

BUSINESS PROCESSES MODELING

LUCA MARIANO (624991)

RICCARDO TOTI (537037)

January 20, 2022



UNIVERSITÀ DI PISA

CONTENTS

1	Introduzione	2
1.1	Perché BPMN	2
2	Agenti	2
2.1	Mittente	3
2.2	Vettore	3
2.3	Destinatario	5
3	Collaborazione	6
4	Modifica	8
4.1	Vettore	9
4.2	Destinatario	9
4.3	Collaborazione	9
A	Appendice	15
A.1	Applicazione del Rank Theorem	16
A.2	Safe per costruzione	17

1 INTRODUZIONE

Questa relazione propone una soluzione al progetto assegnato, ossia la rappresentazione dello scenario della gestione delle consegne di un vettore appartenente a un'azienda di trasporti. Si rappresenteranno l'interazione tra gli agenti e i loro processi con diversi linguaggi, in particolare si svilupperanno le relazioni tra il mittente, vettore e destinatario. Innanzitutto, si approccerà il problema attraverso la notazione BPMN, per poi passare alla sua traduzione in reti di Petri, di cui verranno studiate le proprietà. Ogni agente verrà dapprima analizzato individualmente, costruendo così i diversi workflow module; in un secondo momento verrà composta la collaborazione che ne permette e descrive l'interazione, arrivando così ad avere un workflow system. Il processo inizia quando il mittente invia un ordine di trasporto al vettore con data, luogo e contatto di origine, e data, luogo e contatto di destinazione. Se il vettore non è in grado di effettuare il trasporto il processo termina. Altrimenti il vettore inserisce l'ordine nel piano delle consegne ed effettua il prelievo, il trasporto e la consegna nei tempi indicati. Se il mittente o il destinatario non sono presenti al momento del prelievo o della consegna il vettore li contatta per negoziare una nuova data di prelievo e consegna. Durante le negoziazioni vengono proposte a turno nuove date fino a quando l'ultima data proposta viene accettata. Al momento del prelievo e della consegna vengono fatti firmare i documenti di trasporto al mittente e al destinatario, rispettivamente. Il processo termina quando il destinatario restituisce il modulo firmato.

Alcuni risultati utili ai fini dell'analisi ma che per necessità di sintesi abbiamo deciso di omettere dalla parte principale, vengono per completezza inseriti in Appendice [A](#).

1.1 Perché BPMN

La rappresentazione grafica di questo business process può essere eseguita attraverso l'utilizzo di diversi linguaggi. La scelta di usare una rappresentazione in BPMN, rispetto - ad esempio - a una in EPC, si giustifica nella possibilità che questa offre in termini di chiarezza, tramite l'utilizzo di pool, nella rappresentazione di chi e di quanti siano gli agenti coinvolti nel processo. Permette, inoltre, grazie alla possibilità di introdurre dei trigger, di avere una rappresentazione più intuitiva dei rapporti di causa-effetto che sussistono tra le varie task eseguite dagli agenti in modo sequenziale.

2 AGENTI

Scelto BPMN come notazione da utilizzare, si è optato per un'organizzazione in 3 pool, una per agente coinvolto nel processo, e per una riduzione al minimo delle decorazioni, in modo da facilitare la comprensione da parte del lettore. All'interno del diagramma, nel pool del mittente, compare un event-based gateway, che verrà utilizzato estensivamente durante le successive analisi soprattutto nel pool del vettore. La potenzialità di questo gateway permette al processo di proseguire in una direzione dettata da un evento esterno al processo stesso (anche se vedremo ci costringerà inevitabilmente a rinunciare alla proprietà di "Free-choice"). Per la fase di traduzione dal

diagramma BPMN alle rete di Petri, si è optato per tradurre i singoli processi in workflow net applicando sempre un passaggio di de-sugaring per quanto concerne i gateway.

2.1 Mittente

La pool del Mittente è la base di partenza del processo. Il processo inizia con una richiesta di invio dal mittente al vettore. Una volta accertata la disponibilità, il mittente resta in attesa del ritiro da parte del vettore. L'assunzione forte in questo processo è lasciare al mittente la libertà di presenza o assenza al momento del ritiro. Un'alternativa sarebbe stata utilizzare un event-based gateway lasciando a fattori esterni questa possibilità. Ci è apparso più logico optare per la prima scelta in quanto maggiormente in linea con il reale problema. Nel caso in cui, il mittente, è presente al momento del ritiro il processo si conclude con successo attraverso la firma dei documenti, altrimenti l'agente entra in fase di negoziazione (un loop) che può concludersi solo con l'accettazione del cliente. Il processo è raffigurato sia in notazione BPMN in figura 1 che in Petri net (figura 2), in modo tale da poterne apprezzare la corrispondenza. Il relativo coverability graph è in figura 9 (sinistra). La rete di Petri conta 13 places, 15 transitions e 30 archi. La rete è inoltre sound, poiché workflow net, bounded (e in particolare safe), live e opportunamente marcata al marking iniziale. Non presenta inoltre PT-handles o TP-handles, quindi è wellstructured e free-choice. Infine, è S-coverable. Il coverability graph corrispondente è composto da 13 vertices e 15 edges.

