

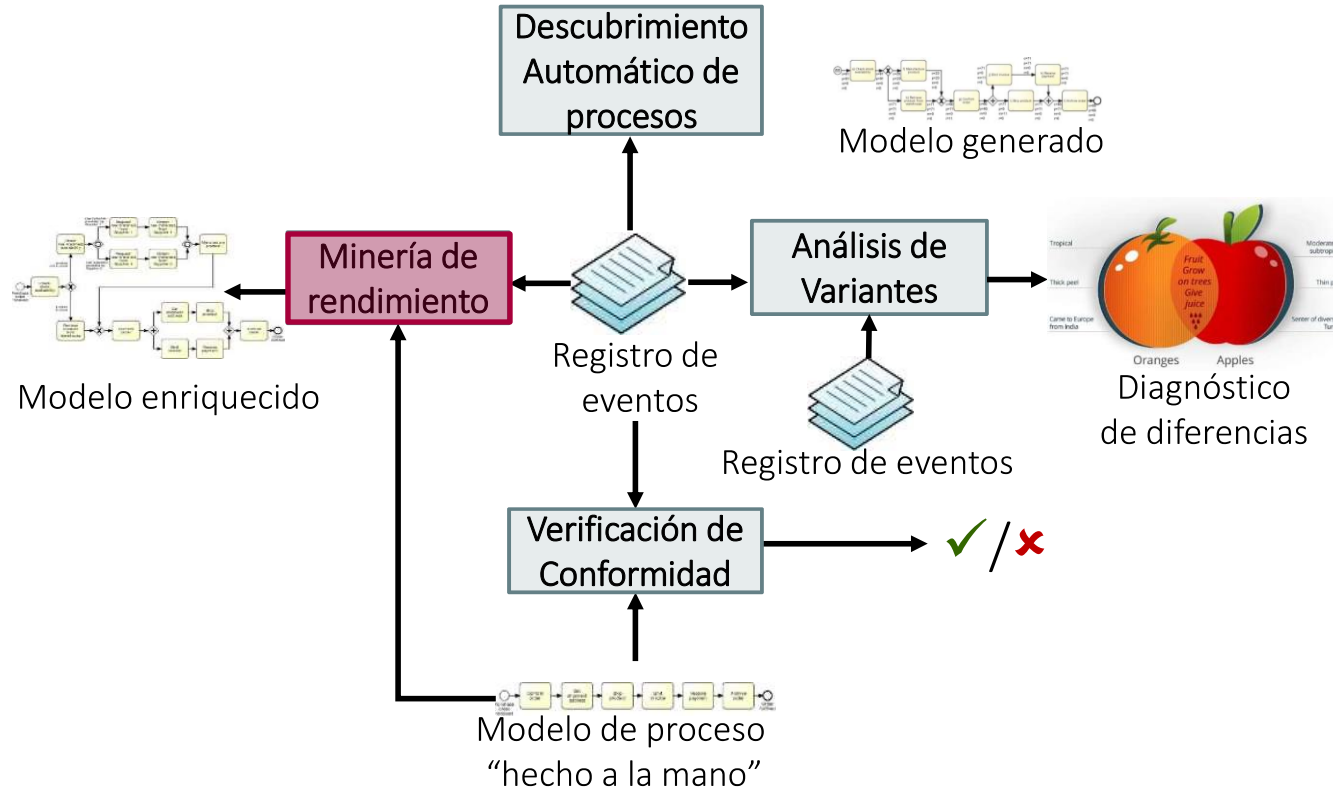
Minería de Procesos: Rendimiento, Análisis de variantes. La minería de procesos en la práctica.

Minería de Procesos y Planificación Automática
Máster en Ciencia de Datos e Ingeniería de Computadores

Adela del Río Ortega, Abril 2025

Minería de Rendimiento

Técnicas de Minería de Procesos – Minería de Rendimiento



Dimensiones de Rendimiento: Devil's Quadrangle



TIEMPO



COSTE



CALIDAD



FLEXIBILIDAD

Brand and Kolk, 1995

Dumas et al., 2013

Dimensiones de Rendimiento: Devil's Quadrangle



TIEMPO



COSTE



CALIDAD



FLEXIBILIDAD

Cycle time

Tiempo de espera

Tiempo de servicio

...

Dimensiones de Rendimiento: Devil's Quadrangle



TIEMPO



COSTE



CALIDAD



FLEXIBILIDAD

Coste de procesamiento, gestión o soporte

Coste de actividad

Coste unitario

...

Dimensiones de Rendimiento: Devil's Quadrangle



TIEMPO



COSTE



CALIDAD



FLEXIBILIDAD

El producto o servicio cumple las expectativas
Se cumplen las promesas hechas a los clientes
Los documentos y datos se gestionan adecuadamente
Se toman decisiones de forma correcta...

Dimensiones de Rendimiento: Devil's Quadrangle



TIEMPO



COSTE



CALIDAD



FLEXIBILIDAD

Capacidad para ejecutar nuevas tareas

Capacidad para adaptarse a diferentes cargas de trabajo

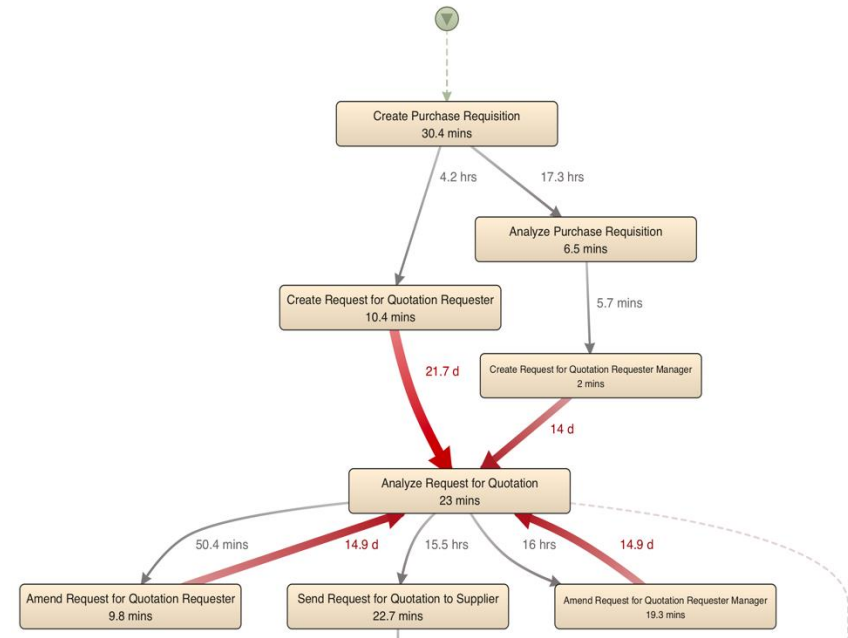
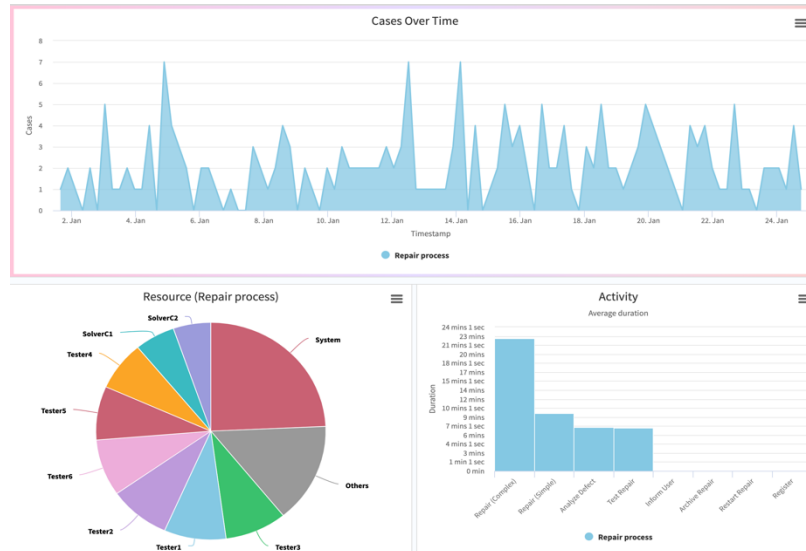
Capacidad para cambiar reglas/asignaciones

...

Minería de Rendimiento: Visualización

Las herramientas de process mining suelen dar soporte a la minería de rendimiento de tres formas:

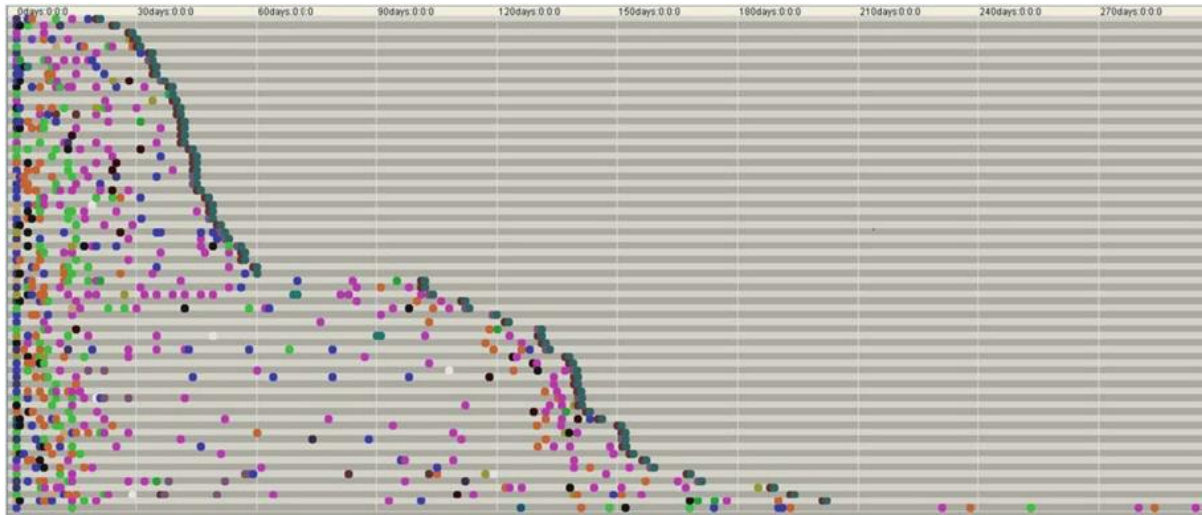
- Dashboards
- Mapas de procesos enriquecidos
- Log animados



