



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI L'AQUILA
Facoltà di Ingegneria

Prof.ssa Federica CUCCHIELLA

***Economia ed Organizzazione
Aziendale***

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

1

Università degli Studi di L' Aquila

**Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione ed
Economia**

Introduzione al corso di

Economia ed organizzazione aziendale

Docente

Prof. Federica Cucchiella, PhD

Professore Ingegneria Economico Gestionale

DIIE UnivAQ

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

2

Gli argomenti del corso

- Elementi di microeconomia: la funzione di produzione
- Valutazione finanziaria degli investimenti
- Bilancio di esercizio: principi di redazione e struttura

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

3

Orari delle lezioni

<i>STUDENTI LETTERA H-Z:</i>	<i>LUNEDÌ E MERCOLEDÌ 14:30-17:00</i>
<i>STUDENTI LETTERA A-G:</i>	<i>MARTEDÌ E GIOVEDÌ H 14:30-17:00</i>

Orario di ricevimento

lunedì e venerdì h. 13:00 (previo appuntamento)

Presso studio in DIIE (ex Felix Impianti)

e-mail federica.cucchiella@univaq.it

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

4

I testi di supporto

- **Economia ed organizzazione aziendale** - Seconda edizione ISBN 979-82-190-1277-8
- Economia ed organizzazione aziendale - Dipartimento ENGINEERING, Docente: Federica Cucchiella – McGrawHill Education Create
 - Microeconomia 8/ED by Frank 2020
 - Engineering Economy, 9th Edition by Blank, Tarquin, 2024

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

5

Microeconomia 8/ED by Frank 2020

- 1. Pensare da economisti: Chapter 1 from Microeconomia 8/ED by Frank, Cartwright, 2020
- 2. La domanda e l'offerta: Chapter 2 from Microeconomia 8/ED by Frank, Cartwright, 2020
- 3. La produzione: Chapter 9 from Microeconomia 8/ED by Frank, Cartwright, 2020
- 4. I costi: Chapter 10 from Microeconomia 8/ED by Frank, Cartwright, 2020

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

6

6

Engineering Economy, 9th Edition by Blank, Tarquin, 2024

- Factors: How Time and Interest Affect Money: Chapter 2 from Engineering Economy
- Combining Factors and Spreadsheet Functions: Chapter 3 from Engineering Economy
- Nominal and Effective Interest Rates: Chapter 4 from Engineering Economy
- Analysis Using Present Worth and Future Worth Values: Chapter 5 from Engineering Economy
- Annual Worth Analysis: Chapter 6 from Engineering Economy
- Rate of Return Analysis: One Project: Chapter 7 from Engineering Economy
- Rate of Return Analysis: Multiple Alternatives: Chapter 8 from Engineering Economy
- Benefit/Cost Analysis and Public Sector Economics: Chapter 9 from Engineering Economy
- Project Financing and Noneconomic Attributes: Chapter 10 from Engineering Economy
- Replacement and Retention Decisions: Chapter 11 from Engineering Economy
- Independent Projects with Budget Limitation: Chapter 12 from Engineering Economy
- Breakeven and Payback Analysis: Chapter 13 from Engineering Economy
- Epilogue: Selecting The Basic Analysis Tool: Chapter from Engineering Economy

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

7

7

I testi di supporto

- R.N. Anthony, D.F. Hawkins, D.M. Macri, K.A. Merchant, *Il bilancio Analisi economiche per le decisioni e la comunicazione delle performance*, 13/ed, McGraw
 - Capitolo 1 La natura e lo scopo della contabilità
 - Capitolo 2 I principi contabili di base: lo stato patrimoniale
 - Capitolo 3 I principi contabili di base: la formazione del reddito in conto economico
 - Capitolo 4 Il conto economico e le sue classificazioni

Prerequisiti: nozioni di base di Analisi matematica

- Dispense del docente (INTEGRANO i libri di testo ...)

<https://moodle.univaq.it>

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

8

Iscrizione al corso



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

9

9

ISCRIZIONE ALLA MAILING LIST

- Mail **ATTENZIONE AD ERRORI**,
- **Cognome**,
- **Nome**,
- **Città di provenienza**,
- **Provincia**,
- **istituto di provenienza**,
- **propensione alla scelta dell'indirizzo indicando tra:**
Biomedica - Elettronica biomedica, Biomedica - Meccanica
biomedica, Chimica, Elettrica, Elettronica Industriale,
Gestionale, Meccanica

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

18



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

19



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI L'AQUILA
Facoltà di Ingegneria

Prof.ssa Federica CUCCHIELLA

L'Impresa e la Tecnologia

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

20

20



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI L'AQUILA
Facoltà di Ingegneria

Prof.ssa Federica CUCCHIELLA

La domanda e l'offerta

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

21

21

CURVE DELLA DOMANDA E DELL'OFFERTA

- Un mercato è costituito dall'insieme dei compratori e dei venditori di un bene o servizio
- Gli strumenti fondamentali per lo studio di un mercato sono la curva di domanda e la curva di offerta

22

LA CURVA DI DOMANDA

- La curva di domanda è inclinata negativamente e ci dice qual è la quantità domandata dai consumatori per ogni livello di prezzo (interpretazione orizzontale)
- Alternativamente la curva di domanda ci dice anche a quale prezzo i consumatori sono disposti ad acquistare una determinata quantità (interpretazione verticale)

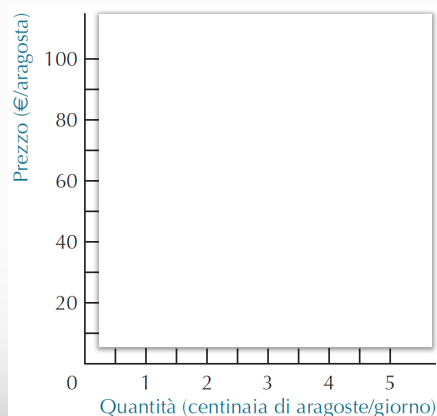
23

LA LEGGE DELLA DOMANDA

- La legge della domanda afferma che la quantità domandata di un bene o servizio aumenta se il suo prezzo diminuisce
- La pendenza negativa della curva di domanda riflette la legge della domanda

24

Curva di domanda per le aragoste pescate ad Alghero il 20 luglio 2020



25

LA CURVA DI OFFERTA

- La curva di offerta è inclinata positivamente e ci dice qual è la quantità offerta dai produttori per ogni livello di prezzo (interpretazione orizzontale)
- Alternativamente la curva di offerta ci dice qual è per i produttori il prezzo minimo al quale sono disposti ad offrire il prodotto (interpretazione verticale)

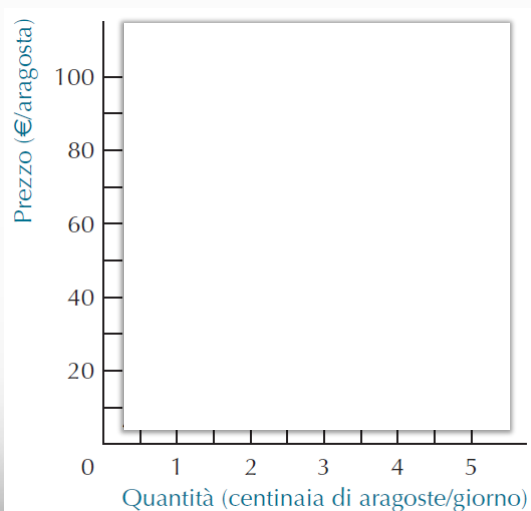
26

LA LEGGE DELL'OFFERTA

- La legge dell'offerta afferma che la quantità offerta di un bene o servizio aumenta all'aumentare del suo prezzo
- La pendenza positiva della curva di offerta riflette la legge dell'offerta

27

Curva di offerta per le aragoste
pescate ad Alghero il 20 luglio 2020



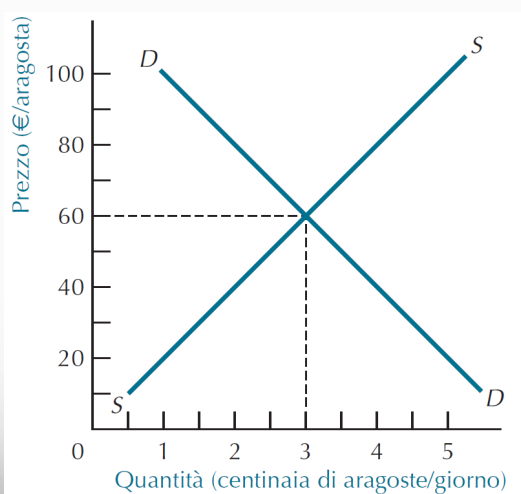
28

EQUILIBRIO DI MERCATO

- Nel punto di intersezione tra la curva di domanda e la curva di offerta si realizza l'equilibrio di mercato
- In equilibrio i consumatori e i venditori sono entrambi soddisfatti nel senso che è impossibile migliorare la situazione di qualcuno senza contemporaneamente peggiorare quella di qualcun altro (efficienza paretiana)

29

Equilibrio sul mercato delle aragoste



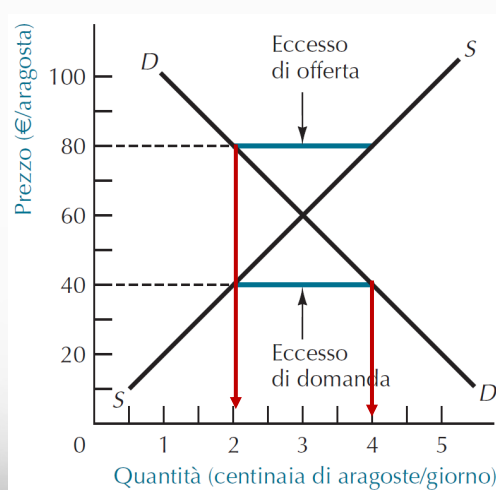
30

SQUILIBRIO DI MERCATO

- Se il prezzo differisce rispetto a quello di equilibrio si determina uno squilibrio tra domanda e offerta
- Se il prezzo è superiore rispetto a quello di equilibrio si crea un eccesso di offerta
- Se il prezzo è inferiore rispetto a quello di equilibrio si crea un eccesso di domanda

31

Eccesso di offerta ed eccesso di domanda



32

INTERVENTI SUI MERCATI

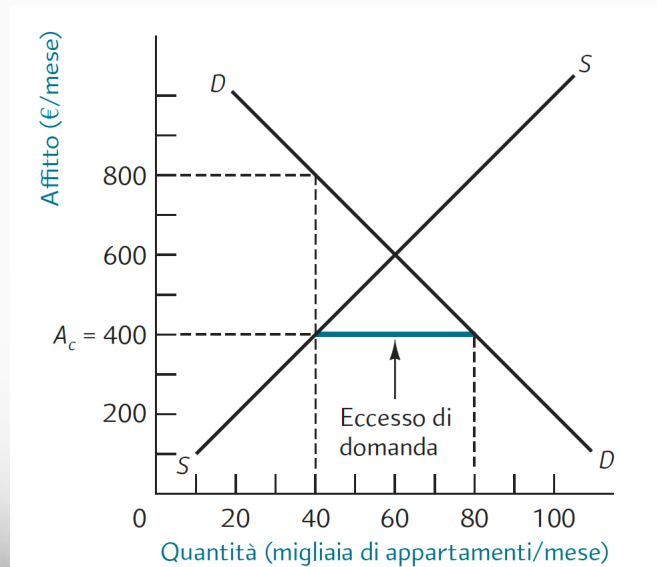
- L'esito efficiente raggiunto dal mercato non implica automaticamente che tale esito sia desiderabile in termini assoluti
- Può accadere che tutti i mercati siano in equilibrio e contemporaneamente che vi siano situazioni di disagio e/o di povertà
- Talvolta gli interventi che tentano di correggere queste situazioni possono condurre a problemi di altra natura

33

INTERVENTI SUI MERCATI

- Ad esempio, i programmi di controllo degli affitti possono favorire il mercato nero e l'evasione fiscale
- Le politiche di sostegno dei prezzi in agricoltura possono condurre ad eccessi di offerta dei prodotti agricoli che dovranno poi essere immagazzinati e che, talvolta, vanno distrutti.
- Il problema della povertà dovrebbe essere affrontato in modo diretto attraverso il sostegno dei redditi dei meno abbienti

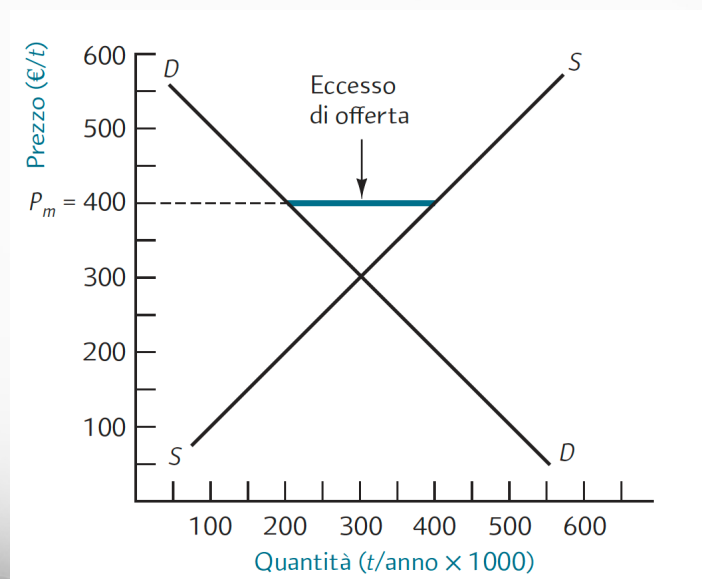
34



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

35

35



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

36

36

FUNZIONI ALLOCATIVE DEI PREZZI

- I prezzi di equilibrio ...
- ... servono a distribuire i beni ai consumatori che attribuiscono loro il maggior valore (funzione allocativa dei prezzi rispetto ai beni)
- ... servono anche a segnalare verso quali settori produttivi far affluire risorse produttive (funzione allocativa dei prezzi rispetto alle risorse)

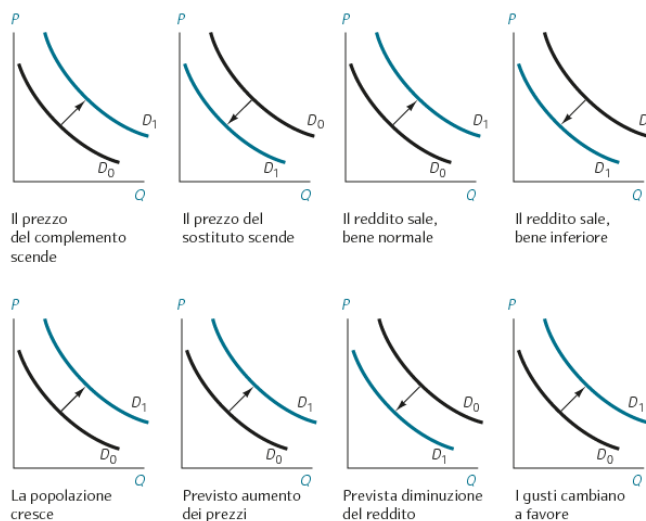
37

DETERMINANTI DELLA DOMANDA

- Fattori che determinano la forma e la posizione della curva di domanda:
 - Il reddito e gusti dei consumatori: i consumatori hanno redditi e gusti diversi.
 - I prezzi dei beni sostituti e/o complementari.
 - Le aspettative sull'andamento futuro dei prezzi e del reddito.
 - I fattori demografici.

38

Figura 2.8: Fattori spostano le curve della domanda



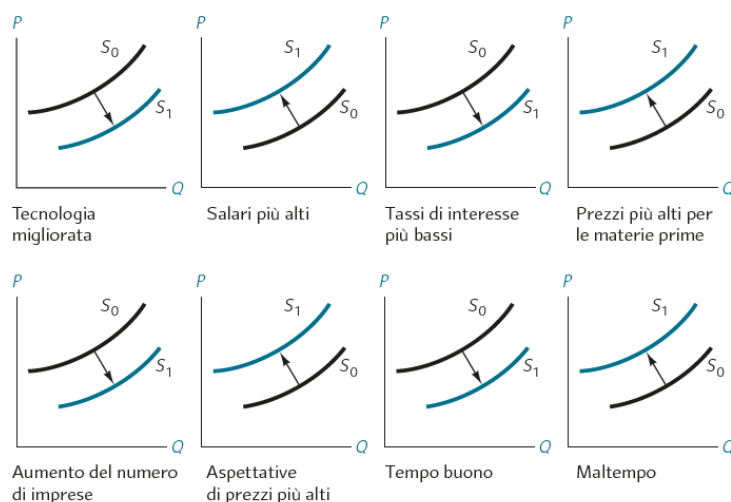
39

DETERMINANTI DELL'OFFERTA

- Fattori che determinano la forma e la posizione della curva di offerta:
 - La tecnologia
 - I prezzi dei fattori produttivi
 - Il numero dei produttori
 - Le aspettative sul futuro andamento dei prezzi
 - Le condizioni meteorologiche.

40

Fattori che spostano i programmi di fornitura



41

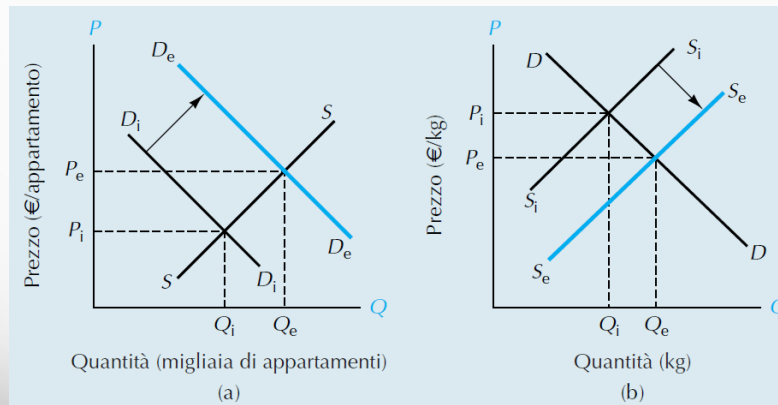
PREVEDERE E SPIEGARE LE VARIAZIONI NEI PREZZI E NELLE QUANTITÀ DI EQUILIBRIO

In generale e a parità di altre condizioni:

- Un aumento della domanda conduce sempre ad un aumento sia del prezzo che della quantità
- Una riduzione della domanda conduce sempre ad una riduzione sia del prezzo che della quantità
- Un aumento dell'offerta conduce sempre ad una riduzione del prezzo e ad un aumento della quantità
- Una riduzione dell'offerta conduce sempre ad un aumento del prezzo e ad una riduzione della quantità

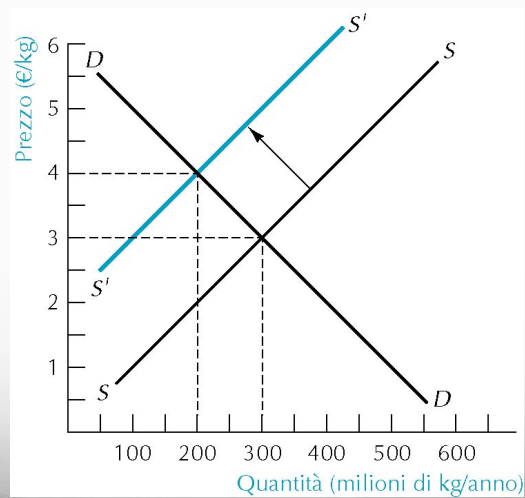
42

Variazioni stagionali nei mercati degli affitti
in luoghi di villeggiatura e dei pomodori da insalata



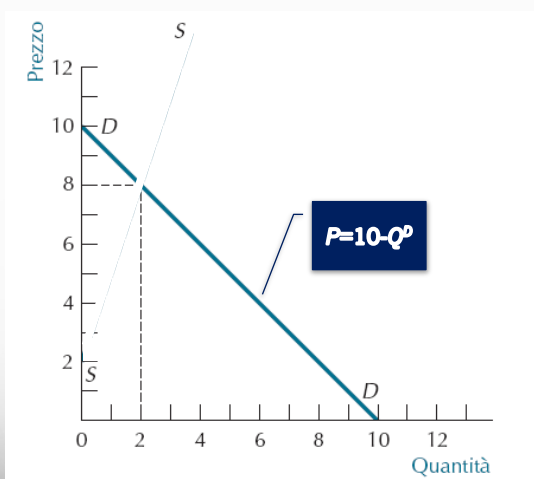
43

L'effetto di un intervento di sostegno dei prezzi dei
semi di soia sul prezzo e sulla quantità di equilibrio
della carne di manzo



44

Rappresentazione grafica della curva di domanda $P=10-Q^D$ e della curva di offerta $P=2+3Q^S$



45

Obiettivi di apprendimento specifici

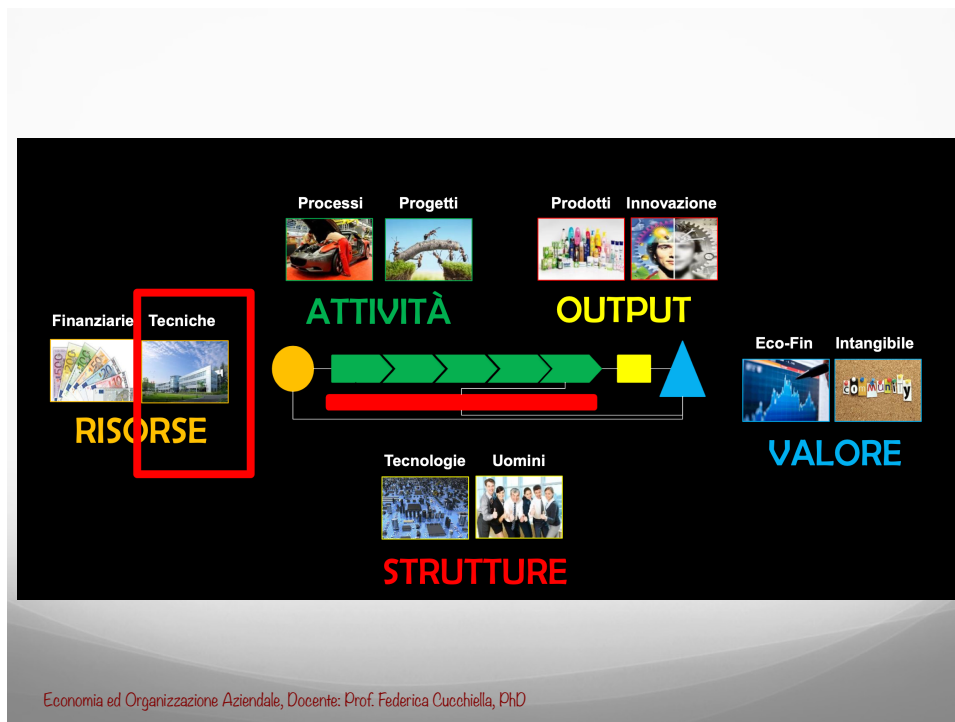
- 1. esaminare le possibilità produttive dell'impresa;
- 2. individuare i vincoli operativi cui l'impresa è sottoposta;
- 3. costruire la curva di offerta dell'impresa;
- 4. massimizzare il profitto dell'imprenditore, data la sua funzione di costo.



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

46

46



47

Ogni impresa svolge **ATTIVITÀ di PRODUZIONE**, ossia di trasformazione di risorse e fattori produttivi o **Input** (es. materie prime, semilavorati, altre risorse immateriali) in **Output** rappresentati da **PRODOTTI** e **SERVIZI** a più elevato valore delle risorse iniziali.



Il concetto di produzione e di trasformazione deve essere inteso in senso ampio. Oltre alla **trasformazione fisica** [es. 1], la produzione può infatti essere finalizzata a trasferire **utilità nello spazio** [es. 2] e nel tempo [es. 3].



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

48

Obiettivo dell'Impresa

E' un problema non banale

- a) diversi tipi d'impresa: dal piccolo artigiano alla multinazionale
- b) possibili conflitti d'interesse: azionisti, piccoli azionisti e management

L'impresa massimizza il profitto

profitto = ciò che resta alla proprietà dopo aver adempiuto a tutte le sue obbligazioni contrattuali

Profitto economico e non profitto contabile

tiene conto anche dei costi opportunità e quindi della remunerazione di tutti i fattori anche quello imprenditoriale

Profitto = **Ricavi** (entrate che l'impresa consegue vendendo i prodotti)
-Costi (pagamenti per acquisire tutti gli inputs)

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

50

50

Cosa caratterizza un'impresa

Anche gli impianti industriali riciclo vetro trasformano input in output, vetro polverizzato in nuovi contenitori

- Nella macchina per il riciclo non ci sono individui, ma ingranaggi, che interagiscono tra di loro, e che sono progettati per garantire la massima resa possibile.
- Imprese e macchine per riciclo sono diverse.
- Tuttavia, in questo corso si tratta l'impresa proprio come la macchina per il riciclo del vetro
- Non ci chiederemo che cosa c'è dentro l'impresa, ma solo che cosa l'impresa può fare. Ovvero quanto può produrre dagli input di cui dispone.

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

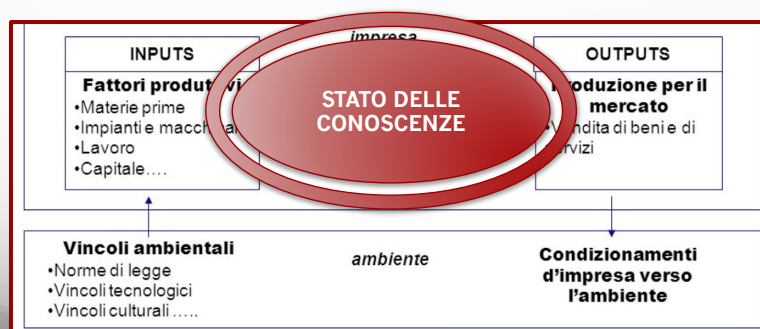
52

52

L'attività d'impresa come processo di trasformazione vincolata

Il sistema impresa è caratterizzato da quattro elementi fondamentali:

- Inputs: fattori produttivi
- Processo di trasformazione
- Outputs: prodotti (beni) da vendere sul mercato
- Vincoli e condizionamenti ambientali



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

53

53

La tecnologia e l'impresa

L'impresa compie delle scelte soggette a vincoli: imposti dai clienti, dai concorrenti o vincoli naturali

Gli input alla produzione sono detti **fattori produttivi**

Tra i fattori produttivi: Capitale finanziario e fisico

Vincoli naturali → **vincoli tecnologici**: solo alcune combinazioni di input consentono di produrre una data quantità di output (**piani di produzione realizzabili**)

L'insieme di tutte le combinazioni di input e output tecnicamente realizzabili è detto **insieme di produzione**

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

54

54

Input di Capitali

Capitali «Interni» o Proprio

Capitali «Esterni» o di Terzi



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

55

Input di Materie, Prodotti e Servizi



Semilavorati e Sotto-sistemi

es. parti di mobili da assemblare

Materie Prime, Fattori Grezzi e Componenti



es. spezie alimentari



Sistemi, Assemblati, Prodotti Finiti

es. cassa acqua per la vendita

Servizi per la Produzione

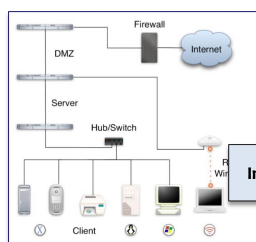


es. energia elettrica e trasporti

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

56

Input di Strutture e Tecnologie



es. rete Internet e wi-fi aziendale

Edifici, Capannoni, Locali,
Magazzini, Piazzali, Terreni



es. hangar di manutenzione aerei

Impianti Tecnici e Tecnologici



es. brevetto su nuovi materiali

Strumenti e Risultati della
Ricerca e Sviluppo Tecnologico

Attrezzature e Impianti
Produttivi



es. linea di montaggio

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

57

57

Input di Lavoro e Conoscenza

Manager, Impiegati ed Operai



es. dipendenti reparto produzione

Lavoro e Conoscenza «esterna»
all'impresa



es. report World Bank o prestazione avvocato



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

58

Vincolo Tecnologico

La produzione di un'impresa obbedisce ad un ampio insieme di leggi inerenti alla chimica ed alla fisica, a principi ingegneristici, a moduli organizzativi codificati ed infine ad un insieme di procedure governate da conoscenze non codificate possedute dal suo personale

Il Processo di produzione come una scatola nera

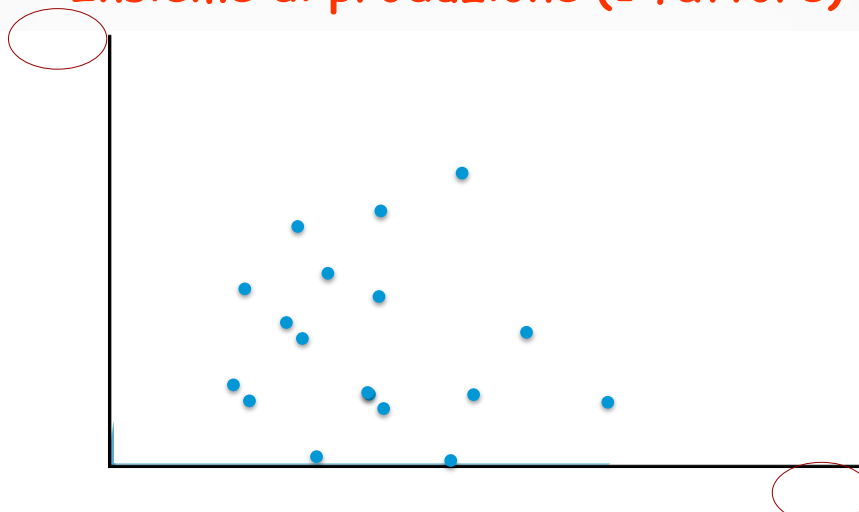


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

59

59

Insieme di produzione (1 fattore)



Una possibile forma di un insieme di produzione

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

60

60

Insieme di produzione (1 fattore)