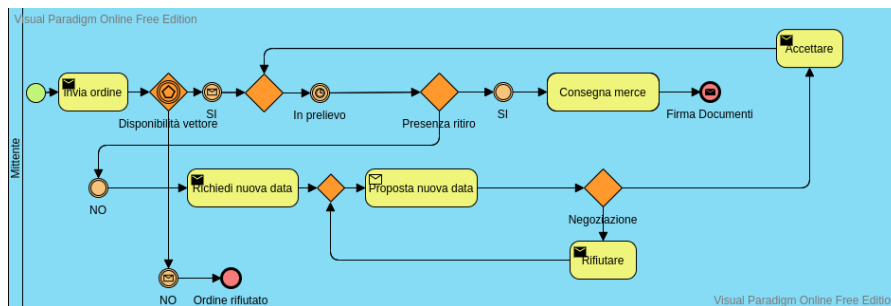


Figure 1: BPMN Mittente

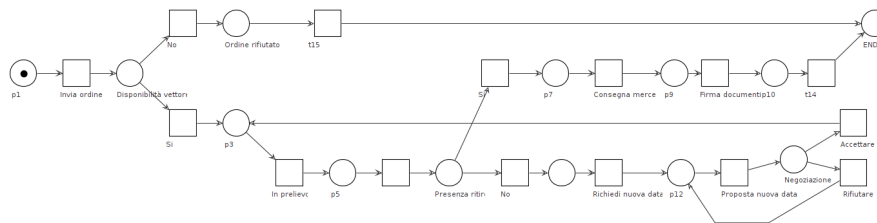


Figure 2: WF Mittente

2.2 Vettore

Il processo del vettore inizia parallelamente a quello del mittente dopo aver ricevuto l'ordine di ritiro, in caso di disponibilità al trasporto, l'ordine viene inserito nel piano delle consegne. In maniera uguale e opposta al

mittente, il vettore tenta il ritiro della merce e nel caso in cui il mittente è disponibile il processo continua, altrimenti si entra in fase di negoziazione. E' importante notare, in questo caso, che la presenza del mittente (come poi vedremo quella del destinatario) è descritta utilizzando un event-based gateway in modo da sottolineare l'indipendenza dell'evento dal vettore. Una volta ricevuta la firma del mittente il processo continua in maniera simile per il destinatario. Questa volta sarà il vettore a coinvolgere e innescare il nuovo agente (destinatario). E terminerà con la controfirma che sancisce l'avvenuta consegna. Il processo è raffigurato in notazione BPMN in figura 3 e in Petri net in figura 4, in modo tale da poterne apprezzare la corrispondenza. Il relativo coverability graph è in figura 9 (centro). La rete di Petri conta 19 places, 23 transitions e 46 archi. La rete è inoltre sound, poiché workflow net, bounded (e in particolare safe), live e opportunamente marcata al marking iniziale. Non presenta inoltre PT-handles o TP-handles, quindi è wellstructured e free-choice. Infine, è S-coverable. Il coverability graph corrispondente è composto da 19 vertices e 23 edges. Si mostra inoltre la collaborazione fra Mittente e Vettore che rappresenta la prima parte del nostro processo. Si noti in figura 10 che l'unico caso in cui il processo non termina con successo (avvenuta consegna) è quello in cui il vettore fin da subito non si rende disponibile ad effettuare il ritiro. Anche in questo caso la rete (figura 6) è sound, ma perde la proprietà di wellstructuredness avendo 34 PT-handles e 25 TP-handles. Ma soprattutto, come anticipato, perde la proprietà di free-choice (avendo 3 violazioni), rendendo inevitabilmente più lente le analisi. Per evitare ridondanza è omesso la singola collaborazione Vettore-Destinatario che è analoga alla precedente. Successivamente verrà mostrata nella sezione della modifica, in cui l'interazione fra i due agenti sarà più interessante.

