



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**



**UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS**

**“MODELADO MATEMÁTICO, BASADO EN CADENAS  
DE MARKOV, PARA SERVICIOS DE VIDEO EN VIVO  
SOPORTADOS POR REDES HÍBRIDAS P2P-CDN”**

**Autores:**

**Muñoz Ruiz Ulises**

**Ortiz Islas José Manuel**

**Asesores:**

**Rivero Ángeles Mario Eduardo**

**Torrez Cruz Noé**

**Villordo Jiménez Iclia**

**Resumen Parcial 1**

**Octubre 2022**

Contenido

1.- Análisis de la cadena de Markov ..... 3

2.- Análisis de la adecuación del esquema DU ..... 9

3.- Análisis de las expresiones del modelo ..... 9

## 1.- Análisis de la cadena de Markov

**Objetivo:** Verificar la cadena de Markov planteada para servicios de video en vivo

### Descripción:

Se realizó la simulación de la cadena de Markov que representa a los servicios de video bajo demanda, propuesta en el artículo “A Window-Based, Server-Assisted P2P Network forVoD Services with QoE Guarantees” con la finalidad de tener las bases fundamentales que permitan verificar el funcionamiento de esa cadena. Una vez obtenido el comportamiento deseado se procederá a realizar la adecuación de la solución por implementación de esta cadena para los servicios de video en vivo con las diferencias sustanciales respecto a VoD.

### Resultados:

Con la simulación se puede obtener el tipo de evento que ocurre cada que se realiza una iteración ya sea un arribo, un abandono y una transferencia a otra ventana, el número de peers por ventana y al final de las iteraciones se obtienen las poblaciones promedio en el video completo variando el número de ventanas y la tasa de abandono promedio.

Variable	Descripción
$\lambda$	Tasa de arribo de usuarios
$\theta$	Tasa de desconexión de los usuarios
$\tau_i$	Tasa promedio de transferencia de los usuarios de la ventana $i$ a la $i + 1$ .
$C_\omega$	Tasa máxima de descarga
$\mu_\omega$	Tasa máxima de carga
$X_i$	Población de <i>peers</i> en la ventana $i$

**Tabla 1. Variables principales para la simulación de VoD**

Los siguientes diagramas de flujo se realizaron para establecer la lógica de programación y el algoritmo a seguir para dar solución por simulación a la cadena de Markov propia para servicios de video bajo demanda.

Dichos diagramas serán modificados y adaptados para los servicios de video en vivo y así dar solución por implementación a la cadena propia de este proyecto.