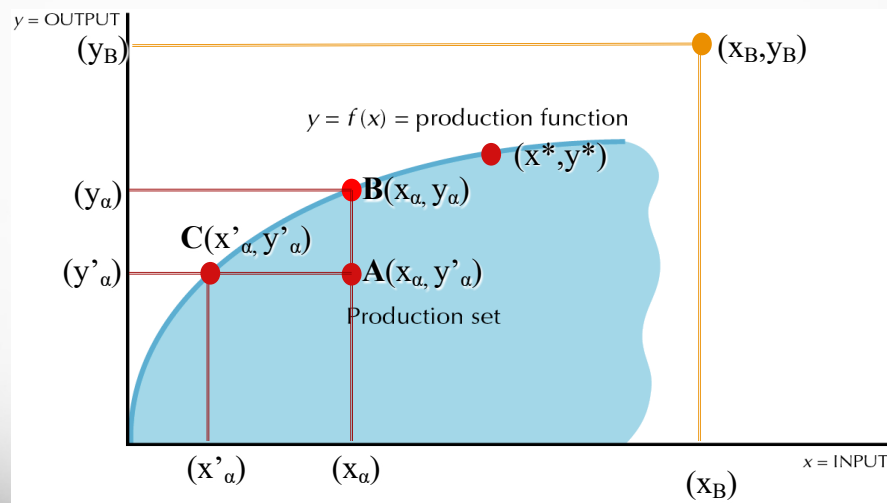


Figure 18.1 A production set

Una possibile forma di un insieme di produzione

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

61

61

Funzione di produzione: unità beni prodotti in un anno (2 fattori)

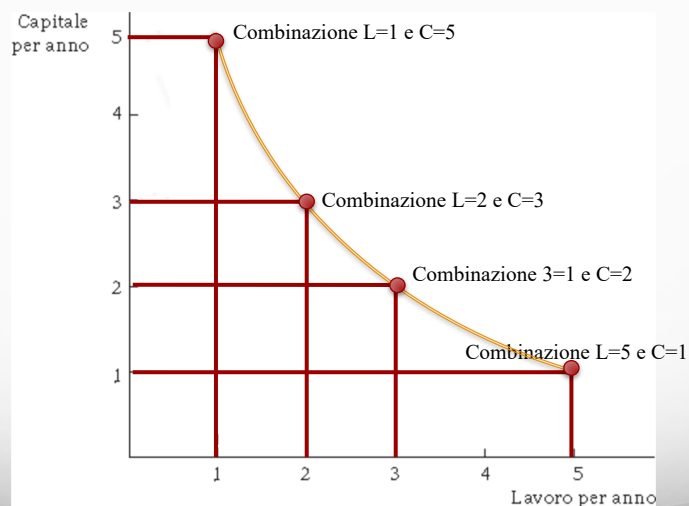
		Lavoro (x_1) (ore-uomo/anno)				
		1	2	3	4	5
Capitale (x_2) (ore macchina/anno)	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

63

63

Le combinazioni per $y=75$

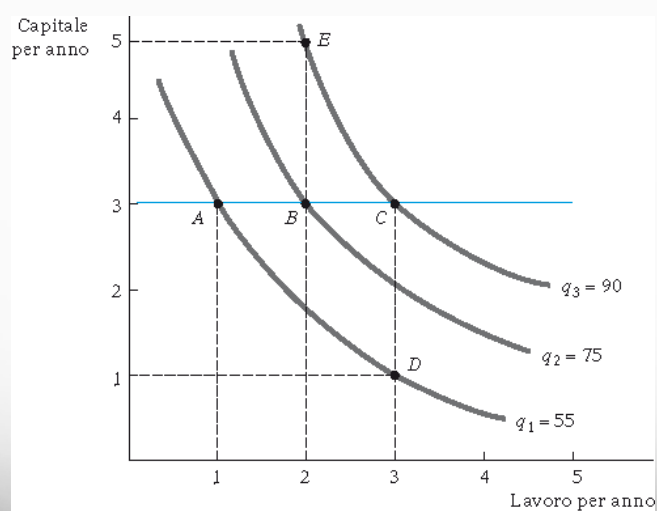


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

64

64

Isoquanti di produzione



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

65

65

Applicazioni della ED

J Prod Anal
DOI 10.1007/s11223-014-0388-9

How does a firm's management of greenhouse gas emissions influence its economic performance? Analyzing effects through demand and productivity in Japanese manufacturing firms

Kimihiko Nishitani · Shinji Kaneko ·
Satoru Komatsu · Hiidenrichi Fujii

© Springer Science+Business Media New York 2014

Abstract This paper analyzes how a firm's management of greenhouse gas (GHG) emissions affects its economic performance. The theoretical model we derive from Cobb–Douglas production and inverse demand functions predict that in conducting GHG emissions management, a firm will enhance its economic performance because it promotes an increase in demand for its output and improves its productivity. The estimation results, using panel data on Japanese manufacturing firms during the period 2007–2008, support the view that a firm's GHG emissions management enhances a firm's economic performance through an increase in demand and improvement in productivity. However, the latter effect is conditional. Although a firm's efforts to maintain lower GHG emissions improves productivity, efforts to reduce GHG emissions further does not always improve it, especially for energy-intensive firms. Because firms attempting to maintain lower GHG emissions are more likely to improve their productivity, there is a possibility that firms with high GHG emissions can also enhance economic

performance by reducing their emissions in the long term, even if additional costs are incurred. In addition, better GHG emissions management increases the demand of environmentally conscious customers because a product's life cycle GHG emissions in the upper stream of the supply chain influence those in the lower stream, and customers evaluate the suppliers' GHG emissions management in terms of green supply-chain management.

Keywords Greenhouse gas emissions management · Economic performance · Increase in demand · Improvement in productivity · Random-effects instrumental variables model

JEL Classification C36 · M20 · Q56

1 Introduction

Emissions of greenhouse gases (GHGs), especially of carbon dioxide, which contribute to global warming, are regarded as one of several major environmental concerns. In the post Kyoto Protocol era, the importance of this issue will become increasingly apparent. Nevertheless, the private sector in Japan has tended to increase its GHG emissions continuously (Ikataki et al. 2008). Hence, to mitigate climate change, it is necessary to ensure reductions of GHG emissions, especially by industry sectors whose production stage involves emission of significant quantities of GHGs (Bernstein et al. 2007; Bradford and Fraser 2008). Indeed, carbon dioxide emissions from fuel combustion in industries accounted for 71.2 % of Japan's total GHG emissions in the country's fiscal year (FY) 2010 (Greenhouse Gas Inventory Office of Japan 2011). In these circumstances, despite the need for policy intervention to

ensure firms reduce their GHG emissions, the policy mix combining direct regulation (e.g. emission control and energy consumption regulations) and indirect regulation (e.g. deposit-refund systems, charges and taxes, emissions trading, and financial assistance) has not functioned effectively (Dawson and Segerson 2008; Murase 2003; Nishitani and Kokubu 2012). An alternative approach by policymakers has been to attempt to encourage firms to reduce their GHG emissions voluntarily rather than compulsion by regulation (Hatakeeda et al. 2012; Ikataki et al. 2008).

It is believed widely that firms will conduct voluntary environmental management only if the benefits outweigh the costs (Nishitani 2011; Nishitani et al. 2011; Nishitani and Kokubu 2012; Segerson and Miceli 1998; Welch et al. 2000, 2002). However, environmentally proactive firms no longer ask how much environmental management will cost, but rather how much it will benefit them (Copan 2009; Kolk et al. 2008; Nishitani et al. 2011; Nishitani and Kokubu 2012). If there is a positive relationship between firms' environmental management to further reduce or maintain lower levels of GHG emissions (hereafter referred to as GHG emissions management) and their economic performance, it would be reasonable to encourage firms to conduct GHG emissions management voluntarily, because this approach is expected to be more flexible and effective, and less costly, than direct and indirect regulations (Arimura et al. 2008, 2011). If this is not the case, however, a new environmental policy mix should be introduced.

Although few studies have focused on GHG emissions management, many previous empirical studies have found that firms enhance their economic performance through better environmental management and performance.¹ For example, Hibiki and Managi (2010), using the generalized method of moments with data on 402 Japanese manufacturing firms for 2003–2004, found that Japanese financial markets do not value risk associated with toxic chemical releases as measured by the Pollutant Release and Transfer Register. Jacobs et al. (2010), using an event study methodology with data on 340 US firms, found that announcements of philanthropic gifts for environmental causes and ISO 14001 certification are associated with significant positive market reaction (abnormal returns), and voluntary emission reductions are associated with significant negative market reaction. Zeng et al. (2010), using a structural equation model with data on 125 manufacturing firms listed in the Directory of Audited Enterprises of Cleaner Production in China, found that cleaner production activities influence both financial and nonfinancial performance positively. Herra-Saizaboneta et al. (2011), using a multivariate panel

data analysis with data on 196 Spanish firms for 2000–2005, did not find that firms with ISO 14001 certification have stronger economic performance when measured by return on assets (ROA) and greater sales volume growth. Iwata and Okada (2011), using an industry-specific fixed effects model with data on Japanese manufacturing firms for 2004–2008, found that the reduction of GHG emissions improves financial performance measured by ROA, return on investment, return on invested capital and Tobin's $q < 1$, but the reduction of waste emissions do not. Nishitani (2011), using a fixed-effects instrumental variables (FE-IV) model with data on 871 Japanese manufacturing firms for 1996–2007, found that the implementation of an environmental management system (EMS) increased a firm's value added through increasing demand and improving productivity. Nishitani et al. (2011), using a random-effects instrumental variables (RE-IV) model with data on 426 Japanese manufacturing firms for 2002–2008, found that a reduction of pollution emissions increased a firm's value added through increasing demand and improving productivity, although as the latter is conditional, a prevention approach to reducing emissions is preferred. According to these studies, the positive effect of environmental management (and performance) on economic performance generally results from an increase in demand and improvement in productivity, although most of them did not distinguish these effects theoretically and empirically. Better environmental management provides positive information about environmentally friendly firms and their products to the public, thus enabling firms to increase their market share and/or charge higher prices for their products. By contrast, poor environmental management is seen as reflecting poor management practices and a lack of innovativeness in taking up the potential cost savings available by reducing environmental burden (Khanna 2001; Khanna et al. 1998; Nishitani and Kokubu 2012). If this argument applies to GHG emissions management, such benefits depend on a firm's environmental management skills directly and indirectly, such skills include hedging against physical risks, mitigating regulatory costs, avoiding expensive litigation and other threats to corporate reputation, managing climate risk in the supply chain, investing capital in low-carbon assets, and innovating around new technology and product opportunities (Lash and Wellington 2007). Thus, firms that seek

Published online: 23 March 2014

Springer

Springer

J Prod Anal

opportunities for profit successfully would generate a competitive advantage over rivals through plural paths (Lash and Wellington 2007). To mitigate global warming, it is important to understand accurately how firms' voluntary GHG emissions management affects their economic performance. Therefore, the purpose of this study is to analyze whether a firm's GHG emissions management improves economic performance through an increase in demand and/or an improvement in productivity. To achieve this purpose, this paper applies a simple theoretical model derived from a Cobb–Douglas production function and an inverse demand function to identify how these effects influence a firm's economic performance, as proposed by Nishitani (2011) and Nishitani et al. (2011). Thus, we can regard this study, which focuses on firm GHG emissions management, as an application of Nishitani (2011), which focuses on the implementation of EMS, and Nishitani et al. (2011), which focuses on pollution emissions management. The model estimates these parameters using panel data for Japanese manufacturing firms for the period 2007–2008. Although the Cobb–Douglas production function is a highly restricted model, it has certain advantages that outweigh its disadvantages, especially given that most existing empirical studies that have analyzed the relationship between environmental and economic performance have not developed a theoretical model to guide the empirical estimation of the parameters. For example, the Cobb–Douglas production function enables researchers to analyze theoretically the effect of GHG emissions management through an improvement in productivity as the environmental innovation in the production process (as a part of total factor productivity) given the restrictiveness of technology that is descriptively discussed in the field of environmental management. Besides, it enables researchers to develop, by combining with the inverse demand function and taking logarithms, a theoretical linear model that explains the effects of GHG emissions management on economic performance through both an increase in demand and an improvement in productivity, which is empirically amenable (with a small number of parameters estimated). In contrast, estimating a more flexible functional form, such as a translog or CES production function, would make it very difficult to obtain unique estimates (for example, the value of λ discussed in Sect. 2). Furthermore, when using the translog production function, researchers need to test the theoretical properties observation by observation because certain theoretical properties, including curvature, are only met when studies obtain the "right" signs. The main findings are as follows. Firms with better GHG emissions management are more likely to enhance economic performance through an increase in demand and an improvement in productivity. This is because a firm's GHG emissions management brings about an increase in sales

through an increase in demand by environmentally conscious customers and through cost reductions given the improvement in productivity. For example, one possible trigger for the positive effect via an improvement in productivity is a properly designed environmental policy, as suggested by the Porter hypothesis. Firms can then achieve productive efficiency through voluntary environmental management with the properly designed environmental policies (Amber et al. 2013; Jaffe and Palmer 1997; Porter and van der Linde 1995). Given this, Japanese market efforts to maintain lower GHG emissions improve productivity, efforts to reduce GHG emissions further does not always improve it, especially for energy-intensive firms. This paper is divided into the following sections. Section 2 describes a theoretical model of the effect of GHG emissions management on a firm's economic performance. Section 3 presents details of the data. Section 4 provides the results of the estimations. Finally, Sect. 5 presents discussions and the conclusion.

2 Model

This section introduces a simple theoretical model specified originally by Nishitani (2011) to analyze how GHG emissions management influences a firm's economic performance. Economic performance in this study is measured by value added, which is total revenue minus material cost, and is distributed through profits and wages. The regression model to estimate the effects of GHG emissions management on value added is derived from a Cobb–Douglas production function and an inverse demand function.

The Cobb–Douglas production function with labor, capital, materials, and energy for firm i is:

$$Y_i = A_i K_i^\alpha L_i^\beta M_i^\gamma E_i^\delta \quad (1)$$

where i is output, L is labor, K is capital, M is materials, E is energy and A is total factor productivity, and $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$, $0 < \gamma < 1$, and $0 < \delta + \beta + \gamma < 1$.² We assume constant returns to scale in production. Given total revenue $Y_i = p_i Y_i$, where p_i is the price of output, labor cost $W_i = w_i L_i$, where w_i is the wage rate, capital cost $R_i = r_i K_i$, where r_i is the implicit rental rate of capital, materials cost $Q_i = q_i M_i$, where q_i is the price of materials, and energy cost $D_i = d_i E_i$, where d_i is the price of energy, it follows that:

² Because GHG emissions mostly arise from energy use, we include energy in the model.

$$= A_i \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^\beta \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^\alpha \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^\gamma \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{\delta + \beta - \gamma} \quad (2)$$

The inverse demand function:

$$= \alpha_i X_i^{1-\alpha_i} \quad (3)$$

Let the price,³ and then total revenue is expressed as:

$$= \alpha_i \left\{ A_i \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^\beta \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^\alpha \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^\gamma \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{\delta + \beta - \gamma} \right\}^{1-\alpha_i} \quad (4)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (5)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (6)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (7)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (8)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (9)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (10)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (11)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (12)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (13)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (14)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (15)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (16)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (17)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (18)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (19)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (20)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (21)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (22)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (23)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (24)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (25)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (26)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (27)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (28)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (29)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (30)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (31)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (32)$$

$$= \alpha_i A_i^{1-\alpha_i} \left(\frac{W_i}{p_i} \right)^{\beta(1-\alpha_i)} \left(\frac{R_i}{p_i} \right)^{\alpha(1-\alpha_i)} \left(\frac{Q_i}{p_i} \right)^{\gamma(1-\alpha_i)} \left(\frac{D_i}{p_i} \right)^{(\delta + \beta - \gamma)(1-\alpha_i)} \quad (33)$$

¹ Table 1's $\frac{\Delta \text{Value Added}}{\text{Value Added}}$ represents the market value of intangible assets (standardized by tangible assets) (Kumar and Cohen 2000; Nishitani et al. 2007).

² In addition, poor environmental performance is viewed as exposing the firm to greater risk of environmental liabilities, penalties, and high compliance costs in the future (Khanna 2001; Khanna et al. 1998; Nishitani and Kokubu 2012).

³ The previous studies before 2010 are reviewed in Nishitani (2011), Nishitani et al. (2011) and Nishitani and Kokubu (2012).

J Prod Anal

Equation (9) indicates that the GHG emissions management influences a firm's value added (the ratio of value added over energy cost) through an increase in demand and an improvement in productivity. Consequently, Eq. (9) with an error term in the regression model for estimating the parameters of the GHG emissions management ($\alpha_i^{(1)}$ and $(1 - \lambda)\delta^{(1)}$), where $\alpha_i^{(1)} = (1 - \lambda)\delta^{(1)} - (x - x_2) \ln w - (\beta - \beta_2) \ln r - (\gamma - \gamma_2) \ln q - (1 - x - \beta - \gamma - \lambda + x_2 + \beta_2 + \gamma_2) \ln d$ is the constant term. Although the parameter for the effect of GHG emissions management through improvement in productivity ($\delta^{(1)}$) is not estimated directly, we can calculate δ from the estimated parameters because λ can be obtained by solving the following equations: $(x - x_2) = R_1$, $(\beta - \beta_2) = R_2$, $(\gamma - \gamma_2) = R_3$, and $(-x - \beta - \gamma - \lambda + x_2 + \beta_2 + \gamma_2) = R_4$. According to the model specifications (namely, $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$, $0 < \gamma < 1$, $\alpha^{(1)} > 0$, $\beta^{(1)} > 0$, and $1 - \lambda > 0$), the predicted signs of these parameters are positive for $(x - x_2)$, $(\beta - \beta_2)$, $(\gamma - \gamma_2)$, $\alpha^{(1)}$, and $(1 - \lambda)\delta^{(1)}$, and negative for $(-x - \beta - \gamma - \lambda + x_2 + \beta_2 + \gamma_2)$.

3 Data

The data used in the analysis are panel data on 423 Japanese manufacturing firms (in the food, textiles, pulp and paper, chemicals, pharmaceuticals, petroleum, rubber, glass, steel, nonferrous metals, metals, general machinery, electrical appliances, transportation machinery, precision instruments, and other manufacturing industries) listed on the Tokyo and Osaka Stock Exchanges during the period 2007–2008, and that meet the reporting requirements of a mandatory GHG accounting and reporting system, based on the Law on Global Warming Countermeasures.⁴ Holding companies are not included in the sample. Although we did not select these 423 firms randomly, we regard them as a representative sample of all Japanese manufacturing firms. The total number of firm-year observations is 678 (because of the use of an unbalanced panel of data (420 firms in 2007 and 258 firms in 2008)). A list of the dependent and independent variables is given in Table 1, and the descriptive statistics are in Table 2.

The dependent variable proxing by $\ln Y$ is the logarithm of net sales over power, fuel, and water utilities expense.⁵ The independent variables, except those proxying the GHG emissions management, are the logarithm of wages for $\ln W$, the logarithm of the book value of tangible fixed assets for $\ln R$, the logarithm of raw materials expense for $\ln Q$,

⁴ The sample firms include those that have facilities consuming more than 1,500 kilowatt (converted into oil) of energy.

⁵ Only the aggregated financial data for power, fuel, and water utilities expense are available.

J Prod Anal

Table 1 Definition of variables	
Variables	Definition
La value added	Logarithm of net sales over raw materials expense
La wages	Logarithm of wage expense
La book value of tangible fixed assets	Logarithm of the book value of tangible fixed assets
La raw materials expense	Logarithm of raw materials expense
La power, fuel, and water utilities expense	Logarithm of power, fuel, and water utilities expense
CO ₂ management score	The score is derived from the rank in relation to promotion of global warming countermeasures as evaluated by the Nikkei Environmental Management Survey; firms are given a score depending on their rank in the survey: firms ranked between first and 500th are given a score from 20 points to one point, respectively, per 25 ranks, and those ranked below 500th or unranked are given zero points
CO ₂ emissions score	The score is based on the CO ₂ emissions; firms are categorized into 20 groups depending on the ratio of their actual CO ₂ emissions to net sales and given a score ranging from 20 points for lowest emissions to one point for highest emissions, respectively
CO ₂ reduction score	The score is based on the CO ₂ reduction rate; firms are given a score from 10 points to one point, respectively, per 25 % of their CO ₂ reduction rate between a more than 100 % reduction and a more than 100 % increase calculated from CO ₂ emissions over net sales in 2007 divided by those in 2006

and the logarithm of power, fuel, and water utilities expense for La D.

The independent variable proxying G^{20} is the CO₂ management score derived from the rank in "promotion of global warming countermeasures" as evaluated by Nikkei Environmental Management Survey³ (firms are given a score depending on their rank in the survey: firms ranked between first and 500th are given a score ranging from 20 points to one point, respectively, per 25 ranks, and those ranked below 500th or unranked are given zero points).

³ The Nikkei Environmental Management Survey, published annually by Nikkei Inc., since 1997, evaluates firms' attempts to establish an organizational structure and functions to implement environmental measures to reduce GHGs, chemical material emissions, and other waste, while improving business efficiency (Nakao et al. 2007).

The government does not release firms' actual GHG emissions data until approximately 2 years after the fact.

Table 2 Descriptive statistics				
Variables	Obs.	Mean	SD	Min.
La value added	678	4.414	0.987	1.704
La wages	678	8.252	1.173	4.372
La book value of tangible fixed assets	678	9.733	1.250	6.591
La raw materials expense	678	6.794	1.484	5.531
La power, fuel, and water utilities expense	678	6.478	1.340	4.499
La wages (i - 1)	678	8.262	1.163	4.733
La book value of tangible fixed assets (i - 1)	678	9.738	1.254	6.598
La raw materials expense (i - 1)	678	6.787	1.466	5.366
La power, fuel, and water utilities expense (i - 1)	678	6.459	1.326	4.297
CO ₂ management score	678	4.515	6.506	0
× Materials processing	678	1.854	4.684	0
× Energy-intensive	678	0.755	3.091	0
× Non-energy-intensive	678	1.099	3.748	0
× Machinery assembling and other	678	2.661	5.501	0
× Energy-intensive	678	0.201	1.528	0
× Non-energy-intensive	678	2.460	5.378	0
CO ₂ emissions score	678	9.557	5.624	1
× Materials processing	678	3.007	4.718	0
× Energy-intensive	678	0.990	2.363	0
× Non-energy-intensive	678	2.018	4.567	0
× Machinery assembling and other	678	6.529	6.079	0
× Energy-intensive	678	0.683	2.444	0
× Non-energy-intensive	678	5.847	7.218	0
CO ₂ reduction score	678	5.575	1.081	1
× Materials processing	678	2.524	2.965	0
× Energy-intensive	678	1.288	2.479	0
× Non-energy-intensive	678	1.236	2.384	0
× Machinery assembling and other	678	3.052	2.855	0
× Energy-intensive	678	0.618	1.779	0
× Non-energy-intensive	678	2.434	2.429	0
Food	678	0.130	0.336	0
Textiles	678	0.034	0.181	0
Poly and paper	678	0.029	0.169	0
Chemicals	678	0.012	0.204	0
Pharmaceuticals	678	0.035	0.185	0
Petroleum	678	0.006	0.077	0
Rubber	678	0.012	0.108	0
Glass	678	0.002	0.021	0
Steel	678	0.081	0.273	0
Nonferrous metals	678	0.041	0.199	0

Table 2 continued				
Variables	Obs.	Mean	SD	Min.
Metals	678	0.046	0.209	0
General machinery	678	0.071	0.257	0
Electrical appliances	678	0.125	0.331	0
Transportation machinery	678	0.083	0.275	0
Precision instruments	678	0.024	0.152	0
Other manufacturing	678	0.040	0.196	0
Materials processing	678	0.447	0.498	0
Machinery assembling and other	678	0.553	0.498	0
Year_2007	678	0.619	0.486	0
Year_2008	678	0.381	0.486	0

The independent variables proxying G^{20} are the CO₂ emissions score based on the CO₂ emissions (firms are categorized into 20 groups depending on their actual CO₂ emissions to net sales and given a score ranging from 20 points for lowest emissions to one point for highest emissions, respectively), and the CO₂ reduction score based on the CO₂ reduction rate (firms are given a score ranging from 10 points to one point, respectively, per 25 % of their CO₂ reduction rate between the range of a reduction of more than 100 % to an increase of more than 100 %, which is calculated from the CO₂ emissions over net sales i divided by those in $i - 1$). The former captures the effect of GHG emissions management to maintain lower emissions and the latter captures the effect of GHG emissions management to reduce emissions further.

In regard to proxying GHG emissions management, these variables are generally reasonable because of the following assumptions, although there are several other possible proxies for GHG emissions management. First, the effect of GHG emissions management through an increase in demand is captured by the rank in "promotion of global warming countermeasures" in the Nikkei Environmental Management Survey. We use this proxy because this popular third-party survey captures comprehensive environmental information on the GHG emissions management of a firm available to outsiders, including customers. Assuming that firms with a higher rank in the survey are more likely to be evaluated positively by their customers, then the rank indirectly represents the quality of GHG emissions management in customer decision making. Note that it is difficult for (environmentally conscious) consumers to directly obtain actual GHG emissions information on a supplier at any point in time.⁴

⁴ The government does not release firms' actual GHG emissions data until approximately 2 years after the fact.

Second, the effect of GHG emissions management through an improvement in productivity is captured by the level of GHG emissions or reduction in emissions. This is because improving both the environment and productivity can be regarded as evidence of the effectiveness and efficiency of GHG emissions management. We categorize the emissions and reduction rates and specify these scores along with the effect through the increase in demand. The CO₂ management score, CO₂ emissions score, and CO₂ reduction score are not necessarily proportional.

The data for all firm-level variables, with the exception of G_i , are taken from the Nikkei Economic Electronic Database System. The data on rankings in relation to promotion of global warming countermeasures are from Nikkei Inc., and those for CO₂ emissions are from the Japanese Ministry of the Environment. We deflate all financial values using the GDP deflator.

4 Estimation results

Tables 3 and 4 summarize the estimation results. The proxy for G^{20} is the CO₂ emissions score in Table 3, and the CO₂ reduction score in Table 4.

Model (1) assumes that all firms are homogeneous when capturing the general effects of the GHG emissions management, and models (2) and (3) assume that they are heterogeneous in terms of industry and energy intensiveness when capturing the effects of the GHG emissions management in the specific cases. This is because the level of GHG emissions is different among firms with different characteristics, and therefore the effects of GHG emissions management on value added would also be different. For example, as shown in Fig. 1, the mean (average) of the ratio of GHG emissions to net sales for firms in the materials processing industry is 3.330 (KCO₂ per 1 million yen), while those in machinery assembling and other industries are 0.659. Furthermore, the mean of the ratio of GHG emissions to net sales for energy-intensive firms is 3.620 while that for non-energy-intensive firms is 0.951 (the classifications of industries and definition of "energy intensive" are explained below). Thus, firms in materials processing industries and energy-intensive firms emit relatively more GHG than other firms. The models used for Tables 3 and 4 are estimated using a RE-IV model to avoid endogeneity bias derived from the theoretical model (Eq. 9). The Hausman test, supplemented by Sargan-Hausman test statistics, suggests that the RE-IV models are more reliable than the fixed-effects instrumental variables models (FE-IV). The instruments for these models are logarithm of wages, logarithm of the book value of tangible fixed assets, logarithm of raw materials expense, and logarithm of power, fuel, and water utilities expense in $t - 1$.

J Prod Anal

Table 3 Estimation results (G^{20} is proxied by the CO₂ emissions score)

	(1)		(2)		(3)	
	RE-IV	Coefficient	SE	RE-IV	Coefficient	SE
La wages		0.182	0.028***		0.180	0.028***
La book value of tangible fixed assets		0.411	0.025***		0.401	0.025***
La raw materials expense		0.338	0.021***		0.338	0.021***
La power, fuel, and water utilities expense		-0.989	0.024***		-0.981	0.024***
CO ₂ management score		0.010	0.002***		—	—
× Materials processing		—	—		0.009	0.003***
× Energy-intensive		—	—		—	0.010
× Non-energy-intensive		—	—		—	0.008
× Machinery assembling and other		—	—		0.011	0.003***
× Energy-intensive		—	—		—	0.002
× Non-energy-intensive		—	—		—	0.005*
CO ₂ emissions score		0.026	0.003***		—	—
× Materials processing		—	—		0.021	0.004***
× Energy-intensive		—	—		—	0.011
× Non-energy-intensive		—	—		—	0.028
× Machinery assembling and other		—	—		0.031	0.004***
× Energy-intensive		—	—		—	0.024
× Non-energy-intensive		—	—		—	0.035
Constant		1.563	0.150***		1.547	0.151***
Number of observations		678			678	
R ² within		0.807			0.812	
R ² between		0.892			0.892	
R ² overall		0.883			0.883	
Hausman test (p value)		0.268			0.266	

*, **, and *** imply that the coefficient is significantly different from zero at the 10, 5 and 1 % levels, respectively

Industry dummies to capture the industry-specific effects and year dummies to capture the macroeconomic shocks effects are included, although their coefficients are omitted from the table.

In models (1)–(3) of Tables 3 and 4, logarithm of wages, logarithm of the book value of tangible fixed assets, and logarithm of raw materials expense are significantly positive, and logarithm of power, fuel, and water utilities expense is significantly negative. They are consistent with the predicted values in the theoretical model, which suggests that λ has a significant effect (according to the calculation, $\lambda = 0.038$, 0.042, and 0.042 in models (1) to (3) of Table 3, and 0.056, 0.058, and 0.060 in those of Table 4).

Model (1) of Table 3 shows that the CO₂ management and the CO₂ emissions score are significantly positive. Thus, if all firms are assumed to be homogeneous, GHG emissions management enhances a firm's value added through an increase in demand and an improvement in

productivity, respectively.⁵ Note that the positive effect of GHG emissions management through an improvement in productivity in this model implies that firms conducting management to maintain lower GHG emissions are more likely to improve productivity.

Model (2) of Table 3 includes the interaction terms of the independent variables for the GHG emissions management and two categorized industry dummies. The sample firms are classified into those in materials processing, and machinery assembling and other industries,

⁵ Because the dependent variable is the logarithm of net sales over power, fuel, and water utilities expense, we can calculate the (marginal) effect of GHG emissions management using the parameter exponent. Thus, the (marginal) effect through an increase in demand is approximately 1.0 % (per 25 rank increase), and that through an improvement in productivity is approximately 2.8 % (per one group increase), where G^{20} is calculated from the coefficient of the CO₂ emissions score divided by $(i - 1)$. These effects can be calculated similarly in all models.