Visualización

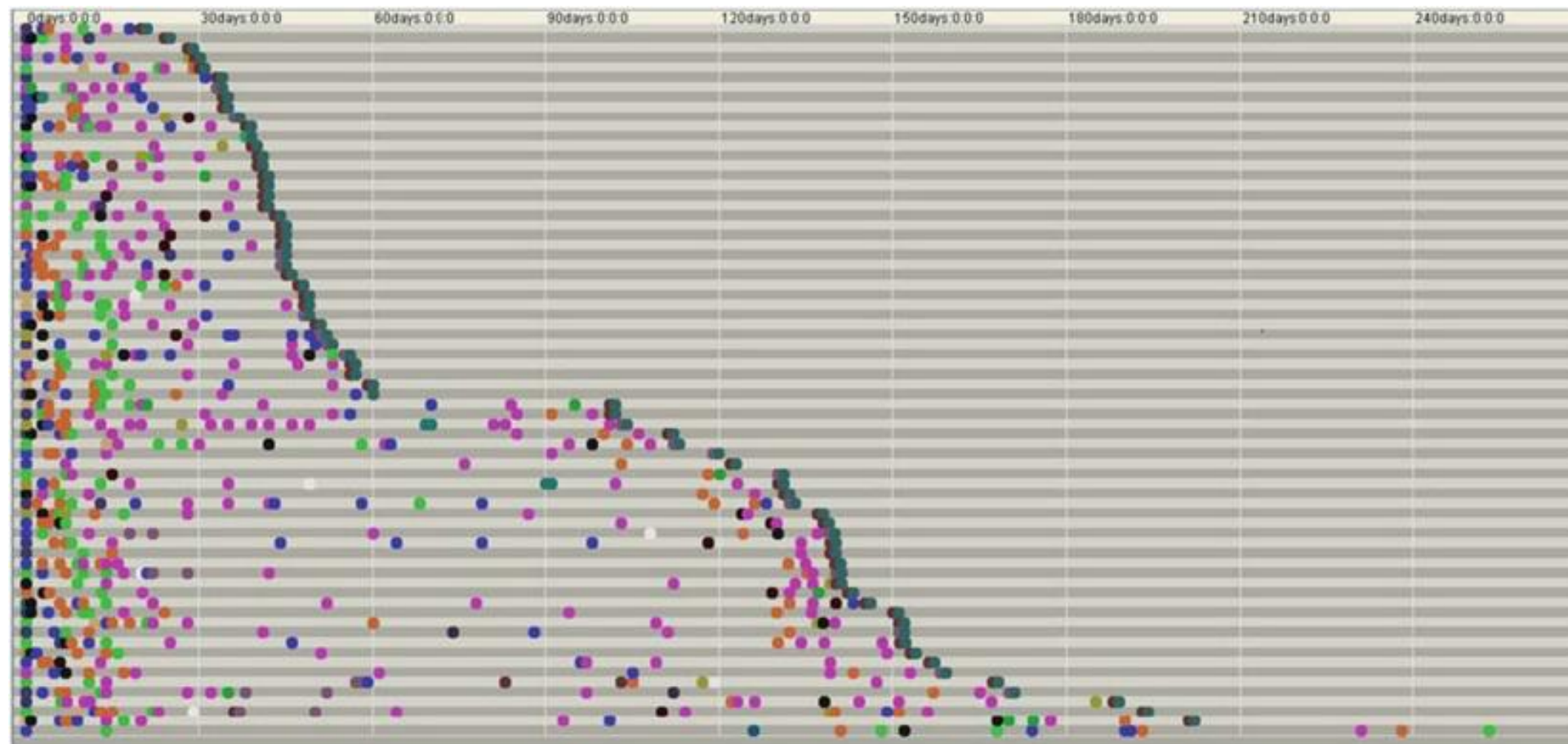
Gráficos de puntos

- Una línea por traza. Cada línea contiene puntos. Un punto por evento.
- A cada tipo de evento se le asigna un color.
- La posición del punto denota su **momento de ocurrencia** (en una escala relativa).
- Proporciona una vista de pájaro de los tiempos de los diferentes eventos (p. ej., hora de finalización de la actividad), pero no permite ver los tiempos de procesamiento de las actividades.



Visualización

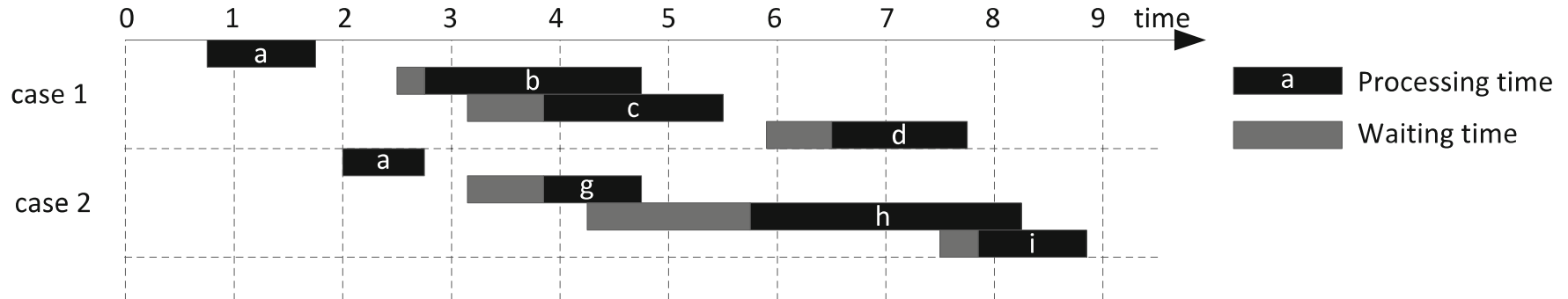
Gráficos de puntos



Visualización

Diagramas temporales

- Una línea por traza. Cada línea contiene segmentos que capturan **el inicio y el final de las tareas**
- Captura el tiempo de procesamiento (a diferencia de los gráficos de puntos)
- No es escalable para grandes registros de eventos - es bueno para mostrar trazas "representativas"



Visualización

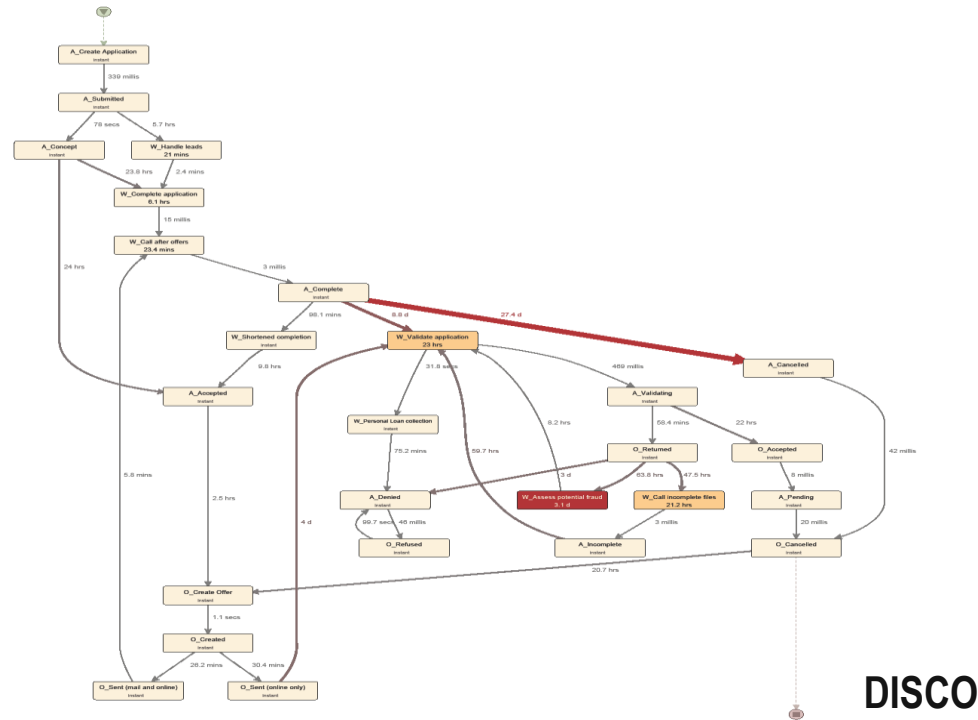
Mapas de procesos enriquecidos

- Mapas de procesos en los que **los nodos están codificados por colores** con respecto a una **medida de rendimiento**.
- Los nodos suelen representar **actividades** (opción por defecto), y en ese caso, por lo general, el color de los arcos indica el tiempo de espera y el de los nodos el tiempo de procesamiento.
- Pero también pueden representar **recursos** y los arcos denotan las transferencias (*hands-offs*) entre los recursos.

