

### Caso 1. “Progettazione di una rete distributiva”

Una società produttrice di detersivo in polvere vuole analizzare la propria rete distributiva, con particolare riferimento all’area di mercato relativa alla Lombardia ed al Triveneto, nella quale vengono serviti 100 punti vendita (supermercati e ipermercati), raggruppati in 12 zone di consegna locale ( $Z_1, \dots, Z_{12}$ ). La rete distributiva è a due livelli con un deposito centrale (di proprietà dell’azienda) situato a Prato che alimenta settimanalmente tutti i depositi periferici (affidati a società di servizi logistici) che a loro volta riforniscono i punti vendita delle singole zone mediante giri di consegna locale.

La famiglia di prodotti “smacchiatutto” viene gestita a UdC intere (dimensioni  $1,2 \times 0,8 \times h=1,1\text{m}$ ; peso medio 550 kg), di valore unitario pari a 2.700 €

L’analisi delle serie storiche di vendita ha rivelato un comportamento pressoché stazionario delle domande settimanali delle singole zone, rappresentabili mediante una distribuzione normale, i cui valori medi ed i relativi scarti quadratici medi (espressi in termini di UdC) sono riportati in tabella 1.

|   |            | Zone di consegna locale |       |       |       |       |       |       |       |       |          |          |          |
|---|------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|
|   |            | $Z_1$                   | $Z_2$ | $Z_3$ | $Z_4$ | $Z_5$ | $Z_6$ | $Z_7$ | $Z_8$ | $Z_9$ | $Z_{10}$ | $Z_{11}$ | $Z_{12}$ |
| Domanda settimanale [UdC]                                 | $\bar{D}$  | 26                      | 19    | 16    | 24    | 21    | 24    | 19    | 16    | 20    | 21       | 17       | 17       |
|   | $\sigma_D$ | 4                       | 3     | 4     | 4     | 3     | 4     | 3     | 2     | 3     | 5        | 3        | 2        |
| Numero di giri di consegna settimanali                    |            | 1                       | 2     | 1     | 1     | 2     | 1     | 1     | 1     | 2     | 1        | 1        | 2        |
| Percorrenza media all’interno della zona di consegna [km] |            | 110                     | 125   | 90    | 97    | 142   | 190   | 101   | 258   | 215   | 271      | 240      | 254      |

*Tabella 1*

Si vogliono confrontare due soluzioni alternative per la distribuzione locale (si veda figura 1):