Table 4 Estimation results (G^{20} is proxied by the CO₂ reduction score)

	(1)		(2)		(3)	
	RE-IV	Coefficient	SE	RE-IV	Coefficient	SE
La wages		0.203	0.030***		0.200	0.030***
La book value of tangible fixed assets		0.397	0.027***		0.394	0.027***
La raw materials expense		0.410	0.021***		0.412	0.021***
La power, fuel, and water utilities expense		-1.064	0.024***		-1.064	0.024***
CO ₂ management score		0.011	0.002***		—	—
× Materials processing		—	—		0.009	—
× Energy-intensive		—	—		—	0.012
× Non-energy-intensive		—	—		—	0.009
× Machinery assembling and other		—	—		0.012	0.003***
× Energy-intensive		—	—		—	0.012
× Non-energy-intensive		—	—		—	0.013
CO ₂ reduction score		0.009	0.005*		—	—
× Materials processing		—	—		0.007	0.006
× Energy-intensive		—	—		—	-0.002
× Non-energy-intensive		—	—		—	0.016
× Machinery assembling and other		—	—		0.010	0.006*
× Energy-intensive		—	—		—	0.003
× Non-energy-intensive		—	—		—	0.016
Constant		1.771	0.162***		1.770	0.164***
Number of observations		678			678	
R ² within		0.834			0.835	
R ² between		0.867			0.866	
R ² overall		0.856			0.856	
Hausman test (p value)		0.469			0.476	

*, **, and *** imply that the coefficient is significantly different from zero at the 10, 5 and 1 % levels, respectively

industry includes pulp and paper, chemicals, petroleum, glass, steel, nonferrous metals, and metals industries; machinery assembling and other industries include food, textiles, pharmaceuticals, rubber, general machinery, electrical appliances, transportation machinery, precision instruments, and other manufacturing industries. The estimation results show that the interaction term of the CO₂ management score and categorized industry dummy and that of the CO₂ emissions score and categorized industry dummy are significantly positive for both materials processing, and machinery assembling and other industries. They suggest that GHG emissions management enhances a firm's value added through an increase in demand and an improvement in productivity, regardless of industry.

Model (3) of Table 3 includes the interaction terms of the independent variables for GHG emissions management, categorized industry dummies, and energy-intensiveness dummies. The sample firms in each categorized industry

are classified into energy-intensive or non-energy-intensive firms according to whether the ratio of power, fuel, and water utilities expense to net sales is higher than the mean. Thus, we assume that firms with a higher ratio of power, fuel, and water utilities expense to net sales are energy-intensive firms. The estimation results show that the interaction term of the CO₂ management score, categorized industry dummy and energy-intensive firm dummy, that of the CO₂ emissions score, categorized industry dummy and non-energy-intensive firm dummy, that of the CO₂ emissions score, categorized industry dummy and energy-intensive firm dummy, and that of the CO₂ emissions score, categorized industry dummy and non-energy-intensive firm dummy are significantly positive in both the materials processing and machinery assembling and other industries. They suggest that GHG emissions management enhances a firm's value added in each categorized industry through an increase in demand and an improvement in productivity, regardless of energy intensiveness.

J Prod Anal

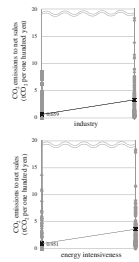


Fig. 1 Ratio of CO₂ emissions to net sales

Models (1)–(3) of Table 4 show that the CO₂ management score and its interaction terms are significantly positive, as are those in Table 1. They also indicate that GHG emissions management enhances a firm's value added through an increase in demand for all cases.

Model (1) of Table 4 shows that the CO₂ reduction score is significantly positive. This implies that although firms in machinery assembling and other industries are significantly positive, they also attempting to reduce emissions are more likely to improve productivity.¹⁷

Model (2) of Table 4 shows that the interaction term of the CO₂ reduction score and machinery assembling and other industry dummy is significantly positive. However, the interaction term of the CO₂ reduction score and materials processing industry dummy does not have a significant effect. Thus, the positive effect through an improvement in productivity primarily exists for firms in machinery assembling and other industries if CO₂ is captured by the CO₂ reduction score. This implies that although firms in materials processing, and machinery assembling and other industries can improve productivity by maintaining lower GHG emissions, those only in machinery assembling and

other industries can improve productivity by reducing GHG emissions.

Model (3) of Table 4 shows that the interaction term of the CO₂ reduction score, categorized industry dummy and non-energy-intensive firm dummy is significantly positive for firms in both materials processing, and machinery assembling and other industries. On the other hand, the interaction term of the CO₂ reduction score, categorized industry dummy and energy-intensive firm dummy is insignificant for both firms in materials processing, and machinery assembling and other industries. This implies that only non-energy-intensive firms can improve productivity by reducing GHG emissions, regardless of industry. However, although the coefficient of the interaction term of the CO₂ reduction score, materials processing industry dummy and energy-intensive firm dummy does not have a significant effect, it is negative. It is possible that it is more difficult for energy-intensive firms in the materials processing industry to improve productivity by reducing GHG emissions.

In summary, the positive effect of GHG emissions management through an increase in demand exists for most firms. Hence, firms with better GHG emissions management are more likely to enhance value added through an increase in demand. However, the positive effect of GHG emissions management through an improvement in productivity is conditional. If the GHG emissions management through an improvement in productivity is captured by the CO₂ emissions score, the positive effect of it also exists for most firms. On the other hand, if the GHG emissions management through an improvement in productivity is captured by the CO₂ reduction score, the positive effect of it exists mainly for non-energy-intensive firms. Therefore, although firms can enhance value added through an improvement in productivity by maintaining lower emissions, they cannot always enhance value added through an improvement in productivity by reducing emissions further.

5 Discussion and conclusion

This paper analyzed how a firm's GHG emissions management affects its economic performance, based on a theoretical model derived from a Cobb–Douglas production function and an inverse demand function. The model predicts that GHG emissions management increases a firm's value added through an increase in demand and improvement in productivity. The main empirical findings using panel data on Japanese manufacturing firms are as follows.

First, firms conducting better GHG emissions management are more likely to enhance value added through an

increase in demand, which applies to most cases. This might be mainly because a product's life cycle GHG emissions in the upper stream of a supply chain influence those in the lower stream, and customers assess suppliers' GHG emissions management and require them to undertake measures that ensure low GHG emissions associated with their products and processes in terms of green supply chain management (Arimura et al. 2011). Green supply chain management concerns not only traditional management performance including timeliness, transaction cost, product quality, and effective communication, but also environmental management performance (Faruk et al. 2002). According to Srivastava (2007), green supply-chain management is defined as "integrating environmental thinking into supply-chain management, including product design, material sourcing and selection, manufacturing processes, delivery of the final product to the consumers as well as end-of-life management of the product after its useful life." Therefore, customers can avoid environmental risks stemming from less environmentally conscious suppliers (Arimura et al. 2011). For example, this is obvious where the GHG protocol produced by the World Resources Institute and the World Business Council for Sustainable Development is accepted widely (Gentil et al. 2009). It focuses on not only direct emissions (Scope 1) and emissions from direct purchases of energy (Scope 2), but also indirect emissions upstream and downstream of the supply chain (Scope 3) (Huang et al. 2009). In the GHG protocol, Scope 3 emissions are not mandatory, but a robust carbon footprint requiring all three components (Peters 2010).¹⁸ Second, firms conducting better GHG emissions management are more likely to enhance value added through an improvement in productivity, which is consistent with the

discussion by Eitz and Porter (1998) that environmentally conscious management can improve resource productivity, and thus competitiveness. This is because reducing environmental burdens is often coincident with improving productivity (Porter and van der Linde 1995). One of the possible triggers for this is properly designed environmental policies. Porter and van der Linde (1995) suggested that properly designed environmental regulations can trigger innovation and production efficiency; it is widely known as the Porter hypothesis and has various versions. Jaffe and Palmer (1997) considered a weak version (properly designed environmental regulation may spur innovation), a strong version (environmental regulation can lead to an increase in firm competitiveness), and a narrow version (flexible regulatory policies give firms greater incentives to innovate and thus are better than prescriptive forms of regulation) (Amber et al. 2013). Given that, Amber et al. (2013) suggested that its narrow version is largely a restatement of economists' performance for performance-based or market-based regulation over direct regulations. Thus, according to the narrow version of the Porter hypothesis, our empirical results imply that environmental policies that encourage firms to reduce their GHG emissions voluntarily are suitable in Japan. As a result, Japanese manufacturing firms have an incentive to invest in environmental technology. Because Nishitani et al. (2011) suggested that a cleaner production approach that prevents the generation of environmental burdens in manufacturing through process-by-process innovation, rather than end-of-pipe technologies, is preferred, investment in technologies contributing to cleaner production will be more effective. As a result, GHG emissions management can improve the manufacturing process by requiring less energy to obtain equivalent levels of output of identical or better quality (Nishitani et al. 2011). Thus, in general, such environmental technology advance is the key for GHG emissions management to improve productivity, which can provide economies of scale. However, this is conditional. Although a firm's attempts to maintain lower GHG emissions improve productivity, to reduce GHG emissions further does not always improve it, especially for energy-intensive firms. Accordingly, GHG emissions management to maintain lower GHG emissions, and to reduce GHG emissions further, is not always effective. Because GHG emissions arise primarily from energy use, it is reasonable that firms maintaining lower GHG emissions (namely, those with higher energy efficiency), can reduce production costs. On the other hand, however, although non-energy-intensive firms can reduce production costs through management efforts to reduce GHG emissions further, the same is not true for energy-intensive firms. We can say that a phenomenon is also observed in terms of industry classification, because firms in material processing industries including chemical, steel, and nonferrous metals industries are regarded as relatively more

¹⁷ The marginal effect through an improvement in productivity is approximately 1.8% for 25% of CO₂ reduction.

J Prod Anal

energy intensive than those in machinery assembling and other industries. Besides, it is interesting to note that such a relationship is observed not only in the material processing industry, but also machinery assembling and other industries when firms in these industries are classified by the ratio of power, fuel, and water utilities expense to net sales. Energy consumption can be divided into fixed energy consumption including the energy requirements of machine components, and variable energy consumption including the required electrical energy for tool handling, positioning, and the actual operation (Hermann and Thiede 2009). Thus, the difficulty for energy-intensive firms in improving productivity by management efforts to reduce GHG emissions might be a result of the difficulty in reducing their fixed energy consumption, which can account for a major share of total energy consumption when producing. In particular, most Japanese manufacturing firms have already introduced energy-efficient production processes following the oil price shocks in the 1970s (Fujita and Takeuchi 1997). Because these firms need to introduce new energy-efficient technologies drastically that incur additional costs to reduce fixed energy consumption further, it is reasonable that energy-intensive firms' efforts to reduce GHG emissions further do not enhance value added through an improvement in productivity from management efforts to reduce GHG emissions, at least in the short term. On the other hand, it may be easier for non-energy-intensive firms, especially assemblies, to reduce their fixed energy consumption as well as their variable energy consumption; for example, by partially reforming a complicated manufacturing process. Moreover, as Nishitani (2011) suggested, because firms in the machinery industry implemented comprehensive EMS earlier, they may have been able to acquire a first-mover's advantage from their improved productivity. Future research can investigate such possibilities.

Thus, our estimation results generally support the view that a firm's GHG emissions management enhances value added through an increase in demand and improvement in productivity, although the effect through an improvement in productivity is conditional. Even if management efforts to reduce GHG emissions for energy-intensive firms do not improve productivity initially, the advantage of management efforts to maintain lower GHG emissions through an improvement in productivity will exceed the disadvantage of management efforts to reduce GHG emissions, such as expensive additional costs in the long term, because higher energy efficiency accompanying the reduction of GHG emissions improves productivity. This implies that most firms whose energy usage is not at the optimal level have an incentive to reduce GHG emissions. However, if the return on investment and the payback period for new technology and research and development in order to reduce GHG emissions are uncertain, such uncertainties will be the bottleneck. In this case, only the

positive effect through an increase in demand might be important for firms in conducting GHG emissions management at the current level. The situation in which firms hesitate to invest in technologies to reduce GHG emissions further prevents firm innovation that can achieve higher profitability with lower GHG emissions, which is not desirable in terms of sustainable development. Accordingly, a new environmental policy mix to provide firms, especially energy-intensive firms, with economic incentives to innovate as part of their attempts to reduce GHG emissions, would be appropriate, because the contribution of GHG emissions reduction by energy-intensive firms that emit large amounts of GHG emissions will be significant. Although it is believed currently that in addition to grants-in-aid, indirect regulation such as a carbon tax and an emissions trading scheme could be desirable, the target firms should be focused.

Accordingly, our finding represents a new contribution regarding the roles (i.e., an increase in demand and improvement in productivity) of GHG emissions management on economic performance. Because this study used only 2 years of data for the analyses, it is possible that future research with a longer data period will determine the relationship between a firm's GHG emissions management and economic performance and associated policy implications more precisely.

Acknowledgments This study was conducted as part of the contract research program "Policy studies of environmental economics" by the Japanese Ministry of the Environment during the period 2009–2011. The authors would like to thank anonymous reviewers for their valuable suggestions and comments on an earlier version of this paper. The final disclaimer applies.

References

Amber, S., Cohen MA, Elgie S, Lanoie P (2013) The Porter hypothesis at 20: can environmental regulation enhance innovation and competitiveness? *Rev Environ Econ Pol* 7(1):22–22

Arimura H, Kato H, Kato H (2010) Is a voluntary approach an effective environmental policy instrument? A case for environmental management systems. *J Environ Econ Manag* 55(3):281–295

Arimura H, Kato H, Kato H (2011) Is ISO 14001 a green supply chain management tool? *J Environ Econ Manag* 60(2):170–182

Bansal P, Brijraj WC (2002) Deciding on ISO 14001: economics, institutions, and context. *Long Range Plan* 35(3):269–280

Bernstein L, Roy J, Doherty BC, Hansen J, McInerney R, Price L, Tanaka K, Wood E, Yano F, Zeng Z (2007) Industry. In: Metz B, Davidson OR, Bosch PR, Dier R, Meyer LA (eds) Climate change 2007: mitigation. Contribution of working group III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge

Bradford J, Fraser ED (2000) Local authorities, climate change and small and medium enterprises: identifying effective policy options for reducing greenhouse gas emissions. *Cop Res Response Environ Manag* 15(3):156–172

J Prod Anal

Cogan DC (2006) Corporate governance and climate change: making connections. *Ceres*, Boston

Dawson NC, Segerson K (2008) Voluntary agreements with industry: participation incentives with industry-wide targets. *Land Econ* 84(1):107–114

Eitz DC, Porter ME (1998) Industrial ecology and competitiveness: strategic implications for the firm. *J Ind Ecol* 2(3):35–43

Faruk A, Lunning BC, Cousins PD, Brown FE (2002) Analyzing, mapping, and managing environmental impact along supply chains. *J Ind Ecol* 5(2):13–36

Fujita M, Takeuchi T (1997) Regional growth in postwar Japan. *Reg Sci Urban Econ* 27(6):643–670

Gentil E, Christensen TR, Anstae E (2009) Greenhouse gas accounting and waste management. *Waste Manag Res* 27(8):696–706

Greenhouse Gas Inventory Office of Japan (2011) National Greenhouse Gas Inventory Report of Japan 2010. National Institute for Environmental Studies, Tokyo

Hatake K, Kikuchi K, Kajiwara T, Nishitani K (2012) Factors affecting corporate environmental protection activities for greenhouse gas emission reductions: the relationship between environmental and financial performance. *Environ Resour Econ* 54(4):455–481

Hens-Sabatier B, Muller-Areola JE, Dick GPM (2010) ISO 14001 certification and financial performance: selection-effect, spillover-effect, and firm incentives: an empirical study of the Japanese PRTR system. *J Clean Prod* 18(1):1–12

Hermann C, Thiede S (2009) Process chain simulation to foster energy efficiency in manufacturing. *CHRP J Manuf Sci Technol* 14(2):223–229

Hibiki A, Matsu S (2010) Environmental information provision, market valuation, and firm incentives: an empirical study of the Japanese PRTR system. *Land Econ* 86(2):382–393

Huang YA, Lenton M, Weber CL, Murray J, Matthews HS (2009) The role of input-output analysis for the screening of carbon footprints. *Environ Syst Res* 2(5):217–242

Huatai S, Ishikawa D, Ohtori S, Suzuki S (2008) Motivation of Japanese companies to take environmental action to reduce their greenhouse gas emissions: an econometric analysis. *Sustain Sci* 1(1):145–158

Iwata H, Otsuka K (2011) How does environmental performance affect financial performance? Evidence from Japanese manufacturing firms. *Ecol Econ* 70(9):1667–1700

Jacobs BW, Singhal VR, Subramaniam R (2010) An empirical investigation of environmental performance and the market value of the firm. *J Oper Manag* 28(5):439–441

Jaffe AB, Palmer K (1997) Environmental regulation and innovation: panel data study. *Rev Econ Stat* 79(4):610–619

Jiang H, Bansal P (2003) Seeing the need for ISO 14001. *J Manag Stud* 40(4):1047–1067

Khanna M (2001) Non-voluntary responses to environmental protection. *J Econ Surv* 15(3):291–324

Khanna M (2001) ISO 14001 and ISO 9001: a review of the information: a policy tool for environmental protection. *J Environ Econ Manag* 36(3):243–268

Kolk A, Levy D, Pinkse J (2008) Corporate responses in an emerging climate regime: the institutionalization and commodification of carbon disclosure. *Eur Acc Rev* 17(4):719–745

Konar S, Cohen MA (2003) Does the market value environmental performance? *Rev Econ Stat* 85(2):281–289

Loeb J, Williamson P (2007) Competitive advantage on a warming planet. *Harv Bus Rev* 85(5):100–102

Matthews HS, Hendriksson CT, Weber CL (2008) The importance of carbon footprint estimation boundaries. *Environ Sci Technol* 42(16):5838–5842

Matus S (2007) WFOGATT and MEAC Kyoto protocol and beyond. <http://www.gpa.org/gpa/thoughts/pojects/papers.html>. Accessed 15 July 2010

Nakao Y, Anzai A, Matsumura K, Genda K, Nakano M (2007) Relationship between environmental performance and financial performance: an empirical analysis of Japanese corporations. *Bus Strategy Environ* 16(2):106–118

Nishitani K (2011) An empirical analysis of the effects on firms' economic performance of implementing environmental management systems. *Environ Resour Econ* 48(4):595–606

Nishitani K, Kikuchi K (2012) Why does the reduction of greenhouse gas emissions enhance firm value? The case of Japanese manufacturing firms. *Bus Strategy Environ* 21(8):517–529

Nishitani K, Kikuchi K, Fujii H, Konuma S (2011) Effects of the reduction of pollution emissions on the economic performance of firms: an empirical analysis focusing on demand and productivity. *J Clean Prod* 19(17):1819–1844

Peters ME (2010) Carbon footprint and embedded carbon at multiple scales. *Clean Opto Environ Statist* 2(4):245–250

Porter ME, van der Linde C (1995) Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *J Econ Perspect* 9(4):97–118

Segerson K, Miceli TJ (1998) Voluntary environmental agreements: good or bad news for environmental protection? *J Environ Econ Manag* 36(2):109–130

Srivastava SK (2007) Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. *Eur J Manag Res* 9(1):53–80

Wicks EW, Manar A, Bretchenbach S (2010) Voluntary behavior by electric utilities: levels of adoption and contribution of the climate challenge program to the reduction of carbon dioxide. *J Policy Anal Manag* 19(3):407–423

Wicks EW, Manar Y, Arjoor-Usa M (2002) Voluntary adoption of ISO 14001 in Japan: mechanisms, stages and effects. *Bus Strategy Environ* 11(1):43–62

Wiedmann TO, Lenzen M, Barrett RB (2009) Companies on the scale: comparing and benchmarking the sustainability performance of businesses. *J Ind Ecol* 13(7):361–383

Zeng SX, Meng XH, Yin HT, Fan CM, Sun J (2010) Impact of cleaner production on business performance. *J Clean Prod* 18(10):1119–1125

J Prod Anal



The impact of climate change on economic growth: Evidence from a panel of Asian countries

Zakariya Farajzadeh^{*}, Effat Ghorbanian, Mohammad Hassan Tarazkar^{**}

Department of Agricultural Economics, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

ARTICLE INFO

Keywords:
Economic growth
Climate change
SSP scenarios
Asia

ABSTRACT

Asia is recognized as one of the most vulnerable regions. This research aims to identify climate change effects on economic growth. It proposes a new and comprehensive perspective to examine the climate-economy nexus in this region and provides an underpinning for assessing the pathway of the growing Asian economy under the SSP climate scenario (CMIP6). We apply a macroeconomic-climate modeling approach with a climate damage function. The damage function, which is based on the temperature anomaly, was examined under three classes of damage severity. The climate change effect has been examined by including the direct effect on the output as the level effect and two more channels, including capital depreciation and productivity growth reduction. The augmented Solow growth model framework that considers different types of capital, including physical, human, social, and environmental capital, was applied. The labor

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Isabella Cusumano, PhD

73

3.1. Model specifications

3.1.1. Cobb-Douglas production technology

We extend the production inputs to human, social, and environmental capital. In order to simplify the model, the empirical model of this study is based on the augmented neoclassical production function. However, we alter the Cobb-Douglas production function by considering some empirical developments. First, the technology or labor productivity (A) is assumed to depend on trade-related variables such as trade openness, financial development, and foreign aid inflows like Rao (2010) and Alagidede et al. (2015). Second, we examine the CES production technology as the flexible production technology to test the constant returns to scale assumption as the most common specification. To simplify the presentation, we begin with the neoclassical production function including physical capital, in addition to labor input (L), and labor-augmenting technology level (A). The primary model is developed as follows:

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha} (A_{it} L_{it})^{1-\alpha} \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$A_{it} = B_i F_{it}^{\theta_1} O_{it}^{\theta_2} M_{it}^{\theta_3} \quad (2)$$

where Y is output, K is physical capital, L is the labor input, and A is the labor augmenting technology, ε is an error term such that $\ln(\varepsilon_{it}) \sim (0, \sigma^2)$. F , O , and M are financial development, trade openness, and foreign aid inflows, respectively. More exposure to international markets is assumed to have positive externalities in form of labor productivity progress. The trade-related variables have level effects. Also, it is assumed that foreign aid inflows are effective on the level of technology at any point in time (Alagidede et al., 2015). B stands for the stock of the knowledge. i and t depict country and time, respectively. Like Rao (2010) B is assumed to grow at the constant rate of g :

$$B_t = B_0 e^{gt} \quad (3)$$

Substituting the productivity into the production function gives Eq. (4):

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha} (B_i L_{it} F_{it}^{\theta_1} O_{it}^{\theta_2} M_{it}^{\theta_3})^{1-\alpha} \quad (4)$$

Now, we extend the production function to consider human, social, and environmental capital¹⁰:

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha} K_{h,it}^{\beta} K_{s,it}^{\gamma} K_{e,it}^{\lambda} (B_i L_{it} F_{it}^{\theta_1} O_{it}^{\theta_2} M_{it}^{\theta_3})^{1-\alpha-\beta-\gamma-\lambda} \quad (5)$$

where $K_i(t)$, $i = k, h, s, z$ denotes physical, human, social, and environmental capital, respectively. Also, we impose the assumptions that $\alpha, \beta, \gamma, \lambda \in [0, 1)$ and $\alpha + \beta + \gamma + \lambda \in [0, 1)$.

Cobb-Douglas (CD) production technology as the widely used and the most common specification might be considered a strong

74

La tecnologia e l'impresa

L'insieme di tutte le combinazioni degli input K e L in grado di produrre una data quantità di output è detto **isoquanto di produzione**

Esempi di tecnologia: $y = f(X_1, X_2) = AX_1^\alpha X_2^\beta$

- Funzione di produzione di Cobb-Douglas
- Tecnologie con fattori complementari
- Tecnologie con fattori sostituti

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

75

75

Flessibilità tecnologica e isoquanti

- «flessibilità tecnologica»
 - La tecnologia può essere flessibile quando l'impresa può modificare il tasso di produzione
 - Impresa con più prodotti e possibilità di spostare la produzione tra i diversi articoli



- variazioni dei saggi marginali di sostituzione tecnica

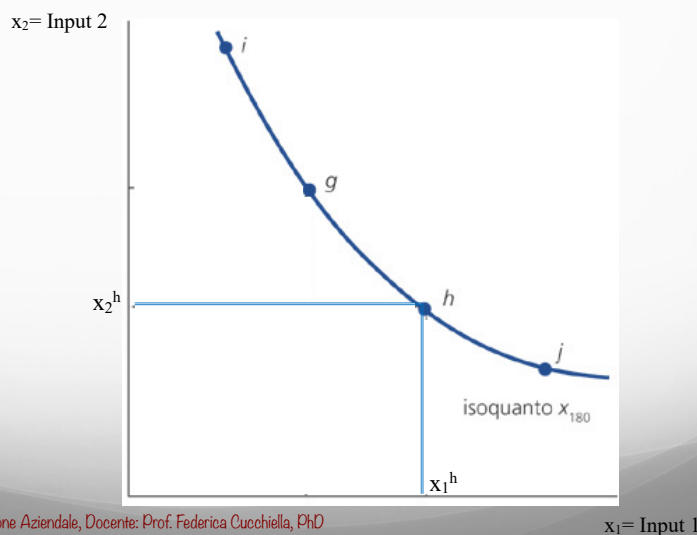
Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

76

76

Introduzione al SMST

Si consideri un isoquante ed un punto su di esso (h);



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

$x_1 = \text{Input 1}$

77

Introduzione al SMST

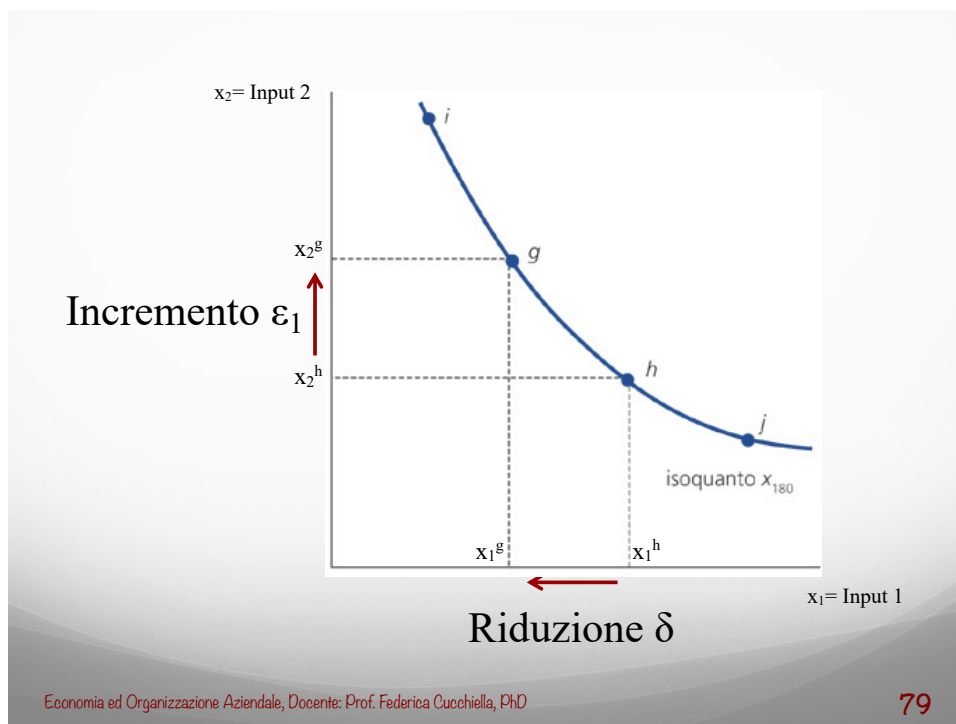
Si consideri un isoquante ed un punto su di esso (h);

- Muovendoci lungo l'isoquante si riduce la quantità di un input di una data quantità fissa (δ), per compenso;
- L'altro input necessariamente deve essere incrementato di una quantità ϵ_1
- la nozione che gli input possano sostituirsi reciprocamente (Y fisso) è descritta utilizzando la terminologia particolare

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

78

78



79

... introduzione al SMST

- Il rapporto ϵ_1/δ è definito SAGGIO MARGINALE (discreto) DI SOSTITUZIONE TECNICA dell'input 2 per l'input 1;
- Approssimando δ a zero otteniamo l'inclinazione della tangente all'isoquante nel punto di tangenza, il cosiddetto SMST continuo.
- Non sempre una tecnologia prevede possibilità di sostituzione ...

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

80

80

Tecnologia senza possibilità di sostituzione-perfetti complementi

- La tecnologia di produzione per realizzare y unità necessita di:
 - $3y$ unità dell'input x_1
 - $y + \frac{y^2}{4}$ unità dell'input x_2

Senza possibilità di sostituzione

- 2 unità di prodotto richiedono

$$\begin{cases} x_1 = 3 * 2 = 6 \\ x_2 = 2 + \frac{4}{4} = 3 \end{cases}$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

81

81

Tecnologia senza possibilità di sostituzione – perfetti complementi

- 6 unità dell'input 1 e 10 unità dell'input 2 => 2 unità di prodotto
- le 7 unità superflue dell'input 2 vengono sprecate.