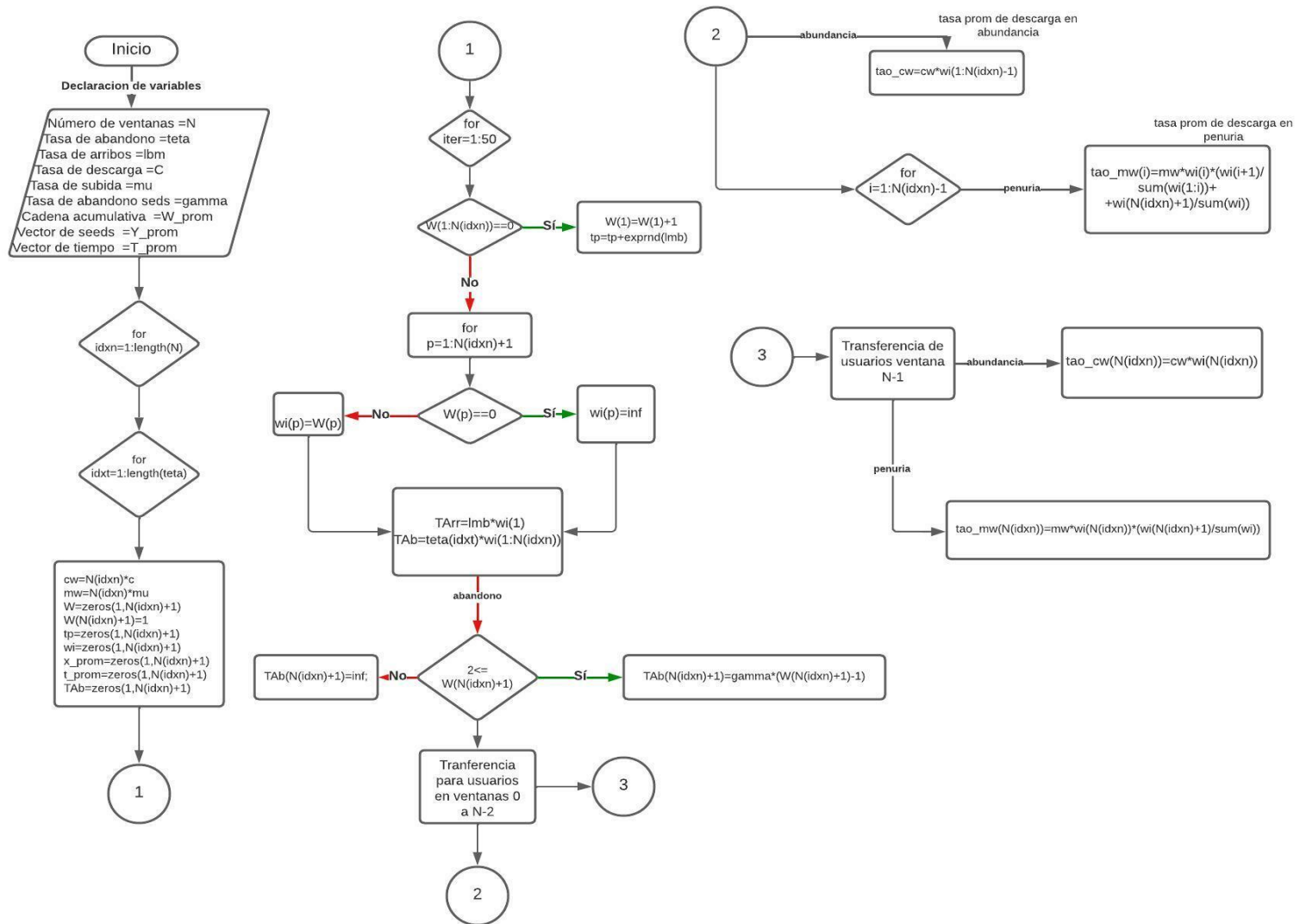


Diagrama de flujo cadena de Markov parte 1

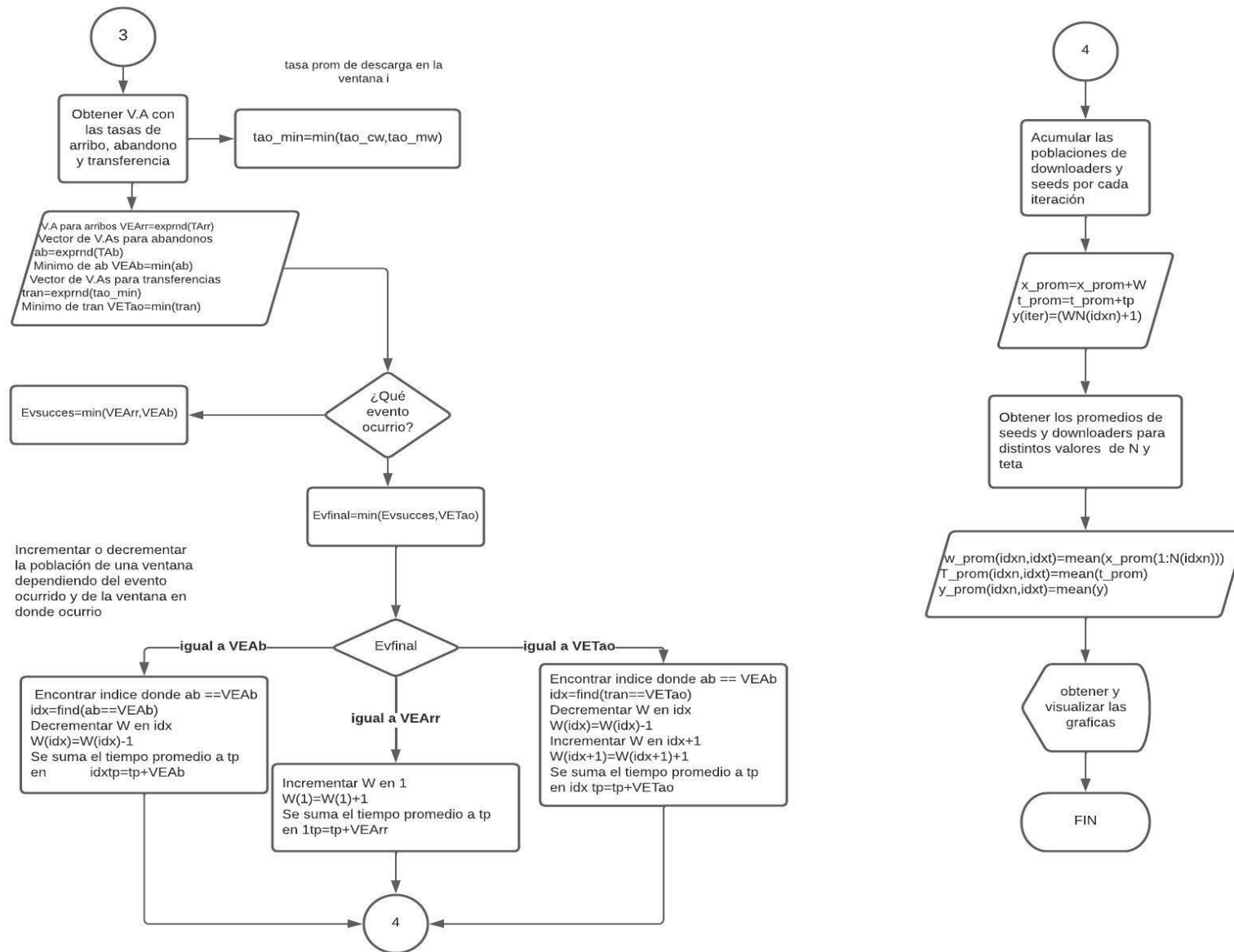


Diagrama de flujo de la cadena de Markov parte II

A continuación, se presentan las gráficas correspondientes al número de *downloaders* (*leeches*) y *seeds* variando el número de ventanas que conforman al video y la tasa de abandono ( $\theta$ ).