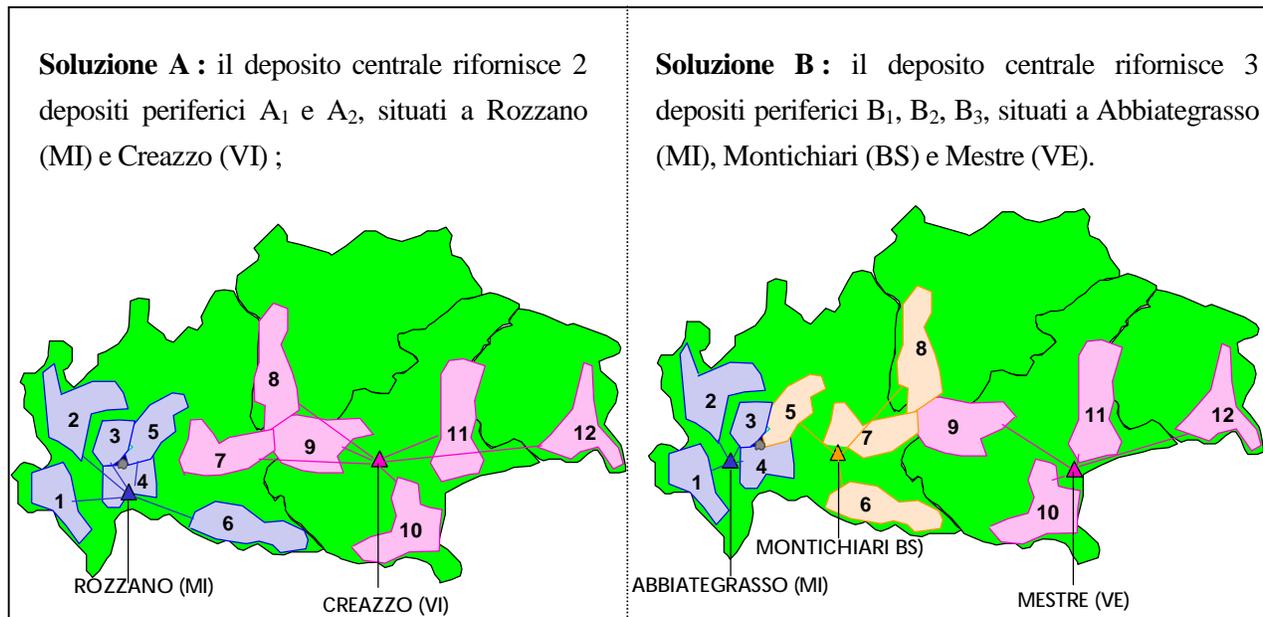


Figura 1

Assumendo le seguenti ipotesi:

- ogni deposito periferico viene rifornito una volta alla settimana (a giorno fisso), con lead time di consegna costante e pari a 2 gg ;
- i punti vendita di ogni zona sono serviti da un solo deposito periferico, secondo la frequenza di consegna riportata in tabella 1;
- il trasporto primario (dal deposito centrale ai depositi periferici) avviene mediante autoarticolati (28 ton, 33 pallet) ed è affidato a terzi sulla base di un costo unitario medio di trasporto, riportato nelle tabelle 2A e 2B ;
- il trasporto secondario (dai depositi periferici alle zone di consegna) viene effettuato mediante autocarri (portata 18 ton, 19 pallet) ad un costo di 1 €/km (i percorsi di consegna locale all'interno delle zone e le distanze dei DP dalle rispettive zone di consegna sono riportati nelle tabelle 1 e 2);
- i depositi periferici sono gestiti da fornitori di servizi logistici, che applicano tariffe sul costo di gestione di un pallet (comprensive delle operazioni di ricevimento merci, messa a dimora, prelievo, spedizione e assicurazione), riportato nelle tabelle 2A e 2B; il corrispondente costo per il deposito centrale può essere assunto pari a 9 €/UdC;
- gli oneri di mantenimento delle scorte (finanziari e di stoccaggio) sono pari al 12%/anno ;
- i depositi lavorano 52 settimane all'anno, 5 gg/settimana ;

Si chiede di determinare, per ciascuna delle due alternative in esame (soluzioni A e B) le componenti del costo complessivo annuo di distribuzione (le spese di gestione dei depositi, i costi di trasporto primario e secondario).

|  | DP A <sub>1</sub> Rozzano |                |                |                |                |                | DP A <sub>2</sub> Creazzo |                |                |                 |                 |                 |
|--|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|  | Z <sub>1</sub>            | Z <sub>2</sub> | Z <sub>3</sub> | Z <sub>4</sub> | Z <sub>5</sub> | Z <sub>6</sub> | Z <sub>7</sub>            | Z <sub>8</sub> | Z <sub>9</sub> | Z <sub>10</sub> | Z <sub>11</sub> | Z <sub>12</sub> |
| Distanza : DP – zona [km]                      | 42                        | 54             | 35             | 1              | 47             | 51             | 120                       | 48             | 57             | 32              | 86              | 169             |
| Distanza : DC – DP [km]                        | 288                       |                |                |                |                |                | 240                       |                |                |                 |                 |                 |
| Costo trasporto primario [€/ km <sub>t</sub> ] | 0,077                     |                |                |                |                |                | 0,084                     |                |                |                 |                 |                 |
| Costo gestione pallet [€/ UdC]                 | 11                        |                |                |                |                |                | 9                         |                |                |                 |                 |                 |

Tabella 2A

|  | DP B <sub>1</sub> Abbiategrasso |                |                |                | DP B <sub>2</sub> Montichiari |                |                |                | DP B <sub>3</sub> Mestre |                 |                 |                 |
|--|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|  | Z <sub>1</sub>                  | Z <sub>2</sub> | Z <sub>3</sub> | Z <sub>4</sub> | Z <sub>5</sub>                | Z <sub>6</sub> | Z <sub>7</sub> | Z <sub>8</sub> | Z <sub>9</sub>           | Z <sub>10</sub> | Z <sub>11</sub> | Z <sub>12</sub> |
| Distanza : DP – zona [km]                  | 24                              | 38             | 18             | 8              | 64                            | 43             | 1              | 86             | 89                       | 20              | 14              | 75              |
| Distanza : DC – DP [km]                    | 306                             |                |                |                | 253                           |                |                |                | 238                      |                 |                 |                 |
| C trasporto primario [€/ km <sub>t</sub> ] | 0,075                           |                |                |                | 0,082                         |                |                |                | 0,085                    |                 |                 |                 |
| C gestione pallet [€/ UdC]                 | 15                              |                |                |                | 13                            |                |                |                | 12                       |                 |                 |                 |

