

**Università di Pisa – Facoltà di Ingegneria**

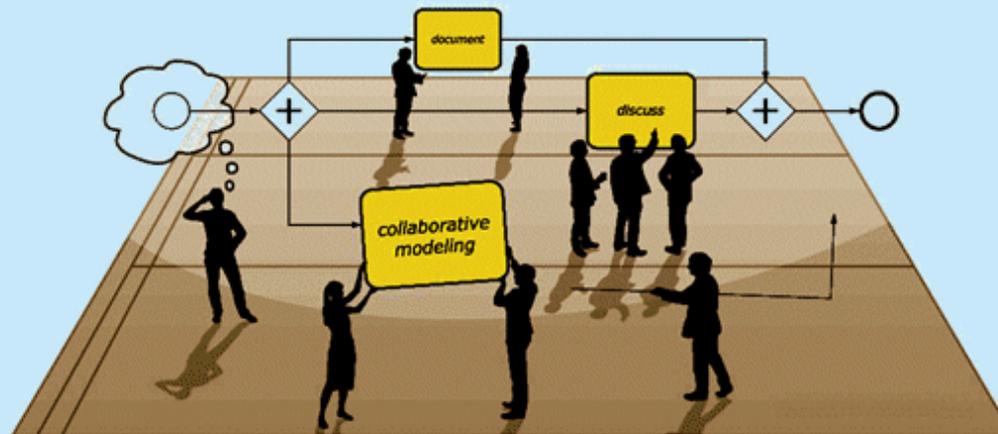
**Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale**

*Laboratorio di Gestione della Qualità (prof. F. Failli)*

---

*“Le grandi e complesse organizzazioni aziendali sono la manifestazione tangibile della tecnologia avanzata, più delle stesse macchine” ( J.K. Galbraith)*

## **Introduzione alla rappresentazione dei processi organizzativi basata su BPMN**



Mario G. Cimino, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

*Pisa, 14 Maggio (8.30-11.30 aula C22) e 15 Maggio (13.30-15.30 aula P1), 2012*

# Prologo

La tesi secondo cui per il buon andamento aziendale basti avere i prodotti ed i servizi “giusti” risulta oggi difficilmente condivisibile, poiché i prodotti hanno cicli di vita brevi e anche i migliori diventano ben presto obsoleti. Non sono i prodotti, ma i processi che li creano ad assicurare l’andamento positivo nel lungo periodo, sia per il cliente finale sia per l’azienda. Per poter individuare le azioni di miglioramento occorre sistematicamente monitorare ed analizzare sia i processi che le loro interfacce interne ed esterne. Sviluppare ed analizzare i processi aziendali consente di creare la giusta astrazione per capire il business, procurare una base per creare opportuni requisiti ingegneristici, fornire un supporto per studiare le implicazioni dei cambiamenti, identificare opportunità di outsourcing, e così via. Data la complessità della progettazione e del controllo dei processi delle moderne supply chain, occorrono opportuni linguaggi e tecniche di analisi, che includano possibilità quali simulazione, diagnostica, verifica, valutazione delle prestazioni. Il linguaggio BPMN rappresenta una notazione standardizzata dall’OMG e comprensibile da vari attori: gli analisti che definiscono i processi, gli sviluppatori che ne guidano l’implementazione tecnologica, i responsabili della gestione e controllo dei processi. BPMN è traducibile da e in formati XML per l’esecuzione dei processi, quali lo standard WS-BPEL 2.0 per ambienti service-oriented. Il presente seminario prevede l’illustrazione della notazione BPMN 2.0 attraverso un insieme di esempi, ed esercitazioni pratiche su casi di studio relativi all’analisi dei processi.

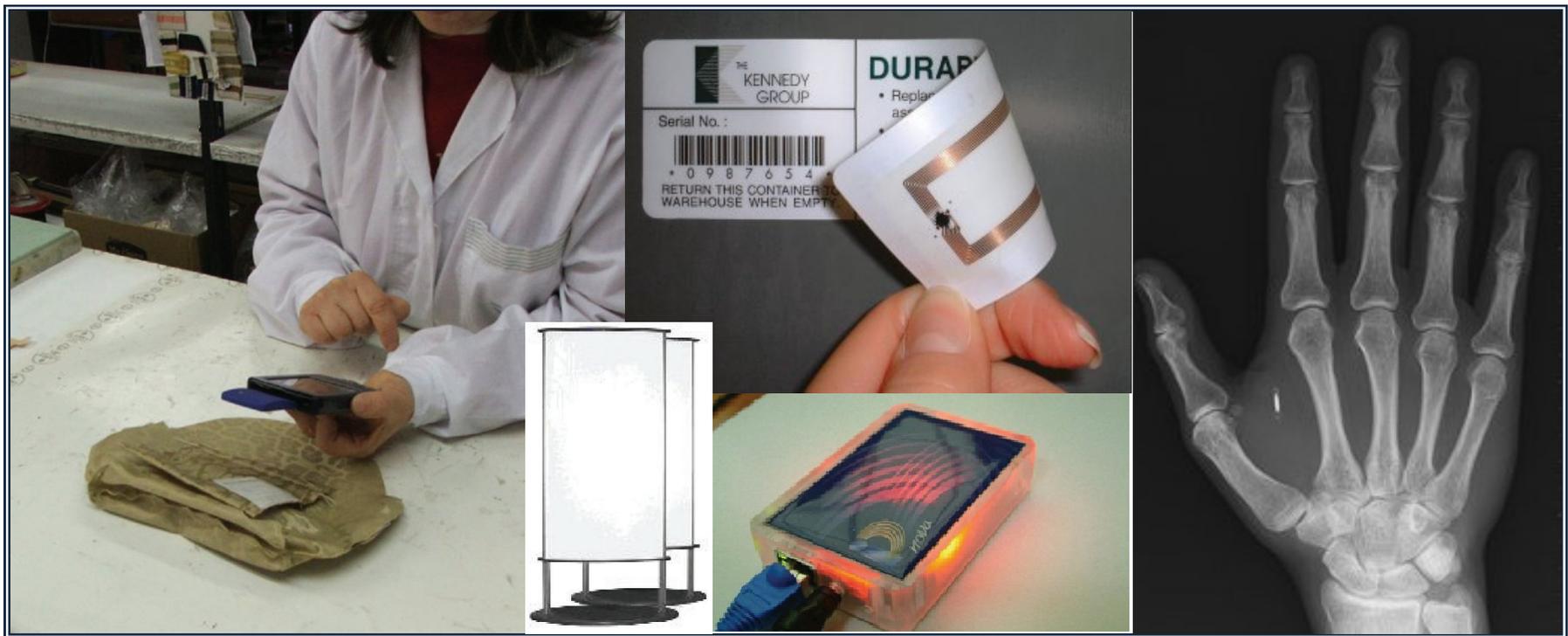
## Sommario

Introduzione a BPMN 2.0; caratteristiche generali; flusso di controllo e concetto di token; diagrammi di processo; esempi. Costrutti BPMN di base: processi, sottoprocessi, task; flussi di sequenza e punti decisionali; eventi iniziali, intermedi, finali; partizioni, pool, corsie; flussi di messaggi; artefatti: oggetto dati, gruppo, nota testuale. Consultazione della specifica BPMN 2.0 e costrutti avanzati: tipologie di evento, di processo, di punto decisionale, di flusso. Estendibilità del BPMN 2.0. Strumenti per la modellazione di processo in BPMN 2.0. Laboratorio didattico su BPMN e Business Process Analysis.

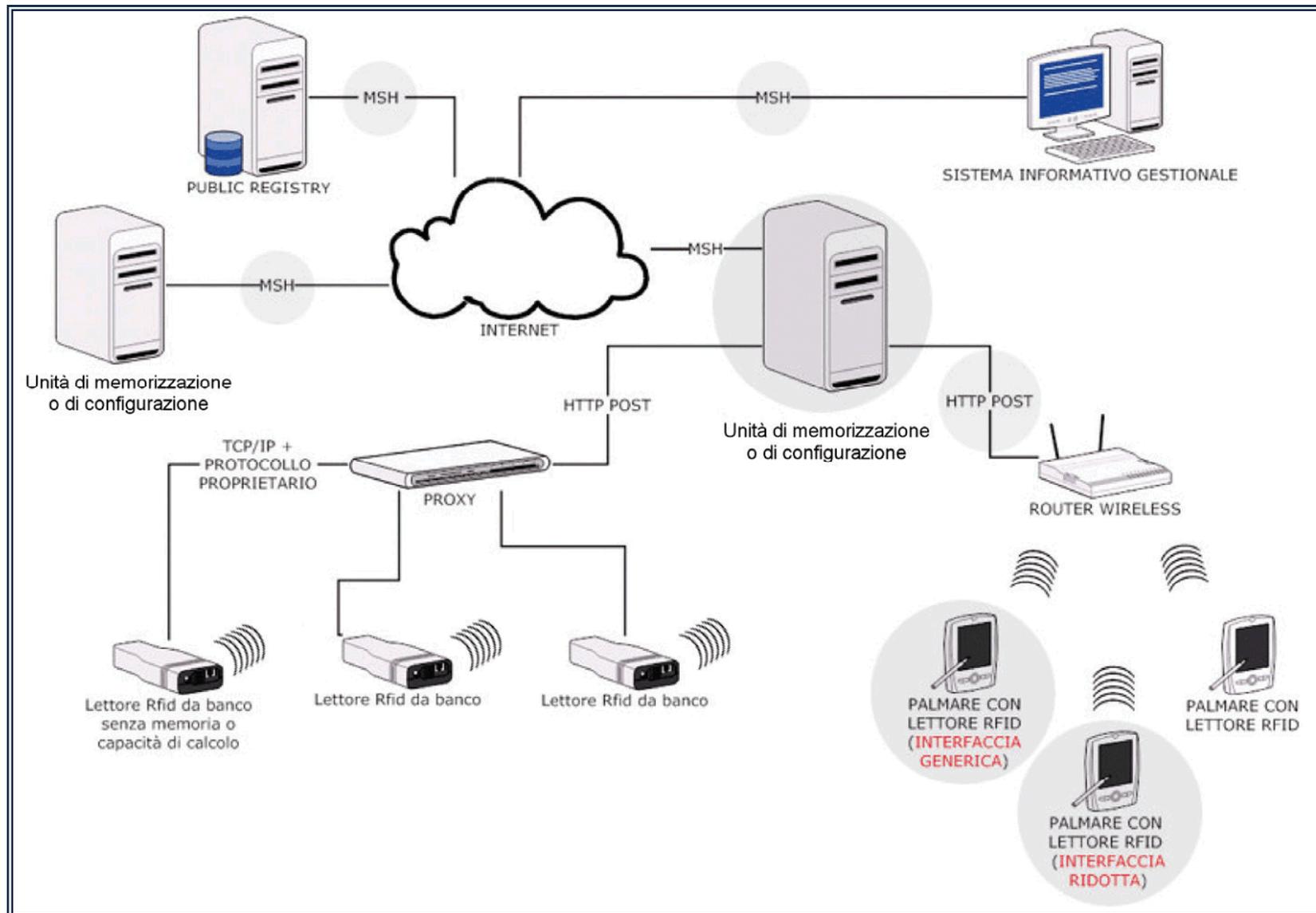
Il relativo materiale didattico è pubblicato su <http://www.iet.unipi.it/m.cimino/gpa> (user: *business*, pass: *prOcess*)

# Caso di studio con processi eseguibili: BP Analysis con BPMN 2.0 e SOA Traceability

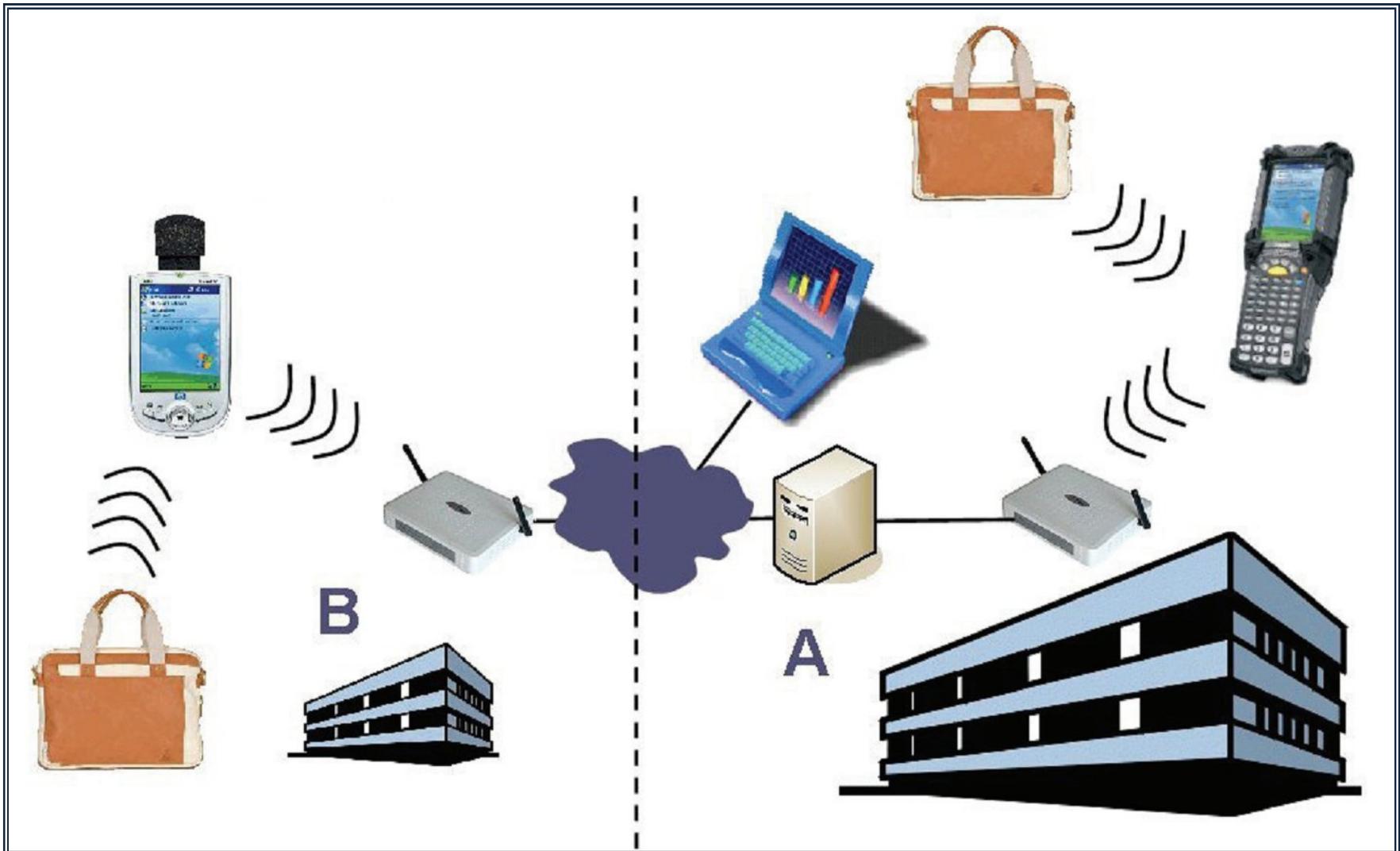
- **Internet of Things:** paradigma promosso da un imponente consorzio (Auto-ID Labs, EPCglobal) come modello di Supply Chain del futuro: l'applicazione massiva di etichette elettroniche (RFID) consentirà a tutti i beni (libri, scarpe, vetture e relative parti, ecc.) di essere acceduti da qualsiasi parte del mondo, come avviene oggi con i documenti web. Una rete Internet di oggetti fisici.
- Esempi di dispositivi basati su Tecnologia RFID:



- Infrastruttura di gestione della Tracciabilità con Internet of Things:



- Esempio di infrastruttura su filiera “corta” composta da (A) Capofila e (B) terzista.



