrapolati e alterati rispetto a quelli dichiarati dall'azienda. Viene qui utilizzato a titolo prettamente di esempio per la realizzazione di un piano economico. ENEA non risponde in nessun modo sulla reale corrispondenza al vero dei dati riportati!

ESEMPIO 1 – Sostituzione Gruppi Frigo

Risultati sintetici

Indice	Con incentivo	Senza incentivo
IP	0,36	0,26
VAN	€ 320.905,25	€ 230.380,22
TIR	12,07%	9,98%
Tempo di ritorno semplice	5,74 anni	6,15 anni
ROI Medio	20,30%	18,69%
ROE Medio	7,43%	6,27%
ADSCR	-	0

Flusso di cassa - con l'uso di incentivi



ESEMPIO 1 – Sostituzione Gruppi Frigo

➕ Aggiungi variabile

Variazione variabile Costo di energia: Energia Elettrica (fornitura da rinnovabili) (kWh)
(valore **0.189**)

± 5

%

✕ Elimina

Variazione variabile Consumo vettore EX-POST: Energia Elettrica (fornitura da rinnovabili)
(kWh) (valore **10000000**)

± 20

%

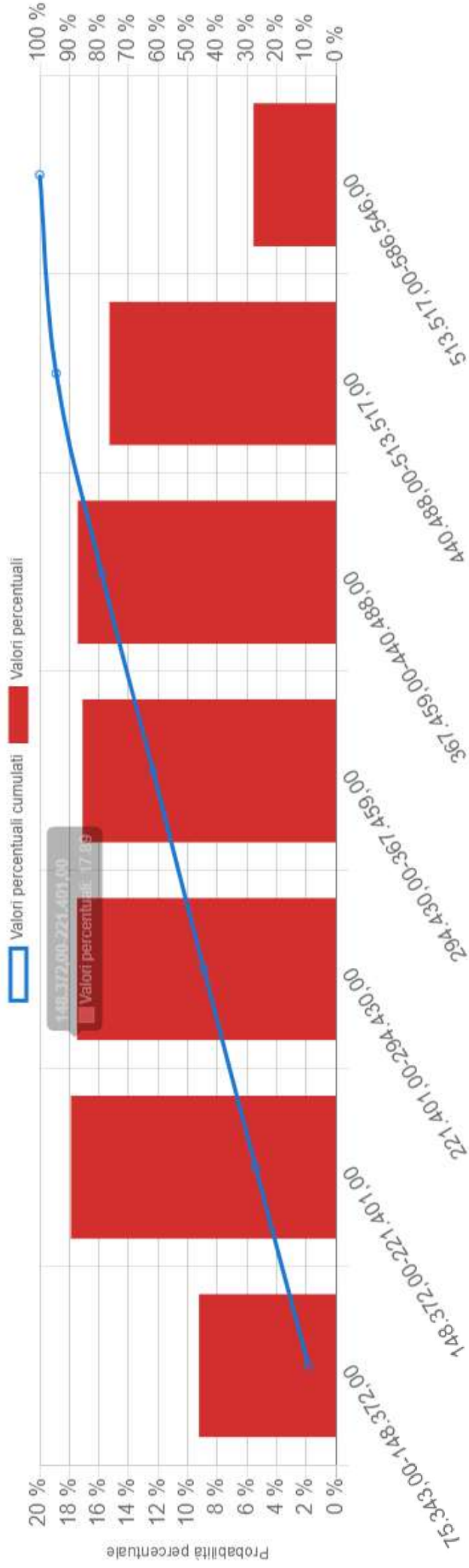
✕ Elimina

Analisi montecarlo

VAN Minimo: € 75.343,42

VAN Massimo: € 586.539,98

Probabilità che il VAN sia maggiore di 0: 100%



ESEMPIO 2 – Sostituzione generatore di Vapore

Sostituzione del generatore di vapore*

L'intervento proposto prevede la sostituzioni delle attuali caldaie per la produzione di vapore che anche a causa alla loro anzianità di esercizio presentano dei rendimenti bassi con equivalenti caldaie ad alta efficienza. Si stima un risparmio del combustibile nell'ordine del 4%.

Investimento	500.000 €
Consumo ex-ante	3.000.000 kWh
Consumo ex-post	2.880.000 kWh
Vita tecnica	10 anni
Tasso attualizzazione	5%
Tasso ammortamento annuo	12,5%
TEE	25.000 €

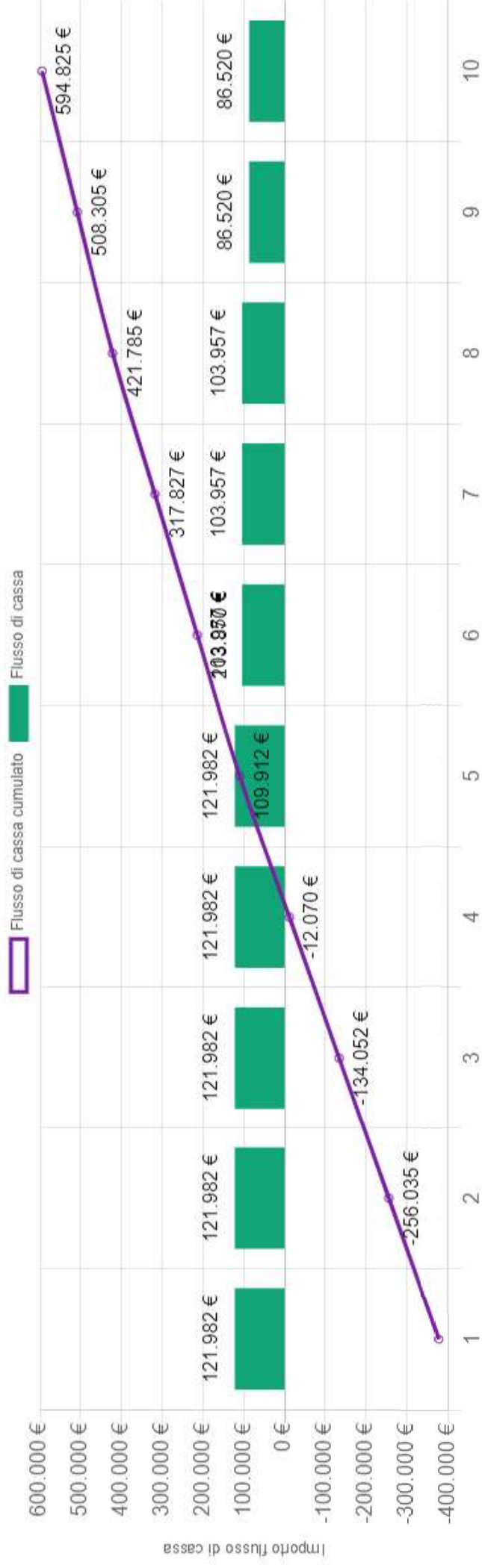
*NOTA BENE: L'esempio è preso da una diagnosi energetica presentata ai sensi del D.Lgs.102/2014. I dati sono estrapolati e alterati rispetto a quelli dichiarati dall'azienda. Viene qui utilizzato a titolo prettamente di esempio per la realizzazione di un piano economico. ENEA non risponde in nessun modo sulla reale corrispondenza al vero dei dati riportati!