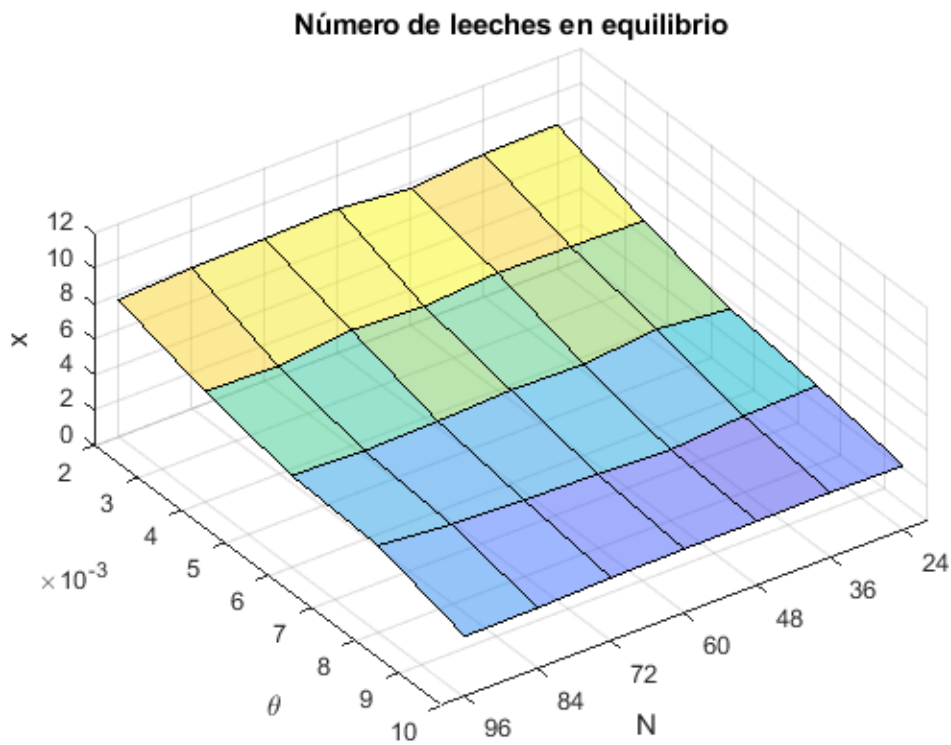


Figura 1. *Downloaders* promedio

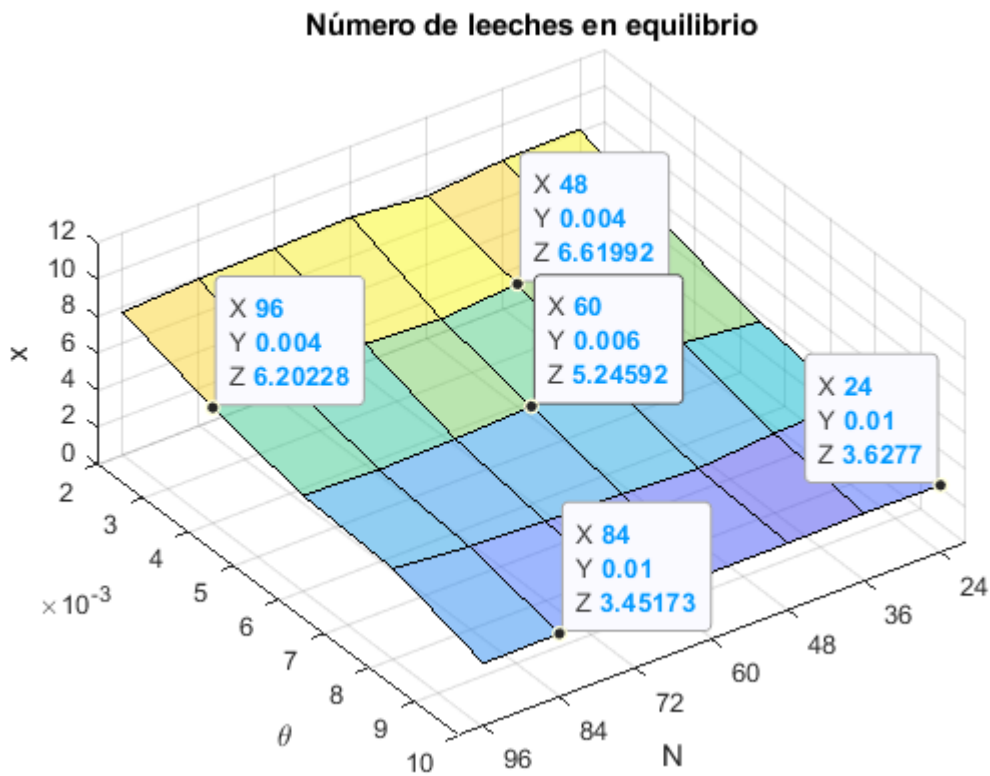