- Esempio di dati tracciati dall'esecuzione di processi produttivi:

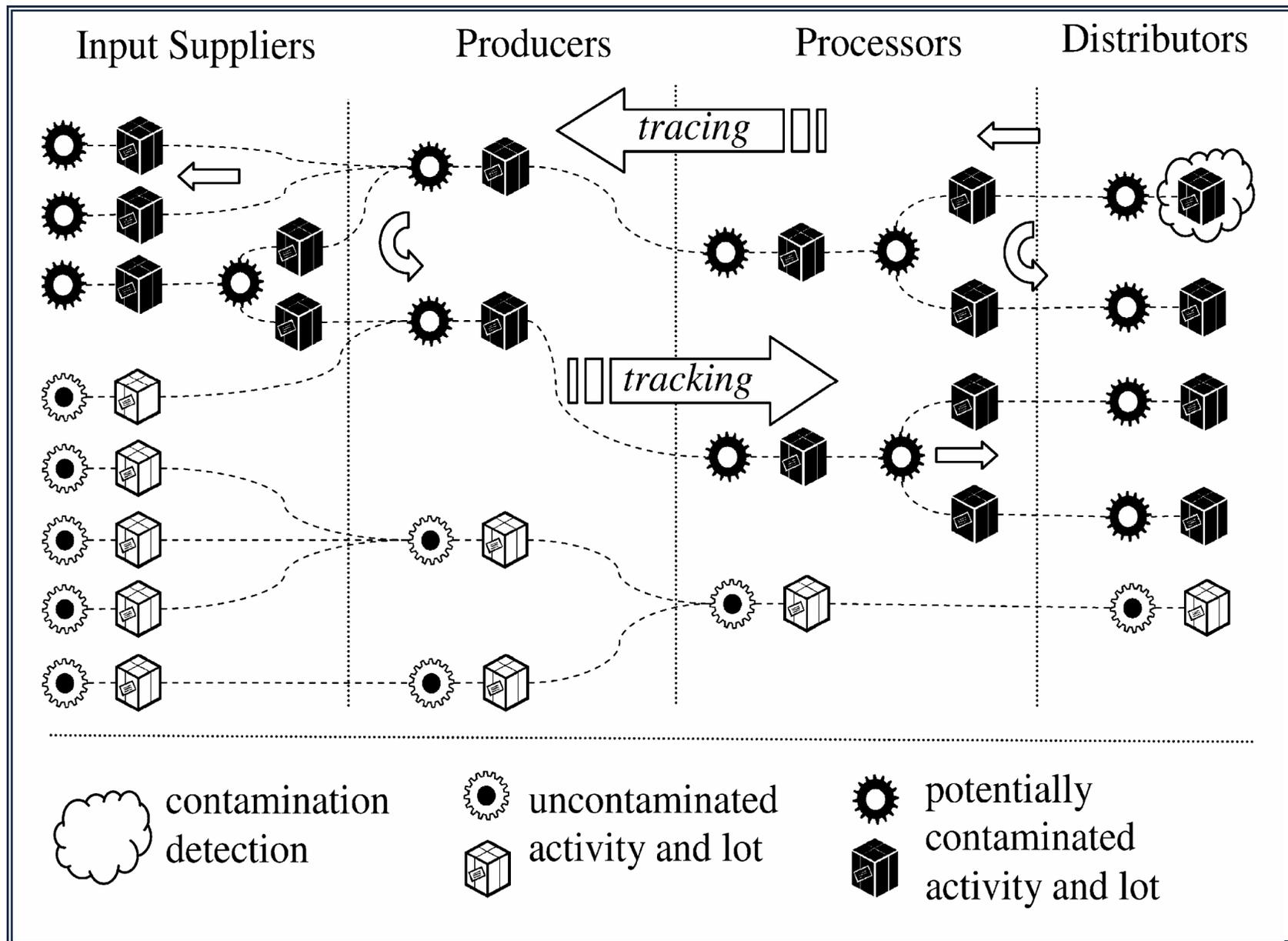
iReport JasperViewer

Report Lavorazioni Raggruppate

ID	TAG	Data Inizio	Data Fine	Durata	Operatore	Difetto	Codice	Sito
<b>Lavorazione CORPO BORSA</b>								
71	E0040100004B52	15/12/07 12.40	15/12/07 12.40	5	ROSSI	COLORE NON UNIFORME	SAP-71GI	REP
72	E004010002EA9E	15/12/07 12.41	15/12/07 12.41	6	ROSSI	COLORE NON UNIFORME	SAP-72GI	REP
73	E0040100004B52	15/12/07 12.43	15/12/07 12.43	10	ROSSI	DIFETTO DI UN ACCESSORIO	SAP-73GI	REP
74	E004010002EA94	15/12/07 12.43	15/12/07 12.43	5	ROSSI	SGRANATURA DELLA PELLE	SAP-74GI	REP
83	E004010002EA9E	15/12/07 12.57	15/12/07 12.58	8	ROSSI	null	SAP-83GI	REP
<b>Lavorazione FODERE</b>								
75	E0040100004B52	15/12/07 12.45	15/12/07 12.45	18	VERDI	COLORE NON UNIFORME	SAP-73GI	REP
76	E004010002EA94	15/12/07 12.46	15/12/07 12.46	10	VERDI	null	SAP-74GI	REP
77	E0040100004B52	15/12/07 12.46	15/12/07 12.47	51	VERDI	COLORE NON UNIFORME	SAP-71GI	REP
78	E004010002EA9E	15/12/07 12.48	15/12/07 12.48	10	VERDI	null	SAP-72GI	REP
84	E004010002EA9E	15/12/07 13.00	15/12/07 13.00	7	VERDI	COLORE NON UNIFORME	SAP-83GI	REP
<b>Lavorazione ASSEMBLAGGIO</b>								
79	E0040100004B52	15/12/07 12.49	15/12/07 12.49	6	VERDI	GRAFFIO	SAP-71GI	REP
80	E004010002EA9E	15/12/07 12.50	15/12/07 12.50	6	VERDI	null	SAP-72GI	REP
81	E004010002EA94	15/12/07 12.50	15/12/07 12.50	4	VERDI	GRAFFIO	SAP-74GI	REP
82	E0040100004B52	15/12/07 12.51	15/12/07 12.51	4	VERDI	STRAPPO	SAP-73GI	REP
85	E004010002EA9E	15/12/07 13.01	15/12/07 13.01	8	VERDI	SDRUCITURA	SAP-83GI	REP

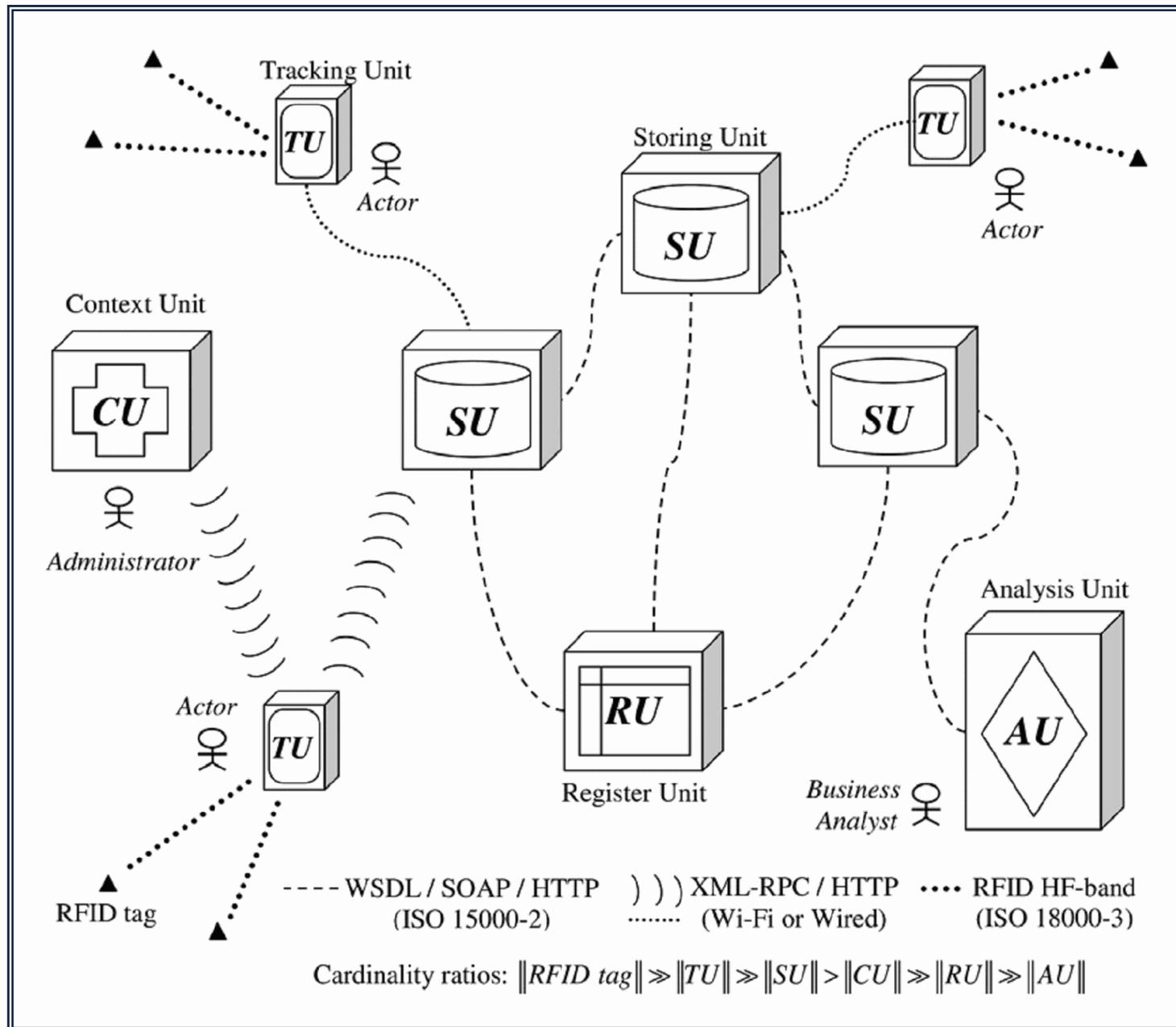
Pagina 1 di 1

- Scenario di Tracciabilità/Rintracciabilità di Processo.



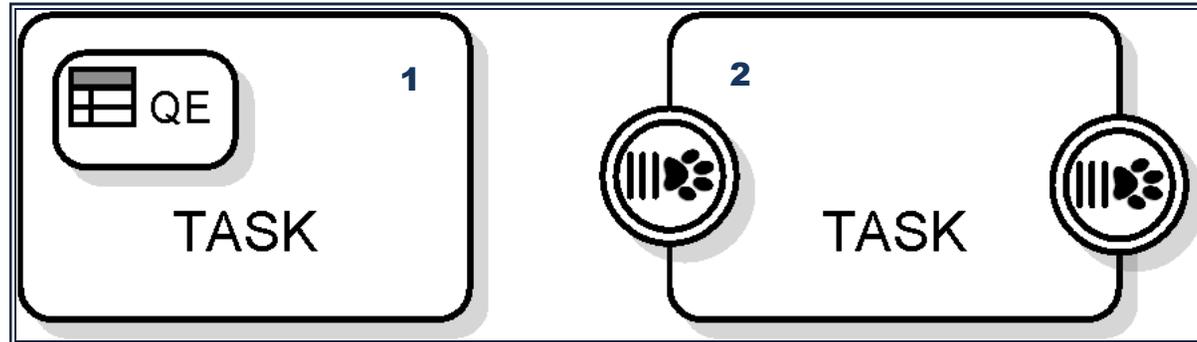
- Tracking* = lasciare tracce; *Tracing* = rintracciare.

- Agent Oriented Architecture (AOA) per la tracciabilità di processo



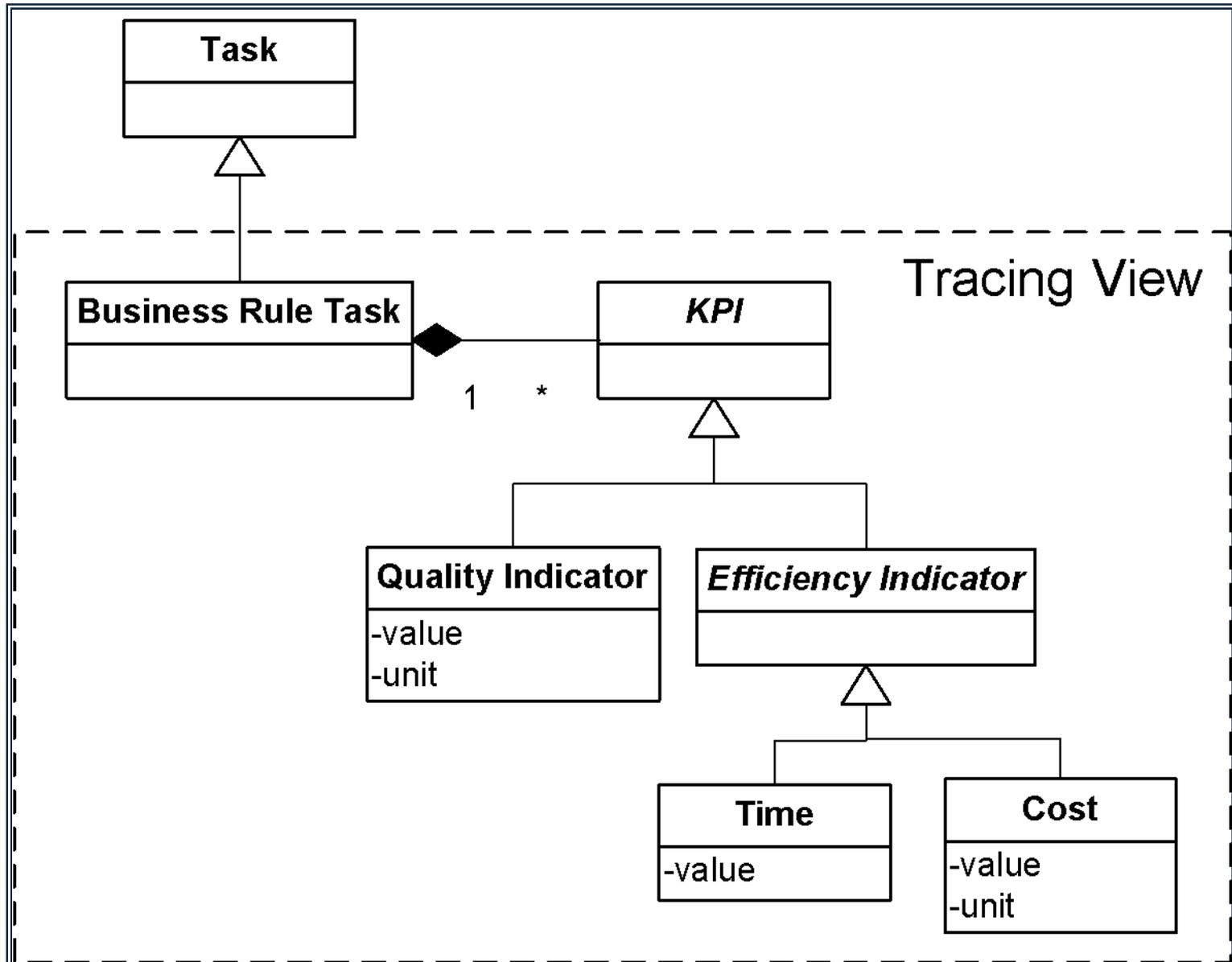
- Un sistema di tracciabilità consente di registrare dati sulla esecuzione dei processi (es. istante iniziale e finale di lavorazione, non conformità di una lavorazione).
- Tali dati consentono di calcolare degli indicatori di performance (Key Performance Indicator, o **KPI**). Esempi: percentuale media di non conformità del prodotto; tempo medio e varianza di un processo produttivo; tempo medio e varianza di una attività o processo. Percentuale media di studenti che superano un test finale in un processo di e-learning.
- I KPI sono identificati a seguito di obiettivi strategici su cui focalizzare il raggiungimento dei risultati, rappresentati dai fattori critici di successo (Critical Success Factors o **CSF**). Esempi di CSF: Riduzione del tempo evasione ordini; Riduzione dei difetti rilevati in produzione; Saturazione della capacità produttiva; “zero” studenti oltre il terzo anno fuori corso.
- Cosa ci facciamo con un sistema di tracciabilità di processo e un sistema di calcolo di KPI? Molte cose. Ad esempio, la Process Awareness nella Supply Chain/Supply Network: la consapevolezza del ruolo di un’azienda nel sistema filiera emerge tracciando ed analizzando le interrelazioni scaturite dalle esecuzioni.
- In una metodologia completa di Process Awareness occorre estendere il BPMN 2.0 con nuovi costrutti “eseguibili” per poter tracciare e rintracciare i processi. La piattaforma eseguibile dei processi di analisi è un sistema di tracciabilità “goal-oriented”.

