



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile
Corso di Valutazione Economica dei Piani e Progetti

VALUTAZIONE DI SUPPORTO PER
L'INDIVIDUAZIONE DELLA SOLUZIONE
DOMINANTE MEDIANTE ANALISI
MULTI-ATTRIBUTO PER L'ESPANSIONE
DELL'AZIENDA SANPOLESE P.G. SRL

Professore:
Prof. Paolo Rosato

Studente:
Francesca Tintinaglia

Anno accademico 2020-2021

Sommario

1.	L'analisi multi-attributo.....	5
2.	La definizione del problema.....	5
3.	Identificazione delle alternative.....	6
4.	L'analisi tecnico-economica delle alternative (A)	7
5.	La valutazione degli attributi.....	8
6.	La matrice di valutazione (A _{xa})	11
7.	L'eliminazione delle alternative dominate.....	11
8.	L'ordinamento delle alternative non-domite	11
8.1.	La stima del vettore dei pesi – Metodo del confronto a coppie.....	12
8.1.1.	Il confronto a coppie: la verifica delle valutazioni	12
8.1.2.	Valutazione finale – Metodo del confronto a coppie	13
8.2.	La stima del vettore dei pesi – Metodo “Simo” dell'ordinamento	15
9.	Il metodo ELECTRE	17
9.1.	La matrice di valutazione ed il vettore dei pesi	17
9.2.	La matrice di concordanza (A _{xA}).....	17
9.3.	La matrice di discordanza (A _{xA}).....	19
9.4.	La soglia di concordanza minima e discordanza massima	21
9.5.	Calcolo delle matrici di discordanza.....	21
9.6.	Individuazione delle relazioni di surclassamento	23
10.	Conclusioni.....	24

1. L'analisi multi-attributo

Di seguito verrà implementata l'analisi multi-attributo per ordinare scelte alternative (A) predefinite coerentemente con la scelta del decisore.

L'analisi sarà strutturata come segue.

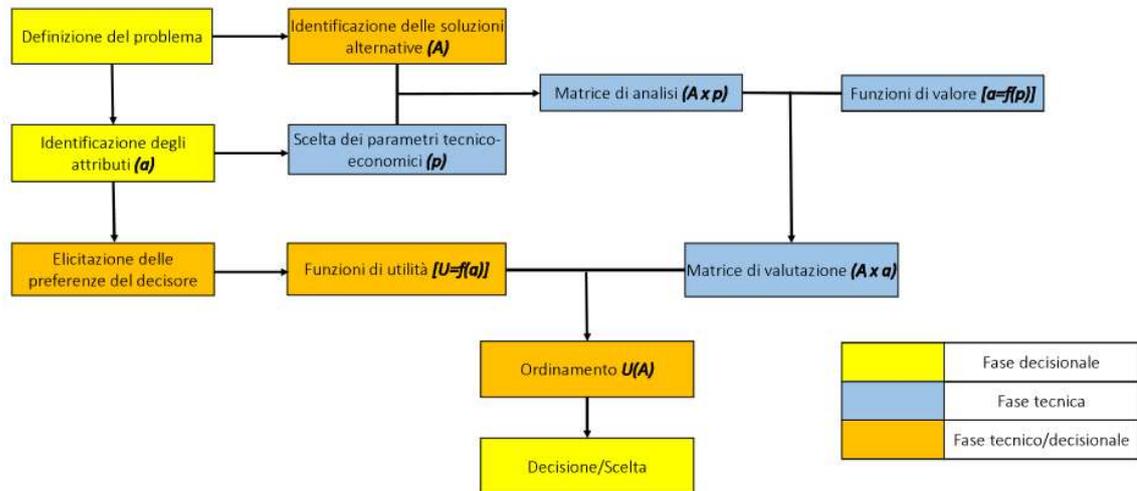


Figura 1: Struttura dell'analisi multi-attributo

Come viene esposto dal diagramma precedente, nell'analisi di questa relazione si partirà dal problema che il decisore deve risolvere. La definizione del problema permette di tracciare la cornice normativa e tecnologica che serve a individuare le alternative e consente di chiarire gli obiettivi perseguiti con le soluzioni che verranno sviluppate successivamente. Si passa quindi all'identificazione delle alternative, ossia l'insieme delle opzioni all'interno del quale va ricercata la soluzione preferibile. Queste alternative verranno poi valutate dal punto di vista tecnico-economico individuandone tutte le implicazioni su questo piano (implicazioni tecniche, economiche e sociali).

Attraverso la procedura vera e propria di analisi si verrà quindi a determinare quale sia, tra le alternative considerate, quella di maggiore rilevanza, quella preferibile in base agli attributi considerati.

Di seguito si riporteranno le varie fasi dell'analisi.

2. La definizione del problema

L'azienda P.G. Srl, sita nel comune di San Polo di Piave (TV), a fronte di un aumento nel carico di lavoro e del fatturato, nonostante la pandemia in corso, sta ragionando su come poter ampliare l'azienda per colmare la necessità di maggiore spazio necessario all'introduzione delle nuove commesse.

3. Identificazione delle alternative

A fronte della necessità di ampliare lo spazio a disposizione dell'azienda e poter inserire le nuove lavorazioni, l'azienda P.G. prende in considerazione le seguenti tre alternative.

- Acquisto di un ulteriore capannone rispetto alla sede attuale sita in San Polo di Piave, ubicato in Cimadolmo (TV), comune limitrofo. Il capannone in questione situato in via Francesco Baracca e dista 3,5km dall'ubicazione attuale. Consta di circa 5000 mq, adibiti a capannone e uffici finemente rifiniti e di rappresentanza. Quest'alternativa prevede l'acquisto di questo capannone con il mantenimento di quello già utilizzato e la movimentazione giornaliera di materiale e dipendenti.



Figura 2: Sede di Cimadolmo e sede attuale

- Acquisto di un nuovo capannone nel comune di Codognè, con trasloco completo dei macchinari e dismissione di quello esistente. Questa sede consta di 8000mq adibiti a capannone, uffici e mensa dipendenti ma non è fornito come il precedente da tutti gli impianti utili per le lavorazioni. La distanza tra la sede attuale e quella appena identificata è di circa 13km che si traduce in 20 minuti di tragitto in auto. Quest'alternativa prevede la dismissione del capannone attuale e il trasloco e l'adeguamento di questa nuova sede.

