



Parte III

**CENTER FOR ANIMAL DISEASE MODELING AND SURVEILLANCE (CADMS),
SCHOOL OF VETERINARY MEDICINE, UC DAVIS**

Jose Pablo Gomez

Center for Animal Disease Modeling and Surveillance (CADMS)
Department of Medicine & Epidemiology
School of Veterinary Medicine
University of California, Davis

* Contacto: jpgo@ucdavis.edu

**<https://jpablo91.github.io>
www.vetmed.ucdavis.edu/cadms**

UCDAVIS
UNIVERSITY OF CALIFORNIA

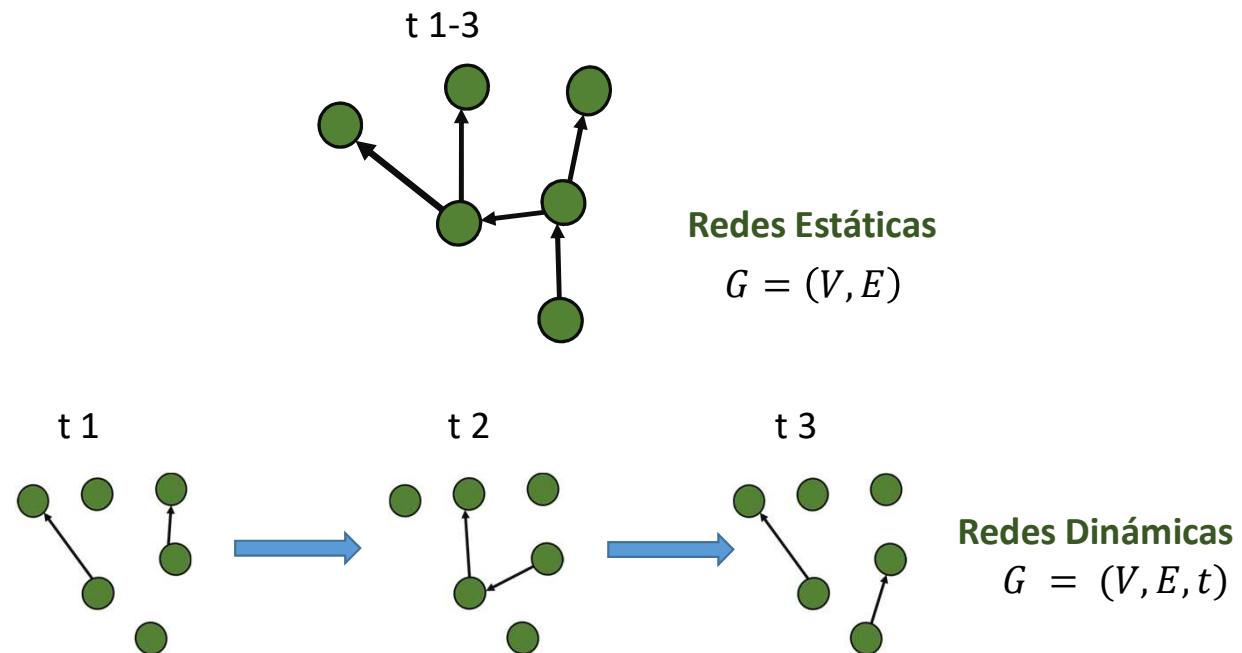


Outline

- Que es análisis de redes dinámico
- Análisis Estático vs Dinámico
- Estadísticas de redes dinámicas
- Consideraciones y limitantes

Diferencia entre redes estáticas y dinámicas?

- Tiempo como otra dimensión del grafo
- Nodos y conexiones **NO** son constantes durante el período de estudio.
- Las redes estáticas carecen de la capacidad de modelar cambios en los patrones de contactos a través del tiempo. Asumimos que los contactos son igualmente probables de suceder a cualquier punto.



La topología de la red cambia a través del tiempo

Por que Redes Dinámicas?

- Una red dinámica (DN) puede ser vista como una colección de redes estáticas agregadas a diferentes intervalos de tiempo.
- Definir esos intervalos dependerá en la información disponible y el resultado que buscamos.
- Dependiendo del nivel de agregación, la información que se puede perder va de nada a todo.