Tabella 2B

## Caso 2. “Power Co.”

La Power Company è un autoproduttore di energia elettrica e dispone di 3 centrali elettriche per alimentare il fabbisogno di energia richiesto da 4 aree metropolitane. Ogni impianto di generazione può rifornire le seguenti quantità di elettricità (esprese in milioni di kwh):

|                  | Impianto 1 | Impianto 2 | Impianto 3 |
|------------------|------------|------------|------------|
| Energia generata | 35         | 50         | 40         |

La richiesta di energia elettrica da parte delle 4 città (in termini di milioni di kwh) è pari a :

|                   | Città 1 | Città 2 | Città 3 | Città 4 |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| Energia assorbita | 45      | 20      | 30      | 30      |

Noto infine il costo di distribuzione dell’energia da ciascun impianto alle 4 città (esprese in euro per milione di kwh)

|            | Città 1 | Città 2 | Città 3 | Città 4 |
|------------|---------|---------|---------|---------|
| Impianto 1 | 8       | 6       | 10      | 9       |
| Impianto 2 | 9       | 12      | 13      | 7       |
| Impianto 3 | 14      | 9       | 16      | 5       |

si chiede di :

- 1) modellizzare il problema mediante la programmazione intera (variabili discrete);
- 2) determinare la scelta più conveniente di allocazione degli impianti alle città.

### Caso 3. “Food Co.”

Foodco produces food at three plants. Food can be shipped directly to customers or it can first be shipped to warehouses and then to customers. The cost of producing food at each plant is the same, so Foodco is concerned with minimizing the total shipping cost incurred in meeting customer demands. The production capacity of each plant and the demand of each customer are listed below.

| Capacity (tons/year) |     | Demand (tons/year) |     |
|----------------------|-----|--------------------|-----|
| Plant 1              | 200 | Customer 1         | 400 |
| Plant 2              | 300 | Customer 2         | 180 |
| Plant 3              | 100 |                    |     |

The cost of shipping a ton of food (in thousands of US dollars) between each pair of points is given below, where a dash indicates that Foodco cannot ship from one location to itself. Assuming that :

- at most 200 tons of food can be shipped between any two locations;
- the two warehouses have unlimited storage capacity (the total inbound flow equals the total outbound flow);
- unit transportation costs depend on the route between two locations;
- the handling cost at the warehouses is not relevant;

determine a minimum cost shipping schedule.

|      |             | To      |         |         |             |             |            |            |
|------|-------------|---------|---------|---------|-------------|-------------|------------|------------|
|      |             | Plant 1 | Plant 2 | Plant 3 | Warehouse 1 | Warehouse 2 | Customer 1 | Customer 2 |
| From | Plant 1     | -       | 5       | 3       | 2           | 1           | 2          | 4          |
|      | Plant 2     | 9       | -       | 9       | 1           | 1           | 8          | 9          |
|      | Plant 3     | 0.4     | 8       | -       | 1.0         | 0.5         | 10         | 8          |
|      | Warehouse 1 | 1       | 1       | 0.5     | -           | 1.2         | 5          | 1          |
|      | Warehouse 2 | 2       | 1       | 0.6     | 0.8         | -           | 2          | 7          |
|      | Customer 1  | 2       | 9       | 1       | 0.6         | 0.7         | -          | 3          |
|      | Customer 2  | 7       | 3       | 6       | 1           | 0.3         | 7          | -          |

### Caso 4. “Candeggina”

Disponendo degli ordini ricevuti da un’importante azienda leader in Italia nella produzione di candeggina, si chiede di :

- a) effettuare un’analisi di assorbimento geografico a livello di Regione suddivisa per i clienti delle 3 tipologie : GD, DO e Grossisti.
- b) successivamente, a partire dai dati di assorbimento geografico con dettaglio a livello di Provincia e con riferimento a quanto spedito da ciascuno dei 3 magazzini di fabbrica attuali (NELS = Parma, COCA = Campobasso, POME = Roma), si chiede di calcolare la localizzazione ideale dei 3 depositi centrali, adottando il metodo del centro di gravità esatto.