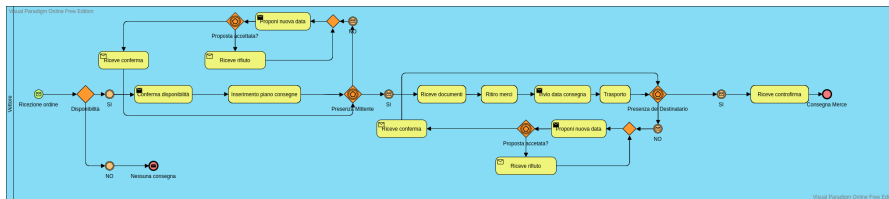


Figure 3: BPMN Vettore

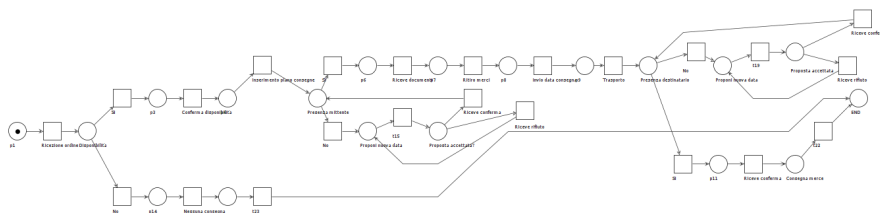


Figure 4: WF Vettore

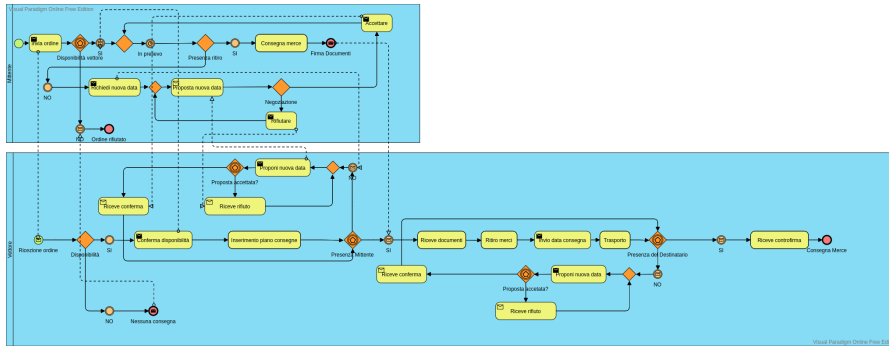


Figure 5: BPMN Collaborazione Mittente-Vettore

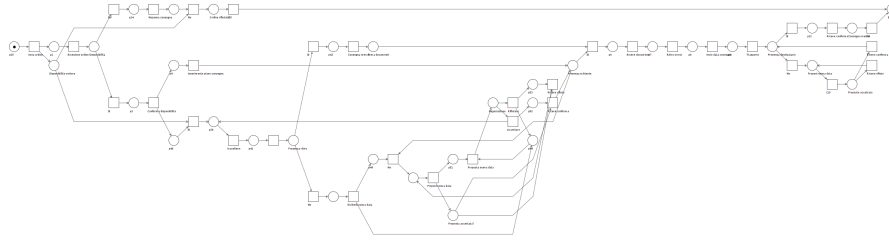


Figure 6: WF Collaborazione Mittente-Vettore

2.3 Destinatarario

La pool del destinatario è la più snella e semplice poiché presenta un unico stato finale e non ci sono gateway che dipendono da altri agenti. Il processo inizia con la ricezione della data di consegna inviata dal vettore. A questo punto il processo risulta essere identico a quello del mittente: controfirma alla consegna avvenuta, altrimenti si entra nella fase di negoziazione fino all'accettazione della prima data utile. Il processo è raffigurato in notazione BPMN in figura 7 e in Petri net in figura 8, in modo tale da poterne apprezzare la corrispondenza. Il relativo coverability graph è in figura 9 (destra). La rete di Petri conta 9 places, 10 transitions e 20 archi. La rete è inoltre sound, poiché workflow net, bounded (e in particolare safe), live e opportunamente marcata al marking iniziale. Non presenta inoltre PT-handles o TP-handles, quindi è wellstructured e free-choice. Infine, è S-coverable. Il coverability graph corrispondente è composto da 9 vertices e 10 edges.

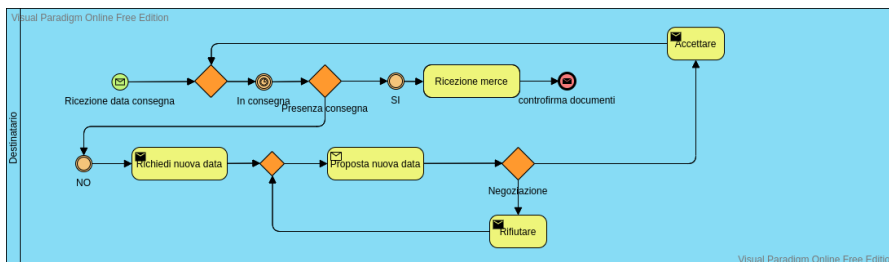


Figure 7: BPMN Destinatarario

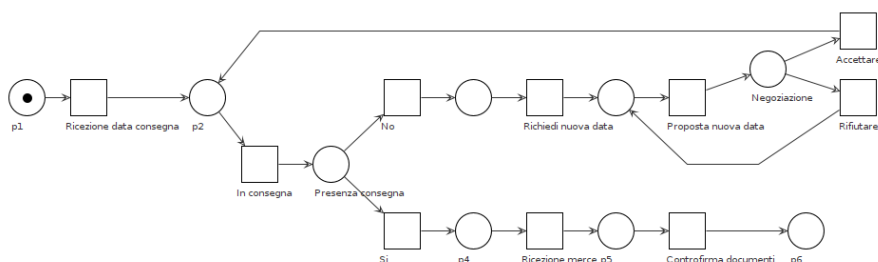


Figure 8: WF Destinatario

3 COLLABORAZIONE

Rappresentati i singoli workflow modules, è ora possibile permetterne l'interazione, ottenendo così un workflow system. L'interazione tra workflow modules è resa possibile dalle interfacce, che permettono la comunicazione tra un modulo e l'altro. Il diagramma ottenuto è rappresentato in BPMN in figura 16 e in rete di Petri in figura 17. Le interfacce aggiunte, come si apprezza dal diagramma BPMN, sono:

- Avviso al vettore di invio ordine da parte del mittente;
- Avviso al mittente di disponibilità al trasporto da parte del vettore (positiva o negativa);
- Avviso al vettore di presenza al ritiro da parte del mittente:
 - ASSENZA: Avviso al vettore di richiesta nuova data da parte del mittente. Avviso al mittente di proposta nuova data da parte del vettore (e risposta positiva o negativa del mittente);
 - PRESENZA: Avviso al vettore di firma documenti da parte del mittente
- Avviso al destinatario di invio data consegna da parte del vettore;
- Avviso al vettore di presenza al ritiro da parte del destinatario:
 - ASSENZA: Avviso al vettore di richiesta nuova data da parte del destinatario. Avviso al destinatario di proposta nuova data da parte del vettore (e risposta positiva o negativa del destinatario);
 - PRESENZA: Avviso al vettore di controfirma documenti da parte del destinatario

Per ottenere la rete di Petri si è rispettato il principio secondo il quale, a seguito della "unificazione" delle tre singole reti, ci debba essere un solo start e una sola end. Essa conta 49 places, 46 transizioni, 115 archi. La rete è sound, poiché workflow net, marcata inizialmente, bounded e live. La rete è S-coverable (essendo completamente coperta da 24 S-components), ma non well-structured. Infatti, essa presenta 54 PT-handles e 45 TP-handles e viola i requisiti per essere free-choice 5 volte. La presenza di queste criticità non influenza la soundness del sistema e risultano inevitabili data la natura del business process che si vuole rappresentare. Si noti che in entrambi i casi i cicli di negoziazione col vettore possono concludersi solo con l'accettazione da parte dell'altro agente. L'unico che può terminare il processo anticipatamente, è il vettore non dando la sua disponibilità al