- Esempio di estensione della notazione grafica per la visione di analisi<sup>1</sup> (tracing) e tecnologica<sup>2</sup> (tracking) dei processi.
- A sinistra viene rappresentato un *Business Rule Task* all'interno di un processo, ossia un meccanismo per fornire in input ad un Business Rule engine dei dati ed avere poi dei risultati dal medesimo. In tal modo l'analista può indicare nel diagramma BPMN i task che hanno associati dei KPI da calcolare, es. tempi medi di elaborazione. "QE" sta per Quality and Efficiency (vedere modello KPI successivo).
- A destra vengono rappresentati degli eventi intermedi di Tracking, nella fattispecie sono multipli. L'analista può così offrire una vista tecnologica, indicando i punti in cui occorre tracciare dati (es. istanti di ingresso ed uscita).

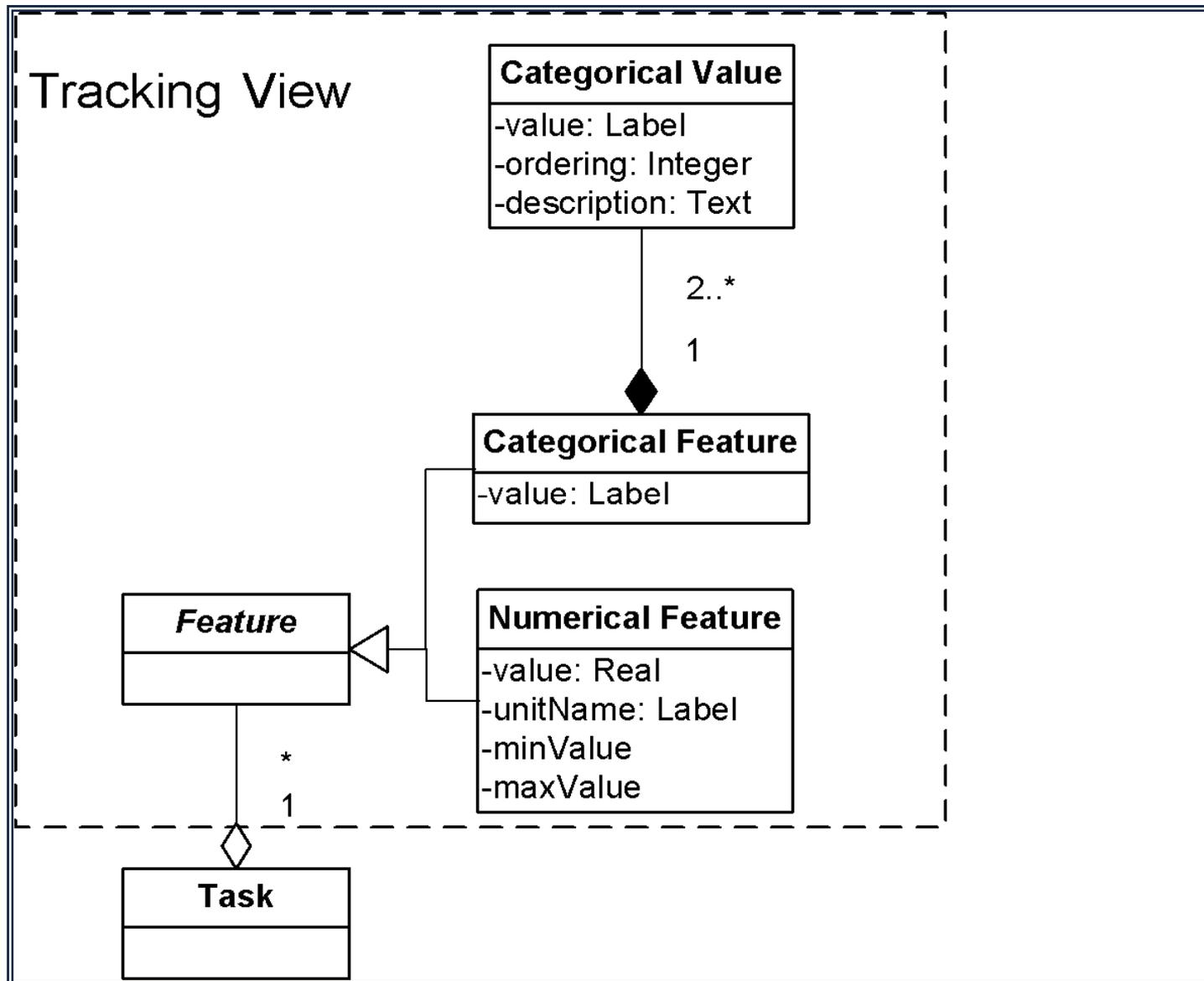


- Ogni costrutto ha poi delle informazioni strutturate che vengono associate, modellate in UML ed XML.
- Nel seguito viene mostrato un modello UML per tali informazioni.

- Modello dei KPI nella BPMN 2 extension.



- Modello che rappresenta i dati tracciabili nella BPMN 2 extension.



- Esercizio: progettare (in BPMN 2 su Visio) un semplice modello di Business Process Analysis che si basi sull'architettura eseguibile illustrata.

# Strumenti per la modellazione di processo in BPMN 2.0

- Al momento ci sono 75 strumenti di modellazione per il BPMN:  
[http://www.omg.org/bpmn/BPMN\\_Supporters.htm](http://www.omg.org/bpmn/BPMN_Supporters.htm)

[1]ActiveVos	[39]JBoss, RedHat - jBPM 5.0
[2]AccuProcess:Business Process Modeller	[40]Joinwork Process Studio - A BPMN 2.0 Modeler
[3]Activity	[41]Kaisha-Tec: ActiveModeler Avantage
[4]Altova: UModel v2008r2	[42]KnowGravity :KnowEnterprise
[5]Avolution: Abacus	[43]Lanner: Witness™
[6]Appian Enterprise 5 Business Process Management Suite	[44]Lombardi Software: TeamWorks®
[7]aXway: Process Manager™	[45]M1 Global: BPI Studio
[8]Business Process Incubator	[46]Mega International: Mega Suite™
[9]Barium Live!	[47]Metastorm: Metastorm Enterprise™
[10]BizAgi: BPM Suite	[48]MID: innovator
[11]BOC Group: ADONIS®	[49]No Magic: MagicDraw
[12]Borland® Together Designer® 2006	[50]Oracle Business Process Management Suite 11g
[13]BPM-Xchange® Product Suite	[51]Orbus Software: iServer
[14]Casewise: Corporate Modeler™	[52]Oryx: Web-based Collaborative Process Modeling
[15]Cordys: Business Operations Platform	[53]Pallas Athena: BPMlone®
[16]DAI-Laboratory: VSDT	[54]Process Master: ProcessPad
[17]Ekuar	[55]Pegasystems: BPMSuite
[18]eliXir BPMN-MDA Framework	[56]QPR Software: QPR BPM Suite
[19]ELMA	[57]Seagull Software: LegaSuite BPM
[20]EMC Documentation Process Suite	[58]Signavio GmbH: Signavio Process Editor
[21]Embarcadero Technologies: ER/Studio Business Architect	[59]Software AG: Enterprise Business Process Manager (EBPM)
[22]bxModeller	[60]Popkin: System Architect™
[23]Fujitsu: Interstage Business Process Manager 7.1	[61]Santeon: XIP BPM Platform
[24]Ciboodle: Sword	[62]SAP: SAP NetWeaver Composition Environment (CE), component SAP NetWeaver Business Process Management (BPM)
[25]Global 360:Analist view 3.0	[63]Savvion: Process Asset Management
[26]HandySoft Global Corp: BizFlow® BPM	[64]Select Business Solutions: Select Business Modeler & Select Architect
[27]IDS-Scheer: Aris™	[65]Skelta: Skelta BPM.NET 2006
[28]Corel: iGrafx™	[66]Soyatec: eBPMN Designer
[29]ILOG: JViews™	[67]Spax Systems: Enterprise Architect
[30]IMSX Pty Ltd (partner of Bizagi)	[68]SAPERION AG: SAPERION ECM & Workflow
[31]Image Technology	[69]Sun Microsystems: Studio Enterprise Edition
[32]IntaliolBPMS	[70]Sybase: PowerDesigner® 15
[33]Intellior AG: AENEIS	[71]Tibco: Business Studio™
[34]Interfacing Technologies: Enterprise Process Center; Free BPMN Modeler	[72]Trouw™: Metis 3.6 Enterprise Architecture Suite™
[35]ITpearls: Process Modeler for Visio	[73]Whitestein Technologies: Living Systems® Process Suite
[36]inubit AG: inubit BPM-Suite	[74]Visual Paradigm: Visual Architect™
[37]intellivate : IYOPRO	[75]WebRatio: BPM Free Edition and BPM Pro Edition
[38]ISIS Papyrus	

- Nel seguito verrà modellata la gestione dei libri di una biblioteca con due strumenti, rispettivamente, per processi non eseguibili e processi eseguibili.

# BPMN 2.0 Modeler for Visio Version 2.1

- Strumento di drawing puro, consente di disegnare i processi in modo libero, costruendo estensioni, e senza vincoli di eseguibilità.

- **Download** (freeware):

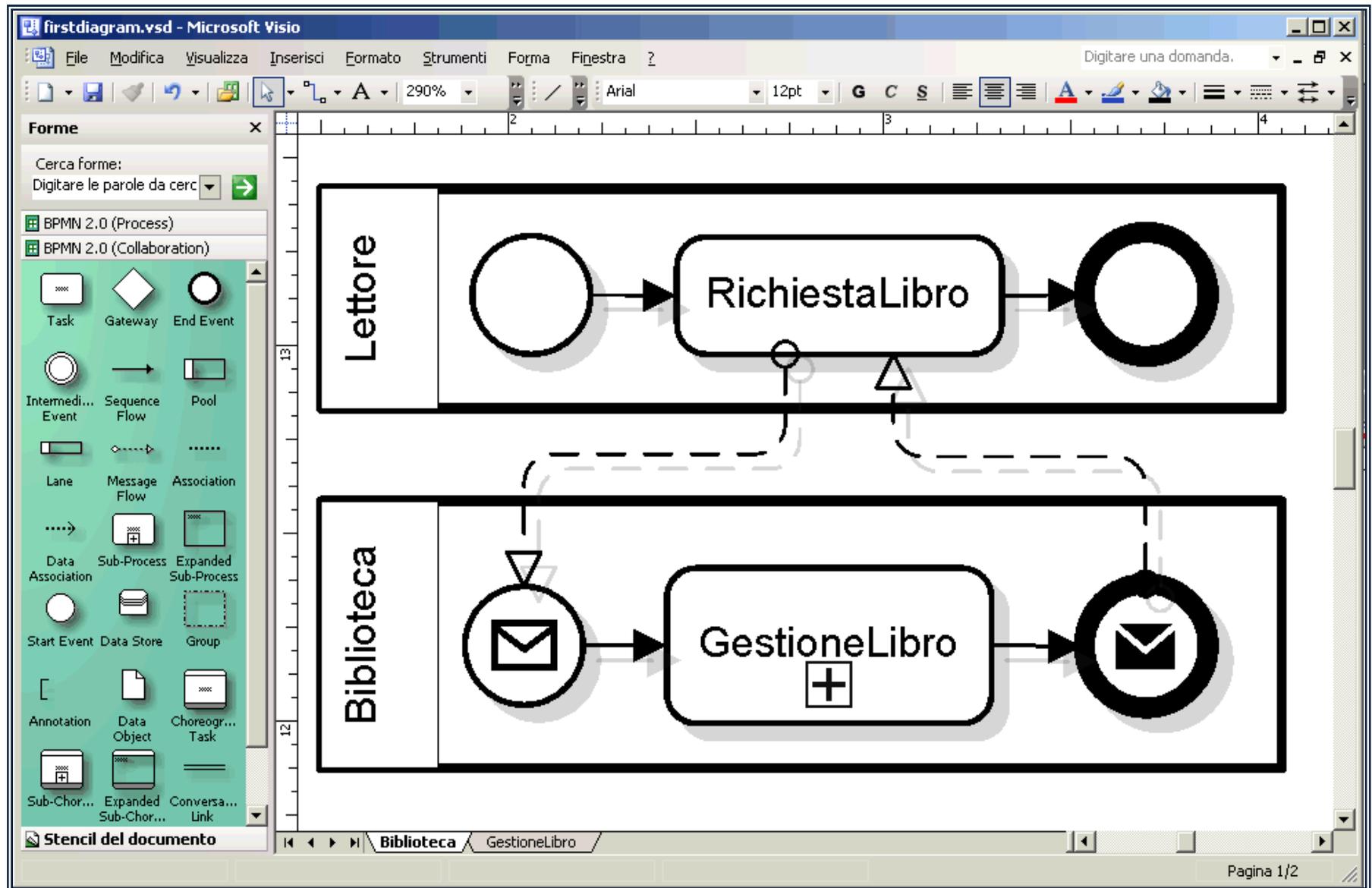
*<http://www.businessprocessincubator.com/bpmn-2-0-modeler-for-visio.html>;*