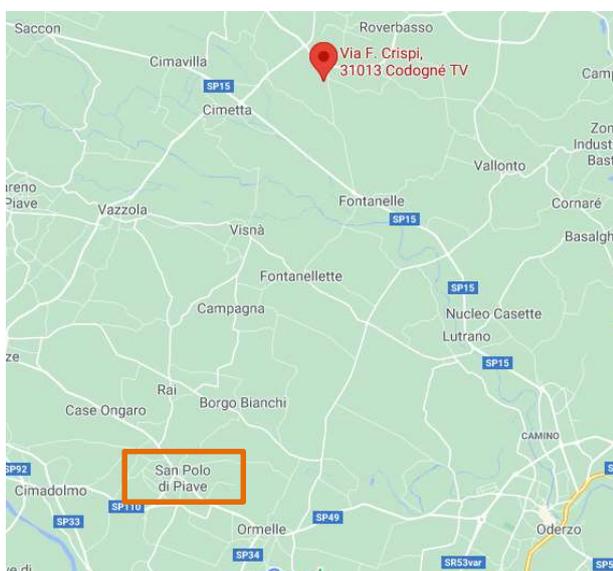


Figura 3: Sede di Codognè e sede attuale

- Acquisto dell'area edificabile limitrofa a quella esistente e conseguente costruzione di un'altra porzione di capannone industriale di metrature dello stesso ordine di grandezza di quelle della sede attuale. Eliminazione delle mura di separazione tra i due lotti e creazione di un collegamento tra i due stabili. Quest'alternativa non prevede la movimentazione di macchinari ma la costruzione di un fabbricato di circa 2500mq. Con la sede attuale, che rimarrebbe attiva, si otterrebbe una metratura di circa 5000mq.

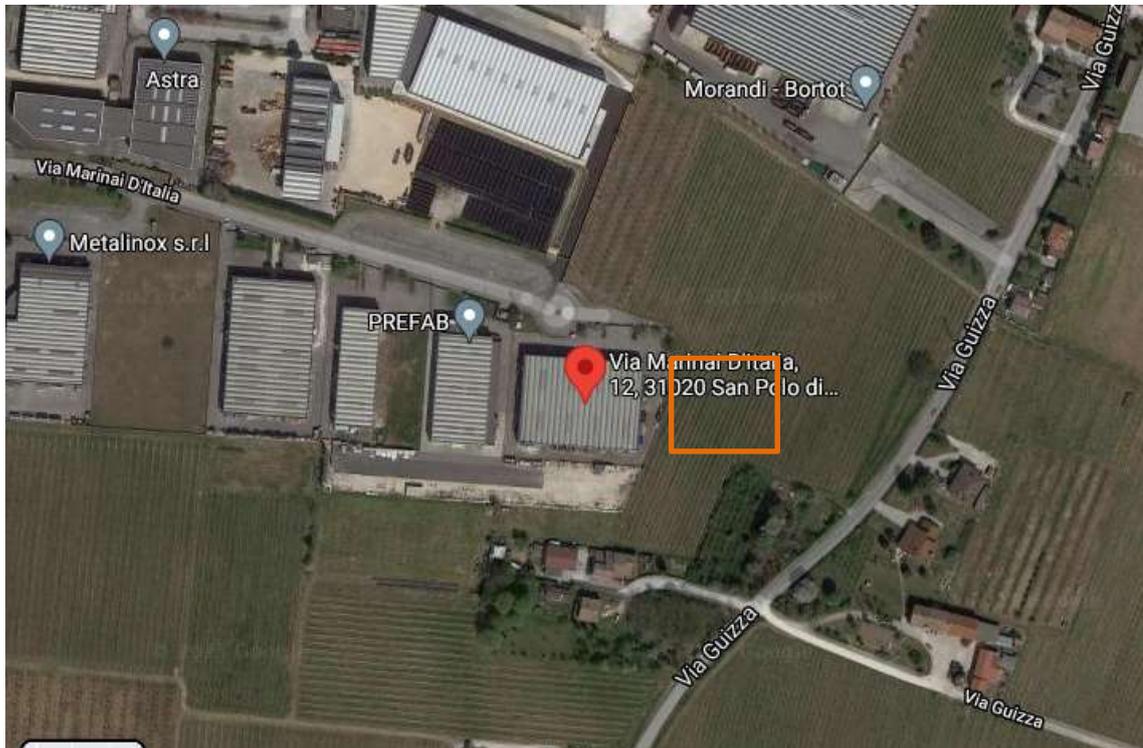


Figura 4: Sede attuale e lotto adiacente

Non si contempla tra le alternative, l'alternativa zero, in quanto l'obiettivo di ingrandire gli spazi è una necessità a cui si deve far fronte per riuscire a portare a termine tutte le lavorazioni che rientrano nel planning dell'anno a venire.

4. L'analisi tecnico-economica delle alternative (A)

Durante questa fase, si individuano tutte le implicazioni tecniche, economiche e sociali delle alternative selezionate. La caratterizzazione delle alternative è effettuata rispetto ad un insieme di parametri tecnico-economici (p) valutati da esperti. Questi parametri permettono di descrivere esaurientemente gli effetti delle alternative e poter poi stimare gli attributi (a).

Per descrivere nel modo più completo le alternative presentate nel paragrafo precedente, si è tenuto conto dei seguenti cinque attributi:

- Costi di compravendita/costruzione: costi di acquisto delle nuove aree o costo di costruzione per l'area adiacente a quella esistente;

- Costi di sistemazione: costi relativi alla movimentazione dei macchinari del trasloco unico o movimentazione macchinari giornalieri o puntuali;
- Onerosità: in termini di logistica;
- Opinione dei dipendenti: relativamente allo spostamento o meno dalla sede attuale in relazione alla distanza, alla presenza o meno della mensa nella sede di lavoro e spostamenti giornalieri;
- Tempistiche: di compravendita o di realizzazione dell'opera e sistemazione della sede di lavoro sia a livello di impianti, sia in termini di movimentazione di materiali.

Di seguito si riporta la tabella esplicativa dei parametri appena esposti e i relativi valori. Tale tabella è detta matrice di analisi (Axp) e rappresenta il compendio organizzato di tutte le informazioni caratterizzanti le alternative (A) rispetto al set di parametri tecnico-economici selezionati (p).