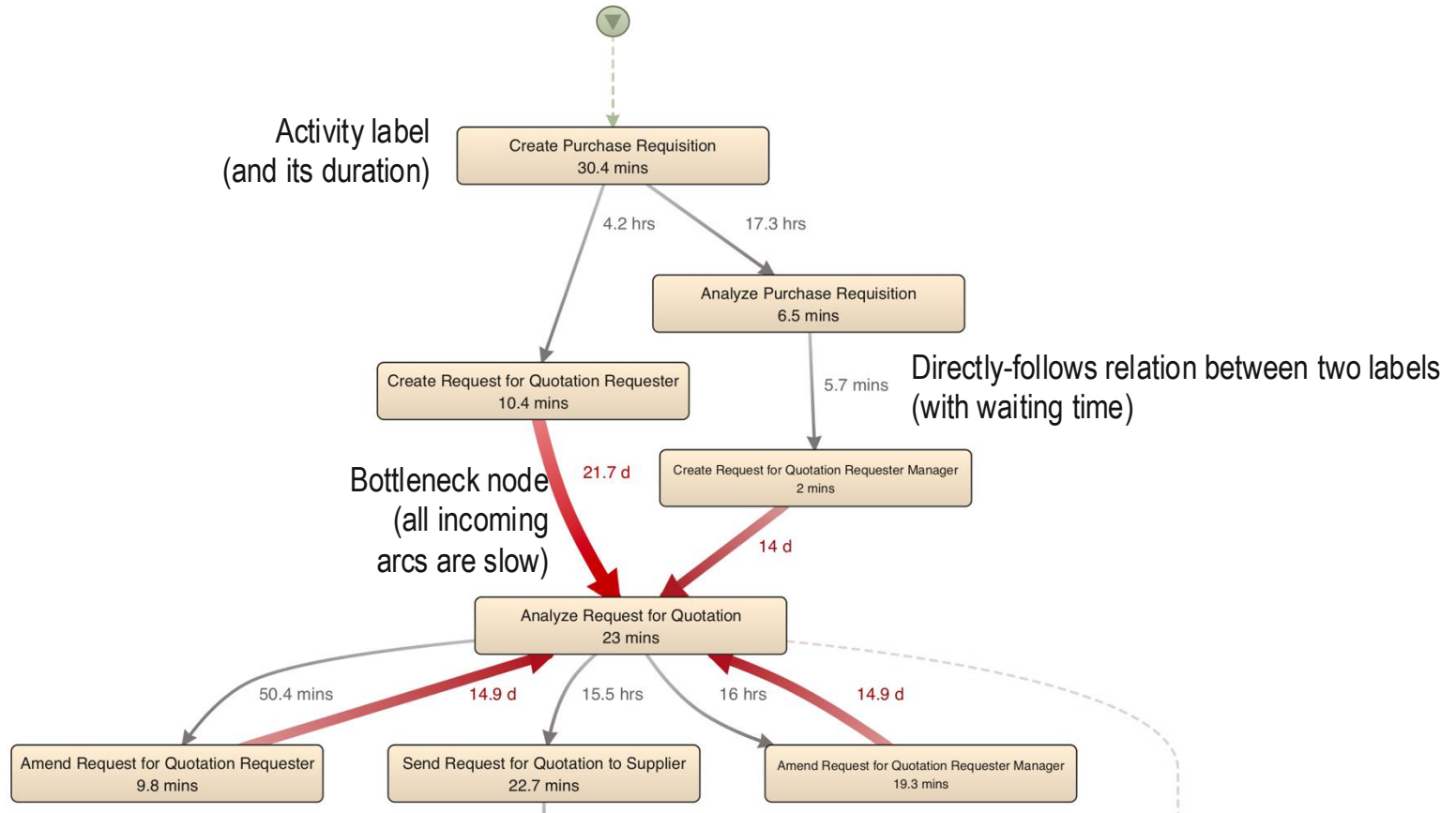
Visualización

Mapas de procesos enriquecidos

- Nodo = actividad



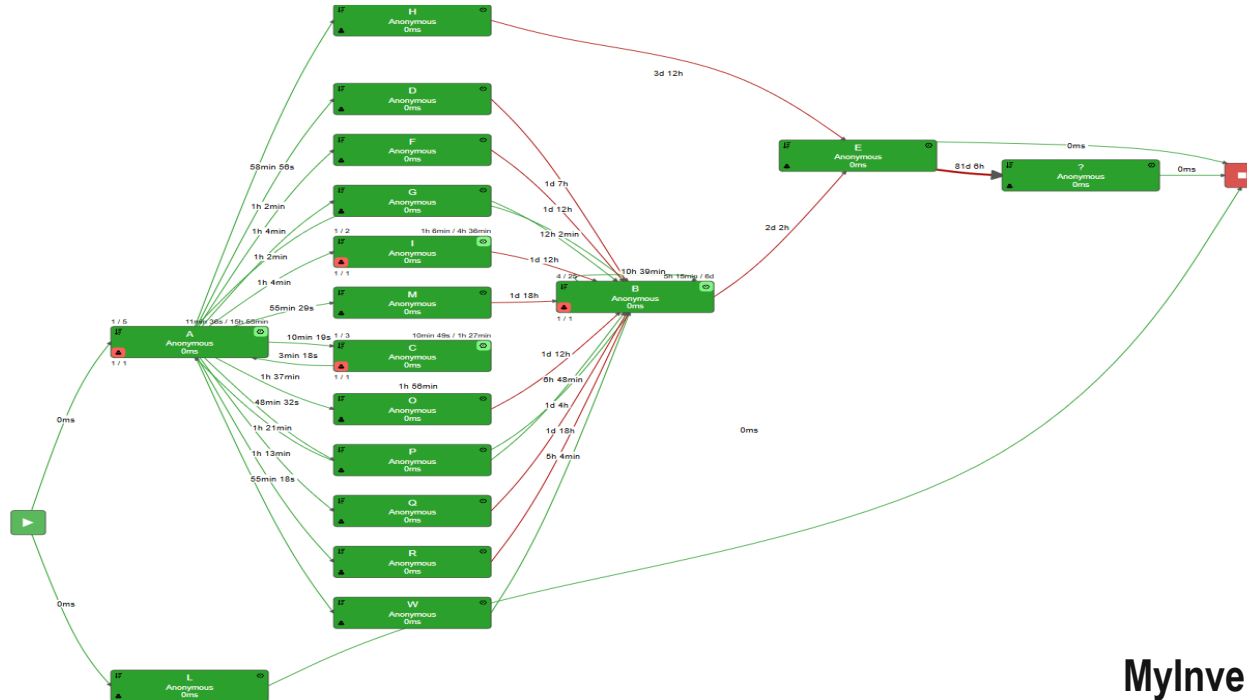
Mapa de Proceso Enriquecido



Visualización

Mapas de procesos enriquecidos

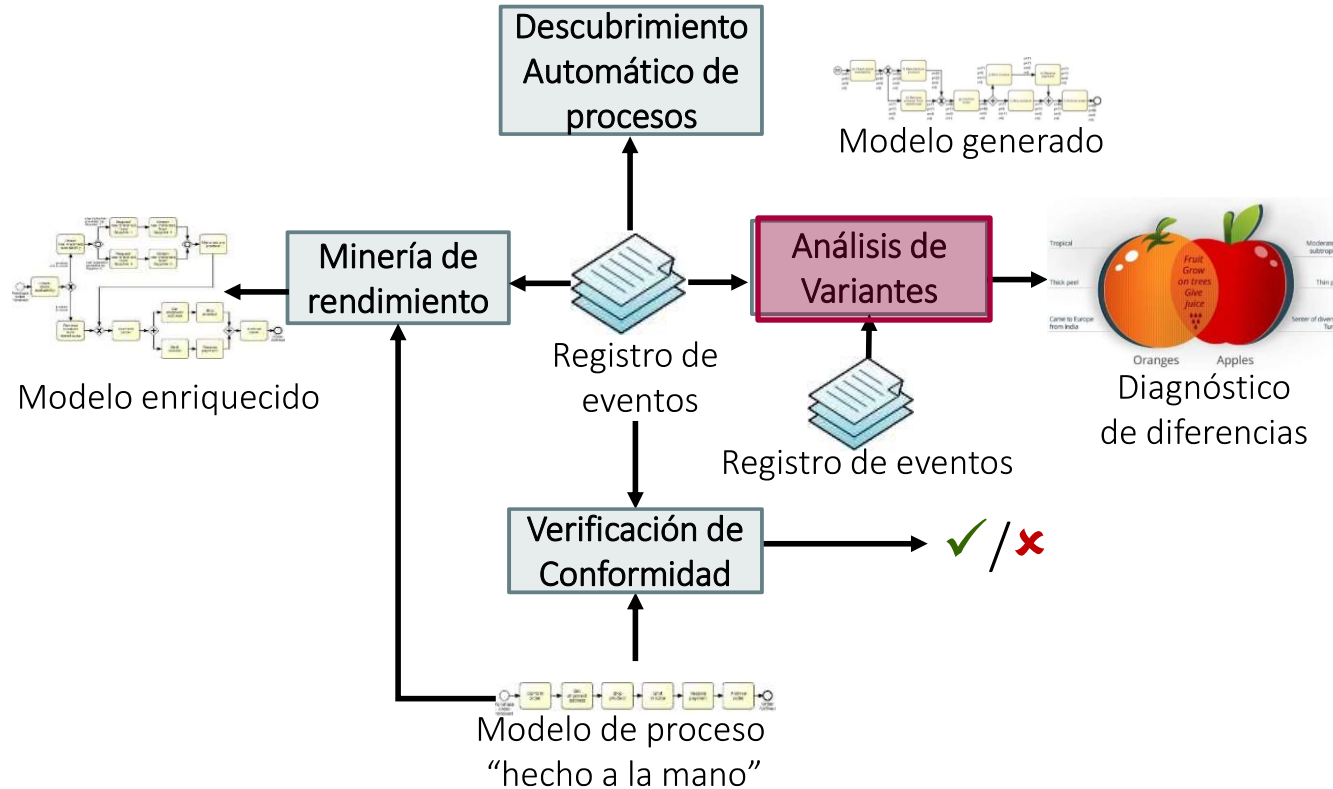
- Nodo = recurso → Mapa de relevos



MyInvenio

Minería de rendimiento
Análisis de variantes

Técnicas de Minería de Procesos – Análisis de variantes



Análisis de variantes

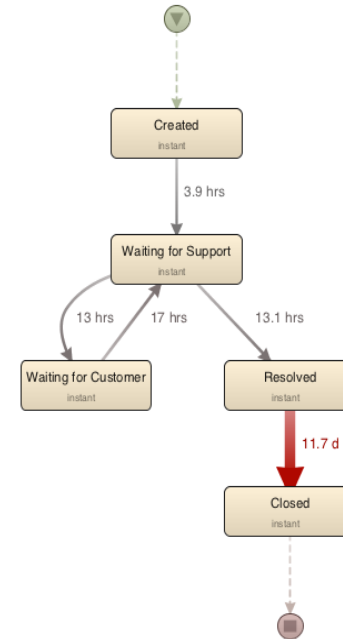
Encontrar diferencias en rendimiento y flujo de control entre múltiples variantes de un proceso

Una variante de proceso es un subconjunto de las ejecuciones de un proceso que se corresponde con un determinado producto, cliente, etc.