NB: si assuma, che il costo del unitario del trasporto, effettuato con semirimorchi a carico completo, sia pari a 4 cent di euro/km\_pallet. Inoltre, per le consegne effettuate in Sicilia (servita da COCA), si consideri Salerno come porto di imbarco. Per le consegne in Sardegna (servite da NELS) si consideri Livorno come porto di imbarco.

## Caso 5. “Exotech”

Exotech realizza diversi componenti per il settore dei personal computer, che vende in tutto il mondo. Vuole costruire un nuovo magazzino per la distribuzione all’ingrosso nei mercati emergenti del Far East. Ha identificato tre siti alternativi (Shanghai, Hong Kong e Singapore), per ciascuno dei quali ha attribuito un giudizio in merito a 10 fattori rilevanti per la localizzazione. Si chiede di individuare il sito ottimale sulla base delle informazioni raccolte.

| Fattori rilevanti per la localizzazione | Peso | Valutazione (da 0 a 100) |           |           |
|---|------|--------------------------|-----------|-----------|
|   |      | Shanghai                 | Hong Kong | Singapore |
| Stabilità politica                      | 0,25 | 50                       | 60        | 90        |
| Crescita economica                      | 0,18 | 90                       | 70        | 75        |
| Accessibilità ai porti                  | 0,15 | 60                       | 95        | 90        |
| Presenza infrastrutture di trasporto    | 0,10 | 50                       | 80        | 90        |
| Costi di edificazione                   | 0,08 | 90                       | 20        | 30        |
| Costi di trasporto                      | 0,08 | 50                       | 80        | 70        |
| Regime fiscale                          | 0,07 | 70                       | 90        | 90        |
| Norme lavorative                        | 0,05 | 70                       | 95        | 95        |
| Servizio aereo                          | 0,02 | 60                       | 80        | 70        |
| Rete viaria                             | 0,02 | 60                       | 70        | 80        |

## Caso 6. “FerCar”

La FerCar trasporti S.p.A. sta pianificando la realizzazione di una nuova piaffattorma logistica di transito per effettuare le consegne in tutto il Nordest d’Italia. Sono state prese in considerazione le seguenti località: Rovigo, Belluno e Verona.

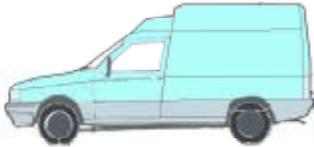
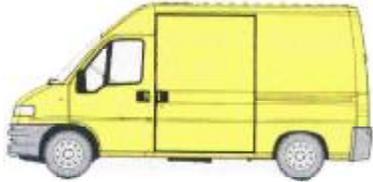
Per ciascuna di queste località, sono stati individuati i costi fissi annuali (relativi l’affitto dell’immobile, agli oneri assicurativi, apparecchiature, etc.) e i costi unitari medi variabili per le attività di logistica (movimentazione, trasporto e servizi accessori). Si è stimato che il numero annuo di viaggi possa variare da 450.000 a 600.000. Si chiede di :

- tracciare le curve dei costi totali per le tre diverse località alternative;
- evidenziare la città che fornisce i minori costi totali

| Località | Costi fissi<br>[€anno] | C. variabili unitari<br>[€viaggio] |
|----------|------------------------|------------------------------------|
| Rovigo   | 4.000.000              | 6,25                               |
| Belluno  | 4.300.000              | 5,50                               |
| Verona   | 3.800.000              | 7,25                               |

## Caso 7. “Gummy”

La GUMMY è un'azienda specializzata nella distribuzione di prodotti dolciari (caramelle e gomme da masticare) nell'area metropolitana di Roma che rifornisce giornalmente circa 80 punti di consegna (punti vendita tradizionali, bar e tabaccherie). Per essere certa della qualità del servizio offerto ai propri clienti la GUMMY gestisce in proprio l'attività di trasporto secondario, affidando a personale dipendente la guida di veicoli commerciali presi a noleggio (la capacità di carico dei veicoli ed il costo di noleggio giornaliero sono riportati nella tabella sottostante).