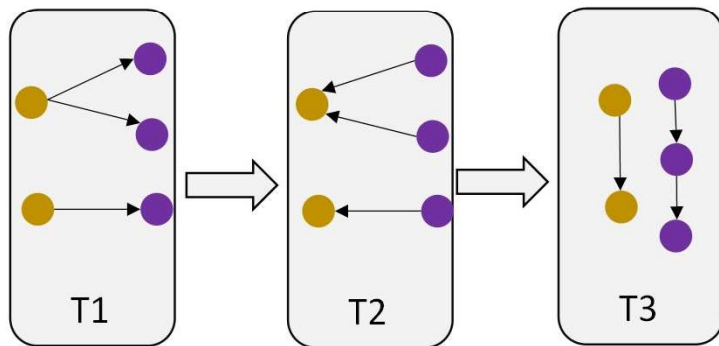
Por que en epidemiologia?

Por que en epidemiologia?

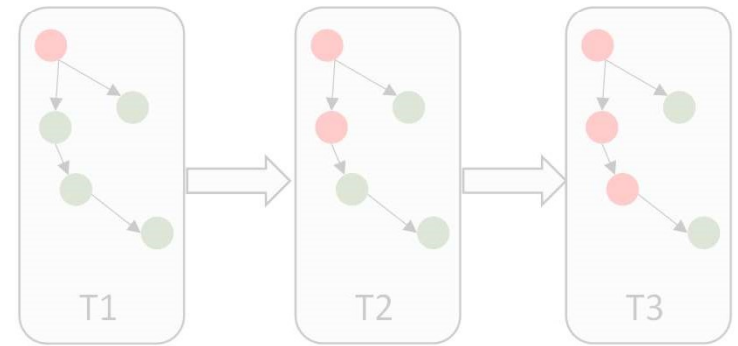
- Los patrones de contactos, usualmente, son influenciados por eventos extrínsecos (Condiciones climáticas, demanda, ciclos de producción, etc..)
- La transmisión de enfermedades lleva un proceso lineal.
- Las redes estáticas pueden incluir edges que no estuvieron necesariamente presentes en la línea del tiempo cuando el evento de transmisión de la enfermedad ocurrió, lo cual será importante estimando las tasas de infección.

Redes dinámicas en epidemiología

Cambios en la estructura



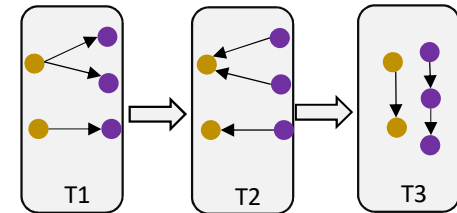
Estudiar la transmisión de la enfermedad



Cambios en la estructura

Comprender la evolución de la red a través del tiempo:

Conforme cambia el medio ambiente, cambian los comportamientos sociales de los individuos



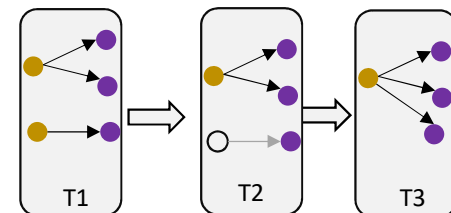
Comprender como los cambios en el medio ambiente impactan la red:

Cambios en el medio ambiente, tales como: sequías, incendios, etc, pueden tener un impacto en la manera en que los individuos interactúan.



Comprender como los cambios en características individuales impactan la estructura de la red:

La presencia o ausencia de nodos en particular puede impactar la estructura de la red (Por ejemplo nodos con altos índices de betweenness).



Cambios en la estructura

- Los cambios en la red pueden ser homogéneos, o centrados en un individuo particular:
 - **Heterogéneos**, El cambio ocurre si la relación cae de manera diferente en los individuos
 - **Homogéneos**, El cambio ocurre si todas las relaciones se ven afectadas proporcionalmente de la misma manera.