Si hanno 3 parametri cardinali e 2 parametri ordinali.

		Alternative		
		COD	CIM	SDP
Parametri	Costi di compravendita/costruzione	€ 1.900.000,00	€ 3.000.000,00	€ 2.200.000,00
	Costi di sistemazione	€ 750.000,00	€ 178.000,00	€ 30.000,00
	Onerosità	consistente	media	limitata
	Opinione dipendenti	pessima	media	ottima
	Tempistiche	6	3	18

Tabella 1: Matrice di Analisi (Axp)

5. La valutazione degli attributi

Consiste nella trasformazione delle prestazioni delle alternative rispetto ai parametri (p) nelle prestazioni rispetto agli attributi (a).

Per fare ciò ci si avvale di funzioni di valore [$a=f(p)$] che trasformano, sintetizzano e normalizzano i parametri, espressi con varie metriche e modalità, in attributi espressi con la medesima scala di valore.

Viene identificata una funzione di valore specifica per ogni attributo.

1) Costi di compravendita/costruzione: parametro cardinale:

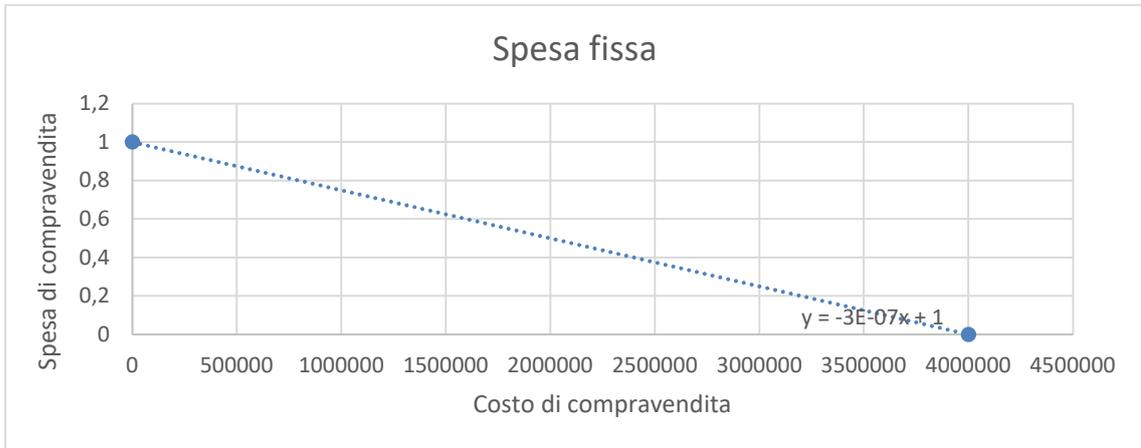


Figura 5: Funzione di valore per il costo di compravendita/costruzione

2) Costi di sistemazione: parametro cardinale:

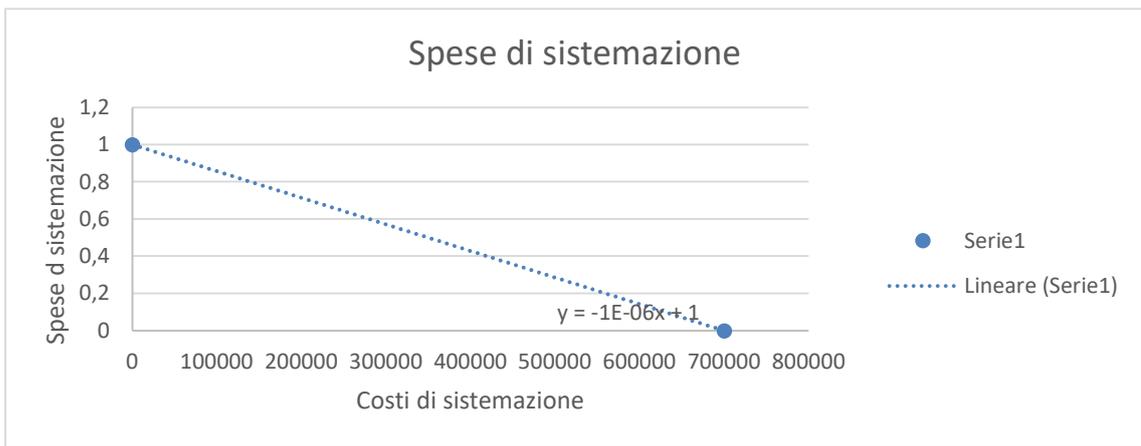


Figura 6: Funzione di valore per i costi di sistemazione

3) Onerosità: parametro ordinale:

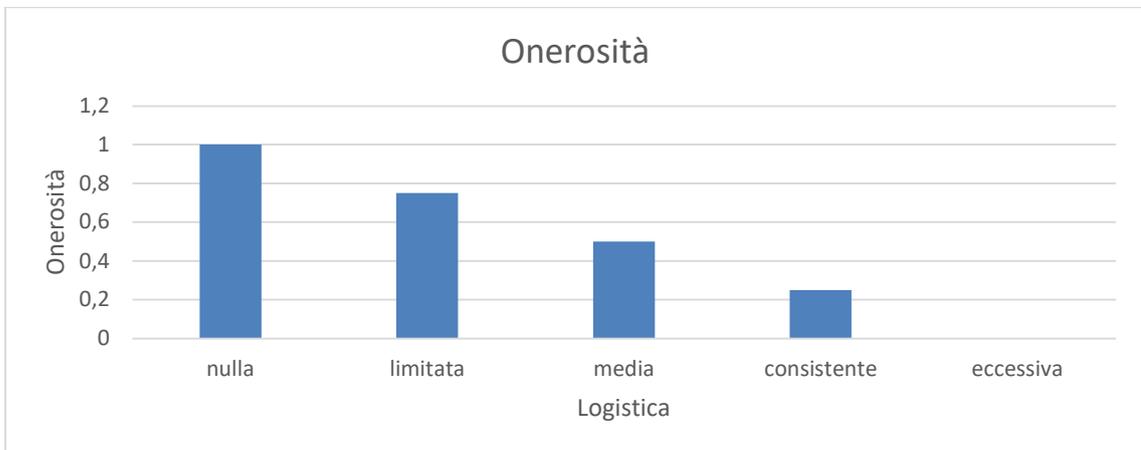


Figura 7: Funzione di valore per l'onerosità

4) Opinione dei dipendenti: parametro ordinale:

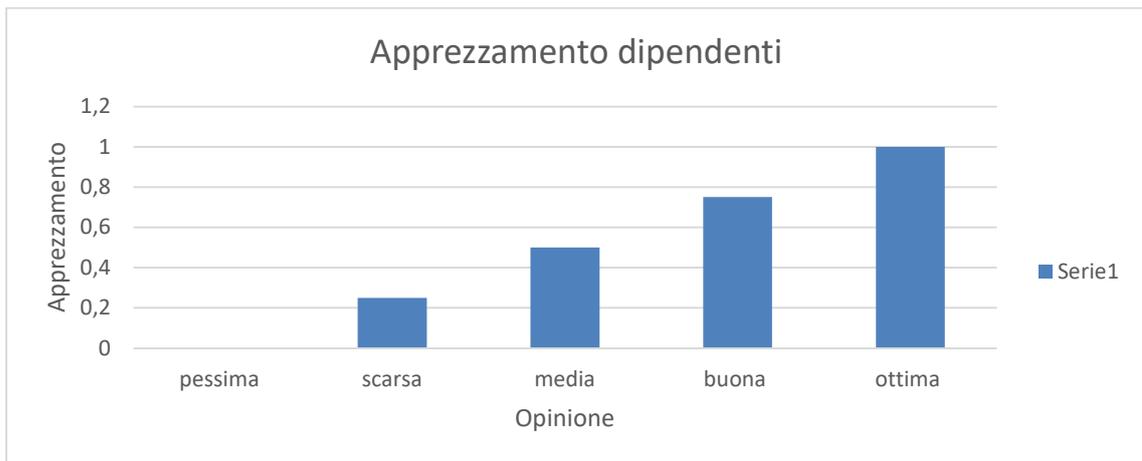


Figura 8: Funzione di valore per l'apprezzamento dipendenti

5) Durata: parametro cardinale:

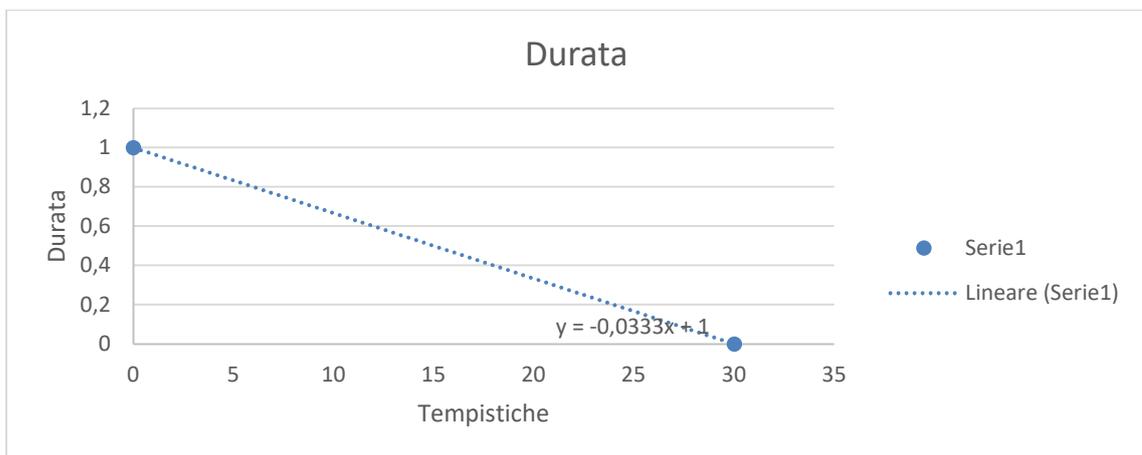


Figura 9: Funzione di valore per la durata

6. La matrice di valutazione (Axa)

Con le informazioni trovate dalle funzioni di valore si arriva a determinare la matrice di valutazione (Axa) che rappresenta il compendio organizzato di tutte le informazioni caratterizzanti le alternative (A) rispetto al set di attributi (a).

		Alternative		
		COD	CIM	SDP
Attributi	Spesa di compravendita	0,43	0,1	0,34
	Spese di sistemazione	0,25	0,822	0,97
	Logistica	0,25	0,5	0,75
	Apprezzamento dipendenti	0	0,5	1
	Durata	0,8002	0,9001	0,4006

Tabella 2: Matrice di valutazione (Axa)

7. L'eliminazione delle alternative dominate

La matrice di valutazione appena presentata non contiene informazioni utili per poter eliminare alcune delle alternative scelte. Nessuna alternativa domina in senso pareto rispetto alle altre.

8. L'ordinamento delle alternative non-dominate

L'ordinamento delle alternative non-dominate richiede l'assunzione di una procedura in grado di riassumere le preferenze del decisore. Questi ordinamenti avvengono attraverso l'utilizzo di funzioni di utilità di tipo lineare e additiva. L'utilità associata a una certa alternativa (j) sarà data dalla seguente relazione:

$$U_j = f(a_{ij}) = \sum_{i=1}^h w_i a_{ij}$$

Dove,

a_{ij} rappresenta l'attributo i , rispetto all'alternativa j ;

w_i rappresenta il peso del corrispondente attributo i .

A questo punto è quindi necessario stimare il vettore dei pesi w_i . Per fare ciò di seguito sono stati utilizzati due diverse metodologie.

- Metodo del confronto a coppie;
- Metodo di ordinamento – Simo.

8.1. La stima del vettore dei pesi – Metodo del confronto a coppie

Il metodo del confronto a coppie viene effettuato utilizzando una matrice quadrata (axa) con un numero di righe e di colonne pari al numero degli attributi. In ogni casella della matrice viene riportato il giudizio verbale di importanza dell'attributo posto sulla riga rispetto all'attributo posto sulla colonna. Inizialmente vengono dati giudizi verbali che possono essere trasformati in valori numerici attraverso la scala codificata da Saaty. Si trova quindi la matrice numerica del confronto a coppie, che nel caso in esame è la seguente.