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

82

82

Tecnologia senza possibilità di sostituzione

- Questo tipo di tecnologia è rappresentato da isoquanti ad angolo retto
- In genere se
 - $y = \text{output}$
 - Input 1 = x_1
 - Input 2 = x_2

Il singolo isoquante è dato dalla funzione

$$x_1 = g_1(y) \quad x_2 = g_2(y)$$

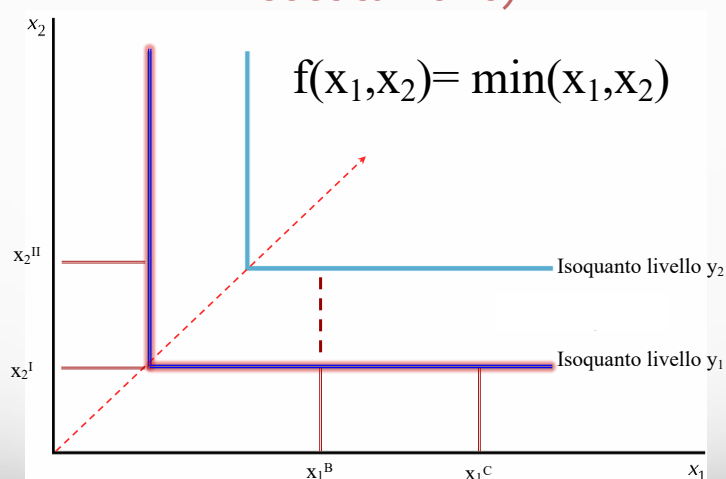
$$y = \min \{x_1, x_2\}$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

83

83

Perfetti complementari (senza sostituzione)



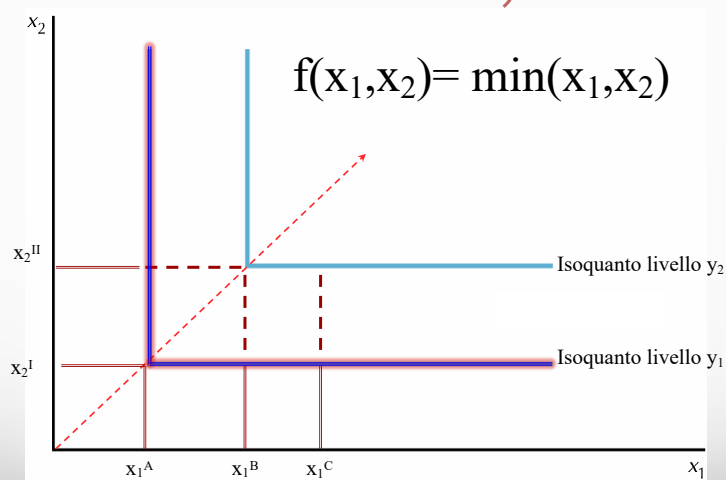
Isoquanti nel caso di proporzioni fisse (fattori complementari)

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

84

84

Perfetti complementari (senza sostituzione)



Isoquanti nel caso di proporzioni fisse (fattori complementari)

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

85

85

Tecnologia con SMST costanti

- In genere se
 - $Y = \text{output}$
 - Input 1 = x_1
 - Input 2 = x_2

Il singolo isoquante è dato dalla funzione

$$y = a_1 x_1 + a_2 x_2$$

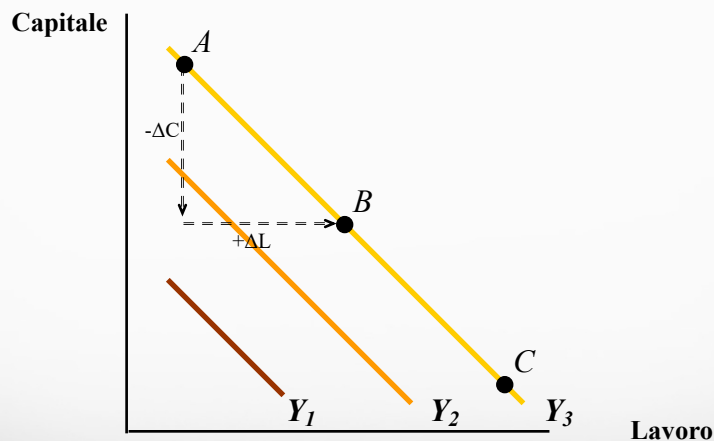
Dove il livello di produzione y è mantenuto costante lungo il singolo isoquante e variando individua le diverse curve della mappa degli isoquanti

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

86

86

Perfetti sostituti 1:1



Isoquanti nel caso di perfetti sostituti

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

87

87

Sostituti perfetti

- Quando i fattori di produzione sono perfetti sostituti l'uno dell'altro
 - il SMST è costante in tutti i punti di un isoquanto
 - per una data produzione, ogni combinazione di fattori produttivi può essere scelta (A, B, o C) per ottenere lo stesso livello di produzione
 - (es. costruzione di oggetti che richiedono pochi attrezzi ed una manodopera altamente specializzata)

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

88

88

Tecnologia con SMST decrescenti

- È sempre possibile sostituire una unità dell'input 1 con una quantità dell'input 2
- L'ammontare dell'input 2 richiesto per sostituire una unità dell'input 1 diminuisce all'aumentare dell'input 1 usato

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

89

89

Tecnologia con SMST decrescenti

- In genere se
 - $Y = \text{output}$
 - $\text{Input 1} = x_1$
 - $\text{Input 2} = x_2$

Il singolo isoquanto è dato dalla funzione

$$y = x_1^a x_2^b \quad a, b > 0$$

Dove il livello di produzione y è mantenuto costante lungo il singolo isoquanto e variando individua le diverse curve della mappa degli isoquanti

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

90

90

Un isoquanto può essere definito algebricamente

Esempio:

Data la seguente funzione di produzione

$$Q = K^{1/2}L^{1/2}$$

Qual è l'equazione dell'isoquanto
corrispondente alla quantità $Q = 20$?

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

91

91

... qual è l'equazione dell'isoquanto per il generico
livello di output Q ?

$$\rightarrow Q^2 = KL$$

$$\rightarrow K = Q^2/L \text{ oppure } L = Q^2/K$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

92

92

How does a firm's management of greenhouse gas emissions influence its economic performance? Analyzing effects through demand and productivity in Japanese manufacturing firms

Kimihiko Nishitani · Shinji Kameko ·
Satoru Komatsu · Hidemichi Fujii

© Springer Science+Business Media New York 2014

Abstract This paper analyzes how a firm's management of greenhouse gas (GHG) emissions affects its economic performance. The theoretical model we derive from Cobb–Douglas production and inverse demand functions predict that in conducting GHG emissions management, a firm will enhance its economic performance because it promotes an increase in demand for its output and improves its productivity. The estimation results, using panel data on Japanese manufacturing firms during the period 2007–2008, support the view that a firm's GHG emissions management enhances a firm's economic performance through an increase in demand and improvement in productivity. However, the latter effect is conditional. Although a firm's efforts to maintain lower GHG emissions improves productivity, efforts to reduce GHG emissions further does not always improve it, especially for energy-intensive firms. Because firms attempting to maintain lower GHG emissions are more likely to improve their productivity, there is a possibility that firms with high GHG emissions can also enhance economic

performance by reducing their emissions in the long term, even if additional costs are incurred. In addition, better GHG emissions management increases the demand of environmentally conscious customers because a product's life-cycle GHG emissions in the upper stream of the supply chain influence those in the lower stream, and customers evaluate the suppliers' GHG emissions management in terms of green supply-chain management.

Keywords Greenhouse gas emissions management · Economic performance · Increase in demand · Improvement in productivity · Random-effects instrumental variables model

JEL Classification C36 · M20 · Q56

1 Introduction

Emissions of greenhouse gases (GHGs), especially of carbon dioxide, which contribute to global warming, are regarded as one of several major environmental concerns. In the post-Kyoto Protocol era, the importance of this issue will become increasingly apparent. Nevertheless, the private sector in Japan has tended to increase its GHG emissions continuously (Ikata et al. 2008). Hence, to mitigate climate change, it is necessary to ensure reductions of GHG emissions, especially by industry sectors whose production stage involves emission of significant quantities of GHGs (Borestein et al. 2007; Bradford and Fraser 2008). Indeed, carbon dioxide emissions from fuel combustion in industries accounted for 27.2 % of Japan's total GHG emissions in the country's fiscal year (FY) 2010 (Greenhouse Gas Inventory Office of Japan 2011). In these circumstances, despite the need for policy intervention to

K. Nishitani (✉)
Research Institute for Economics and Business Administration,
Kobe University, 2-1 Rokkadalai, Nada, Kobe 657-8501, Japan
e-mail: kinishitani@rue.kobe-u.ac.jp

S. Kameko
Graduate School for International Development and
Cooperation, Hiroshima University, 1-5-1 Kagamiyama,
Higashi-Hiroshima 739-8529, Japan

S. Komatsu
School of Global Humanities and Social Sciences, Nagasaki
University, 1-14 Bunkyo-machi, Nagasaki 852-8521, Japan

H. Fujii
Graduate School of Fisheries Science and Environmental
Studies, Nagasaki University, 1-14 Bunkyo-machi,
Nagasaki 852-8521, Japan

Published online: 25 March 2014

Springer

2 Model

This section introduces a simple theoretical model specified originally by Nishitani (2011) to analyze how GHG emissions management influences a firm's economic performance. Economic performance in this study is measured by value added, which is total revenue minus material cost, and is distributed through profits and wages. The regression model to estimate the effects of GHG emissions management on value added is derived from a Cobb–Douglas production function and an inverse demand function.

The Cobb–Douglas production function with labor, capital, materials, and energy for firm i is:

$$X_i = A_i L_i^\alpha K_i^\beta M_i^\gamma E_i^{1-\alpha-\beta-\gamma}, \quad (1)$$

where X is output, L is labor, K is capital, M is materials, E is energy and A is total factor productivity, and $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$, $0 < \gamma < 1$, and $0 < \alpha + \beta + \gamma < 1$.⁴ We assume constant returns to scale in production.

Given total revenue $Y_i = p_i X_i$ where p is the price of output, labor cost $W_i = w L_i$ where w is the wage rate, capital cost $R_i = r K_i$ where r is the implicit rental rate of capital, materials cost $Q_i = q M_i$ where q is the price of materials, and energy cost $D_i = d E_i$ where d is the price of energy, it follows that:

⁴ Because GHG emissions mostly arise from energy use, we include energy in the model.

3.1. Model specifications

3.1.1. Cobb–Douglas production technology

We extend the production inputs to human, social, and environmental capital. In order to simplify the model, the empirical model of this study is based on the augmented neoclassical production function. However, we alter the Cobb–Douglas production function by considering some empirical developments. First, the technology or labor productivity (A) is assumed to depend on trade-related variables such as trade openness, financial development, and foreign aid inflows like Rao (2010) and Alagidede et al. (2015). Second, we examine the CES production technology as the flexible production technology to test the constant returns to scale assumption as the most common specification. To simplify the presentation, we begin with the neoclassical production function including physical capital, in addition to labor input (L), and labor-augmenting technology level (A). The primary model is developed as follows:

$$Y_{it} = K_{it}^\alpha (A_{it} L_{it})^{1-\alpha} \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$A_{it} = B_i F_{it}^{\theta_1} O_{it}^{\theta_2} M_{it}^{\theta_3} \quad (2)$$

where Y is output, K is physical capital, L is the labor input, and A is the labor augmenting technology, ε is an error term such that $\ln(\varepsilon_{it}) \sim (0, \sigma^2)$. F , O , and M are financial development, trade openness, and foreign aid inflows, respectively. More exposure to international markets is assumed to have positive externalities in form of labor productivity progress. The trade-related variables have level effects. Also, it is assumed that foreign aid inflows are effective on the level of technology at any point in time (Alagidede et al., 2015). B stands for the stock of the knowledge. i and t depict country and time, respectively. Like Rao (2010) B is assumed to grow at the constant rate of g :

$$B_t = B_0 e^{gt} \quad (3)$$

Substituting the productivity into the production function gives Eq. (4):

$$Y_{it} = K_{it}^\alpha (B_i L_{it} F_{it}^{\theta_1} O_{it}^{\theta_2} M_{it}^{\theta_3})^{1-\alpha} \quad (4)$$

Now, we extend the production function to consider human, social, and environmental capital¹⁰:

$$Y_{it} = K_{i,t}^\alpha K_{h,i,t}^\beta K_{s,i,t}^\gamma K_{e,i,t}^\lambda (B_i L_{it} F_{it}^{\theta_1} O_{it}^{\theta_2} M_{it}^{\theta_3})^{1-\alpha-\beta-\gamma-\lambda} \quad (5)$$

where $K_i(t)$, $i = k, h, s, z$ denotes physical, human, social, and environmental capital, respectively. Also, we impose the assumptions that $\alpha, \beta, \gamma, \lambda \in [0, 1]$ and $\alpha + \beta + \gamma + \lambda \in [0, 1]$.

Cobb–Douglas (CD) production technology as the widely used and the most common specification might be considered a strong

La tecnologia e l'impresa

Proprietà della tecnologia

Monotona: aumentando la quantità impiegata di almeno uno degli input, dovrebbe essere possibile produrre una quantità di output almeno uguale a quella prodotta inizialmente

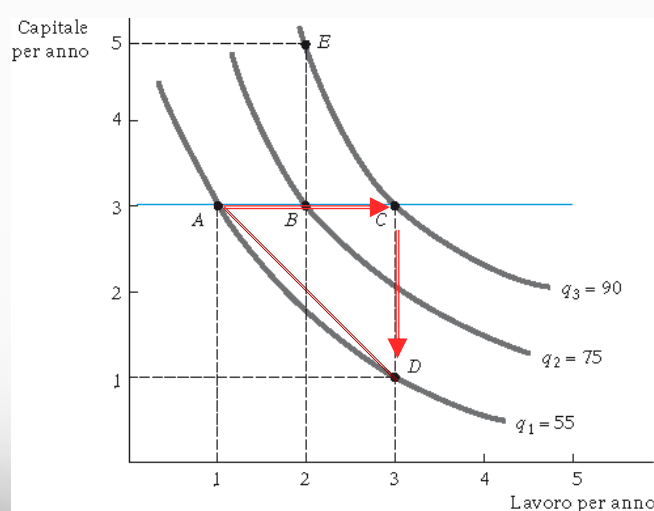
Convessa: se esistono due modi per produrre y unità di output, allora la loro media ponderata produrrà almeno y unità di output

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

95

95

Isoquanti di produzione



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

96

96

La tecnologia e l'impresa

Prodotto/produttività marginale (PM) o Marginal Product (MP)

Impiegando gli input (x_1, x_2) si produce una certa quantità y di output. Se si impiega una quantità leggermente superiore dell'input 1, mantenendo costante x_2 quale sarà la quantità addizionale di output?

Hp: x_1 incrementa dal livello iniziale x_1 al nuovo livello $(x_1 + \Delta x_1)$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x_1 + \Delta x_1, x_2) - f(x_1, x_2)}{\Delta x_1} = MP_1$$

Prodotto marginale del fattore 1: quantità addizionale di output ottenuta impiegando **una** unità addizionale del fattore 1

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

98

98

La tecnologia e l'impresa

Saggio tecnico di sostituzione (SMTS o MRTS): il saggio al quale l'impresa deve sostituire un input con un altro per mantenere costante il livello dell'output (inclinazione dell'isoquanto)

Consideriamo una variazione dell'impiego dei fattori 1 e 2 che mantenga fisso il livello dell'output. Si avrà:

$$\Delta y = 0$$

$$\Delta y = MP_1(x_1, x_2) \Delta x_1 + MP_2(x_1, x_2) \Delta x_2 = 0$$

$$\Delta x_2 = - (MP_1(x_1, x_2) / MP_2(x_1, x_2)) \Delta x_1$$

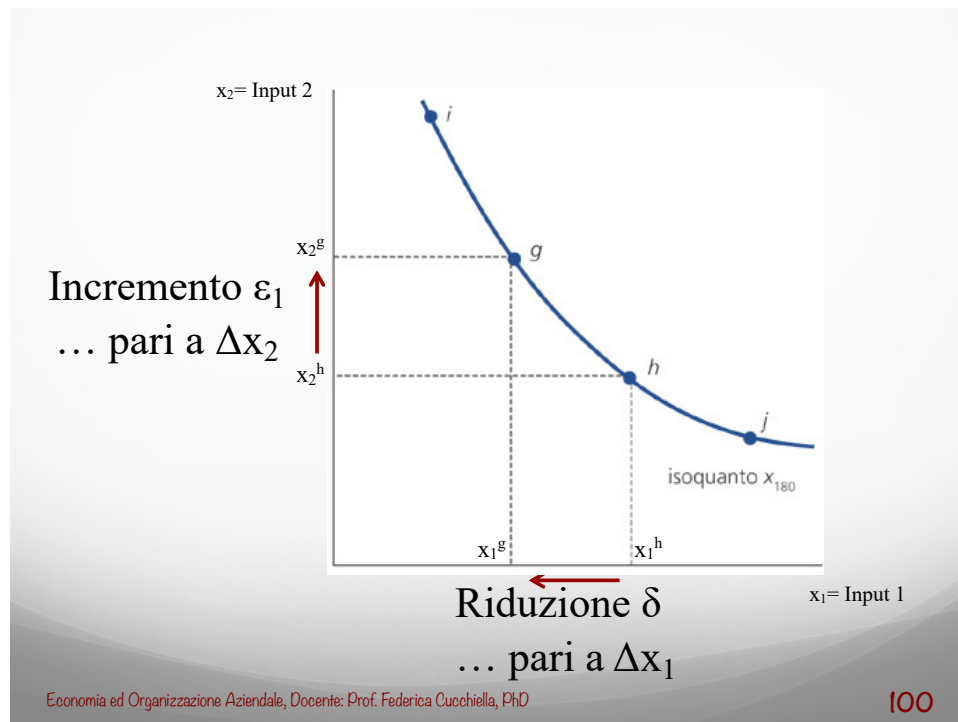
$$\Delta x_2 / \Delta x_1 = - MP_1(x_1, x_2) / MP_2(x_1, x_2)$$

$$SMTS(x_1, x_2) = \Delta x_2 / \Delta x_1 = - MP_1(x_1, x_2) / MP_2(x_1, x_2)$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

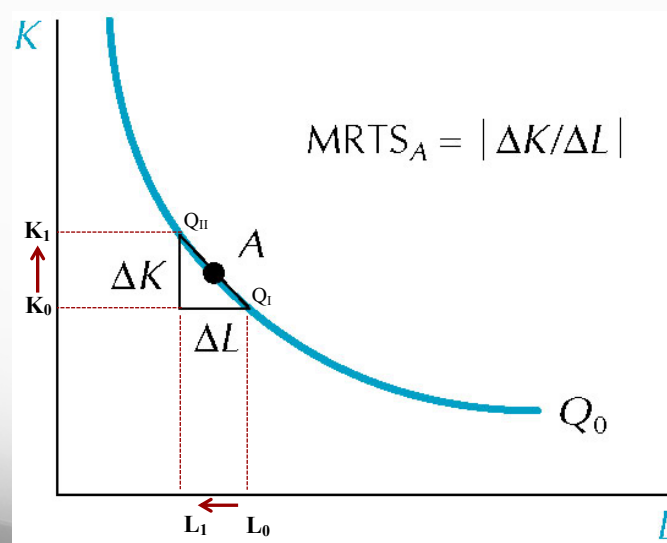
99

99



100

Saggio marginale di sostituzione tecnica



101

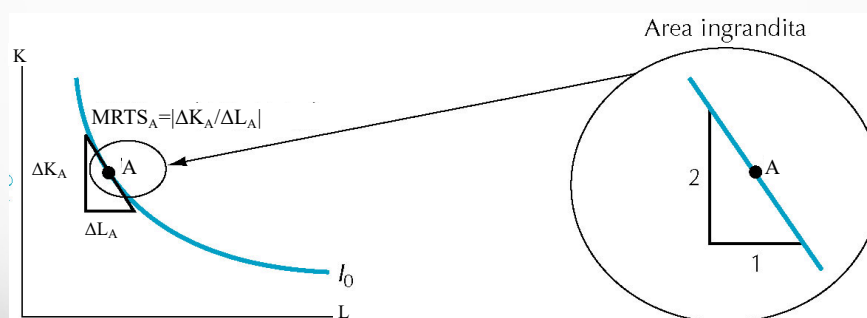
Saggio marginale di sostituzione tecnica

- Il saggio marginale di sostituzione tecnica (MRTS) misura la quantità addizionale di capitale (o input x_2) necessaria all'impresa per continuare a produrre la stessa quantità di output (y) in seguito alla riduzione di una unità del fattore lavoro (o input x_1)
- In altri termini esso è il saggio al quale è possibile sostituire un fattore con un altro senza far variare la produzione
- Il saggio marginale di sostituzione tecnica è pari al rapporto tra le produttività marginali dei fattori produttivi ovvero al valore assoluto della pendenza dell'isoquanto

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

102

102



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

103

103

SMST e PM

- La PM_1 è

$$\lim_{\Delta x_1 \rightarrow 0} \frac{f(x_1 + \Delta x_1, x_2) - f(x_1, x_2)}{\Delta x_1} = \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1}$$

- È possibile calcolare nuovamente il SMST usando il calcolo differenziale
- Due metodologie
 - I differenziali
 - Le funzioni implicite

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

104

104

SMST e PM: i differenziali

- Si consideri una variazione (dx_1, dx_2) che mantenga costante l'output

$$dy = \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2} dx_2 = 0$$

- Il primo termine misura l'*aumento* della produzione derivante da una piccola variazione dx_1 ,
- il secondo l'*aumento* della produzione derivante da una piccola variazione dx_2
- l'aumento complessivo di produzione dy , sia nullo

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

105

105

... SMST e PM: i differenziali

$$\frac{dx_2}{dx_1} = - \frac{\frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1}}{\frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2}} \text{ che equivale a}$$

$$SMST(x_1, x_2) = \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = - \frac{PM_1(x_1, x_2)}{PM_2(x_1, x_2)}$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

106

106

SMST e PM: le funzioni implicite

- Il secondo metodo rappresenta la funzione di produzione come $x_2(x_1)$, vale a dire:
- per ogni valore di x_1 la funzione $x_2(x_1)$ esprime la quantità di x_2 necessaria per restare sulla stessa funzione di produzione
- La funzione $x_2(x_1)$ deve pertanto soddisfare l'identità:

$$f(x_1, x_2(x_1)) \approx q$$

- Dove q è il livello di produzione della funzione

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

107

107

... SMST e PM: le funzioni implicite

- Differenziando rispetto a x_1

$$\frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1} + \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2} \frac{\partial x_2(x_1)}{\partial x_1} = 0$$

- Risolvendo per $\frac{\partial x_2(x_1)}{\partial x_1} = 0$

$$\frac{\partial x_2(x_1)}{\partial x_1} = - \frac{\frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1}}{\frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2}}$$

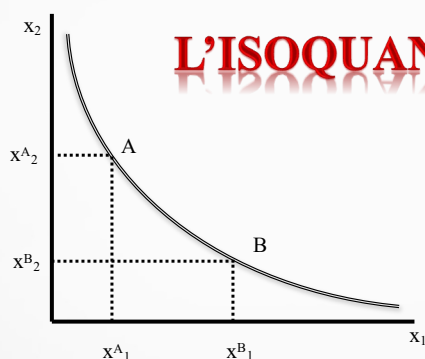
Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

108

108

Saggio tecnico di sostituzione decrescente

L'ISOQUANTO È CONVESSO



Concetto di **produttività marginale decrescente**: il prodotto marginale di un fattore diminuisce quando se ne impiegano quantità via via crescenti

$$\frac{MP_1(A)}{MP_2(A)} > \frac{MP_1(B)}{MP_2(B)} \quad \text{ovvero}$$

$$MP_1(A) > MP_1(B)$$

$$e \quad MP_2(A) < MP_2(B)$$

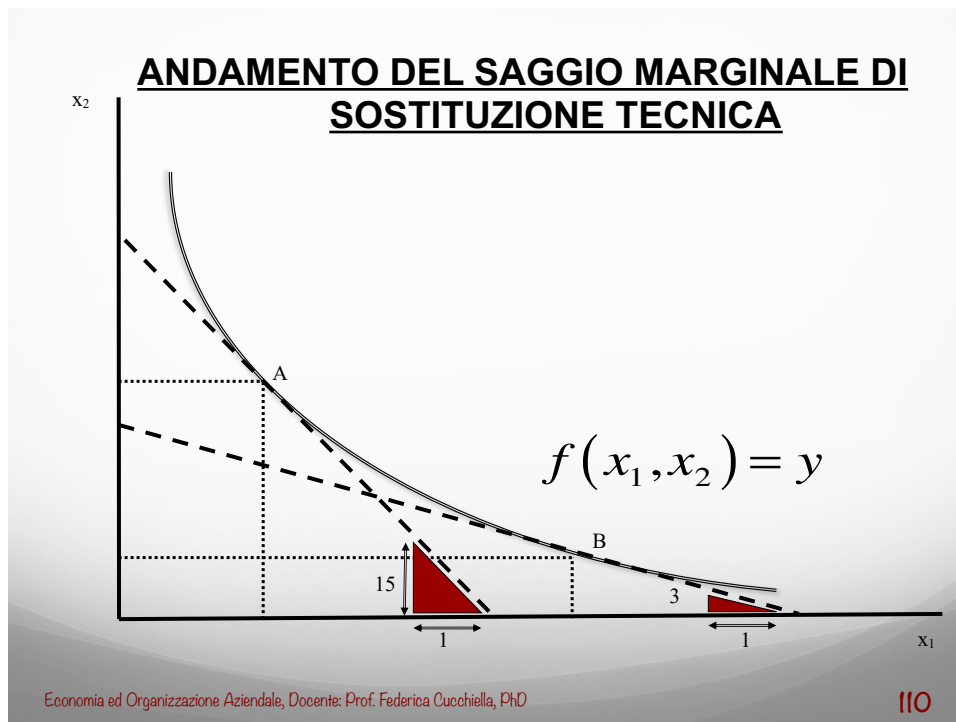
in A ho poco x_1 e molto x_2 , in B ho poco x_2 e molto x_1

$$MP_1(A) > MP_1(B) \quad MP_2(A) < MP_2(B) \quad \text{C. V. D.}$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

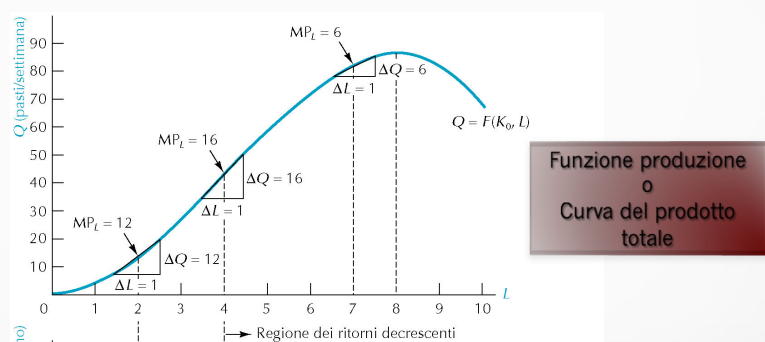
109

109



110

Prodotto marginale di un input variabile

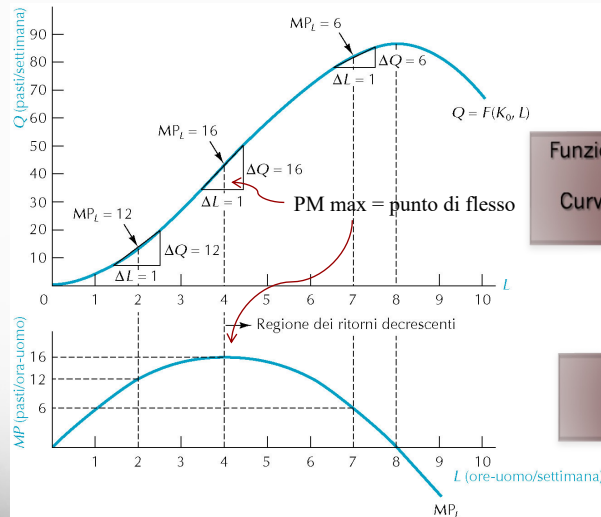


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

111

111

Prodotto marginale di un input variabile



Funzione produzione
o
Curva del prodotto
totale

Prodotto
marginale

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

112

112

TABELLA 6.3 La funzione di produzione dei semiconduttori*

		K^{**}					
		0	6	12	18	24	30
L^{**}	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	5	15	25	30	23
	12	0	15	48	81	96	75
	18	0	25	81	137	162	127
	24	0	30	96	162	192	150
	30	0	23	75	127	150	117

*I numeri in tabella rappresentano l'output producibile per combinazioni variabili di lavoro e capitale

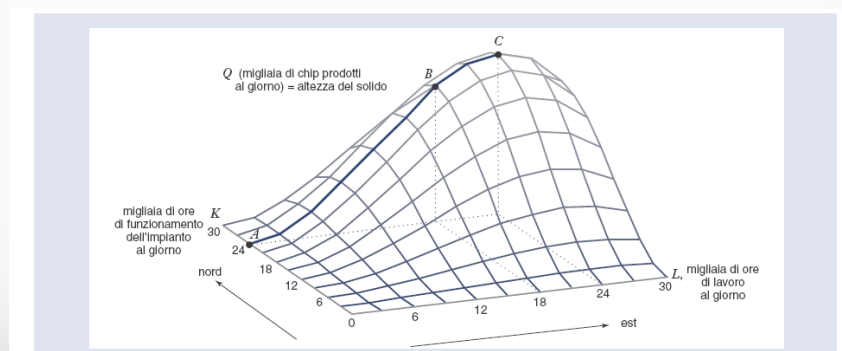
** L è misurato in termini di migliaia di ore al giorno, K è misurato in termini di migliaia di ore di funzionamento dell'impianto (o del macchinario) al giorno e Q è misurato in termini di migliaia di chip prodotti al giorno

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

113

113

Il prodotto totale



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

114

114

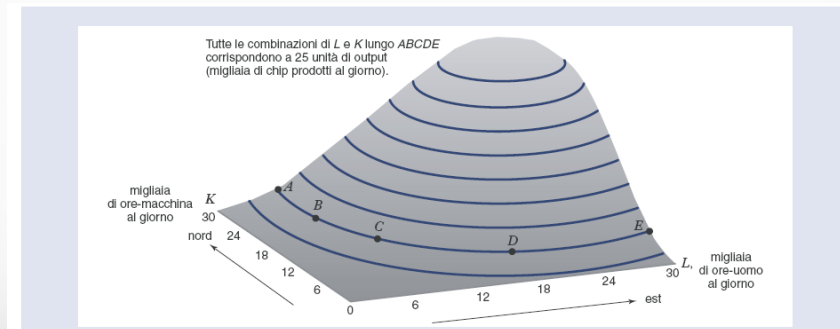
Andamento PM

- **Produttività marginale crescente.** La produttività marginale è caratterizzata da una fase iniziale in cui l'unità aggiuntiva del fattore produttivo aumenta la produttività. Ciò accade quando l'incremento del fattore produttivo consente di utilizzare meglio anche gli altri fattori produttivi. In questa fase iniziale la produttività marginale cresce con l'impiego del fattore produttivo.
- **Produttività marginale decrescente.** Oltrepassato un determinato limite, l'impiego aggiuntivo del fattore produttivo incrementa la produzione in modo meno che proporzionale. Ciò accade quando l'incremento del fattore produttivo non si combina con la quantità disponibile degli altri fattori produttivi. In questa fase la produttività marginale decresce con l'impiego del fattore produttivo fino ad annullarsi del tutto.