Casos rápidos
75%

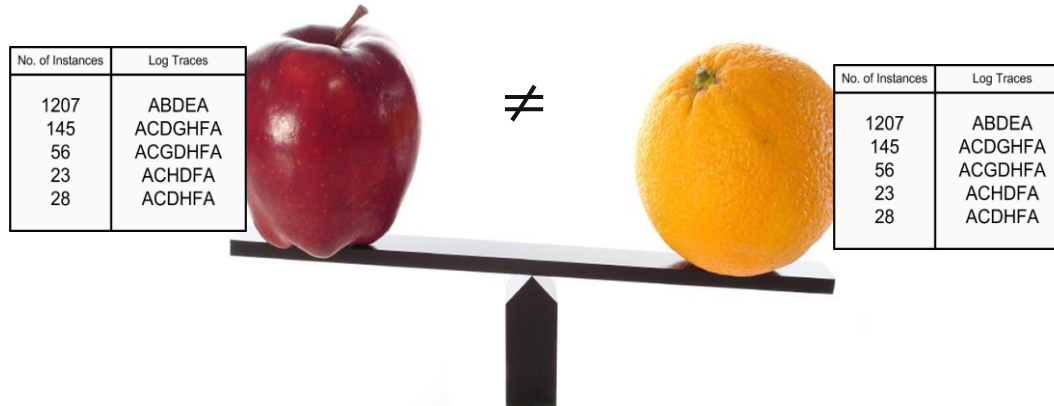


Casos lentos
25%



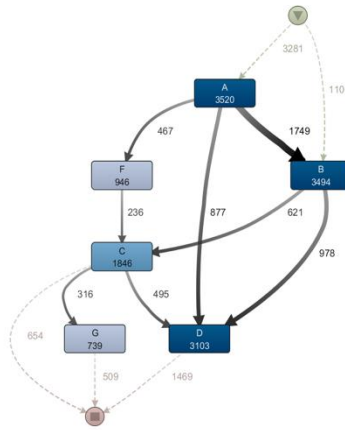
Análisis de variantes

Dados **dos registros de eventos**, el análisis de variantes trata de encontrar las **diferencias** entre estos registros, identificar las **causas** raíces (*root causes*) y conectar dichas diferencias con diferencias en el rendimiento del proceso.

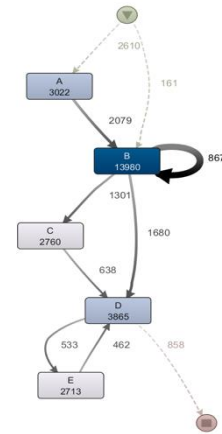


Análisis de variantes: Manual

Comenzamos descubriendo un modelo de proceso para cada registro de eventos, y **comparamos los dos modelos visualmente** utilizando diferentes vistas (vista de frecuencia, vista de rendimiento...).



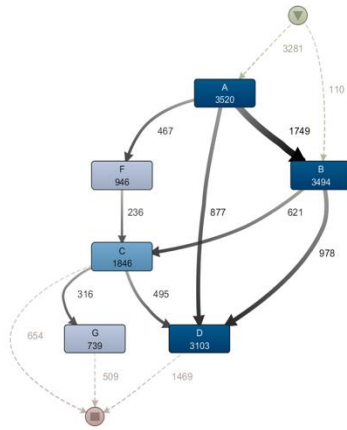
L1: Reparaciones sencillas y rápidas



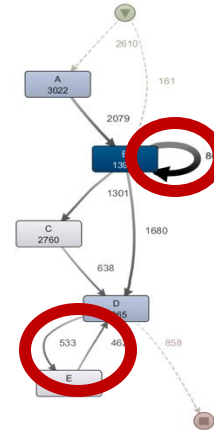
L2: Reparaciones sencillas y lentas

Análisis de variantes

Una vez descubiertos los modelos de proceso, podemos detectar tareas o caminos que son más frecuentes en L1 que en L2, o **diferencias** en los tiempos de ciclo de las tareas.



L1: Reparaciones sencillas y rápidas

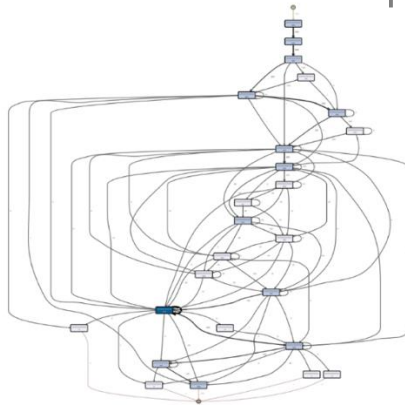


L2: Reparaciones sencillas y lentas

Análisis de variantes: Automática

Técnicas automáticas: Análisis Delta de logs (*Log Delta Analysis*):

Modelos descubiertos → elaboramos un conjunto de **patrones** que podrían encontrarse en ellos (P. Ej., relaciones de orden específicas). A continuación, observamos las **diferencias** en función de esos patrones.



L1 – Larga estancia

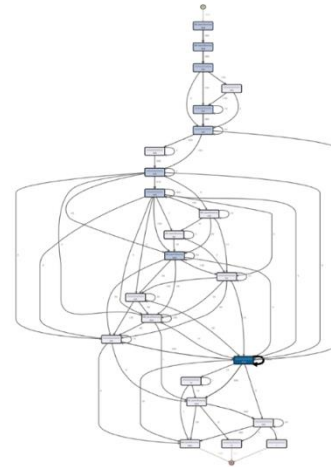
448 cases

7329 events



Log Delta Analysis

En L1 "Nursing Primary Assessment" se repite después de "Medical Assign" y "Triage Request", mientras que en L2 no.



L2 – Corta estancia

363 cases

7496 events

N.R. van Beest et al.: Log Delta Analysis: Interpretable Differencing of Business Process Event Logs. BPM 2015: 386-405