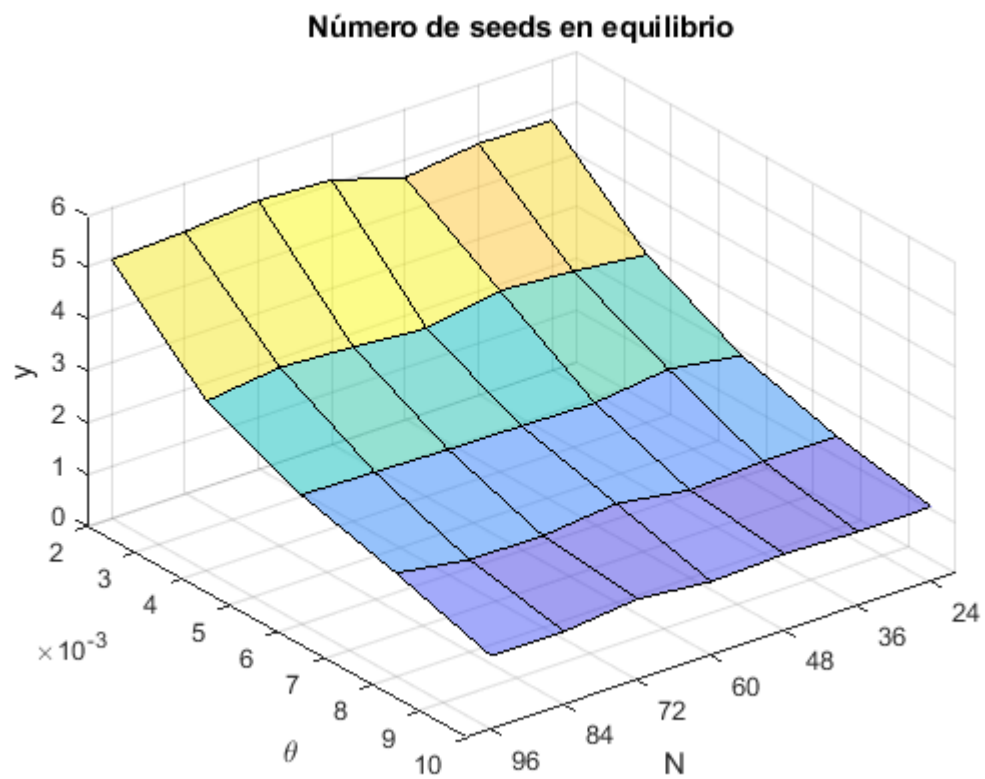
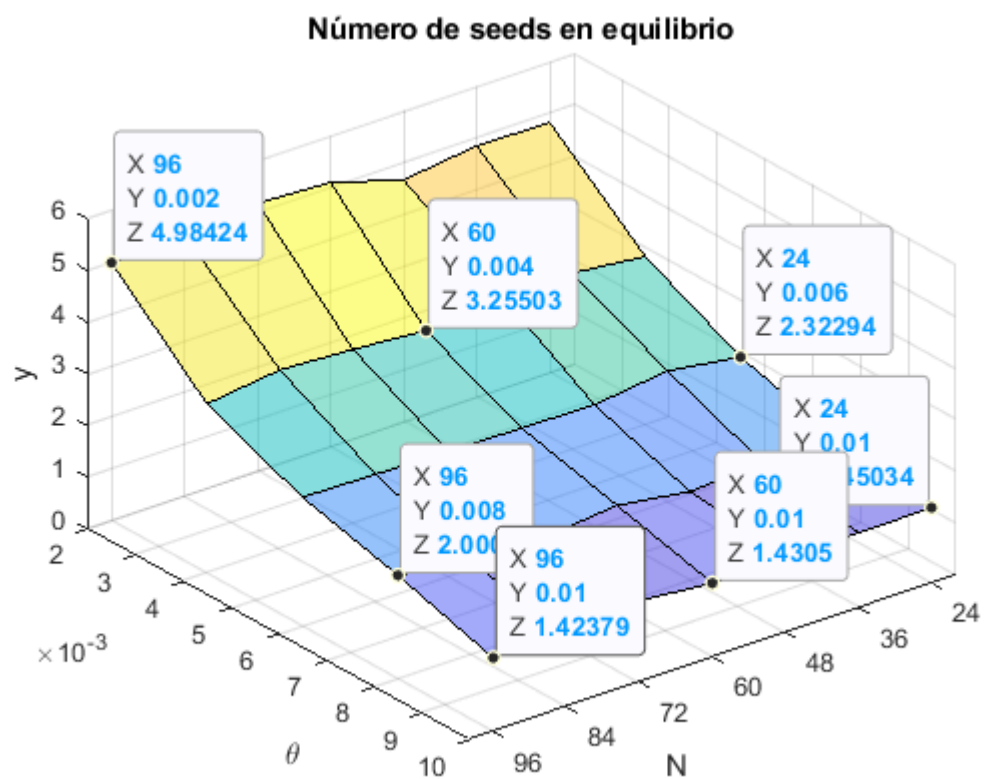