Animal behaviour

Social bet-hedging in vampire bats

Gerald G. Carter¹, Damien R. Farine^{2,3,4} and Gerald S. Wilkinson⁵

¹Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Ancón, Panama

²Department of Collective Behaviour, Max Planck Institute for Ornithology, Konstanz, Germany

³Department of Biology, University of Konstanz, Konstanz, Germany

⁴Department of Zoology, University of Oxford, Oxford, UK

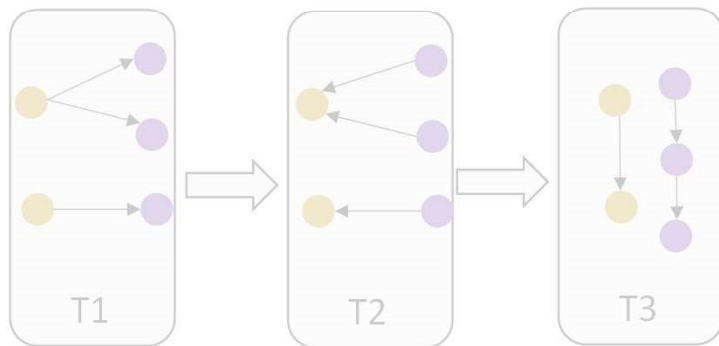
⁵Department of Biology, University of Maryland, College Park, USA

DNA Para transmission de enfermedades

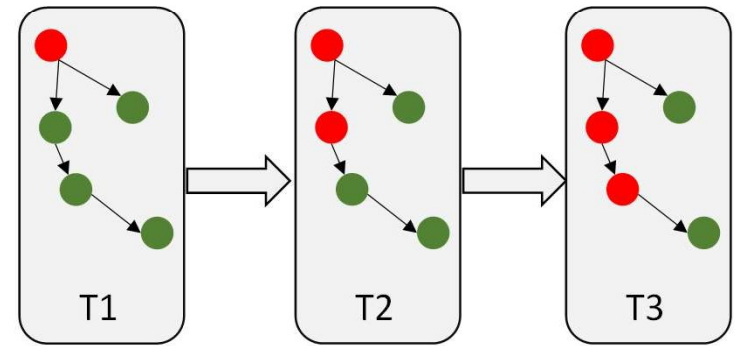
- Modelar o entender un proceso.
- Realizar predicciones sobre la susceptibilidad de una población.

Redes dinámicas en epidemiología

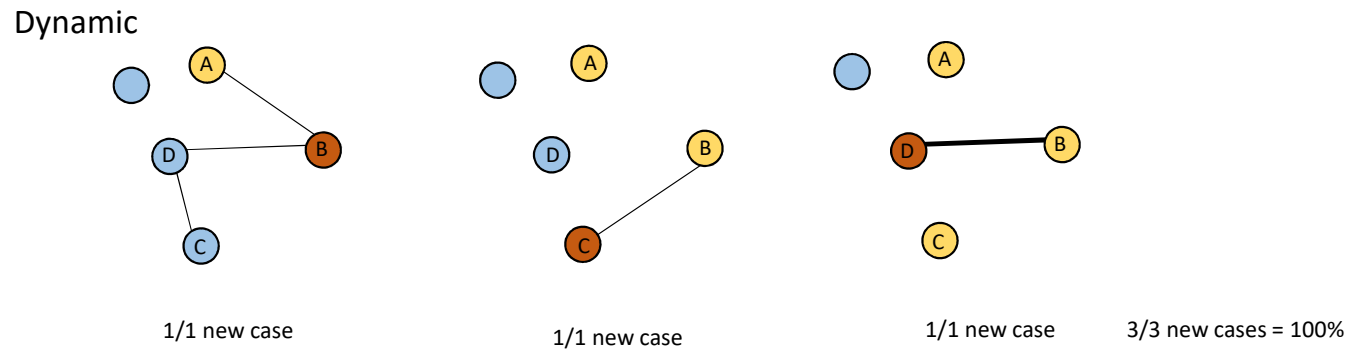
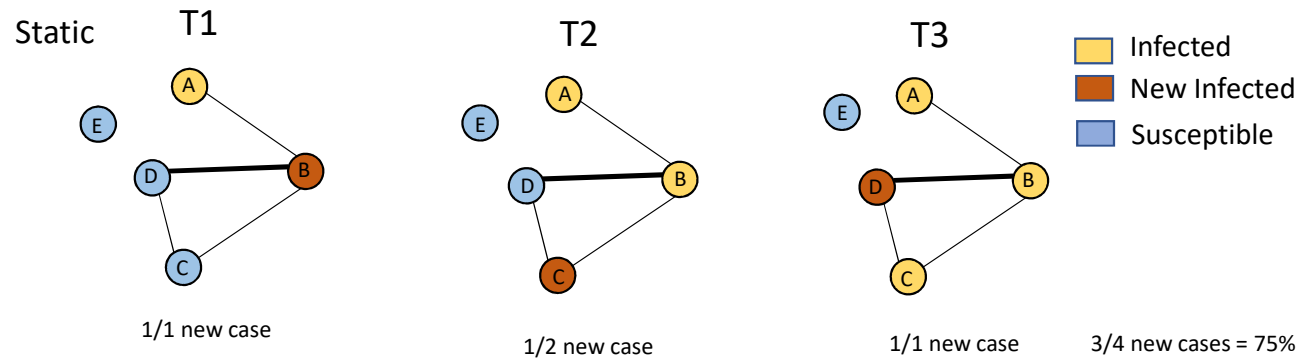
Cambios en la estructura