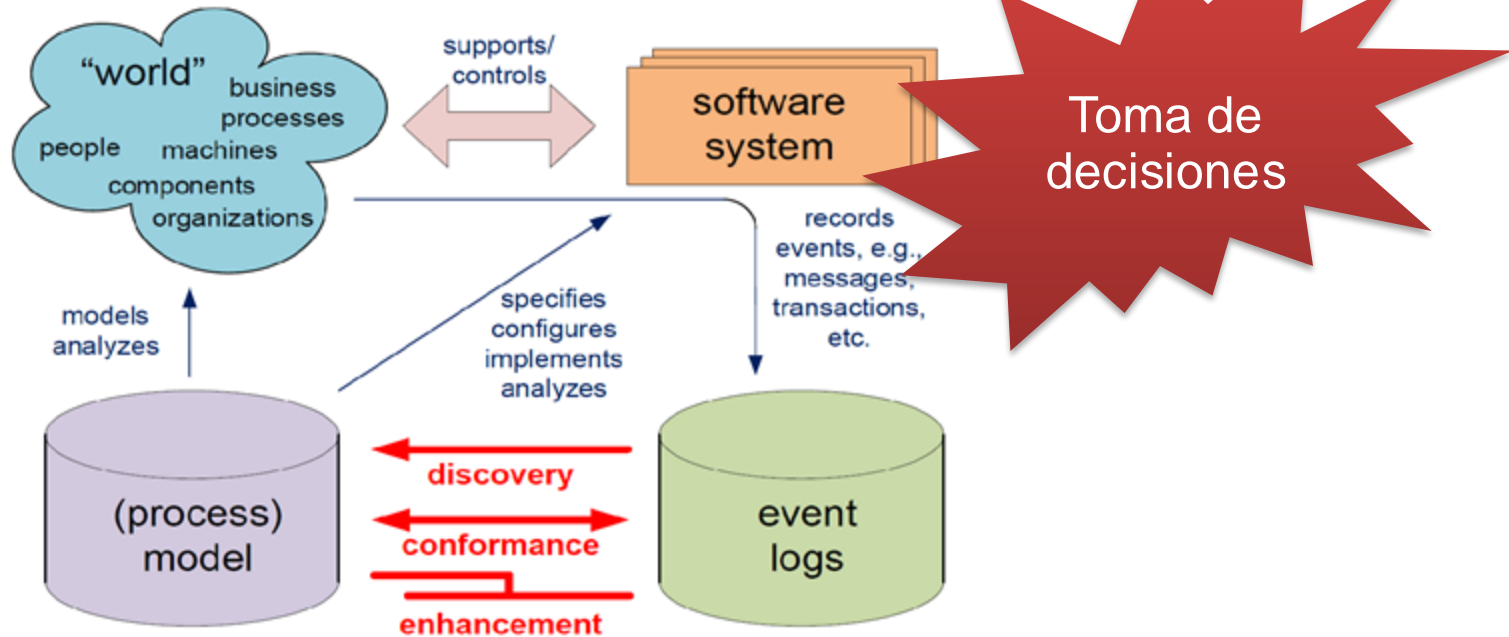
Análisis de variantes



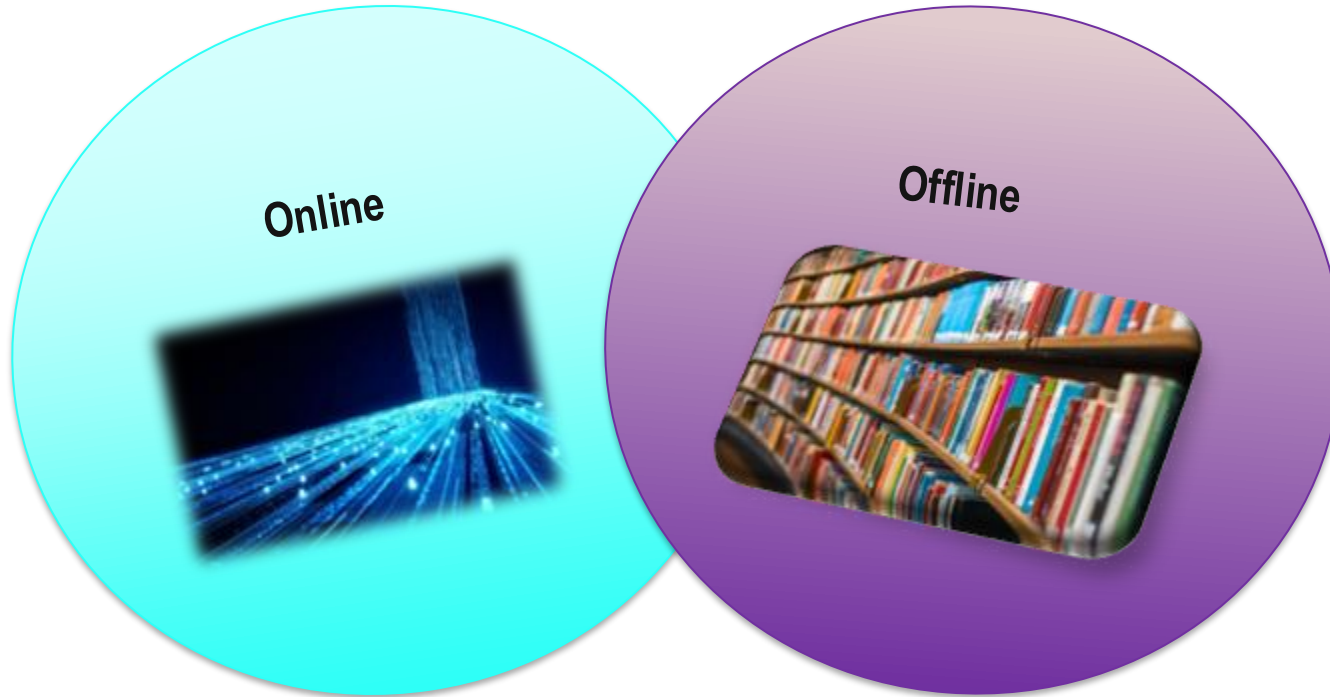
Minería de rendimiento
Análisis de variantes
Minería de procesos refinada

Soporte Operativo

La Minería de Procesos se puede usar para dar soporte a distintas operaciones y **ayuda a la decisión** tanto con datos **off-line** como con datos **on-line**, e.d., a partir de datos actuales se puede ayudar a tomar decisiones en directo para guiar o adaptar la ejecución de un proceso.



Minería de Procesos Online vs Offline



Minería de Procesos Online vs Offline

Process Mining

Offline analysis

Scope

- Discovery
- Conformance Checking
- Enhancement
 - Extension
 - + Organizational Perspective
 - + Time Perspective
 - + Case Perspective
 - Repair

Online analysis

- Detect
- Predict
- Recommend

Minería de Procesos Refinada

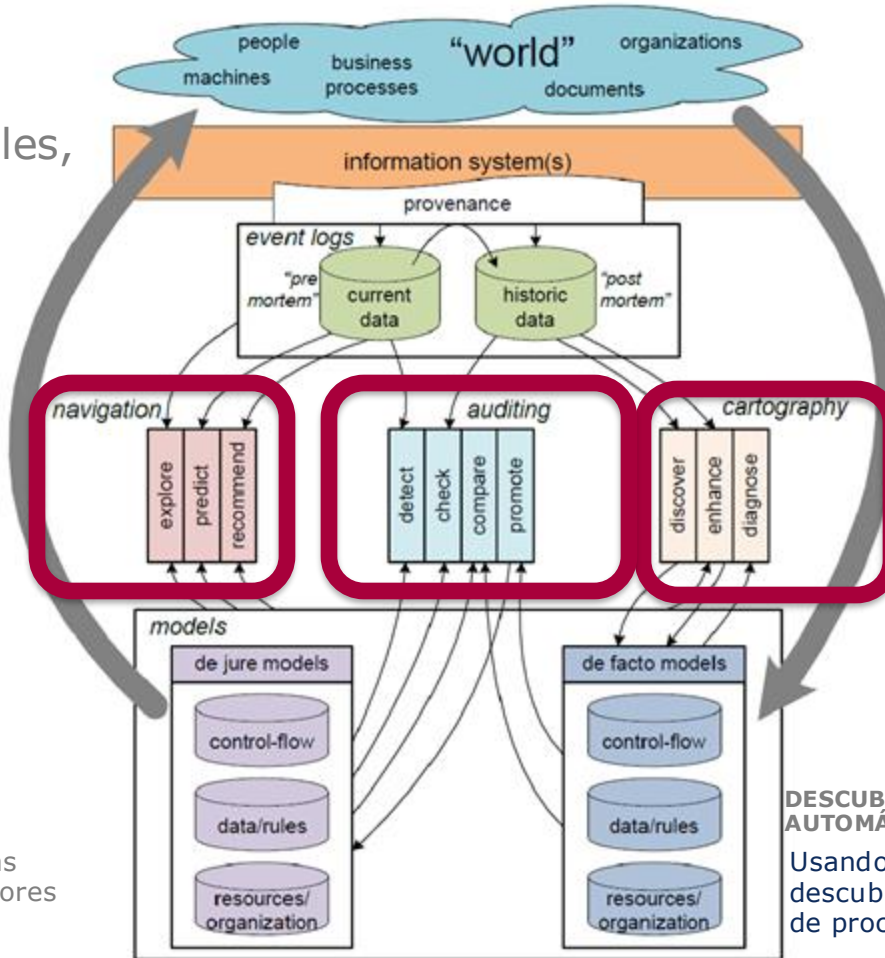
No solo se analizan **datos históricos**, también datos actuales, **online**

MODELOS NORMATIVOS.

Especifican cómo deben hacerse las cosas.

DISEÑADOS MANUALMENTE

Usando herramientas estándar, como editores BPMN.



MODELOS DESCRIPTIVOS.

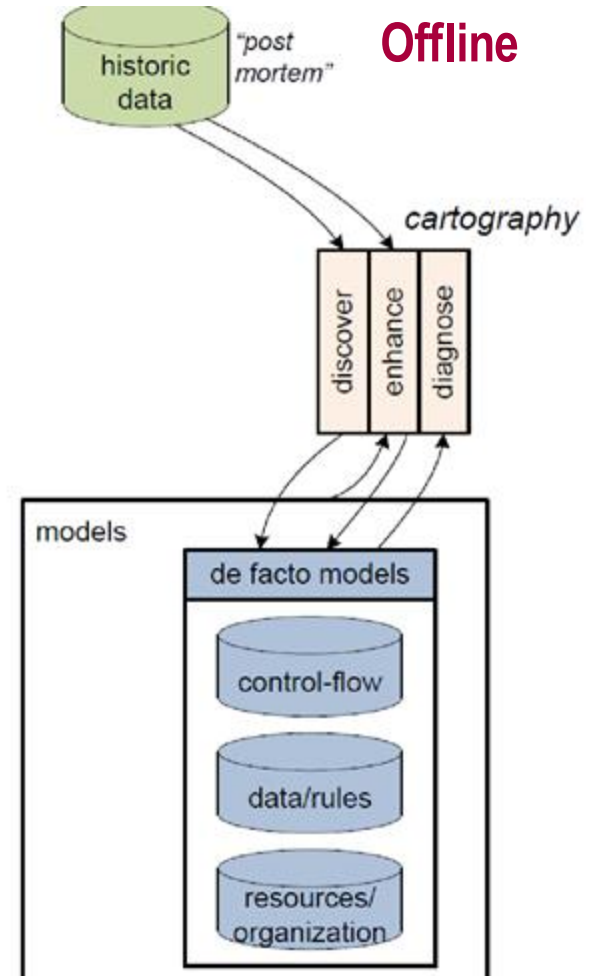
Capturan la realidad. No destinados a guiar o controlar la realidad

DESCUBIERTOS AUTOMÁTICAMENTE (OFFLINE)

Usando algoritmos de descubrimiento de modelos de procesos.

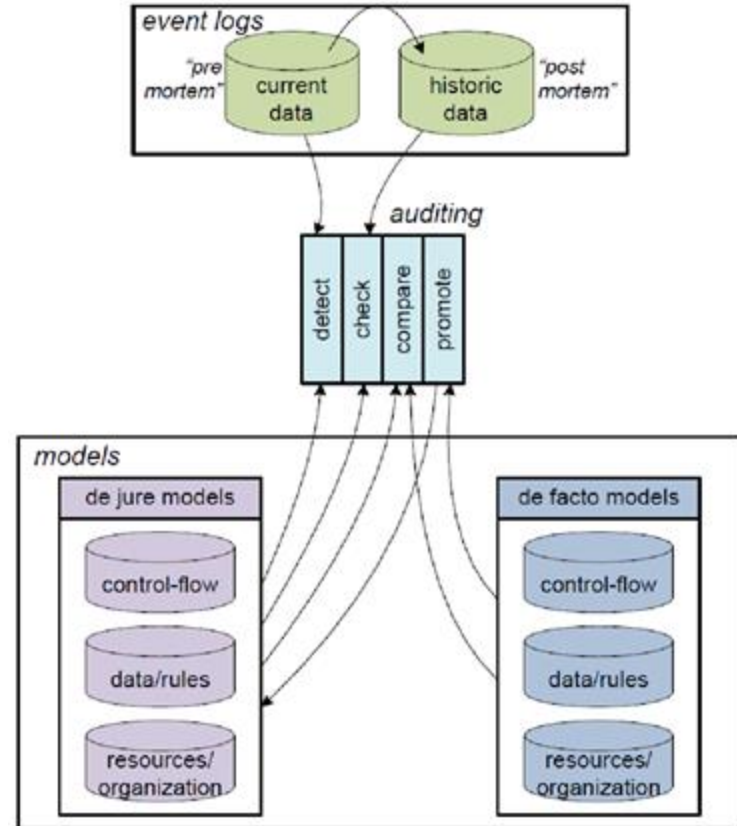
Operaciones Cartográficas

- **Descubrimiento:** a esta actividad le concierne la extracción de modelos (de proceso).
- **Mejora:** cuando haya modelos existentes que pueden relacionarse con logs de eventos, es posible mejorar esos modelos.
- **Diagnóstico:** esta actividad no usa directamente logs de eventos y se centra en análisis clásico basado en modelos (Redes de Petri, Simulación). Por ejemplo, comprobar que no hay interbloqueos en un modelo.