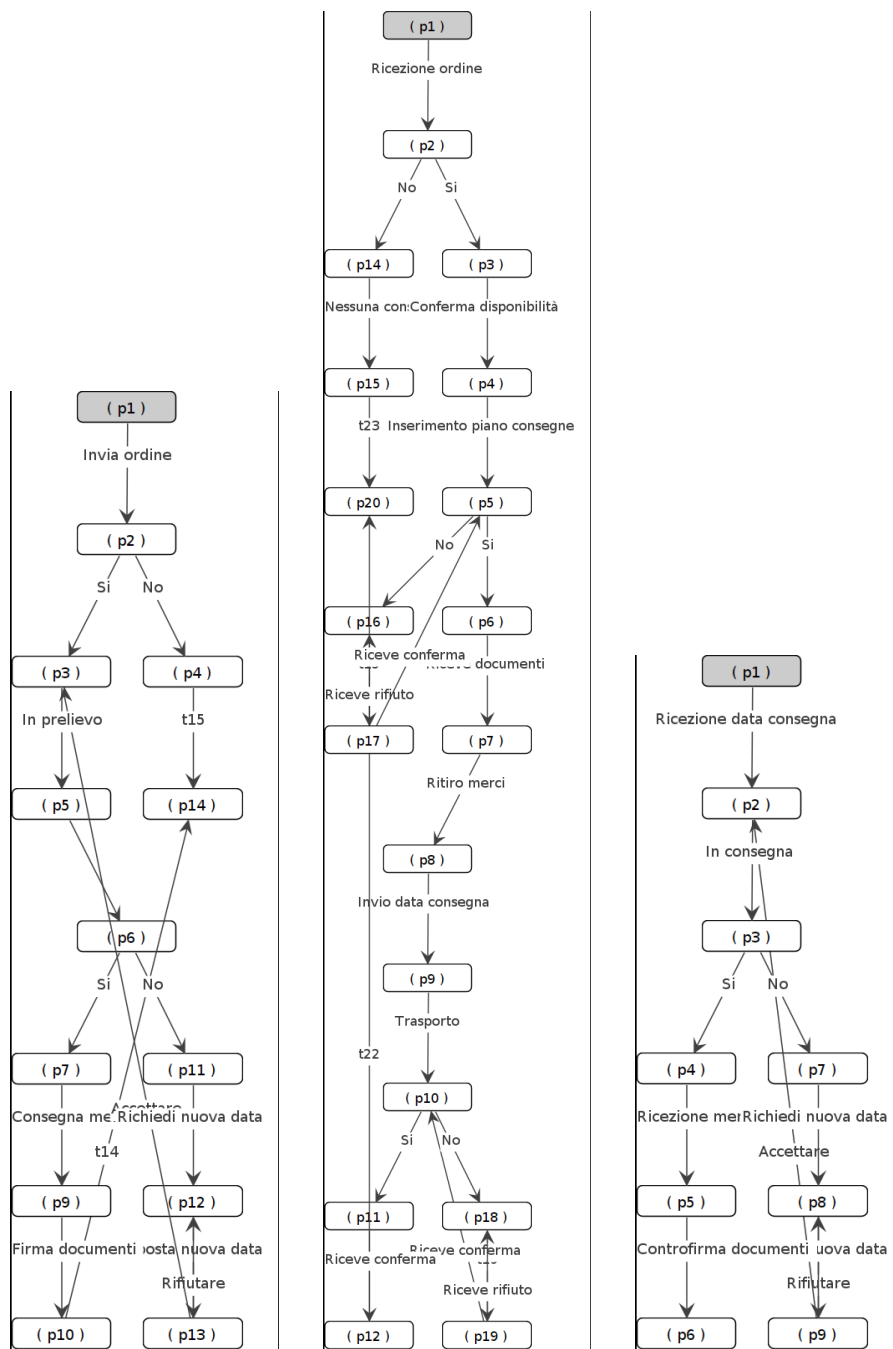


Figure 9: Coverability Graph di Mittente, Vettore e Destinatario.

trasporto, in tutti gli altri casi "in un tempo infinito" il processo è destinato a terminare. Il coverability graph, come atteso, si presenta finito, con 70 vertici e 102 archi. Esso è raffigurato in figura 20 (destra).

4 MODIFICA

La traccia del progetto richiede, una volta condotta la prima analisi, di integrare un ulteriore elemento. In particolare, si domanda di estendere il BP model precedentemente illustrato al fine di introdurre la possibilità, in caso di un ritardo imprevisto, che il vettore contatti preventivamente il destinatario per negoziare una nuova data di consegna. Questa modifica va a incidere sia sul modulo del vettore che sul destinatario, ma non sul mittente. I due workflow modules vanno adeguatamente adattati. Prima di mostrare singolarmente le modifiche agente per agente, in figura 10 viene mostrata la collaborazione tra Vettore e Destinatario. Gli avvisi che è stato necessario aggiungere riguardano la possibilità di notificare, da parte del vettore, il ritardo, passando attraverso un gateway che il destinatario attende (con un event-based gateway) sia in caso positivo che negativo. Questa aggiunta, come previsto, ha lasciato inalterate le proprietà precedenti (soundness, S-coverable, non well-structuredness), andando semplicemente ad aumentare di uno il numero di free-choice violation.