Estudiar la transmisión de la enfermedad



Comprender una epidemia observada



Realizar Predicciones

- Cuando nuestro objetivo es realizar predicciones, tales como el tamaño de la epidemia las **redes estáticas en general son mejores representaciones de los patrones de movimientos esperados.**
- Las redes dinámicas generalmente representan bien el periodo de tiempo en el que la población fue observada. Esto puede reducir la generabilidad de predicciones.

Es nuestra red probable de ocurrir repetidamente?

Mismo orden en los contactos?

Mismo periodo de tiempo entre contactos?

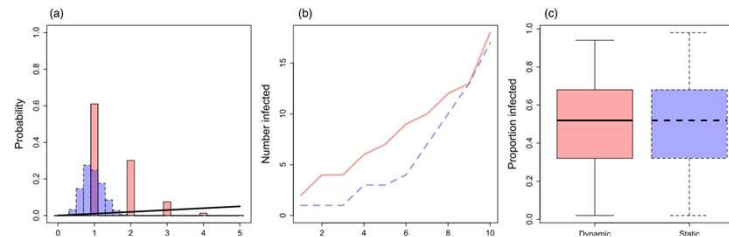
Realizar predicciones

- Muchos procesos demuestran cambios estacionales en los patrones de conexiones (Por ejemplo en temporada de apareamiento), cuando consideramos la introducción de una epidemia en una población, considerar estos cambios estacionales será relevante para predecir la dinámica de transmisión.
- En muchas ocasiones, saber quien entro en contacto con quien, en que orden es menos relevante cuando queremos hacer predicciones generales sobre una epidemia.

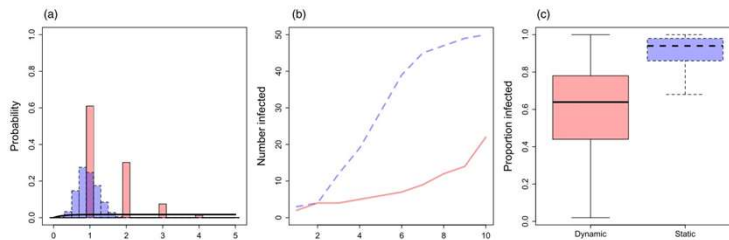
Realizando predicciones

- Un estudio bien diseñado que usa DN a una **escala temporal que es similar a la transmisión de la enfermedad** generara conclusiones mas precisas.