- **Requisiti:**

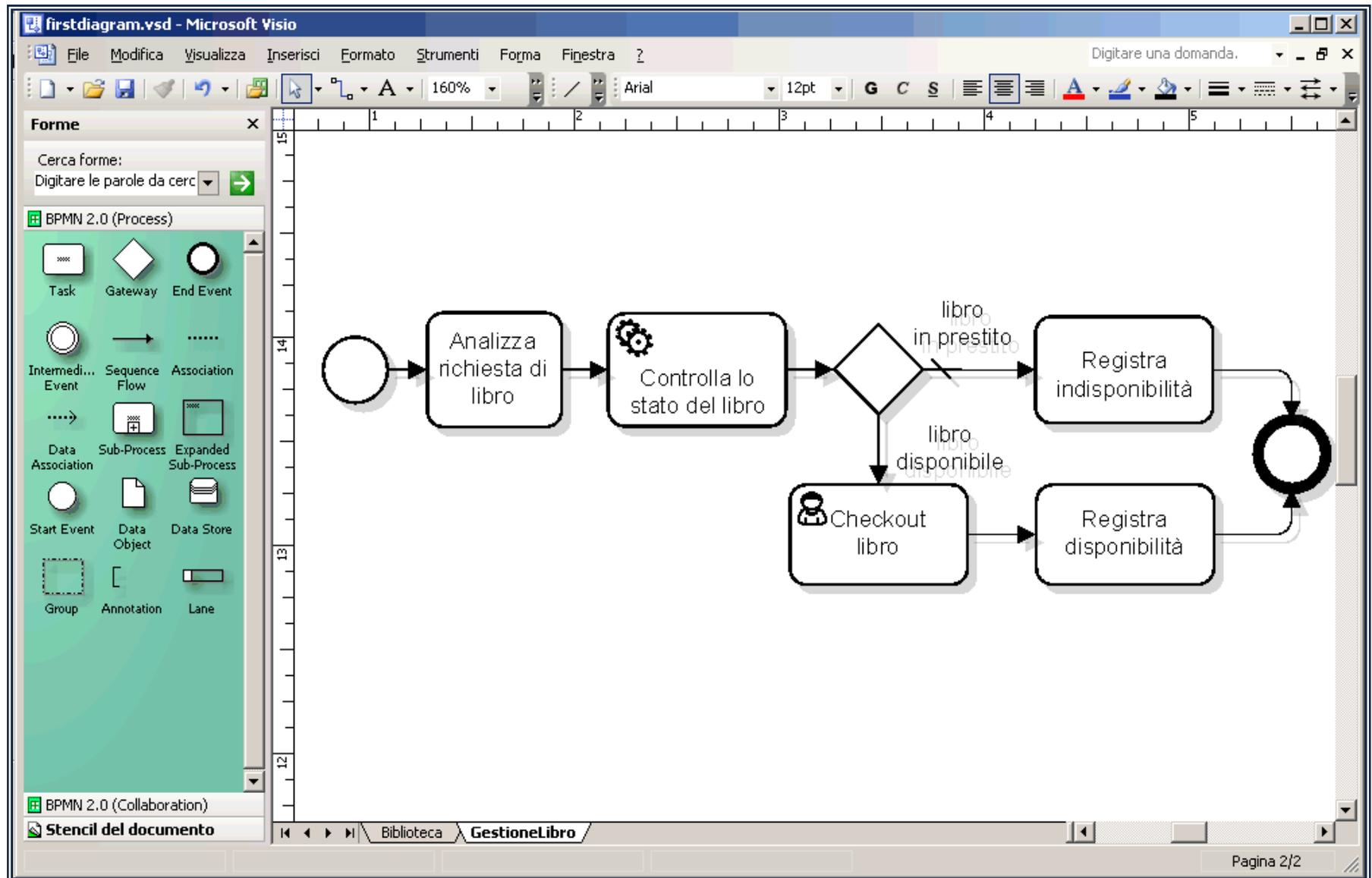
*Visio 2003 o superiore (Disponibile con licenza accademica di Facoltà)*

- **Installazione:** semplicissima,  $\Rightarrow$  lingua italiana;
- **Uso:** semplicissimo. A sinistra appaiono due pannelli (stencil) contenenti i costrutti per la modellazione di processi (orchestrazioni) e collaborazioni (coreografie) BPMN. Il diagramma si costruisce tramite il drag&drop dei costrutti grafici.
- **Caratteristiche di massima:** ottimo per analisti del business, ottima integrabilità con strumenti di documentazione e presentazione aziendale. Offre il set completo di elementi e di diagrammi BPMN 2.0, come descritto nella specifica ufficiale.

- Semplice coreografia per l'interazione tra lettore e biblioteca.



- Semplice orchestrazione per la gestione dei prestiti libri (processo GestioneLibro).



# Intalio|Designer 6.x

- Suite modulare per l'intero ciclo di Business Process Management.
- Il modulo *Designer* consente di costruire i diagrammi eseguibili ed esportarli in formato processabile sul modulo *Server*, per ambienti SOA.
- Viene supportato da una community molto attiva:

*<http://community.intalio.com/tutorials-5.2/implementing-your-first-process-in-5.2-beginner.html>*

- **Download:** *<http://www.intalio.com/downloads>*;
- **Reference guide** *<http://community.intalio.com/reference-guides.html>*

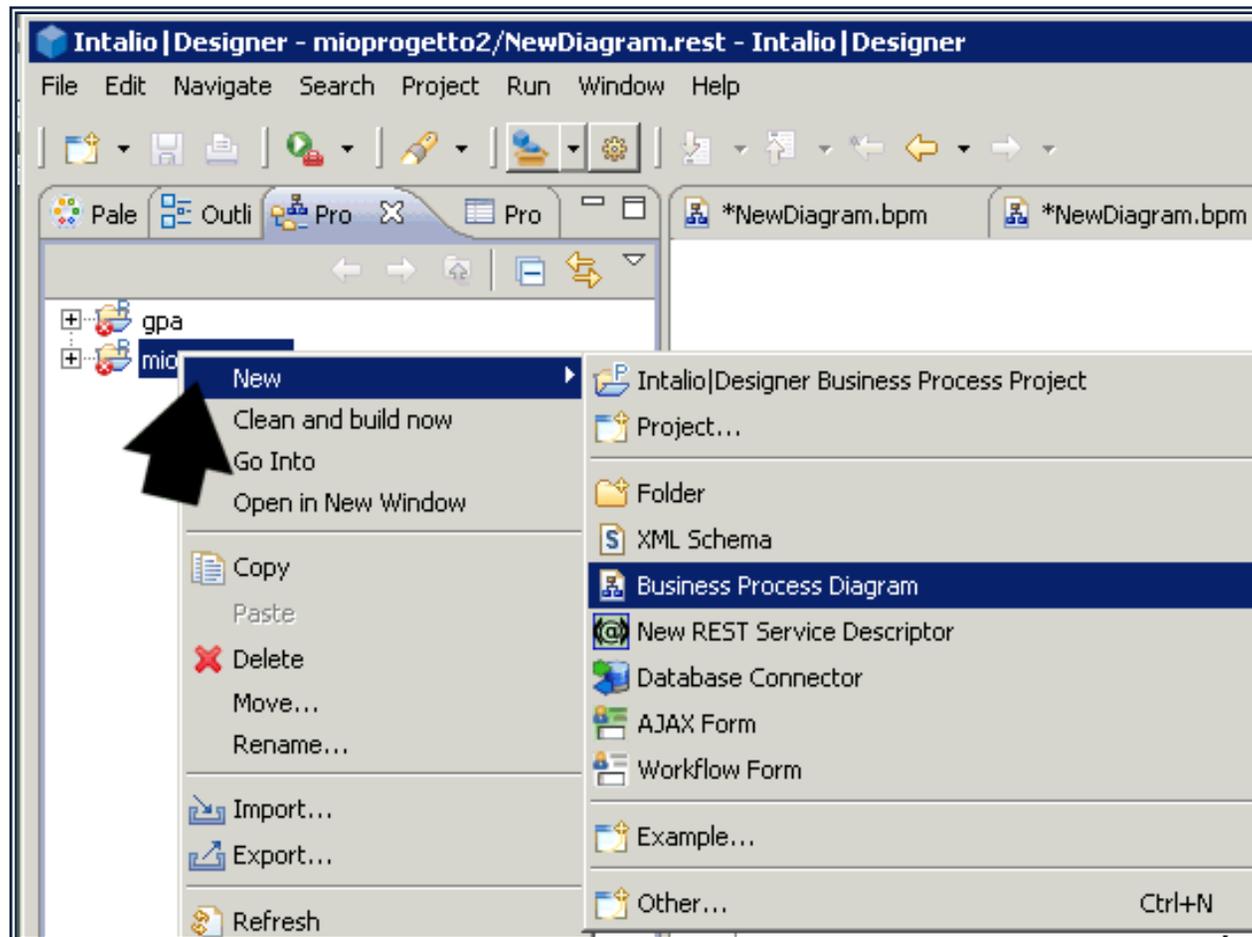
⇒ Intalio|BPMS Designer - BPMN Flow Objects

- **Installazione:** semplicissima, ⇒ lingua inglese;
- **Legenda:**

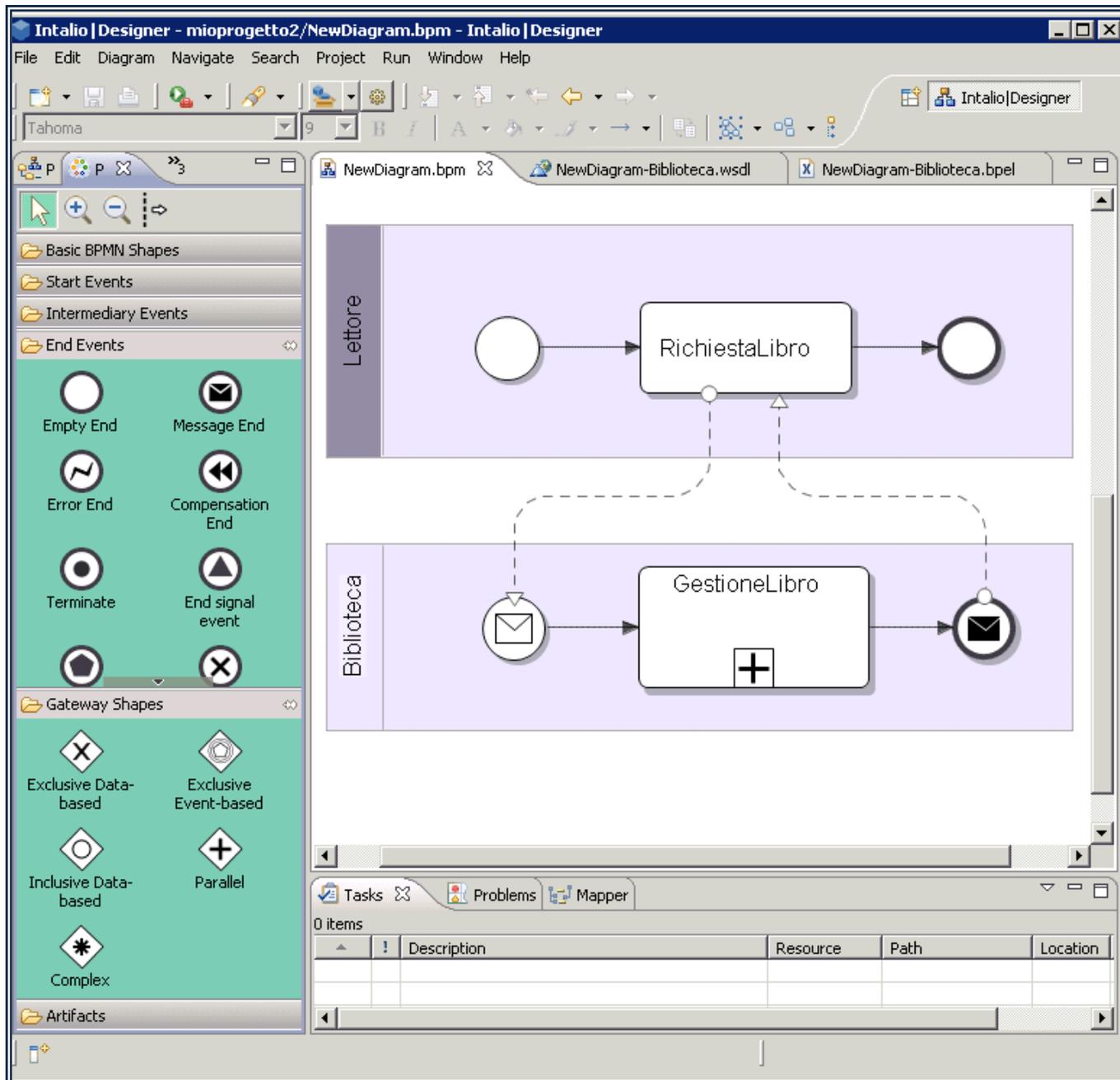
⇓ digita	∅ premi	⇒ seleziona con tasto sx	⇐ seleziona con tasto dx
----------	---------	--------------------------	--------------------------

- **Primo diagramma:**

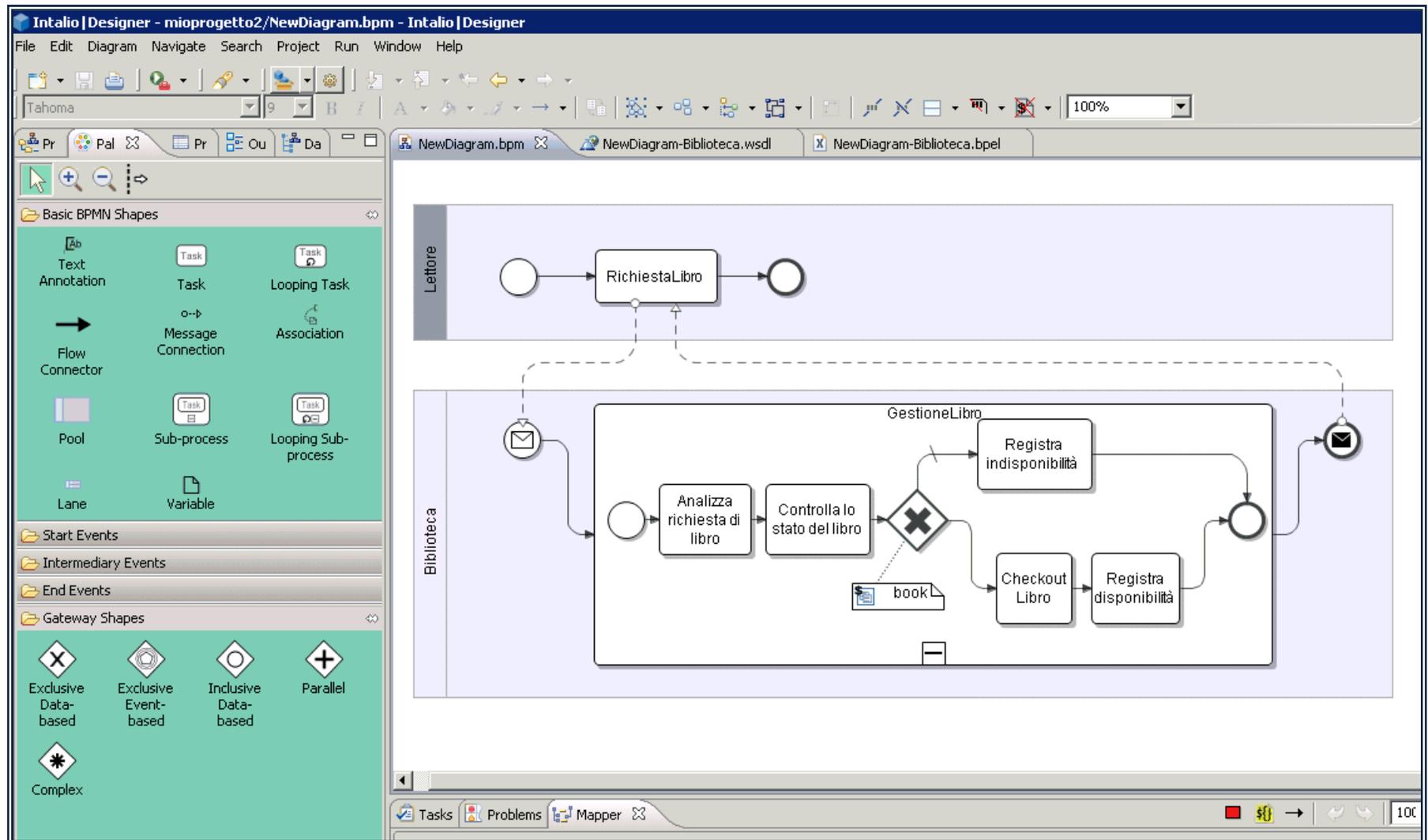
1. ⇒ *File* ⇒ *New* ⇒ *Intalio|Designer Business Process Project*;
2. ↓ *Project name* (es. *mioprogetto*);
3. ∅ *Finish*;
4. DX ⇒ in scheda *Process Explorer* (Fig.1) ⇒ *New* ⇒ *Business Process Diagram*;
5. ∅ *Finish*;



- Semplice coreografia per l'interazione tra lettore e biblioteca..



- Semplice orchestrazione per la gestione dei prestiti libri (processo GestioneLibro)



- Notare: (a) *Letto* è un pool non eseguibile; (b) *Biblioteca* è eseguibile; (c) La variabile *book* associata al gateway, consente l'eseguibilità del processo.

