

LUISS



Dipartimento

Di Impresa e Management

Cattedra di Finanza Aziendale

# CHIP SHORTAGE E GLI EFFETTI SULLE IMPRESE

Prof. Gianluca Mattarocci

---

RELATORE

Lorenzo Moccia Matr. 244791

CANDIDATO

Anno Accademico 2021/2022

## SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	3
Capitolo 1 – Il mercato dei semiconduttori prima della crisi .....	5
1.1 Introduzione .....	5
1.2 La dimensione del mercato .....	5
1.3 I principali player.....	7
1.4 Domanda del mercato e i principali consumatori .....	9
1.5 Conclusioni .....	10
Capitolo 2 - La crisi dei semiconduttori: evoluzione e cause .....	11
2.1 Introduzione .....	11
2.2 Impatto del Covid sulla produzione e sulla domanda di semiconduttori .....	11
2.3 Politiche di cooperazione internazionale da parte della Cina .....	13
2.4 Politiche di restrizione Usa-Cina .....	15
2.5 Crescita della domanda nel settore Automotive e Hi-tech .....	19
2.6 Conclusioni .....	22
Capitolo 3 – Effetti della Chip Shortage sulle imprese .....	24
3.1 Introduzione .....	24
3.2 Cambiamento capitalizzazione di mercato .....	25
3.3 Gli shock alla Supply Chain Globale .....	28
3.4 Performance e crisi delle aziende.....	29
3.6 Le soluzioni proposte dalle imprese e le alleanze strategiche.....	35
3.7 Conclusione .....	37
CONCLUSIONE .....	38
BIBLIOGRAFIA .....	41
TABELLA DEI CONTENUTI.....	43

## **INTRODUZIONE**

La seguente tesi è mirata ad analizzare lo sviluppo del mercato dei semiconduttori, tra il 2019 e il 2021, analizzando i cambiamenti nel contesto macroeconomico che hanno generato delle variazioni nelle performance delle imprese operanti nel settore dei semiconduttori e di quelle che hanno un fabbisogno costante di microprocessori. Infine, verranno analizzate le operazioni messe in atto da diverse società, al fine di garantire la continuità delle operazioni e di evolvere nel tempo.

Per comprendere come il mercato si sia sviluppato e come le principali aziende del settore hanno agito, bisogna inizialmente comprendere le caratteristiche del mercato stesso e il suo funzionamento. L'intero processo di produzione, richiede dalle sei alle otto settimane e viene completato in strutture altamente specializzate note come fonderie, le quali trasformano le materie prime, in particolare il Silicio, in wafer che, successivamente, vengono convertiti in Circuiti Integrati (IC) e Discrete Semiconductor Devices (DSD). Questo processo si sviluppa nella cosiddetta Catena Globale del valore, che comprende una moltitudine di imprese, disperse in tutto il mondo, che cooperano per la creazione e distribuzione dei chip. A monte della catena, si trovano società come Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, che si occupano del processo iniziale di trasformazione del Silicio in microprocessori, mentre a valle operano tutte quelle aziende che dipendono dal rifornimento di chip per il mantenimento dell'attività produttiva.

Il 2019 è stato un anno significativo per questo settore, infatti è stato caratterizzato da una contrazione della domanda da parte del mercato automobilistico, che fino a quel momento era il principale acquirente di microprocessori, a causa dell'inizio della diffusione della virus di Covid-19. Il diffondersi della pandemia, ha costretto le imprese a ridurre la produzione di beni e servizi e in alcuni casi di chiudere degli stabilimenti, al fine di limitare il propagarsi del virus. Inoltre, essendo cambiate le abitudini delle persone, in particolar modo essendo stati limitati i loro spostamenti, la domanda per automobili è calata, innescando così una crisi che ha avuto effetti su tutta la catena del valore. Allo stesso tempo, il consolidamento dello Smart working e la crescita del settore tecnologico e dell'intrattenimento, hanno permesso alle imprese operanti nel settore dei semiconduttori di continuare la propria attività senza forti interruzioni. Nel 2020, però, la situazione si è aggravata a causa dei ritardi nei tempi di consegna dei microprocessori e alla carenza di semiconduttori all'interno del mercato. Proprio questa scarsità ha determinato una serie di eventi che hanno portato all'inizio di una crisi del settore, conosciuta come chip shortage. Allo stesso tempo, Cina e Stati Uniti erano impegnati in una lotta commerciale, composta da dazi e limitazioni al commercio, che ha aggravato ulteriormente la situazione. La Trade War tra i due paesi, è iniziata nel 2017 dopo che gli Stati Uniti hanno emanato delle sanzioni economiche nei confronti della Cina sulle esportazioni di prodotti domestici. Da quel momento, si sono generate una serie di limitazioni al commercio e altrettante sanzioni che hanno colpito entrambi i paesi, per un ammontare superiore ai \$450 miliardi. L'evolversi della Trade War, non ha consentito a molte imprese, di continuare la propria attività in modo sicuro e continuo, trovando difficoltà anche nel rifornire i propri clienti. Per esempio, gli Stati Uniti nel 2020, emanarono delle limitazioni alle importazioni mirate a tagliare i rifornimenti di microprocessori all'azienda cinese Huawei. Questa politica si concretizzò nel limitare l'accesso dei produttori di chip stranieri alle attrezzature di produzione fornite dalle aziende americane, imponendo una scelta a società come TSMC e Samsung, per cui Huawei rappresentava uno dei principali acquirenti.

Il successivo aumento della domanda per automobili, nel 2021, gli effetti della Trade War e della pandemia, hanno contribuito all'affermazione della crisi dei semiconduttori, generando squilibri nei bilanci di molte aziende

Le imprese, dovendosi adattare allo scenario, hanno dovuto ideare delle soluzioni alternative per evitare un collasso delle prestazioni e di conseguenza l'aggravarsi della crisi. Le soluzioni analizzate in questo lavoro, si concretizzano in una crescita degli investimenti in Ricerca e Sviluppo e più in generale nell'aumento degli obiettivi di spesa prefissati dalle imprese. Altre società, invece, hanno sfruttato la loro capacità di generare liquidità, come nel caso di Nvidia, per assicurarsi attraverso pagamenti anticipati, un approvvigionamento di microprocessori costante. Altre ancora, hanno stretto partnership con fornitori e produttori al fine di evolvere il proprio business. Le operazioni di natura straordinaria, poste in essere da molte imprese, operanti sia all'interno del mercato dei semiconduttori, sia all'esterno, hanno permesso di mitigare gli effetti della crisi e di crescere, sia in termini di dimensioni sia in termini di profitti.

## **Capitolo 1 – Il mercato dei semiconduttori prima della crisi**

### **1.1 Introduzione**

Il mercato dei semiconduttori comprende le aziende coinvolte nella produzione e nella vendita di circuiti integrati (IC) e Discrete Semiconductor Devices (DSD), fondamentali per la creazione e il funzionamento di diversi prodotti, come computer, dispositivi elettronici industriali e di consumo e dispositivi elettronici per l'industria automobilistica. Lo sviluppo dell'Internet of Things e dei sistemi di Intelligenza Artificiale ha inoltre stimolato una forte crescita delle industrie produttrici e più in generale del mercato.

All'interno del mercato dei semiconduttori, si trovano diversi soggetti che sono responsabili di quattro principali modelli di business: fonderia, imballaggio e test (P&T), design fabless, come i chip, e produzione di design integrato (IDM). Questi business negli ultimi decenni, a partire dal 1980 con l'inizio dello sviluppo tecnologico, fino ad oggi hanno vissuto un periodo di forte espansione legato a ingenti investimenti in Ricerca e Sviluppo, da parte delle aziende, con l'obiettivo di ottimizzare sempre più le capacità e la velocità dei dispositivi.

Il mercato dei semiconduttori è uno dei mercati più competitivi, con una domanda sempre più rilevante e una competizione tra i vari player che ha portato a diverse collaborazioni ed acquisizioni per garantirsi un posizionamento strategico all'interno del mercato. I principali operatori sono situati geograficamente in Asia, America ed Europa e insieme cooperano e competono per la trasformazione, produzione e l'approvvigionamento dei semiconduttori su scala globale.

All'interno di questo primo capitolo verrà effettuata un'analisi generale del mercato dei semiconduttori, presentando dati statistici ed economici sui livelli di fatturato e sulle quote di mercato di alcune imprese. Più in particolare, il capitolo sarà suddiviso in tre paragrafi e una conclusione. I primi tre paragrafi presentano e studiano la dimensione del mercato, la sua segmentazione geografica ed infine il ruolo dei principali player che operano all'interno del mercato dei semiconduttori e che questo documento successivamente andrà ad analizzare: Intel, Nvidia, Tsmc Semiconductor, AMD. Infine nella conclusione verranno sintetizzate le informazioni presentate nei paragrafi precedenti. (MarketLine.com, 2021)

### **1.2 La dimensione del mercato**

Con un valore che supera i 600 miliardi di dollari, il mercato dei semiconduttori rappresenta circa il 23% del PIL mondiale, acquisendo un'importanza strategica sia per quanto riguarda l'efficienza dei cicli produttivi, sia per l'avanzamento tecnologico e lo sviluppo dell'Industria 4.0. In particolare, al 2021 il mercato dei semiconduttori ha un valore di circa \$614 miliardi, nonostante il perdurare della crisi pandemica abbia obbligato le varie industrie del settore a diminuire drasticamente la loro produzione e di conseguenza il fatturato di tutto il mercato.

Il mercato si suddivide nella produzione e la vendita di due principali categorie di prodotti: Integrated Circuits e Discrete Semiconductor Devices. Rispettivamente i due prodotti rappresentano l'88,3 % e il 11,7 % del mercato totale, con un valore pari a \$388,9 miliardi per i Circuiti Integrati e \$51,7 miliardi per i Discrete Semiconductor Devices. (MarketLine.com, 2021)

Nell'arco dell'ultimo ventennio il fatturato del mercato è cresciuto esponenzialmente, partendo ad inizio 2001 con un valore di soli \$130 miliardi per arrivare al 2021 a \$614 miliardi. Il Grafico 1. mostra l'andamento del fatturato dell'industria dei semiconduttori dal 2001 al 2019, misurato in miliardi di dollari statunitensi. Di particolare rilievo sono gli unici due cali nel fatturato tra il 2007 e

il 2008 a causa della crisi economica e nel 2019 con l'avvento della crisi pandemica a cui il mercato è riuscito a rispondere in maniera positiva.

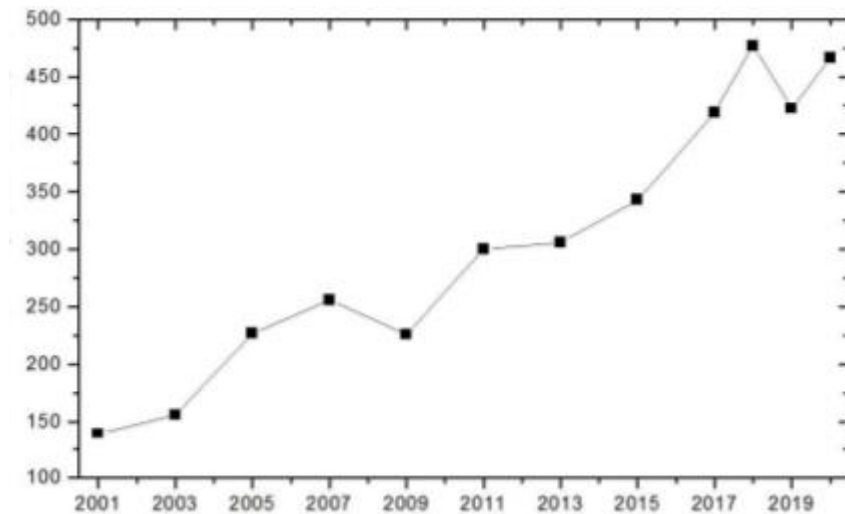


Grafico 1. The semiconductor industry's revenue from 2001 to 2019.

Il Grafico 2. più in particolare mostra il valore dell'industria dei semiconduttori dal 2018 al 2022, mostrando anche la percentuale di crescita del mercato rispetto all'anno precedente. Nel 2019 il mercato ha riscontrato una perdita del 7,5 % rispetto all'anno precedente passando da un valore di \$504.1 miliardi a \$444.5 miliardi. Nonostante la grande perdita nel fatturato il mercato è riuscito a crescere negli anni successivi e nel 2021 ha aumentato i propri ricavi del 25 % rispetto al 2020 con \$614 miliardi di fatturato. Al 2022 è prevista una ulteriore crescita dell'11% con un fatturato che raggiungerà i 680.6 miliardi di dollari, il valore più alto mai registrato nel mercato. (IC Insights, 2022)

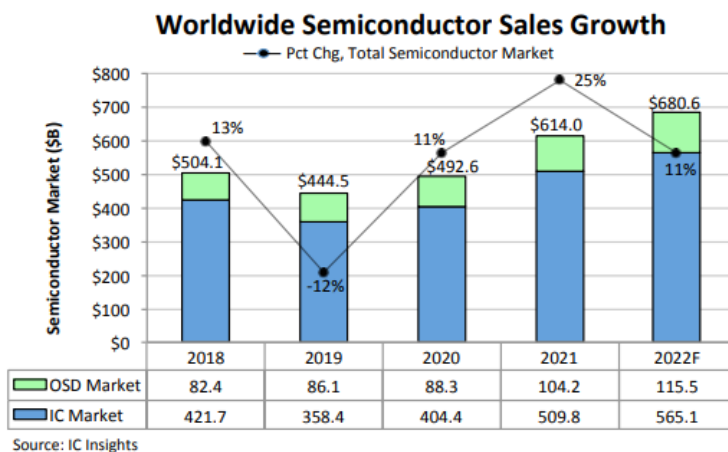


Grafico 2. Worldwide Semiconductor Sales Growth. Source: IC Insights

In particolare, andando ad analizzare la spesa in conto capitale per il mercato globale dei semiconduttori dal 2000 al 2021, in miliardi di dollari, come mostrato in Tabella 3. si può notare come l'andamento delle spese all'interno del mercato sia aumentate esponenzialmente negli ultimi 20 anni. Infatti nonostante siano presenti alcuni cali nelle spese, in particolare nel 2009, in cui la spesa totale ammonta a \$26.1 miliardi, l'andamento degli investimenti è sempre crescente.

Di particolare importanza è la differenza esistente tra il 2020 e il 2021, in cui le spese sono passate da un valore di \$113.1 miliardi ad un valore di \$152 miliardi. Questo mostra come il mercato, nonostante la crisi pandemica incorso, non abbia risposto in maniera negativa come hanno fatto alcuni settori, ma le imprese hanno continuato a investire nel mercato, generando una crescita del mercato generale di oltre il 25%, come riportato precedentemente. (Statista, 2022)

**Capital expenditure in the global semiconductor industry from 2000 to 2021 (in billion U.S. dollars)**

Capital spending in the semiconductor industry worldwide 2000-2021

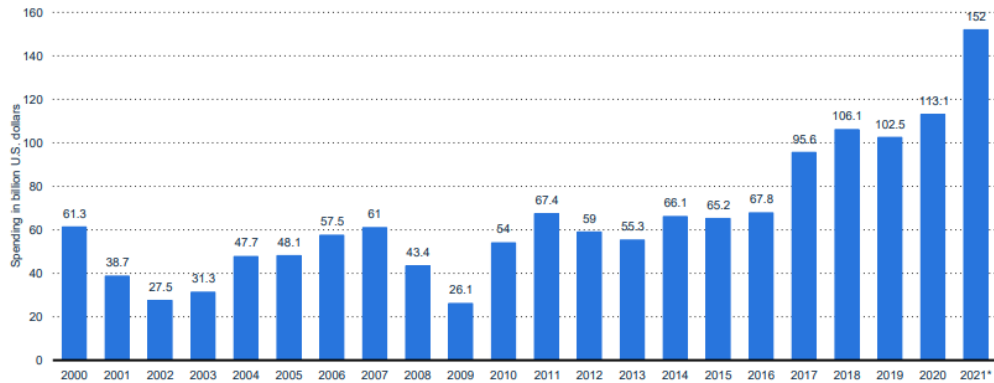


Tabella 3. Capital spending in the semiconductor industry worldwide 2000-2021. Source: Statista.

**1.3 I principali player**

Il mercato dei semiconduttori è molto frammentato geograficamente e gli operatori del settore sono attivi nella maggior parte delle economie mondiali. In particolare, come mostrato nella Tabella 4. il mercato è concentrato per il 70,4% nel continente asiatico, dove si trovano le più grandi fonderie, imprese produttrici di chip e imprese di design con un valore di mercato di \$310 miliardi. Subito sotto l’Asia si trovano Stati Uniti ed Europa, che compongono rispettivamente il 17% e il 7,4% del mercato globale.

All’interno di questi tre continenti si trovano i player più importanti del mercato, che stringono partnership strategiche e competono tra di loro per aggiudicarsi un vantaggio competitivo all’interno del settore. (MarketLine.com, 2021)

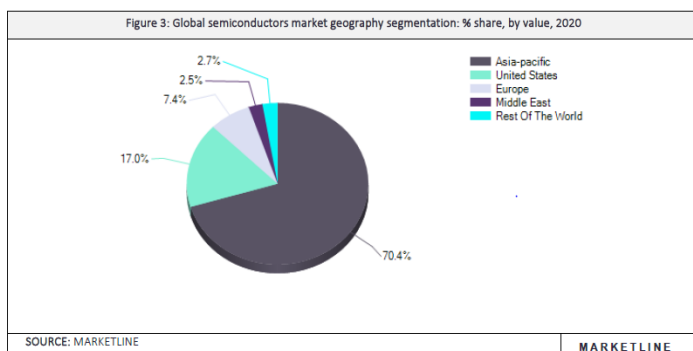


Tabella 4. Global Semiconductor market geography segmentation: % share, by value, 2020. Source: Marketline

Tra i principali player presenti a livello globale e quelli che questo documento andrà ad analizzare e confrontare troviamo: Intel Corporation (INTC), Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited (TSMC), Nvidia (NVD) e Advanced Micro Devices (AMD).

Intel Corporation (INTC), è il principale produttore di semiconduttori negli Stati Uniti ed è considerata come l'impresa generatrice del mercato, in quanto è stata la prima azienda ad introdurre all'interno del proprio ciclo produttivo, la produzione di semiconduttori, guadagnando il ruolo di leader del mercato nella produzione di PC, server e negli ultimi anni nello sviluppo delle Artificial Intelligence e nella programmazione.