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

115

115

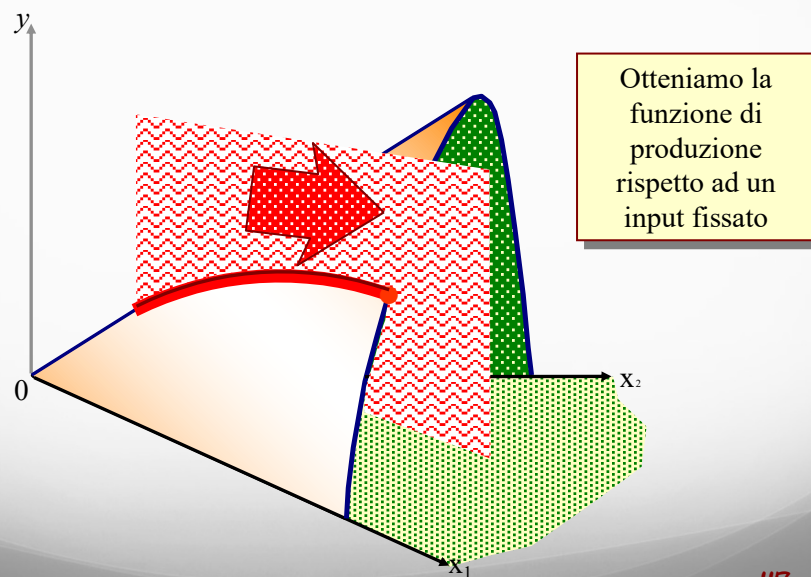


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

116

116

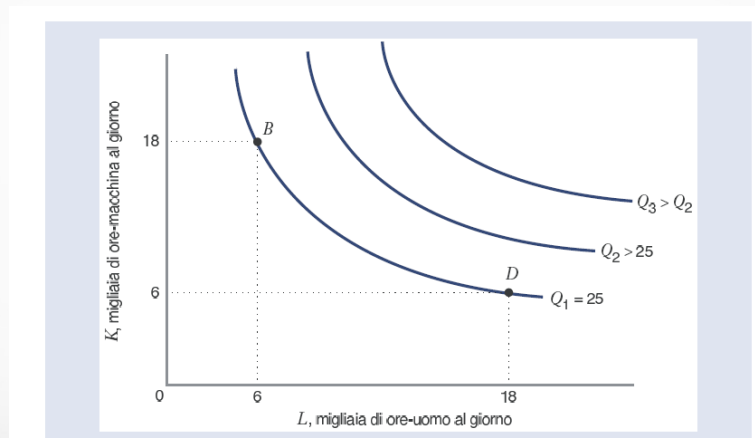
Per “vedere” la PM prendiamo una sezione verticale



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

117

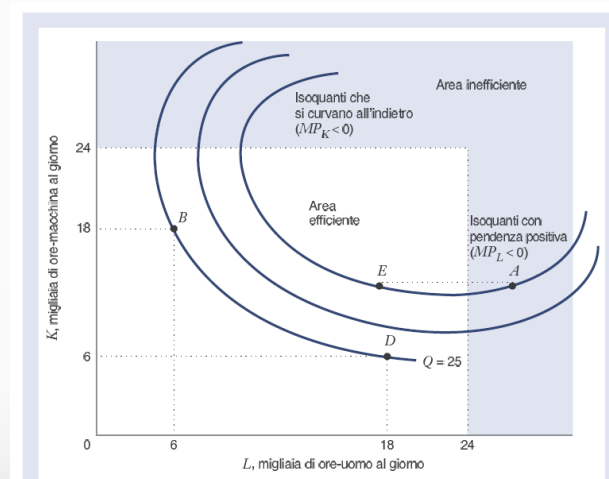
117



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

118

118



119

Lungo e breve periodo

Lungo e breve periodo (fattori fissi e variabili)

Nel breve periodo alcuni fattori sono fissi ed altri variabili, nel lungo periodo tutti i fattori sono variabili

Assenza di uno specifico periodo di tempo per la distinzione

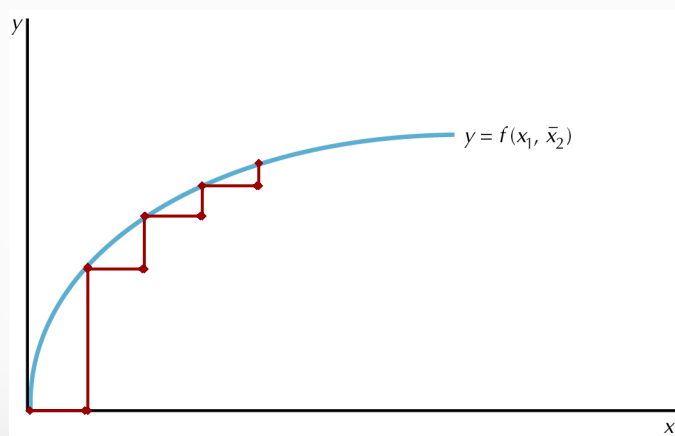
Funzione di produzione di breve periodo $y = f(x_1, \bar{x}_2)$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

120

120

Funzione di produzione di breve periodo



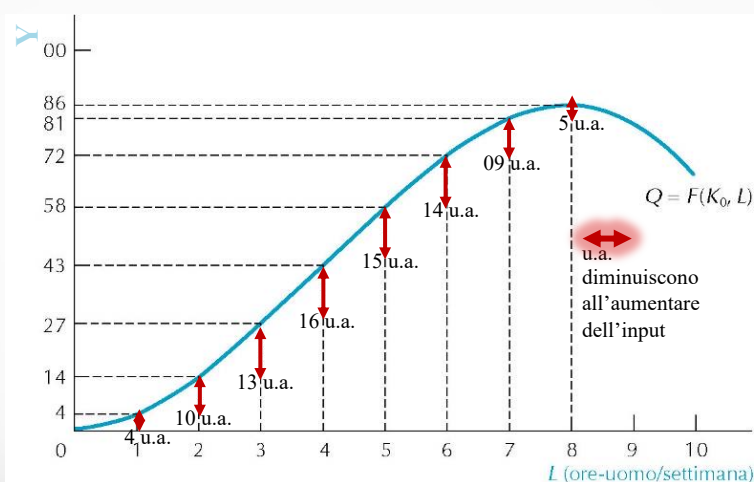
Una possibile forma di una funzione di produzione di breve periodo. Diviene sempre più piatta a causa delle produttività marginale decrescente del fattore 1

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

121

121

Un'altra funzione di produzione di breve periodo



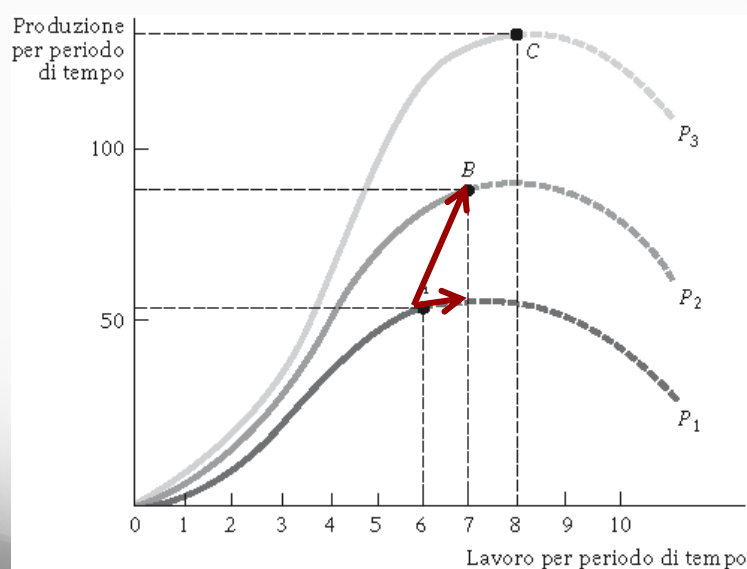
L'andamento curvilineo qui illustrato è comune a molte funzioni di produzione di breve periodo. Inizialmente, all'aumentare della manodopera, l'output aumenta a un tasso crescente; oltre $L=4$, l'output aumenta a tassi decrescenti

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

123

123

L'effetto dell'innovazione tecnologica



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

124

124

Determinare la quantità ottima di L in termini incrementali

Produzione con un unico fattore variabile.

Quantità di lavoro (L)	Quantità di capitale (K)	Produzione totale (q)
0	10	0
1	10	10
2	10	30
3	10	60
4	10	80
5	10	95
6	10	108
7	10	112
8	10	112
9	10	108
10	10	100

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

125

125

Prodotto medio e marginale

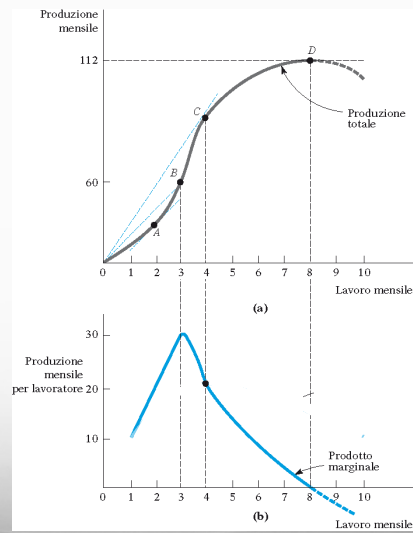
Quantità di lavoro (L)	Quantità di capitale (K)	Produzione totale (q)	Prodotto marginale ($\Delta q / \Delta L$)	Prodotto medio (q/L)
0	10	0	—	—
1	10	10	10	10
2	10	30	20	15
3	10	60	30	20
4	10	80	20	20
5	10	95	15	19
6	10	108	13	18
7	10	112	4	16
8	10	112	0	14
9	10	108	-4	12
10	10	100	-8	10

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

126

126

Dalla tabella al grafico

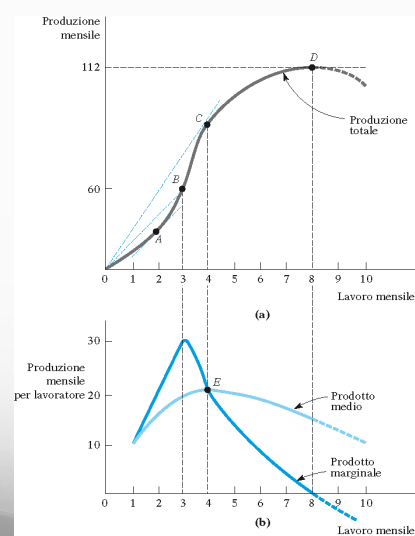


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

127

127

Prodotto medio del lavoro

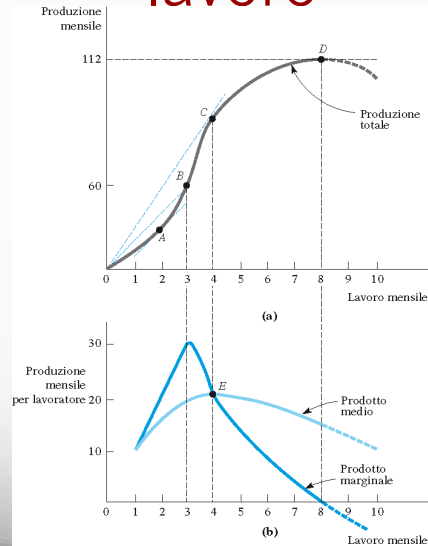


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

129

129

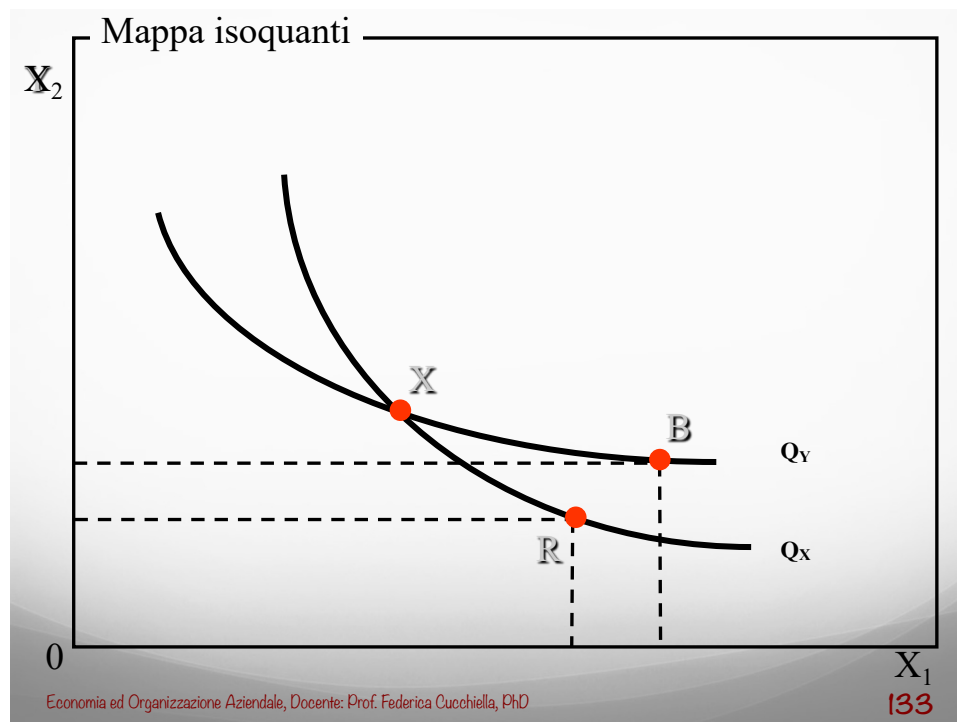
Prodotto marginale del lavoro



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

130

130

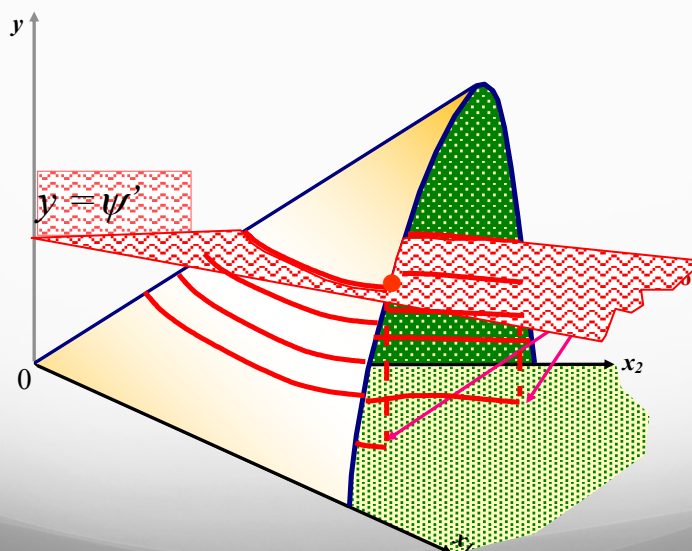


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

133

133

Sezione orizzontale di una funzione di produzione a tre dimensioni per derivare gli isoquanti



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

134

134

analogia tra isoquanti e curve altimetriche

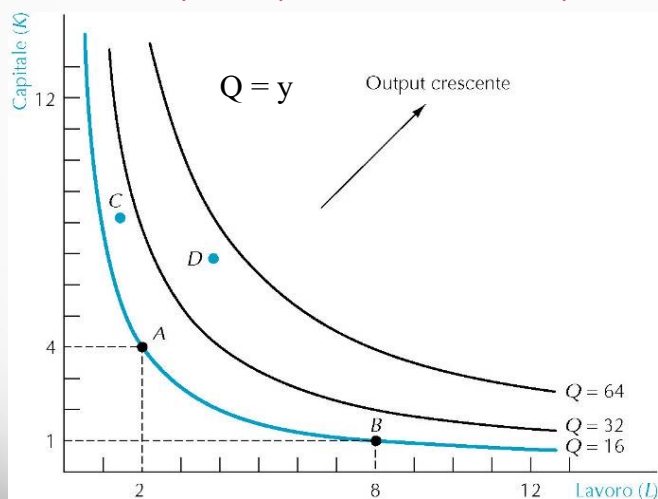
1. La mappa degli isoquanti rappresenta la tecnologia in modo più trasparente
2. Le funzioni di produzione offrono dati più completi
3. Con le funzioni di produzione è possibile usare sia foglio di calcolo che calcolo differenziale
4. Le funzioni di produzione consentono di codificare tecnologie di produzione per un prodotto e un numero indefinito di input

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

135

135

Rappresentazione parziale della mappa degli isoquanti per la funzione di produzione $Q=2KL$



Un isoquante è l'insieme di tutte le coppie (L,K) che consentono di ottenere un determinato livello di *output*. Per esempio, ogni coppia (L,K) sulla curva denominata $Q=16$ genera 16 unità di *output*.

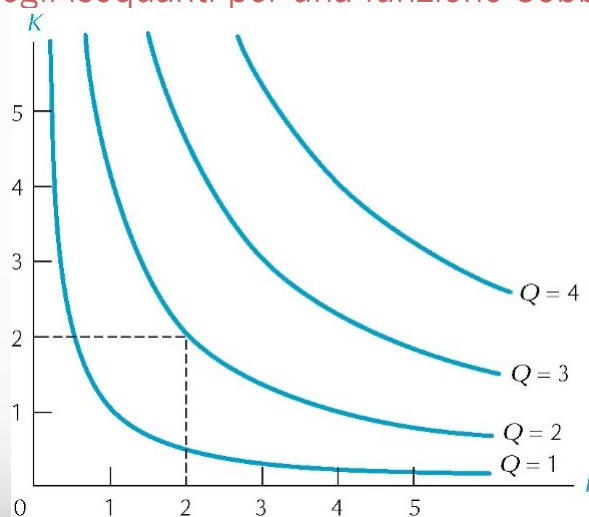
La mappa degli isoquanti descrive le caratteristiche di un processo di produzione

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

136

136

Mappa degli isoquanti per una funzione Cobb Douglas



Mappa degli isoquanti per la funzione di produzione Cobb Douglas $Q = K^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}}$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

137

137



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI L'AQUILA
Facoltà di Ingegneria

Prof.ssa Federica CUCCHIELLA

Rendimenti di scala

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

138

138

Rendimenti di scala

Rendimenti di scala: aumentando la quantità impiegata di tutti gli input, quanto output sarà prodotto?

La funzione di produzione f presenta rendimenti di scala crescenti quando, ipotizzando che vi siano n input, per tutti gli input da x_1 a x_n e per tutti i fattori di scala $t > 1$ è valida la disuguaglianza debole

$$f(tx_1; tx_2; \dots, tx_n) \geq tf(x_1; x_2; \dots, x_n)$$

La funzione di produzione f presenta rendimenti di scala decrescenti quando, ipotizzando che vi siano n input, per tutti gli input da x_1 a x_n e per tutti i fattori di scala $t > 1$ è valida la disuguaglianza debole

$$f(tx_1; tx_2; \dots, tx_n) \leq tf(x_1; x_2; \dots, x_n)$$

La funzione di produzione f presenta rendimenti di scala costanti quando, ipotizzando che vi siano n input, per tutti gli input da x_1 a x_n e per tutti i fattori di scala $t > 0$ è valida la uguaglianza

$$f(tx_1; tx_2; \dots, tx_n) = tf(x_1; x_2; \dots, x_n)$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

139

139

Rendimenti di scala

- La condizione $t > 1$ implica che stiamo osservando la reazione della produzione agli incrementi della scala di *input*
- Nella terza definizione, poiché c'è il segno di uguaglianza, si può sia aumentare che diminuire la scala degli *input*
- Sarebbe più preciso parlare di rendimenti di scala *non decrescenti e non crescenti*
- Una tecnologia può presentare rendimenti di scala diversi in corrispondenza di livelli diversi di produzione

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

140

140

Perché una tecnologia potrebbe presentare rendimenti di scala crescenti o decrescenti?

Una prima ragione è di ordine puramente **tecnologico**. La produzione di acciaio negli altiforni, la generazione di elettricità attraverso la combustione del carbone e il trasporto di un carico via terra e via mare sono esempi in cui, almeno sino ad una scala piuttosto elevata, i processi diventano più efficienti all'aumentare della scala.

Specializzazione del lavoro e di produzione di massa. Un artigiano che produce tutti i singoli componenti di un'automobile per poi assemblarli sarà probabilmente meno efficiente di un costruttore che produce in misura tale da avere specialisti in assemblaggio del motore, fusione, applicazione dei paraurti e così via.

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

141

141

Perché una tecnologia potrebbe presentare rendimenti di scala crescenti o decrescenti?

Le spese di **R&S**, non sempre si incrementano in proporzione alla scala di produzione. La conoscenza ottenuta grazie a una quantità fissa di spesa in R&S può essere utilizzata nell'impianto di produzione A e nell'impianto B anche se le dimensioni di A sono doppie rispetto a B. Se quindi raddoppiamo tutti gli input, compresa la quantità di R&S otteniamo una quantità maggiore di conoscenza che potrebbe più che raddoppiare il prodotto

Rendimenti **decrescenti** e **costi di gestione e coordinamento**. Con l'incremento della scala, i dirigenti perdono in parte la capacità di controllare e coordinare le attività, e gli incentivi per i singoli lavoratori sono meno efficaci nelle strutture più grandi. Pertanto un incremento di tutti gli input aumenta la produzione in misura meno che proporzionale.

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

142

142

Motivazioni alla base delle economie di scala

Motivazioni tecnologiche

1. Rendimenti crescenti di scala

Motivazioni non tecnologiche

1. Specializzazione e divisione del lavoro
2. Indivisibilità
3. Maggiore efficienza dei macchinari grandi
4. Prodotti congiunti
5. Produzione a stadi successivi
6. Economie di organizzazione
7. Costi comuni
8. Economie finanziarie
9. Economie di varietà

ECONOMIE
DI SCALA A
LIVELLO DI
IMPIANTO

ECONOMIE DI
SCALA A LIVELLO
DI IMPRESA

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

143

143

RENDIMENTI DI SCALA CRESCENTI

- es.: $Y = K L$
 se $L = K = 2$, allora $Y = 4$
 se $L = K = 3$, allora $Y = 9$
- I rendimenti crescenti sono possibili grazie a:
 - specializzazione
 - creazione di sinergie

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

144

144

RENDIMENTI DI SCALA COSTANTI

- es.: $Y = K^{1/2} L^{1/2}$;
 se $L = K = 2$, allora $Y = 2$
 se $L = K = 3$, allora $Y = 3$
- in presenza di rendimenti di scala costanti è possibile replicare il processo produttivo senza subire nessuna perdita di efficienza

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

145

145

RENDIMENTI DI SCALA DECRESCENTI

- es.: $Y = K^{1/3} L^{1/3}$
 se $L = K = 2$, allora $Y = 1,6$
 se $L = K = 3$, allora $Y = 2,1$
- replicando il processo produttivo si perde in efficienza, tipicamente per effetto di difficoltà organizzative, o di comunicazione

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

146

146

Rendimenti di scala

$$Y = Ax_1^\alpha x_2^\beta$$

- Se $\alpha + \beta = 1 \rightarrow$ rendimenti di scala costanti
- Se $\alpha + \beta > 1 \rightarrow$ rendimenti di scala crescenti
- Se $\alpha + \beta < 1 \rightarrow$ rendimenti di scala decrescenti

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

147

147

Rendimenti di scala costanti

$$Y = Ax_1^\alpha x_2^\beta$$

- Se $\alpha+\beta=1 \rightarrow$ rendimenti di scala costanti e si deve verificare che $f(tx_1;tx_2)=tf(x_1;x_2)$

Si deve verificare che $\rightarrow$

$$A(tx_1)^\alpha (tx_2)^\beta = tAx_1^\alpha x_2^\beta$$

$$\begin{aligned} f(tx_1; x_2) &= A(tx_1)^\alpha (tx_2)^\beta = At^{(\alpha+\beta)} x_1^\alpha x_2^\beta \\ &= tAx_1^\alpha x_2^\beta = tf(x_1; x_2) \end{aligned}$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

148

148

Rendimenti di scala crescenti

$$Y = Ax_1^\alpha x_2^\beta$$

- Se $\alpha+\beta>1 \rightarrow$ rendimenti di scala crescenti e si deve verificare che $f(tx_1;tx_2)>tf(x_1;x_2)$

si deve verificare che $\rightarrow A(tx_1)^\alpha (tx_2)^\beta > tAx_1^\alpha x_2^\beta$

$$\begin{aligned} f(tx_1;tx_2) &= A(tx_1)^\alpha (tx_2)^\beta = At^{(\alpha+\beta)} x_1^\alpha x_2^\beta \\ &> tAx_1^\alpha x_2^\beta = tf(x_1;x_2) \end{aligned}$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

149

149

Rendimenti di scala decescenti

$$Y = Ax_1^\alpha x_2^\beta$$

- Se $\alpha + \beta < 1 \rightarrow$ rendimenti di scala decrescenti e si deve verificare che $f(tx_1; tx_2) < tf(x_1; x_2)$

si deve verificare che $\rightarrow A(tx_1)^\alpha (tx_2)^\beta < tAx_1^\alpha x_2^\beta$

$$f(tx_1; tx_2) = A(tx_1)^\alpha (tx_2)^\beta = At^{(\alpha+\beta)} x_1^\alpha x_2^\beta$$

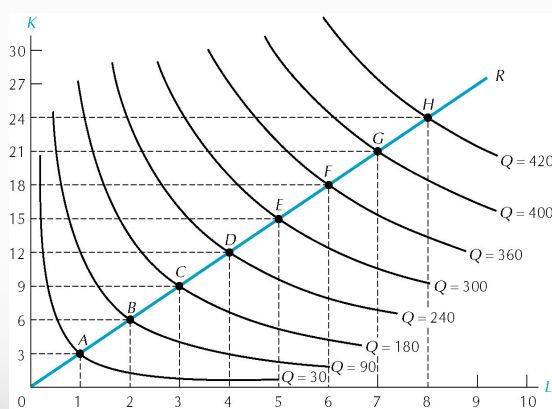
$$< tAx_1^\alpha x_2^\beta = tf(x_1; x_2)$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

150

150

Rendimenti di scala sulla mappa degli isoquanti

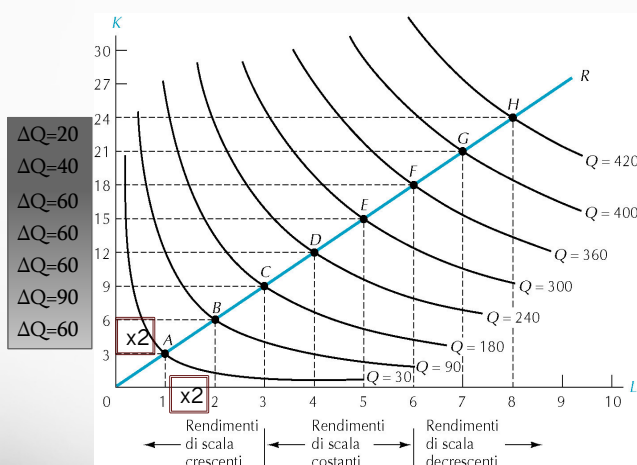


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

151

151

Rendimenti di scala sulla mappa degli isoquanti



Nella regione compresa tra A e C questa funzione di produzione presenta **rendimenti di scala crescenti**. Incrementi di una stessa proporzione di tutti gli input generano incrementi più che proporzionali dell'output. Nella regione compresa tra C e F la funzione di produzione è caratterizzata da **rendimenti di scala costanti**; gli input e l'output crescono nella stessa proporzione.

Nella regione in alto a destra rispetto a F la funzione di produzione presenta **rendimenti di scala decrescenti**: incrementi della stessa proporzione dei fattori produttivi generano incrementi meno che proporzionali dell'output.