Nota: se mancano alcune schede, andare sul menu *Window* ⇒ *Show view*.

- File WSDL generato: descrizione dei web service in termini di scambi di messaggi.

```

<?xml version='1.0' encoding='utf-8'?>
<wsdl:definitions xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
  xmlns:plnk="http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/plnktype" xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
  xmlns:bpel="http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/process/executable"
  xmlns:vprop="http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/varprop" xmlns:this="http://example.com/NewDiagram/Biblioteca"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:Lettore="http://example.com/NewDiagram/Lettore" xmlns:diag="http://example.com/NewDiagram"
  xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace" targetNamespace="http://example.com/NewDiagram/Biblioteca">
  <wsdl:types>
    <xs:schema elementFormDefault="qualified"
      targetNamespace="http://example.com/NewDiagram/Biblioteca">
      <xs:element name="EventStartMessageRequest" type="xs:string" />
      <xs:element name="EventStartMessageResponse" type="xs:string" />
    </xs:schema>
  </wsdl:types>
  <wsdl:message name="EventStartMessageRequest">
    <wsdl:part name="body" element="this:EventStartMessageRequest" />
  </wsdl:message>
  <wsdl:message name="EventStartMessageResponse">
    <wsdl:part name="body" element="this:EventStartMessageResponse" />
  </wsdl:message>
  <wsdl:portType name="ForLettore">
    <wsdl:operation name="EventStartMessage">
      <wsdl:input message="this:EventStartMessageRequest" name="EventStartMessage" />
      <wsdl:output message="this:EventStartMessageResponse"
        name="EventStartMessageResponse" />
    </wsdl:operation>
  </wsdl:portType>
  <wsdl:binding name="CanonicBindingForLettore" type="this:ForLettore">
    <soap:binding style="document"
      transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http" />
    <wsdl:operation name="EventStartMessage">
      <soap:operation style="document"
        soapAction="http://example.com/NewDiagram/Biblioteca/ForLettore/EventStartMessage" />
      <wsdl:input name="EventStartMessage">

```

- File BPEL generato: notare il ramo *if-else* del processo eseguibile.

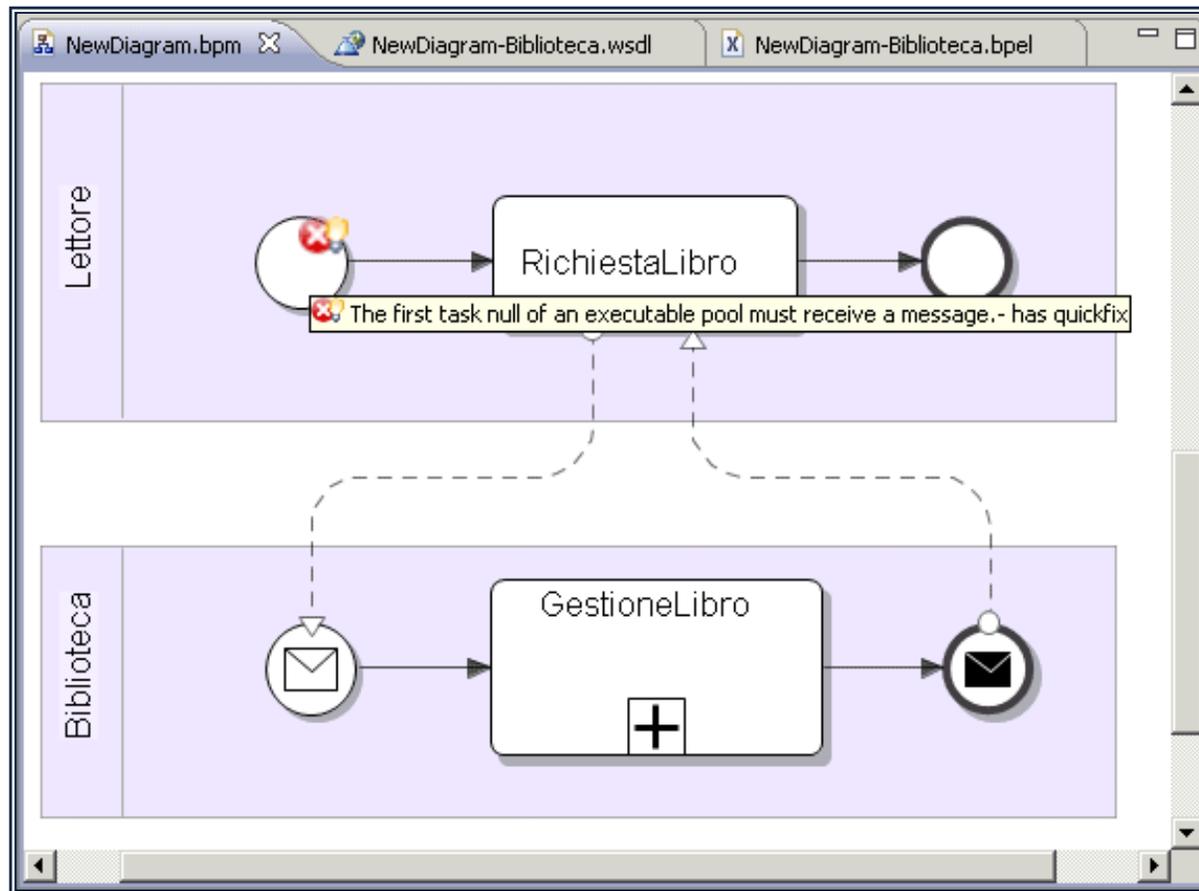
```

*NewDiagram.bpm  NewDiagram-Biblioteca.wsdl  NewDiagram-Biblioteca.bpel  form.xform  NewDiagram2.bpm  NewDiagram2.xform
<bpel:variable name="book" type="xs:boolean"/>
</bpel:variables>
<bpel:sequence>
  <bpel:assign name="init-variables-GestioneLibro" bpmn:id="_bLeagGOPEeCQM8RGJYh4sA">
    <bpel:copy bpmn:label="$book">
      <bpel:from>
        <bpel:literal></bpel:literal>
      </bpel:from>
      <bpel:to>$book</bpel:to>
    </bpel:copy>
  </bpel:assign>
  <bpel:empty bpmn:label="Empty_Start_Event" name="Empty_Start_Event" bpmn:id="_ouclkG02EeCQM8RGJYh4sA"/>
  <bpel:empty bpmn:label="Analizza richiesta di libro" name="Analizza_richiesta_di_libro" bpmn:id="_NswEYG03E">
  <bpel:empty bpmn:label="Controlla lo stato del libro" name="Controlla_lo_stato_del_libro" bpmn:id="_SbPz0G0">
  <bpel:if>
    <bpel:condition>$book</bpel:condition>
    <bpel:sequence>
      <bpel:empty bpmn:label="Checkout Libro" name="Checkout_Libro" bpmn:id="_n5fzMG05EeCQM8RGJYh4sA"/>
      <bpel:empty bpmn:label="Registra disponibilit " name="Registra_disponibilit " bpmn:id="_juw4IG05EeCQM8R">
    </bpel:sequence>
    <bpel:else>
      <bpel:sequence>
        <bpel:empty bpmn:label="Registra indisponibilit " name="Registra_indisponibilit " bpmn:id="_jIdtIG05E">
      </bpel:sequence>
    </bpel:else>
  </bpel:if>
  <bpel:empty bpmn:label="Empty_End_Event" name="Empty_End_Event" bpmn:id="_qfivwG02EeCQM8RGJYh4sA"/>
</bpel:sequence>
</bpel:scope>
<bpel:reply partnerLink="bibliotecaAndLettorePlkVar" portType="this:ForLettore" operation="EventStartMessage" v
</bpel:sequence>
</bpel:process>

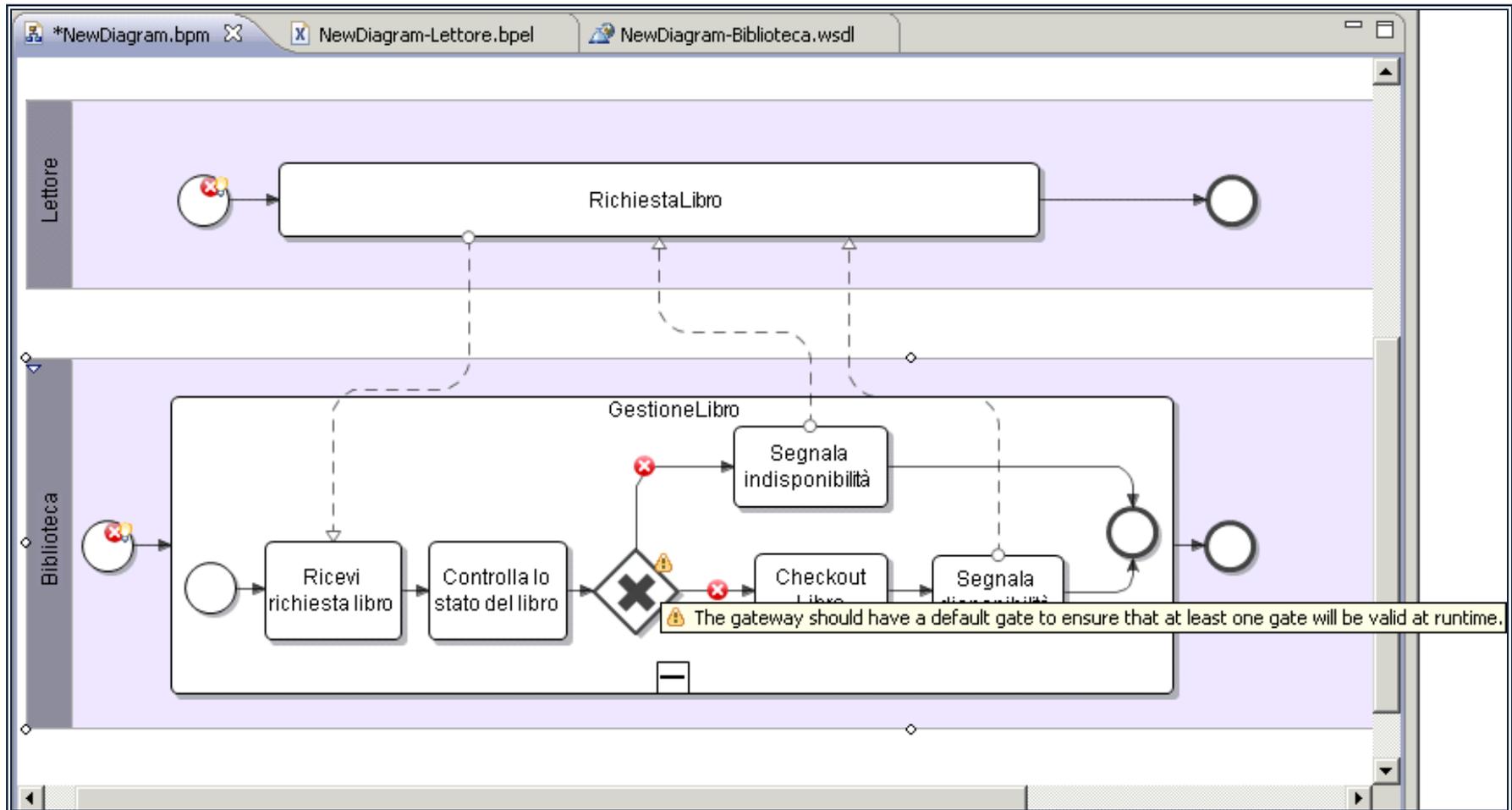
```

Design Source

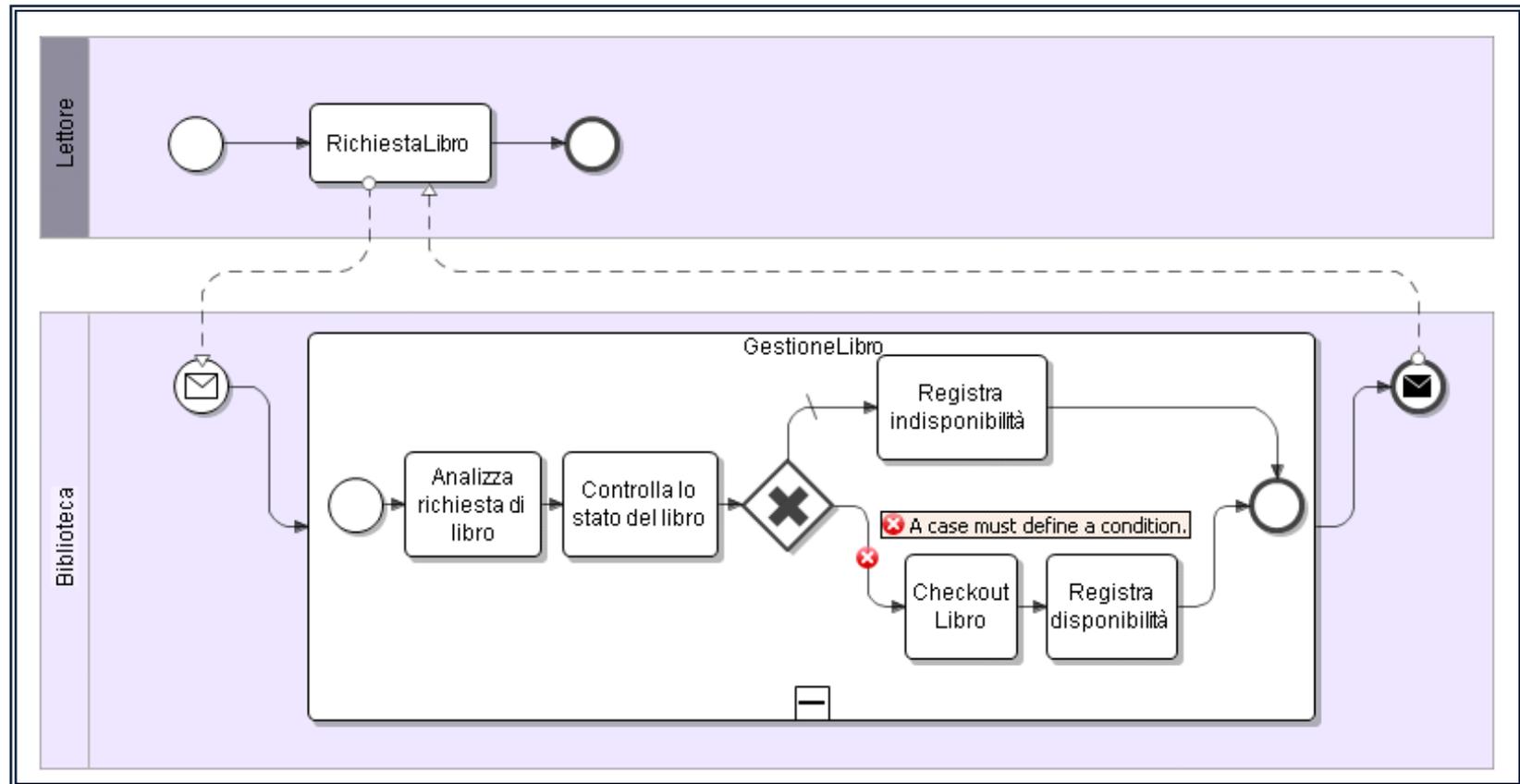
- Per verificare la eseguibilità salvare il diagramma, appariranno dei warning (“x”).
- Vincoli di eseguibilità sui pool. Esempio: un pool eseguibile deve partire con un messaggio. Generalmente è un pool non eseguibile che lo invia.
- Soluzione:  $\Leftarrow$  *sul pool*  $\Rightarrow$  *set pool not executable*.