ESEMPIO 2 – Sostituzione generatore di Vapore

Risultati sintetici

Indice	Con incentivo	Senza incentivo
IP	0,72	0,56
VAN	€ 358.825,60	€ 280.786,78
TIR	18,96%	15,66%
Tempo di ritorno semplice	4,57 anni	4,98 anni
ROI Medio	26,50%	24,00%
ROE Medio	11,90%	10,09%
ADSCR	-	0

Flusso di cassa - con l'uso di incentivi



ESEMPIO 2 – Sostituzione generatore di Vapore

➕ Aggiungi variabile

Variazione variabile Consumo vettore EX-POST: Gas Naturale (Nm3) (valore **28800000**)

± 1

%

✖ Elimina

Variazione variabile Costo di energia: Gas Naturale (Nm3) (valore **1**)

± 5

%

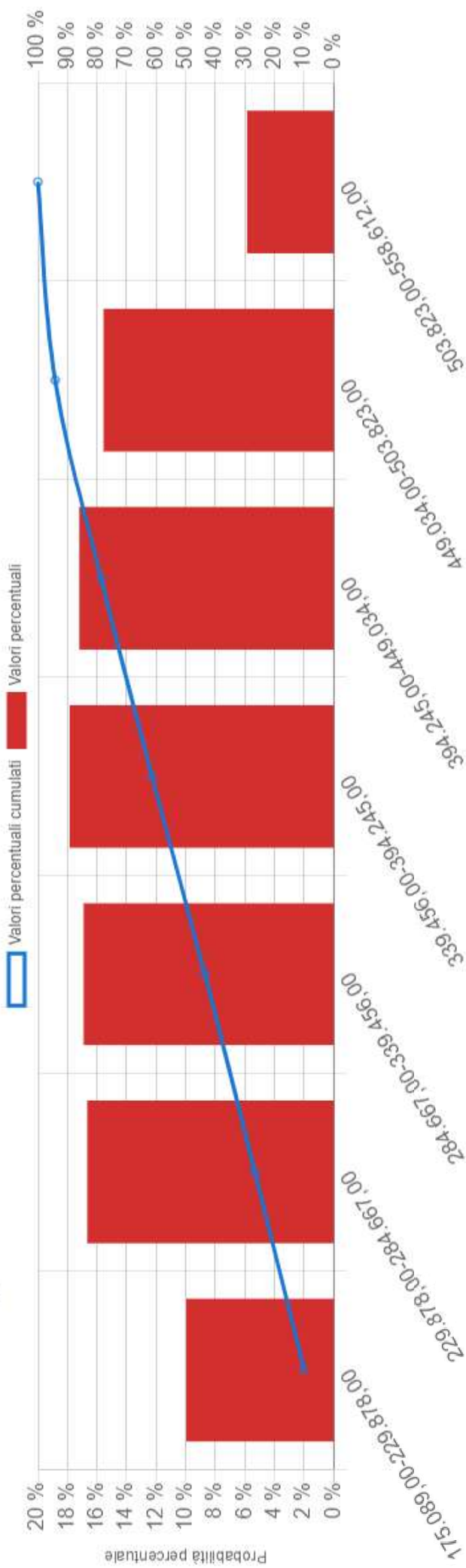
✖ Elimina

Analisi montecarlo

VAN Minimo: € 175.089,52

VAN Massimo: € 558.608,30

Probabilità che il VAN sia maggiore di 0: 100%



ESEMPIO 3 – Impianto Fotovoltaico

Impianto Fotovoltaico*

Visti i consumi medi dell'azienda è stata valutata la convenienza dell'installazione di un nuovo impianto fotovoltaico. E' stato considerato il tetto utile, l'energia utilizzata annualmente e le curve di carico relative al prelievo dalla rete elettrica. È stato quindi dimensionato un impianto di 190 kW di potenza di picco.

Dall'analisi dei consumi è emerso che la percentuale di energia prodotta e autoconsumata potrebbe essere del 75%.

Investimento	240.000 €
Produzione	210.000 kWh
Autoconsumo	160.000 kWh
Cessione	50.000 kWh
Vita tecnica	25 anni
Tasso attualizzazione	4%
Tasso ammortamento annuo	4%

*NOTA BENE: L'esempio è preso da una diagnosi energetica presentata ai sensi del D.Lgs.102/2014. I dati sono estrapolati e alterati rispetto a quelli dichiarati dall'azienda. Viene qui utilizzato a titolo prettamente di esempio per la realizzazione di un piano economico. ENEA non risponde in nessun modo sulla reale corrispondenza al vero dei dati riportati!

ESEMPIO 3 – Impianto FV

Risultati sintetici

Indice	
IP	0,91
VAN	€ 218.592,41
TIR	11,41%
Tempo di ritorno semplice	
ROI Medio	15,42%
ROE Medio	8,23%
ADSCR	-



ESEMPIO 3 – Impianto FV

Aggiungi variabile

Variazione variabile Consumo vettore EX-ANTE: Energia Elettrica (fornitura da rinnovabili) (kWh) (valore **210000**)

Elimina

Variazione variabile Quantità di energia ceduta: Energia Elettrica (fornitura da rinnovabili) (kWh) (valore **50000**)

Elimina

Variazione variabile Valorizzazione energia ceduta: Energia Elettrica (fornitura da rinnovabili) (kWh) (valore **0.1**)

Elimina

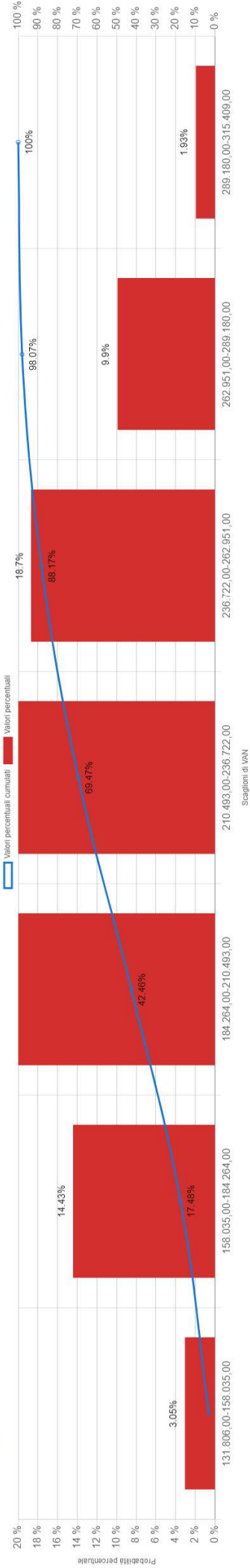
Variazione variabile Costo di energia: Energia Elettrica (fornitura da rinnovabili) (kWh) (valore **0.2**)

