



Università degli Studi di Milano  
Jean Monnet Centre of Excellence

“The impact of European Union Research and Innovation  
Policy upon Services of General Interest”

With the support of the Erasmus+ Programme of the European Union



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
JEAN MONNET CENTRE OF EXCELLENCE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN AMMINISTRAZIONI E POLITICHE PUBBLICHE  
*Politiche europee della ricerca e dell'innovazione*

# **Un'infrastruttura pubblica nell'ambito dello *European Chips Act:* riflessioni in un'ottica di analisi costi-benefici.**

A cura di:

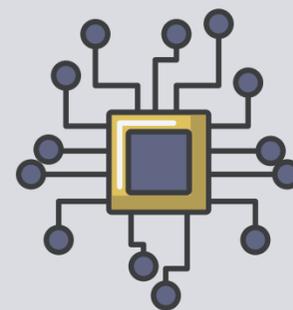
Natalia Arenghi, Alessandro Caricato, Iacopo Fiorinelli, Stefano Folador



## DOMANDA DI RICERCA

**I benefici per le imprese e per i consumatori europei derivanti dalla costruzione di un'infrastruttura pubblica nell'ambito della "Legge europea sui semiconduttori" sarebbero superiori ai costi sociali sostenuti?**

# Perché una legge europea sui semiconduttori?



## **SENZA CHIP IL "DIGITALE" NON ESISTE**

I chip a semiconduttore sono un elemento centrale dell'economia digitale.



## **PERTURBAZIONI DELLA CATENA DI APPROVVIGIONAMENTO**

A causa della pandemia da Covid-19, l'Europa ha assistito a perturbazioni dell'approvvigionamento di chip che hanno causato carenze in diversi settori economici.



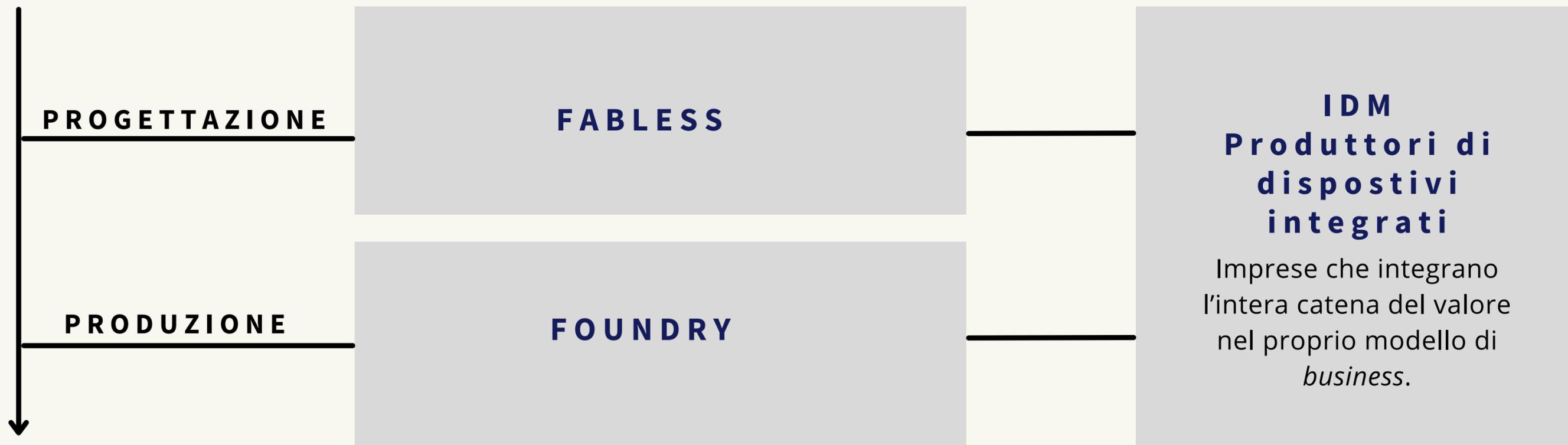
## **I SEMICONDUTTORI SONO ATTUALMENTE AL CENTRO DELLA CORSA TECNOLOGICA MONDIALE**

# Quali sono le principali caratteristiche dell'industria dei microchip?

## “MORE THAN MOORE”

La progettazione e la ricerca dei chip si evolvono principalmente in risposta alla **domanda di prodotti finali**, piuttosto che essere guidati dall'obiettivo generale di rendere i semiconduttori più piccoli e veloci.