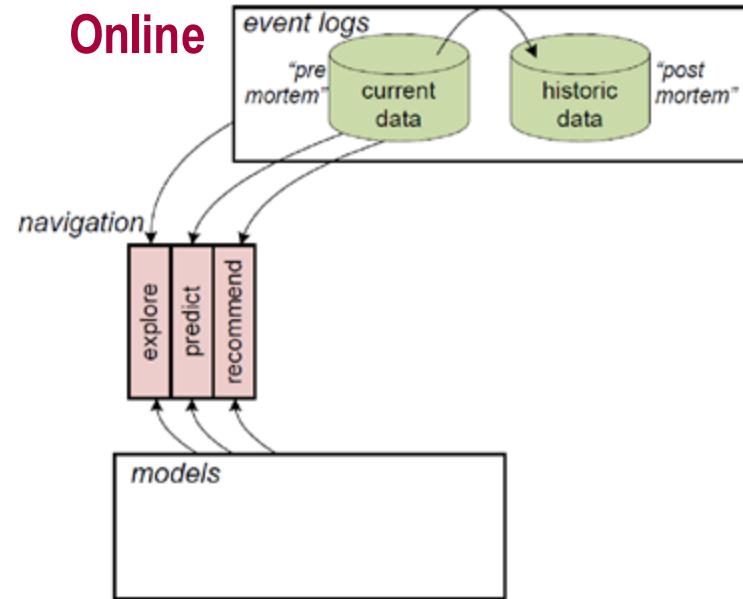
Operaciones “de Auditoría”

- **Detectar:** comparar/contrastar un modelo normativo con datos actuales (“pre mortem”). Ej.: cuando se viola una regla predefinida, salta una alerta (**ONLINE**).
- **Comprobar:** señalar desviaciones y cuantificar el nivel de conformidad (¿cuánto se ajusta una traza del log al modelo?). (**OFFLINE**)
- **Comparar:** modelos “de facto” pueden compararse con modelos “de iure” para ver en qué forma la realidad se desvía de lo que está modelado.
- **Promover:** partes del modelo descriptivo a un modelo “renovado” normativo.



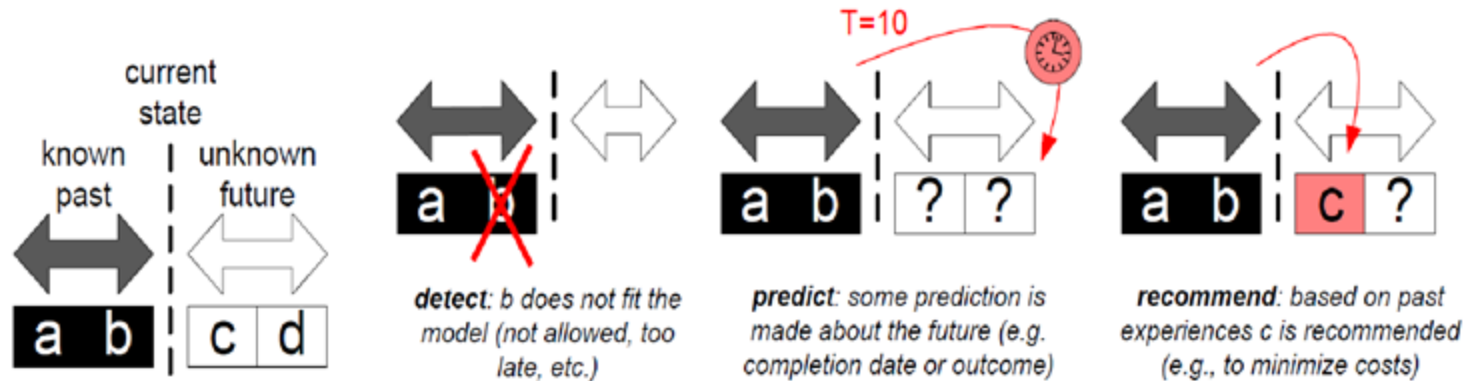
Operaciones “de Navegación”

- **Explorar:** la combinación de datos de eventos y modelos puede usarse para explorar procesos en tiempo de ejecución.
- **Predecir:** combinando información sobre casos en ejecución con modelos, es posible hacer predicciones sobre el futuro (p.ej. el tiempo restante de ejecución o la probabilidad de terminar con éxito un proceso).
- **Recomendar:** La información usada para predecir puede usarse para recomendar acciones (p.ej. qué plan hay que adoptar para minimizar costos o tiempo).



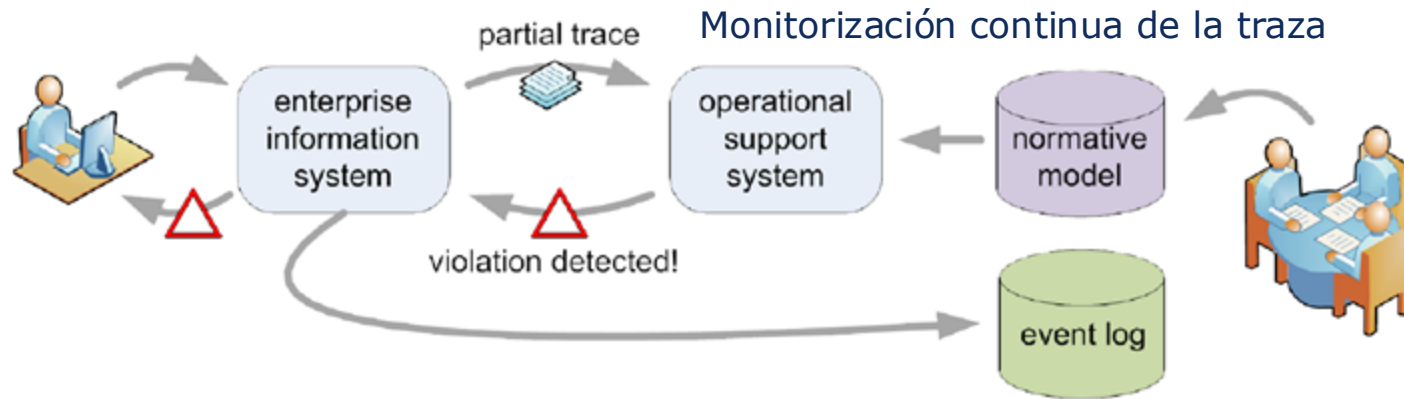
Minería de Procesos para Ayuda a la Decisión Online

La esencia del soporte operativo es la posibilidad de proporcionar ayuda a la decisión online (a partir de datos actuales).



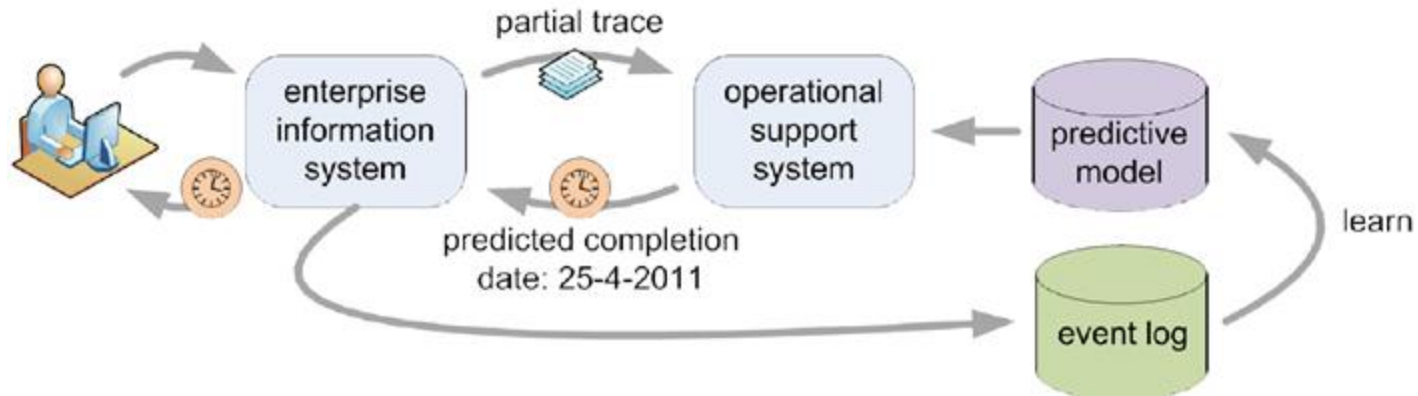
Minería de Procesos Online: Detección

Detección: compara una traza parcial con algún **modelo normativo** (puede ser un modelo de proceso o un conjunto de restricciones sobre comportamiento)



Minería de Procesos Predictiva

Predicción: formular sentencias sobre los eventos futuros que van a seguir a una traza parcial. Se genera un **modelo predictivo** p.ej. usando técnicas estándar de data mining.



El **tiempo restante** estimado de ejecución son 14 días.