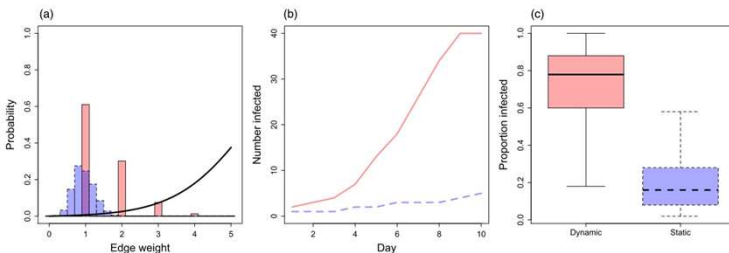
Linear function



Decelerating function



Accelerating function



Transmission rate x Contact strength =

Damien 2017

Otras consideraciones

- Disponibilidad de los datos.
- Esfuerzos de recolección
- Puede resultar problemático comparar redes de diferentes tamaños.
Por ejemplo si la población del periodo 1 es mayor a la población del periodo 2, es esperado que los individuos tengan menor degree en la red mas pequeña

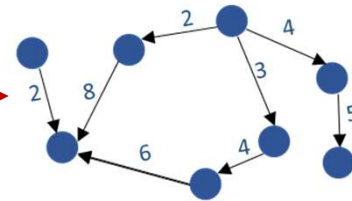
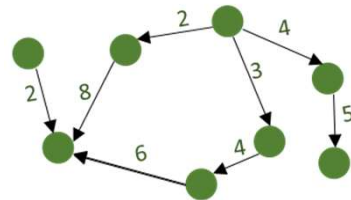
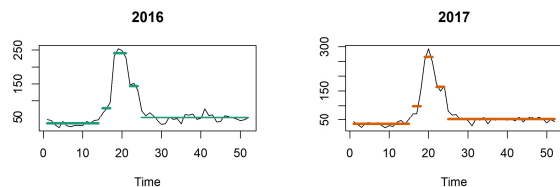
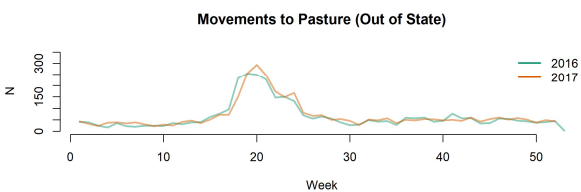
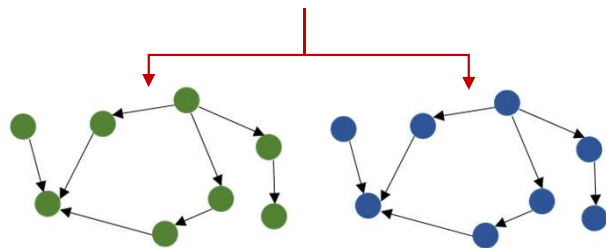
Estadísticas de redes dinámicas

Como sabemos si la red es probable de ocurrir de nuevo?

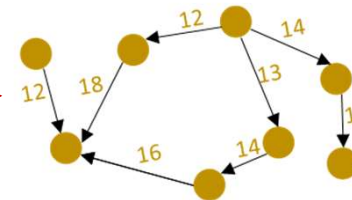
Isomorfismo de la red (*Network isomorphism*)