Elimina

Procedi

Analisi montecarlo

VAN Minimo: € 131.806,99
VAN Massimo: € 315.402,36
Probabilità che il VAN sia maggiore di 0: 100,00%



ESEMPIO 4 – Relamping

Impianto Relamping*

Nei reparti produttivi sono installati punti luce a fluorescenza: il sistema di illuminazione risulta attivo per 3.954 ore annue e il livello di illuminamento risulta sufficiente alle esigenze del tipo di lavorazione svolta. La soluzione analizzata è la sostituzione dell'attuale sistema di illuminazione con nuove lampade LED in grado di mantenere l'illuminamento, con un risparmio stimato di circa il 60%

Investimento	10.000 €
Consumo ex-ante	40.000 kWh
Consumo ex-post	16.000 kWh
Vita tecnica	7 anni
Tasso attualizzazione	5%
Tasso ammortamento annuo	20%

*NOTA BENE: L'esempio è preso da una diagnosi energetica presentata ai sensi del D.Lgs.102/2014. I dati sono estrapolati e alterati rispetto a quelli dichiarati dall'azienda. Viene qui utilizzato a titolo prettamente di esempio per la realizzazione di un piano economico. ENEA non risponde in nessun modo sulla reale corrispondenza al vero dei dati riportati!

ESEMPIO 4 – Relamping

Risultati sintetici

Indice	
IP	1,24
VAN	€ 12.441,33
TIR	34,60%
Tempo di ritorno semplice	
ROI Medio	2,59 anni
ROI Medio	48,00%
ROE Medio	24,31%
ADSCR	-

Flusso di cassa



ESEMPIO 4 – Relamping

🔗 BUSINESS PLAN - METODO MONTECARLO

🔍 Indietro

➕ Aggiungi variabile

Variazione variabile Consumo vettore EX-POST: Energia Elettrica (kWh) (valore **16000**)

± 5

%

✖ Elimina

Variazione variabile Costo di energia: Energia Elettrica (kWh) (valore **0.2**)

± 15

%

✖ Elimina

Variazione variabile Spese O&M cessanti (valore **500**)

± 5

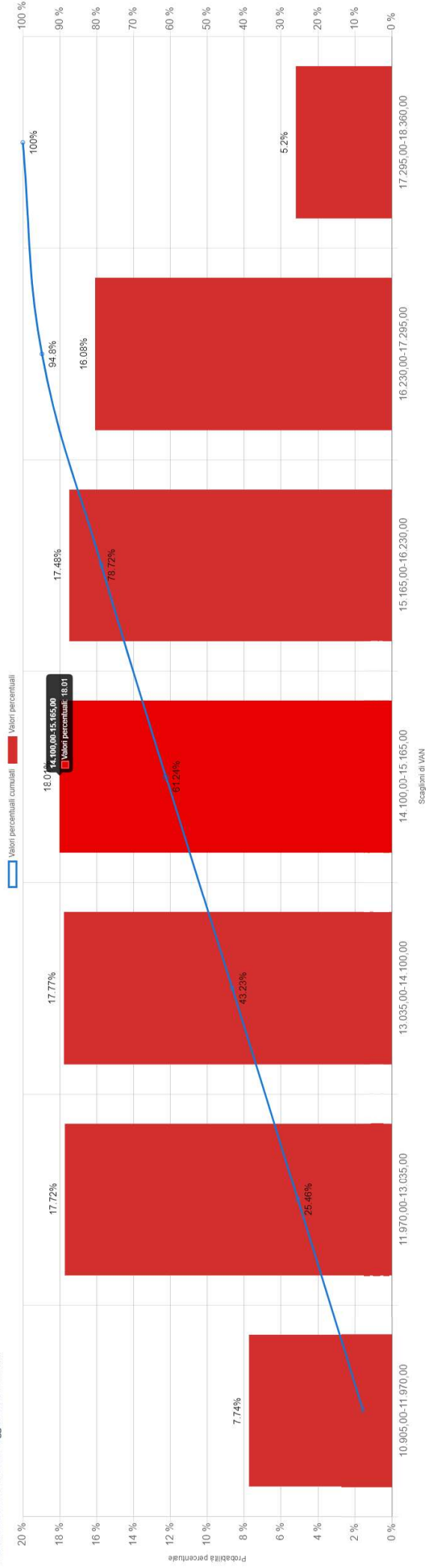
%

✖ Elimina

Procedi

Analisi montecarlo

VAN Minimo: € 10.905,30
VAN Massimo: € 18.358,03
Probabilità che il VAN sia maggiore di 0: 100,00%



ESEMPIO 5 – Sostituzione essiccatoio ad aria

Sostituzione Sostituzione essiccatoio ad aria*

Dalla diagnosi energetiche è emersa la necessità di sostituire un vecchio essiccatoio ad aria con uno di nuova generazione. Questo avrà una potenza complessiva installata circa il 25% della potenza installata ante intervento.

Investimento	150.000 €
Consumo ex-ante	450.000 kWh
Consumo ex-post	250.000 kWh
Costo energia elettrica	0,21 €/kWh
Costi Manutenzione	- 7.500 €/anno
Vita tecnica	10 anni
Tasso attualizzazione	5%
Tasso ammortamento annuo	20%
TEE	0 €

*NOTA BENE: L'esempio è preso da una diagnosi energetica presentata ai sensi del D.Lgs.102/2014. I dati sono estrapolati e alterati rispetto a quelli dichiarati dall'azienda. Viene qui utilizzato a titolo prettamente di esempio per la realizzazione di un piano economico. ENEA non risponde in nessun modo sulla reale corrispondenza al vero dei dati riportati!