## I MODELLI DI BUSINESS DELL'INDUSTRIA DEI SEMICONDUTTORI



# Qual è lo stato dell'arte del mercato dei semiconduttori in una prospettiva europea?

## LA DOMANDA DI CHIP IN EUROPA È STATA TRAINATA DALL'INDUSTRIA AUTOMOBILISTICA

L'*automotive* non richiedeva la rapidità d'innovazione tipica del mercato dell'informatica. In questo modo l'Europa ha consentito agli attori statunitensi e asiatici di monopolizzare la produzione di microchip all'avanguardia.

## PRODUZIONE DEI MICROCHIP

Si sta assistendo ad una **delocalizzazione** sempre maggiore in Asia.



Fonte: Varas et. al., 2021

## L'EUROPA HA DUE PUNTI DI FORZA SUL MERCATO DEI SEMICONDUTTORI:

- È sede di aziende *leader* in **ricerca** a livello mondiale, infatti, gli Stati europei investono molto nei settori R&S.
- Dal punto di vista geografico è in una posizione ottimale per quanto riguarda l'**approvvigionamento di materiali** necessari per la produzione di microchip.

# In che modo l'Ue intende affrontare gli attuali problemi con lo European Chips Act?

L'ATTUAZIONE DELL'EUROPEAN CHIPS ACT SI BASA SU TRE PILASTRI:

## L'INIZIATIVA "CHIPS FOR EUROPE"

Ha lo scopo di supportare la **ricerca**, lo sviluppo e l'innovazione nel settore per garantire l'impiego di semiconduttori avanzati.

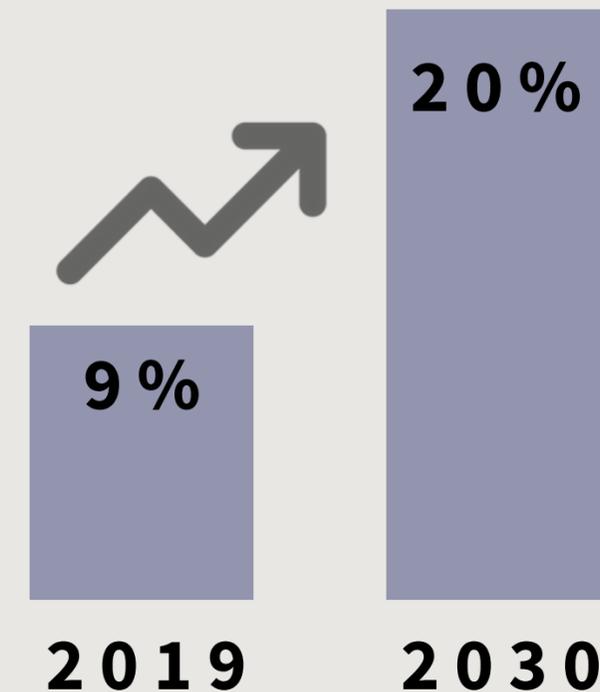
## SICUREZZA DELL'APPROVVIGIONAMENTO

Creare un quadro per garantire la sicurezza dell'approvvigionamento attirando investimenti e nuovi impianti di **produzione** avanzati all'interno dell'UE.

## MONITORAGGIO

Istituzione di un **meccanismo di coordinamento** tra gli Stati membri dell'UE e la Commissione per monitorare le catene di approvvigionamento ed evitare carenze.

L'**OBIETTIVO** PRINCIPALE È QUELLO DI PORTARE L'ATTUALE **QUOTA DI MERCATO EUROPEA** DAL 9% AL 20% ENTRO IL 2030.

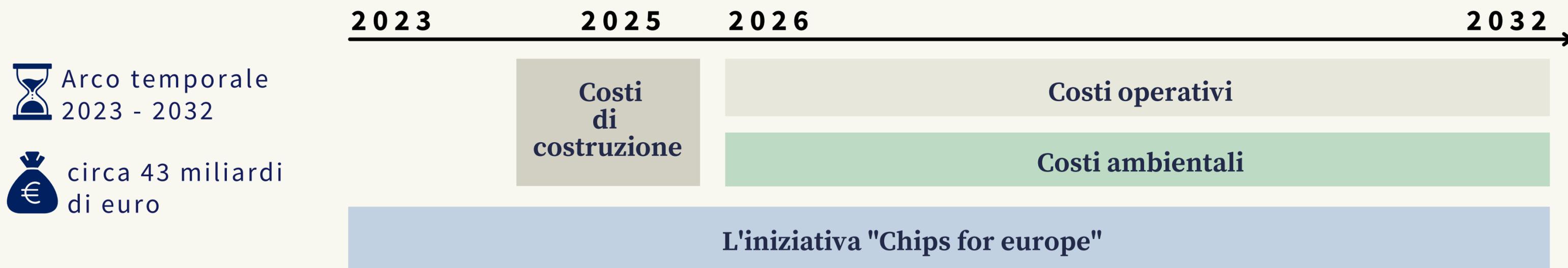


# COSTI

1. **Infrastruttura pubblica europea** che si occupa della produzione di microchip all'avanguardia.
2. Iniziativa **"Chips for Europe"**