La probabilidad de **cumplir con la fecha de entrega** legal es de 0.72

El **coste** total previsto para este caso es de 4500€

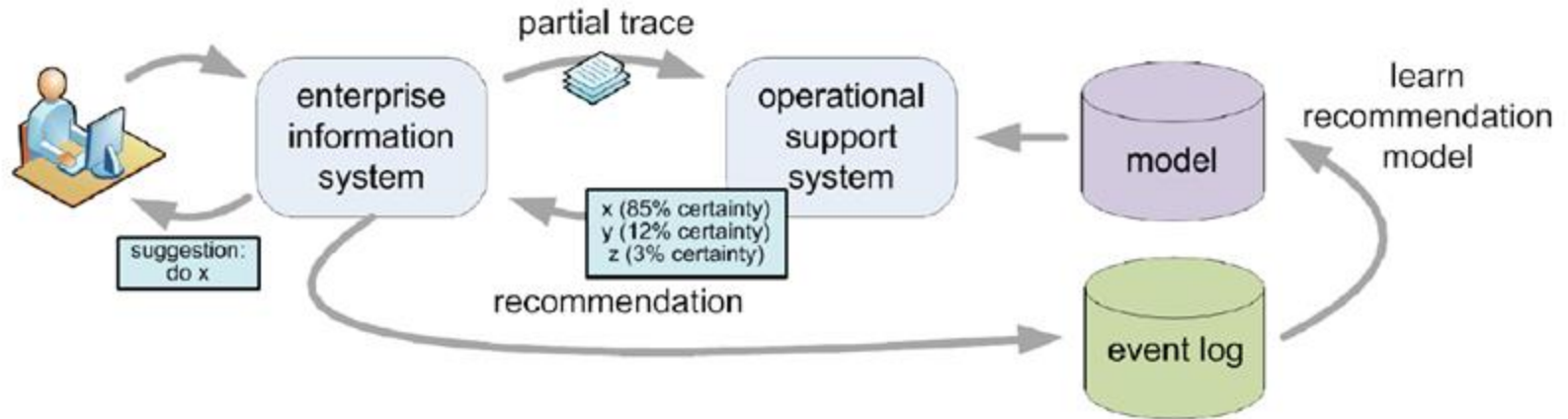
La probabilidad prevista de que **la actividad "a" ocurra** es de 0.34

La probabilidad de que el **caso sea rechazado** es de 0.67

...

Minería de Procesos Prescriptiva

Prescripción (recomendación): formular recomendaciones que guían al usuario en la selección de la siguiente actividad (o secuencia de actividades) a partir de un **modelo prescriptivo**. P.ej, se recomienda ejecutar “c d e” a continuación para minimizar costes.



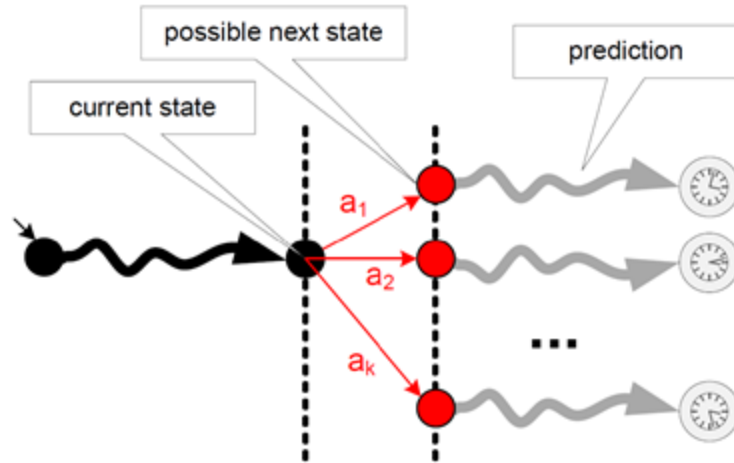
Posibles recomendaciones

- Próxima actividad
- Recurso adecuado
- Alternativa de decisión

Una recomendación o prescripción se da siempre respecto a un objetivo específico. P. ej.:

- Minimizar el tiempo restante de ejecución
- Minimizar los costes totales
- Maximizar el % de casos gestionados en 4 semanas
- Maximizar el % de casos aceptados
- Minimizar el uso de un recurso

Minería de Procesos Prescriptiva



Una recomendación proporciona sentencias sobre un conjunto de posibles acciones: espacio de decisión.

El espacio de decisión puede ser un conjunto de acciones y la pregunta a ser respondida es "¿Qué acción/secuencia de acciones es la más adecuada dado un objetivo?"

Minería de rendimiento

Análisis de variantes

Minería de procesos refinada

La minería de procesos en la práctica

Minería de procesos en la práctica: ¿Dónde se utiliza?

Seguros

- Suncorp, Australia

Gobiernos

- Qld Treasury & Trade, Australia

Salud

- AMC Hospital, Países Bajos
- São Sebastião Hospital, Portugal
- Chania Hospital, Grecia
- EHR Workflow Inc., USA

Transporte

- ANA Airports, Portugal
- Busan Port, Corea del Sur
- Kuehne + Nagel, Suiza-Alemania

Electrónicas

- Phillips, Países Bajos

Banca, construcción, etc.

Minería de procesos en la práctica: ¿Cómo se utiliza?

Dos enfoques:

Exploratorio



Dirigido por preguntas



Minería de procesos en la práctica: ¿Cómo se utiliza?

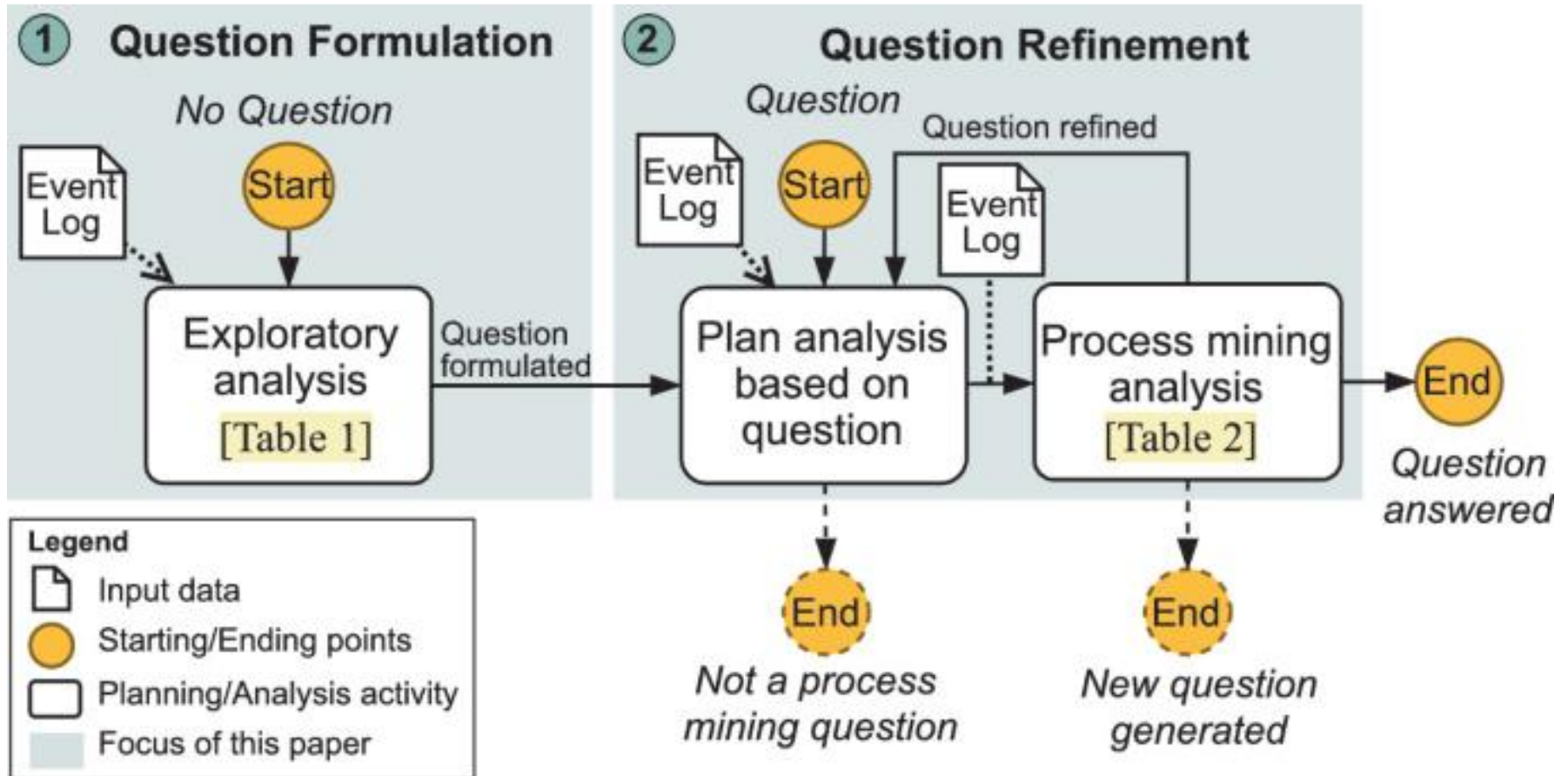
Dos enfoques:

Exploratorio

¡Son complementarios!