ESEMPIO 5 – Sostituzione essiccatoio ad aria

Indice

IP	1,08
VAN	€ 161.822,58
TIR	24,98%
Tempo di ritorno semplice	3,76 anni
ROI Medio	33,00%
ROE Medio	16,58%

Flusso di cassa



ESEMPIO 5 – Sostituzione essiccatoio ad aria

➕ Aggiungi variabile

Variazione variabile Investimento complessivo (valore **1500000**)

± 5

%

Variazione variabile Costo di energia: Energia Elettrica (fornitura da rinnovabili)
(kWh) (valore **0.21**)

± 10

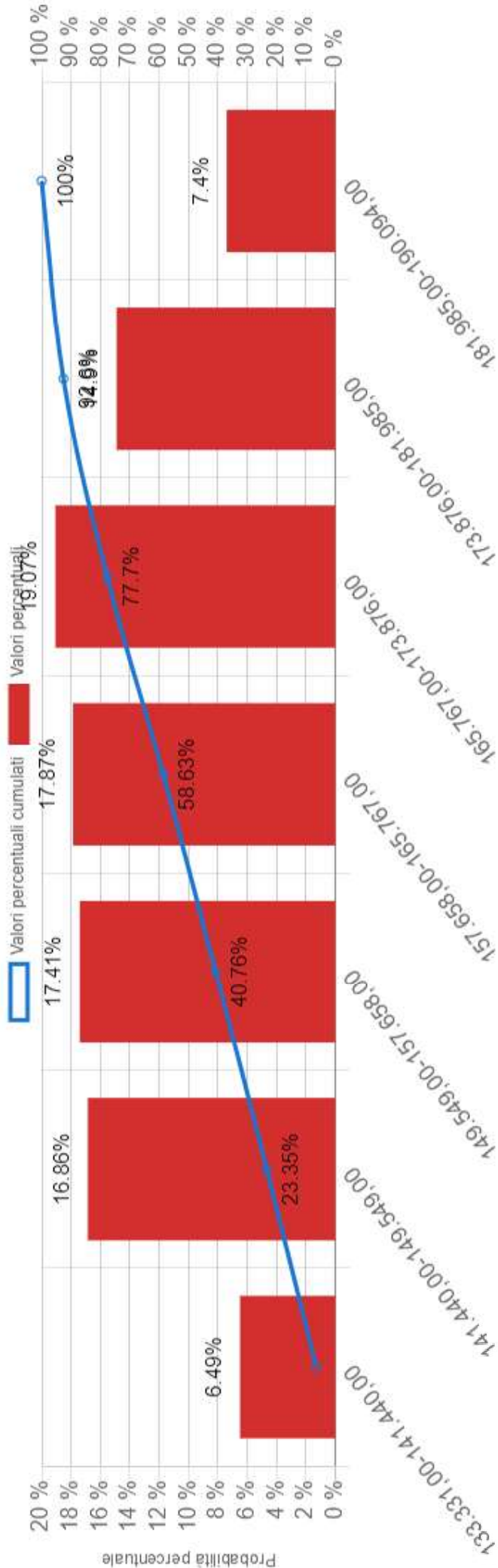
%

Analisi montecarlo

VAN Minimo: € 133.331,12

VAN Massimo: € 190.091,27

Probabilità che il VAN sia maggiore di 0: 100%



ESEMPIO 6 – Sostituzione Telai

Sostituzione del generatore di vapore*

Dalla diagnosi energetica è emersa la possibilità di sostituire 21 telai vecchi modello Thema con 14 telai del modello R9500 che hanno una velocità di produzione del 33% superiore a quello dei telai esistenti. La campagna di misura realizzata ha permesso di stimare un risparmio del 50% dell'energia elettrica a pari livello di produzione.

Quest'intervento non si giustifica con i soli risparmi energetici, permette ulteriori vantaggi: minore spazio usato nello stabilimento, riduzione dei costi di manutenzione, qualità del prodotto.

Investimento	1.200.000 €
Risparmio energetico	350.000 kWh
Costo energia	€
Costo manutenzione	-12.000 €/anno
Vita tecnica	10 anni
Tasso attualizzazione	5%
Tasso ammortamento annuo	20%
TEE	0

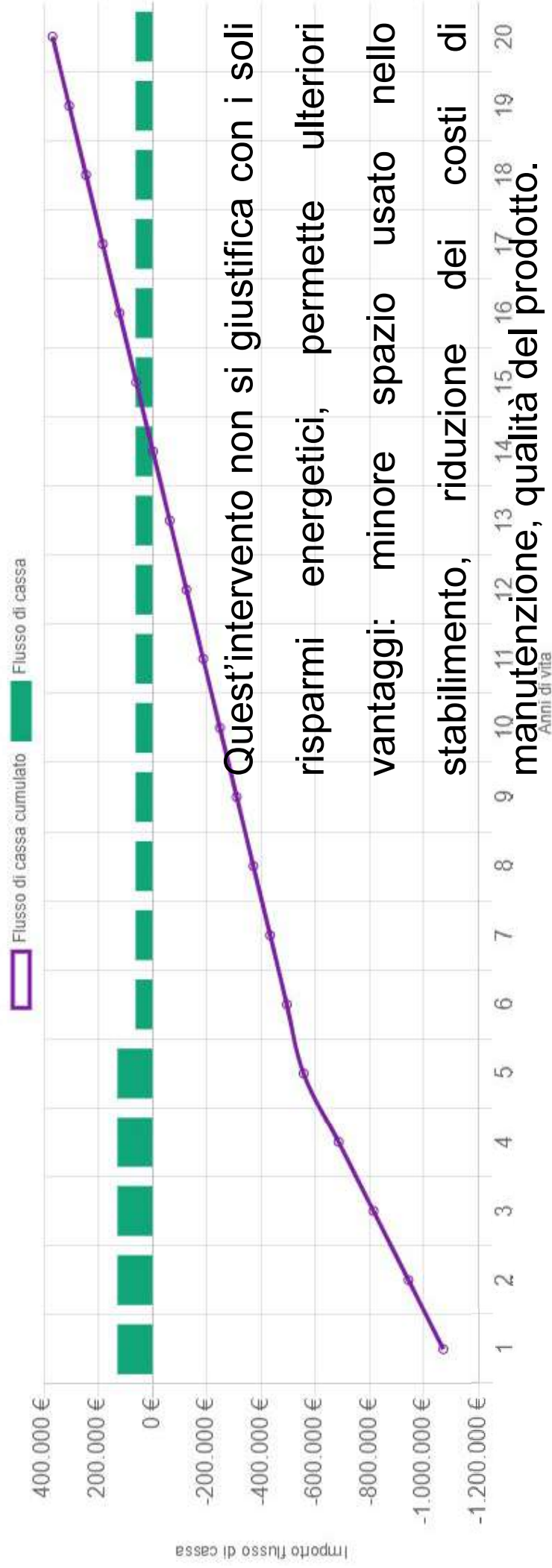
*NOTA BENE: L'esempio è preso da una diagnosi energetica presentata ai sensi del D.Lgs. 102/2014. I dati sono estrapolati e alterati rispetto a quelli dichiarati dall'azienda. Viene qui utilizzato a titolo prettamente di esempio per la realizzazione di un piano economico. ENEA non risponde in nessun modo sulla reale corrispondenza al vero dei dati riportati!