Nel 2021 Intel Corporation, con un fatturato di \$79 miliardi, è l'impresa americana con il più alto fatturato all'interno del mercato dei semiconduttori. Nonostante le restrizioni imposte dai governi e i possibili ritardi nella produzione causati dalla carenza di semiconduttori, Intel Corporation nel 2021 è riuscita ad espandere il proprio business grazie all'aumento di capitale stanziato per il reparto di Ricerca e Sviluppo, che nel 2021 ha registrato un +10% di capitale, con un investimento totale di \$21.7 miliardi. La crescita di Intel nell'anno si riflette anche dalla parte degli investitori, i quali sono stati premiati con una delibera di incremento dei dividendi del 5% a \$1.46 per azione su base annuale, nonostante gli Earnings per Share siano diminuiti da \$4.94 nel 2020 a \$4.86. (Intel Investor relations, 2022)

Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited (TSMC), è l'impresa leader del settore per le fonderie di semiconduttori per le tecnologie avanzate, speciali e di packaging avanzato, detenendo circa il 58% del mercato nel 2020. L'impresa opera sotto la proprietà di TSMC China Company Limited nella quale rappresenta il 17% del fatturato totale del gruppo nel 2021. In particolare, TSMC si occupa della produzione e della vendita di semiconduttori principalmente per le imprese produttrici di Integrated Devices (IDM), operando su scala globale nei mercati principali, come America, Cina, Canada, Europa, e Medio Oriente. Come nel caso di Intel Corporation, anche TSMC ha registrato una crescita nel fatturato dal 2020 al 2021, generando ricavi netti pari a \$56 miliardi con una crescita del 18% rispetto al 2020.

Al 2021 TSMC mantiene la sua posizione di leader nel segmento delle fonderie del mercato globale dei semiconduttori, producendo il 24% della produzione mondiale, in aumento dal 21% nel 2020. La crescita della società è in larga parte dovuta anche alla crescente tendenza allo sviluppo del 5G e dei cosiddetti super computer (High Performance Computer), che hanno spinto la domanda per semiconduttori a livelli da record rispetto agli anni precedenti. (TSMC Investor relations, 2022)

Nvidia, al contrario delle imprese precedenti, non si occupa della produzione diretta di semiconduttori, bensì il suo fatturato, pari a \$16,68 miliardi nel 2021, deriva dallo sviluppo di Unità di Elaborazione grafica (GPU) e da Unità System on Chip (SOC), utilizzati nel settore videogames, delle web conference e nel settore automotive, stringendo partnership con aziende leader del settore, come Tesla. Con l'avvento della pandemia, che ha portato ad una crescita esponenziale della domanda nel settore Gaming e Data Center, Nvidia ha registrato una crescita nel fatturato del 53% rispetto al 2020, anche grazie all'aumento degli investimenti in R&D, che da un valore di \$2.8 miliardi nel 2020 è passato a \$3.9 miliardi nel 2021. La società prevede nel 2022 un'ulteriore crescita nel fatturato di \$5.3 miliardi. (NVIDIA Investor relations, 2022)

Advanced Micro Devices, infine, è uno dei più importanti produttori di chip grafici integrati e discreti nel mondo CPU. Con un fatturato di \$16,4 miliardi, 68% in più rispetto all'anno precedente, è seconda al mondo per la produzione di chip grafici discreti, dopo Intel, detenendo circa il 25% del mercato e terza al mondo, dopo Intel ed Nvidia nella vendita di chip grafici integrati. Attualmente è considerato



uno dei clienti principali di TSMC, alla quale affida la creazione di chipset e chip grafici. Al 2022 la società prevede un'accelerazione nei ricavi che porteranno un fatturato di \$21.5 miliardi, con un incremento del 31% rispetto al 2021. (AMD Investor relations, 2021)

#### **1.4 Domanda del mercato e i principali consumatori**

Il mercato dei semiconduttori genera al 2021 un fatturato di circa \$614 miliardi, con un'aspettativa di crescita nel 2022 del 12% per un ammontare totale di \$680 miliardi. Il mercato quindi è in forte crescita con una domanda da parte dei consumatori sempre più pressante ed esigente, soprattutto con lo sviluppo dell'Industria 4.0 e con la crisi pandemica che hanno intensificato esponenzialmente la domanda per semiconduttori e tutti gli strumenti derivanti da questi.

La tabella 5. mostra i principali acquirenti del mercato dei semiconduttori nel 2021, in base alla loro spesa misurata in milioni di dollari e alla loro quota di mercato.

<b>2021 Rank</b>	<b>2020 Rank</b>	<b>Vendor</b>	<b>2021 Spending</b>	<b>2021 Market Share (%)</b>	<b>2020 Spending</b>	<b>2020-2021 Growth (%)</b>
1	1	Apple	68,269	11.7	54,180	26.0
2	2	Samsung Electronics	45,775	7.8	35,622	28.5
3	4	Lenovo	25,283	4.3	19,023	32.9
4	6	BBK Electronics	23,350	4.0	14,258	63.8
5	5	Dell Technologies	21,092	3.6	16,814	25.4
6	8	Xiaomi	17,251	3.0	10,254	68.2
7	3	Huawei	15,382	2.6	22,710	-32.3

*Tabella 5. Spending on semiconductor's devices: % share, by value, 2020-2021*

Nel 2021 i principali consumatori di semiconduttori hanno aumentato la loro spesa per i chip del 25,2% rispetto all'anno precedente, rappresentando circa il 42% del mercato totale dei semiconduttori. Tra i principali acquirenti troviamo Apple, Samsung Electronics e Lenovo, che insieme rappresentano circa il 23% del mercato.

In particolare Apple, ha registrato una crescita del 26% rispetto al 2020, nell'acquisto di semiconduttori, registrando una spesa di oltre \$68 miliardi di dollari, mentre Samsung Electronics con una spesa di \$45 miliardi ha registrato una crescita del 28,5%, guidata dall'obiettivo della società di espandere la propria attività all'interno del mercato degli smartphone e delle unità a stato solido (SSD). (MarketLine.com, 2021)

In generale la domanda del mercato per i semiconduttori ha subito una crescita esponenziale nel 2020, a causa della pandemia. Infatti, durante i periodi di lockdown imposti dai governi, le imprese con lo smart working e le scuole con la didattica a distanza, così come i giovani con le console per videogame, hanno generato una domanda per i semiconduttori troppo alta rispetto alle capacità delle aziende, generando disagi lungo la catena di fornitura del mercato dei semiconduttori. Al tempo stesso, questa crisi, ha portato le vendite globali di semiconduttori ad un aumento del 13% nel 2021, portando con sé un fatturato di oltre \$40 miliardi solo negli Stati Uniti.

## **1.5 Conclusioni**

Il mercato dei semiconduttori, con un valore di \$614 miliardi e con un'aspettativa di crescita dell'11% per il 2022, si posiziona come uno dei mercati più prolifici su scala globale al cui interno vengono investiti enormi quantità di fondi in Ricerca e Sviluppo per lo sviluppo tecnologico dei prodotti derivanti dai semiconduttori. Le fonderie, la produzione e il design di Integrated Circuits e di Discrete Semiconductor Devices hanno portato alla formazione di una competizione al livello globale tra le varie imprese che si collocano principalmente in Asia, America ed Europa, le quali poi operano su scala globale, rifornendo le più grandi aziende del mondo, tra cui Apple, Samsung, Volkswagen e molte altre aziende che operano nei più svariati settori.

La crescita economica del mercato negli ultimi anni è affiancata dal crescente sviluppo tecnologico che il mondo sta affrontando, grazie allo sviluppo dell'Internet delle Cose, al settore automotive e ai sistemi di Cloud, che necessitano processi affidabili e veloci, che possono essere garantiti solo da circuiti tecnologici avanzati e performanti. Ed è proprio in questo scenario che imprese come TSMC, Intel, Nvidia e AMD sono riuscite ad aggiudicarsi delle posizioni dominanti all'interno del mercato, competendo e cooperando tra di loro per il successo dei loro business.

## **Capitolo 2 - La crisi dei semiconduttori: evoluzione e cause**

### **2.1 Introduzione**

La nascita e la diffusione della pandemia di Covid-19 all'inizio del 2020, insieme alle successive politiche di contenimento dei contagi da parte dei governi di tutto il mondo, hanno provocato gravi cambiamenti all'interno del mercato dei semiconduttori e di tutti quei settori che dipendono dall'approvvigionamento di chip. Allo stesso tempo, la nascita del conflitto commerciale nel 2019 tra Cina e Stati Uniti ha contribuito all'aggravarsi della crisi del mercato globale dei semiconduttori e allo sviluppo di alleanze strategiche e sanzioni amministrative tra diversi stati, principalmente nel continente asiatico.

L'evolversi della pandemia e l'aggravarsi della crisi dei semiconduttori, ha costretto molti settori a rivedere i propri piani d'azione e a cambiare i propri obiettivi per superare questa crisi. Tra i settori più penalizzati, l'industria automobilistica è stata la prima a mostrare i primi segni di corrosione della produzione e dei ricavi, seguita poi dalle aziende tecnologiche, come Huawei. Per far fronte alla crisi, sia sul lato della domanda sia sul lato dell'offerta, Stati Uniti e Cina hanno promosso diversi piani d'azione con l'obiettivo da un lato di alleviare le sanzioni imposte dalla controparte e dall'altro di stimolare la crescita del mercato dei semiconduttori.

Questo capitolo analizzerà gli effetti della crisi pandemica sul livello di produzione e sulla domanda dei settori più colpiti e le conseguenze della Trade War tra Cina e Stati Uniti a livello di importazioni ed esportazioni di semiconduttori. Verranno inoltre analizzate le varie alleanze strategiche e le azioni intraprese dal governo cinese per far fronte alle restrizioni commerciali imposte da parte degli Stati Uniti, congiuntamente ad uno studio sui diversi piani industriali sviluppati dalle due potenze e i loro effetti sulla catena globale del valore. In particolare, il capitolo sarà suddiviso in quattro paragrafi ed una conclusione. Nel primo paragrafo verranno presentati ed analizzati gli effetti della pandemia sulla produzione e sulla domanda di semiconduttori a livello globale, attraverso anche un confronto con i livelli pre-crisi. Successivamente verranno analizzati gli accordi internazionali e lo sviluppo dei piani industriali della Cina e le loro ripercussioni sul mercato, per poi passare, nel terzo paragrafo, allo studio della Trade War e all'emanazione del CHIP Act da parte degli Stati Uniti, come politica di controllo e incentivazione del mercato dei semiconduttori. Infine, nella conclusione verranno riassunti i risultati ottenuti dalle diverse analisi svolte nei paragrafi precedenti.

### **2.2 Impatto del Covid sulla produzione e sulla domanda di semiconduttori**

La pandemia di Covid-19 è uno dei principali fattori, insieme alle varie misure di controllo messe in atto dai governi mondiali atte a prevenire la diffusione del virus, che hanno avuto un impatto negativo sulla produzione e la distribuzione globale di circuiti integrati, e che hanno causato la cosiddetta "Chip-shortage". Questo termine si riferisce alla carenza di semiconduttori che si è verificata all'inizio del 2020, che ha comportato un ritardo sulla produzione e spedizione di chip utilizzati nelle maggiori industrie mondiali. Tra le prime industrie che sono state colpite da questa crisi, quella che ha subito maggiori danni, è l'industria automobilistica. Il Grafico 6. mostra come il settore automobilistico, con una quota pari al 12%, rappresenti solo una minima parte dei settori che fanno uso di chip per la loro produzione. (Wu X. , 2021)

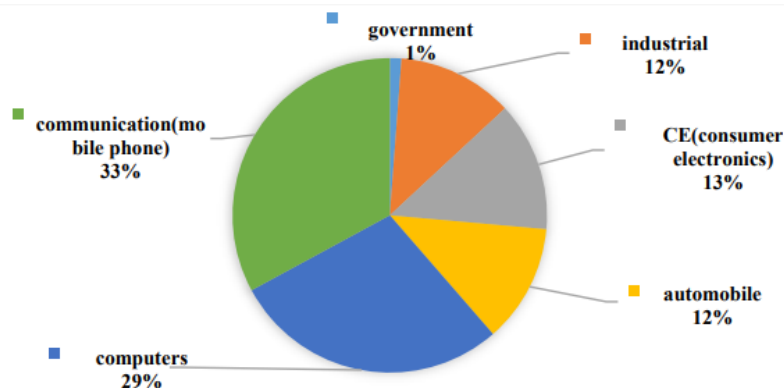


Grafico 6. Proportion of global chip production capacity in 2019. Source: American Semiconductor Industry Association (SIA).

A causa della pandemia e delle frizioni commerciali instauratesi tra i diversi paesi, l'equilibrio del mercato per quanto concerne domanda e offerta è entrato in crisi, costringendo le fabbriche a diminuire drasticamente il livello di produzione di automobili e di conseguenza la domanda di semiconduttori. Per esempio Fiat Chrysler è stata obbligata a chiudere delle fabbriche in Messico e Canada e allo stesso tempo Volkswagen e Toyota si sono trovate forzate a chiudere numerosi impianti automobilistici in Cina. Contemporaneamente, l'industria dei semiconduttori, non potendo arrestare la sua produzione a causa dei ritardi da parte dell'industria automobilistica, ha deciso di spostare la sua attenzione sul mercato della comunicazione, che nel 2019 rappresentava circa il 33% della produzione mondiale di chip. Infatti dall'inizio della pandemia l'utilizzo di tablet, smartphone e console utilizzate per svolgere attività a distanza ha innescato un trend al rialzo della domanda dei semiconduttori. Questo ha incentivato le industrie di chip a specializzarsi nella produzione di strumenti sempre più personalizzati su questo tipo di mercato, allontanandosi così dalla produzione di chip per le autovetture. (Wu X. , 2021)

Il perdurare della crisi pandemica ha inoltre costretto molte aziende ad adottare delle misure precauzionali, come il distanziamento sociale e l'obbligo vaccinale, che hanno avuto un impatto negativo sulle performance aziendali in generale. Sotto questo punto di vista, la capacità produttiva delle fonderie e delle aziende produttrici di Integrated Circuits e di Discrete Semiconductor Devices è stata colpita profondamente, producendo un effetto a catena su tutta la catena globale di distribuzione. In particolare, come mostrato in Tabella 7. il livello di spedizione di unità di semiconduttori è sceso di circa il 20% dal 2018 al 2019, a seguito dell'avvento della pandemia, rimanendo sotto il livello pre-Covid anche nel 2020. Dal 2021, invece questo trend si è invertito registrando una crescita del 18% rispetto al 2020, concretizzando una distribuzione di circa 1200 miliardi di unità rispetto alle 1000 miliardi nell'anno precedente. (Statista, 2022)

## Semiconductor unit shipments worldwide from 2000 to 2021 (in billions)

Semiconductor unit shipments worldwide 2000-2021

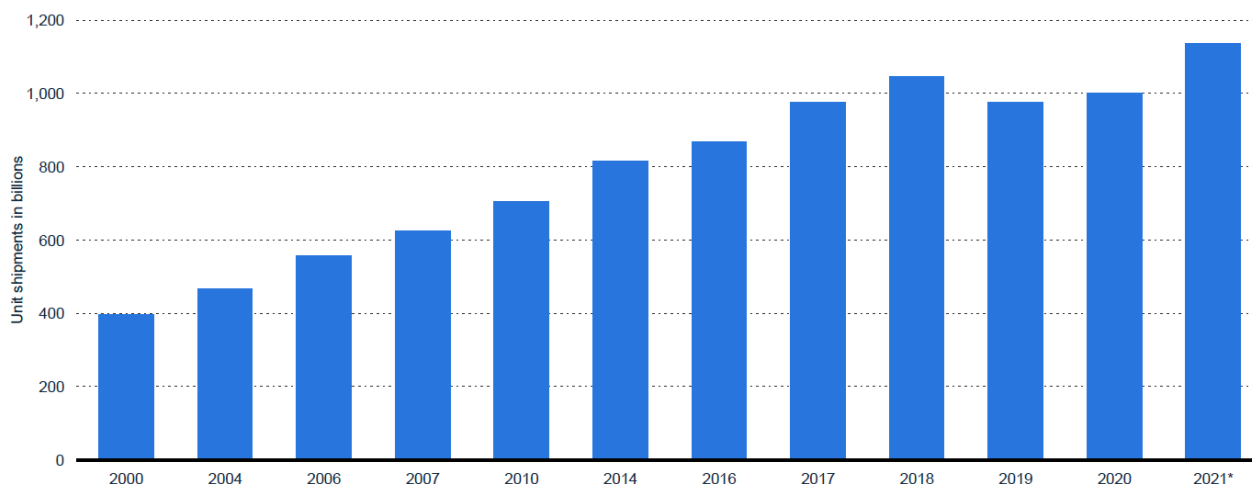


Tabella 7. Semiconductor unit shipments worldwide from 2000 to 2021. Source: Statista

Questa ripresa è dovuta in parte al successo delle politiche internazionali in materia di salute e prevenzione, ma anche grazie alle strategie di cooperazione internazionale che si sono venute a creare durante la pandemia tra varie aziende, proprio con l'obiettivo di superare la crisi dei semiconduttori e la conseguente crisi della catena globale di distribuzione e che questo documento andrà analizzare nel paragrafo successivo. (Statista, 2022)

### **2.3 Politiche di cooperazione internazionale da parte della Cina**

Nonostante il continente asiatico rappresenti oltre il 70% del mercato globale dei semiconduttori, sin dal 2018 la Cina si è trovata in una posizione di conflitto nei confronti degli Stati Uniti, che verrà poi denominata Trade War, per quanto riguarda l'indipendenza della nazione nei confronti dell'occidente per lo sviluppo tecnologico dell'industria. In particolare, nonostante la Cina sia il più grande produttore e distributore di semiconduttori al mondo, il paese è ancora fortemente arretrato tecnologicamente e il governo è subentrato nell'industria per incentivare il suo sviluppo nel tempo. Il primo piano che il governo cinese ha approvato per ridurre il gap all'interno dell'industria dei semiconduttori e aumentare la propria indipendenza ed egemonia a livello mondiale, è stato emesso nel 2014 con il nome di Guidelines to Promote National Integrated Circuit Industry Development.

Il secondo piano industriale, invece ha preso il nome di "Made in China 2025". Questo progetto ideato da Pechino ha l'obiettivo di far diventare la nazione autosufficiente nell'alta tecnologia e quindi indipendente per quanto riguarda gli accordi commerciali con Europa e Stati Uniti. Il piano industriale approvato nel 2014, in particolare prevede che la Cina debba riuscire a competere con i leader del mercato globale dei semiconduttori entro il 2030 attraverso investimenti in R&D e nello sviluppo dell'industria degli Intergrated Circuits, sia per quanto riguarda le fonderie sia per il design. Allo stesso tempo il piano Made in China 2025, aggiunge una spinta all'evoluzione della Cina nel mercato. In particolare, il piano prevede l'utilizzo di fondi pubblici per lo sviluppo di diverse strategie tra cui: lo sviluppo tecnologico del paese, il potenziamento dell'industria manifatturiera cinese e la globalizzazione dell'industria cinese. (Wang, Wu, & Chen, 2020) Tutti questi obiettivi si concretizzano con il graduale potenziamento del mercato dei semiconduttori in Cina, che fino ad ora

è rimasto dipendente dagli altri paesi esportatori per quanto riguarda i materiali utilizzati nella produzione dei chip. Come descritto nella Tabella 8, il livello di importazioni di Integrated Circuits da parte della Cina è in costante aumento dal 2014.