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

152

152

RENDIMENTI DI SCALA E LEGGE DEI RENDIMENTI DECRESCENTI

- Si osservi che i rendimenti di scala decrescenti non hanno nulla a che vedere con la legge dei rendimenti marginali decrescenti
- Il prodotto marginale dei singoli fattori può essere decrescente, ma la funzione di produzione può avere rendimenti di scala decrescenti, costanti o persino crescenti

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

153

153

Rendimenti di scala: relazione tra la scala di un'impresa e il livello di produzione

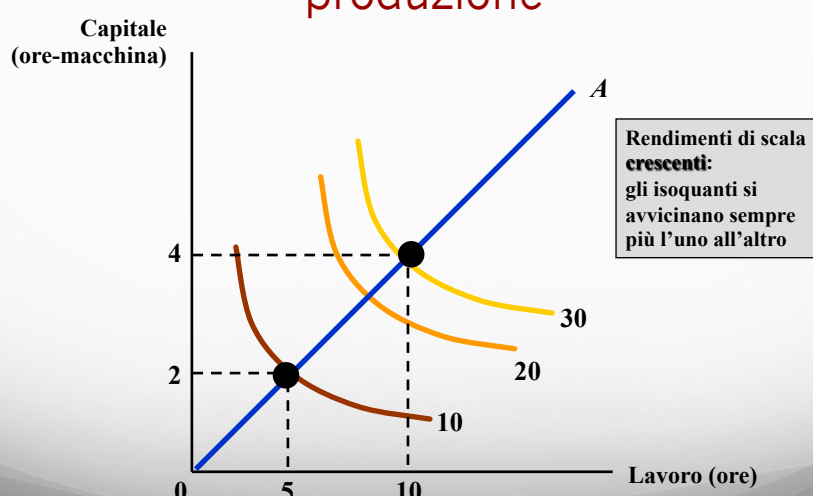
- Con rendimenti di scala **crescenti**: la produzione più che raddoppia quando l'impiego di tutti i fattori di produzione raddoppia
- maggior produzione corrisponde a minor costo unitario (settore auto)
- una singola impresa è più efficiente di molte (*utility elettriche*)
- gli isoquanti si avvicinano all'aumentare della produzione

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

155

155

Rendimenti di scala: relazione tra la scala di un'impresa e il livello di produzione



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

156

156

Rendimenti di scala: relazione tra la scala di un'impresa e il livello di produzione

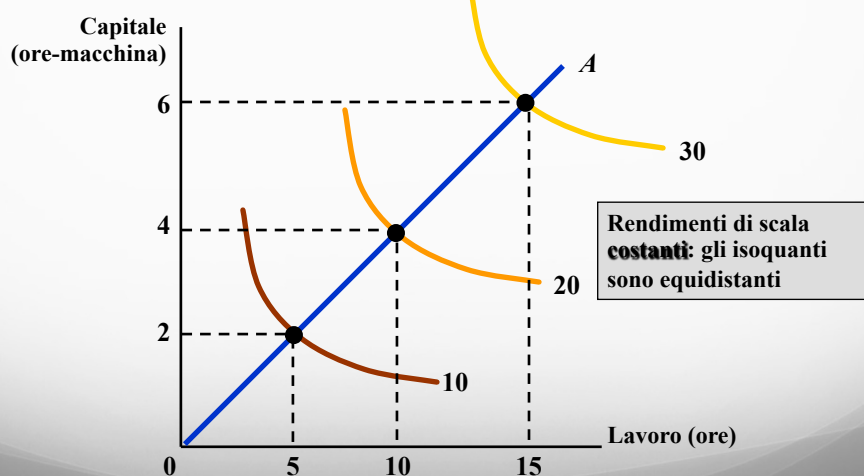
- Con rendimenti di scala **costanti**: la produzione raddoppia quando l'impiego di tutti i fattori di produzione raddoppia
 - la scala non influenza la produttività
 - è possibile avere più imprese nello stesso mercato
 - gli isoquanti sono equidistanti

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

157

157

Rendimenti di scala: relazione tra la scala di un'impresa e il livello di produzione



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

158

158

Rendimenti di scala: relazione tra la scala di un'impresa e il livello di produzione

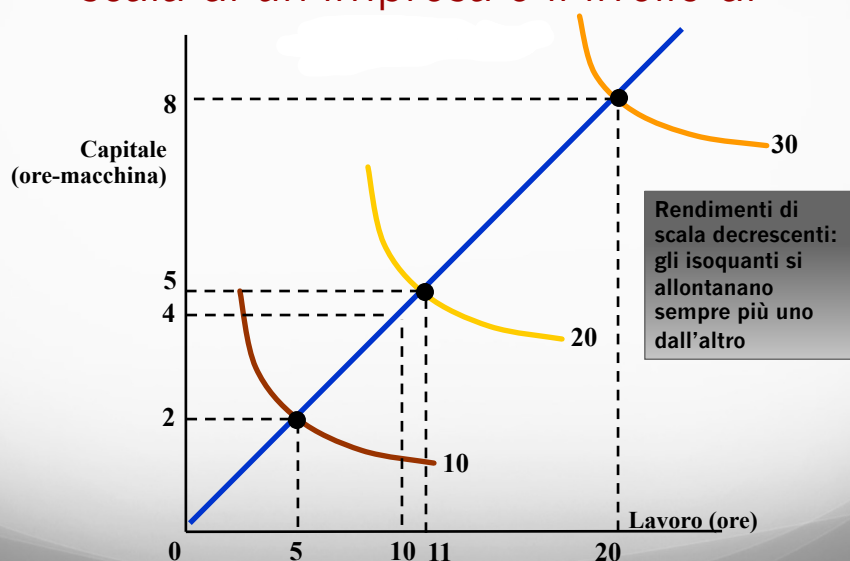
- Con rendimenti di scala **decrescenti**: la produzione meno che raddoppia quando l'impiego di tutti i fattori di produzione raddoppia
 - l'efficienza diminuisce con la produzione
 - gli isoquanti si allontanano all'aumentare della produzione

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

159

159

Rendimenti di scala: relazione tra la scala di un'impresa e il livello di

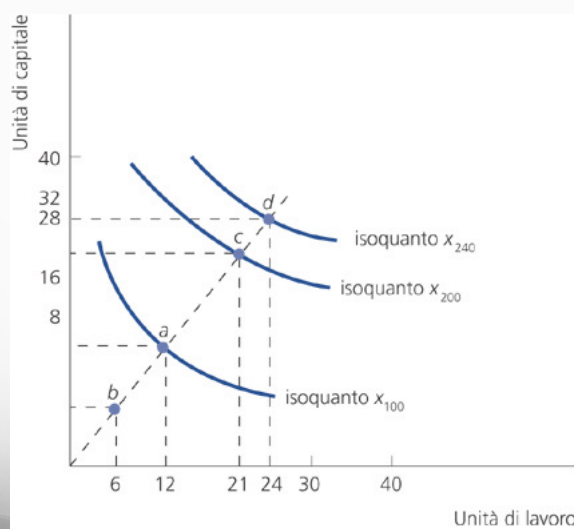


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

160

160

Rendimenti di scala crescenti

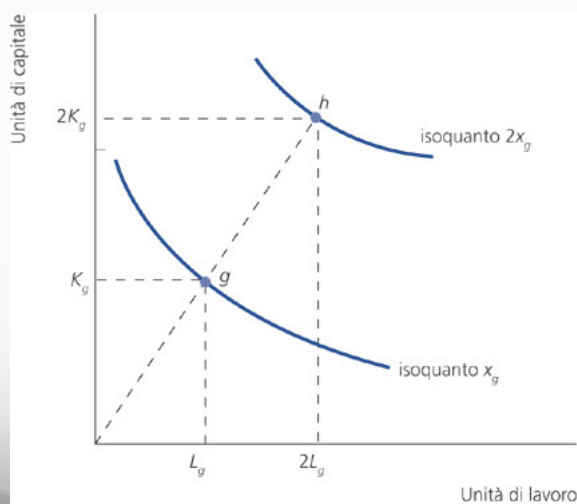


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

161

161

Rendimenti di scala costanti



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

162

162



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI L'AQUILA
Facoltà di Ingegneria

Prof.ssa Federica CUCCHIELLA

Massimizzazione del profitto

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

166

166

Massimizzazione del profitto

Impresa concorrenziale sia dei fattori produttivi che dei
beni prodotti

(i prezzi di acquisto dei fattori produttivi e di vendita sono dati)

$$\pi = \sum_{i=1}^n p_i y_i - \sum_{j=1}^m w_j x_j$$

Il **profitto** è la differenza tra ricavi e costi

$\pi = \text{Ricavi} - \text{Costi}$

n output $(y_1, y_2, \dots, y_n) \rightarrow m$ input $(x_1, x_2, \dots, x_m)$

$(p_1, p_2, \dots, p_n)$ prezzi di vendita dei beni prodotti

$(w_1, w_2, \dots, w_m)$ prezzi di acquisto degli input

È necessario considerare tutti i costi

Costo opportunità

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

167

167

Massimizzazione del profitto

- Fattori fissi e variabili, breve e lungo periodo:
- Il profitto minimo che un'impresa può realizzare nel lungo periodo è un *profitto nullo*
- Nel breve periodo è possibile che il profitto dell'impresa sia negativo
- Fattori quasi-fissi (elettricità per illuminazione) $\rightarrow y > 0$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

168

168

Massimizzazione del profitto nel breve periodo

$\bar{x}_2$	quantità fissa del fattore 2
$f(x_1, x_2)$	funzione di produzione
p	prezzo dell'output
w_1, w_2	prezzi input

$$\max(x_1) pf(x_1, \bar{x}_2) - w_1 x_1 - w_2 \bar{x}_2$$

↓

$$pMP_1(x_1^*, \bar{x}_2) = w_1$$

Il valore del prodotto marginale di un fattore deve essere uguale al suo prezzo

Spiegazione matematica, economica e geometrica

Statica comparata del comportamento dell'impresa

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

169

169

Spiegazione matematica

$$\max_{x_1} pf(x_1; \bar{x}_2) - w_1 x_1 - w_2 \bar{x}_2$$

$$\frac{\partial}{\partial x_1} [pf(x_1; \bar{x}_2) - w_1 x_1 - w_2 \bar{x}_2] = 0 \quad \text{condizione necessaria}$$

$$pMP_1(x_1; \bar{x}_2) - w_1 = 0$$

$$pMP_1(x_1^*; \bar{x}_2) = w_1$$

il valore del prodotto marginale di un fattore deve essere uguale al suo prezzo

$$\frac{\partial}{\partial x_1} [pMP_1(x_1; \bar{x}_2) - w_1] < 0 \quad \text{condizione necessaria e sufficiente}$$

$$p \overbrace{\frac{\partial}{\partial x_1} MP_1(x_1; \bar{x}_2)}^{<0} > 0 < 0$$

il prodotto marginale di un fattore deve essere decrescente

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

170

170

Spiegazione economica

$$\pi = \max; \text{ se } \Delta x_1 > 0 \rightarrow x_1 \uparrow \rightarrow \Delta Y = MP_1 \Delta x_1$$

l'output aumenta e il valore (in termini di ricavi) di tale aumento è $pMP_1 \Delta x_1$

ma se $x_1 \uparrow$ aumentano i costi di $w_1 \Delta x_1$

$$\text{se } \overbrace{pMP_1 \Delta x_1}^{\text{ricavi addizionali}} > \overbrace{w_1 \Delta x_1}^{\text{costi addizionali}} \Rightarrow pMP_1 > w_1 \quad \text{Assurdo se } \pi \text{ è massimo}$$

i profitti aumenterebbero utilizzando una quantità maggiore di input 1

$$\text{se } \overbrace{pMP_1 \Delta x_1}^{\text{ricavi addizionali}} < \overbrace{w_1 \Delta x_1}^{\text{costi addizionali}} \Rightarrow pMP_1 < w_1 \quad \text{Assurdo se } \pi \text{ è massimo}$$

i profitti aumenterebbero utilizzando una quantità minore di input 1

Se i profitti sono già massimi non aumenteranno sia che si aumenti, sia che si diminuisca la quantità impiegata di input 1

Il valore del prodotto marginale $[pMP_1(x_1^*, x_2)]$ deve essere uguale al prezzo del fattore w_1 .

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

171

171

Spiegazione geometrica

$$\Pi = pY - w_1x_1 - w_2\bar{x}_2$$

$$pY = \Pi + w_1x_1 + w_2\bar{x}_2$$

$$Y = \underbrace{\frac{\Pi}{p} + \frac{w_2}{p}\bar{x}_2}_{\text{Intercetta verticale}} + \underbrace{\frac{w_1}{p}}_{\text{inclinazione}} x_1$$

Retta di isoprofitto: combinazioni di input e output associate ad un livello costante di profitto Π

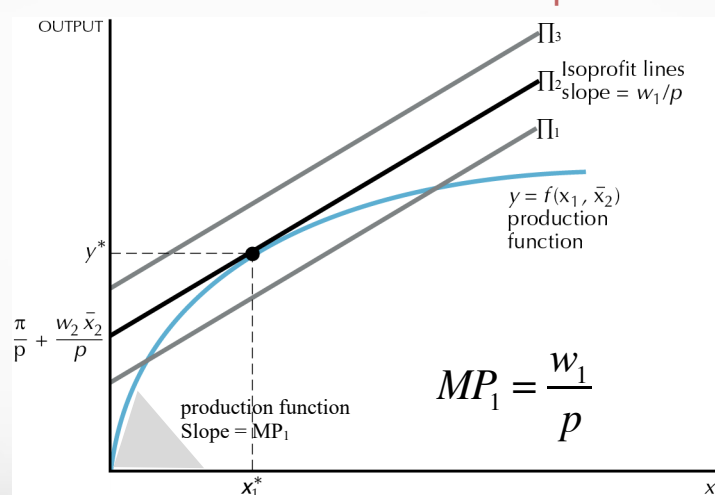
L'impresa vuole trovare quel punto sulla funzione di produzione al quale sia associata la retta di isoprofitto più alta (condizione di tangenza)

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

172

172

Massimizzazione del profitto



L'impresa sceglie la combinazione di input e output che si trova sulla retta di isoprofitto più elevata. In questo caso il punto di massimo profitto è $(x_1^*; y^*)$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

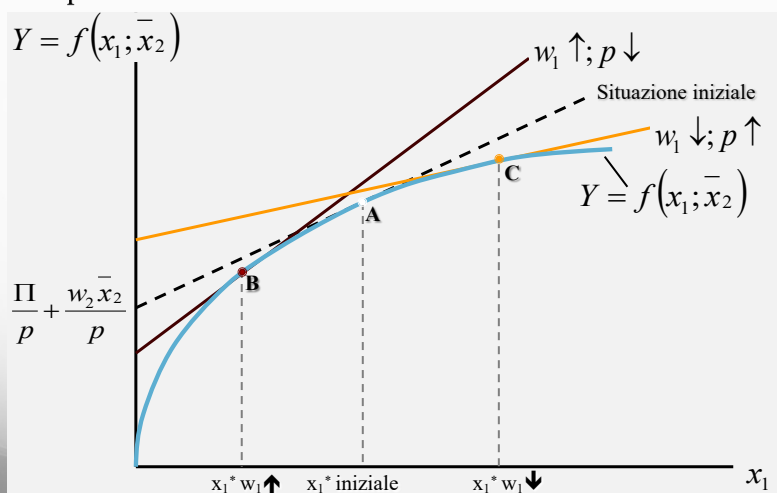
173

173

Statica comparata: Come varia la scelta se varia w_1 del fattore 1?

se $w_1 \uparrow \frac{w_1}{p} \uparrow$ la retta di isoprofitto diventa più ripida

se $w_1 \downarrow \frac{w_1}{p} \downarrow$ la retta di isoprofitto diventa meno ripida

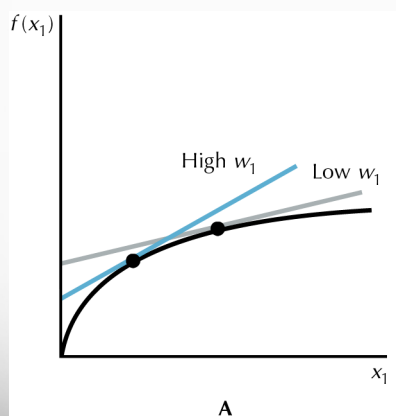


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

174

174

Domanda dei fattori e prezzo



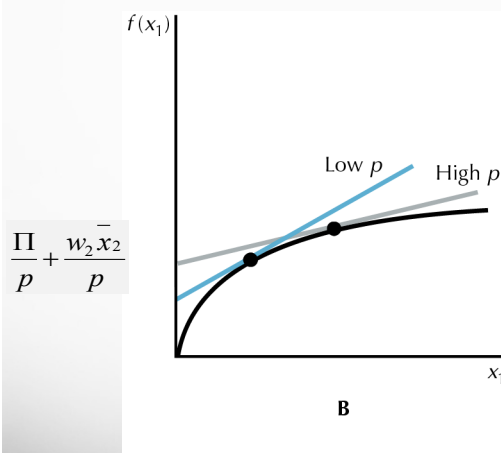
- All'aumentare del prezzo del fattore 1, la domanda di tale fattore diminuisce
- Le curve di domanda dei fattori hanno inclinazione negativa

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

176

176

Domanda dei fattori e prezzo di mercato



- Se la quantità x_1 diminuisce (e x_2 è costante) il livello di output deve diminuire
- Una riduzione del prezzo dell'output fa sì che la sua offerta diminuisca
- La funzione di offerta ha inclinazione positiva

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

177

177

Statica comparata:

Come varia la scelta se varia w_2 del fattore 2?

Se w_2 varia ($w_2 \uparrow$) l'inclinazione w_1/p rimane UGUALE

Non varia la scelta ottima, ma diminuisce Π .

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

178

178

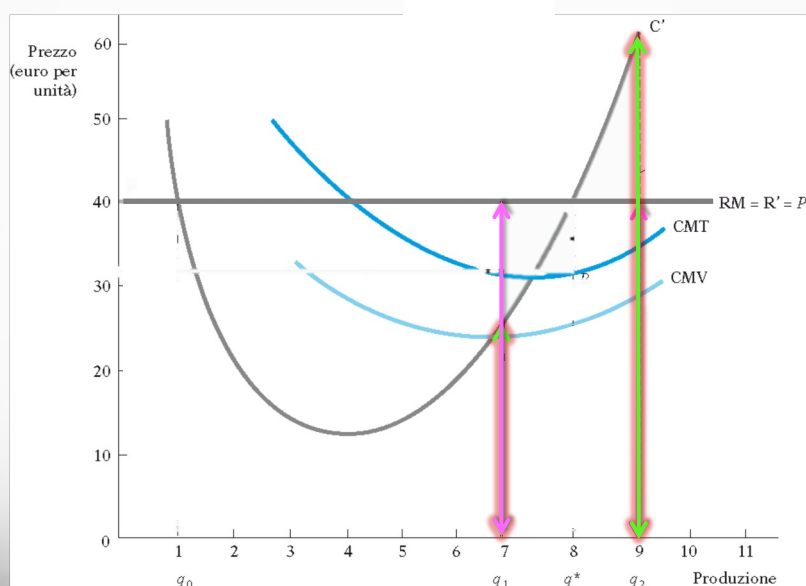
Esempio di max di profitto nel BP

- Nel breve periodo l'impresa opera con una quantità fissa di capitale e deve scegliere i livelli dei fattori variabili (lavoro e materie prime) in modo da max il profitto
- Le curve del ricavo medio e del ricavo marginale sono date dalla retta orizzontale corrispondente al prezzo €40
- Sono inoltre tracciate CMT, CMV e C'

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

179

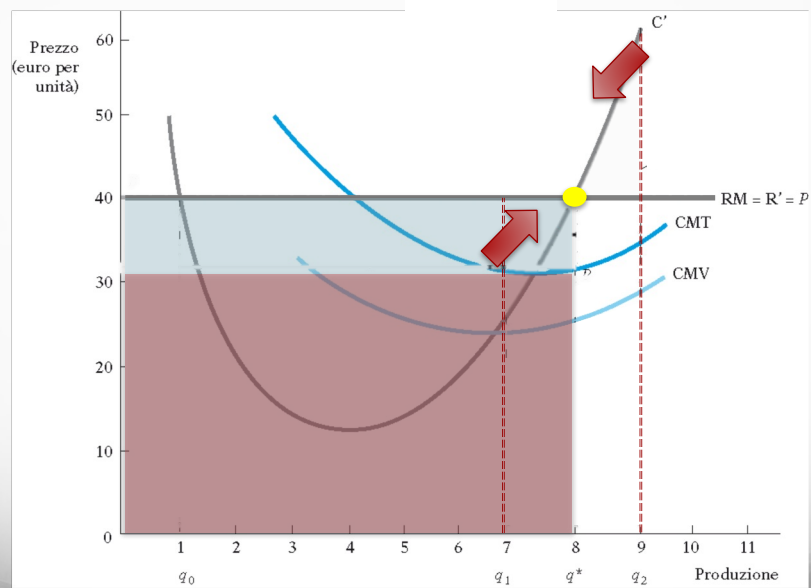
179



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

181

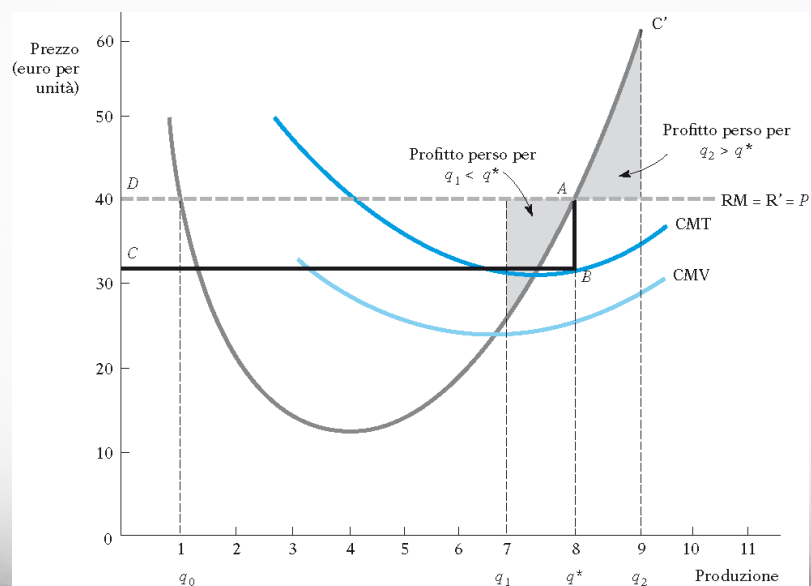
181



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

182

182



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

183

183

Massimizzazione del profitto nel lungo periodo

- $f(x_1, x_2)$ funzione di produzione
- p prezzo di vendita dell'output
- w_1, w_2 prezzo di acquisto degli input

$$\max (x_1, x_2) = pf(x_1, x_2) - w_1x_1 - w_2x_2$$

↓

- $pMP_1(x_1^*, x_2^*) = w_1$
- $pMP_2(x_1^*, x_2^*) = w_2$
- Queste due condizioni ci danno due equazioni in due incognite x_1^* e x_2^* . Variando i prezzi possiamo ottenere le **curve di domanda dei fattori**

$$x_1^* = x_1^*(p, w_1, w_2)$$

$$x_2^* = x_2^*(p, w_1, w_2)$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

184

184



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI L'AQUILA
Facoltà di Ingegneria

Prof.ssa Federica Cucchiella

Minimizzazione dei costi

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

185

185

Minimizzazione dei costi

- Minimizzazione dei costi → massimizzazione del profitto
- Scomponiamo il problema della massimizzazione del profitto in due
 - a) Minimizzazione dei costi necessari a produrre una data quantità di output (particolare isoquanto)
 - b) Determinazione della quantità di output che massimizza il profitto per produrre y dati w_1 e w_2

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

186

186

Minimizzazione dei costi

- Siano w_1 e w_2 i prezzi di due fattori produttivi.

Vogliamo trovare il modo più economico per produrre un dato livello y di output.

- Indichiamo con x_1 e x_2 le quantità impiegate dei due fattori e con $f(x_1, x_2)$ la funzione di produzione dell'impresa

$$\min_{x_1, x_2} (w_1 x_1 + w_2 x_2)$$

$$\text{tale che } f(x_1, x_2) = y$$

- La soluzione di tale problema dipende da (w_1, w_2, y) e viene indicata da $c(w_1, w_2, y)$ detta **funzione di costo** ovvero il costo minimo per produrre y dati w_1 e w_2

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

187

187

Minimizzazione dei costi

- Rappresentiamo su di uno stesso grafico i costi e i vincoli tecnologici (isoquanti). Tutte le combinazioni degli input il cui costo sia C è dato da

$$w_1x_1 + w_2x_2 = C$$



$$x_2 = C/w_2 - (w_1/w_2)x_1$$

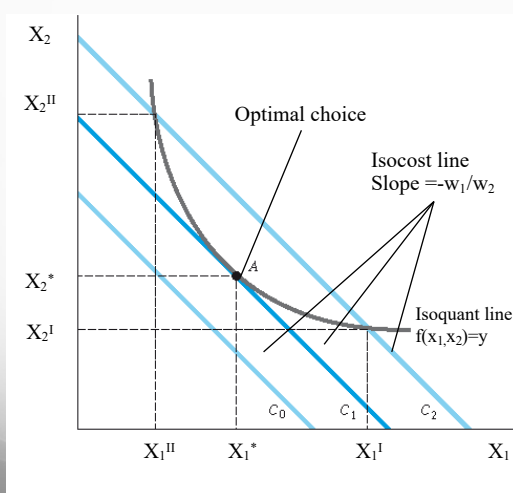
- Questa è una retta con inclinazione $-(w_1/w_2)$ e intercetta verticale C/w_2 . Al variare di C abbiamo un fascio di **rette di isocosto**.
- Dobbiamo individuare sull'isoquante il punto a cui è associata la retta di isocosto più bassa

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

188

188

Minimizzazione dei costi



- Se l'isoquante ha la forma regolare, allora
- Il punto che corrisponde alla minimizzazione dei costi sarà caratterizzato dalla condizione di tangenza

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

189

189

Minimizzazione costi: Isoquanto e isocosti

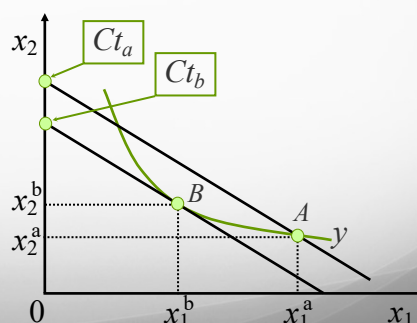
Se decide di produrre la quantità y , l'impresa può scegliere *un punto* (una tecnica) *sull'isoquanto* corrispondente.

La tecnica che *costa meno* è il punto di quell'isoquanto cui corrisponde l'*isocosto* con l'*intercetta più bassa*.

L'impresa può produrre la quantità y con la tecnica A (e, nel *breve periodo*, se dispone dell'impianto x_2^a , non può fare niente di meglio).

Nel *lungo periodo*, però, può *minimizzare il costo* scegliendo la tecnica B , ossia costruendo l'impianto x_2^b .

Il costo per produrre y scende da Ct_a a Ct_b (*non* ci sono tecniche che costino meno).



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

190

190

Minimizzazione dei costi: Efficienza economica

L'isocosto più basso (che identifica la tecnica che minimizza il costo) è quello *tangente* all'isoquanto.

Perciò, in corrispondenza della tecnica scelta, isoquanto e isocosto hanno la *stessa inclinazione*.

L'inclinazione dell'*isoquanto* è misurata dal *SMST*; quella dell'*isocosto* è misurata dal *prezzo relativo* w_1/w_2 .

Perciò la scelta che minimizza il costo si trova nel punto dell'isoquanto in cui vale la condizione

$$SMST = -w_1/w_2$$

$$-MP_1/MP_2 = -w_1/w_2$$

Questa è la condizione dell'*efficienza economica*.

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

191

191

Minimizzazione dei costi spiegazione economica

- L'inclinazione dell'isoquante ($-MP_1/MP_2$) deve essere uguale all'inclinazione della curva di isocosto ($-w_1/w_2$)

$$-(MP_1/MP_2) = SMST(x_1^*, x_2^*) = -(w_1/w_2)$$

*Il saggio tecnico di sostituzione deve essere
uguale al rapporto tra i prezzi dei fattori
(dimostrazione)*

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

192

192

Minimizzazione costi

- Variazione Δx_1 Δx_2 tale che l'output resti K

$$MP_1(x_1^*, x_2^*)\Delta x_1 + MP_2(x_1^*, x_2^*)\Delta x_2 = 0$$

- Se il costo è già minimo non lo si potrà ridurre ulteriormente quindi

$$w_1\Delta x_1 + w_2\Delta x_2 \geq 0$$

... al contempo

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

193

193

Minimizzazione costi

- Variazione $-\Delta x_1 - \Delta x_2$ tale che l'output resti K
- Se il costo è già minimo non lo si potrà ridurre ulteriormente quindi

$$-w_1\Delta x_1 - w_2\Delta x_2 \geq 0$$

- Combinando le due espressioni, si ha

$$w_1\Delta x_1 + w_2\Delta x_2 = 0$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

194

194

- Risolvendo le seguenti per $\Delta x_1/\Delta x_2$

$$\begin{cases} MP_1(x_1^*, x_2^*)\Delta x_1 + MP_2(x_1^*, x_2^*)\Delta x_2 = 0 \\ w_1\Delta x_1 + w_2\Delta x_2 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = -\frac{MP_1(x_1^*, x_2^*)}{MP_2(x_1^*, x_2^*)} \\ \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = -\frac{w_1}{w_2} \end{cases}$$

.... Da cui

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

195

195

$$-\frac{w_1}{w_2} = -\frac{MP_1(x_1^*, x_2^*)}{MP_2(x_1^*, x_2^*)}$$

Si

- Che è esattamente la condizione di minimizzazione dei costi ottenuta geometricamente

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

196

196

Funzioni di domanda

- Le scelte delle quantità di input che minimizzano i costi dell'impresa dipendono dai prezzi dei fattori e dalla quantità di output che l'impresa intende produrre, ovvero

$x_1^* = x_1^*(w_1, w_2, y)$ domanda condizionata (y) del fattore 1

$x_2^* = x_2^*(w_1, w_2, y)$ domanda condizionata (y) del fattore 2

- La domanda condizionata dei fattori esprime le scelte di minimizzazione dei costi dato un *livello* dell'output;
- la domanda dei fattori invece esprime le scelte di massimizzazione del profitto in corrispondenza di un dato prezzo dell'output

—

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

198

198

Per una **soluzione interna**, si ha la seguente condizione necessaria:

$$\begin{array}{ccc} \text{Pendenza} & & \text{Pendenza} \\ \text{dell'isoquanto} & \rightarrow & \text{dell'isocosto} \\ & \boxed{SMST_{21} = \frac{MP_1}{MP_2} = \frac{w_1}{w_2}} & \end{array}$$

In altre parole un'impresa dovrebbe scegliere la combinazione di input da utilizzare in modo tale che, al margine, i prodotti marginali degli input siano proporzionali ai loro prezzi.

$$\begin{array}{ccc} \text{Prodotto marginale} & & \text{Prodotto marginale} \\ \text{per ogni euro speso} & \rightarrow & \text{per ogni euro speso} \\ \text{nell'input 1} & \boxed{\frac{MP_1}{w_1} = \frac{MP_2}{w_2}} & \text{nell'input 2} \end{array}$$

Quando il prodotto marginale dell'ultimo euro speso è lo stesso per ogni fattore, non c'è più modo di diminuire la spesa totale per i fattori cambiando le quantità di fattori utilizzate.

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

201

201

La soluzione interna

Nel caso di soluzione interna per ottenere analiticamente i livelli ottimali x_1^* e x_2^* è necessario risolvere il seguente sistema di equazioni

$$\begin{cases} \frac{MP_1}{MP_2} = \frac{w_1}{w_2} \\ f(w_1, w_2) = \bar{y} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1^*(\bar{y}, w_1, w_2) \\ x_2^*(\bar{y}, w_1, w_2) \end{cases}$$

I livelli ottimali x_1^* e x_2^* espressi in funzione del volume di produzione desiderato e dei prezzi dei fattori, vengono detti **domanda condizionata del fattore** (condizionata al volume di produzione desiderato)

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

202

202

Quindi se gli input 1 e 2 sono usati entrambi e se il SMST è definito...

$$\frac{PM_1(\mathbf{x})}{PM_2(\mathbf{x})} = \text{SMST}$$

Ma cosa succede se la tecnologia è diversa?