ESEMPIO 6 – Sostituzione Telaio

Risultati sintetici

Indice	
IP	-0,12
VAN	€ -141.859,05
IR	2,25%
Tempo di ritorno semplice	15,31 anni
ROI Medio	7,13%

Flusso di cassa



Esempio: revamping impianto cogenerazione

5 - Conclusioni

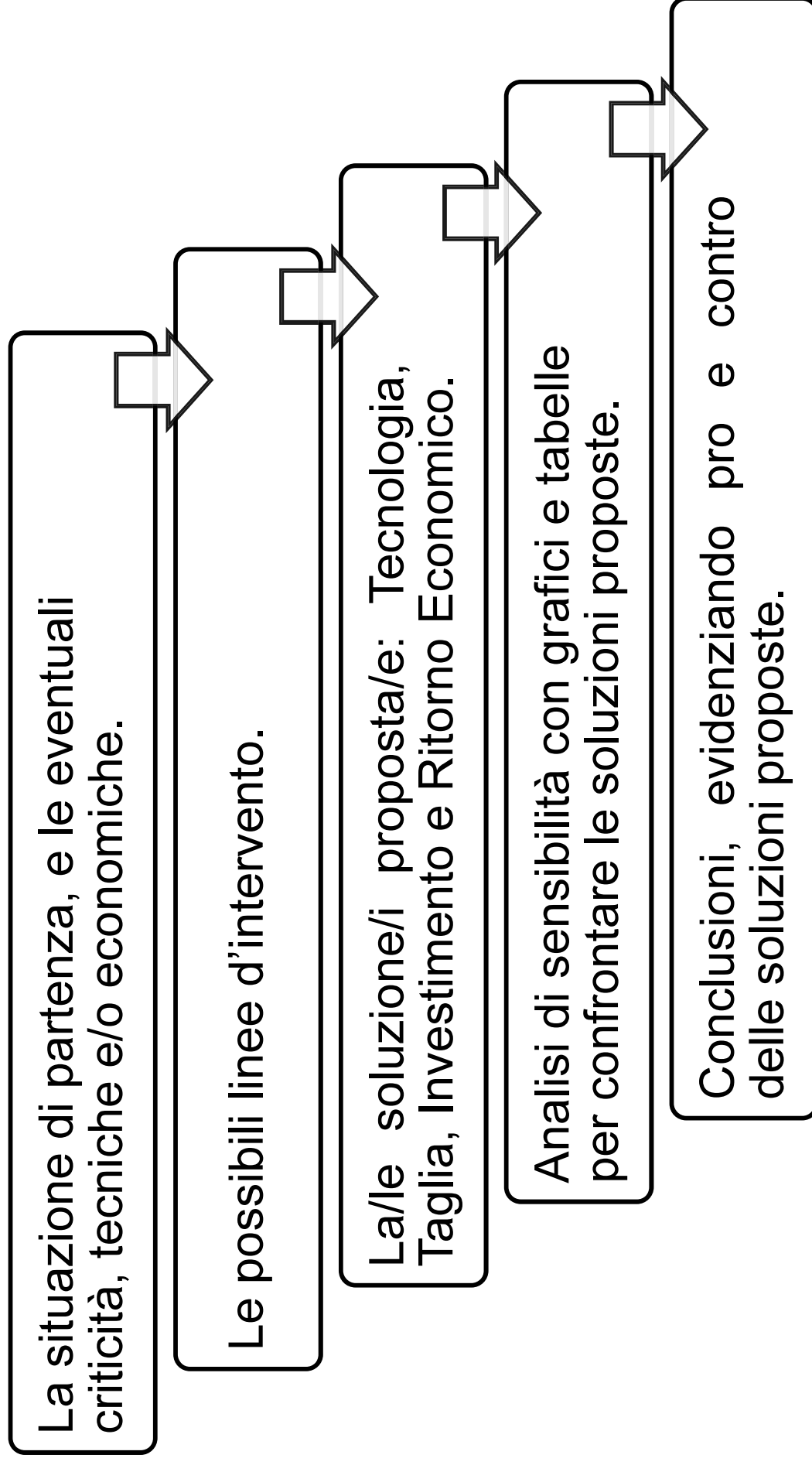
b) sostituzione dell'attuale turbina con la Mercury 50.

- + elevata efficienza elettrica (38%)
- + rispetto CAR
- + riduzione costi (payback positivo)
- nuova installazione ⁽²⁾
- investimento più elevato
- sensibilità ai prezzi

⁽²⁾ Va verificata la possibilità di utilizzo dei fumi nel Generatore Vapore Recupero (GVR), e la compatibilità tecnica con il package dell'attuale sistema cogenerativo.

