

---

## Problema di mix della produzione

---

A partire da materiale legnoso, una piccola azienda produce pannelli per l'industria del mobile di 3 tipi: compensato, truciolato e MDF (Medium Density Fibreboard). L'azienda ha a disposizione 7 operai e 120 kg di legno al giorno. La massima domanda giornaliera dei tre tipi di pannello è, rispettivamente di 9, 23 e 18 mq. La quantità di legno richiesta per ogni mq è di 20, 2 e 5 kg, rispettivamente. Ciascun operaio può essere impiegato nella produzione di tutti i pannelli e, se si occupasse di un solo tipo, produrrebbe 2, 7 e 3 mq al giorno di pannelli in compensato, truciolato o MDF, rispettivamente. L'azienda vuole determinare i livelli di produzione giornaliera dei tre tipi di pannello, sapendo che il prezzo di vendita al mq dei pannelli è di 2,5, 1,1 e 2 euro.

1. Formulare il modello di programmazione lineare del problema (carta e penna!).  
Attenzione: per il prosieguo, scrivere la funzione obiettivo in forma di minimo.
2. Implementare il modello in AMPL e risolverlo. Visualizzare i valori ottimi delle variabili e dei prezzi marginali associati ai vincoli (comando `display vincolo[.dual]`).
3. Scrivere il duale, implementare in AMPL e risolvere (verificare che i valori delle funzioni obiettivo all'ottimo coincidono e che i valori delle variabili duali coincidono con i prezzi marginali).

---

Tornare al problema primale.

4. Per quali pannelli la domanda è soddisfatta? Quali risorse sono sature? (comando `display vincolo.slack`). Verificare la validità delle condizioni di complementarità, in relazione alla soluzione duale calcolata in precedenza e darne un'interpretazione economica.
5. A quale prezzo giornaliero massimo l'azienda sarebbe disposta ad assumere un ulteriore operaio? Suggerimento: utilizzare i prezzi marginali.
6. A quale prezzo massimo l'azienda sarebbe disposta ad aumentare la disponibilità giornaliera di legno?
7. Di quanto dovrebbe aumentare il prezzo al mq del compensato per rendere conveniente iniziare a produrlo? Suggerimento: utilizzare i costi ridotti disponibili con il comando `display variabile.rc`.
8. L'azienda vuole anche valutare la possibilità di produrre un nuovo tipo di pannello OSB (Oriented Strand Board). La produzione di un mq di OSB richiede 15 kg di legno e un operaio, se impegnato sul solo OSB, ne produce 4 mq. Inoltre, i limiti di domanda di OSB sono trascurabili. E' conveniente iniziare la produzione di OSB se il prezzo di vendita è di 1 euro/mq. E se il prezzo è di 3 euro/mq? A partire da quale prezzo conviene iniziare a produrre pannelli OSB?