Scenario analizzato: circa 43 miliardi di euro a carico esclusivamente dell'Unione.

- Un'infrastruttura pubblica, non essendo orientata esclusivamente al profitto, potrebbe permettere di raggiungere lo scopo prefissato **evitando il pericolo della creazione di un monopolio** di un privato sul mercato europeo.
- Un'impresa pubblica ad alta intensità di conoscenza potrebbe garantire alle imprese europee facenti parte della catena di approvvigionamento maggiori benefici del **learning-by-doing**.



# I costi della Mega Fab europea

## Costi di costruzione

 **16,91 miliardi di euro**

 **2025**  
 $t = 3$

$$PV = \frac{FV_t}{(1 + SDR)^t}$$

SDR 5%

Il *Present Value* corrisponde a  
**14,60 miliardi di euro**

Tasso di cambio  
Euro/Dollaro USA al  
17 marzo 2022:  
EUR/USD = 1,1050

## Costi operativi

 **9,89 miliardi di euro**  
1,41 miliardi l'anno

 **7 anni**  
2026 - 2032

Tabella 1 - Costi operativi (in miliardi di euro)

Anno	$t$	Costo operativo	Costo operativo Attualizzato
2026	4	1,41	1,16
2027	5	1,41	1,11
2028	6	1,41	1,05
2029	7	1,41	1,00
2030	8	1,41	0,96
2031	9	1,41	0,91
2032	10	1,41	0,87
<b>TOTALE</b>		<b>9,89</b>	<b>7,06</b>

$$PV_t = \frac{FV_t}{(1 + SDR)^t}$$

SDR 5%

$$PV_{TOT} = \sum_{t=0}^N PV_t$$

Il *Present Value* corrisponde a  
**7,06 miliardi di euro.**

# Costi ambientali

Si ipotizza che:

- il numero di tonnellate di CO2e emesse in un anno da una mega *fab* di microchip resti **invariato** nel periodo 2026-2032;
- le tonnellate di CO2e emesse siano **direttamente proporzionali** al numero di *wafer* fabbricati.

Fonte: Crawford et.al., 2021

	TSMC	Mega fab Eu
t-CO2e/anno	15.000.000	X
n° wafer/mese	120.000	35.000



**t-CO2e annue** dalla mega *fab* europea:  
**4.375.000**

Tabella 2 - Costi ambientali (in euro)

Anno	t	Addizionale annuale	Costo unitario (Euro/t-CO2e)	t-CO2e annue mega fab Ue	Costo annuo t-CO2e	Costo annuo attualizzato t-CO2e
2026	4	1,4	48,4	4.375.000	211.750.000	257.383.448
2027	5	1,4	49,8	4.375.000	217.875.000	278.069.845
2028	6	1,4	51,2	4.375.000	224.000.000	300.181.424
2029	7	1,4	52,6	4.375.000	230.125.000	323.808.985
2030	8	1,4	54	4.375.000	236.250.000	349.048.849
2031	9	2,5	56,5	4.375.000	247.187.500	383.468.943
2032	10	2,5	59	4.375.000	258.125.000	420.458.426
<b>TOTALE</b>					<b>1.625.312.500</b>	<b>2.312.419.920</b>

$$\text{Costo delle emissioni di gas serra} = V_{\text{gas serra}} * C_{\text{gas serra}}$$

$V_{\text{gas serra}}$  = volume incrementale delle emissioni di gas serra prodotte dal progetto, espresse in CO2e.

$C_{\text{gas serra}}$  = prezzo ombra unitario (costo del danno) di CO2.



**1,62 miliardi di euro**



**7 anni**

2026 - 2032

Il **costo unitario** delle emissioni di CO2e varia nel tempo:

- 2020 - 2030 passa da 40 euro a 54 euro;
- 2030 - 2040 passa da 54 a 79.