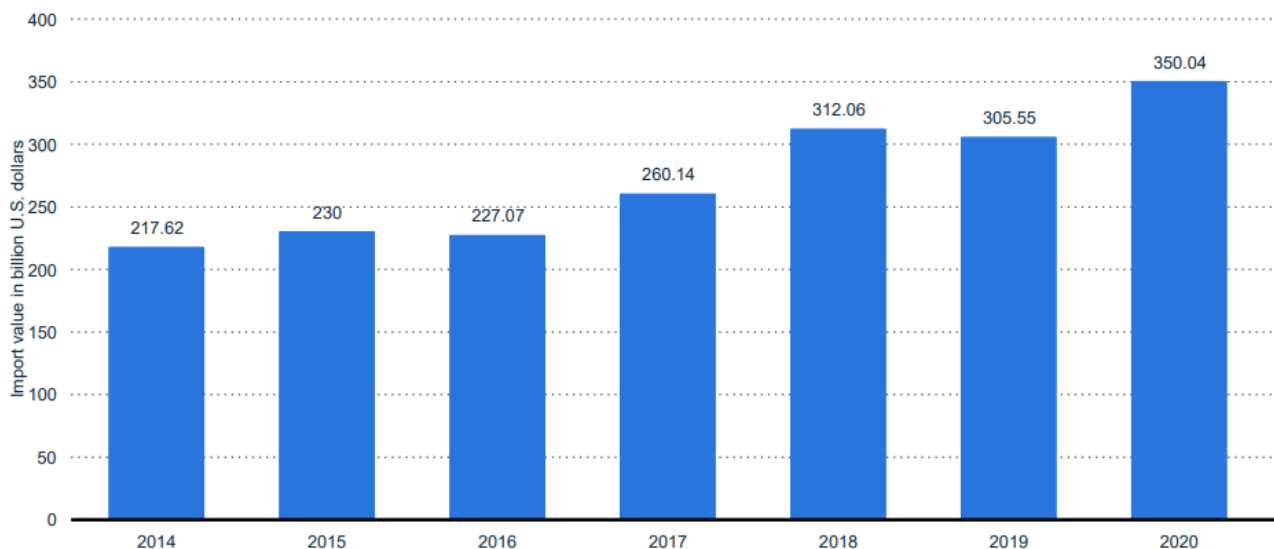


Tabella 8. Import Value of Integrated Circuits (IC) in China.

L'andamento crescente delle importazioni negli anni, che nel 2020 ha raggiunto un massimo di \$350 miliardi, più del doppio rispetto al 2014, anno nel quale è stato approvato il piano industriale "Made in China 2025", mette in risalto la necessità del paese di ottenere una maggiore indipendenza per quanto riguarda la produzione di Integrated Circuits e di tutti gli altri semiconduttori atti a produrre chip. (Statista, 2022)

Oltre alle politiche interne di sviluppo industriale, la Cina sta cercando di implementare azioni con l'obiettivo di ridurre i costi di produzione dei chip e di aumentare l'efficienza produttiva e distributiva del paese. Gli obiettivi stabiliti dal governo cinese, si concretizzano in un generale rafforzamento della comunicazione tra la Cina e altre comunità internazionali, in modo tale da promuovere le sinergie tra i soggetti a monte ed a valle della catena dell'industria degli Integrated Circuit. Nel febbraio del 2020, con l'obiettivo di trovare una tregua alla Trade War tra Stati Uniti e Cina, i due paesi si sono incontrati per firmare il Phase One Agreement. L'accordo prevede un impegno da parte della Cina ad acquistare ulteriori \$200 miliardi di beni e servizi statunitensi tra il 2020 e il 2021. Tra i beni acquistati rientrano anche i semiconduttori e i macchinari per la produzione dei semiconduttori. (Brown, 2020)

Nel continente asiatico, invece, la Cina sta cercando di instaurare dei rapporti a monte ed a valle della catena di produzione di Integrated Circuit con il Giappone e la Corea del Sud. Essendo le tre nazioni estremamente vicine geograficamente ed essendo la filiera produttiva degli Integrated Circuit molto simile e complementare, un accordo tra queste permette la creazione di un sistema chiuso dell'industria cinese. In questo senso, gli accordi prevedono la creazione di un circuito chiuso di base dell'industria cinese costruito con i materiali e le attrezzature del Giappone e assemblati grazie alla capacità di produzione della Corea del Sud ed infine introdotte nel mercato della Cina. La cooperazione delle tre parti risulterebbe fondamentale per superare le difficoltà scaturite dalla pandemia e a promuovere l'efficacia dell'industria. Un altro vantaggio che scaturirebbe dagli accordi tra Cina, Giappone e Corea del Sud, è la creazione di un meccanismo di sinergia che copre molteplici

fasi del ciclo produttivo, tra cui la commercializzazione, la logistica, il trasporto e la libera circolazione delle merci, con un abbattimento delle dogane commerciali. (Wu X. , 2021)

#### **2.4 Politiche di restrizione Usa-Cina**

Le frizioni commerciali tra Stati Uniti e Cina, che dal 2018 vedono i due paesi imporsi delle restrizioni sulle importazioni ed esportazioni, sono una delle cause che hanno portato all'evolversi della crisi del mercato dei semiconduttori.

Nel febbraio del 2018 gli Stati Uniti, dopo una serie di investigazioni sul commercio e la produzione dei pannelli solari e di altri macchinari domestici, hanno accusato la Cina di politiche commerciali sleali e di furto di proprietà intellettuale, imponendo delle tassazioni sulle importazioni di macchinari domestici, alluminio ed acciaio per diversi paesi, tra cui la Cina. Queste sanzioni economiche si concretizzarono inizialmente in una tariffa del 25% sull'importazione di semiconduttori da parte della Cina, per un valore di oltre \$350 miliardi. In generale queste restrizioni colpirono circa il 17,6% delle importazioni nel 2017, risultando in sanzioni di ammontare pari al 2,6% del Pil statunitense. In risposta a queste limitazioni, la Cina rispose con l'imposizione di tariffe pari a circa \$100 miliardi sulle esportazioni americane tra il 2018 e il 2019, senza però andare a colpire direttamente l'industria produttrice di Integrated Circuits e di semiconduttori, essendo la Cina ancora molto dipendente da queste. In particolare la Cina ha imposto delle tariffe su circa il 11% delle importazioni, mentre gli Stati Uniti hanno colpito il 18% delle esportazioni. In generale la guerra commerciale tra i due paesi ha colpito transazioni equivalenti a circa il 5,5% del Pil cinese. (Fajgelbaum & Khandelwal, 2021)

Le conseguenze della Trade War tra Cina ed America, oltre ad aver colpito il mercato dei semiconduttori, hanno avuto delle ripercussioni anche sul mercato azionario. In particolare, nel giorno dell'annuncio delle tariffe imposte alla Cina, il mercato delle imprese americane che operano vendite in Cina è risultato in una perdita del 4,3% del mercato, mentre in un periodo di soli tre giorni il mercato ha subito perdite cumulate pari al 12,9%. Questo declino è stato guidato non soltanto dall'esposizione diretta delle imprese con la Cina in materia di importazioni ed esportazioni, ma in parte anche dai cambiamenti a livello macroeconomico e indirettamente dalle ripercussioni sulla catena di distribuzione del mercato. Un altro effetto della guerra commerciale è stato la diminuzione dell'1% nei salari reali nel settore degli scambi. (Fajgelbaum & Khandelwal, 2021)

Le sanzioni governative da parte degli Stati Uniti in totale ammontano ad oltre 450 miliardi, equivalente a più della metà del valore degli scambi bilaterali tra le due potenze alla fine del 2019. Anche se i semiconduttori furono una delle prime produzioni sanzionate dall'America, le produzioni di Integrated Circuits e di altri materiali necessari per la produzione dei semiconduttori non furono incluse nella lista delle restrizioni del governo cinese. Inoltre, nonostante la guerra commerciale con gli Stati Uniti, la Cina ha continuato ad accrescere le esportazioni di questi prodotti dagli Stati Uniti.

Le limitazioni sulle esportazioni di semiconduttori imposte nel 2019 dagli Stati Uniti, furono motivate come operazioni di sicurezza nazionale. In realtà, l'obiettivo principale di queste restrizioni era di limitare la vendita di semiconduttori per attaccare l'attività svolta da Huawei, un'azienda leader del mercato cinese alla pari con l'americana Microsoft, ed impedirgli l'accesso a materiali essenziali per la fabbricazione di stazioni base per la produzione di chip. Una delle motivazioni di questo attacco da parte del governo americano, oltre al tentativo di ridurre la concorrenza, era quello di diminuire l'egemonia di Huawei specialmente nel settore delle telecomunicazioni, nel quale nel 2019 deteneva il 20% del valore del mercato, risultando in un'impresa centrale per lo sviluppo dell'Internet of Things e della rete 5G, mercato nel quale non era presente nessuna impresa americana. (Brown, 2020)

Gli Stati Uniti annunciarono il primo controllo sulle esportazioni nel maggio del 2019, quando il Dipartimento del Commercio impose l'iscrizione di Huawei e delle imprese affiliate nella Entity List. L'Entity List rappresenta un catalogo ufficiale di aziende internazionali con cui è illegale interagire per lo scambio di beni e servizi da parte di imprese americane senza una specifica licenza rilasciata dalle autorità governative. Questa manovra però non produsse gli effetti sperati dal governo. Infatti i controlli del 2019 non hanno impedito a Huawei di comprare i chip prodotti dalle aziende fabless a Taiwan e di poter accedere alle vendite di aziende come Samsung nella Corea del Sud. Come mostrato nella Tabella 9, infatti gli Stati Uniti non dispongono di un potere di mercato tale da limitare la Cina, la quale infatti importa la maggior parte dei semiconduttori da Taiwan (38%) e Korea del Sud (22%), mentre gli Stati Uniti rappresentano solo il 5% delle importazioni cinesi.

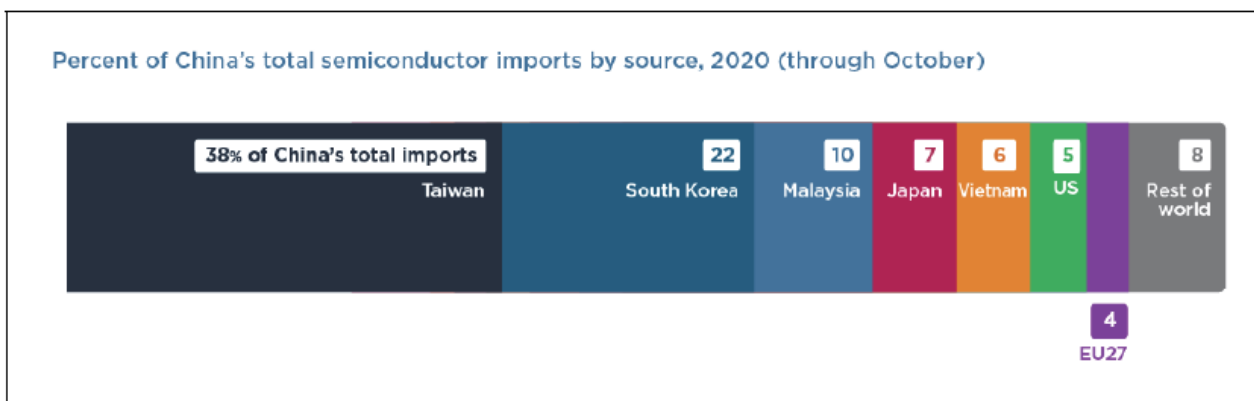


Tabella 9. Percent of China's total semiconductor imports by source, 2020.

Al contrario, queste restrizioni sono andate a colpire il mercato statunitense in quanto più del 20% delle entrate annuali dell'industria statunitense dei semiconduttori deriva dalle vendite a Huawei e ad altre aziende cinesi.

Per risolvere l'inefficienza delle restrizioni imposte dal governo americano, nel maggio del 2020 gli Stati Uniti emanarono altre restrizioni sulle importazioni mirate a costringere le aziende in paesi stranieri a smettere di vendere semiconduttori a Huawei. Con questo intervento il Dipartimento del Commercio limiterebbe l'accesso dei produttori di chip stranieri alle attrezzature di produzione fornite dalle aziende americane che operano in una parte diversa della catena di approvvigionamento dei semiconduttori. L'approccio politico si concretizza nella presentazione ai produttori stranieri, come TSMC e Samsung di una scelta: per accedere agli strumenti prodotti negli Stati Uniti utilizzati per la produzione di semiconduttori, essi avrebbero bisogno di accettare di non vendere più a Huawei. Se volevano invece mantenere Huawei come cliente, avrebbero dovuto trovare altre attrezzature di produzione al di fuori del mercato statunitense. In questo modo il governo americano è riuscito a far rispettare a TSMC il suo divieto di fornire chip a Huawei, anche attraverso la minaccia di escludere la società dai rapporti commerciali per la rifornimento di semiconduttori da parte delle aziende con sede negli Stati Uniti, tra le quali Applied Materials, Lam Research e KLA, che nel 2020 erano tra le prime cinque imprese fornitrici mondiali di semiconduttori. (Brown, 2020)

Dal punto di vista economico TSMC, nel 2020 aveva come secondo cliente per grandezza, dopo Apple, HiSilicon, una società cinese interamente di proprietà di Huawei. Infatti Huawei tra il 2019 e il 2020 aveva superato sia Apple che Samsung, diventando così il leader mondiale del settore. Con l'avvento delle restrizioni però questa tendenza si è invertita. I ricavi di TSMC, infatti, che nel 2019 derivavano per il 59% dal Nord America e per il 22% dalla Cina, nel quarto trimestre del 2020, i



ricavi dal Nord America sono saliti al 73%, mentre quelli provenienti dalla Cina sono scesi ad appena il 6%.

Il risultato di questa politica commerciale è stato un esponenziale calo delle vendite di smartphone di Huawei, uscendo dalla classifica dei leader del settore, anche se il suo marchio Honor, che la società aveva scorporato interamente per non soccombere completamente alle restrizioni americane, ha mantenuto il quinto posto nel mercato. Nonostante TSMC ha improvvisamente perso il suo secondo cliente più grande, alla fine del 2020 le entrate per la società per gli smartphone sono aumentate dal 46% al 51% delle vendite totali ed i profitti sono aumentati del 4,0%. (Hopkins, 2021)

Queste ulteriori limitazioni però crearono panico generale nelle aziende produttrici americane in quanto il mercato dei semiconduttori, come mostrato in Tabella 10. presenta paesi in grado di sostituire la domanda per semiconduttori senza essere soggetti a controlli e restrizioni.

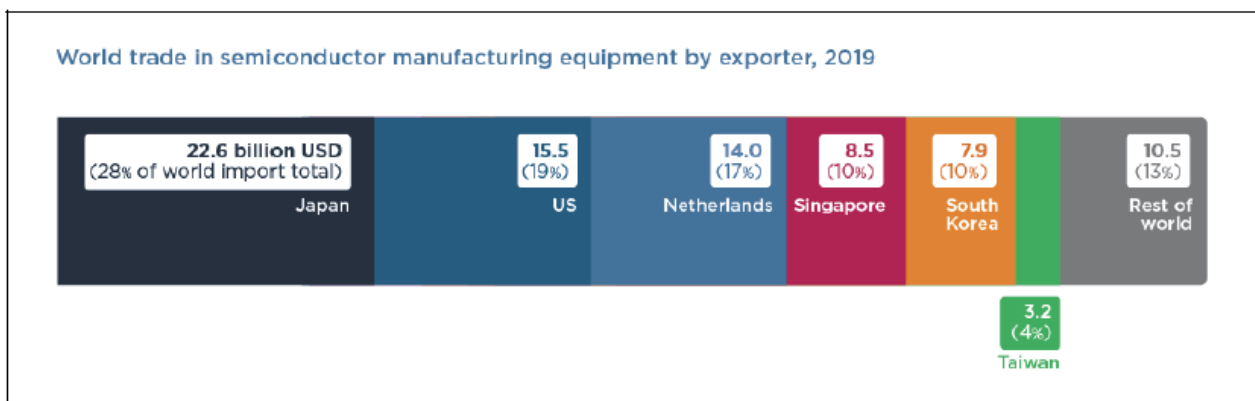


Tabella 10. World trade in semiconductor manufacturing equipment by exporter, 2019.

Tra le minacce più importanti, il Giappone rappresenta quella più grande, che con un valore di \$22.6 miliardi in esportazioni, rappresenta il 28% dell'esportazione mondiale di semiconduttori, seguito dai Paesi Bassi (17%) e dal Singapore (8,5%).

Le restrizioni sulle esportazioni del maggio del 2020 da sole contribuirono alla perdita di circa \$17 milioni nella vendita di articoli di origine americana ad imprese non collegate a Huawei. Però le azioni del governo americano non si fermarono, anzi nel dicembre 2020 il Dipartimento del Commercio iscrisse nella Entity List anche la fonderia cinese SMIC, escludendo l'impresa dall'acquisto di semiconduttori e software prodotti negli Stati Uniti. La reazione della Cina, però non si concretizzò nell'imposizione di altre restrizioni agli Stati Uniti, ma anzi il governo cinese si è impegnato ad accumulare importazioni di semiconduttori e attrezzature nel 2020, per far fronte all'imminente carenza di prodotti. (Brown, 2020)

Una delle soluzioni proposte dagli Stati Uniti per riuscire ad ottimizzare la produzione di semiconduttori e riuscire ad aumentare la propria quota di mercato, senza andare ulteriormente a colpire le esportazioni, è stata l'introduzione nel 2020 del National Defence Authorization Act, con il quale vengono introdotti dei sussidi federali per i semiconduttori. Questo provvedimento ha introdotto due potenziali cambiamenti. In primo luogo il governo cerca di stabilire un programma per finanziare le spese di ricerca e sviluppo fondamentali per l'intera industria. In secondo luogo il governo ha dato la possibilità di fornire finanziamenti per la costruzione di nuovi impianti di produzioni da parte di aziende estere, come per esempio il caso di TSMC e della nuova fabbrica in Arizona. Questi provvedimenti sancirono definitivamente la fine della Trade War e l'apertura degli Stati Uniti alla globalizzazione del mercato dei semiconduttori. (Hopkins, 2021)

Infine, nel giugno del 2021, la Semiconductor Industry Association (SIA) ha introdotto ufficialmente il Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors for America Act, che prende il nome di CHIPS ACT. Con questo provvedimento il governo americano ha approvato lo stanziamento di \$52 miliardi per il sostenimento dell'industria dei semiconduttori nel prossimo decennio. L'obiettivo è quello di rafforzare e sostenere la leadership americana nella tecnologia dei chip, in quanto la SIA ha dichiarato che il calo della quota statunitense nel mercato dei semiconduttori dal 37% nel 1990 al 12% nel 2020 è in gran parte dovuto dal fatto che i governi stranieri competitori, a differenza degli Stati Uniti, offrono sussidi ed incentivi per attirare nuovi impianti per i semiconduttori. Un altro campanello d'allarme, che ha giustificato l'approvazione del CHIPS Act è stata la previsione da parte della Boston Consulting Group che la capacità globale dei semiconduttori nel prossimo decennio risulterà stanziata in America solo per il 6%, mentre la Cina raggiungerà il 40% del mercato diventando il più grande paese produttore di semiconduttori. Il CHIPS Act e gli incentivi pari a \$52 miliardi permetteranno la costruzione di 19 fabbriche sul suolo americano nei prossimi dieci anni, e aumentando la capacità degli Stati Uniti del 57%, permettendogli di competere a livello globale.