Identificar patrones

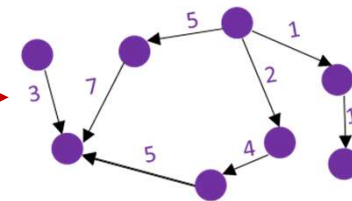
Misma estructura de ajacencia



Estrictamente isomórfica



Temporalmente isomórfica

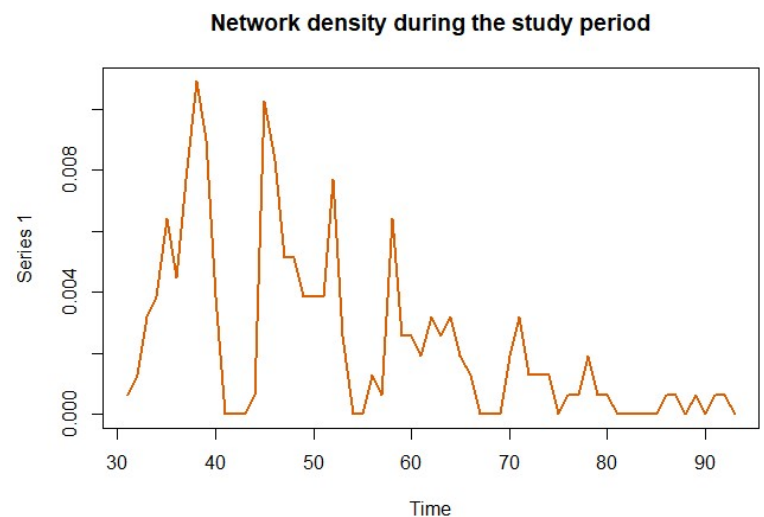


Orden temporal isomórfica

Why Dynamic network analysis?

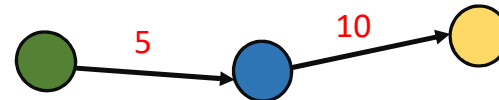
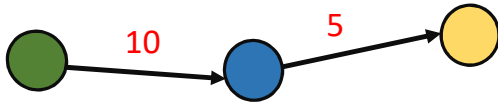
- Las medidas de centralidad usadas en redes estáticas pueden ser adaptadas para un análisis de redes dinámicas.

Por ejemplo: en vez de tener una densidad de la red global, podemos obtener una serie temporal definida por un intervalo, esto nos permite identificar puntos críticos de actividad en la red.



Sets temporalmente alcanzables

Caminos temporales



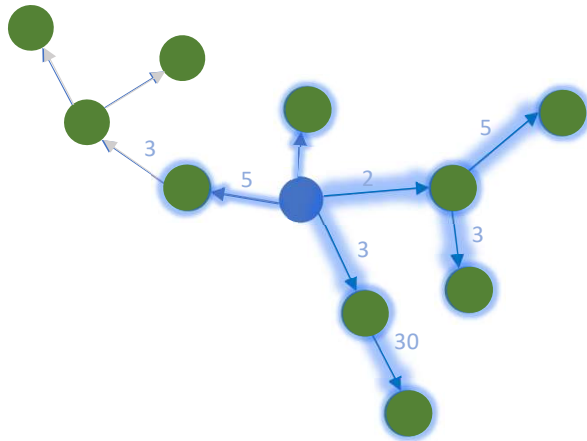
El set temporalmente alcanzable (Temporal reachable set) del nodo i , representa el set de nodos que puede ser alcanzado siguiendo un camino temporal.

Sets temporalmente alcanzables

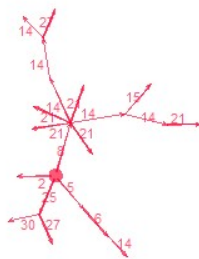
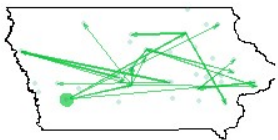
- *Temporally strong connected*, todos los nodos son alcanzables entre si durante el periodo de tiempo.
- *Temporally connected*, en cada par de nodos, por lo menos uno es alcanzable desde el otro durante el periodo de tiempo.
- *Temporal contagion connected*, Es un nodo que puede alcanzar a todos los demás durante el periodo de tiempo.

Es importante notar que estas definiciones no hacen referencia a alguna enfermedad en particular. Si la enfermedad tiene periodos de latencia o infectividad, entonces podría no ser posible alcanzar a todos los nodos a pesar de que exista un camino en orden temporal.