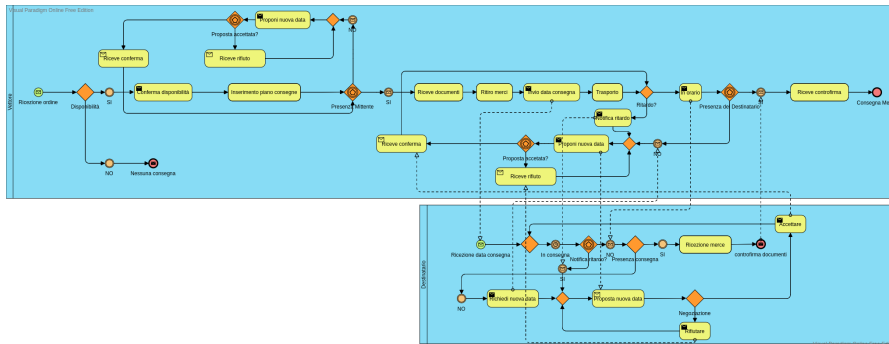


Figure 10: BPMN Collaborazione Vettore-Destinatario modificato

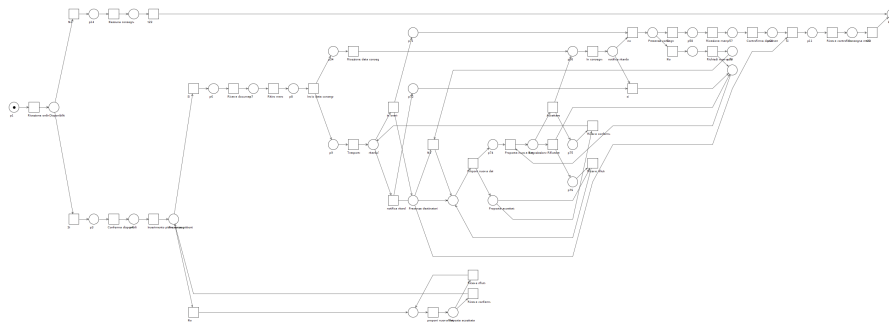


Figure 11: WF Vettore-Destinatario modificato

4.1 Vettore

La modifica applicata al diagramma del vettore si articola nell'aggiunta di un gateway, che si attiva solo nel momento in cui è positiva la risposta al ritardo. In quel momento viene trasmesso un avviso al destinatario. A questo punto il vettore entra in fase di negoziazione, già precedentemente esposta. Il diagramma così modificato e la relativa traduzione in workflow net è in figura 12 e 13. La nuova rete di Petri conta 20 places, 25 transitions e 50 archi. La rete è inoltre sound, poiché workflow net, bounded (e in particolare safe), live e opportunamente marcata al marking iniziale. Non presenta inoltre PT-handles o TP-handles, quindi è well-structured e free-choice. Infine, è S-coverable. Il coverability graph corrispondente è composto da 20 vertices e 25 edges.

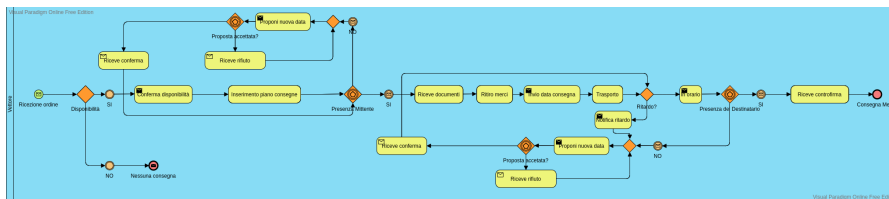


Figure 12: BPMN Vettore modificato

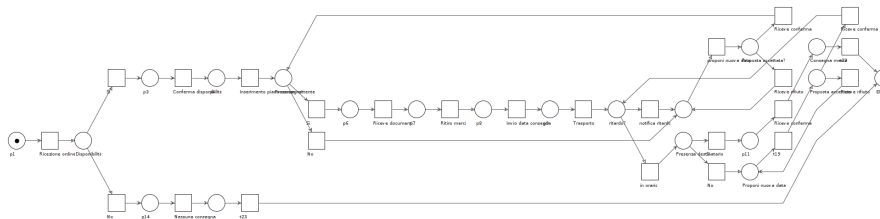


Figure 13: WF Vettore modificato

4.2 Destinatario

Per quanto riguarda il destinatario invece in maniera speculare attende la notifica del ritardo da parte del vettore e se positiva anche lui entra in fase di negoziazione (figura 14). Si noti che il ritardo è concepito per essere "acceso" più volte e quindi il ritardo è quello inteso non solo dal trasporto da mittente a destinatario ma da tutti i possibili ritardi legati ai vari tentativi di consegna (data rinegoziata). La nuova rete di Petri (figura 15) conta 10 places, 12 transitions e 24 archi. La rete è inoltre sound, poiché workflow net, bounded (e in particolare safe), live e opportunamente marcata al marking iniziale. Non presenta inoltre PT-handles o TP-handles, quindi è well-structured e free-choice. Infine, è S-coverable. Il coverability graph corrispondente è composto da 10 vertices e 12 edges.

4.3 Collaborazione

Per la rappresentazione della collaborazione, e quindi la creazione del workflow system, si è cercato di ridurre al minimo la complessità del sistema attraverso il riutilizzo delle interfacce del sistema precedente alla modifica,