| <i>Derivato da autovettura</i>  | <i>Minivan</i>  | <i>Furgone</i>   |
|---|---|--|
|  |  |  |
| 30 euro /gg   | 40 euro /gg   | 60 euro /gg  |
| 40 scatole  | 80 scatole  | 150 scatole  |

Per consegnare la merce in centro città possono essere impiegati esclusivamente veicoli leggeri quali minivan, furgoni o derivati da autovetture sui quali vengono caricate le scatole di varie dimensioni (in media 50 dm<sup>3</sup> ciascuna). Gli automezzi caricano la merce nel deposito della GUMMY, situato a 15 km da Roma, e impiegano circa 30 minuti per entrare in città dove effettuano i giri di consegna a seconda dei clienti da servire. Finito il giro di consegna, rientrano al deposito impiegando poco meno di 20 minuti.

Assumendo le seguenti ipotesi:

- domanda media per cliente : 1 scatola / giorno;
- tempo medio di sosta presso i clienti (scarico, gestione documenti) : 10 minuti;
- tempo medio tra due clienti successivi nello stesso giro di consegna : 10 minuti;

si chiede di determinare, per ciascun tipo di automezzo :

- il numero massimo di clienti visitabili in un giorno;
- il numero di furgoni, di minivan e di autovetture derivate necessarie;
- il risparmio sul costo annuo di trasporto che si otterrebbe riducendo la frequenza di consegna da giornaliera a settimanale.

## Caso 8. “Western Airlines”

Western Airlines is considering a reengineering of its own network to fly across the United States, following a “hub&spoke” system. With this approach, each hub is used for connecting flights to and from cities within 1000 miles from the hub. Currently, Western Airlines runs flights among the following 12 cities: Atlanta, Boston, Chicago, Denver, Houston, Los Angeles, New Orleans, New York, Pittsburgh, Salt Lake City, San Francisco, and Seattle.

The following Origin-Destination O/D matrix lists the travel distance (in miles) between each pair of cities.

|                |    | AT   | BO   | CH   | DE   | HO   | LA   | NO   | NY   | PI   | SL   | SF   | SE   |
|----------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Atlanta        | AT | 0    | 1037 | 674  | 1398 | 789  | 2182 | 479  | 841  | 687  | 1878 | 2496 | 2618 |
| Boston         | BO | 1037 | 0    | 1005 | 1949 | 1804 | 2979 | 1507 | 222  | 574  | 2343 | 3095 | 2976 |
| Chicago        | CH | 674  | 1005 | 0    | 1008 | 1067 | 2054 | 912  | 802  | 452  | 1390 | 2142 | 2013 |
| Denver         | DE | 1398 | 1949 | 1008 | 0    | 1019 | 1059 | 1273 | 1771 | 1411 | 504  | 1235 | 1307 |
| Houston        | HO | 789  | 1804 | 1067 | 1019 | 0    | 1538 | 356  | 1608 | 1313 | 1438 | 1912 | 2274 |
| Los Angeles    | LA | 2182 | 2979 | 2054 | 1059 | 1538 | 0    | 1883 | 2786 | 2426 | 715  | 379  | 1131 |
| New Orleans    | NO | 479  | 1507 | 912  | 1273 | 356  | 1883 | 0    | 1311 | 1070 | 1738 | 2249 | 2574 |
| New York       | NY | 841  | 222  | 802  | 1771 | 1608 | 2786 | 1311 | 0    | 368  | 2182 | 2934 | 2815 |
| Pittsburgh     | PI | 687  | 574  | 452  | 1411 | 1313 | 2426 | 1070 | 368  | 0    | 1826 | 2578 | 2465 |
| Salt Lake City | SL | 1878 | 2343 | 1390 | 504  | 1438 | 715  | 1738 | 2182 | 1826 | 0    | 752  | 836  |
| San Francisco  | SF | 2496 | 3095 | 2142 | 1235 | 1912 | 379  | 2249 | 2934 | 2578 | 752  | 0    | 808  |
| Seattle        | SE | 2618 | 2976 | 2013 | 1307 | 2274 | 1131 | 2574 | 2815 | 2465 | 836  | 808  | 0    |

The company wants to determine the smallest set of hubs that are needed to cover all of the above cities, where a city is meant to be “covered” if it is within 1000 miles of at least one hub.