Il problema sottostante al CHIPS Act è che come successo in passato, quando gli Stati Uniti hanno concesso dei finanziamenti dal valore di oltre \$1,2 miliardi per il potenziamento dell'industria, le 20 imprese che faranno uso dei finanziamenti utilizzeranno questi fondi per effettuare investimenti in capacità produttive e spese in ricerca e sviluppo, ma anche per effettuare operazioni di stock buyback. Il riacquisto di azioni da parte delle imprese permette a queste di aumentare il prezzo delle azioni grazie all'aumento dell'utile per azione della società a causa della riduzione delle azioni in circolazione. Come mostrato nella Tabella 11, le cinque maggiori imprese che hanno preso parte al SIA rappresentano oltre l'87% dei riacquisti eseguiti negli anni, per un valore pari a \$287 miliardi.

	Intel	IBM	Qualcomm	Texas Instruments	Broadcom	Total, five companies
REV, \$b	614	875	221	138	117	1,964
NI, \$b	140	116	43	35	21	355
<b>Distributions</b>						
DV, \$b	49	48	26	18	16	158
BB, \$b	80	73	54	28	13	247
DV+BB, \$b	128	121	80	46	29	404
DV/NI%	35	42	60	51	77	44
BB/NI%	57	63	124	78	61	70
(DV+BB)/NI%	92	105	184	129	139	114
<b>Investments</b>						
R&D, \$b	119	58	50	15	23	284
P&E, \$b	117	34	9	7	5	176
R&D+P&E, \$b	236	92	60	22	28	460
R&D/REV%	19	7	23	11	19	14
P&E/REV%	19	4	4	5	4	9
(R&D+P&E)/REV%	38	11	27	16	24	22

Note: REV=revenues, NI=net income DV=cash dividends, BB=stock buybacks, R&D=research and development expenditures, P&E=plant and equipment expenditures. It is conventional, and correct, business practice to use percentages of net income as the comparative metric for distributions to shareholders and percentages of revenues as the comparative metric for investments in the firm's productive capabilities.

Tabella 11. Distributions to shareholders and investments in productive capabilities, 2011-2020 by the five largest repurchasers among members of the SIA.

Queste imprese, tra cui risaltano Intel, IBM e Qualcomm, tra le più importanti imprese nel mercato globale dei semiconduttori, hanno fatto quasi cinque volte la spesa in riacquisti in dieci anni, dal 2011

al 2020, rispetto ai \$52 miliardi stanziati dal Senato nell'ambito del CHIPS Act. Questi comportamenti, invece di beneficiare l'industria dei semiconduttori a livello generale, hanno permesso alle imprese di sfruttare i finanziamenti per ricavarne dei profitti, anche a discapito del mercato, costringendo così lo Stato a rivolgersi ai contribuenti per sostenere la spesa per lo sviluppo dell'industria dei semiconduttori. (Hopkins, 2021)

## **2.5 Crescita della domanda nel settore Automotive e Hi-tech**

Gli effetti della pandemia e delle restrizioni imposte dai governi nazionali con l'intento di ridurre al minimo il diffondersi del virus, hanno avuto effetti su tutta la catena globale del valore. In particolare, i vari lockdown, le restrizioni personali all'interno dei luoghi di lavoro e le limitazioni al trasporto sia aereo che marittimo, hanno costretto le imprese a ridurre drasticamente la loro produzione e in alcuni casi a chiudere intere fabbriche. Tra i vari settori più colpiti, il primo a mostrare questi effetti è il settore automobilistico, che ha portato ad una riallocazione da parte delle industrie dipendenti dalla produzione delle macchine. Infatti, la produzione di automobili richiede alte quantità di processori chip, portando questo settore a rappresentare il 12% del mercato globale dei chip. (Wu X. , 2021)

Dal momento che le aziende produttrici di automobili sono state costrette a ridurre drasticamente la loro capacità produttiva, la domanda di chip per automobili è diminuita di conseguenza. Il Grafico 12. infatti mostra come è variato l'andamento delle vendite di chip per automobili nel 2020 in confronto con il 2019. In particolare, nell'aprile del 2020 le vendite hanno raggiunto il punto più basso, con una vendita di chip per automobili in calo del 40% rispetto all'anno precedente.

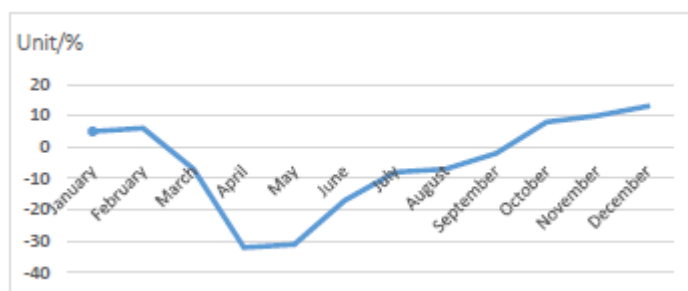


Grafico 12. Year-on-Year Change of monthly sales of Automotive Chips in 2020. American Semiconductor Association.

Dal momento che la domanda per chip nel settore automotive è calata drasticamente, l'industria dei semiconduttori ha iniziato a riallocare le proprie risorse in altri settori più profittevoli. Nel frattempo, lo Smart working, le classi online per gli studenti e la diffusione delle piattaforme streaming e per il gaming, hanno spinto la domanda di prodotti come computer, smartphone e console di gioco e di conseguenza la domanda per chip e semiconduttori. (Wu X. , 2021).

Lo spostamento delle risorse dal settore automotive verso il settore Hi-tech è il primo passo che ha portato alla crisi nel mercato globale dei semiconduttori, in quanto la produzione e l'integrazione dei chip all'interno delle automobili è un processo che richiede diversi mesi ed è altamente personalizzato per ogni azienda nel settore e uno spostamento delle risorse diventa quindi un processo dispendioso e complicato che porterà ad un malfunzionamento della catena globale del valore. La crisi dei semiconduttori poi si intensificherà perché la domanda di automobili, specialmente quelle elettriche che richiedono un numero di chip superiore rispetto a quello necessario per le macchine tradizionali, è prevista di aumentare man mano che la crisi pandemica diminuisce, ma allo stesso tempo la domanda nel settore Hi-tech rimarrà costante ai livelli post-Covid creando quindi un eccesso di domanda che non potrà essere soddisfatta interamente.

Gli effetti della crisi pandemica sul settore automotive hanno avuto conseguenze diverse nei diversi paesi produttori di automobili. In Cina, la città di Wuhan è il più grande centro produttore di automobili del paese, producendo circa il 10% della produzione di tutto il paese. Wuhan è inoltre il rifornitore di molteplici aziende automobilistiche, tra cui Fiat, Honda e Hyundai e il fermo della produzione nel centro cinese ha causato ritardi su quelle aziende fuori dalla Cina che sono dipendenti dai rifornimenti cinesi. In particolare, nel marzo 2020, Honda ha registrato un calo delle vendite del 3% rispetto all'anno precedente, mentre Hyundai ha dovuto interrompere la produzione in Corea del Sud a causa della mancanza di parti importate dalla Cina. Anche in Italia, la Fiat, ha dovuto posticipare la produzione di auto a causa della mancanza di rifornimenti. Un altro effetto della chiusura delle fabbriche di Wuhan, ha portato alcune aziende, come Mazda, a spostare la sua produzione delle componenti automobilistiche in altri paesi, come il Messico, al fine di evitare le conseguenze del Covid-19 nella Cina. (Hudaya, 2021).

Nella Comunità Economica Europea (CEE), l'avvento della pandemia e l'aumento delle restrizioni in tempi diverse nelle diverse nazioni, hanno portato ad una carenza di input nella catena del valore del settore automobilisti. Allo stesso tempo e in modo più persistente, uno shock della domanda ha ridotto drasticamente la produzione di tutte le aziende. Gli effetti della crisi si sono manifestati in particolare nel livello delle vendite di automobili nella Comunità Europea, come mostrato nel Grafico 13. che nei primi due quarti del 2020 sono crollate di quasi il 32%. Dopo la fine del primo lockdown nel 2020, la produzione di vetture è cresciuta rapidamente in Europa, tornando ai livelli pre-crisi.

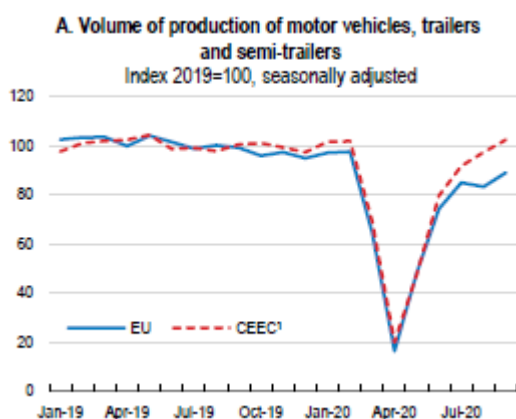


Grafico 13. Volume of production of motor vehicles, trailers and semi-trailers.

Come si può notare dal Grafico 13. la domanda di automobili è molto sensibile alle condizioni economiche e a causa delle aspettative negative sulle condizioni economiche in Europa e a causa delle previsioni di distruzione del lavoro nel medio-lungo termine, queste peseranno sulla domanda di beni durevoli il cui acquisto può essere limitato. (Klein, Jens Hoi, & Gabriel Machlica, 2021).

La domanda per le automobili prodotti in Europa si prevede che rimarrà dell'8% al di sotto del suo livello del 2019 nel 2020 in assenza di interventi da parte dei governi. Infatti, la domanda del settore automotive in Europa dipende fortemente dalla domanda estera, in quanto circa il 65% della produzione è esportata all'estero ed oltre il 79% dell'occupazione nel settore dipende dalla domanda estera. L'impatto della crisi economica sul settore inoltre differisce a seconda del segmento di mercato. In quest'ottica il mercato europeo si concentra soprattutto nella produzione di massa di utilitarie e city car che durante i periodi di recessione economica tendono a registrare un aumento delle vendite. Al contrario il mercato automobilistico in Europa potrebbe risentire dell'aumento delle preferenze dei consumatori per le autovetture elettriche, in quanto ancora poco sviluppato come settore. In particolare, la domanda per le macchine elettriche nel corso degli ultimi anni è aumentata,

anche grazie al supporto degli incentivi statali, che nel 2020 ha registrato un aumento delle vendite superiore al 20% e la quota di mercato ha raggiunto circa il 20% del settore, mentre le vendite di autovetture tradizionali è diminuita del 38% nella prima metà del 2020. La Tabella 14. mostra come la vendita di autovetture elettriche e quelle tradizionali è variata nel corso degli ultimi 3 anni. (Klein, Jens Hoi, & Gabriel Machlica, 2021)

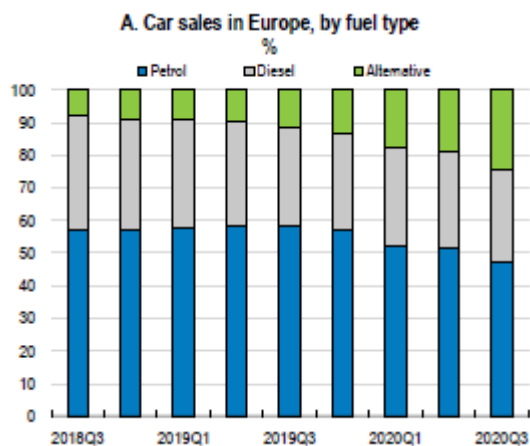


Tabella 14. Car Sales in Europe by fuel type. OECD Economics Department.

Inoltre, un calo nella domanda di automobili ha importanti ripercussioni sull'economia generale della Comunità Economica Europea. L'industria automobilistica, infatti, rappresenta circa il 4% del Pil europeo, il 18% delle esportazioni e garantisce un livello di occupazione a più di un milione di persone, che a causa della crisi rischiano di ritrovarsi disoccupati, aggravando le condizioni economiche del paese. (Klein, Jens Hoi, & Gabriel Machlica, 2021).

Dal lato del settore Hi-tech, come in quello automotive, il diffondersi della pandemia e delle restrizioni, hanno avuto effetti diversi, portando le imprese ad aumentare i profitti in alcuni casi ed in altri a dover risolvere problematiche principalmente lungo la catena del valore dell'azienda. Alcune aziende, come Facebook, Twitter e Alphabet, durante la pandemia sono diventate dei punti di riferimento per la circolazione di dati ed informazioni, ma anche per il commercio online, con lo sviluppo dell'e-commerce. A favorire questa crescita sono stati principalmente i diversi lockdown imposti dai governi e l'istituzione del lavoro da remoto. In particolare, nel primo quarto del 2020, i ricavi di Apple sono generati in larga parte dall'iCloud, abbonamenti ad AppleMusic e accessori di vario tipo. Stessa situazione di crescita nei ricavi per Amazon la quale ha registrato un aumento dei ricavi del 28% nel primo quarto del 2020 in confronto a quello del 2019. Il diffondersi delle piattaforme streaming sia per il lavoro che per l'intrattenimento, hanno portato alla formazione di una competizione all'interno del settore molto forte. In particolare, la crescente popolarità di Zoom e quindi l'aumento della sua quota di mercato nel settore dello streaming, ha spinto le altre Big Tech ad adottare soluzioni repentine al fine di scoraggiare la concorrenza. Nell'aprile del 2020 Facebook ha annunciato il lancio di Messenger Rooms, una piattaforma online per le conferenze e le videochiamate, che ha avuto degli effetti negativi sulla quota di mercato di Zoom, che fino ad allora aveva visto aumentare i propri utenti da 200 a 300 milioni, causando un crollo del titolo del 28% nella prima settimana di aprile. (Kshetri, 2020)

## **2.6 Conclusioni**

Le conseguenze della pandemia e delle restrizioni imposte dai governi nazionali a livello globale, hanno portato a gravi rotture all'interno della catena globale del valore. In particolare, molte aziende si sono ritrovate costrette a ridurre la propria capacità produttiva al fine di rispettare le norme anti covid-19 imposte dai governi, generando una carenza nei prodotti e ritardi nella distribuzione. Tra i settori più colpiti, il settore automobilistico ha subito le più grandi perdite in termini di capacità produttiva e distributiva, non solo a causa della pandemia ma anche a causa della carenza di semiconduttori, fondamentali per la produzione di autovetture. Sotto questo punto di vista, infatti, la spedizione di semiconduttori da parte delle imprese produttrici di Integrated Circuits e di Discrete Semiconductr Devices è calata di oltre il 20% rispetto ai valori pre-crisi del 2018, costringendo molte aziende, come Toyota e Volkswagen a chiudere numerosi impianti automobilistici in Cina.

La volontà di raggiungere una posizione dominante a livello globale per la produzione di semiconduttori da parte della Cina e di ridurre la dipendenza dagli Stati Uniti per quanto riguarda lo sviluppo tecnologico dell'industria, ha portato all'istituzione sin dal 2014 di due piani industriali: il Guidelines to Promote National Integrated Circuit Industry Development ed il piano Made in China 2025. Queste due iniziative però non hanno avuto il successo sperato, infatti nel 2020 la Cina ha importato Integrated Circuits per un valore di oltre \$350 miliardi, più del doppio rispetto al 2014, sottolineando ancora una volta la necessità di un cambiamento nell'industria per raggiungere l'indipendenza sperata. Cambiamento che la Cina sta perseguendo in questi ultimi anni attraverso politiche di cooperazione internazionale con il Giappone e la Corea del Sud, con l'obiettivo di creare meccanismi di sinergia tra i tre paesi in materia di commercializzazione, logistica e produzione di Integrated Circuits.

Un altro ostacolo allo sviluppo della Cina è rappresentato dalla Trade War in atto dal 2018 con gli Stati Uniti. Le restrizioni commerciali imposte dal governo americano alla Cina, si concretizzano in alcune tariffe dal valore di \$450 miliardi sulle importazioni di semiconduttori e nella limitazione dei rapporti commerciali, inizialmente tra le aziende americane e il colosso cinese Huawei e poi tra quest'ultimo e alcuni produttori stranieri, come TSMC e Samsung. Il risultato di queste politiche commerciali è stato un esponenziale calo delle vendite di smartphone di Huawei. In risposta a queste restrizioni, la Cina ha deciso di imporre sanzioni analoghe agli Stati Uniti, per un valore di oltre \$ 100 miliardi, senza andare però ad attaccare direttamente il mercato dei semiconduttori, in quanto ancora troppo dipendente. Le conseguenze della Trade War sul mercato si sono concretizzate in una perdita di valore delle quotazioni delle imprese americane che operano vendite in Cina pari al 12,9% in soli tre giorni. Nel febbraio del 2020, con l'obiettivo di alleviare le restrizioni commerciali, i rappresentanti della Cina e degli Stati Uniti si sono riuniti per firmare il Phase One Agreement, un accordo che prevede un impegno da parte della Cina ad acquistare ulteriori \$200 miliardi di beni e servizi statunitensi tra il 2020 e il 2021. Nel 2021, con l'obiettivo di ottimizzare la produzione di semiconduttori, senza andare a danneggiare ulteriormente le esportazioni del paese, il congresso americano ha introdotto il CHIPS Act, che prevede lo stanziamento di \$52 miliardi per il sostenimento dell'industria dei semiconduttori per il prossimo decennio.

L'avvento della pandemia e l'imposizione delle restrizioni con l'obiettivo di diminuire i contagi, hanno portato ad un cambiamento della domanda di diversi settori. Tra questi risaltano per importanza il settore automobilistico e il settore Hi-tech. Le imprese del primo settore con i vari lockdown e le limitazioni ai trasporti sia marittimi sia aerei sono state costrette a ridurre drasticamente la propria capacità produttiva e di conseguenza anche la domanda e la vendita dei chip è diminuita, calando di circa il 40% nell'aprile del 2020 rispetto all'anno precedente. Per far fronte a questa crisi, le imprese

produttrici di semiconduttori hanno spostato la loro attenzione sul settore Hi-tech che, in questo periodo, ha riscontrato un forte avanzamento della domanda e dei profitti. La crisi dei semiconduttori però ha continuato ad aggravarsi poiché, nonostante un'iniziale calo della produzione di automobili, il settore sta registrando una crescita nella domanda, riportando il volume di produzione ai livelli pre-crisi ed allo stesso tempo, il diffondersi delle piattaforme streaming e dello smart working, così come l'e-commerce, hanno spinto la domanda per smartphone e computer, comportando un aumento nella domanda di semiconduttori. In questo momento quindi le fonderie e le imprese produttrici di Integrated Circuits stanno riscontrando enormi problemi nel rifornire tutte e due i settori, causando ritardi nelle produzioni e nella distribuzione di prodotti e di conseguenza un calo nei profitti delle aziende.