L'**addizionale annuale** è di

1,4 (2020 - 2030) e di 2,5 (2030 - 2040).

Fonte: European Investment Bank, 2020, p. 25

$$PV_t = FV_t * \frac{(1 + SDR)^t}{SDR \ 5\%}$$

$$PV_{TOT} = \sum_{t=0}^N PV_t$$

Il *Present Value* corrisponde a  
**2,31 miliardi di euro.**

# L'iniziativa "Chips for Europe"

Volta a sostenere finanziariamente la leadership tecnologica europea in relazione alle capacità di **ricerca, progettazione e fabbricazione** di microchip fino al 2030.

Tabella 3 - Costi "Chips for Europe" (in miliardi di euro)

anno	t	Costo	Costo attualizzato
2023	1	1,38	1,31
2024	2	1,38	1,25
2025	3	1,38	1,19
2026	4	1,38	1,13
2027	5	1,38	1,08
2028	6	1,38	1,03
2029	7	1,38	0,98
2030	8	1,38	0,93
2031	9	1,38	0,89
2032	10	1,38	0,84
<b>TOTALE</b>		<b>13,75</b>	<b>10,62</b>



**13,75 miliardi di euro**

1,38 miliardi di euro all'anno



**10 anni**

2023 - 2032

$$PV_t = \frac{FV_t}{(1 + SDR)^t} \quad PV_{TOT} = \sum_{t=0}^N PV_t$$

SDR 5%

Il *Present Value* corrisponde a  
**10,62 miliardi di euro.**

# COSTI TOTALI ATTUALIZZATI

**Costi di costruzione**

**14,60 miliardi di euro**

**Costi operativi**

**7,06 miliardi di euro**

**Costi ambientali**

**2,31 miliardi di euro**

**L'iniziativa  
"Chips for Europe"**

**10,62 miliardi di euro**



Arco temporale  
2023 - 2032



**34,59 miliardi  
di euro**

#### SETTORE AUTOMOBILISTICO

- Il piano di produzione ha subito dei rallentamenti.
- Il valore monetario di un giorno di limitata produttività è inteso come il costo da mancato guadagno che le imprese automobilistiche devono sopportare a causa della carenza di chip.
- Si supponga che tra il 2023 e il 2032 vi sia una nuova carenza dei chip.

Per calcolare il costo sociale che sarebbe sostenuto dalle imprese automobilistiche in termini di limitata produttività a causa della carenza di chip è **necessario stimare la quota del calo di produzione direttamente riconducibile alla crisi dei semiconduttori.**



$$C_{\text{senza progetto}} = N_{\text{anp}} * V_{\text{medio}} * GL_{\text{crisi}}$$

$C_{\text{senza progetto}}$  = costo sostenuto dalle imprese in assenza del progetto espresso in euro;

$N_{\text{anp}}$  = numero di autovetture non prodotte in un giorno a causa della carenza dei chip;

$V_{\text{medio}}$  = valore medio di un'autovettura espresso in euro;

$GL_{\text{crisi}}$  = numero di giorni lavorativi per i quali si protrae la crisi dei chip.

$$B_{\text{imprese automotive}} = C_{\text{senza progetto}} - C_{\text{progetto}}$$

$B_{\text{imprese automotive}}$  = beneficio per le imprese automobilistiche europee espresso in euro;

$C_{\text{senza progetto}}$  = costo sostenuto dalle imprese in assenza del progetto espresso in euro;

$C_{\text{progetto}}$  = costo sostenuto dalle imprese con il progetto espresso in euro.

Per calcolare il beneficio per il sistema imprenditoriale nel suo complesso, si dovrebbe ripetere lo stesso calcolo per tutti i settori interessati da una possibile carenza dei chip.  
**Il beneficio per le imprese sarebbe quindi pari alla somma dei benefici di ciascun settore interessato.**

- La catena di approvvigionamento dell'infrastruttura pubblica riceverebbe benefici dal **learning-by-doing**, dovendo fornire nuove soluzioni a una serie di questioni tecnologiche complesse.
- Il valore sociale del learning-by-doing può essere valutato attraverso l'approccio del **profitto ombra incrementale atteso delle aziende fornitrici**.