- Vincoli di eseguibilità sui gateway. Esempio: un gateway deve avere un ramo di default.
- Soluzione:  $\Leftarrow$  *su un ramo*  $\Rightarrow$  *condition type*  $\Rightarrow$  *default*

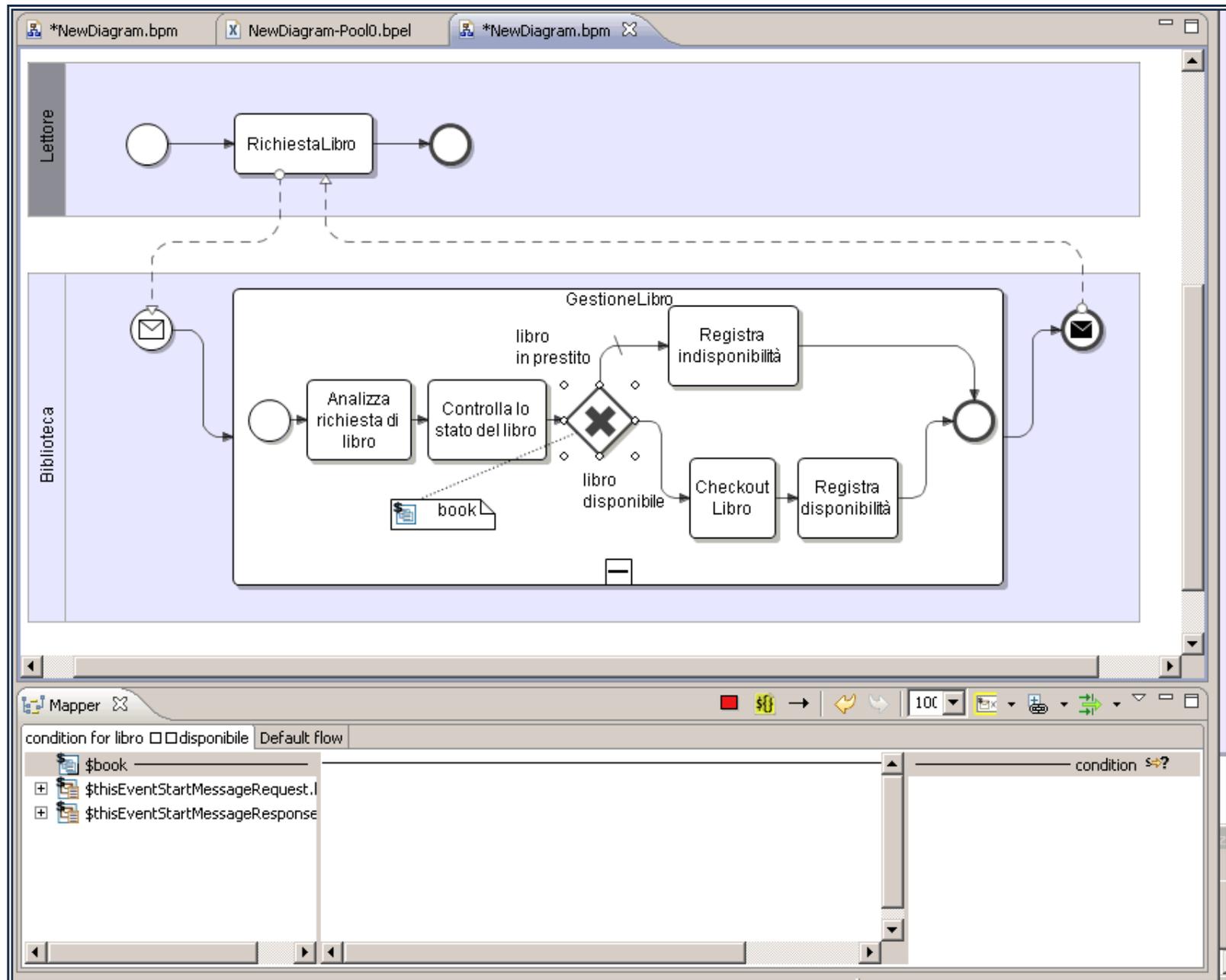


- Vincoli di eseguibilità sui gateway. Esempio: un gateway deve avere una variabile decisionale associata.



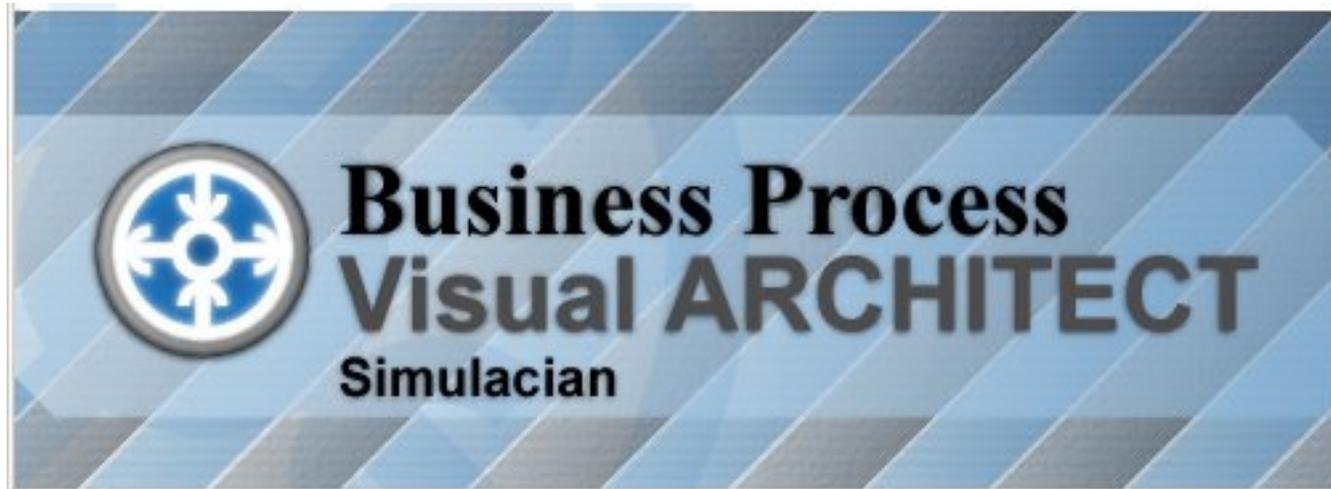
- Soluzione:
  1. Aggiungere il costrutto variable dal pannello “Basic BPMN Shapes”
  2. Collegarlo al Gateway
  3. Selezionare il Gateway
  4. Nella scheda *Mapper* collegare la parte destra “condition” con la variabile a sinistra.
  5. Salvare il progetto

- Collegamento di una variabile al Gateway tramite il Data Mapper.



- Intalio|Designer supporta i vari elementi della versione 2.0. Tuttavia, per poter rappresentare alcune tipologie, può essere necessario collegare ai costrutti grafici degli elementi eseguibili. Ad esempio per specificare i tipi di task.
- Questo lo rende uno strumento poco accessibile in fase di analisi e di modellazione ad alto livello di astrazione.

# Business Process Visual Architect 5

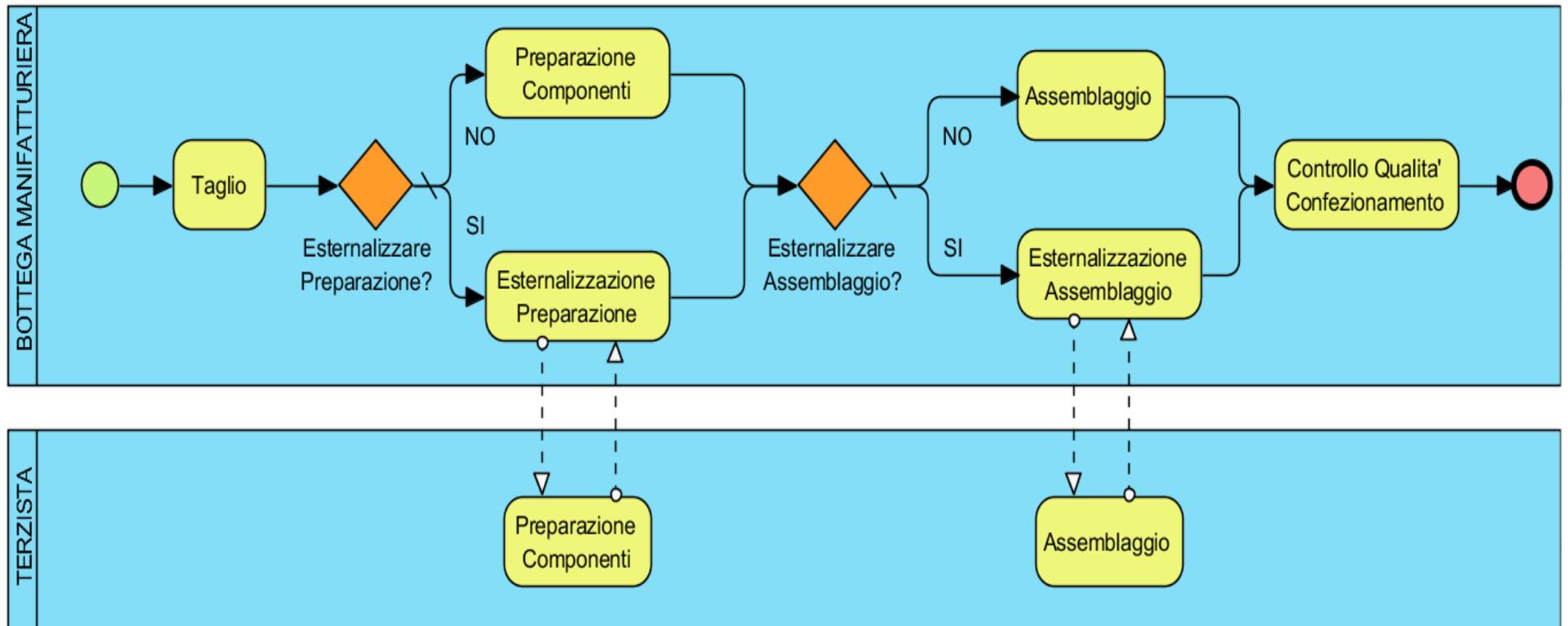


- Suite per simulare l'esecuzione di processi.
- **Download:** <http://www.visual-paradigm.com/download/bpva.jsp>;
- **Decomprimere**, eseguire *bin/Business Process Visual ARCHITECT 5.0.exe*;
- **Workspace:** selezionare una cartella come spazio di lavoro;
- **Request Key:** registrarsi o loggarsi, per ricevere via email un Product Key mensile;
- **Import Key:** caricare il file *zvpl* ricevuto.
- **Legenda:**

↓ digita	∅ premi	⇒ seleziona con tasto sx	⇐ seleziona con tasto dx
----------	---------	--------------------------	--------------------------

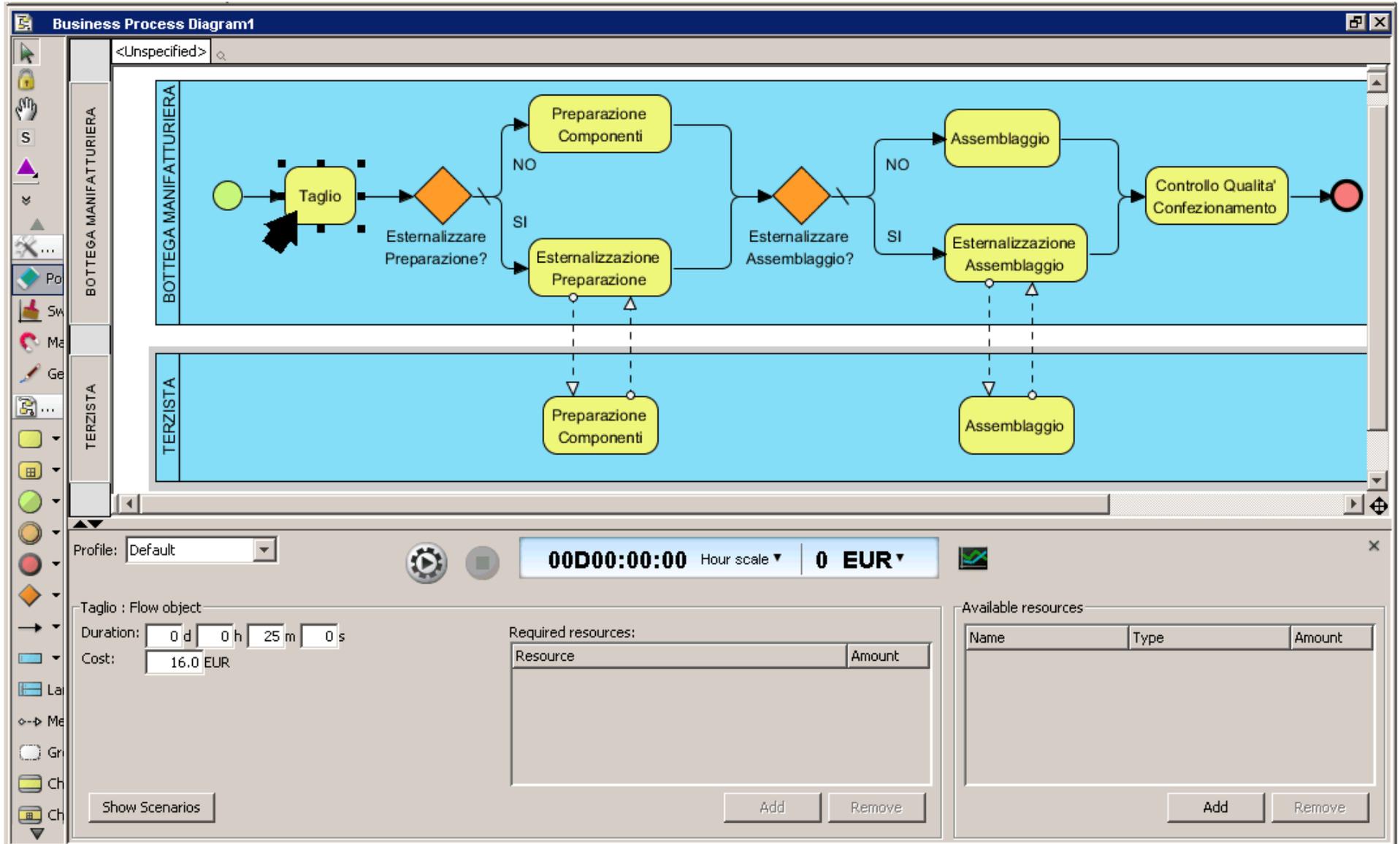
- **Primo diagramma:**

1.  $\Rightarrow$  *File*  $\Rightarrow$  *New Project*;
2.  $\Downarrow$  *Project name* (es. mioprogetto);
3.  $\emptyset$  *Create blank project*;
4. Si apre automaticamente un *Business Process Diagram*;
5. Creare il diagramma con la tavolozza di sinistra.