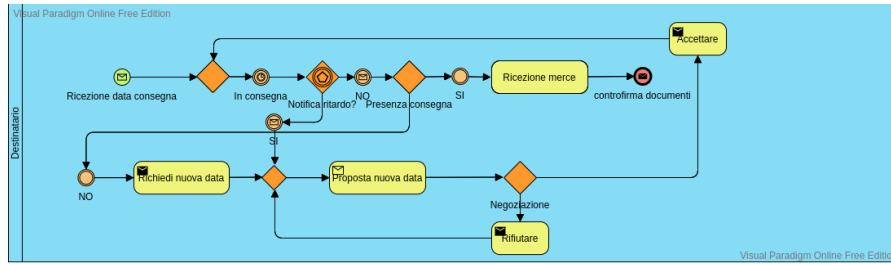


Figure 14: BPMN Destinatario modificato

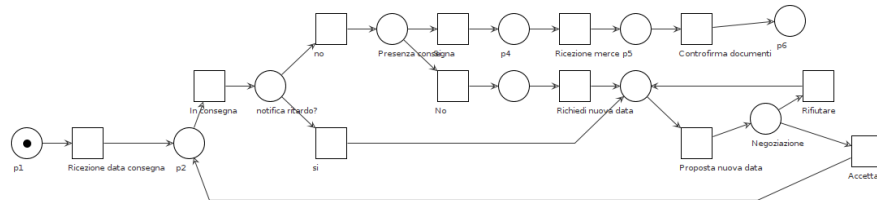


Figure 15: WF Destinatario modificato

con l'aggiunta di gateways laddove fosse necessario, ottenendo così un nuovo diagramma visibile in figura 18. La nuova rete di Petri, come da figura 19, arriva così a contare 103 nodi, divisi in 53 places e 50 transistions, e 127 archi. Per quanto riguarda le caratteristiche, il nuovo workflow system rispetta tutte le caratteristiche per essere sound, è S-coverable (essendo completamente coperta da 36 S-components) e, da un punto di vista strutturale, come atteso, presenta 53 TP-handles e 76 PT-handles e viola i requisiti per essere free-choice 6 volte. Il coverability graph corrispondente (figura 20 sinistra) è composto da 70 vertices e 100 edges.