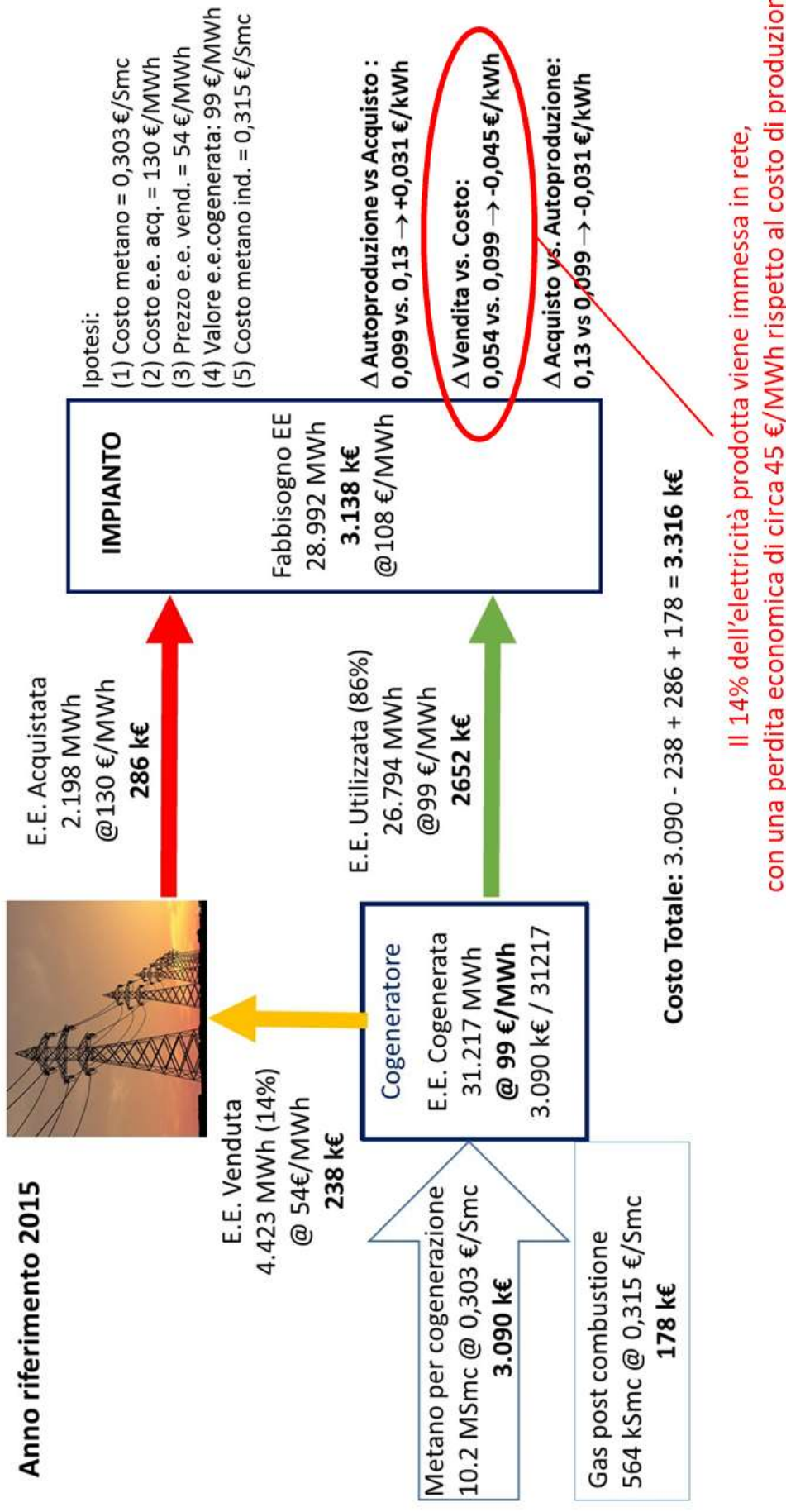
Presentazione dei risultati

Come si articola presentazione efficace?



Esempio: revamping impianto cogenerazione

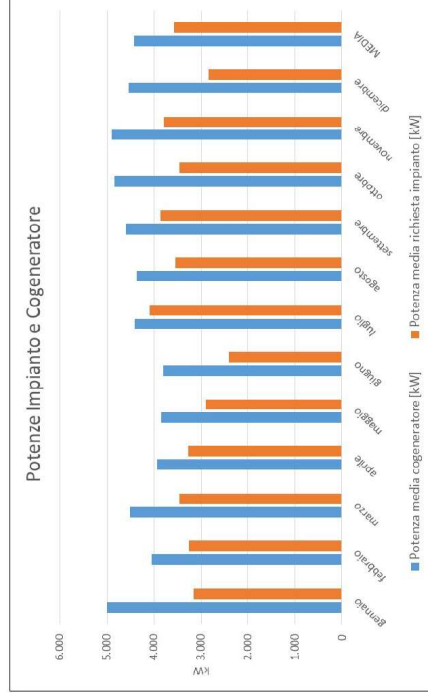
1 - Rappresentazione situazione attuale: tecnica ed economica



Esempio: revamping impianto cogenerazione

1 - Rappresentazione situazione attuale: criticità riscontrate

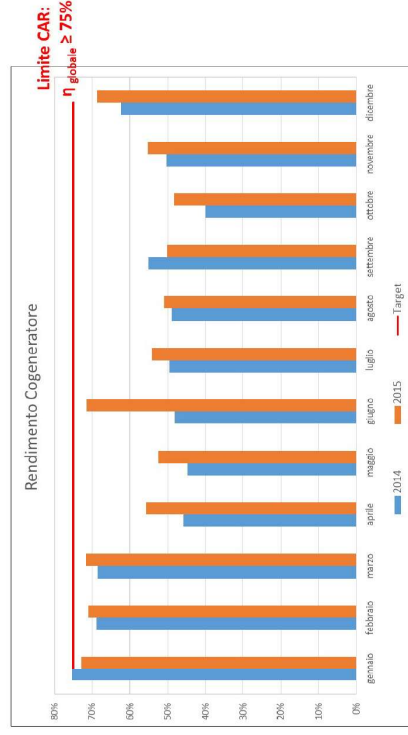
L'impianto, sovradimensionato, cede in Rete



Potenza Media Impianto ≈ 3.6 MW

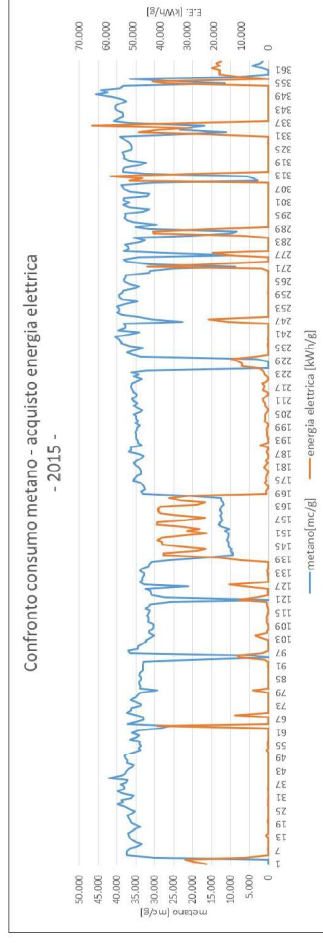
Potenza Media Cogeneratore ≈ 4.4 MW

L'impianto utilizza meno del 75% l'energia prodotta



...ma acquista EE, nelle ore di fermo impianto

Nel 2015 l'impianto ha funzionato per 7.051 ore (7.726 del 2014), con un fermo macchina di circa il 20% delle ore annue.



Un funzionamento normalizzato può prevedere circa 8.000 h di funzionamento, limitando le fermate entro il 5 - 8% delle ore totali annue, in modo da diminuire il più possibile l'import di e.e. e sfruttare appieno l'autoproduzione.

L'impianto non soddisfa i vincoli CAR: ne va ripensata la taglia!

Esempio: revamping impianto cogenerazione

2 – Possibili interventi

Per ripristinare la redditività dell'attuale impianto, e verificare la condizione di CAR, è necessario valutare i trade-off tra:

- Ridurre la potenza elettrica del cogeneratore ed il vapore prodotto (CAR) comportando però una possibile riduzione del rendimento dell'impianto, ed un sicuro incremento dell'energia elettrica importata.