## **Capitolo 3 – Effetti della Chip Shortage sulle imprese**

### **3.1 Introduzione**

La crisi globale dei semiconduttori ha colpito una moltitudine di settori produttivi, dall'elettronica all'industria automobilistica, ed insieme al prorogarsi dell'emergenza sanitaria nel tempo ha messo in crisi l'intera catena di approvvigionamento del mercato dei semiconduttori. Gli shock sulla Global Supply Chain hanno portato ad un disallineamento tra la curva di domanda e quella di offerta per circuiti integrati (IC) e Discrete Semiconductor Devices (DSD), componenti fondamentali per il funzionamento dell'intero settore. Le cause della nascita della crisi dei semiconduttori, si possono ricercare nell'analisi della fluttuazione della domanda per microprocessori durante la pandemia. Un ruolo centrale in questo contesto viene rappresentato dal settore automotive, il quale non è stato capace di prevedere una crescita esponenziale della domanda per automobili negli ultimi anni, per questo può essere considerato il settore più colpito dalla crisi. Infatti, con l'inizio delle restrizioni e il diffondersi della pandemia, le case automobilistiche hanno registrato improvvisamente un calo nella domanda per i propri prodotti e di conseguenza hanno diminuito gli ordini per i microprocessori, utilizzati nell'assemblaggio delle macchine. Allo stesso tempo, la domanda per queste componenti si è spostata verso il settore tecnologico, che grazie alla pandemia, ha consentito alle società del settore dei semiconduttori di continuare la propria attività, nonostante il settore automobilistico fosse in forte calo. Nel 2020 si è verificato un ulteriore cambiamento nella domanda, guidato da una crescita inaspettata del mercato delle automobili, che ha messo in crisi le società operanti nel settore dei semiconduttori per il fatto di dover affrontare una forte richiesta da due settori contemporaneamente. Ad aggravare la situazione, lo stanziamento di incentivi statali per la transizione ad un uso più sostanzioso di macchine elettriche, ha provocato una richiesta di circa il doppio dei microprocessori.

L'impatto di questa domanda sostenuta grava in primis sulle fonderie, che si trovano alla base della catena di approvvigionamento del mercato dei semiconduttori. Ad esempio, Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, il leader mondiale per la produzione di semiconduttori e che controlla circa il 28% della capacità produttiva globale, ha sperimentato difficoltà nello svolgere la propria attività. Inoltre, per aumentare la produzione di chip, produttori come Intel e la stessa TSMC, stanno investendo miliardi di dollari nella costruzione di nuove fabbriche e nella formazione di alleanze strategiche. Tuttavia, nonostante le azioni messe in atto dalle imprese, gli squilibri lungo la catena globale di approvvigionamento hanno portato a fluttuazioni significative del valore di mercato di molte aziende, sia in negativo, costringendo alcune imprese a chiudere degli stabilimenti, sia in positivo, portando le società a raggiungere livelli di capitalizzazione oltre ogni aspettativa.

Questo capitolo analizzerà, infatti, gli effetti della crisi dei semiconduttori sulle imprese, inizialmente confrontando le loro variazioni nelle capitalizzazioni di mercato appartenenti ai settori più colpiti: automobilistico, tecnologico e dei semiconduttori. Successivamente, verranno analizzate le performance finanziarie delle quattro imprese leader del settore dei semiconduttori, mettendo a confronto i risultati ottenuti tra il 2019 e il 2021. Infine, verranno presentate ed analizzate alcune delle strategie adottate da diverse aziende per far fronte alla carenza di chip e per espandere ed innovare la propria attività produttiva.



### **3.2 Cambiamento capitalizzazione di mercato**

Il diffondersi della pandemia e la nascita di problemi nella produzione e nella fornitura di semiconduttori all'inizio del 2020, hanno causato diverse problematiche alle imprese, che facevano affidamento sulle componenti elettroniche per la produzione di beni e servizi. Allo stesso tempo, gli investitori, intimoriti dagli effetti di questa crisi, hanno preferito chiudere eventuali posizioni nel capitale di alcune imprese, comportando delle perdite nelle capitalizzazioni di mercato di queste e ponendo in una posizione di difficoltà i dirigenti, per quanto riguarda il finanziamento della propria attività.

Il processo di trasformazione dei semiconduttori in Integrated Circuits e Discrete Semiconductor Devices, è caratterizzato da elevati costi di produzione e dall'utilizzo di tecnologie intensive, che impegnano grandi quantitativi di capitale per lo sviluppo dei prodotti. In generale, nell'analisi delle conseguenze finanziarie della crisi, si deve considerare la catena del valore del mercato dei semiconduttori. In particolare, il 2020 è stato caratterizzato da un aumento della domanda per semiconduttori e una curva di offerta costante, producendo effetti diversi nei fatturati delle imprese a monte e a valle della catena. Le fonderie, le imprese produttrici e quelle di design hanno accresciuto il proprio potere contrattuale, mentre le imprese che sono dipendenti dalla fornitura dei chip, lo hanno perso e con una domanda sempre più forte, alcune imprese si sono ritrovate ad avere difficoltà nel chiudere contratti di vendita con i produttori, che in questo momento si sono ritrovati a fare una scelta tra i vari acquirenti.

Il settore che ha riscontrato i danni maggiori da questa crisi è quello dell'automotive, che ha dovuto affrontare un calo nella produzione, anche a causa delle restrizioni messe in atto dai governi nazionali, al fine di limitare il diffondersi della pandemia di Covid-19. Come mostrato nel Grafico 15, le case automobilistiche hanno subito delle variazioni in negativo nella loro capitalizzazione di mercato nel 2020, rispetto all'anno precedente, in particolare General Motors, Volkswagen e BMW hanno rilevato un calo nel loro Market Cap rispettivamente del 43%, 25,6% e 36,3%.

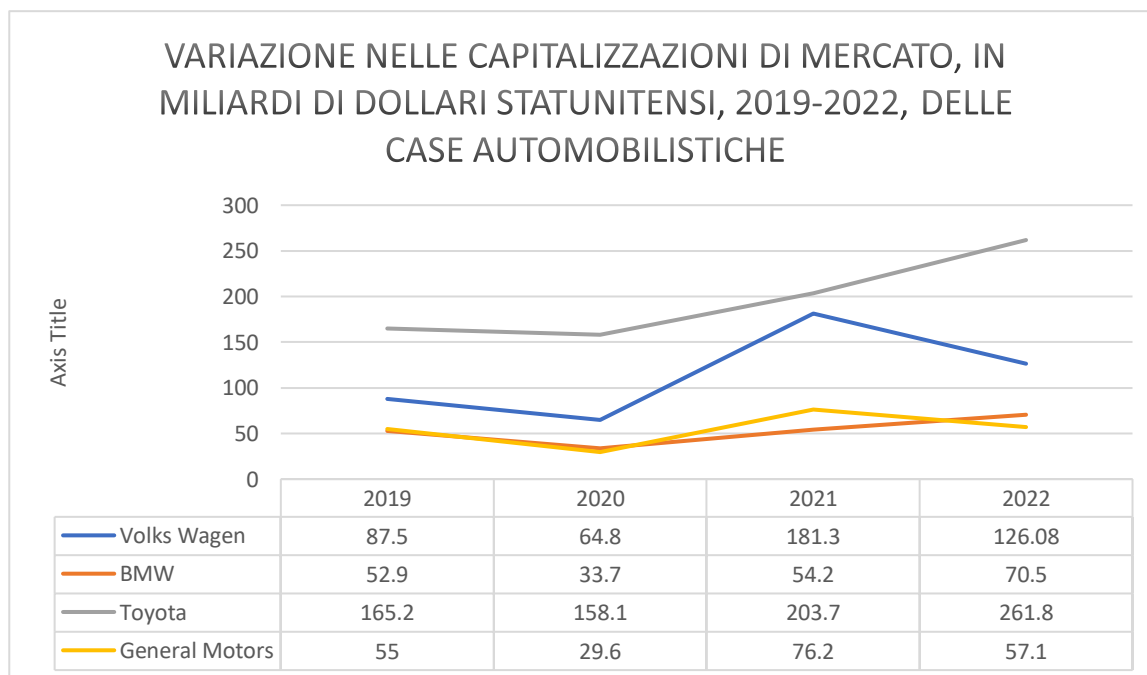


Grafico 15. Variazione nelle capitalizzazioni di mercato delle casa automobilistiche, tra il 2019 e il 2022. Nostra elaborazione dal sito <https://companiesmarketcap.com/>

Diversamente, Toyota è stata l'unica casa automobilistica a riuscire a limitare le proprie perdite, con un market Cap che nel 2020 è sceso a soli \$162,1 miliardi, rispetto ai \$165,2 miliardi del 2019. Nel 2021, nonostante il perdurare della crisi, il settore automobilistico è riuscito a tornare sopra i livelli del 2020. La maggior parte delle aziende, è riuscita a pareggiare la variazione nelle capitalizzazioni dell'anno precedente. Volkswagen rappresenta un'eccezione, in quanto nel 2021 è riuscita ad outperformare il mercato, con una capitalizzazione che è cresciuta a \$181,3 miliardi, quindi rappresenta la casa automobilistica che ha vissuto una crescita maggiore tra il 2020 e il 2021. Nel 2022, dall'analisi dei dati, è emersa un'ulteriore variazione in negativo delle capitalizzazioni sia di General Motors sia di Volkswagen, dovuta in parte al conflitto tra Russia e Ucraina e alle sanzioni imposte dalla Nato al Cremlino. Al contrario, risultano in crescita nel 2022 il gigante giapponese, Toyota, con un market cap attuale di \$261,8 miliardi e BMW a \$70,5 miliardi.

La crisi dei semiconduttori e la crisi pandemica, non hanno provocato solo danni all'interno del mercato mondiale, come nel caso del settore automobilistico. Al contrario, l'aumento della domanda per pc, console e telefonini, grazie alle politiche di Smart working e lo sviluppo delle piattaforme streaming, hanno permesso ad aziende come Apple e Samsung di ottenere enormi profitti e di crescere. Il Grafico 16. mostra l'andamento della capitalizzazione di mercato di tre aziende produttrici di telefoni e computer che dal 2019 al 2022 hanno vissuto un periodo di forte crescita.

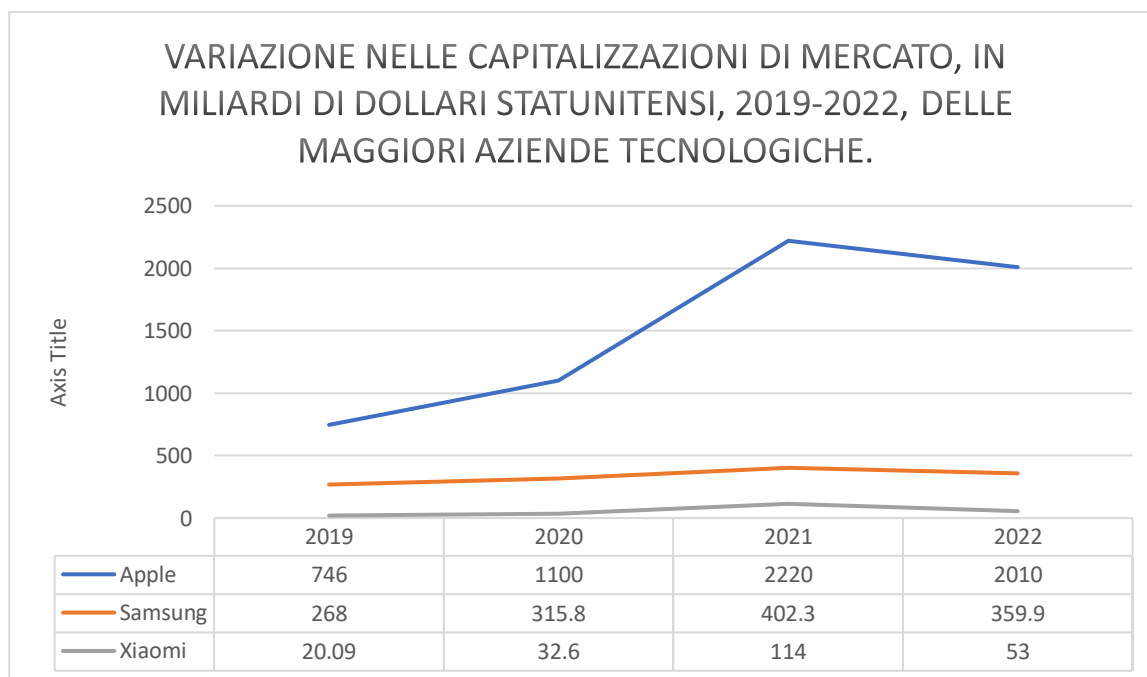


Grafico 16. . Variazione Market Cap tra il 2019 e il 2022, misurato in miliardi di dollari, delle maggiori aziende di tecnologiche. Nostra elaborazione dal sito <https://companiesmarketcap.com/>

In particolare, Apple con una crescita del 47,4% nel 2020 è stata la prima azienda a raggiungere una capitalizzazione di \$1,1 trilioni, per poi continuare a crescere in maniera esponenziale nel 2021, dove ha raggiunto un picco di \$2,22 trilioni, registrando una crescita superiore al 100% rispetto all'anno precedente. Sulla stessa riga dell'azienda americana, anche Xiaomi, società cinese che opera nel mercato dal 2010, ha registrato una crescita della propria capitalizzazione di circa il 230% nel 2021 rispetto all'anno precedente, con un fatturato di \$114 miliardi, per poi decrescere nel 2022 a \$52 miliardi. Al contrario, il gigante Sudcoreano, ha registrato una crescita più costante del 18% e 27%,

rispettivamente nel 2020 e nel 2021, raggiungendo una capitalizzazione in questo ultimo anno di \$353,3 miliardi.

In generale, i settori analizzati in precedenza hanno registrato delle performance in alcuni casi positive, come Apple e Toyota, ed in altri casi oscillanti nei diversi anni, grazie all'attività del mercato dei semiconduttori, da cui le automobili e le apparecchiature elettroniche dipendono fortemente. Questo mercato, nel corso degli ultimi quattro anni, ha registrato delle forti oscillazioni nella capitalizzazione, influenzate in larga parte dalla forte crescita della domanda, dalle limitazioni alla produzione a causa della pandemia e dagli squilibri macroeconomici tra Stati Uniti e Cina nella Trade War. Il Grafico 17. mostra questo andamento delle capitalizzazioni delle quattro maggiori imprese, che operano nelle varie fasi della catena globale di approvvigionamento dei semiconduttori e che in questo capitolo verranno analizzate in termini di performance finanziaria e di strategie per la risoluzione della crisi dei chip.

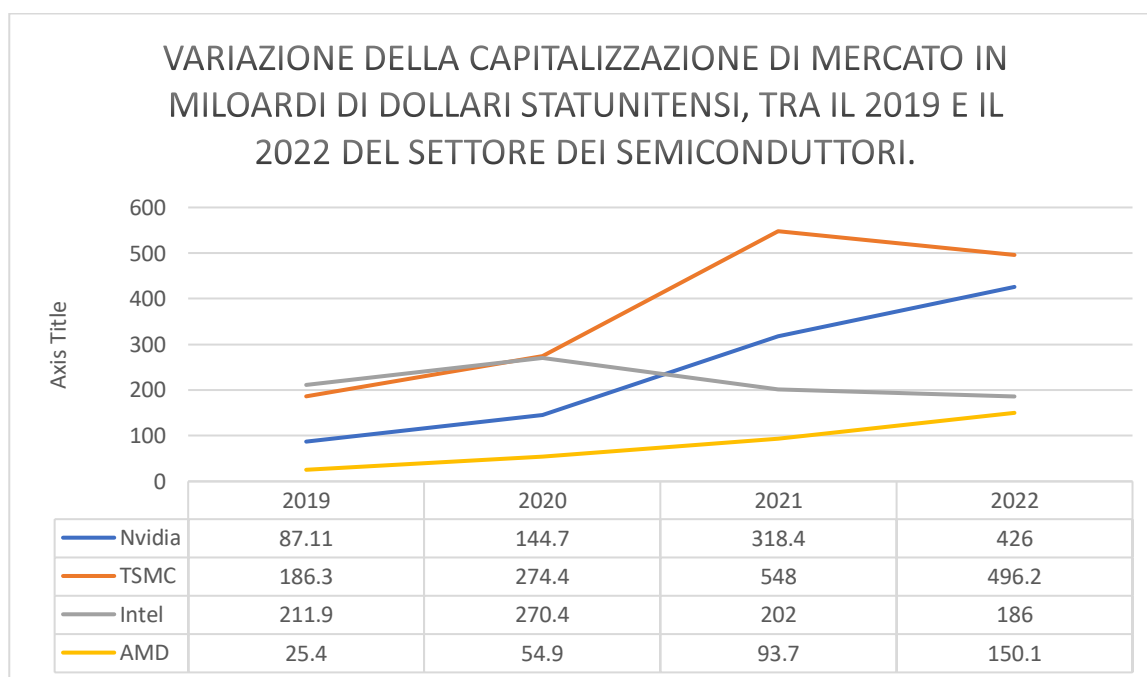


Grafico 17. Variazione Market Cap tra il 2019 e il 2022, misurato in miliardi di dollari, delle maggiori aziende del mercato dei semiconduttori. Nostra elaborazione dal sito <https://companiesmarketcap.com/>

Dall'analisi del Grafico 17. si nota come le quattro aziende hanno registrato un andamento positivo per tutto l'arco di tempo, ad eccezione di Intel, che dal 2020, con un valore di \$270,4 miliardi, ha registrato un calo nella capitalizzazione del 25% nel 2021 e del 8% tra il 2021 al 2022, con una valutazione di \$186 miliardi. A differenza di questa azienda, Nvidia è la società che ha registrato un tasso di crescita più alto, con una valutazione iniziale nel 2019 di \$87,11 miliardi fino a raggiungere il picco nel novembre del 2021, quando la società ha registrato una valutazione di \$821 miliardi, per poi stabilizzarsi nel 2022 a \$426 miliardi. Allo stesso modo, anche AMD ha registrato una crescita costante tra il 2019 e il 2022, con una capitalizzazione iniziale di appena \$25,4 miliardi, per raggiungere un valore record di \$150,1 miliardi. A differenza di queste prime tre aziende, TSMC ha registrato una fase di crescita "moderata" tra il 2019 e il 2020 passando da una valutazione di \$186,3 miliardi ad una di \$274,4 miliardi. Successivamente, nel 2021 la società ha registrato una crescita percentuale a tre cifre raggiungendo una capitalizzazione di \$548 miliardi, consolidando la sua posizione di leader del mercato dei semiconduttori.