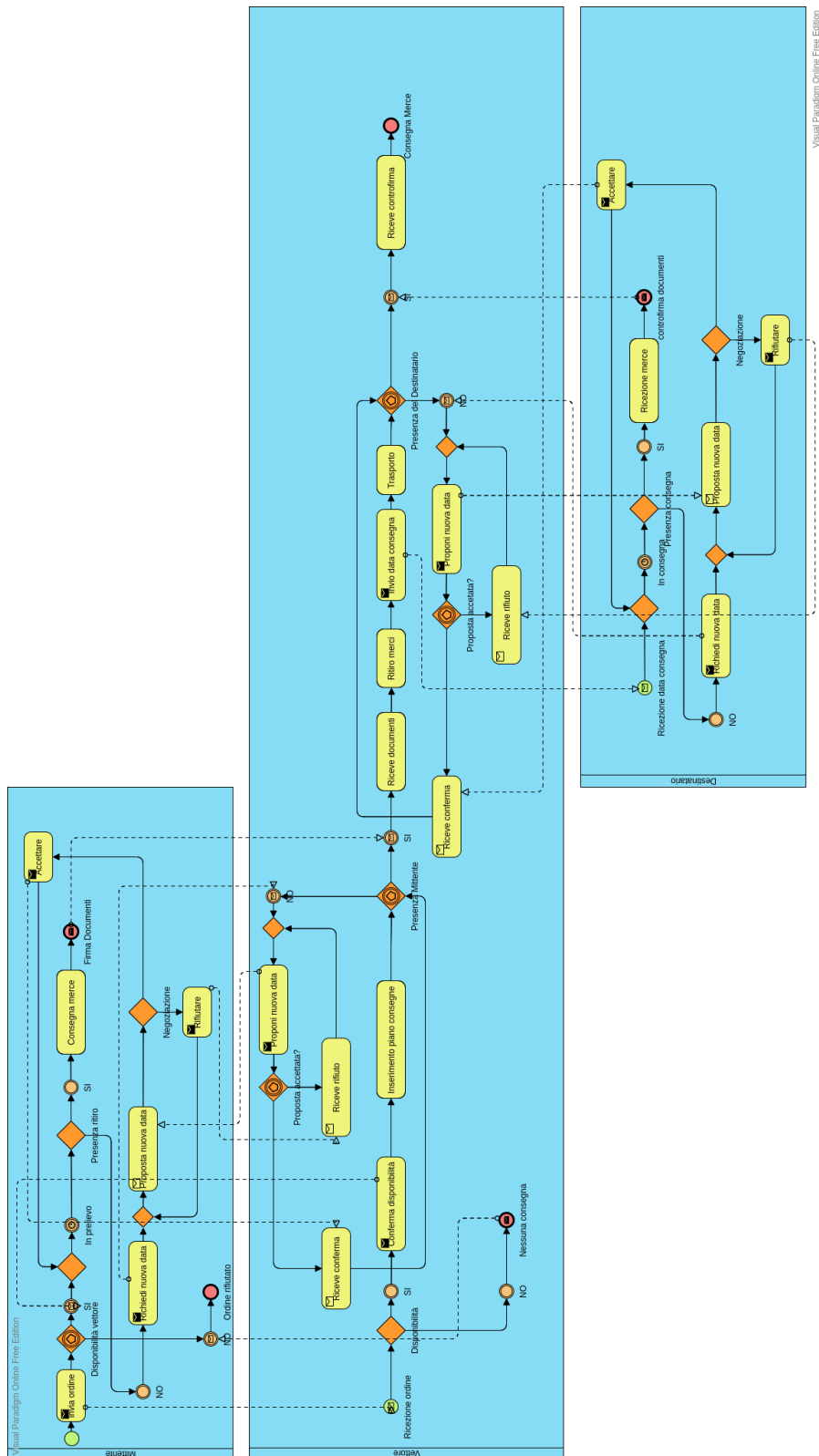


Figure 16: BPMN Collaborazione non modificata

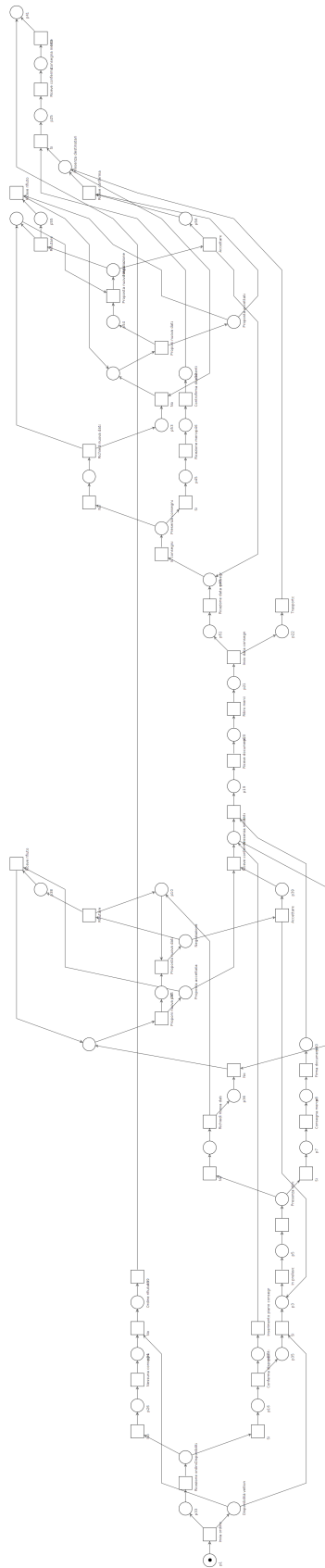


Figure 17: WF Collaborazione non modificata



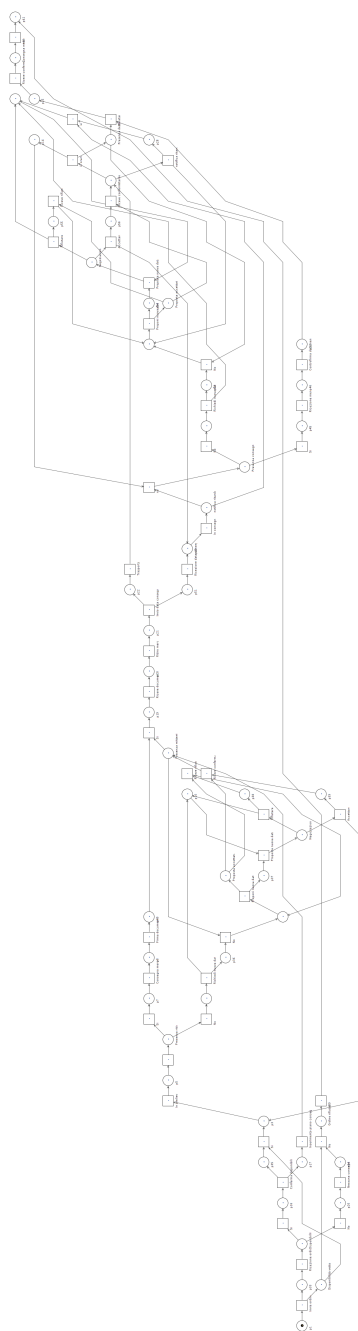
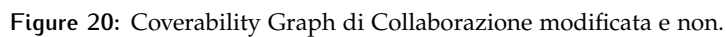


Figure 19: WF Collaborazione modificata



In appendice mostriamo alcuni risultati utili applicandoli alla più semplice delle nostre workflow net: quella del destinatario. Oltre che per la sua

semplicità, la rete del destinatario gode di un'importante proprietà, quella della free-choice, che ci permette di applicare il rank theorem.

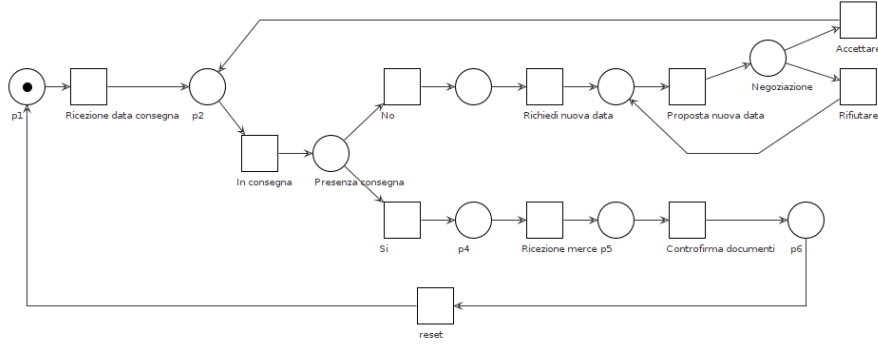


Figure 21: Destinatario*

A.1 Applicazione del Rank Theorem

Ai fini del nostro progetto l'applicazione di questo potente teorema è più un esercizio di stile volto a confermare i risultati ottenuti da woped che uno strumento utile. In ogni caso per completezza mostriamo la totalità delle nostre analisi. Il rank theorem si articola in 6 punti, di cui 2 già soddisfatti in partenza che sono la connessione e la presenza di almeno un place e una transition. Per quanto riguarda le invarianti:

- la S-invariant positiva è "gratis", essendo la WF una S-net siamo certi che il vettore (111111111) lo sia;
- la T-invariant positiva viene calcolata attraverso un sistema lineare ed eventualmente combinazioni di soluzioni possibili. Una possibile è (1211112111).

Per quanto riguarda M_0 che marca ogni sifone proprio, applichiamo il metodo iterativo per cercare il sifone massimale non marcato. Partendo da $R = \{p | M_0(p) = 0\} = \{p2, p3, p4, p5, p6, p7, p8, p9\}$, $Q := R$. Vediamo che $p2 \in Q$ e $t1 \in \bullet p2$ ma $t1 \notin Q^\bullet$, quindi $Q := Q \setminus \{p2\} = \{p3, p4, p5, p6, p7, p8, p9\}$. Allo stesso modo $p3$ contiene $t2$ nel pre-set, ma adesso non c'è più $p2$ che aveva $t2$ nel post-set, quindi anche $p3$ adesso non può far parte del sifone. Iterativamente per i restanti place è facile vedere come il sifone resta vuoto e quindi valida la condizione del teorema. L'ultima condizione da soddisfare è che la matrice in tabella 1 abbia rango uguale al numero di cluster -1. Come si può vedere in tabella 2, la matrice a scalini ottenuta tramite eliminazione di Gauss ha 8 pivot, quindi ha rango 8. Così come il numero di cluster in figura 22 ha 9 cluster. Questo mostra che N^* è live e boundness, perciò possiamo concludere che N è sound.