E / O

- Aumentare il fabbisogno di vapore dell'impianto.

Esempio: revamping impianto cogenerazione

2 – Possibili interventi

La sostituzione dell'attuale turbina con una di minore taglia terrà quindi conto di:

- rendimento elettrico;
- valorizzazione dei flussi di cessione ed acquisti di EE;
- valutazione di quanto vapore debba essere assorbito in più, per soddisfare le condizioni di CAR (Δ_{CAR});

e, successivamente:

- sensibilità di queste alternative al variare dei prezzi di EE e Gas.

Esempio: revamping impianto cogenerazione

3 – Le soluzioni proposte: taglia e tecnologia

Per effettuare la comparazione delle possibili soluzioni, sono state assunte le seguenti ipotesi:

- Ore di funzionamento del cogeneratore normalizzate a circa 8.000.
- Assorbimento di vapore pari alle condizioni di riferimento programmate per i prossimi anni (acquisto di: 2 UTA, 1 Gruppo frigorifero da 1,2 MW, e 2 Macchine di processo).
- Condizioni del vapore: vapore saturo @8 bar
- Fabbisogno elettrico stabilimento: max kW per ogni mese sui tre anni di dati
- Costo metano = 0,303 €/Smc Costo metano industriale = 0,315 €/Smc
- Prezzo e.e. acquistata = 0,13 €/kWh Prezzo e.e. venduta = 0,054 €/kWh
- Modulazione della potenza in funzione degli assorbimenti termici, per rispettare CAR.

Esempio: revamping impianto cogenerazione

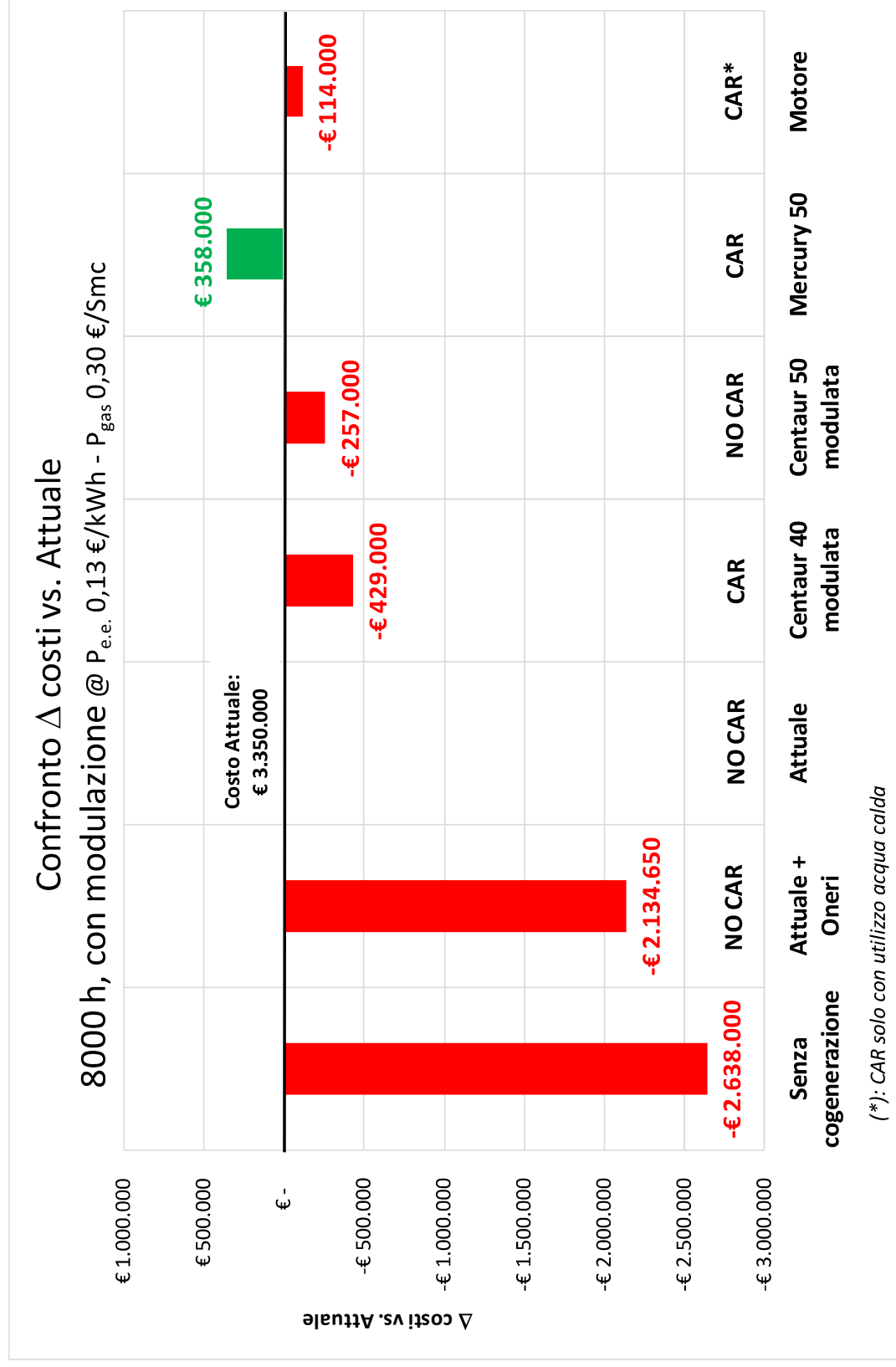
3 – Le soluzioni proposte: taglia e tecnologia

Sulla base delle ipotesi illustrate e tenendo conto dei prodotti sul mercato sono state valutate le seguenti macchine cogenerative:

- Turbina Solar Centaur 40 (P_{el} 3.300 kW, η_{el} 27,3%; T_{fumi} 445 °C; Stima costo = 4 M€)
- Turbina Solar Centaur 50 (P_{el} 4.300 kW, η_{el} 29,3%; T_{fumi} 509 °C ; Stima costo = 5 M€)
- Turbina Solar Mercury 50 (P_{el} 4.400 kW, η_{el} 38%; T_{fumi} 360 °C ; Stima costo = 6 M€)
- Motore Caterpillar CG260-16 (P_{el} 4.300 kW, η_{el} 43,5%; T_{fumi} 446 °C ; Stima costo = 1,5 M€)