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

203

203

Soluzione per beni sostituti

Il paniere di input che minimizza i costi è caratterizzato da $\text{SMST}_{21} < w_1/w_2$. Input 2 è troppo caro e quindi non viene usato: $x_2^* = 0$.

$\mathbf{x}^*$

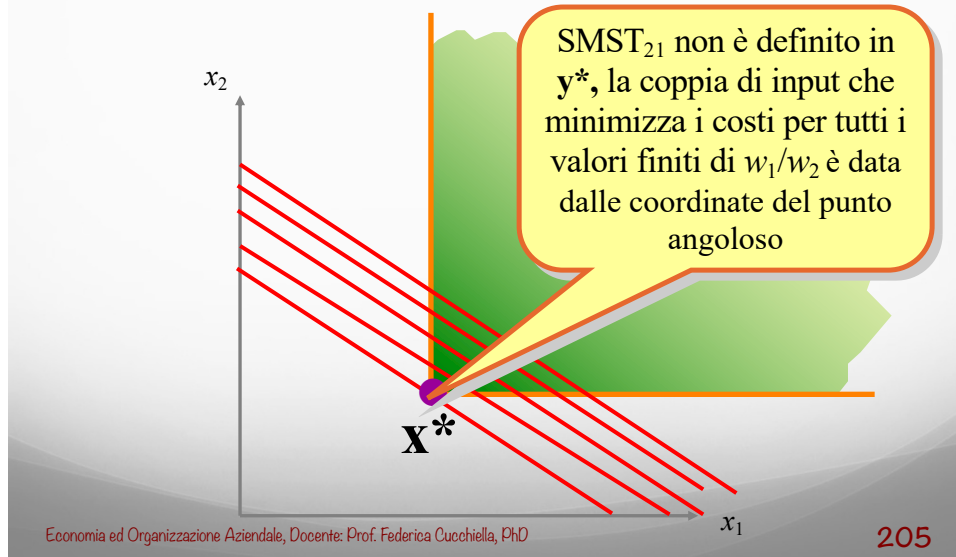
Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

204

204

Si

Nel caso di complementi perfetti, quando il SMST non esiste



205

5:

Scelta della tecnica e orizzonte temporale

Cosa succede alla scelta degli *inputs* se l'impresa decide di aumentare (o diminuire) la quantità prodotta, ossia di spostarsi su un nuovo isoquante?

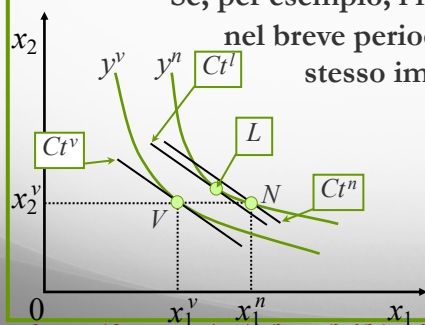
Nel *breve periodo* l'impianto (il livello di x_2) è dato.

Perciò l'impresa può produrre di più (o di meno)

solo variando l'impiego di lavoro (il livello di x_1).

Se, per esempio, l'impresa decide di produrre y^n , userà nel breve periodo la tecnica N (con più lavoro nello stesso impianto). Si noti che C_t è aumentato, ma la cosa era prevista (perché?).

Se la decisione di produrre y^n è *permanente*, nel *lungo periodo* l'impresa *accrescerà* le dimensioni dell'*impianto* (scegliendo la tecnica L) e così abbasserà C_t .



210

5i

Minimizzazione dei costi con fattori variabili

$$C = (\text{€}10/\text{ora})(L) + (\text{€}20/\text{ora})(K)$$

Tre rette di isocosto per

€1000, 2000, 3000

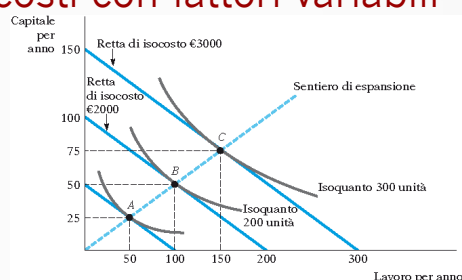
La curva che passa per i punti di tangenza tra le rette di isocosto dell'impresa e i suoi isoquanti si chiama **sentiero di espansione=CT**

In questo caso **retta con pendenza**

$$\Delta K / \Delta L =$$

$$(50-25)(100-50)=1/2$$

CT_L=retta perché?

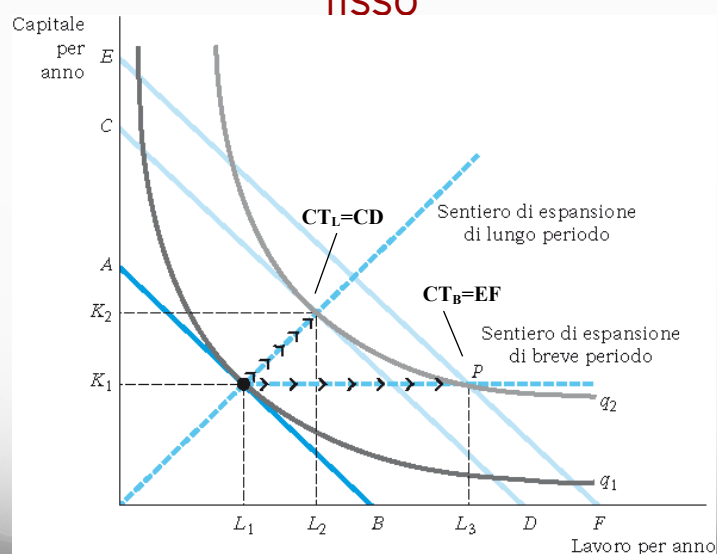


**LA FLESSIBILITÀ
CONSENTE DI
PRODURRE AD UN
COSTO MEDIO
INFERIORE A
QUELLO DI BREVE
PERIODO**

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

211

Minimizzazione dei costi con K fattore fisso



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

212

212

I rendimenti di scala e il costo medio (1)

- Supponete che la tecnologia di un'impresa presenti rendimenti di scala crescenti. Fissiamo un livello di produzione y e supponiamo che

$$(x_1^*; \dots; x_n^*)$$

sia il vettore di input da cui si ottiene y nel modo più economico, per cui:

$$CT(y) = w_1 x_1^* + \dots + w_n x_n^*$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

213

213

I rendimenti di scala e il costo medio (2)

- Supponiamo che l'impresa desideri incrementare la sua produzione portandola al livello ay , con $a > 1$.
- Poiché l'impresa ha rendimenti di scala crescenti, sappiamo che il vettore di input $(ax_1^*; \dots; ax_n^*)$ produce perlomeno il livello di produzione ay . Il costo di produrre ay quindi non può essere maggiore di:

$$w_1 ax_1^* + \dots + w_n ax_n^* = a[w_1 x_1^* + \dots + w_n x_n^*] = aCT(y)$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

214

214

I rendimenti di scala e il costo medio (3)

- Vale a dire che, se un'impresa ha una tecnologia caratterizzata da rendimenti di scala crescenti, allora per tutti i livelli di produzione y e per le costanti $a > 1$

$$CT(ay) \leq aCT(y).$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

215

215

I rendimenti di scala e il costo medio (4)

Prendiamo due livelli di produzione, y e y' , tali che $y' > y$. Poniamo $a = y'/y$, per cui $a > 1$.

Poiché $CT(y') = CT(ay) \leq aCT(y)$, se dividiamo entrambi i membri di questa disuguaglianza per $y' = ay$, otteniamo

$$CMe(y') = CT(y')/y' \leq aCT(y)/(ay) = CT(y)/y = CMe(y).$$

La funzione di costo medio quindi non è crescente

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

216

216

I rendimenti di scala e il costo medio

- Ragionamenti analoghi valgono per i rendimenti di scala decrescenti e costanti:
 - un'impresa caratterizzata da **rendimenti di scala crescenti** ha una funzione di **costo medio non crescente**;
 - un'impresa caratterizzata da **rendimenti di scala decrescenti** ha una funzione di **costo medio non decrescente**;
 - un'impresa caratterizzata da **rendimenti di scala costanti** ha una funzione di **costo medio costante**, e quindi una funzione di costo totale lineare

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

217

217

I rendimenti di scala e il costo medio (6)

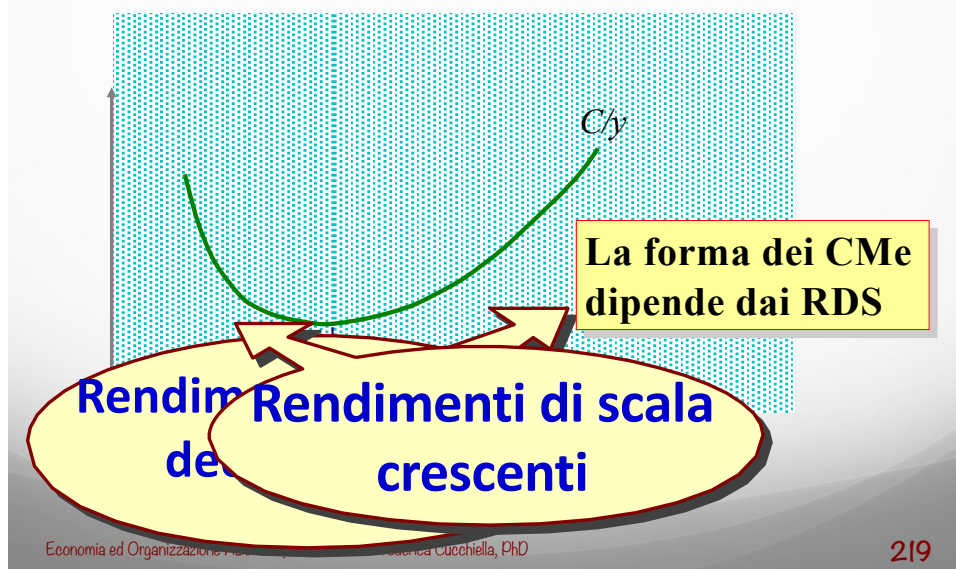
- E l'impresa "tipica" che, in termini generali, è caratterizzata da rendimenti di scala crescenti per bassi livelli di produzione e rendimenti di scala decrescenti per livelli di produzione elevati?
- Questo tipo di tecnologia implica una funzione di costo medio a forma di U o concava. Ed è per questo motivo che le funzioni di costo medio a forma di U sono così diffuse negli esempi economici

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

218

218

Costi medi e output...



219



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI L'AQUILA
Facoltà di Ingegneria

Prof.ssa Federica Cucchiella

Curve di costo

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

220

220

Costi economici

- Il costo economico è diverso dal costo in senso contabile perché tiene conto del **COSTO OPPORTUNITA'**, cioè del valore che i fattori della produzione genererebbero nel loro miglior uso alternativo.
- E' necessario contare i costi opportunità, anche se non figurano nei costi contabili.
- Nei costi economici non bisogna inserire i **COSTI IRREDIMIBILI**, cioè quelle spese che, una volta fatte, non possono essere recuperate in alcun modo. Queste spese, pur facendo parte dei costi contabili, sono irrilevanti per una decisione ottimale

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

221

221

Curve di costo

- Se i prezzi dei fattori produttivi sono dati allora

$$c(w_1, w_2, y) = c(y) \rightarrow \text{funzione di costo totale}$$

$$c(y) = CV(y) \text{ [costi variabili]} + F \text{ [costi fissi]}$$

- La **funzione di costo medio** esprime il costo per unità di output



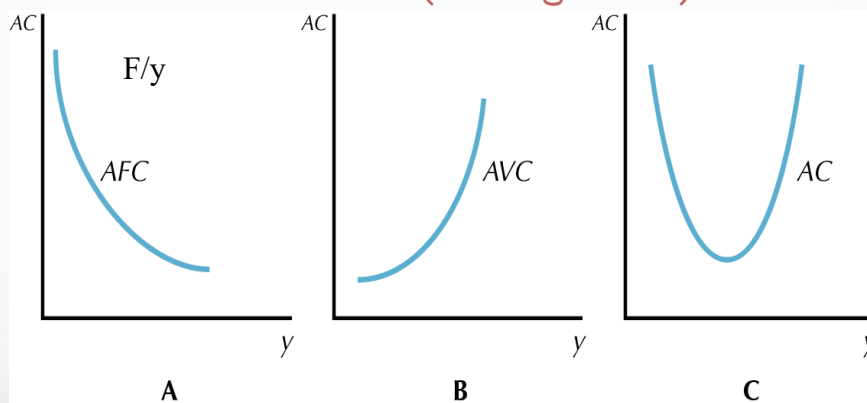
$$AC(Y) = c(y)/y = CV(y)/y + F/y = AVC(y) + AFC(y)$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

222

222

Costruzione della curva del costo medio CMe o AC (Average cost)



(A) I costi medi fissi decrescono all'aumentare dell'output. (B) I costi medi variabili, da un certo punto in poi, crescono all'aumentare dell'output. (C) La combinazione di questi due effetti dà luogo ad una curva del costo medio con una forma a U

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

223

223

Costo medio (CMe o AC)

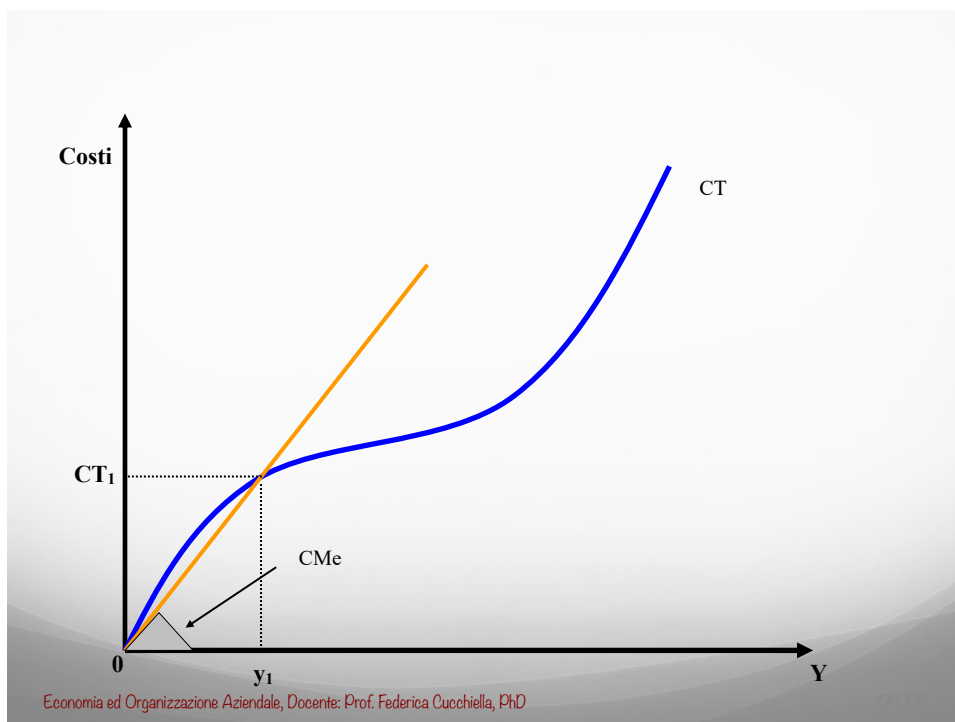
- Per un'impresa che produce un unico prodotto, il costo medio è semplice da definire:
- Il **costo medio** è il *costo per unità di output prodotto*.
- In termini grafici rappresenta l'inclinazione della retta che unisce l'origine degli assi ad un punto sulla curva di costo totale
- In termini matematici è il rapporto tra il costo (totale) e l'output

$$CMe(y) = \frac{CT(y)}{y}$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

224

224



225

Costi marginali

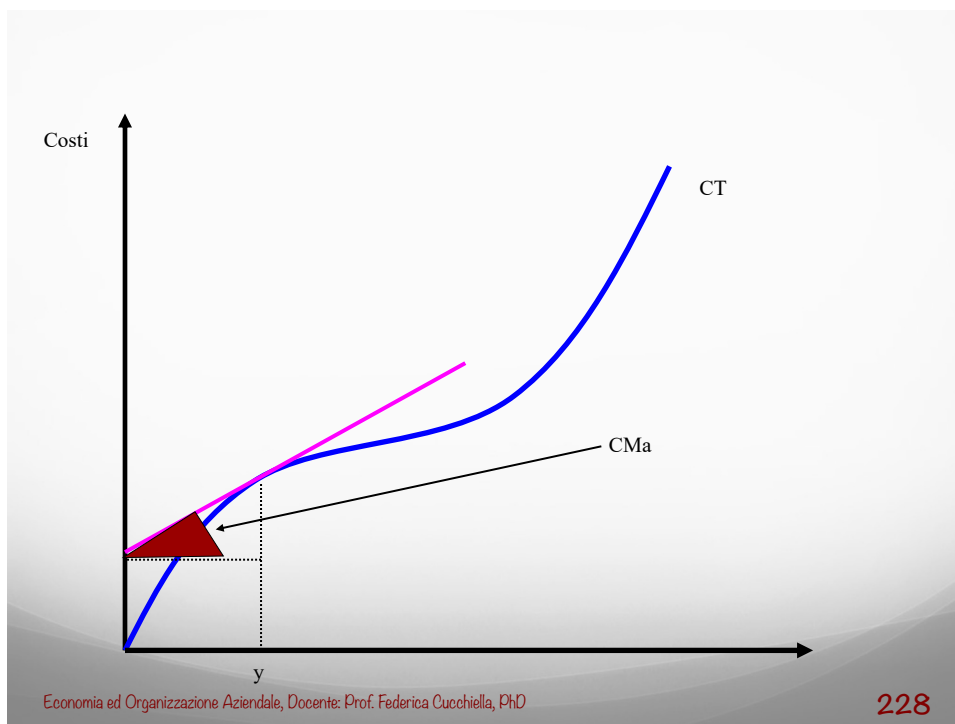
- Il **costo marginale** è il tasso a cui la curva di costo (totale) cresce al crescere dell'output
- In termini grafici, il costo marginale è l'inclinazione della curva di costo totale
- In termini matematici, il costo marginale è la derivata del costo (totale) rispetto all'output

$$CMa(y) = \frac{dCT(y)}{dy}$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

227

227



228

Costo marginale e costo medio variabile

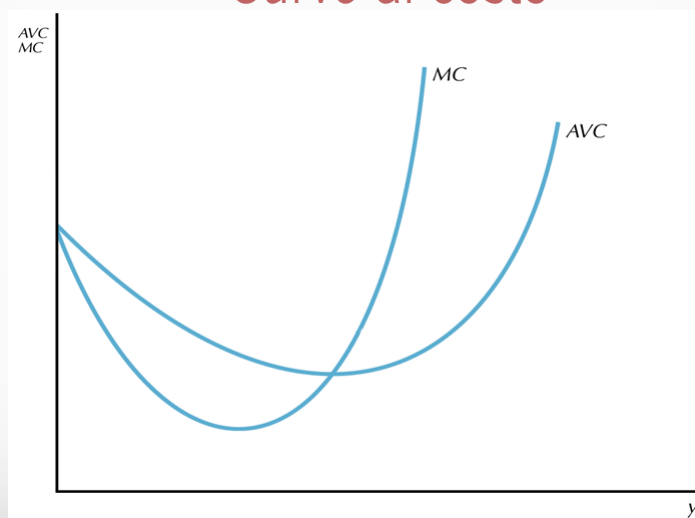
- Se i costi medi variabili sono decrescenti, i costi marginali sono inferiori ai costi variabili medi
- Se i costi medi variabili sono crescenti, i costi marginali sono superiori ai costi variabili medi
- La curva del costo marginale interseca la curva di costo medio variabile in corrispondenza del suo punto di minimo

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

230

230

Curve di costo



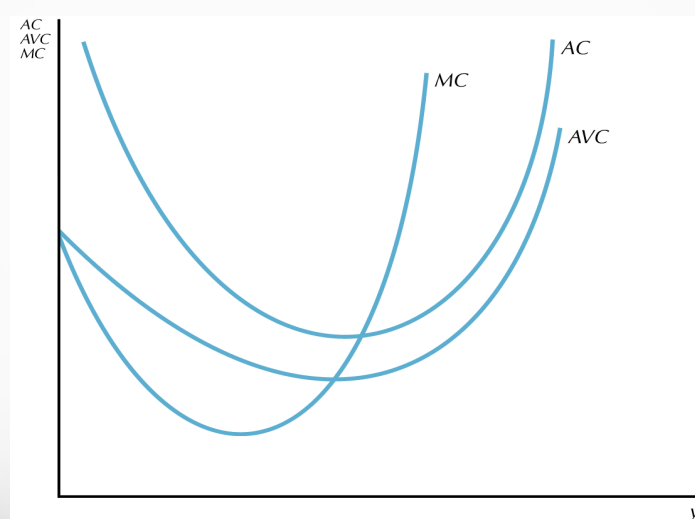
La curva del costo medio (AC), del costo medio variabile (AVC) e del costo marginale (MC)

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

231

231

Curve di costo



La curva del costo medio (AC), del costo medio variabile (AVC) e del costo marginale (MC)

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

232

232

Costo marginale e costo medio

- Lo stesso vale per la curva del costo medio
- Se i costi medi diminuiscono, i costi marginali devono necessariamente essere inferiori ai costi medi
- Se i costi medi aumentano, i costi marginali devono essere maggiore dei costi medi

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

233

233

DIMOSTRAZIONE

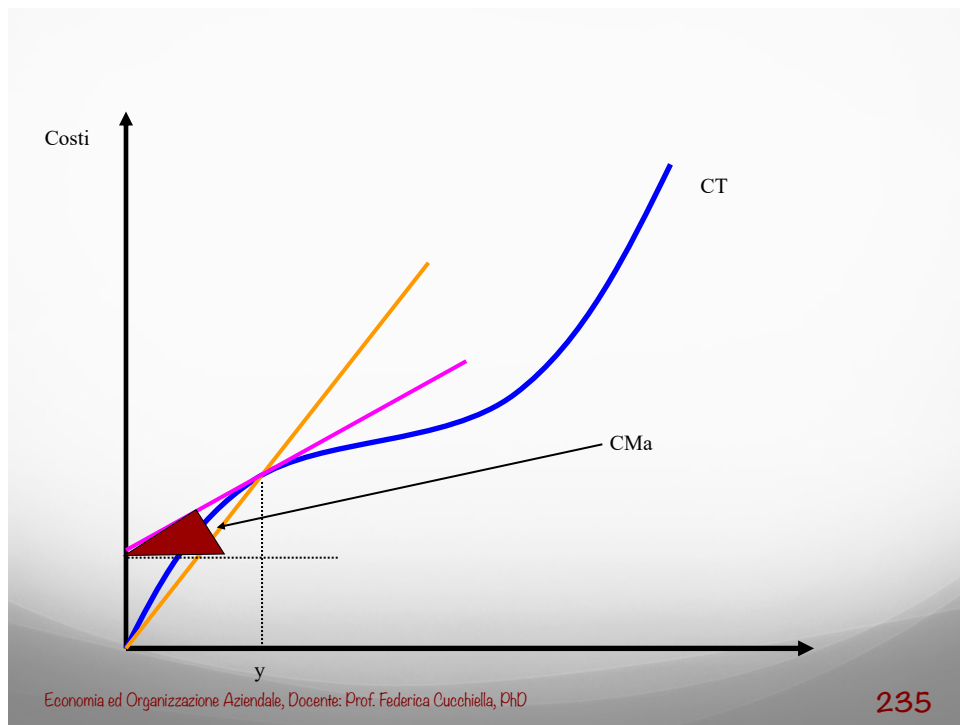
$$\begin{aligned}
 \frac{\partial CMe(y)}{\partial y} &= \frac{\partial \left(\frac{CT(y)}{y} \right)}{\partial y} = \\
 \frac{1}{y} \left(\frac{\partial CT(y)}{\partial y} \right) - \frac{CT(y)}{y^2} &= \frac{1}{y} \left[\left(\frac{\partial CT(y)}{\partial y} \right) - \frac{CT(y)}{y} \right] = \\
 &= \left(\frac{C Ma(y)}{y} \right) - \left(\frac{C Me(y)}{y} \right) \text{ quindi:} \\
 \frac{\partial CMe(y)}{\partial y} &= \frac{C Ma(y) - C Me(y)}{y}
 \end{aligned}$$

**CMe aumenta quando $C Ma > C Me$, e
diminuisce quando $C Ma < C Me$.**

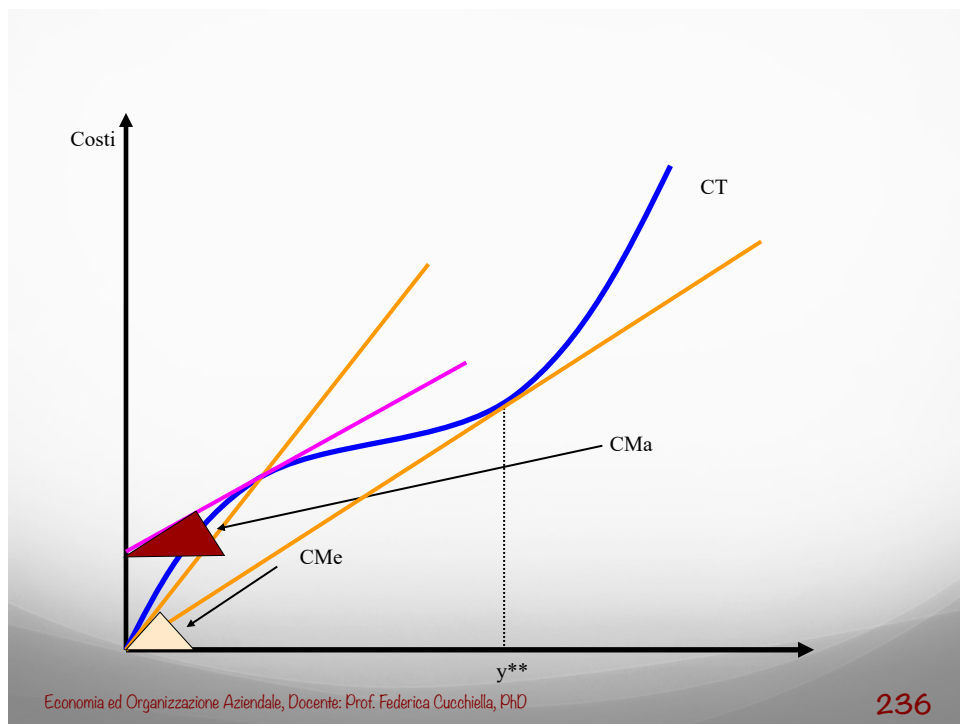
Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

234

234



235



236

Il costo medio variabile è al livello minimo se

$$\frac{\delta [C_v(y)/y]}{\delta y} = 0 \Rightarrow \frac{\delta \left[C_v(y) \frac{1}{y} \right]}{\delta y} = 0 \Rightarrow \frac{\delta}{\delta y} [C_v(y)] \frac{1}{y} + C_v(y) \left(-\frac{1}{y^2} \right) = 0$$

$$\frac{1}{y} \left[\overbrace{\frac{\delta}{\delta y} C_v(y) - \frac{C_v(y)}{y}}^{=0} \right] = 0 \Rightarrow \text{costo marginale} = \text{costo medio variabile}$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

238

238

Il costo medio totale è al livello minimo se

$$\frac{\delta}{\delta y} \left[\frac{F}{y} + \frac{C_v(y)}{y} \right] = 0 \Rightarrow -\frac{F}{y^2} + \frac{\delta}{\delta y} [C_v(y)] \frac{1}{y} - \frac{C_v(y)}{y^2} = 0$$

$$\frac{\delta}{\delta y} [C_v(y)] \frac{1}{y} - \frac{F}{y^2} - \frac{C_v(y)}{y^2} = 0 \Rightarrow \left\{ \overbrace{\frac{\delta}{\delta y} C_v(y) - \left[\frac{F}{y} + \frac{C_v(y)}{y} \right]}^{=0} \right\} \frac{1}{y} = 0$$

$$\frac{\delta}{\delta y} C_v(y) = \frac{F}{y} + \frac{C_v(y)}{y} \Rightarrow \text{costo marginale} = \text{costo medio totale}$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

239

239

Esempio: la produzione di alluminio

I principali produttori di alluminio gestiscono impianti detti smelter

- Un tipico smelter ha due linee di produzione ognuna delle quali produce circa da 300t di alluminio/giorno
- Costi di breve periodo: possiamo considerare il solo costo per gestire l'impianto esistente
- Occorrono 4 anni per progettare, costruire ed equipaggiare un nuovo impianto
- Ipotizziamo che uno smelter non può essere venduto e la relativa spesa sommersa può essere ignorata
- I costi fissi (costi amministrativi) sono bassi e quindi li ignoriamo
- Possiamo concentrarci sui costi di breve periodo variabili

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

247

247

Esempio: la produzione di alluminio

7.2 Costi di produzione per il processo di riduzione dell'alluminio (\$/ton)
(valori basati su una produzione di 600 ton/giorno).

Costi per tonnellata costanti per tutti i livelli di produzione	Produzione ≤ 600 ton/giorno	Produzione > 600 ton/giorno
Energia elettrica	\$316	\$316

**Tracciare la relative curve di:
costo marginale
costo medio**

supera 600 ton/giorno		
Lavoro	\$150	\$225
Manutenzione	120	180
Trasporto	50	75
Subtotale	\$320	\$480
Totale costi di produzione per tonnellata	\$1140	\$1300

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

248

248

Esempio: la produzione di alluminio

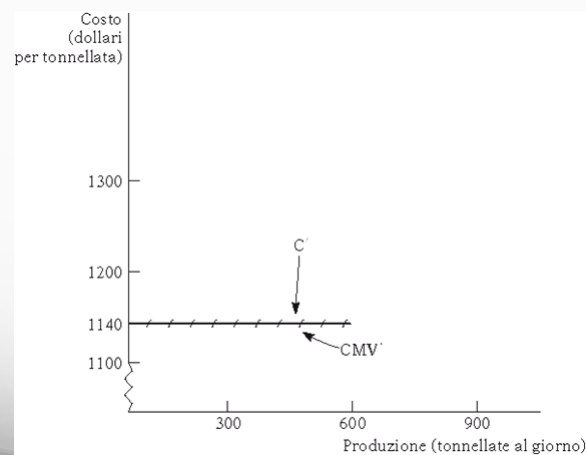
7.2 Costi di produzione per il processo di riduzione dell'alluminio (\$/ton) (valori basati su una produzione di 600 ton/giorno).