Minería de procesos en acción



Metodología de Minería de Procesos

1. Enmarcar el problema y planificar



2. Recopilar datos



3. Analizar: Buscar Patrones

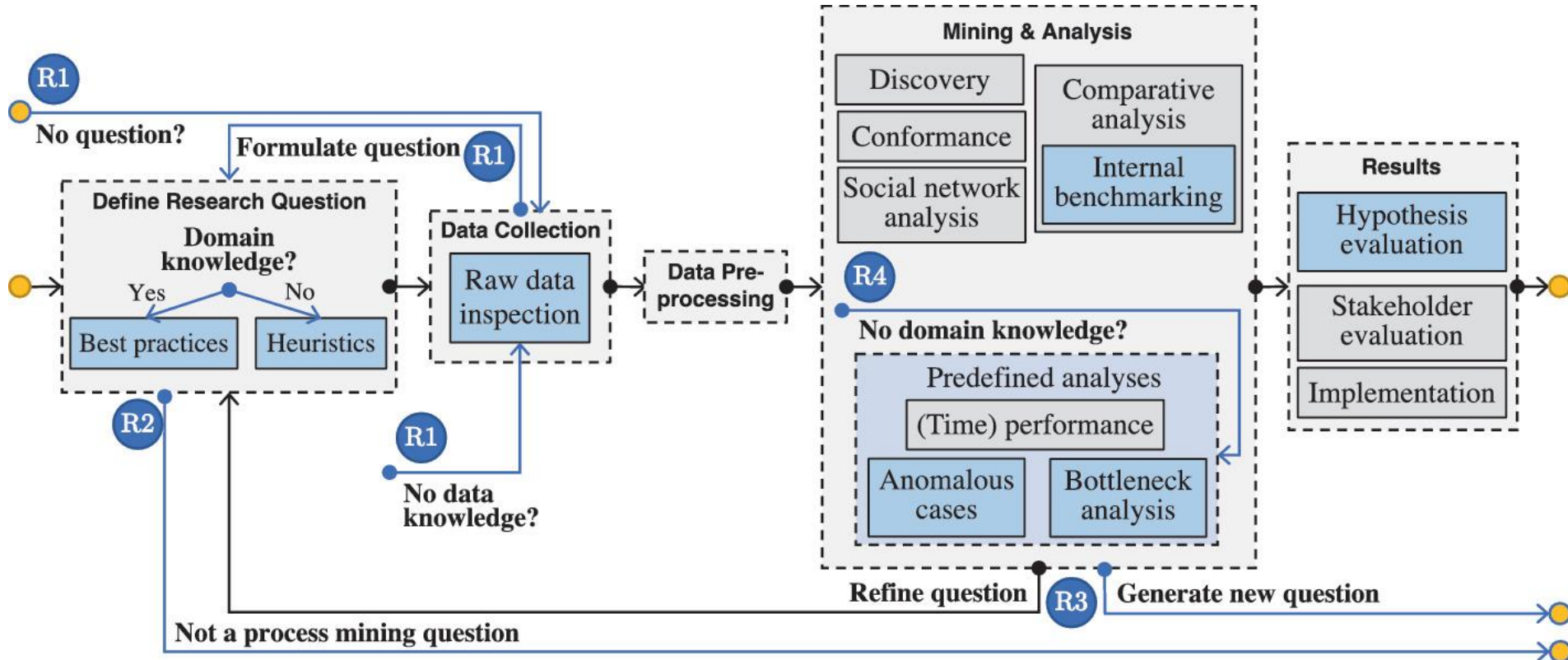


4. Interpretar & Sacar Conclusiones



5. Generar Impacto en el negocio

Metodología de Minería de Procesos: a Más Bajo Nivel



Suncorp Group

The image shows a large, modern building with a curved facade. The upper part of the building is green and features the Suncorp logo, which consists of the word "SUNCORP" in white capital letters and a stylized sun icon with a yellow semi-circle and a red leaf-like shape. Below the green section, there are white balconies and large glass windows. The sky is blue with some white clouds.

SUNCORP

- Seguros generales y de vida, banca, jubilación y gestión de inversiones
- 9M clientes
- 16K empleados
- \$85k millones en activos

Suncorp Insurance

Proceso de Seguro End to End



500
tareas

Source: Guidewire reference models

Cada proceso varia por producto & marca...



	AAMI	Apia	bingle	CIL	CIO	JUST-CAR	SUNCORP	vero
Home	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Motor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Commercial	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Liability	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
CTP / WC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

30
variaciones

Variantes de proceso en total: **3,000+**

Metodología de Minería de Procesos

1. Enmarcar el problema y planificar

- **Problema:** Reclamaciones simples que tardan mucho más de lo esperado
- **Pregunta:** ¿Qué distingue la tramitación de las reclamaciones simples que se completan a tiempo de la de las que no se completan a tiempo?



¿Qué se considera una reclamación simple lenta?

Metodología de Minería de Procesos

1. Enmarcar el problema y planificar



2. Recopilar datos



- **Fuente:** Distintas tablas de un sistema de gestión de reclamaciones.
- El preprocesamiento se lleva mucho tiempo (filtrar eventos irrelevantes, reparar los registros de ruidos, combinar eventos de distintas tablas (flujo de control/recursos/objetos y sus atributos))

Metodología de Minería de Procesos

1. Enmarcar el problema y planificar



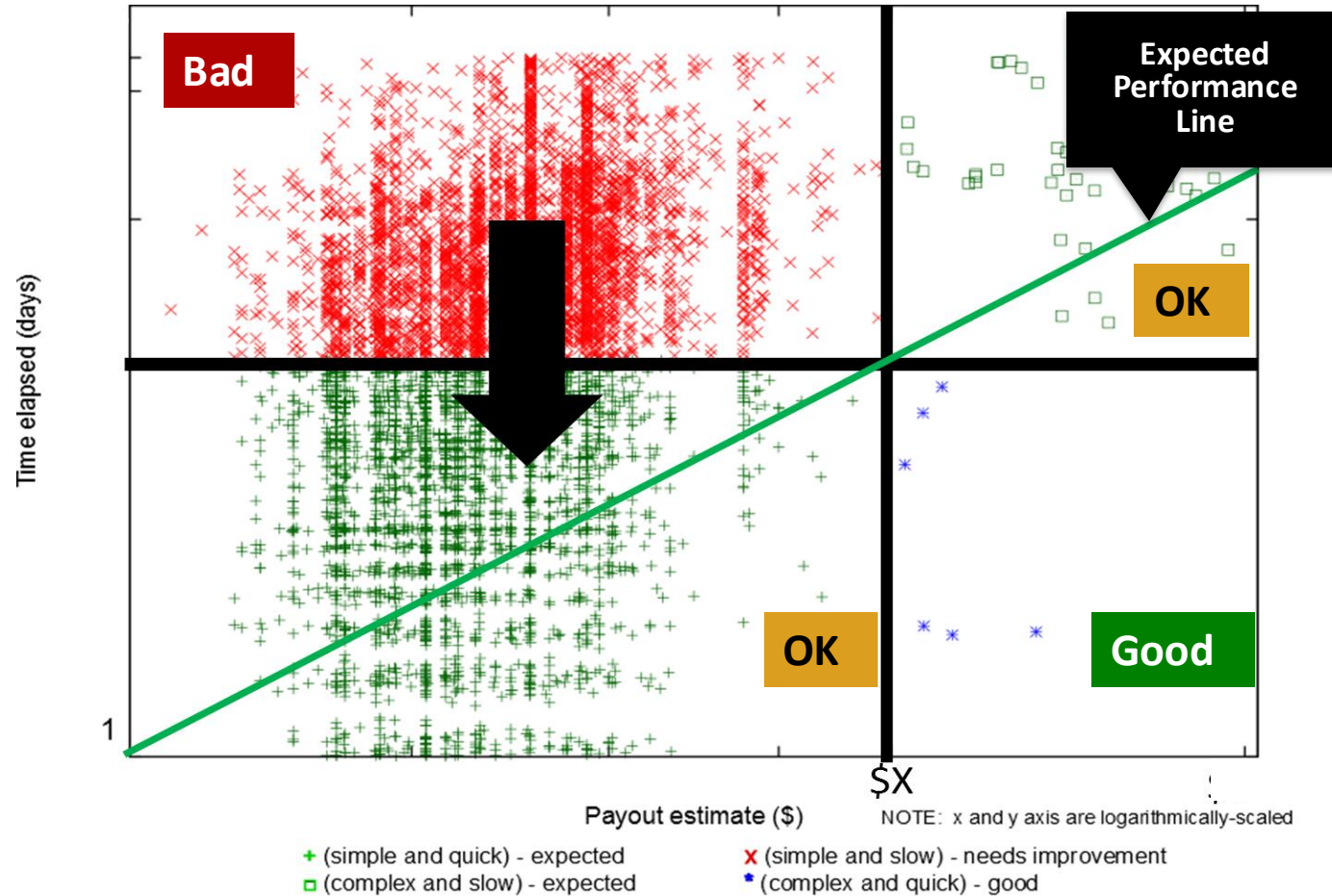
2. Recopilar datos



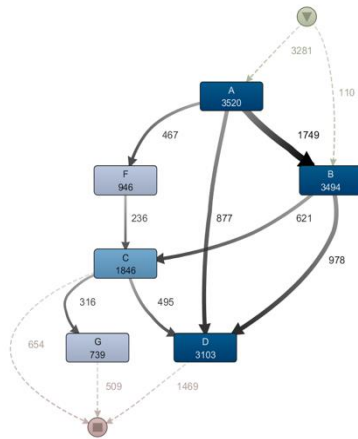
3. Analizar: Buscar Patrones



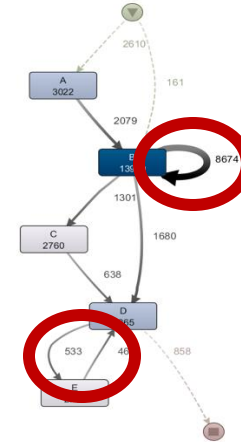
Análisis de Variantes en Suncorp



Análisis de Variantes en Suncorp



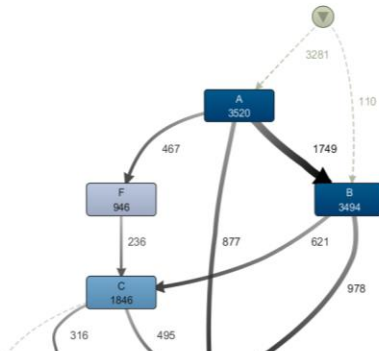
Simple claims and quick



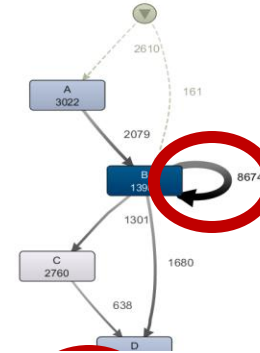
Simple claims and slow

Análisis de Variantes en Suncorp

Simple Claim and Quick



Simple Claim and Slow



Suncorp is banking on data mining to slash its insurance claims processing times as the company scours for new avenues to boost its business.

Claims channelled through Suncorp's commercial insurance arm typically took 30 to 60 days to process, but a project with Queensland University of Technology has drastically reduced the window to between one and five days.

It comes after Suncorp's business cover division found "low value" claims, such as glass repairs or stolen laptops took much longer than they should to finalise.

Metodología de Minería de Procesos

1. Enmarcar el problema y planificar



2. Recopilar datos



3. Analizar: Buscar Patrones



4. Interpretar & Sacar Conclusiones



- determinaron las razones principales de las repeticiones no deseadas.

Metodología de Minería de Procesos

1. Enmarcar el problema y planificar

2. Recopilar datos

3. Analyzar: Buscar Patrones

4. Interpretar & Sacar Conclusiones

5. Generar Impacto

- Reducción del tiempo: de 30-60 días a 5!
- Reducción de uso de recursos 30%





Dr. Adela del Río Ortega
Universidad de Sevilla
adeladelrio@us.es