Esempio: revamping impianto cogenerazione

3 – Le soluzioni proposte: sintesi risultati economici



Esempio: revamping impianto cogenerazione

3 – Le soluzioni proposte: sintesi risultati economici

Risultati ⁽¹⁾

A. Senza cogenerazione	
Costo E.E.: 4.018 k€	Costo E.T.: 1.970 k€
Costo Totale: 5.988 k€	
Δ costo A-B: -2.638 k€	

B. Attuale	
Costo E.E.: 3.307 k€	Costo E.T. _{integrazione} : 43 k€
Costo Totale: 3.350 k€	
Baseline	
no CAR: $\Delta_{CAR} = 2,8 \pm 0.5$ t/h ⁽²⁾	

C. Mercury 50	
Costo E.E.: 2.572 k€	Costo E.T. _{integrazione} : 420 k€
Costo Totale: 2.992 k€	
Δ costo C-B : 358 k € CAR	

D. Centaur 50	
Costo E.E.: 3.575 k€	Costo E.T. _{integrazione} : 32 k€
Costo Totale: 3.607 k€	
Δ costo D-B : -257 k€ no CAR: $\Delta_{CAR} = 1,0 \pm 0.5$ t/h ⁽²⁾	

E. Centaur 40	
Costo E.E.: 3.630 k€	Costo E.T. _{integrazione} : 149 k€
Costo Totale: 3.779 k€	
Δ costo E-B : -429 k€ CAR	

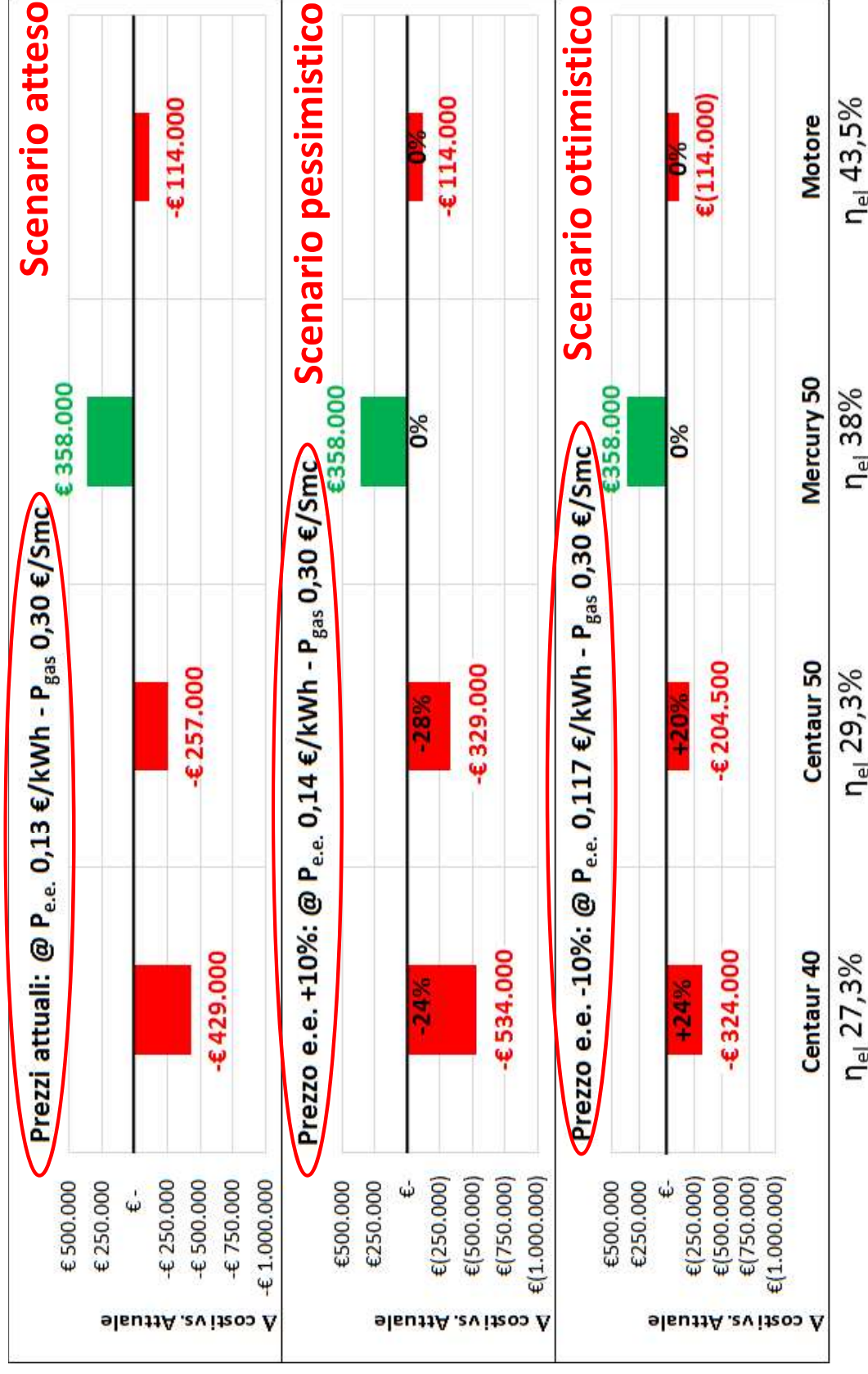
F. Motore	
Costo E.E.: 2.222 k€	Costo E.T. _{integrazione} : 1.242 k€
Costo Totale: 3.464 k€	no CAR: $\Delta_{CAR} =$ acqua calda
Δ costo F-B : -114 k€ circa 1 MW da smaltire	

(1) 8.000 h , modulazione su fabbisogno vapore al 2018 @ $P_{e.e.}$ 130 €/MWh e P_{gas} 0,303 €/Smc

(2) 1 tonn/h di vapore saturo @ 8 bar $\approx$ 720 kW @ Temperatura acqua ritorno 50° C

Esempio: revamping impianto cogenerazione

4 – Analisi di sensibilità



Esempio: revamping impianto cogenerazione

5 - Conclusioni

Lo stabilimento industriale richiede molta EE, a fronte di un fabbisogno di calore più contenuto e variabile.

L'analisi effettuata permette di individuare due possibili soluzioni:

- a) sostituzione dell'attuale turbina con la Centaur 40;
- b) sostituzione dell'attuale turbina con la Mercury 50.

Esempio: revamping impianto cogenerazione

5 - Conclusioni

- a) sostituzione dell'attuale turbina con la Centaur 40;
 - + rispetto CAR ⁽¹⁾
 - efficienza elettrica bassa (27%)
 - + compatibilità installazione
 - incremento costi (payback negativo)
 - + possibilità ricondizionata
 - alta sensibilità ai prezzi

⁽¹⁾ Va verificata la possibilità di regolazione dell'impianto fino al 75% del carico.

Fabrizio Martini
Fabrizio.martini@enea.it



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000