Sets temporalmente alcanzables



Reachability of Farm 23



$e_1 = (i, j, t_1, \delta t_1)$ **Evento 1**

$e_2 = (j, k, t_2, \delta t_2)$ **Evento 2**

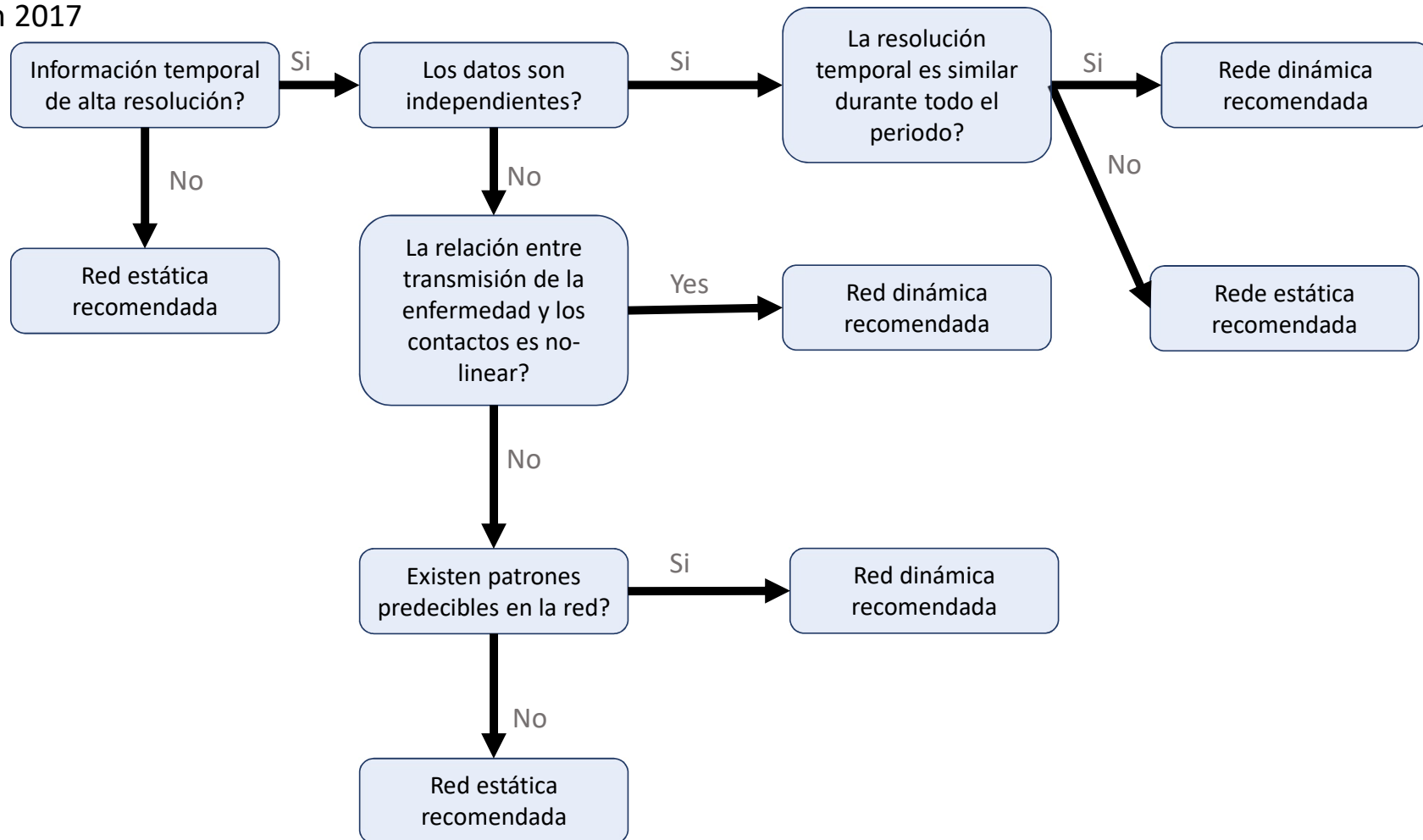
$i \rightarrow j \rightarrow k$ **If** $t_2 > t_1 + \delta t_1$

Asumiendo que el tiempo de contacto $\delta t_1 = 1$, esto se puede simplificar a:

$$0 < t_2 - t_1$$

Recap

Damien 2017



Consideraciones y limitantes

- La resolución temporal tendrá un efecto en el análisis.
- Cuando usamos redes dinámicas para predecir tenemos que considerar que tan probable es que lo observado se repitan en el futuro.
- Implementación de redes dinámicas añade complejidad, puede reducir la generabilidad e inflar las probabilidades predichas.

Preguntas?