6. ⇒ Modeling ⇒ Simulacion;

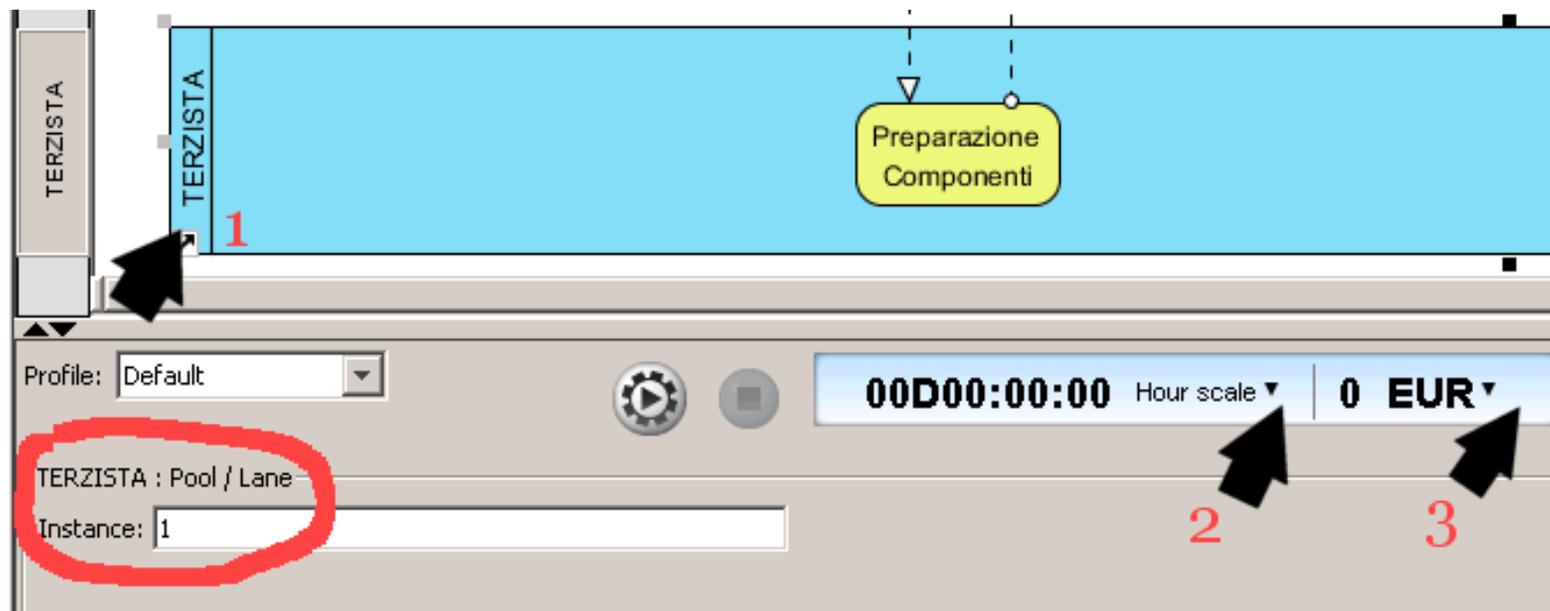
7. Selezionare un task, inserire durata e costo necessari per completarlo una volta.



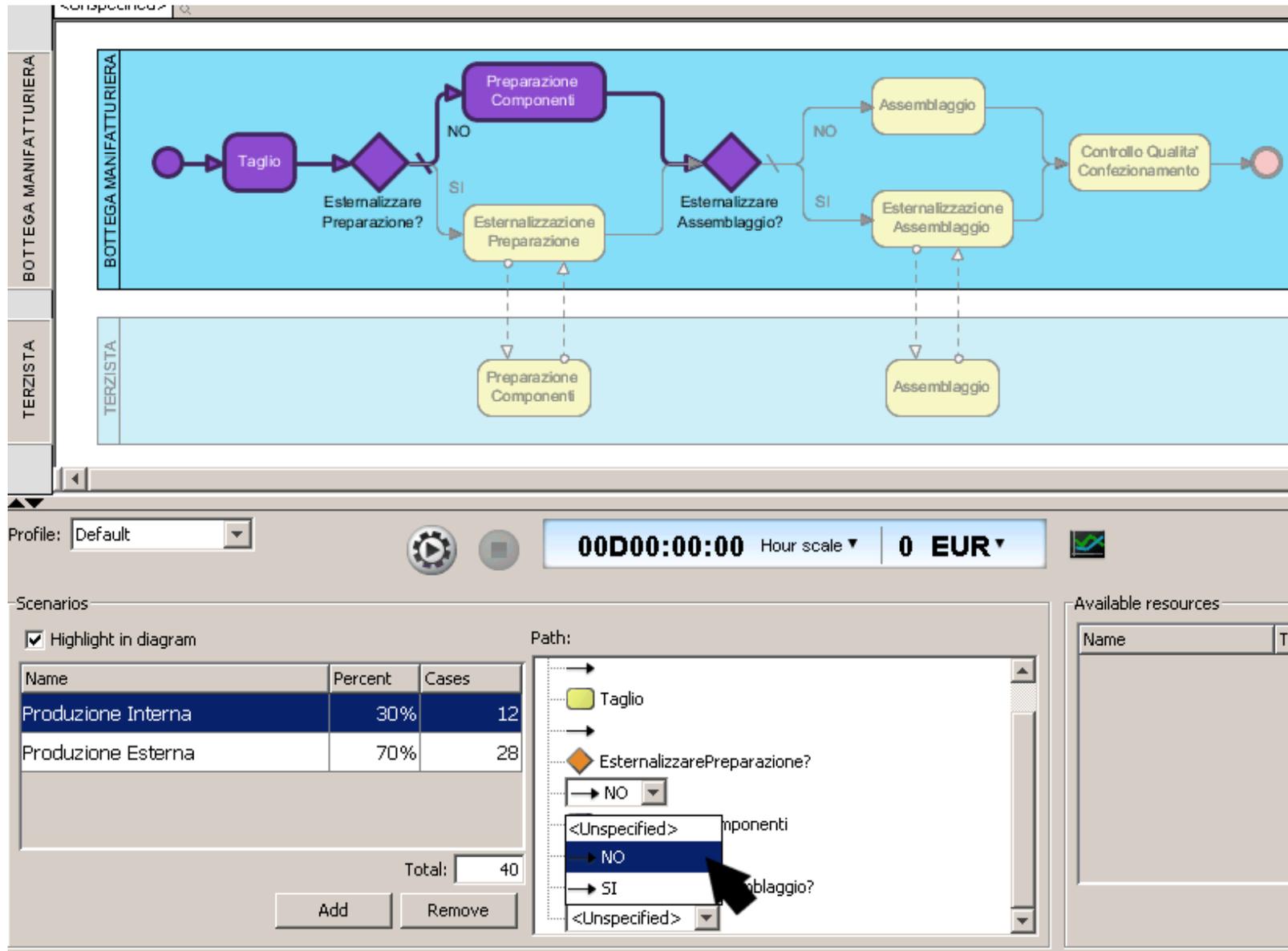
## 8. Dati relativi a ogni attività del modello.

Attività	Durata media (min)	Costo medio (EUR)
Taglio	25	16
Preparazione Componenti (interna)	28	31
Preparazione Componenti (esterna)	24	48
Assemblaggio (interno)	93	67
Assemblaggio (esterno)	68	93
Controllo qualità e confezionamento	42	26
Esternalizzazione *	5	2

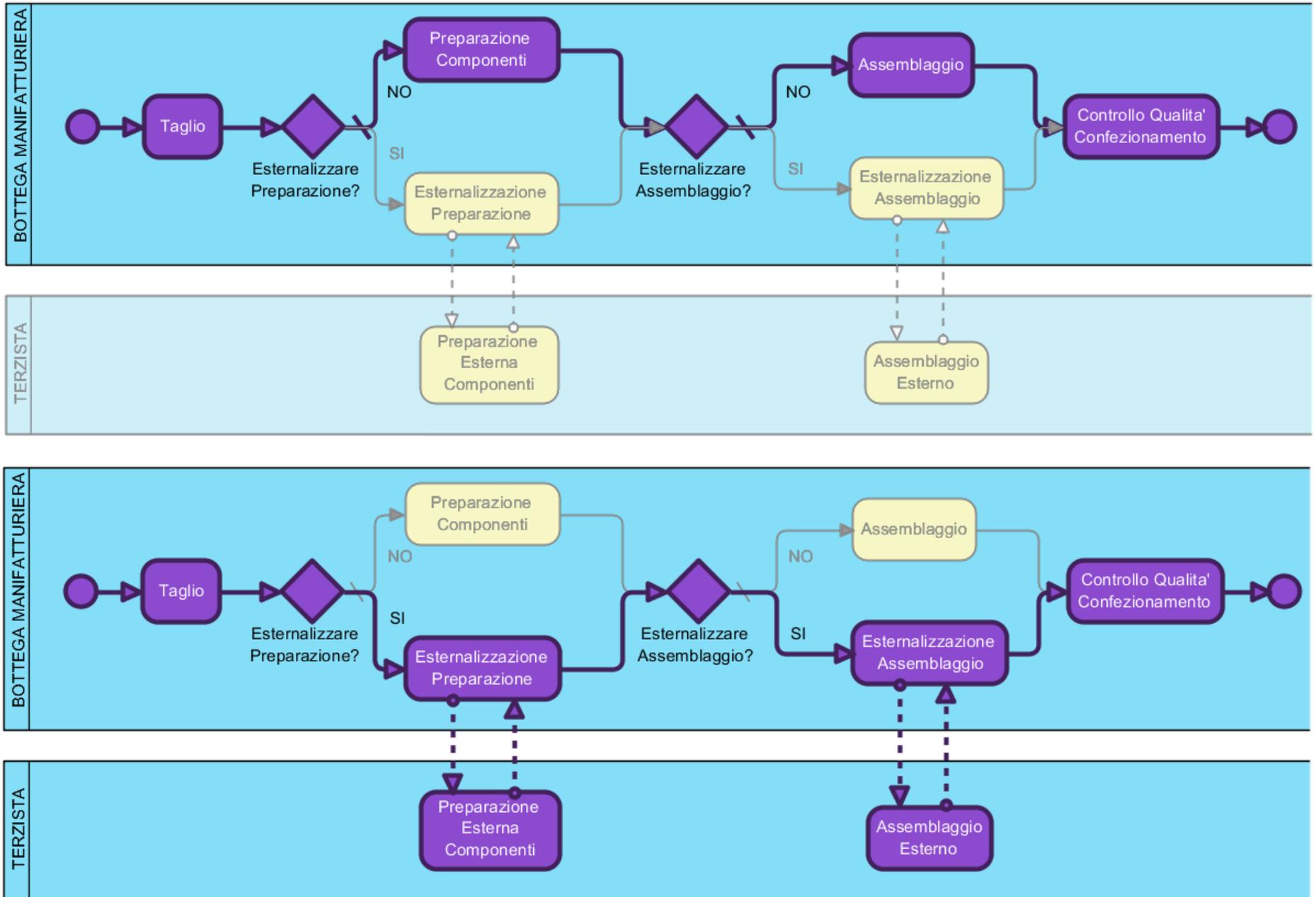
## 9. Definire il numero di risorse (pool) a disposizione<sup>1</sup>, la velocità di simulazione<sup>2</sup> e la valuta<sup>3</sup>;



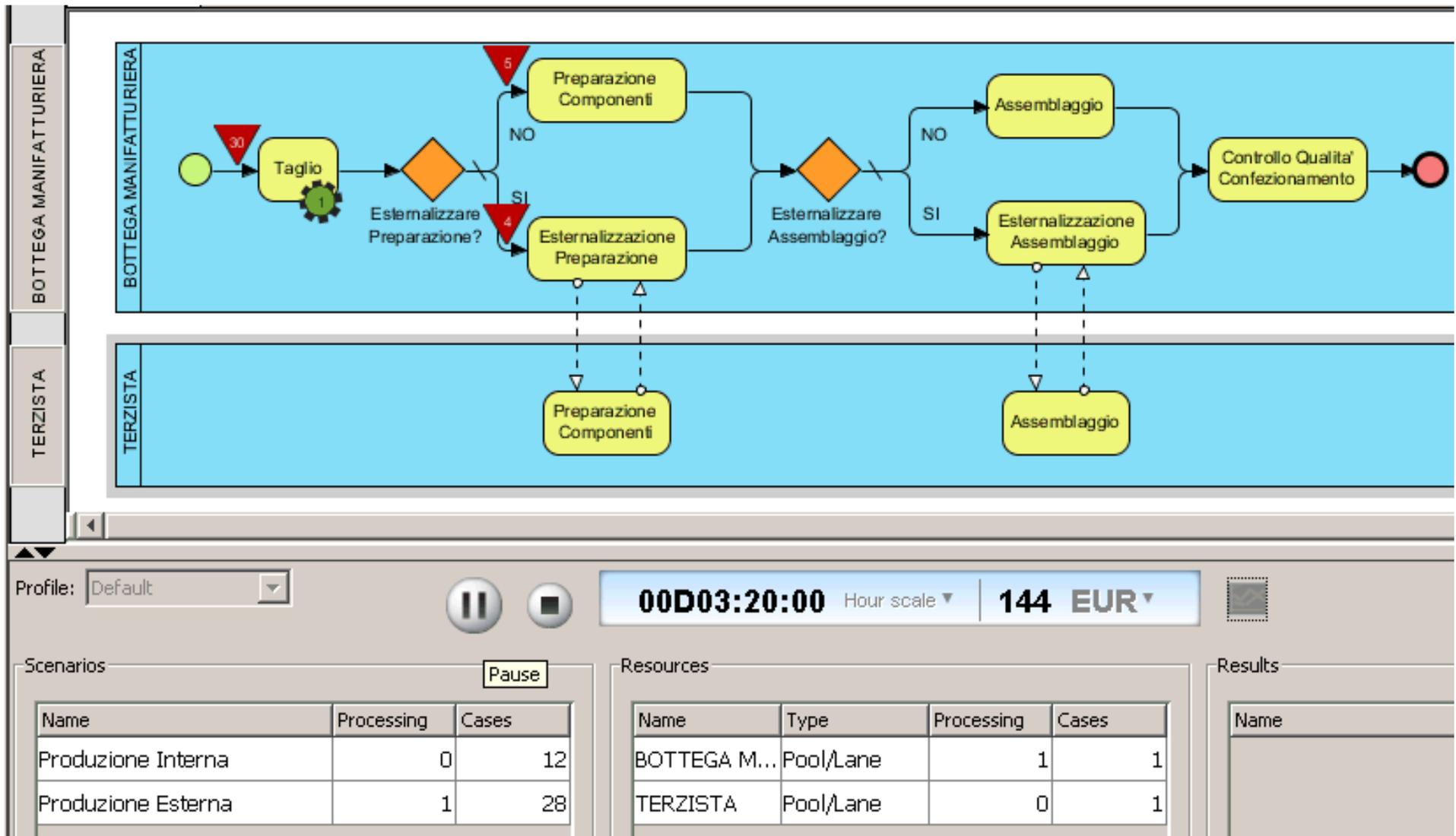
10. Creare uno scenario, cliccando su una parte bianca del modello e poi  $\emptyset$  Add;
11. Inserire la frequenza di esecuzione dello scenario, il numero di casi (token);
12. Costruire il percorso riguardante lo scenario, tramite l'area *Path*.