	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	to
p1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
p2	1	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
p3	0	1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0
p4	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0
p5	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0
p6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1
p7	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0
p8	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	1	0
p9	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	-1	0

Table 1: Matrice del destinatario

	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	to
p1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
p2	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
p3	0	0	-1	0	0	-1	0	0	1	0	1
p4	0	0	0	-1	0	-1	0	0	1	0	1
p5	0	0	0	0	-1	-1	0	0	1	0	1
p6	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0
p7	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0
p8	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1	0
p9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 2: Forma A Scalini

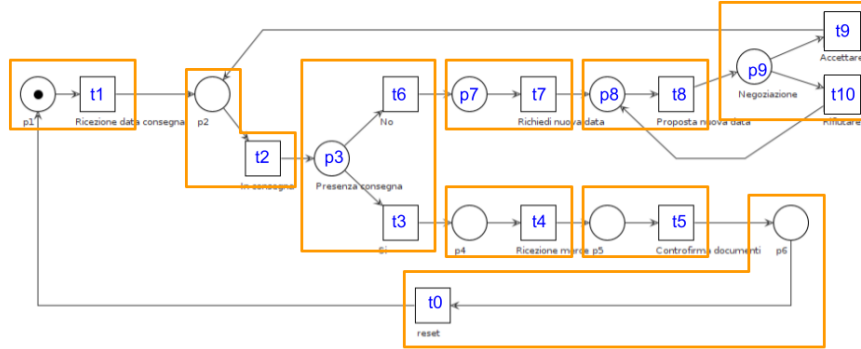


Figure 22: Cluster per Destinatario*

A.2 Safe per costruzione

Il secondo risultato notevole, nonché utile alla safeness è stato la riduzione delle reti più grandi in reti semplici tramite sostituzione di building block che sappiamo essere safe a loro volta. In figura 23 mostriamo il processo su Destinatario, ma in maniera analoga è stato eseguito sulle altre reti.

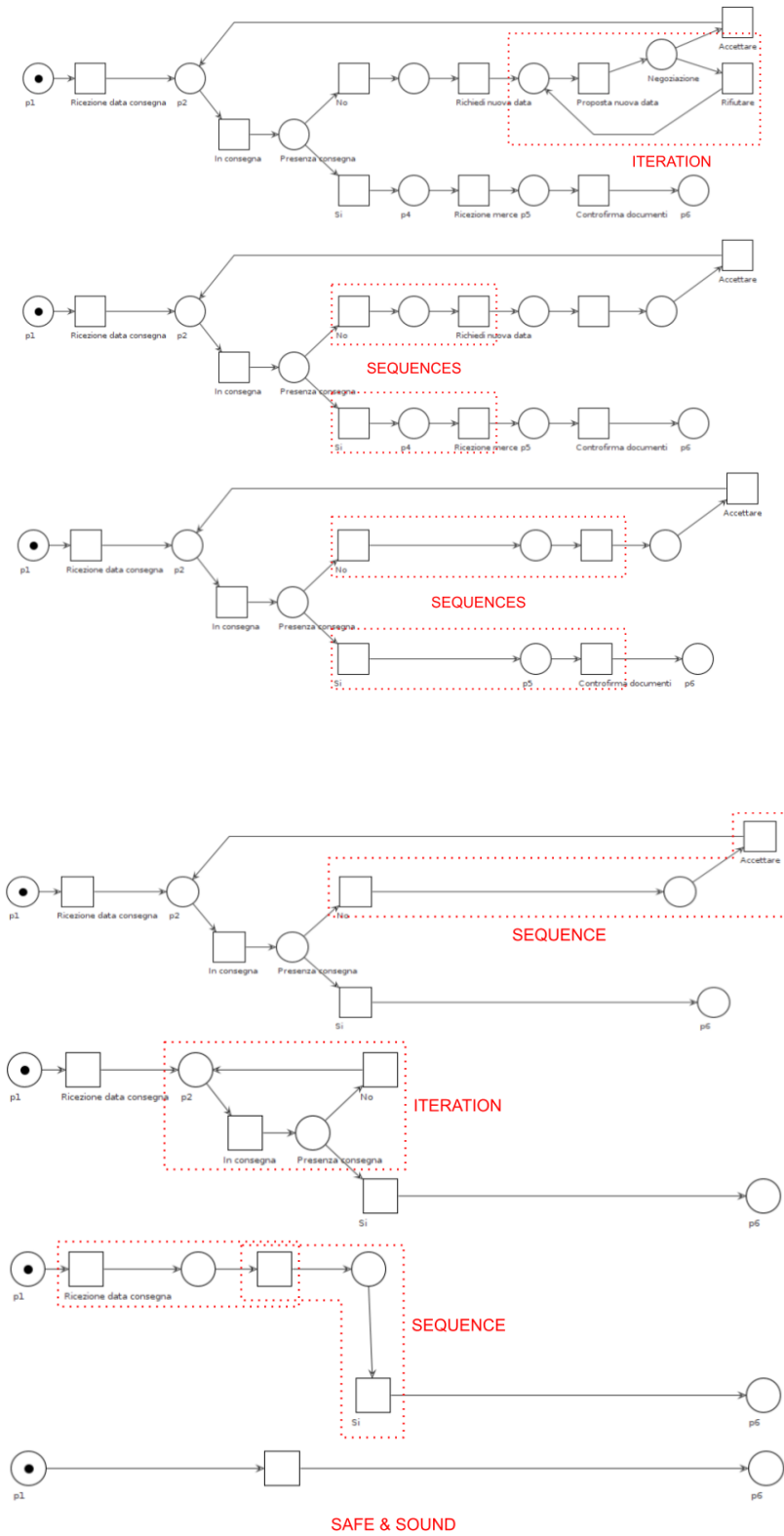


Figure 23: Safeness by construction