### **3.3 Gli shock alla Supply Chain Globale**

La catena globale del valore, in inglese Global Value Chain (GVC), è caratterizzata dalla frammentazione in vari paesi delle attività di produzione, distribuzione e vendita, che consente di ottimizzare congiuntamente i costi ed i tempi che intercorrono tra la produzione e la vendita di prodotti e servizi. Con un valore superiore ai \$614 miliardi, l'industria dei semiconduttori rappresenta una delle più importanti GVC del mondo e gli effetti della pandemia e della crisi dei semiconduttori hanno avuto delle ripercussioni a livello globale in tutte le fasi della catena. La filiera produttiva dei semiconduttori, infatti, è dislocata in tutto il mondo, e grazie ad una collaborazione tra diverse nazioni, che lavorano insieme nelle varie fasi, la produzione dei chip risulta snella ed efficiente. In particolare, la filiera produttiva inizia in Giappone e in altri paesi asiatici con la trasformazione del Silicio, proveniente in gran parte dalle cave del North Carolina, in wafers, che poi verranno lavorati e trasformati all'interno delle fonderie. Il processo di trasformazione era inizialmente svolto per la maggior parte negli Stati Uniti, ma grazie all'avvento della globalizzazione le fabbriche che dominano questa fase della catena ad oggi si trovano in Asia, più in particolare TSMC produce oltre la metà dei chip personalizzati mondiali, su cui, per esempio, si basano le attività produttive di Apple. Prima di essere pronti per essere installati, i microchip devono essere testati, tagliati dai wafer e confezionati, processo spesso completato in paesi come il Vietnam e la Malesia. Solo a questo punto i chip vengono spediti alle fabbriche, che li integrano nei prodotti. Altri paesi come Cile, Turchia e Paesi Bassi contribuiscono alla catena con materie prime e macchinari essenziali per la produzione di semiconduttori. (Leslie, 2022)

La situazione globale degli ultimi anni, ha causato una diminuzione nell'attività produttiva di molte imprese e ha inciso negativamente sui loro profitti. Il settore automobilistico, ha registrato tra il 2019 e il 2020 una perdita di circa \$210 miliardi. Ford, per esempio, è stata costretta a interrompere la produzione di più di 50'000 unità. Allo stesso modo, General Motors ha dovuto rimuovere alcuni optional dai suoi modelli e chiudere alcuni stabilimenti a causa dei ritardi nell'approvvigionamento dei chip. Nel caso di Apple, nonostante l'assenza di perdite di fatturato, si è registrata una riduzione del 10% della produzione di iPhone e iPad, a causa della carenza di semiconduttori, così come in molte altre aziende operanti nel settore delle comunicazioni. (Leslie, 2022)

L'obiettivo della gestione della catena di approvvigionamento globale è garantire che le reti internazionali di produttori, fornitori, magazzini, società di logistica, distributori e dettaglianti funzionino senza problemi. A causa di questa necessità, una prima soluzione adottata dalle aziende è stata quella di ridurre al minimo i costi di produzione e gestione. Per fare questo le imprese si sono affidate a fornitori unici per tutte le loro esigenze di risorse, provocando un rallentamento dei tempi di spedizione, che sono passati da 12 settimane, nel 2019, a 21 settimane nell'ottobre del 2021. (Ishak, Salim, & Lazim, 2022)

Una soluzione, alternativa, proposta da diversi paesi è stata quella di rivoluzionare la Catena globale dei semiconduttori e di adottare una strategia di integrazione verticale, con lo scopo di rendere il paese autosufficiente nella produzione dei semiconduttori e garantire la produttività delle imprese. Il piano dell'Unione Europea, degli Stati Uniti, Cina e Giappone, di incrementare la produzione nazionale, però è ostacolato non solo dagli ingenti investimenti e dai tempi di costruzione richiesti, ma anche dal quasi duopolio di TSMC e Samsung nella produzione di semiconduttori. Questo ha costretto i paesi a ripensare il loro piano di azione. Il punto focale di questo riadattamento è stato quello di pianificare la costruzione di impianti produttivi di microprocessori diversi da quelli prodotti dai leader del settore, mantenendo costante il fabbisogno di chip fondamentale per la difesa e per altri settori chiave dell'economia. Un'altra soluzione adottata, è stata quella di trasferire alcuni impianti di

produzioni in altri paesi, come la fabbrica in fase di costruzione di TSMC in Arizona. Questa strategia permette di raggiungere una maggiore flessibilità di progettazione dei microchip e di contribuire a migliorare la resilienza della catena di fornitura dei semiconduttori. (Leslie, 2022)

La stagnazione della domanda causata dalla pandemia, ha portato ad un aumento dei colli di bottiglia, ossia un malfunzionamento nella catena produttiva che impedisce il normale flusso delle operazioni e che può creare una crisi su tutta la filiera. Un'ulteriore aggravante, può essere individuata nelle limitazioni del commercio imposte dai governi e nel blocco del Canale di Suez, causata dalla porta container Evergreen, provocando ritardi di oltre 350 navi cargo, da cui molte imprese dipendevano per la loro attività produttiva. Le prestazioni dell'industria dei semiconduttori sia a livello operativo sia finanziario hanno subito l'influenza della situazione analizzata in precedenza. Dal punto di vista della performance finanziaria, l'industria ha riscontrato un aumento nel valore del portafoglio ordini a causa dei ritardi nelle consegne, così come una riduzione del margine lordo causato dall'aumento dei costi delle materie prime e del costo del lavoro. Inoltre, le imprese hanno dovuto affrontare un aumento delle scorte di magazzino che hanno inciso negativamente sui flussi di cassa delle aziende, andando anche ad incidere sul costo del capitale. (Ishak, Salim, & Lazim, 2022)

### **3.4 Performance e crisi delle aziende**

L'analisi delle performance finanziarie, attraverso l'analisi dei bilanci delle aziende, permette di studiare l'andamento della gestione della società e di valutare l'efficacia e la redditività nel tempo. In riferimento alle imprese che operano nel mercato dei semiconduttori, nelle varie fasi della catena di approvvigionamento, si nota come i risultati ottenuti variano seguendo il filo storico dell'avvento e sviluppo della pandemia e della conseguente crisi dei semiconduttori. In particolare, questo paragrafo analizzerà le performance e le eventuali criticità delle quattro maggiori aziende che operano nel mercato dei semiconduttori: Intel Corporation, AMD, Nvidia e TSMC.

In riferimento ad Intel Corporation, l'azienda tra il 2019 e il 2021 ha registrato un aumento costante dei ricavi e del patrimonio netto, con una crescita rispettivamente del 9,8% e del 23%, concludendo nel 2021 con un patrimonio netto pari a \$95,39 miliardi. La Tabella 18. mostra i principali risultati conseguiti nel 2021, in confronto con il 2020. Intel, durante lo stesso periodo, ha registrato una diminuzione dell'indice di redditività ROA da un valore del 16% al 15,4%, per poi continuare a diminuire nell'anno successivo fino a toccare un valore minimo di 11,5% nel 2021. Il ROA, Return on Asset, calcolato come rapporto tra il reddito operativo e il totale delle attività, misura l'efficacia nell'utilizzo delle attività totali dell'azienda. Il valore decrescente del ROA, così come quello del ROE, Return on Equity, che misura la redditività per gli azionisti, calcolato come rapporto tra Reddito Netto e Capitale Netto, indicano che la società ha riscontrato delle difficoltà nel generare redditività dai propri investimenti, andando a penalizzare anche gli azionisti. (Intel Investor relations, 2022)

## Full-Year 2021 Financial Highlights

	GAAP			Non-GAAP		
	2021	2020	vs. 2020	2021	2020	vs. 2020
Revenue (\$B)	\$79.0	\$77.9	up 1%	\$74.7	\$72.9	up 2%
Gross margin	55.4%	56.0%	down 0.5 ppt	57.7%	59.4%	down 1.7 ppt
R&D and MG&A (\$B)	\$21.7	\$19.7	up 10%	\$20.9	\$18.9	up 10%
Operating margin	24.6%	30.4%	down 5.8 ppt	29.7%	33.4%	down 3.7 ppt
Tax rate	8.5%	16.7%	down 8.2 ppt	9.1%	16.6%	down 7.5 ppt
Net income (\$B)	\$19.9	\$20.9	down 5%	\$22.4	\$21.6	up 4%
Earnings per share	\$4.86	\$4.94	down 2%	\$5.47	\$5.10	up 7%

Tabella 18. Dati principali della gestione finanziaria 2021.

Dal punto di vista dell'indebitamento, Intel presenta, per tutto il periodo in analisi, un rapporto Debt to Equity contenuto con un valore nel 2019 pari a 0,20 per poi scendere fino a 0,10 nel 2021. Questo rapporto indica il livello di sostenibilità di un'impresa, che per valori inferiori ad 1 o 100%, se espresso in percentuale, definisce una struttura finanziaria stabile, con un basso livello di indebitamento. Un altro indicatore importante nell'analisi del livello di leva finanziaria di una società è espresso dal rapporto tra Debiti e EBITDA, ossia l'utile generato dall'impresa al lordo delle imposte e degli ammortamenti. Questo indicatore esprime la capacità di una società di ripagare i propri debiti e in quanti anni. In altre parole il rapporto indica quanto vale il debito rispetto all'EBITDA. Nel caso di Intel, questo multiplo è rimasto sempre sotto il valore unitario, infatti nel 2019 ha segnato un valore di 0,51, per poi scendere progressivamente negli anni fino al 2021, in cui ha segnato un valore di 0,30. Si può concludere che l'azienda, nonostante le criticità del periodo, è riuscita a generare un livello elevato di profitti e allo stesso tempo mantenere un livello di indebitamento ottimale. Questa performance positiva si riflette anche nelle variazioni del valore azionario della società, la quale nel 2019 ha riportato un EPS, utile per azione, pari a \$4,71, registrando un incremento del 5,13% rispetto al 2018 (Intel Investor relations, 2020) per poi continuare a salire nel 2020, in cui ha rilevato una crescita del 4,9% a \$4,94 (Intel Investor relations, 2021). Tra il 2020 e il 2021, invece, il trend si è invertito e gli utili per azione sono calati del 1,62%, raggiungendo un valore di \$4,86 dollari ad azione. (Intel Investor relations, 2022).

Un aspetto rilevante per l'analisi della crescita dell'attività è rappresentato dal livello di Payout Ratio, calcolato come rapporto tra il dividendo per azione e l'utile per azione, e che indica il livello di dividendi pagati dall'azienda in riferimento agli utili generati. Valori bassi dell'indice indicano che l'azienda non si concentra sulla remunerazione degli azionisti, ma preferisce investire la maggior parte dell'utile nella crescita dell'azienda. Al contrario, valori più alti indicano che la società distribuisce buona parte degli utili ai propri azionisti. Situazione non tipica di settori capital intensive, come quello dei semiconduttori, in quanto richiedono costanti investimenti in ricerca e sviluppo. In questo caso Intel, ha registrato un Payout Ratio al 25% nel 2021, in diminuzione rispetto al 28% del 2019, indicando che l'azienda, investe buona parte dei suoi ricavi per la crescita del business, ma allo stesso tempo remunera i propri azionisti in maniera favorevole. A confermare questo concetto, sono infatti il totale degli investimenti in R&D, da parte della società, che nel corso degli anni sono sempre cresciuti: nel 2019, la spesa annuale di Intel per la Ricerca e Sviluppo era pari a £13,36 miliardi, mentre nel 2020 ha registrato una crescita dell'1,45% con un valore di 13,55 miliardi, per poi continuare a crescere nel 2021 del 12% rispetto all'anno precedente, con un investimento pari a \$15,2 miliardi. (Intel Investor relations, 2022)

AMD, che è il diretto competitor di Intel Corporation, nonostante abbia dimensioni decisamente minori rispetto al gigante americano, ha registrato una crescita tra il 2019 e il 2021 molto sostenuta,

specialmente grazie ai ricavi generati dal segmento Computing e Grafica. Infatti, la società ha registrato ricavi nel 2020 pari a \$9,76 miliardi, una crescita del 45% rispetto al 2019. (AMD Investor relations, 2021) La crescita è continuata nel 2021 fino a raggiungere un valore di \$16,43 miliardi, segnando un aumento del 68% rispetto all'anno precedente (AMD Investor relations, 2022).

AMD, a differenza di Intel, non adotta una politica di distribuzione dei dividendi, il che consente alla società di poter investire nella sua crescita in maniera più forte e più efficace, infatti l'azienda presenta delle spese in R&D in percentuale maggiori, anche se di importo significativamente inferiori rispetto ad Intel. Le spese in Ricerca e Sviluppo, tra il 2019 e il 2020 sono cresciute del 28% con un importo pari a \$1,98 miliardi e successivamente nel 2021 sono arrivate ad un valore pari a \$2,84 miliardi, segnando una crescita del 43% rispetto all'anno precedente. La Tabella 19. presenta i principali risultati di gestione nel 2021 in confronto al 2020.

<b>FY 2021 SUMMARY P&amp;L – NON-GAAP<sup>1</sup></b>			
<b>(\$ in millions, except per share data)</b>	<b>2021</b>	<b>2020</b>	<b>Y/Y</b>
Revenue	\$16,434	\$9,763	Up 68%
Gross Profit	\$7,934	\$4,353	Up 82%
Gross Margin %	48%	45%	Up 370bps
Operating Expenses	\$3,877	\$2,696	Up 44%
Operating Expenses/Revenue %	24%	28%	Down 4pp
Operating Income	\$4,069	\$1,657	Up 146%
Operating Margin %	25%	17%	Up 8pp
Net Income	\$3,435	\$1,575	Up 118%
Earnings Per Share <sup>1</sup>	\$2.79	\$1.29	Up 117%

Tabella 19. Dati principali della gestione finanziaria del 2021

La strategia adottata da AMD è quindi puntata sullo sviluppo e la crescita della propria attività, che è stata valorizzata anche da un ROI, Return on Investment, in rialzo tra il 2019 e il 2021 del 155% partendo da un valore di 31,4 fino ad un valore massimo di 80,2 nel 2021. La crescita dell'azienda si concretizza anche in valori sempre maggiori sia del ROA che del ROE. Il primo indicatore, infatti, è passato da un valore pari a 10,4 nel 2019 a 29,4 nel 2021, mentre il Return on Equity ha vissuto una crescita esponenziale tra il 2019 e il 2020 con un aumento da 12 a 42,7 per poi stabilizzarsi a 42,2 per tutto il 2021. (AMD Investor relations, 2022). La crescita dell'azienda ha permesso lo stesso agli azionisti di incrementare il loro valore dell'investimento, nonostante non vengano distribuiti utili, infatti nel 2019 l'Utile per azione era pari a solo \$0,30, in calo rispetto al 2018. Nel 2020 però questa tendenza al ribasso dell'indicatore si è invertita e l'EPS registrato per quell'anno ha raggiunto un valore di \$2,06 ad azione, per poi continuare a crescere del 25% nel 2021, fino ad un valore pari a \$2,57.

Nvidia, a differenza delle prime due società analizzate, tra il 2019 e il 2020 ha affrontato alcuni squilibri, a causa della crisi dei semiconduttori, che hanno inciso negativamente sui risultati dell'azienda, per poi riprendersi nel 2021, raggiungendo prestazioni sopra la media. L'azienda ha, infatti, registrato un fatturato complessivo record di \$7,10 miliardi nel terzo trimestre del 2021, con

un aumento del 50% rispetto all'anno precedente e superando le aspettative degli analisti. Il Grafico 20. mostra i ricavi generati dai diversi comparti dell'azienda.

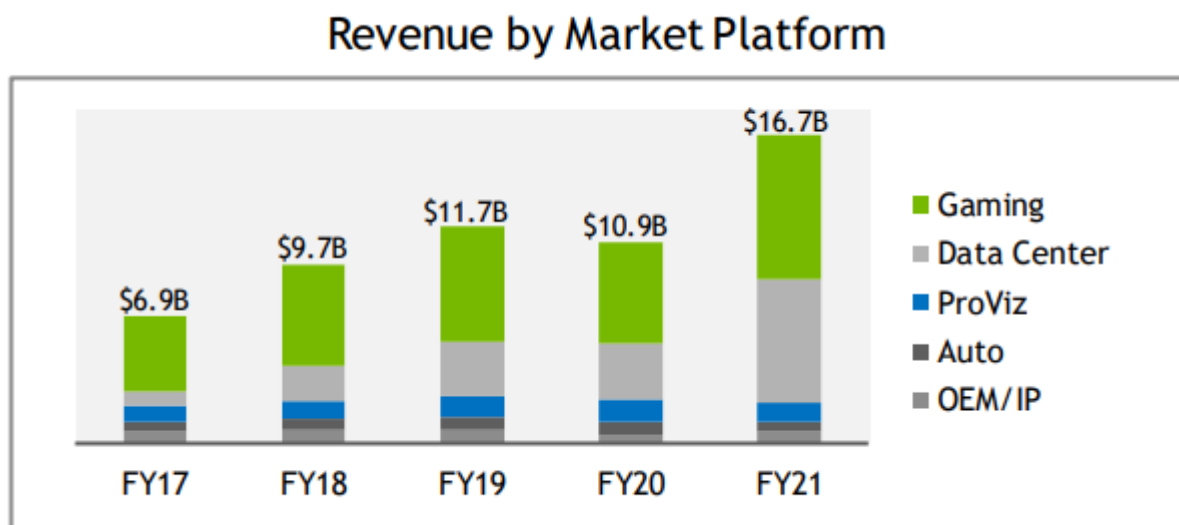


Grafico 20. Ricavi generati dalle diverse divisioni della società.

L'unità di gioco, in particolare, ha registrato un fatturato di 3,22 miliardi di dollari, in crescita del 42%, mentre l'attività di data center ha registrato un fatturato di 2,94 miliardi di dollari, in crescita del 55%. (NVIDIA Investor relations, 2022)

Nel 2020 ha registrato un calo pari al 7% rispetto all'anno precedente dei ricavi che da \$11,71 miliardi sono scesi a \$10,92 miliardi. Contestualmente, anche il ROA e il ROI hanno riscontrato delle perdite tra il 2019 e il 2020. In particolare, il ROA da un valore di 16,5 nel 2019 ha perso il 4% nel 2020, raggiungendo un valore pari a 15,7, mentre il ROI ha subito un decremento del 53%, passando da 73,75, nel 2019, a 35, nel 2020. L'utile per azione, contemporaneamente, ha registrato una diminuzione del 32% rispetto all'anno precedente, passando da \$6,63 ad un valore di \$4,52. (NVIDIA Investor relations, 2021) Nonostante i cali nelle prestazioni tra il 2019 e il 2020, Nvidia è caratterizzata da un'alta liquidità, utilizzata per remunerare i propri azionisti e per portare avanti gli investimenti, con lo scopo di migliorare la propria capacità produttiva. Più precisamente, la società nel 2021 ha riportato in bilancio attività liquide per un valore di \$21,2 miliardi, in aumento dell'83% rispetto al 2020. Dal punto di vista della remunerazione degli azionisti, l'azienda ha rilasciato dividendi per un ammontare fisso pari a \$0,16 ad azione lungo tutto il periodo, mentre il Payout Ratio nel periodo è fluttuato da un massimo di 11,8% nel 2020 ad un minimo di 7,5% nel 2021. Il 2021 è stato caratterizzato da un trend crescente di tutti gli indici della società, la quale ha registrato un patrimonio netto di \$26,6 miliardi, un aumento del 58% rispetto al \$16,8 miliardi del 2020. Gli indici di redditività hanno aumentato il loro peso all'interno della società tra il 2020 e il 2021, registrando un valore per il ROA pari a 22,72, in aumento del 44% rispetto all'anno precedente e il ROI pari a 58,7, con una variazione in aumento del 67%.