Attributi	Spesa di compravendita	Spese di sistemazione	Logistica	Apprezzamento dipendenti	Durata
Spesa di compravendita	1,00	3,00	5,00	7,00	5,00
Spese di sistemazione	0,33	1,00	3,00	5,00	3,00
Logistica	0,20	0,33	1,00	5,00	3,00
Apprezzamento dipendenti	0,14	0,20	0,20	1,00	0,20
Durata	0,20	0,33	0,33	5,00	1,00

Tabella 3: Matrice del confronto a coppie - Matrice numerica

8.1.1. Il confronto a coppie: la verifica delle valutazioni

Prima di procedere con l'analisi è necessario verificare che i giudizi inseriti nella matrice siano sufficientemente consistenti. I giudizi risultano logicamente consistenti se rispettano l'assioma della transitività. Per valutare il grado di inconsistenza di una matrice di confronto a coppie, si calcolano l'indice di inconsistenza e l'indice di casualità. Per fare ciò, con la componente aggiuntiva di Excel MATRIX.XLA, si calcola l'autovalore massimo relativo alla matrice di confronto a coppie. In questo modo si possono trovare i valori degli indici seguenti.

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{4,24 - 5}{5 - 1} = 0,109$$

Dove,

λ_{max} rappresenta l'autovalore massimo della matrice del confronto a coppie;

n rappresenta il numero degli attributi considerati.

$$R.I. = \frac{C.I.}{C.I.(random)(5)} = \frac{0,109}{1,1} = 0,098 < 0,1$$

Dove,

$C.I. (random)$ è pari alla media dei $C.I.$ calcolati a partire da matrici di grado n con valutazioni casuali. Per $n=5$ come nel nostro caso si ha $C.I. (random) = 1.1$

A questo punto sempre utilizzando il componente aggiuntiva di Excel MATRIX.XLA, si calcola la matrice degli autovettori principali. Noti gli autovettori, il vettore dei pesi si ottiene normalizzando rispetto alla somma dei valori degli autovettori, come riportato di seguito.

Matrice autovalori		Autovettore principale			Vettore pesi
-0,266	0,271	0,854			0,487
-0,266	-0,271	0,418			0,239
0,048	1,508	0,253			0,144
0,048	-1,508	0,065			0,037
5,436	0	0,162			0,093
Consistent index	0,109		Somma	1,754	1
Random index	0,098	VERIFICATO		Verifica	1

Tabella 4: Determinazione del vettore dei pesi con il metodo del confronto a coppie

8.1.2. Valutazione finale – Metodo del confronto a coppie

Riassumendo i dati trovati finora, otteniamo quanto segue.

		Alternative			Vettore Pesì
		COD	CIM	SDP	
Attributi	Spesa di compravendita	0,43	0,1	0,34	0,487
	spese di sistemazione	0,25	0,822	0,97	0,239
	Logistica	0,25	0,5	0,75	0,144
	Apprezzamento dipendenti	0	0,5	1	0,037
	Durata	0,8002	0,9001	0,4006	0,093

Dal vettore dei pesi ottenuto è possibile, moltiplicando la matrice numerica del confronto a coppie e il vettore dei pesi ottenere la matrice finale che mi permette di ordinare le alternative.

		Alternative		
		COD	CIM	SDP
Attributi	Spesa di compravendita	0,209474906	0,048715	0,165631321
	Spese di sistemazione	0,05968166	0,196233	0,231564839
	Logistica	0,036095521	0,072191	0,108286563
	Apprezzamento dipendenti	0	0,018568	0,037135071
	Durata	0,07410273	0,083354	0,037097668
	Somma	0,379354817	0,419061	0,579715462
	Ordinamento	3	2	1

Tabella 5: Ordinamento delle alternative con il metodo del confronto a coppie

8.2. La stima del vettore dei pesi – Metodo “Simo” dell’ordinamento

Il metodo Simo si fonda sull’ordinamento degli attributi, crescente per importanza, e sull’assegnazione di un punteggio a seconda della posizione dell’ordinamento. Si procede ordinando gli attributi dal meno importante al più importante, con la possibilità di ex equo. Inoltre, si inseriscono le “blank cards” per rappresentare dei salti di importanza maggiori fra attributi. Per il caso in esame si considera il seguente ordinamento.

Attributi	Punteggio	Punteggio ricalcolato pz	Pesi normalizzati	Vettore pesi CaC
Apprezzamento dipendenti	1,000	1,000	0,075	0,037
Durata	2,000	1,750	0,132	0,093
Logistica	3,000	2,500	0,189	0,144
Spese di sistemazione	5,000	4,000	0,302	0,239
Spesa di compravendita	5,000	4,000	0,302	0,487
Somma		13,250	1,000	
		Verifica	1,000	

Tabella 6: Ordinamento con il metodo Simo

Si assume un rapporto (z) di importanza fra l’attributo più importante e quello meno importante. Nel caso in esame si considera un rapporto di importanza pari a 4 e si procede a trasformare i valori dei punteggi p nei valori p_z .

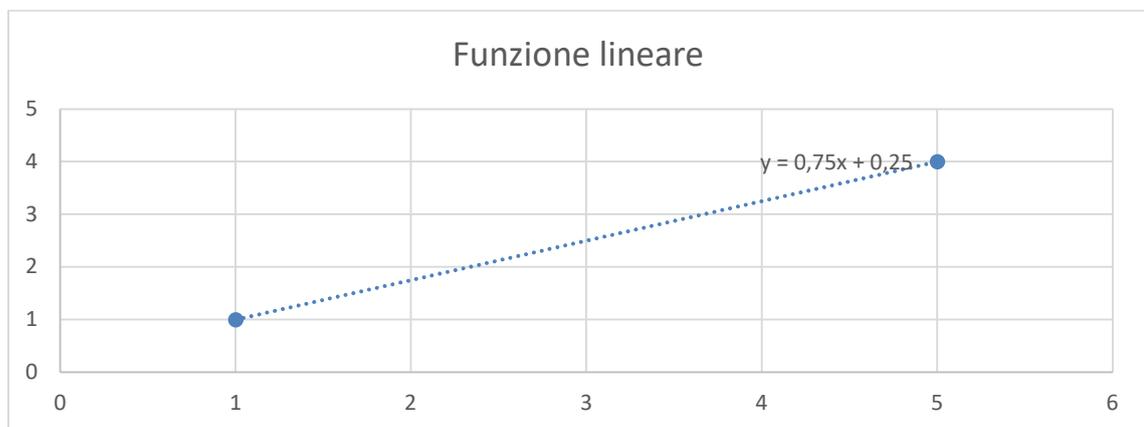


Figura 5: Funzione lineare per la conversione di p in p_z

Si ottiene quindi il valore di p espresso attraverso la cardinalità. I risultati della determinazione del vettore dei pesi con il metodo di Simo sono riportati nella tabella seguente.

