**Dati**

* G = (V,E) topologia *iniziale* della rete. V è l'insieme degli utenti, E contiene le coppie (i,j) di utenti che possono comunicare direttamente.
* G' = (V',E') = (V  P, EEp) topologia *potenziale* della rete, con VP = e EpE =. P è l'insieme delle posizioni potenziali dei droni, Ep è l'insieme dei potenziali link che si possono instaurare: per ogni arco (i,j) Ep si avrà che o i Ep, o j  Ep, o vi appartengono entrambi. Se i Ep e j Ep, allora significa che un drone posizionato in i può comunicare con un utente posizionato in j. Se i Ep e j Ep, allora significa che un utente posizionato in i può comunicare con un drone posizionato in j. Se entrambi i,jEp, allora significa che un drone posizionato in i può comunicare con un drone posizionato in j.
* N : numero di utenti.
* V : insieme degli utenti, V = {0,1,...,N-1}.
* ND : numero di droni disponibili.
* P : insieme delle posizioni potenziali dei droni, P={N, N+1, ..., N+P-1}.
* Uij : capacità dell'arco (i,j), con i,j V'.
* Cijk: costo per la trasmissione dal nodo i al nodo j di un unità di flusso della commodity k.
* Tsd , con s,d V : matrice di traffico nxn contenente le unità di traffico che l'utente s (source) deve inviare all'utente d (destination).
* K : insieme delle k commodities. Vi è una commodity per ogni coppia distinta sorgente-destinazione di utenti.
* Bvk, con v V', k  K : differenza tra la quantità di flusso che il nodo v deve ricevere e la quantità che deve spedire, relativo alla commodity k. I valori Bvk relativi ai nodi-droni saranno uguali a 0 per ogni commodity k, in quanto essi hanno solo il compito di instradare i flussi ad altri nodi.
* TH : soglia relativa ai costi Cijk. Un costo superiore a TH viene interpretato come costo "infinito" (cioè i nodi i e j non possono comunicare).
* Dv , con v P : costo fisso per il deployment di un drone nella posizione potenziale v.
* H : numero massimo di connessioni simultanee tra due droni.
* UTX : capacità trasmissiva totale dei nodi.
* URX : capacità di ricezione totale dei nodi.
* Aij : coefficiente di attenuazione tra il nodo i e il nodo j.
* Bij : coefficiente di interferenza tra il nodo i e il nodo j.

**Variabili**

* yi(boolean)= 1 se c'è un drone nella posizione potenziale i; 0 altrimenti.
* xij (boolean)= 1 se il nodo (utente o drone) i può connettersi al nodo (utente o drone) j; 0 altrimenti.
* fijk = unità di flusso da trasmettere lungo l'arco (i,j) relativa alla commodity k.
* wij = capacità effettiva del link che collega il nodo i al nodo j.
* zijml= fattore di riduzione da applicare alla capacità del link (i,j) a causa della interferenza causata dal link (m,l)

**Modello**

s.t.

1.

2.

3.

4.

5.

6.

**Commenti ai vincoli**

1. La quantità di flusso, maggiorata da un fattore di interferenza, trasmessa da un nodo i verso tutti gli altri deve essere inferiore o pari alla capacità trasmissiva totale del nodo i stesso, data dal valore nominale meno una quantità proporzionale al numero di nodi che si trovano entro l'area trasmissiva di i. Il primo vincolo si applica ai soli nodi potenziali, mentre il secondo ai soli nodi utenti.
2. conservazione del flusso per ogni nodo v V'.
3. Legame tra le variabili xij e le variabili yj, con i  V' e j P:
   * se xij=1, allora yj=1
   * se xij=0, allora yj=don't care (xij=0 se yj=0, Cijk > TH, o Uij=0)
   * se yj=0, allora xij =0
   * se yj =1, allora xij = don't care (xij=0 se Cijk>TH o uij=0 nulla, oppure xij=1 se Cijk<TH e Uij>0)
4. un drone non può mantenere più di H connessioni simultanee con altri nodi.
5. non posizionare più di ND droni.
6. Se si considera l'impossibilità di due nodi di comunicare in modalità full-duplex, allora si avrà che in un dato istante il flusso di dati potrà avvenire in uno solo dei due versi.

**Vincoli ridondanti**

1. * *con Rmin: numero minimo di connessioni che un drone deve mantenere*
   * legame tra le costanti cijk e le variabili fijk. Si considera un valore di soglia TH tale che se cijk> TH allora il costo viene considerato infinito (i nodi i e j non possono comunicare). Più formalmente, se cijk> TH (per ogni k), allora xij =0.