Costi per tonnellata costanti per tutti i livelli di produzione	Produzione ≤ 600 ton/giorno	Produzione > 600 ton/giorno
Energia elettrica	\$316	\$316
Allumina	369	369
Altre materie prime	125	125
Alimentazione dell'impianto e carburante	10	10
Subtotale	\$820	\$820
Costi per tonnellata che aumentano quando la produzione supera 600 ton/giorno		
Lavoro	\$150	\$225
Manutenzione	120	180
Trasporto	50	75
Subtotale	\$320	\$480
Totale costi di produzione per tonnellata	\$1140	\$1300

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

249

249

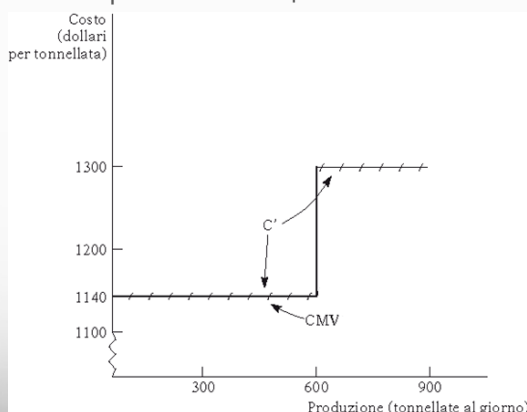


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

250

250

- Se la produzione aumenta oltre $q=600$
- Costo marginale del lavoro, della manutenzione e del trasporto \$320 a 480
- Costo marginale complessivo da \$1140 a 1300



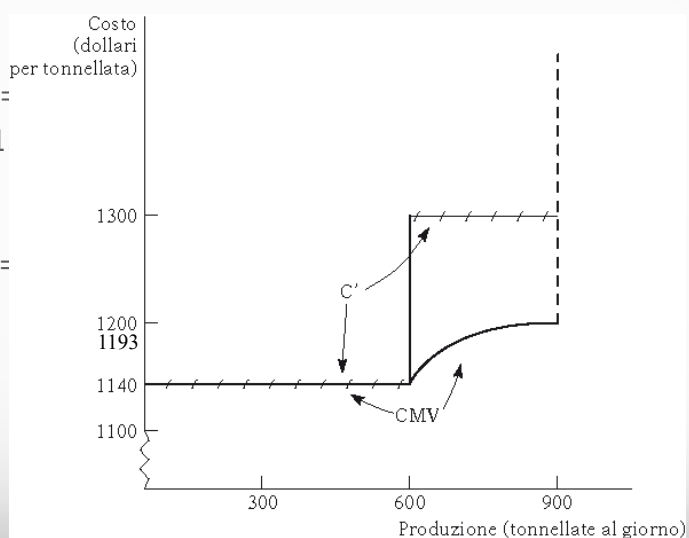
Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

251

251

• $CV = 1$

$CMV =$

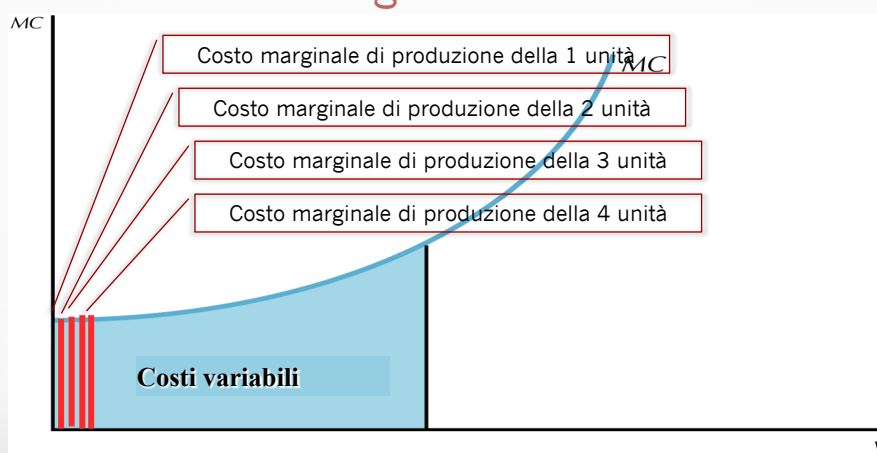


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

252

252

Costo marginale e costi variabili



L'area al di sotto della curva del costo marginale (MC) rappresenta i costi variabili. La curva MC misura il costo di produzione di ciascuna unità addizionale di output. Sommando tutti questi costi si ottengono i costi totali di produzione *esclusi i costi fissi*

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

253

253

Costi marginali e costi variabili

Poiché

$$c_v(y) = [c_v(y) - c_v(y-1)] + [c_v(y-1) - c_v(y-2)] + \dots + [c_v(1) - c_v(0)]$$

... ciascun termine di tale somma corrisponde al costo marginale di ogni output

$$c_v(y) = MC(y-1) + MC(y-2) + \dots + MC(0)$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

254

254

La **funzione di costo** rappresenta il costo minimo per produrre una data quantità di output

La **funzione di costo di breve periodo** rappresenta il costo minimo per produrre una data quantità di output variando l'impiego dei soli fattori variabili

La **funzione di costo di lungo periodo** rappresenta il costo minimo per produrre una data quantità di output variando l'impiego di tutti i fattori produttivi

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

256

256

Relazione tra la funzione di costo di breve e lungo periodo

Se w_1 e w_2 sono fissi le domande dei fattori di lungo periodo sono date da

$$\begin{aligned}x_1 &= x_1(w_1, w_2, y) = x_1(y) \\x_2 &= x_2(w_1, w_2, y) = x_2(y) \\C(y) &= w_1 x_1(y) + w_2 x_2(y)\end{aligned}$$

La funzione di costo di lungo periodo può anche essere scritta come:

$$C(y) = C_s(y; x_2(y))$$

Ovvero i costi minimi, nel caso in cui tutti i fattori siano variabili, corrispondono al costo minimo sostenuto se il fattore 2 è fisso in corrispondenza del livello che minimizza i costi di lungo periodo

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuccchiella, PhD

258

258

Relazione di AC nel LP e BP

- Scegliamo y^* e sia $k^* = k(y^*)$ la dimensione ottima dell'impianto per il livello di output y^* . La funzione di costo di breve periodo per un impianto di dimensione k^* sarà $C_s(y; k^*)$
- mentre quella di lungo periodo sarà

$$C(y) = C_s(y; k(y))$$

Il costo di breve periodo per produrre y deve essere almeno altrettanto grande del costo di lungo periodo per lo stesso output

$$c(y) \leq c_s(y, k^*)$$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

260

260

- Solo se $y=y^*$ allora

$$C(y^*) = C_s(y^*; k(y^*)) = C_s(y^*; k^*)$$

quindi in corrispondenza di y^* la scelta ottima della dimensione dell'impianto è k^* e i costi di breve periodo e lungo periodo coincideranno;

- se il costo di breve periodo è sempre maggiore del costo di lungo periodo, ciò significa che i costi medi di breve e lungo periodo godranno della stessa proprietà, quindi:

$$AC(y) \leq AC_s(y; k^*)$$

$$AC(y^*) = AC_s(y^*; k^*)$$

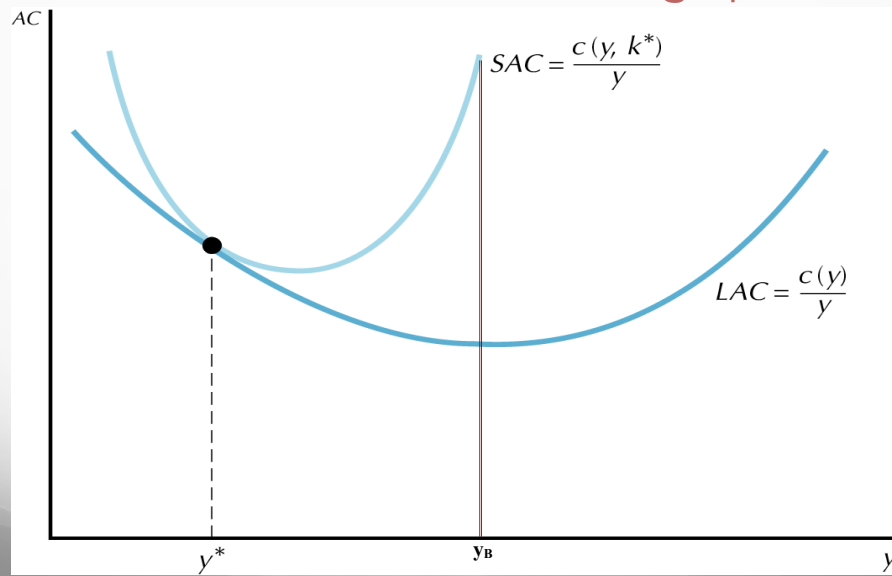
Questo implica che la curva del costo medio di breve periodo giace sempre al di sopra della curva di costo medio di lungo periodo e che esse coincidono per il solo livello di output y^* e quindi la curva del costo medio di breve periodo deve essere tangente alla curva del costo medio di lungo periodo per $y = y^*$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

261

261

Costi medi di breve e di lungo periodo

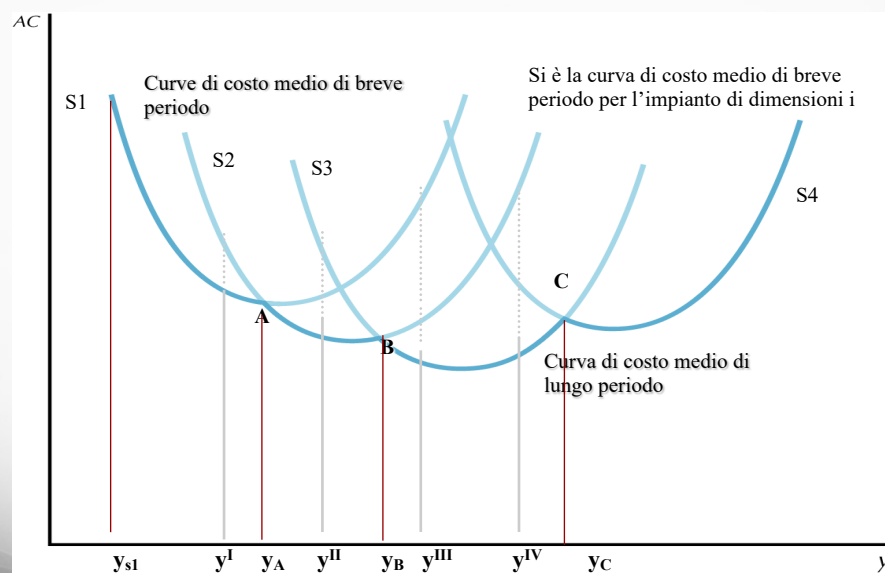


Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

262

262

Livelli discreti di dimensione dell'impianto



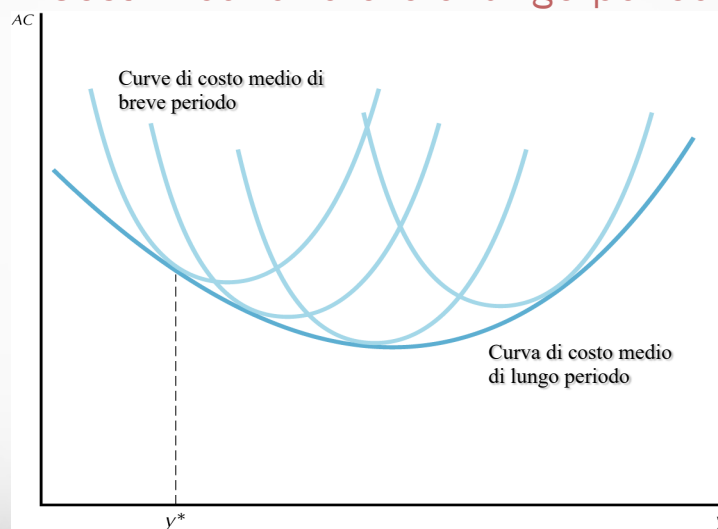
La curva del costo medio di lungo periodo è $S1ABCS4$

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

263

263

Costi medi di breve e lungo periodo



La curva del costo medio di lungo periodo è l'involuppo delle curve di costo medio di breve periodo

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

264

264

Caso di infinite dimensioni possibili

Nel caso in cui avessimo infinite dimensioni dell'impianto la curva del costo medio di lungo periodo deve essere tangente alle curve di costo medio di breve periodo nel punto in cui gli impianti ai quali esse si riferiscono sono a livelli di produzione ottimali.

La curva di costo medio di lungo periodo LL' è l'**involuppo** di quelle di breve periodo, in particolare, la curva di costo medio di lungo periodo:

1. nel tratto in cui è decrescente sarà tangente alle curve di breve periodo a sinistra del punto di minimo;
2. nel tratto in cui è crescente sarà tangente alle curve di breve periodo a destra del punto di minimo.

Perché le curve di costo di breve e lungo periodo hanno una forma ad U?

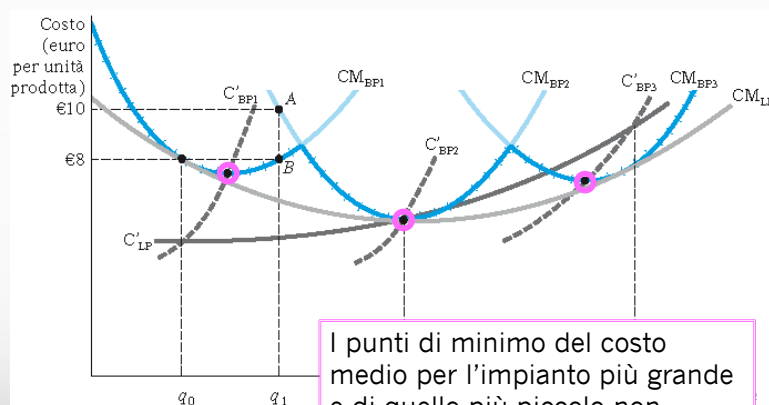
1. Bassi livelli produzione → economie di scala
2. Elevati livelli produzione → diseconomie di scala

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

265

265

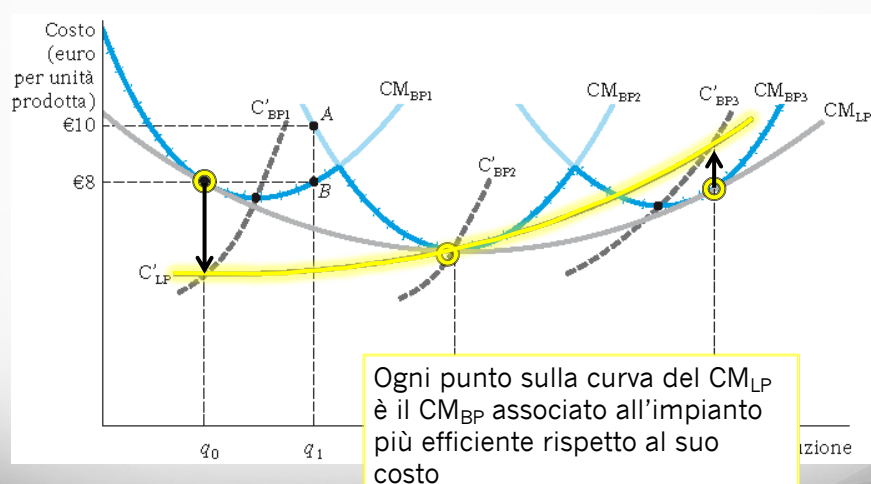
Costi di breve e lungo periodo



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuochiella, PhD

266

266



Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuochiella, PhD

267

267

Le curve di costo ed il ricavo

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuochiella, PhD

270

270

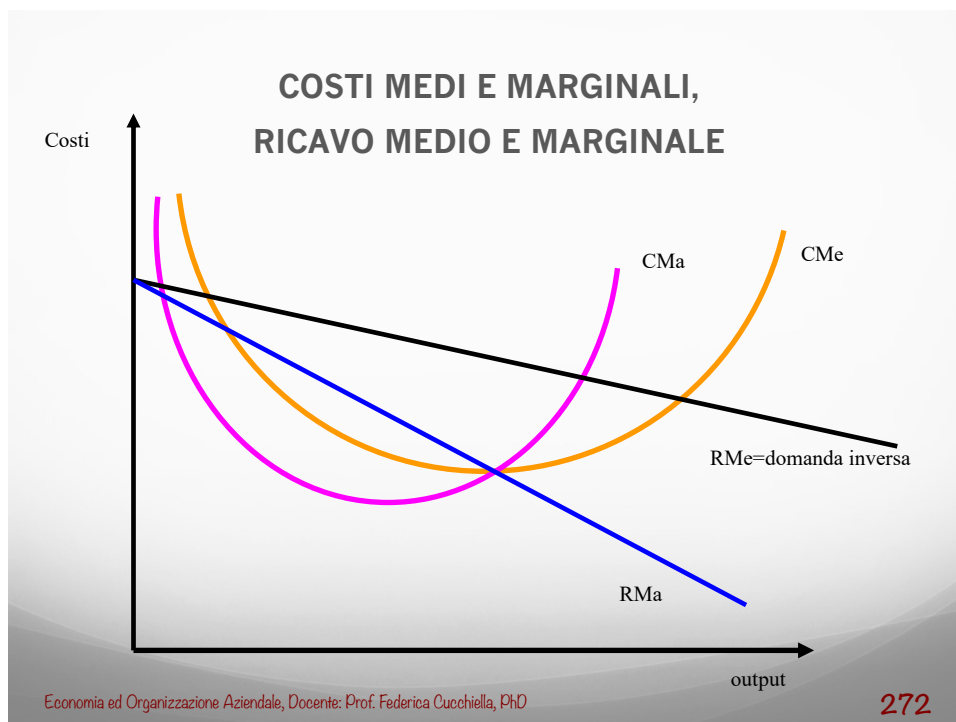
I costi ed i ricavi

- Sovrapponiamo ora le funzioni del ricavo medio e marginale alle funzioni del costo medio e marginale.
- Consideriamo il caso tradizionale in cui *si fissa un prezzo per unità costante e si lascia ai clienti la scelta della quantità*.
- Pertanto il *ricavo medio* o $RMe(y) = RT(y)/y$ corrisponde esattamente alla funzione di domanda inversa

Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cuochiella, PhD

271

271



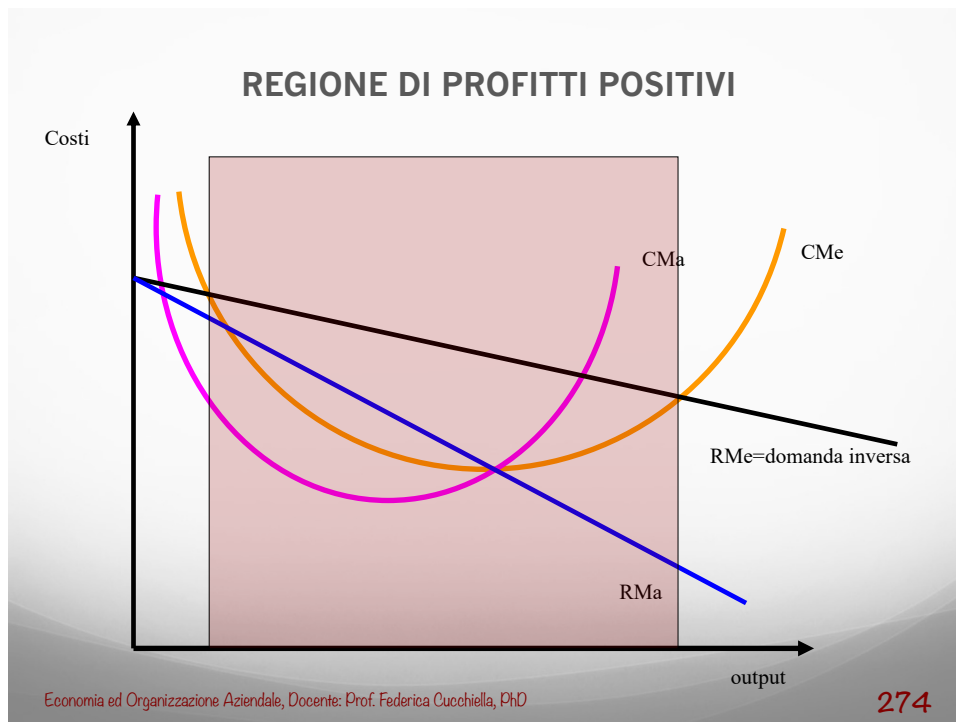
272

- **COSTI MEDI E MARGINALI,
RICAVO MEDIO E MARGINALE**
- per quali livelli di produzione y il profitto dell'impresa è positivo?
- E per quali livelli di produzione y il profitto è crescente?
- 1. il profitto è positivo ogniqualvolta il ricavo medio (la domanda inversa) supera il costo medio;
- 2. il profitto è crescente ogniqualvolta il ricavo marginale supera il costo marginale.

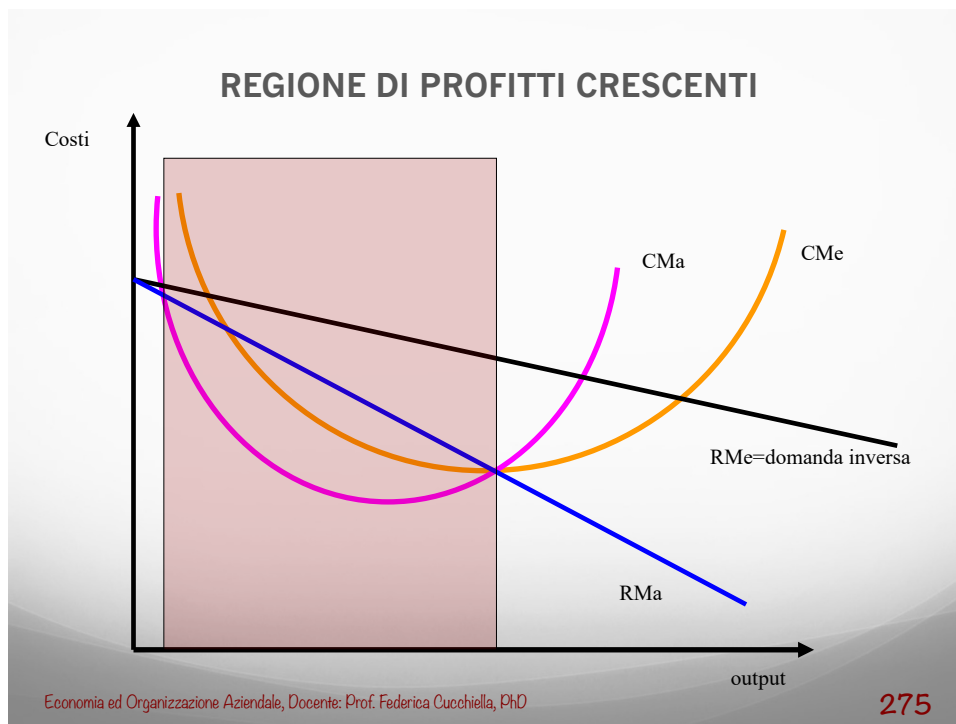
Economia ed Organizzazione Aziendale, Docente: Prof. Federica Cucchiella, PhD

273

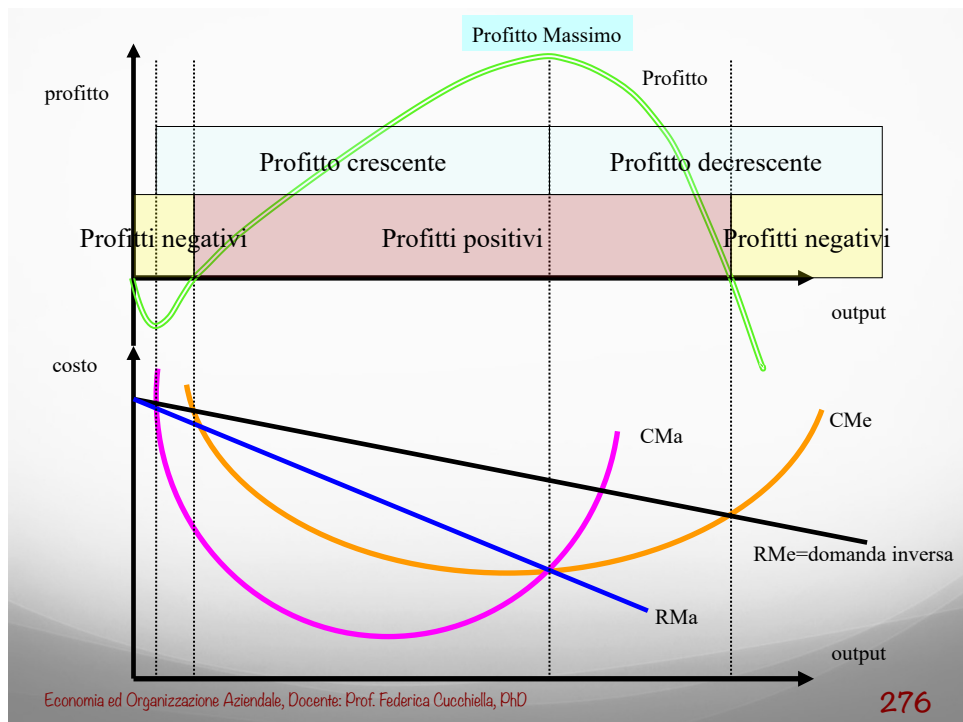
273



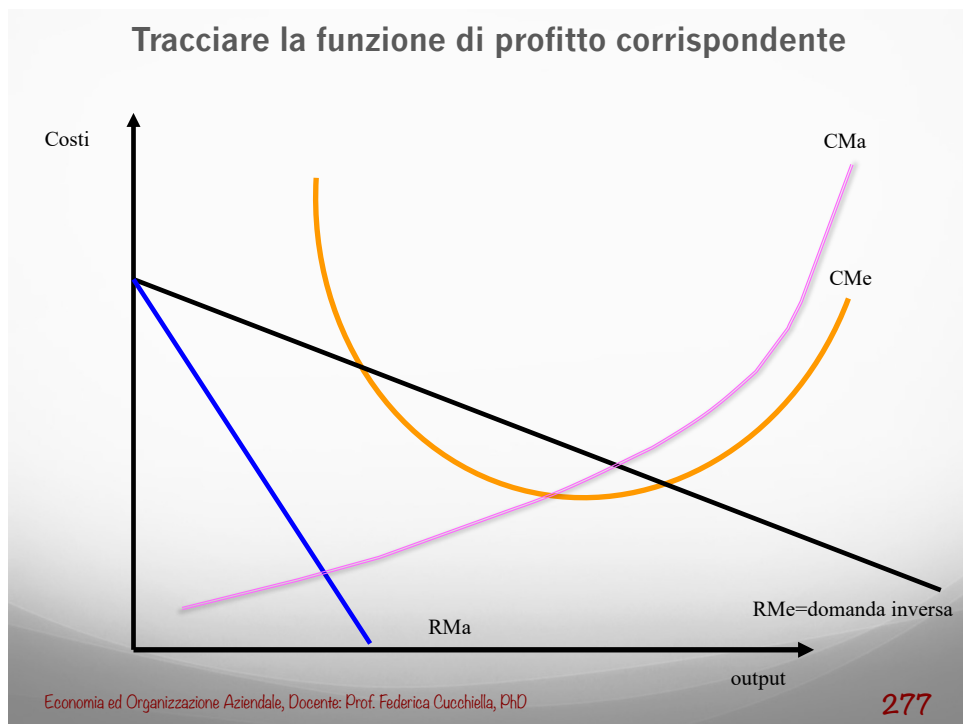
274



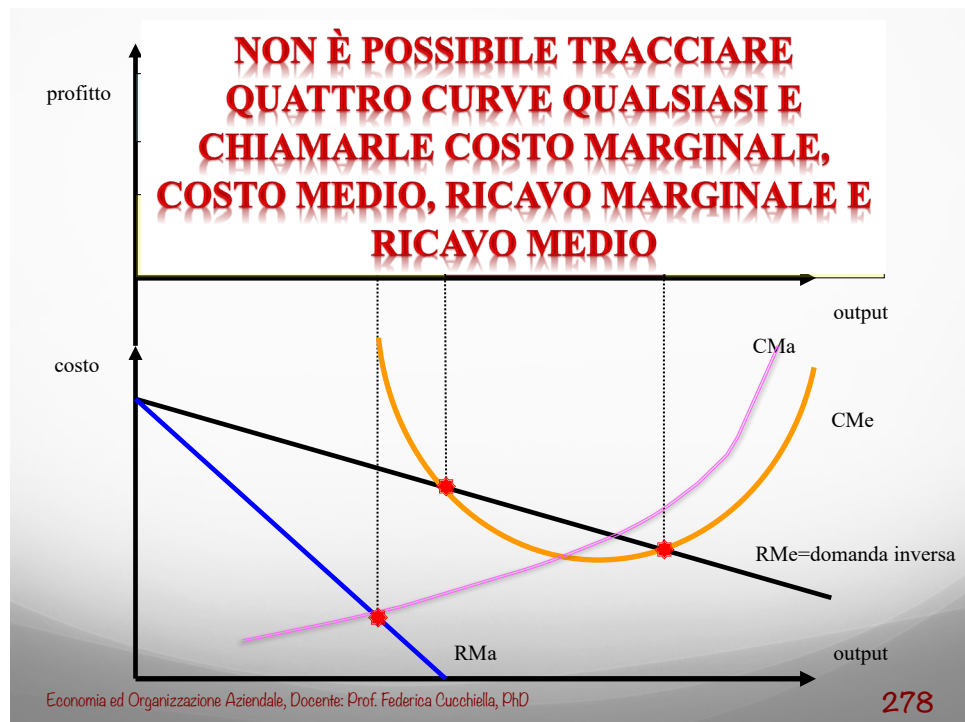
275



276



277



278