		Alternative			Vettore dei pesi Simo
		COD	CIM	SDP	
Attributi	Spesa di compravendita	0,43	0,1	0,34	0,3019
	spese di sistemazione	0,25	0,822	0,97	0,3019
	Logistica	0,25	0,5	0,75	0,1887
	Apprezzamento dipendenti	0	0,5	1	0,0755
	Durata	0,8002	0,9001	0,4006	0,1321

Tabella 7: Vettore dei pesi con il metodo Simo

Con il vettore dei pesi appena determinato si determina la matrice finale e si può quindi determinare l'ordinamento finale delle alternative.

		Alternative		
		COD	CIM	SDP
Attributi	Spesa di compravendita	0,130	0,030	0,103
	spese di sistemazione	0,075	0,248	0,293
	Logistica	0,047	0,094	0,142
	Apprezzamento dipendenti	0	0,038	0,075
	Durata	0,106	0,119	0,053
	Somma	0,358	0,529	0,665
	Ordinamento	3	2	1

Tabella 8: Ordinamento delle alternative con il metodo Simo

9. Il metodo ELECTRE

Il metodo ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la Réalité) è in realtà una famiglia di metodi che cerca di riprodurre fedelmente le modalità con cui la decisione avviene nella realtà. Si distingue dall'approccio utilizzato precedentemente dell'ordinamento delle scelte non dominate con l'utilizzo di una funzione di utilità lineare e additiva. In questo caso si valutano i fattori che non si oppongono al fatto che un'alternativa possa essere preferibile ad un'altra (analisi di concordanza) e i fattori che si oppongono al fatto che un'alternativa possa essere preferibile ad un'altra (analisi di discordanza). Con il metodo ELECTRE è possibile evidenziare le relazioni di surclassamento tra coppie di alternative, basandosi su soglie definite dal valutatore per concordanza e discordanza.

Facendo riferimento alla prima versione proposta del metodo ELECTRE, si seguiranno le seguenti fasi.

- 1) Compilazione della matrice di valutazione;
- 2) Stima del vettore dei pesi;
- 3) Calcolo della matrice di concordanza;
- 4) Calcolo della matrice di discordanza;
- 5) Definizione delle soglie di surclassamento;
- 6) Calcolo delle matrici di dominanza;
- 7) Individuazione delle relazioni di surclassamento.

9.1. La matrice di valutazione ed il vettore dei pesi

La matrice di valutazione sarà formata dalle stesse informazioni contenute nelle matrici per i metodi precedenti. Inoltre, per l'utilizzo del metodo ELECTRE nel caso in esame si partirà dal vettore dei pesi stimato con il metodo Simo.

		Alternative			Vettore pesi Simos
		COD	CIM	SDP	
Attributi	Spesa di compravendita	0,43	0,1	0,34	0,302
	Spese di sistemazione	0,25	0,822	0,97	0,302
	Logistica	0,25	0,5	0,75	0,189
	Apprezzamento dipendenti	0	0,5	1	0,075
	Durata	0,8002	0,9001	0,4006	0,132

Tabella 9: Matrice di valutazione - Vettore pesi Simo

9.2. La matrice di concordanza (AxA)

La matrice di concordanza (AxA) contiene una valutazione cardinale sul grado di consenso che si realizza scegliendo una data alternativa (riga) rispetto ad un'altra (colonna). Per il calcolo della matrice si individuano gli attributi per i quali l'alternativa scelta (riga) è preferibile a quella scartata e si sommano i pesi di questi attributi.

Attributi	Alternative		COD>CIM	Pesi	Pesi COD>CIM
	COD	CIM			
Spesa di compravendita	0,43	0,1	1	0,3019	0,301886792
Spese di sistemazione	0,25	0,822	0	0,3019	0
Logistica	0,25	0,5	0	0,1887	0
Apprezzamento dipendenti	0	0,5	0	0,0755	0
Durata	0,8002	0,9001	0	0,1321	0
Ic COD vs CIM =					0,301886792

Tabella 10: Calcolo indice di concordanza COD vs CIM

Attributi	Alternative		COD>SPD	Pesi	Pesi COD>SDP
	COD	SPD			
Spesa di compravendita	0,43	0,34	1	0,3019	0,301886792
Spese di sistemazione	0,25	0,97	0	0,3019	0
Logistica	0,25	0,75	0	0,1887	0
Apprezzamento dipendenti	0	1	0	0,0755	0
Durata	0,8002	0,4006	1	0,1321	0,132075472
Ic COD vs SDP=					0,433962264

Tabella 11: Calcolo indice di concordanza COD vs SPD

Attributi	Alternative		CIM>SPD	Pesi	Pesi CIM>SDP
	CIM	SPD			
Spesa di compravendita	0,1	0,34	0	0,3019	0
Spese di sistemazione	0,822	0,97	0	0,3019	0
Logistica	0,5	0,75	0	0,1887	0
Apprezzamento dipendenti	0,5	1	0	0,0755	0
Durata	0,9001	0,4006	1	0,1321	0,132075472
Ic CIM vs SDP=					0,132075472

Tabella 12: Calcolo indice di concordanza CIM vs SPD

Dai dati appena trovati si determina la matrice di concordanza che segue.

		Alternative		
		COD	CIM	SDP
Alternative	COD		0,302	0,434
	CIM	0,698		0,132
	SDP	0,566	0,868	

Tabella 13: Matrice di concordanza

9.3. La matrice di discordanza (AxA)

La matrice di discordanza (AxA) contiene una valutazione sul grado di dissenso che si realizza scegliendo una data alternativa (riga) rispetto ad un'altra (colonna). Con il metodo ELECTRE si suppone che il disappunto non sia calcolato in maniera additiva ma sia calcolato in base all'effetto più eclatante, quindi rispetto allo scarto e al peso per cui ciò che scarto è preferibile a ciò che scelgo. Secondo Roy, fondatore di questa famiglia di metodi, il rammarico non deriva da tanti piccoli dispiaceri sommati tra loro in modo additivo, ma dal rammarico che risulta essere più eclatante. Si riportano di seguito tutte le matrici per l'individuazione degli indici di discordanza.