Figura 2. *Downloaders* promedio



**Figura 3. Seeds promedio**



**Figura 4. Seeds promedio**

En las gráficas de las figuras 1 y 2 se puede observar el número promedio de *downloaders* que se encuentran descargando el video tomando en cuenta el número de ventanas ( $N$ ) y la tasa de abandono ( $\theta$ ).  $X$  representa el número de ventanas,  $Y$  representa la tasa de abandono y  $Z$  representa la población promedio de *downloaders*.

En las gráficas de las figuras 3 y 4 se puede observar el número promedio de *seeds* que se encuentran en el video tomando en cuenta el número de ventanas ( $N$ ) y la tasa de abandono ( $\theta$ ).  $X$  representa el número de ventanas,  $Y$  representa la tasa de abandono y  $Z$  representa la población promedio de *seeds*.

Estos resultados fueron obtenidos siguiendo las ecuaciones del esquema de asignación de recursos de distribución uniforme.

### **Conclusión:**

Se elaboro un diagrama de flujo del programa que realizado dentro de Matlab para obtener y comprender el funcionamiento de una cadena de Markov que representa servicios de video en vivo. Por otro lado, con estas actividades se comprende cómo influye la ocurrencia de un evento en el estado general de la cadena de Marko. Se tienen dos versiones del programa uno el cual se tienen valores muy similares a los del artículo arriba mencionado y la segunda versión se realizan cambios en las variables y las operaciones para la obtención de los estados de la cadena y de esta manera poder hacer la adecuación a los servicios de video en vivo.



## 2.- Análisis de la adecuación del esquema DU

**Objetivo:** Verificar si el esquema DU es aplicable a servicios de video en vivo

**Descripción:**

Implementar el esquema DU en la cadena de Markov VoD para conocer si este esquema puede ser aplicado a servicios de video en vivo y que los recursos sean distribuidos de manera adecuada conforme los requieran los *peers* situados en las distintas ventanas que se encuentren descargado del video.

**Resultados:**

Se implementa el esquema DU en la cadena para los servicios de video bajo demanda y una vez que se termine de realizar la adecuación para los servicios de video en vivo se podrá verificar si es aplicable o no.

**Conclusión:**

Para este punto se sigue con la implementación de la cadena y aún no se obtienen los resultados para los servicios de video en vivo ya que se requiere de mayor tiempo de análisis llevando así la conclusión hasta el siguiente reporte.

## 3.- Análisis de las expresiones del modelo

**Objetivo:** Determinar las expresiones de abundancia y penuria considerando el esquema DU

**Descripción:**

Las expresiones de abundancia y penuria de los estados en los que puede caer el sistema acorde a los recursos que se tienen y los recursos que se descarguen se van a determinar una vez que se implemente el esquema DU en los servicios de video en vivo.

La condición de abundancia se cumple cuando la tasa promedio de descarga de una población es menor a la tasa de recursos de subida, es decir, los recursos que se tienen en el sistema son mayores y suficientes a los recursos que son demandados para la descarga.

$$C\omega * X_i < \mu\omega * X_{i+1}$$

$$\tau_i = C\omega * X_i$$

La condición de penuria se presenta cuando ocurre el caso contrario al de abundancia, los recursos de descarga para una población son mayores que los recursos que se tienen en el sistema para ser descargados por los usuarios.

$$C\omega * X_i > \mu\omega * X_{i+1}$$

$$\tau_i = V_i = \mu\omega * X_{i+1} + \frac{X_i}{X_i + X_{i+1}} * \mu\omega * X_{i+2} + \dots$$

### Resultados:

A partir del análisis de la condición de penuria, se tiene la siguiente adecuación para el esquema de asignación de recursos para los servicios de video en vivo.

$$(P_\omega - \mu_\omega)X_{i+1} \frac{X_i}{X_0 + X_1 + \dots + X_i} + (P_\omega - \mu_\omega)X_{i+2} \frac{X_i}{X_0 + X_1 + \dots + X_i} + \dots +$$

$$(P_\omega - \mu_\omega)X_{c-1} \frac{X_i}{X_0 + X_1 + \dots + X_i} + (P_\omega - \mu_\omega)X_c \frac{X_i}{X_0 + X_1 + \dots + X_i}$$

$$R_i = (P_\omega - \mu_\omega)X_i \sum_{k=i+1}^c \frac{X_k(t)}{\sum_{j=0}^{k-1} X_j(t)}$$

La condición de abundancia y evaluación de parámetros se complementará en el siguiente reporte debido a que falta realizar un cambio de implementación correspondiente al primer código que se tiene, al igual que la conclusión de dicho punto.