In crescita anche gli investimenti in Ricerca e Sviluppo che nel 2021 hanno registrato un aumento del 38,7%, portandosi a quota \$3,92 miliardi. (NVIDIA Investor relations, 2022) Il livello di indebitamento dell'azienda è salito notevolmente, negli ultimi anni, a causa degli investimenti attuati per risolvere il problema dei tempi di approvvigionamento delle scorte, che con la crisi di semiconduttori, ha reso difficile continuare la produzione in modo continuo ed efficace. Le passività



dell'azienda, infatti, nel 2019 ammontavano a \$3,9 miliardi, mentre negli anni successivi sono continuate a salire fino a raggiungere un valore di \$11,9 miliardi nel 2021, dovuto principalmente dai Debiti a lungo termine, che in quell'anno ammontavano a \$5,9 miliardi. (NVIDIA Investor relations, 2022)

Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, nonostante la crisi del settore, è riuscita a mantenere il ruolo di leader del mercato, generando una crescita dei profitti costante anno dopo anno e, allo stesso tempo, attivando numerosi investimenti per lo sviluppo della società e per soddisfare la crescente domanda per i semiconduttori. La Tabella 21. Mostra i risultati principali della performance finanziaria, tra il 2019 e il 2021.

	2021	2020	2019
Net Revenue	1,587,415,037	1,339,254,811	1,069,985,448
Gross Profit	819,537,266	711,130,120	492,701,896
Income from Operations	649,980,897	566,783,698	372,701,090
Non-operating Income and Expenses	13,145,417	17,993,482	17,144,246
Income before Income Tax	663,126,314	584,777,180	389,845,336
Net Income	597,073,134	518,158,082	345,343,809
Other Comprehensive Income for the Year, Net of Income Tax	(7,619,456)	(30,321,802)	(11,823,562)
Total Comprehensive Income for the Year	589,453,678	487,836,280	333,520,247
Net Income (Loss) Attributable to:			
Shareholders of the Parent	596,540,013	517,885,387	345,263,668
Noncontrolling Interests	533,121	272,695	80,141
Total Comprehensive Income (Loss) Attributable to:			
Shareholders of the Parent	588,918,059	487,563,478	333,440,460
Noncontrolling Interests	535,619	272,802	79,787
Basic/Diluted Earnings Per Share <sup>(Note)</sup>	23.01	19.97	13.32

Tabella 21. Dati principali della gestione finanziaria tra il 2019 e il 2021

Il fatturato consolidato dell'azienda nel 2020 ha raggiunto \$45,51 miliardi, con un aumento del 25,2% rispetto ai \$36,13 miliardi del 2019. L'utile netto è stato di \$ 17,49 miliardi e l'utile per azione di \$0,67. Entrambi sono aumentati del 50,0% rispetto al livello del 2019, in cui le due voci ammontavano a \$11,66 miliardi netti e \$0,45 per azione. Il margine di profitto lordo, cioè il rapporto tra utile lordo e ricavi, è stato del 53,1% rispetto al 46,0% del 2019, mentre il margine di profitto operativo, calcolato come rapporto tra reddito operativo e fatturato totale, è stato del 42,3% rispetto al 34,8% dell'anno precedente. Questi due indici misurano la capacità di un'azienda di generare profitti tenendo conto dei costi di produzione e di vendita dei beni e servizi. Nel caso specifico di TSMC, un aumento degli indicatori segnala una gestione ottimale dell'attività e una crescita dei ricavi generati. Nel 2020, infine, il pagamento dei dividendi in contanti agli azionisti è stato sostenuto a \$0,34 per azione. (TSMC Investor relations, 2021).

Per adempiere alla missione di TSMC di essere il primo fornitore del settore dei Circuiti Integrati a livello mondiale, la società ha continuato ad investire nel miglioramento della produttività per sostenere la domanda in rapida crescita da parte dei suoi clienti. Nel 2021 infatti TSMC ha registrato investimenti in R&D pari a \$4,46 miliardi, un aumento del 20% rispetto ai \$3,72 miliardi del 2019. Di conseguenza la spesa in conto capitale è aumentata fino a \$30 miliardi nel 2021. Questi risultati hanno permesso alla società di conseguire nuovamente ricavi record, con un fatturato annuale per il 2021 in aumento del 24,9% rispetto all'anno precedente. Il fatturato consolidato ha infatti, raggiunto \$53,60 miliardi, con un aumento del 18,5% rispetto ai \$45,22 miliardi del 2020. L'utile netto è stato di \$20,14 miliardi e l'utile per azione di \$0,78. Entrambi sono aumentati del 15,2% rispetto al livello del 2020 di \$17,49 miliardi netti e \$0,67 per azione. Il margine di profitto lordo è stato del 51,6% rispetto al 53,1% del 2020, mentre il margine di profitto operativo è stato del 40,9% rispetto al 42,3% dell'anno precedente. Dall'analisi di questi ultimi dati si evince, un leggero peggioramento degli indici, non correlato ad una perdita nella capacità dell'azienda di generare ricavi, bensì all'aumento dell'obiettivo di spesa. Nel 2021, la società ha ulteriormente aumentato il pagamento dei dividendi in contanti a \$0,35 per azione, rispetto ai \$0,34 dell'anno precedente. (TSMC Investor relations, 2022)

### **3.5 Le politiche di indebitamento**

Nonostante l'industria dei semiconduttori ha raggiunto grandi successi nel 2021, portando il valore del mercato a \$614 miliardi, la crisi che ha condizionato il mercato negli ultimi anni, ha indotto le aziende appartenenti all'industria dei semiconduttori e anche quelle che sfruttano questo tipo di settore ad adottare strategie volte ad assicurare una ripresa efficiente. Questo ha portato molte società ad adottare delle strategie per incrementare il livello di produzione delle proprie fabbriche e allo stesso tempo assicurare una risposta rapida alle fluttuazioni della domanda.

Il produttore di processori grafici Nvidia, per esempio, ha deciso di trarre vantaggio dalla capacità dell'azienda di mantenere elevati livelli di liquidità, e di generarli altrettanto rapidamente, effettuando un pagamento di \$1,6 miliardi nel terzo semestre del 2021, per garantire la fornitura di chip in un contesto in cui la crisi dei semiconduttori sta minando l'incontro tra domanda ed offerta. Nvidia, che è responsabile della fornitura di chip GPU sia per il settore automobilistico che per quello del gaming, ha annunciato che i suoi acquisti di scorte in sospeso e gli obblighi di fornitura a lungo termine sono aumentati di \$2,57 miliardi rispetto al 2020, portando i costi ad un ammontare complessivo di \$6,9 miliardi. (Scammel, 2021)

La crisi dei semiconduttori, ha spinto le imprese ad operare a ritmi sempre più elevati, raggiungendo quasi il pieno regime di produzione e, ha incentivato imprese come TSMC, a investire pesantemente in nuovi impianti sia sul suolo nazionale, sia in altri paesi, come gli Stati Uniti. TSMC, ha infatti annunciato un aumento di almeno \$10 miliardi dell'obiettivo di spesa per il 2022, rispetto all'anno precedente e di almeno il 45% rispetto ai \$25 miliardi stanziati da Intel Corporation con l'obiettivo di riacquistare la sua posizione dominante nel settore. Il Grafico 22. confronta l'andamento della spesa effettuata e pronosticata da TSMC e Intel dal 2018 al 2022.

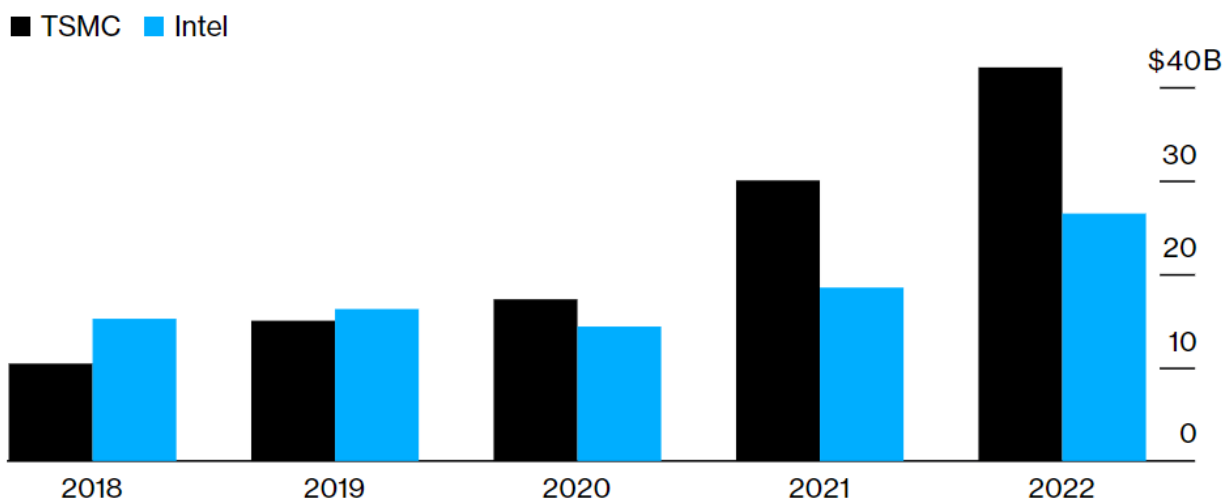


Grafico 22. Obiettivo di spesa di TSMC e Intel, dal 2018 al 2022, in miliardi di dollari.

Il 2018 e il 2019 sono caratterizzati da una superiorità negli investimenti effettuati da Intel rispetto a TSMC per espandere la capacità produttiva della società. Dal 2020, invece, la fonderia di Taiwan, ha deciso di investire sempre di più nell'attività e con l'aggravarsi della crisi dei semiconduttori, l'obiettivo di spesa è sempre più aumentato fino a raggiungere un valore di \$30 miliardi. È previsto, nel 2022, un aumento del 40% pari ad un valore di \$40 miliardi per TSMC, rispetto ai \$25 miliardi stanziati da Intel.

TSMC, inoltre, ha inizialmente stanziato un totale di \$100 miliardi per aumentare la produzione dal 2020 fino al 2023, e ha annunciato piani per un nuovo impianto in Giappone, Arizona ed Europa. Infine, TSMC è riuscita ad incassare ulteriori \$6,7 miliardi, nel 2021, grazie all'anticipo su fatture di gran parte dei suoi clienti, per assicurarsi le forniture. (Wu D. , 2022)

### **3.6 Le soluzioni proposte dalle imprese e le alleanze strategiche**

In questi anni, con l'avvento della globalizzazione, le imprese si stanno allontanando sempre più dall'adottare una strategia di integrazione verticale, puntando invece a costruire alleanze strategiche con partner internazionali al fine di diminuire i costi di produzione e velocizzare il processo produttivo. Lo squilibrio nel mercato dei semiconduttori per l'approvvigionamento di chip e la domanda in aumento da parte di molteplici settori, sta giocando un ruolo fondamentale per la creazione di queste partnership tra aziende. In particolare, il settore dell'automotive, uno dei settori più colpiti dalla crisi, sta vivendo una fase di forte sviluppo, specialmente nel comparto elettrico, che risulta essere minacciata dalla carenza di chip, essenziali per la produzione di autovetture. In questo contesto molte aziende automobilistiche stanno esercitando la loro influenza per assicurarsi un approvvigionamento costante di questi materiali e permettere alla loro attività di continuare a crescere a ritmi elevati.

General Motors, casa automobilistica del Michigan, intende stringere delle collaborazioni per la produzione di questi componenti indispensabili, avviando delle partnership con aziende come Qualcomm, Infineon e TSMC. Inoltre, General Motors vuole diminuire la varietà di chip installati nelle sue auto, riducendo ad appena 3 tipologie il numero di microprocessori, diminuendone l'utilizzo nella produzione del 95%. Ciò sarà possibile attraverso una sinergia diretta con i produttori di chip, per ottimizzare la catena produttiva e agevolare le forniture. Per raggiungere questo obiettivo, General Motors, prevede di attuare nuovi investimenti in Ricerca e Sviluppo, al fine di migliorare l'impiego

dei microprocessori all'interno dei suoi veicoli e di conseguenza diminuirne la domanda. (LeasePlan, 2022)

Sempre nel settore automotive, Ford e Global Foundries, leader mondiale nella produzione di semiconduttori multifunzionali, hanno annunciato l'inizio di una collaborazione volta a sostenere la richiesta di microchip, contribuendo allo sviluppo tecnologico di Ford e dell'industria automobilistica statunitense in generale. Le società hanno firmato un accordo non vincolante che apre le porte a Global Foundries per la creazione di ulteriori forniture per l'attuale gamma di veicoli Ford e per la ricerca e lo sviluppo congiunti, al fine di soddisfare la crescente domanda di chip ricchi di funzionalità a supporto dell'industria automobilistica. L'accordo prevede di includere soluzioni di semiconduttori per ADAS, sistemi di gestione delle batterie e reti di bordo, per un futuro automatizzato, connesso ed elettrificato. (LeasePlan, 2022)

Toyota, rappresenta un'eccezione alla situazione mondiale analizzata, in quanto durante tutto il periodo, ha registrato una crescita costante dei profitti e dell'attività produttiva, superando le difficoltà incontrate dai competitors del settore. Nel marzo 2021, la casa automobilistica, ha infatti riportato profitti pari a \$7 miliardi, duplicando l'ammontare registrato nello stesso periodo dell'anno precedente. Toyota ha elaborato un piano d'azione per garantirsi una fornitura continua di chip, che prende il nome di Just-in-time Management Strategy, prevedendo la situazione che si sarebbe creata a causa della crescente domanda e della limitata disponibilità di semiconduttori. (Bath, 2022). Le operazioni Just-in-time sono ampiamente utilizzate nel settore manifatturiero, al fine di garantire la puntualità della produzione e della consegna dei prodotti, allo stesso tempo migliorandone la qualità. La gestione dell'inventario secondo un'ottica JIT consiste nell'approvvigionamento di materiali nel momento in cui sono richiesti, eliminando le scorte di magazzino e allo stesso tempo di controllare ed eventualmente eliminare i difetti. Lo scopo dell'acquisto JIT è quello di ridurre al minimo i livelli di scorte, creando rapporti con i fornitori e organizzando consegne frequenti di materiali in piccole quantità. In questo modo, si ottiene un enorme risparmio in termini di costi di magazzino, costi di movimentazione dei materiali e ne riduce il deperimento e l'obsolescenza. Le scorte di chip sono conservate per Toyota da fornitori di componenti come Denso, produttori e commercianti di chip. L'aspetto interessante del suo modello è che continua ad avere un inventario presso le proprie fabbriche e allo stesso tempo riesce a garantire un livello di scorte sufficiente per evitare interruzioni delle forniture presso i propri fornitori. (Bath, 2022)

Come mostra il Grafico 23, la strategia adottata da Toyota risulta vincente rispetto alle altre adottate dalle altre aziende automobilistiche.



Grafico 23. Variazioni del Margine di profitto di Toyota Motor Corporation, dal 2017 al 2021

Dal grafico delle variazioni del margine di profitto di Toyota tra il 2017 e il 2021, si nota come la società presenta forti flessioni delle prestazioni, ma allo stesso tempo come questa sia stato in grado di riprendersi in maniera forte e in tempi limitati. Ciò indica che l'azienda è riuscita ad adattarsi più volte ai mutevoli scenari commerciali e non si è limitata solo ad agire per le propria sopravvivenza. (Batth, 2022).

### **3.7 Conclusione**

Il processo di trasformazione del Silicio in wafer e successivamente in microprocessori, tra il 2019 e il 2021, ha consentito a molte imprese di sfruttare le condizioni critiche del mercato e generare tassi di crescita sostanziali. Altre imprese, in questo periodo, si sono trovate ad affrontare condizioni economiche svantaggiose che hanno portato ad una svalutazione del valore dell'azienda nel corso degli anni. Il 2020 in particolare, è stato caratterizzato da elevate fluttuazioni nelle capitalizzazioni delle imprese, che, nel caso del settore tecnologico e dell'industria dei semiconduttori, si sono mosse verso l'alto, mentre nel caso dell'industria automobilistica hanno portato a dei peggioramenti nelle valutazioni. Apple, tra tutte, nonostante abbia dovuto diminuire la sua produzione, è l'azienda che ha saputo sfruttare al meglio questa situazione, riportando una rivalutazione del proprio valore sopra i \$2 trilioni.

In generale, nel periodo in analisi, il mercato dei semiconduttori è riuscito a tenere il passo delle condizioni stringenti che si sono venute a creare, riuscendo allo stesso tempo a creare nuovi profitti e a soddisfare la maggior parte dei propri clienti. Risaltano, in particolare, i risultati ottenuti da Nvidia e TSMC, che ancora una volta si è confermato il leader mondiale per la produzione di semiconduttori. La spinta all'innovazione, sottoforma di investimenti in R&D e di costruzione di alleanze strategiche con partner internazionali, ha permesso alle aziende del settore di accrescere i propri ricavi e la propria produttività. I risultati ottenuti dalle imprese, hanno permesso una crescita nel valore delle stesse, espresso in gran parte dalle valutazioni in aumento degli indici di redditività, come il ROA, ROE e ROI.

La crescita vissuta dalle imprese, che sono state analizzate in questo capitolo, si è concretizzata grazie alle partnership stipulate tra produttori e fornitori. Per esempio, tra General Motors e le imprese di microprocessori quali Qualcomm, Infineon e TSMC, oppure l'alleanza nata tra Ford e Global Foundries, che ha permesso alla casa automobilistica di evolversi e aumentare la produzione. Infine, si ricorda la strategia Just-in-Time adottata da Toyota, che le ha permesso di essere una delle poche aziende a registrare una crescita lungo tutto il periodo in analisi, riuscendo a rispondere in modo rapido ed efficiente alle problematiche del settore.

## **CONCLUSIONE**

La crisi dei semiconduttori ha rivoluzionato il modo di agire delle imprese, che hanno dovuto rivedere le proprie strategie e gli investimenti, per far fronte alle difficoltà future. La spinta alla crescita e all'autosufficienza ha indotto i governi nazionali a varare diversi piani industriali per ridurre al minimo la dipendenza da paesi esteri. In questo lavoro, sono stati analizzati in particolare il piano Made in China 2025, emanato dal governo cinese già nel 2014, e il CHIPS ACT degli Stati Uniti, nel 2021.

L'obiettivo del governo cinese di aumentare la sua indipendenza, per quanto concerne la produzione di Integrated Circuits e Discrete Semiconductor Devices, però, non è ancora vicino al termine. Al 2020, infatti, il livello di importazioni è aumentato fino a raggiungere un valore di \$350 miliardi. Una delle cause principali, di questo deterioramento della posizione commerciale della Cina, è dato dalla persistente Trade War con gli Stati Uniti, che ha costretto molte aziende, operanti sul suolo cinese, a limitare le sue esportazioni. Con l'obiettivo di trovare una soluzione, quindi, i due paesi nel febbraio del 2020, hanno firmato il Phase One Agreement, il primo passo per la risoluzione della guerra commerciale. L'accordo prevede un impegno da parte della Cina di investire un totale di \$200 miliardi nell'acquisto di beni e servizi statunitensi entro il 2021 (Brown, 2020). Il governo cinese ha, inoltre, iniziato partnership con altri paesi asiatici, quali Giappone e Corea del Sud, per la costituzione di un ciclo produttivo chiuso, tra le tre nazioni, per la fabbricazione e implementazione di microprocessori, in grado di competere con l'industria internazionale. (Wu X. , 2021)

La mobilitazione di fondi, per far fronte al divario nella produzione, sarà di fondamentale importanza per la risoluzione della crisi. In particolare, l'obiettivo annunciato dall'Europa, con l'emanazione dell'European Chips Act nel febbraio 2021, di aumentare la propria quota nel mercato dei semiconduttori al 20%, entro il 2030, rispetto al 10% del 2021, agevolerà la normalizzazione dell'industria. (Bahrke, 2022).