↓  
*ex ante*  
metodo del  
"trasferimento dei benefici"

$$\text{VALORE SOCIALE DEL LEARNING-BY-DOING} = \left[ \begin{array}{l} \text{N}^\circ \text{ di imprese} \\ \text{potenzialmente} \\ \text{beneficiarie del} \\ \text{knowledge} \\ \text{spillover} \end{array} \right] \times \left[ \begin{array}{l} \text{Volume degli} \\ \text{appalti ad} \\ \text{alta} \\ \text{tecnologia} \end{array} \times \left[ \begin{array}{l} \text{Moltiplicatore} \\ \text{delle} \\ \text{vendite} \end{array} \right] \times \begin{array}{l} \text{Margine di} \\ \text{profitto} \\ \text{medio} \end{array} \right] \times \begin{array}{l} \text{Attualizzazione} \\ \text{su n anni} \\ \text{(SDR = 0.05)} \end{array}$$

Fonte: Florio, 2016, p. 41

**Nel nostro caso non esiste un'infrastruttura pubblica già operante nel mercato dei semiconduttori.**

# BENEFICI

## PER I CONSUMATORI

Per quantificare i benefici sociali per i consumatori:  
metodo della “Disponibilità a Pagare” (DAP)

### SETTORE AUTOMOBILISTICO

- Si supponga che una **nuova crisi** nel periodo 2023-2032 comporti un **ritardo medio di 3 mesi** nella consegna delle autovetture.
- Per calcolare il valore monetario medio ad un giorno di ritardo nella consegna di un'autovettura si può ricorrere al **metodo delle preferenze dichiarate**.



**Questionario ad un gruppo rappresentativo** di cittadini europei interessati ad acquistare un'automobile da una casa automobilistica con sede nell'Ue, **chiedendo quanto sarebbero disposti a pagare affinché la loro auto venga consegnata nei tempi previsti anziché con 3 mesi di ritardo.**



Il **prodotto** tra il valore così ottenuto e i giorni di ritardo nella consegna dovuti alla carenza di chip. =  $C_{\text{senza progetto}}$

$$B_{\text{consumatori automotive}} = C_{\text{senza progetto}} - C_{\text{progetto}}$$

$B_{\text{consumatori automotive}}$  = beneficio per i consumatori europei espresso in euro;

$C_{\text{senza progetto}}$  = costo sostenuto dai consumatori europei senza progetto espresso in euro;

$C_{\text{progetto}}$  = costo sostenuto dai consumatori con il progetto espresso in euro.

Per calcolare i **benefici totali** per i consumatori si dovrebbe ripetere lo stesso calcolo per tutti i settori colpiti da una possibile carenza dei chip.

# Conclusioni in un'ottica di analisi costi-benefici

I benefici per le imprese e per i consumatori europei derivanti dalla costruzione di un'infrastruttura pubblica nell'ambito della "Legge europea sui semiconduttori" sarebbero superiori ai costi sociali sostenuti?

$$ENPV_{(SDR,t)} = \sum_{t=0}^T (B - C)_t * (1 + SDR)^{-t}$$

$ENPV_{(SDR,t)}$  = Economic Net Present Value;

$B_t$  = Benefici sociali nell'anno  $t$  (espressi ai prezzi ombra);

$C_t$  = costi sociali all'anno  $t$  (espressi ai prezzi ombra);

$SDR$  = Social Discount Rate.

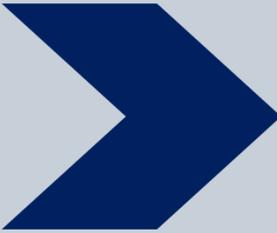
## COSTI – BENEFICI

I **costi** attualizzati del progetto nel periodo **2023-2032** ammontano a **34,59 miliardi di euro**. Questo dato puramente **indicativo**.

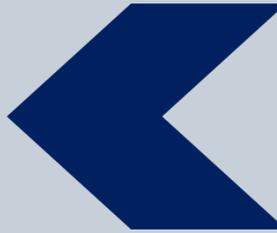
- non sono state effettuate le dovute correzioni fiscali e la conversione dei salari reali in salari ombra.
- Il calcolo dei costi ambientali sono frutto di una semplificazione che non trova pieno riscontro nella realtà.

A causa dell'incompletezza dei dati a disposizione **non è stato possibile calcolare** il valore monetario dei **benefici** sociali attualizzati.

**Il numero e la rilevanza dei settori coinvolti** inducono a ritenere che, in caso di una nuova carenza dei chip nel periodo 2023-2032, i **benefici per le imprese e i consumatori si tradurrebbero in un valore monetario molto alto**.