Attributi	Alternative		COD – CIM	Pesi	COD – CIM * p	COD – CIM * p con COD < CIM
	COD	CIM				
Spesa di compravendita	0,43	0,1	0,33	0,3019	0,099622642	0
Spese di sistemazione	0,25	0,822	0,572	0,3019	0,172679245	0,172679245
Logistica	0,25	0,5	0,25	0,1887	0,047169811	0,047169811
Apprezzamento dipendenti	0	0,5	0,5	0,0755	0,037735849	0,037735849
Durata	0,8002	0,9001	0,0999	0,1321	0,01319434	0,01319434
Max					0,172679245	0,172679245
Id COD vs CIM=						1,000

Tabella 14: Calcolo indice di discordanza COD vs CIM

Attributi	Alternative		COD – CIM	Pesi	COD – SDP * p	COD – CIM * p con COD < SDP
	COD	SDP				
Spesa di compravendita	0,43	0,34	0,09	0,3019	0,027169811	0
Spese di sistemazione	0,25	0,97	0,72	0,3019	0,217358491	0,217358491
Logistica	0,25	0,75	0,5	0,1887	0,094339623	0,094339623
Apprezzamento dipendenti	0	1	1	0,0755	0,075471698	0,075471698
Durata	0,8002	0,4006	0,3996	0,1321	0,052777358	0

Max	0,217358491	0,217358491
Id COD vs SDP=		1,000

Tabella 15: Calcolo indice di discordanza COD vs CIM

Attributi	Alternative		CIM – SDP	Pesi	CIM – SDP * p	CIM – SDP * p con CIM < SDP
	CIM	SDP				
Spesa di compravendita	0,1	0,34	0,24	0,3019	0,07245283	0,07245283
Spese di sistemazione	0,822	0,97	0,148	0,3019	0,044679245	0,044679245
Logistica	0,5	0,75	0,25	0,1887	0,047169811	0,047169811
Apprezzamento dipendenti	0,5	1	0,5	0,0755	0,037735849	0,037735849
Durata	0,9001	0,4006	0,4995	0,1321	0,065971698	0
Max					0,07245283	0,07245283
Id CIM vs SDP=						1,000

Tabella 16: Calcolo indice di discordanza CIM vs SDP

Attributi	Alternative		CIM – COD	Pesi	CIM – COD * p	CIM – COD * p con CIM < COD
	CIM	COD				
Spesa di compravendita	0,1	0,43	0,33	0,3019	0,099622642	0,099622642
Spese di sistemazione	0,822	0,25	0,572	0,3019	0,172679245	0
Logistica	0,5	0,25	0,25	0,1887	0,047169811	0
Apprezzamento dipendenti	0,5	0	0,5	0,0755	0,037735849	0
Durata	0,9001	0,8002	0,0999	0,1321	0,01319434	0
Max					0,172679245	0,099622642
Id CIM vs COD=						0,577

Tabella 17: Calcolo indice di discordanza CIM vs COD

Attributi	Alternative		SDP – COD	Pesi	SDP – COD * p	SDP – COD * p con SDP < COD
	SDP	COD				
Spesa di compravendita	0,34	0,43	0,09	0,3019	0,027169811	0,027169811
Spese di sistemazione	0,97	0,25	0,72	0,3019	0,217358491	0
Logistica	0,75	0,25	0,5	0,1887	0,094339623	0
Apprezzamento dipendenti	1	0	1	0,0755	0,075471698	0
Durata	0,4006	0,8002	0,3996	0,1321	0,052777358	0,052777358
Max					0,217358491	0,052777358
Ic SDP vs COD=						0,243

Tabella 18: Calcolo indice di discordanza SDP vs COD

Attributi	Alternative		SDP – CIM	Pesi	SDP – CIMD * p	SDP – CIM * p con SDP < CIM
	SDP	CIM				
Spesa di compravendita	0,34	0,1	0,24	0,3019	0,07245283	0
Spese di sistemazione	0,97	0,822	0,148	0,3019	0,044679245	0
Logistica	0,75	0,5	0,25	0,1887	0,047169811	0
Apprezzamento dipendenti	1	0,5	0,5	0,0755	0,037735849	0
Durata	0,4006	0,9001	0,4995	0,1321	0,065971698	0,065971698
Max					0,07245283	0,065971698
Id SDP vs CIM=						0,911

Tabella 19: Calcolo indice di discordanza SDP vs CIM

Determinati tutti gli indici di discordanza si procede a definire la matrice di discordanza come segue.

		Alternative		
		COD	CIM	SDP
Alternative	COD		1,000	1,000
	CIM	0,577		1,000
	SDP	0,243	0,911	

Tabella 20: Matrice di discordanza

9.4. La soglia di concordanza minima e discordanza massima

Una volta determinate le matrici di concordanza e discordanza, si identificano due soglie che stabiliscono la relazione di surclassamento. Per la definizione di questi due indici si procede facendo la media rispettivamente dei valori della matrice di concordanza individuando:

- Soglia di concordanza minima: Media $I_{c,medio} = 0,5$;
- Soglia di discordanza massima: Media $I_{d,medio} = 0,788$.

9.5. Calcolo delle matrici di discordanza

Si determina la matrice di dominanza nella concordanza attraverso la seguente considerazione:

$$Se I_c \geq I_{c,medio}: 1; 0 altrimenti$$

Si ottiene la seguente matrice:

		Alternative		
		COD	CIM	SDP
Alternative	COD		0	0
	CIM	1		0
	SDP	1	1	

Tabella 21: Matrice della dominanza nella concordanza

Si determina la matrice della dominanza nella discordanza attraverso la seguente considerazione:

$$Se I_d \leq I_{d,medio}: 1; 0 altrimenti$$

Si ottiene la seguente matrice:

		Alternative		
		COD	CIM	SDP
Alternative	COD		0	0
	CIM	1		0
	SDP	1	0	

Tabella 22: Matrice della dominanza nella discordanza

Si determina la matrice della dominanza aggregata attraverso la seguente considerazione:

$$(Concordanza \times Discordanza) \rightarrow 1 \text{ Domina ; } 0 \text{ Non Domina}$$

Si ottiene la seguente matrice:

		Alternative		
		COD	CIM	SDP
Alternative	COD		0	0
	CIM	1		0
	SDP	1	0	

Tabella 23: Matrice della dominanza aggregata

9.6. Individuazione delle relazioni di surclassamento

Per definire le soglie di concordanza e di discordanza si può procedere come appena visto, per surclassamento, oppure attraverso ordinamento. Questa metodologia è stata proposta da P. Nijkamp. Una volta conosciuta la matrice di concordanza e discordanza si possono calcolare i due indici aggregati come segue.