Oltre alle azioni dei governi nazionali, messe in atto in questi anni, anche le imprese si sono mobilitate per superare le criticità del momento. Prima fra tutte, Taiwan Semiconductor Devices, è la società che, al momento, ha stanziato più capitali per lo sviluppo dell'industria. I risultati ottenuti dall'analisi svolta in questo lavoro, identificano un valore superiore ai \$100 miliardi degli investimenti stanziati da TSMC. Parte di questi fondi, come mostrato nel Grafico 24, hanno permesso alla società di aumentare la propria capacità produttiva.

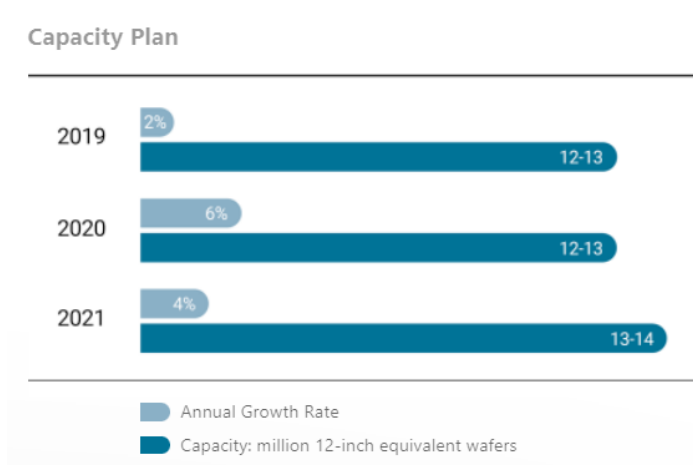


Grafico 24. Variazione della capacità produttiva di wafers, tra il 2019 e il 2021

Ulteriori \$30 miliardi, sono stati stanziati per l'apertura di nuovi stabilimenti sia in Giappone che negli Stati Uniti. In particolare nel dicembre 2021, TSMC ha fondato una filiale, Japan Advanced Semiconductor Manufacturing, Inc. (JASM), a Kumamoto, in Giappone, con la partecipazione di Sony Semiconductor Solutions Corporation e DENSO Corporation. JASM, inizierà a produrre per la fine del 2024, e gestirà la produzione per rispondere alla forte domanda del mercato globale. (TSMC Investor relations, 2022).

Un'altra azienda in forte crescita è l'americana Intel Corporation, che, nel 2021, ha registrato un aumento dei profitti di circa il 10% rispetto al 2019, riportando ricavi pari a \$79 miliardi. La società statunitense, ha annunciato nel 2022, l'investimento di \$20 miliardi per l'apertura di una nuova fabbrica di processori in Ohio (USA), che le permetterà di espandere la propria capacità produttiva, una volta operativa nel 2025. (Intel Investor relations, 2022). La spinta all'innovazione da parte di Intel si concretizza anche nell'aumento dell'obiettivo di spesa in conto capitale, che nei prossimi anni raggiungerà il valore di \$27 miliardi, e nell'aumento graduale, dal 2019 al 2021, degli investimenti in Ricerca e Sviluppo. La società, infatti, prevede, nel 2022, un fatturato di 76 miliardi di dollari, in leggero calo rispetto all'anno precedente, proprio a causa dei fondi stanziati per lo sviluppo della società. Come mostrato dalla Tabella 25. la società prevede nel lungo termine un ritorno positivo da questi investimenti.

<b>Investment Phase Model 2023-2024</b>	<b>Non-GAAP</b>
Revenue growth YoY	Mid-to-High single digits <sup>^</sup>
Gross margin	51-53%
Operating expense <sup>2</sup>	28-30%
Net capital intensity <sup>3</sup>	~35%
Adjusted free cash flow <sup>2</sup>	~neutral
<b>Long-Term Model 2025-2026</b>	<b>Non-GAAP</b>
Revenue growth YoY	10-12% <sup>^</sup>
Gross margin	54-58%
Operating expense <sup>2</sup>	25-27%
Net capital intensity <sup>3</sup>	~25%
Adjusted free cash flow <sup>2</sup>	~20%

Tabella 25. Previsione dei risultati nel medio-lungo termine

Nel lungo termine, infatti, Intel prevede che la crescita annuale dei ricavi si sposterà a una cifra medio-alta nel 2023 e nel 2024, con una crescita annuale che raggiungerà il 10%-12% entro il 2026. (Intel Investor relations, 2022).

AMD, da parte sua, continua a lavorare a stretto contatto con il partner produttivo chiave, Taiwan Semiconductor, per assicurarsi la fornitura dei chip di cui ha bisogno per sostenere la forte crescita dei data center, dei server e delle console di gioco. Con l'obiettivo di continuare a crescere e potenziare il proprio business AMD, nel febbraio 2022, ha finalizzato l'acquisizione di Xilinx. Il produttore di dispositivi logici programmabili, permette a AMD di raggiungere nuovi mercati e di generare molteplici flussi di ricavi. Nel primo trimestre del 2022, Xiling ha generato \$559 milioni di ricavi e un reddito operativo di \$233 milioni. L'operazione di acquisizione ha quindi prodotto un fatturato complessivo di \$1,04 miliardi, in crescita del 22% rispetto all'anno precedente, delineando una prospettiva futura positiva per entrambe le società. (relations, 2022).

I maggiori operatori del settore, come Intel, devono riuscire ad integrare efficacemente gli investimenti fatti per il miglioramento della loro capacità produttiva, con i fondi stanziati dai governi nazionali, con il fine di incentivare la produzione dei semiconduttori. I fondi stanziati dal governo cinese, americano e dall'Europa nel 2022 ammontano a più di \$400 miliardi, ma si prevede una crescita nei prossimi anni degli investimenti, che raggiungeranno \$1 trilardo.

Le previsioni delle società sulla crescita nel medio-lungo termine, però, dipendono anche dagli sviluppi futuri della crisi dei semiconduttori. Anche se all'inizio del 2022, il divario tra domanda e offerta delle componenti era in diminuzione, la situazione attuale non sembra essere vicina ad una soluzione. A conferma di tutto ciò, sono i tempi prolungati necessari per gli investimenti, effettuati dalle società, a dare i primi frutti. Infatti, l'apertura di nuove fabbriche per la costruzione di microprocessori, può richiedere oltre 5 anni prima che possano essere messe in funzione. Durante questo periodo, la domanda per semiconduttori, continuerà a crescere a ritmi costanti, ma allo stesso tempo la capacità produttiva delle imprese, nonostante tutte le accortezze, non riuscirà a tenere il passo.



## **BIBLIOGRAFIA**

- (1) AMD Investor relations (2020), AMD Reports Fourth Quarter and Annual 2019 Financial Results. Ir.amd.com [AMD Reports Fourth Quarter and Annual 2019 Financial Results :: Advanced Micro Devices, Inc. \(AMD\)](#)
- (2) AMD Investor relations (2021), AMD Reports Fourth Quarter and Annual 2020 Financial Results. Ir.amd.com [Microsoft Word - AMD Press Release Q4 and FY2020 Results\\_Final \(d1io3yog0oux5.cloudfront.net\)](#)
- (3) AMD Investor Relations (2022), AMD Reports Fourth Quarter and Full Year 2021 Financial Results. Ir.amd.com [AMD Reports Fourth Quarter and Full Year 2021 Financial Results :: Advanced Micro Devices, Inc. \(AMD\)](#)
- (4) Caroline Klein, Jens Høj, and Gabriel Machlica (2021), The impacts of the COVID-19 crisis on the automotive sector in Central and Eastern European Countries. Economics Department (OECD) [https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-impacts-of-the-covid-19-crisis-on-the-automotive-sector-in-central-and-eastern-european-countries\\_a7d40030-en](https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-impacts-of-the-covid-19-crisis-on-the-automotive-sector-in-central-and-eastern-european-countries_a7d40030-en)
- (5) Chad P. Brown (2020), How the United States Marched the Semiconductor Industry into Its Trade War with China. Peterson Institute for International Economics & CEPR. [file:///C:/Users/Asus/Downloads/03%20Chad%20P%20Bown%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/03%20Chad%20P%20Bown%20(2).pdf)
- (6) Chih-Hsuan Wang, (2021) Competitive substitution and technological diffusion for semiconductor foundry firms. Department of Industrial Engineering & Management, National Chiao Tung University, Taiwan. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1474034621000094?token=767E25B24B5ECADFCE019A71CF52A98C344BD84D36F800376654368C380B8CC0CCB69290134DFA10DC30D7D39FEA385B&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220131103044>
- (7) Debby Wu (2022), TSMC to Spend \$40 billion to address chip shortage. Bloomberg.com <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-01-13/tsmc-s-profit-beat-estimates-thanks-to-prolonged-chip-crunch>
- (8) IC Insights (2022), 2022 Semiconductor Sales to Grow 11% after surging 25% in 2021, Research Bulletin, ICInsights.com. <https://www.icinsights.com/data/articles/documents/1424.pdf>
- (9) Intel Investor Relations (2022), Intel Reports Fourth-Quarter and Full-Year 2021 Financial Results. Intc.com <https://www.intc.com/news-events/press-releases/detail/1522/intel-reports-fourth-quarter-and-full-year-2021-financial>
- (10) Intel Investor Relations (2021), Intel Reports Fourth-Quarter and Full-Year 2020 Financial Results. Intc.com <https://www.intc.com/news-events/press-releases/detail/1439/intel-reports-fourth-quarter-and-full-year-2020-financial>
- (11) Intel Investor Relations (2020), Intel Reports Fourth-Quarter and Full-Year 2019 Financial Results. Intc.com [https://d1io3yog0oux5.cloudfront.net/\\_20a20cdce55c8e1d0adf2254e0c4f9a3/intel/db/887/7662/earnings\\_presentati on/Q419-Earnings-Deck.pdf](https://d1io3yog0oux5.cloudfront.net/_20a20cdce55c8e1d0adf2254e0c4f9a3/intel/db/887/7662/earnings_presentati on/Q419-Earnings-Deck.pdf)
- (12) Jenny Leonard & Ian King (2022), Biden Team Says Global Chip Shortage to Stretch Through 2022. Bloomberg.com <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-01-25/biden-team-says-global-chip-shortage-to-stretch-through-2022>
- (13) Jian Wang, Huiqin Wu, Yan Chen (2020), Made in China 2025 and manufacturing strategy decisions with reverse QFD. Dept. of Management Science and Engineering, School of Management, Shanghai University. <file:///C:/Users/Asus/Downloads/1-s2.0-S0925527319303664-main.pdf>
- (14) LeasePlan (2022), Crisi dei chip: le decisioni di Ford e GM. LeasPlan.com [Crisi dei chip: le decisioni di Ford e GM | LeasePlan](#)

- (15) Mai Tao (2021), TSMC's chairman: Real reasons for the global chip shortage. Robotics & Automation  
[TSMC's chairman: Real reasons for the global chip shortage \(printfriendly.com\)](#)
- (16) MarketLine Industry Profile (2019): Semiconductors in Taiwan. Marketline.com;  
[file:///C:/Users/Asus/Downloads/MarketLineIC\\_TaiwanSemiconductors\\_310122.pdf](#)
- (17) MarketLine Industry Profile (2021): Global Semiconductors. MarketLine.com;  
[file:///C:/Users/Asus/Downloads/MarketLineIC\\_GlobalSemiconductors\\_310122.pdf](#)
- (18) Mitch Leslie (2022), Pandemic scrambles the Semiconductor Supply Chain. Chinese Academy of Engineering and Higher Education.  
[http://devp-service.oss-cn-beijing.aliyuncs.com/df1a1baa5cb711eca3d6506b4b3f16ce/file\\_1649313934486.pdf](#)
- (19) Nir Kshetri (2020), Covid-19 Meets Big Tech. University of North Carolina at Greensboro.  
[https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9153302](#)
- (20) NVIDIA Investor Relations (2020), NVIDIA Announces Financial Results for Fourth Quarter and Fiscal 2019. Nvidia.com  
[NVIDIA Announces Financial Results for Fourth Quarter and Fiscal 2019 | NVIDIA Newsroom](#)
- (21) NVIDIA Investor Relations (2021), NVIDIA Announces Financial Results for Fourth Quarter and Fiscal 2020. Nvidia.com  
[NVIDIA Announces Financial Results for Fourth Quarter and Fiscal 2020 | NVIDIA Newsroom](#)
- (22) NVIDIA Investor Relations (2022), NVIDIA Announces Financial Results for Fourth Quarter and Fiscal 2021. Nvidia.com  
[NVIDIA Announces Financial Results for Fourth Quarter and Fiscal 2021 | NVIDIA Newsroom](#)
- (23) Pablo Fajgelbaum, Amit Khandelwal (2021), The Economics Impact of the US-China Trade War. National Bureau of Economic Research.  
[https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w29315/w29315.pdf](#)
- (24) Rizky Anggia Putri & Maula Hudaya (2021), Reimaging post covid-19 global value chain: case study of automotive and electronic companies in China. Gadjadara University.  
[https://e-journal.unair.ac.id/JGS/article/view/23958](#)
- (25) Robert Scammel (2021), Nvidia paid \$1.6bn to secure chip supply amid shortage. Verdict.com  
[Nvidia paid \\$1.6bn to secure chip supply amid shortage | Verdict](#)
- (26) Statista (2022), Global Semiconductor Market, Table of Contents. Statista.com  
[file:///C:/Users/Asus/Downloads/study\\_id11803\\_global-semiconductor-market-statista-dossier.pdf](#)
- (27) Suharti Ishak, Nor Azura Mohamed Salim, Nur Lyana Lazim (2022), Supply Chain Adaptive strategies during Covid-19 Pandemic and the impact on Performance to Semiconductor Industries. Asian Journal of Research in Business and Management.  
[https://myjms.mohe.gov.my/index.php/ajrbm/article/view/17465/9180](#)
- (28) TSMC Investor relations (2020); TSMC Reports Fourth Quarter and Annual 2019 Financial Results. Investor.tsmc.com  
[https://investor.tsmc.com/sites/ir/financial-report/2019/2019Q4-E-consolidated.pdf](#)
- (29) TSMC Investor relations (2021); TSMC Reports Fourth Quarter and Annual 2020 Financial Results. Investor.tsmc.com  
[https://investor.tsmc.com/sites/ir/financial-report/2020/TSMC%202020Q4%20%E8%8B%B1%E6%96%87%E5%90%88%E4%BD%B5.pdf](#)

- (30) TSMC Investor relations (2022); TSMC Reports Fourth Quarter and Annual 2021 Financial Results. Investor.tsmc.com  
[https://investor.tsmc.com/sites/ir/financial-report/2021/TSMC%202021Q4%20Consolidated%20Financial%20Statements\\_E.pdf](https://investor.tsmc.com/sites/ir/financial-report/2021/TSMC%202021Q4%20Consolidated%20Financial%20Statements_E.pdf)
- (31) Vijaya Bath (2022), Toyota Motor Corporation: just in time (JIT) Management. School of Commerce, XIM University  
<https://xim.edu.in/jcr/cases/Case03-June2021-ToyotaMotorCorporation.pdf>
- (32) William Lazonick and Matt Hopkins (2021), Why the CHIPS Are Down: Stock Buybacks and Subsidies in the U.S. Semiconductor Industry. Institute for New Economic Thinking.  
[https://www.ineteconomics.org/uploads/papers/WP\\_165-Lazonick-and-Hopkins.pdf](https://www.ineteconomics.org/uploads/papers/WP_165-Lazonick-and-Hopkins.pdf)
- (33) Xiling Wu (2021), An Analysis on the Crisis of “Chips shortage” in Automobile Industry ——Based on the Double Influence of COVID-19 and Trade Friction. School of Economics and Trade, Xinhua College.  
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1971/1/012100/pdf>

## **TABELLA DEI CONTENUTI**

Grafico 1. The semiconductor industry's revenue from 2001 to 2019. ....	6
Grafico 2. Worldwide Semiconductor Sales Growth. Source: IC Insights .....	6
Tabella 3. Capital spending in the semiconductor industry worldwide 2000-2021. Source: Statista. ....	7
Tabella 4. Global Semiconductor market geography segmentation: % share, by value, 2020. Source: Marketline.....	7
Tabella 5. Spending on semiconductor's devices: % share, by value, 2020-2021 .....	9

Grafico 6. Proportion of global chip production capacity in 2019. Source: American Semiconductor Industry Association (SIA). .....	12
Tabella 7. Semiconductor unit shipments worldwide from 2000 to 2021. Source: Statista .....	13
Tabella 8. Import Value of Integrated Circuits (IC) in China.....	14
Tabella 9. Percent of China's total semiconductor imports by source, 2020.....	16
Tabella 10. World trade in semiconductor manufacturing equipment by exporter, 2019.....	17
Tabella 11. Distributions to shareholders and investments in productive capabilities, 2011-2020 by the five largest repurchasers among members of the SIA. ....	18
Grafico 12. Year-on-Year Change of monthly sales of Automotive Chips in 2020. American Semiconductor Association. ....	19
Grafico 13. Volume of production of motor vehicles, trailers and semi-trailers. ....	20
Tabella 14. Car Sales in Europe by fuel type. OECD Economics Department.....	21
Grafico 15. Variazione nelle capitalizzazioni di mercato delle casa automobilistiche, tra il 2019 e il 2022. ....	25
Grafico 16. . Variazione Market Cap tra il 2019 e il 2022, misurato in miliardi di dollari, delle maggiori aziende di tecnologiche .....	26
Grafico 17. Variazione Market Cap tra il 2019 e il 2022, misurato in miliardi di dollari, delle maggiori aziende del mercato dei semiconduttori .....	27
Tabella 18. Dati principali della gestione finanziaria 2021.....	30
Tabella 19. Dati principali della gestione finanziaria del 2021 .....	31
Grafico 20. Ricavi generati dalle diverse divisioni della società. ....	32
Tabella 21. Dati principali della gestione finanziaria tra il 2019 e il 2021.....	33
Grafico 22. Obiettivo di spesa di TSMC e Intel, dal 2018 al 2022, in miliardi di dollari. ....	35
Grafico 23. Variazioni del Margine di profitto di Toyota Motor Corporation, dal 2017 al 2021.....	36
Grafico 24. Variazione della capacità produttiva di wafers, tra il 2019 e il 2021 .....	38
Tabella 25. Previsione dei risultati nel medio-lungo termine .....	39