In conclusione, mentre in caso di una nuova crisi dei chip tra il 2023 e il 2032 i benefici sociali per imprese e consumatori europei dovrebbero risultare superiori ai costi sociali del progetto, nello scenario di normale funzionamento del mercato dei semiconduttori, comprendere se l'**Economic Net Present Value** sia maggiore o minore di zero è decisamente più complicato.



# Riferimenti bibliografici

- Aurik, Johan, Dieter Gedermann, Mike Hales, Guido Hertel, Arndt Heinrich and Denis Hübner. 2021. *Europe's need to invest in a leading-edge semiconductor ecosystem*. Kearney.
- Crawford, Alan, Ian King and Debby Wu. 2021. "The Chip Industry Has a Problem With Its Giant Carbon Footprint". «Bloomberg». 8.4.2021.
- Dornbusch, Friedrich. 2012. *Global competition in microelectronics industry from a european perspective: technology, markets and implications for industrial policy*, Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie. March 2018.
- European Commission. 2014. *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects Economic Appraisal Tool for Cohesion Policy 2014-2020*, Directorate-General for Regional and Urban Policy.
- European Commission. 2021. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade*. Brussels. 9.3.2021. COM (2021) 118 final.
- European Commission. 2022. *Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a framework of measures for strengthening Europe's semiconductor ecosystem (chips act)*. Brussels. 8.2.2022. COM (2022) 46 final.
- European Investment Bank. 2020. *The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB. Version March 2013 – Under review*. Projects Directorate. 30.10.2020.
- European Parliament. 2021. *Post Covid-19 value chains: options for reshoring production back to Europe in a globalised economy*. Policy Department for External Relations. Directorate General for External Policies of the Union. PE 653.626. March 2021.
- Florio, Massimo, and Emanuela Sirtori. 2014. "The evaluation of research infrastructures: a cost-benefit analysis framework". *Milan European Economy Workshops*. Working paper n. 10/2014.
- Florio, Massimo, Stefano Forte, Chiara Pancotti, Emanuela Sirtori, and Silvia Vignetti. 2016. "Exploring Cost-Benefit Analysis of Research, Development and Innovation Infrastructures: An Evaluation Framework". *Centre for industrial studies*. Working paper n. 1/2016.
- Florio, Massimo. 2019. *Investing in Science: Social Cost-Benefit Analysis of Research Infrastructures*. MIT Press.
- Varas, Antonio, Raj Varadarahan, Jimmy Goodrich and Falan Yinug. 2021. *Strengthening the global semiconductor supply chain in an uncertain era*. April 2021.

# Sitografia

---

[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/QANDA\\_22\\_730](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/QANDA_22_730). Ultimo accesso il 21.2.2022.

[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/IP\\_22\\_729](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/IP_22_729). Ultimo accesso il 19.2.2022.

<https://it.wikipedia.org/wiki/Semiconduttore>. Ultimo accesso il 9.2.2022.

<https://www.semi.org/en>. Ultimo accesso il 9.2.2022.

<http://www.yole.fr/>. Ultimo accesso il 9.2.2022.

<https://news.samsung.com/global/samsung-electronics-announces-new-advanced-semiconductor-fab-site-in-taylor-texas>. Ultimo accesso il 10.2.2022.

<https://min.news/en/tech/def29226dea2b06f47efea4aae13e8f3.html>. Ultimo accesso il 12.2.2022.

<https://horizoneurope.apre.it/lo-european-chips-act-e-le-proposte-della-commissione-europea/>. Ultimo accesso il 15.2.2022.

<https://www.semiconductors.org/more-than-1-trillion-semiconductors-sold-annually-for-the-first-time-ever-in-2018/>. Ultimo accesso il 18.2.2022.

[https://it.wikipedia.org/wiki/Margine\\_operativo\\_lordo](https://it.wikipedia.org/wiki/Margine_operativo_lordo). Ultimo accesso il 18.2.2022.

<https://www.acea.auto/fact/facts-about-the-automobile-industry/>. Ultimo accesso il 19.2.2022.

<https://www.acea.auto/cv-registrations/commercial-vehicle-registrations-9-6-in-2021-8-4-in-december/>. Ultimo accesso il 19.2.2022.

<https://www.acea.auto/pc-registrations/passenger-car-registrations-2-4-in-2021-22-8-in-december/>. Ultimo accesso il 19.2.2022.

<https://www.acea.auto/fact/facts-about-the-automobile-industry/>. Ultimo accesso il 19.2.2022.

[https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/key-facts-and-figures/economy\\_en](https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/key-facts-and-figures/economy_en). Ultimo accesso il 19.2.2022.



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**