Considerando per esempio la matrice di concordanza, si sommano gli indici sia nelle righe che nelle colonne; i primi rappresentano la concordanza incassata dall'alternativa riportata sulla riga rispetto a tutte le altre alternative, i secondi non sono altro che la concordanza subita da quell'alternativa, perché incassata dalle altre alternative. La differenza tra i due termini trovati determina l'indice di concordanza aggregato. Lo stesso ragionamento si può fare anche per quanto riguarda gli indici di discordanza, identificando l'indice di discordanza aggregato per Nijkamp.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

		Alternative			Somma
		COD	CIM	SDP	
Alternative	COD	0	0,302	0,434	0,736
	CIM	0,698	0	0,132	0,830
	SDP	0,566	0,868	0	1,434
	Somma	1,264	1,170	0,566	
Ic aggregato		-0,528	-0,340	0,868	

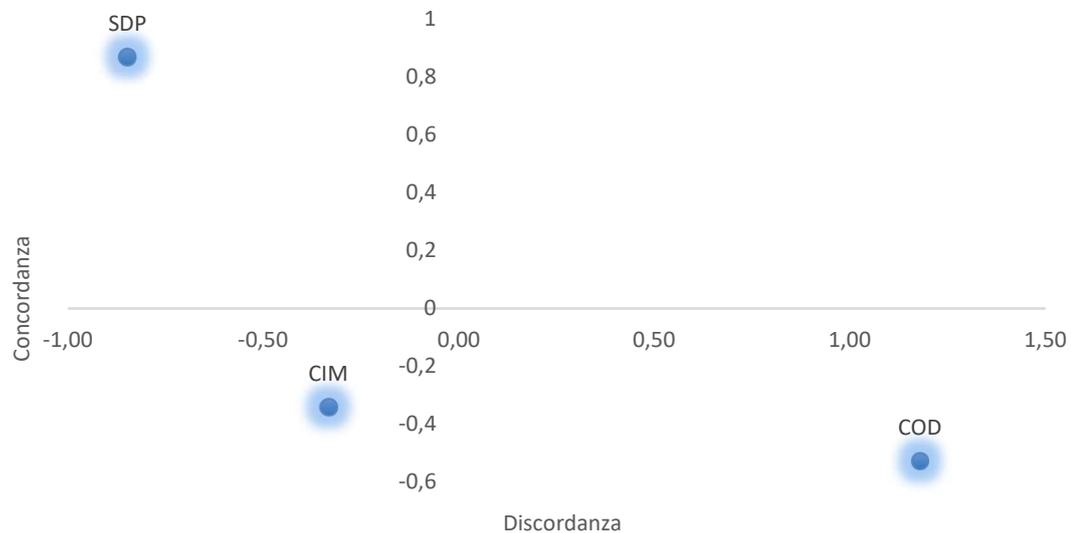
Tabella 23: Indici di concordanza aggregati

		Alternative			Somma
		COD	CIM	SDP	
Alternative	COD	0	1	1	2
	CIM	0,577	0	1	1,577
	SDP	0,243	0,911	0	1,153
	Somma	0,820	1,911	2	
Id aggregato		1,180	-0,334	-0,847	

Tabella 24: Indici di discordanza aggregati

I risultati appena determinati possono essere riportati in un grafico cartesiano con il quale si può individuare l'alternativa che in senso pareto domina le altre in termini di concordanza aggregata e dissenso generale aggregato che si sono generati.

Il confronto fra gli indici aggregati di discordanza e concordanza del caso in esame portano al seguente risultato.



Ponendo sull'ascissa la discordanza e sull'ordinata la concordanza si trova che la soluzione migliore sia in termini di concordanza, sia in termini di discordanza è l'alternativa SDP, che rappresenta il mantenimento della sede attuale e l'acquisto e la costruzione di una nuova sede industriale nel lotto adiacente. Si trova inoltre che l'alternativa meno indicata è COD e quella intermedia CIM.

10. Conclusioni

Al fine di fornire una valutazione di supporto all'azienda P.G. Srl nell'individuazione dell'alternativa dominante per la sua espansione industriale, si sono adottati due metodi. Il primo ha permesso di valutare le alternative attraverso l'utilizzo della funzione di utilità, il secondo metodo invece si è basato sul surclassamento.

Si sono utilizzati due differenti analisi per l'individuazione del vettore dei pesi, il metodo del confronto a coppie e il metodo Simo che, come riportato nei paragrafi precedenti hanno identificato lo stesso ordinamento delle alternative. L'ordinamento individuato è il seguente:

- Alternativa SDP: mantenimento della sede attuale e compravendita del lotto adiacente per successiva costruzione di una nuova sede industriale;
- Alternativa CIM: mantenimento della sede attuale ed acquisto di una sede a breve distanza con movimentazione giornaliera di materiale e dipendenti;
- Alternativa COD: dismissione della sede attuale e acquisto di una sede a distanza più elevata della precedente. Movimentazione e trasloco dei macchinari, onerosi sia in termini di tempistiche sia in termini di costo.

Operando l'ordinamento con il metodo ELECTRE, si nota che l'output finale coincide con quello appena descritto.

In entrambi i casi quindi l'alternativa più indicata è quella di mantenere la sede attuale senza la movimentazione dei macchinari. I costi di movimentazione dei macchinari dell'azienda sarebbero molto onerosi in quanto sono macchine (laser, robot ed altri) che necessitano di trasporti speciali da affidare a ditte specializzate e quindi la prevalenza di questo parametro influenza molto l'ordinamento.

A seguito dell'elaborazione fatta si conclude quindi che l'alternativa consigliata tra quelle considerate nell'analisi consta nel compravendere il lotto edificabile adiacente alla sede di lavorazione attuale e ampliare la metratura. In tal modo, non sarà necessaria la movimentazione di macchinari,