### 13. Scenari ipotizzati: produzione interna ed esterna.

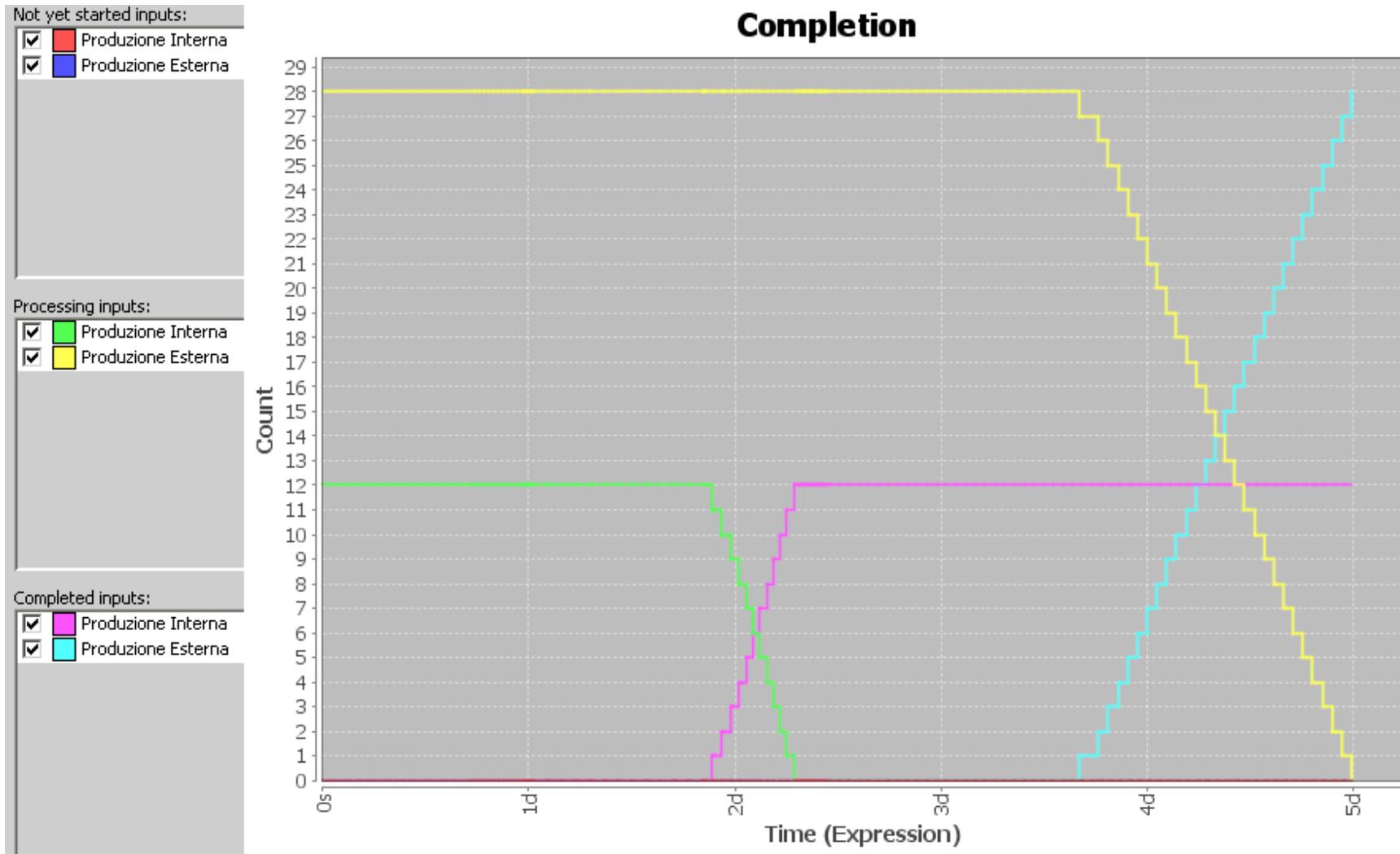


14. Cliccare su *Play/Stop/Pause* per eseguire gli scenari.
15. Triangoli rossi → token in attesa; pallino verde → token in elaborazione;
16. A fine simulazione appare il tempo ed il costo totale;



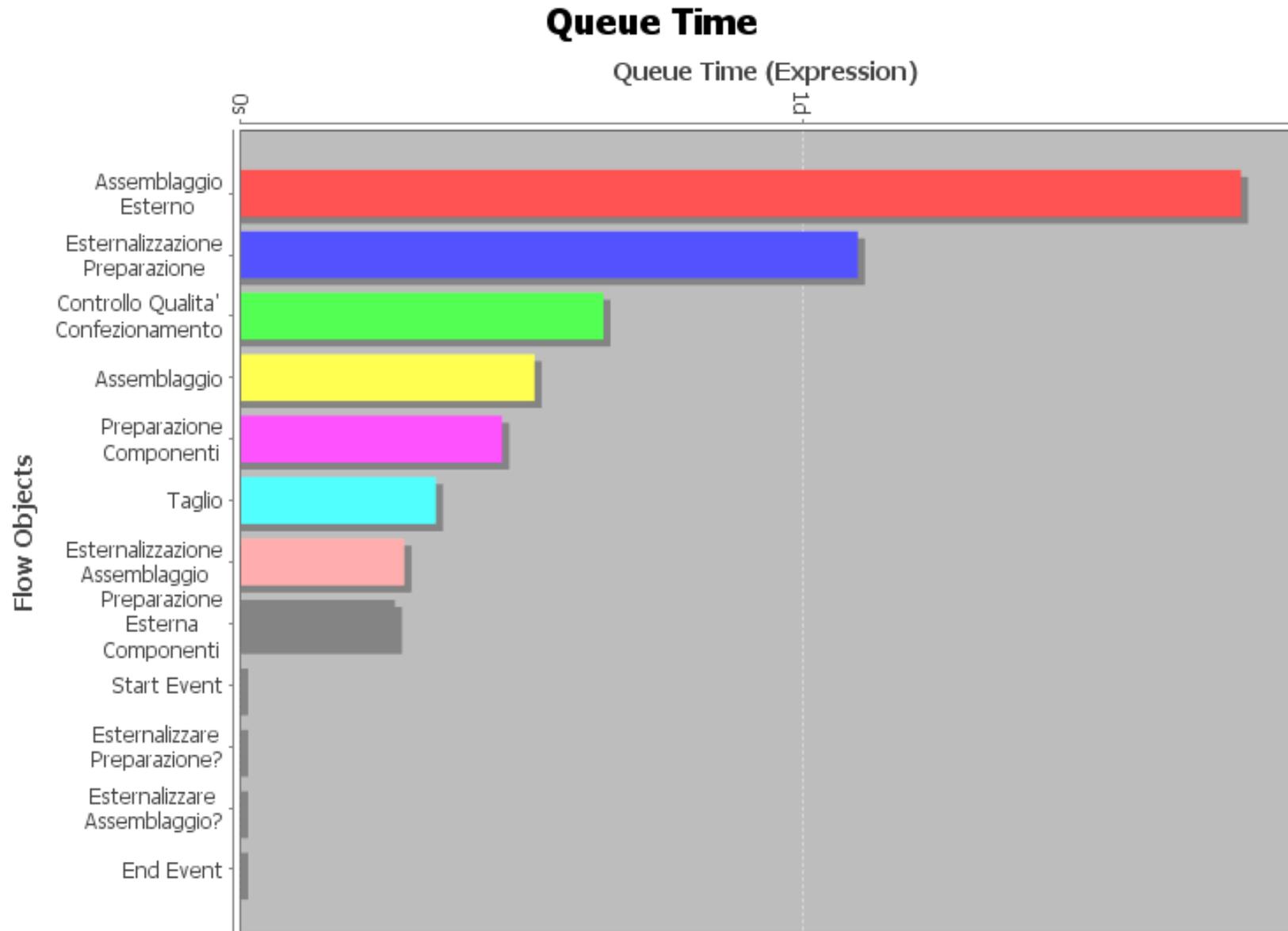
17. All'aumentare delle risorse (pool) aumenta il grado di parallelismo;

18. All'aumentare dei casi aumentano i token (somma tempi e costi);
19. In caso di più scenari, i casi sono ripartiti in percentuale (es. 30% int.,70% est.);
20. Cliccando sull'icona a destra  si ottengono dei grafici con l'andamento dei parametri principali di simulazione;
21. **Livello di completamento** nel tempo: input da fornire, da elaborare ed elaborati:

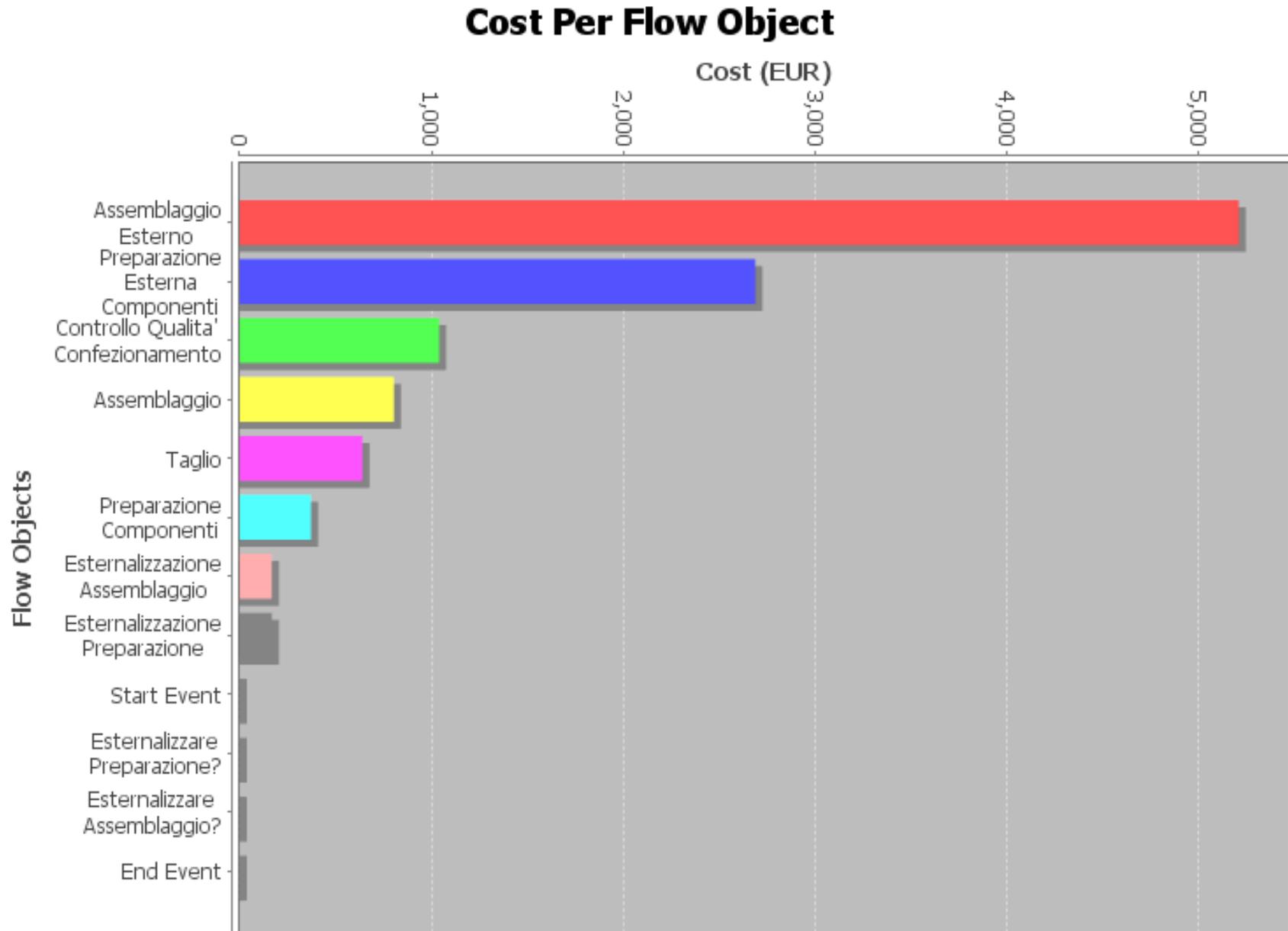




## 23. Tempo di accodamento



## 24. Costo per flusso (costo d'uso)

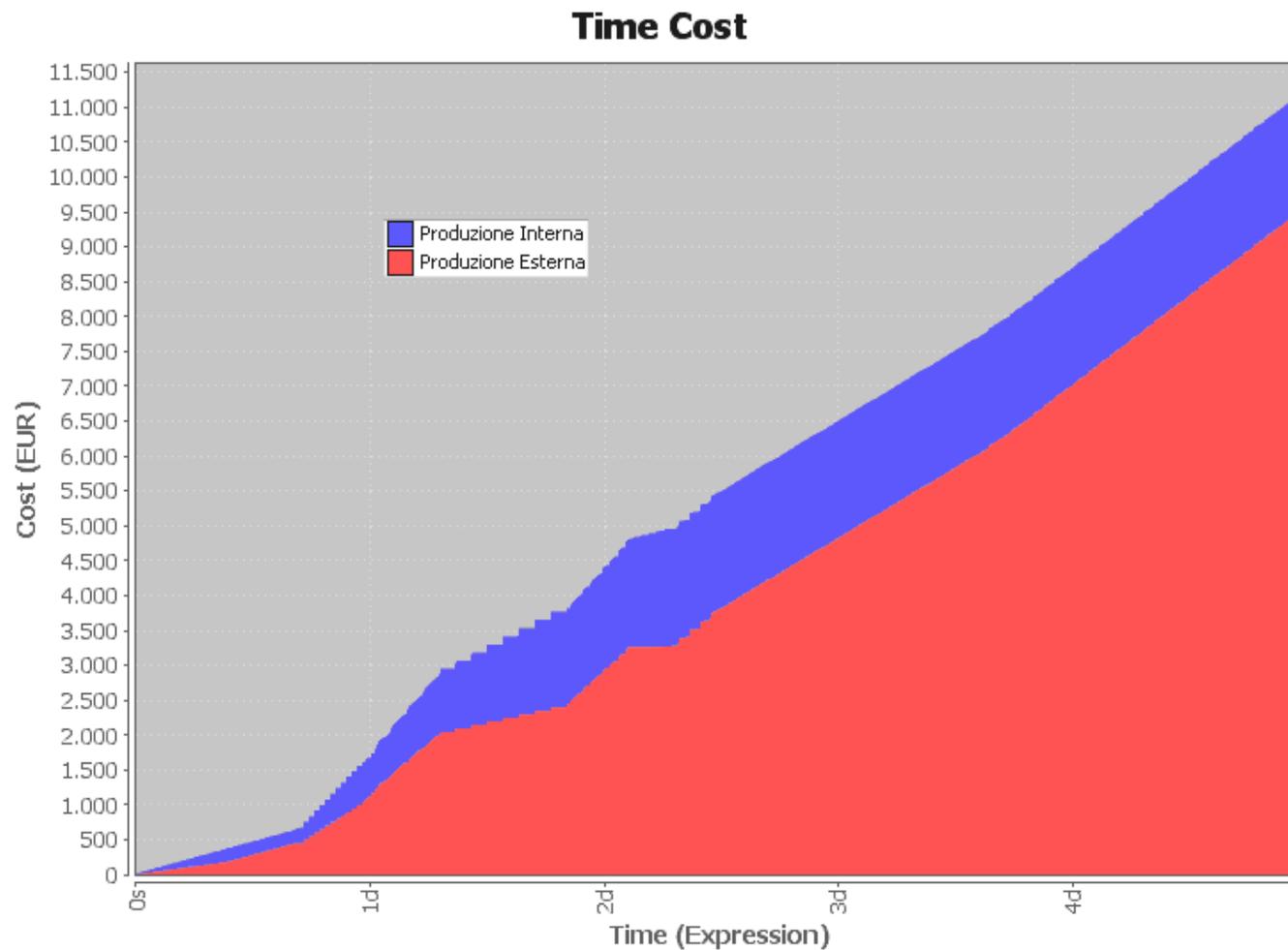


## 25. Costo complessivo dello scenario

### Cost Per Input

	Input Name	Number Of Instance	Cost Per Instance (EUR)	Total (EUR)
1	Produzione Esterna	28	336	9,408
2	Produzione Interna	12	140	1,680

## 26. Andamento temporale del costo



## 27. **Esercizio**

Si supponga di dover produrre 40 borse, tramite una combinazione dei due scenari di produzione interna ed esterna, con una sola bottega e un solo terzista. Simulare:

- a) uno scenario di produzione totalmente interna, interpretare risultati/grafici;
- b) uno scenario di produzione totalmente esterna, interpretare risultati/grafici;
- c) individuare una combinazione degli scenari in grado di essere realizzata sia in minor tempo sia in minori costi rispetto ai casi a) e b);

### **Soluzione**

- a) 100% → 5g 5h 20' 5600€, maggiore accodamento ultime fasi, provocato dalla serialità del flusso;
- b) 0% → 3g 6h 52' 7640€, maggiore accodamento su assemblaggio, essendo una attività di maggiore durata;
- c) svolgendo internamente una parte minore si bilancia l'assemblaggio e si riduce l'accodamento, risparmiando nel tempo complessivo e in termini di costi:  
Es. 20% → 3g 2h 38' 7232€