

Caso 3: Concurrencia y Sincronización de Proceso

Nombres: **Juan Felipe Camelo & Hernán Ramírez**

Código: **202122062 & 202124034**

Índice general

| | |
|--|----------|
| 1. Arquitectura del Sistema de Mensajería | 2 |
| 1.1. Diagrama de clases | 2 |
| 1.2. funcionamiento del programa | 3 |
| 2. Validación simulaciones | 5 |
| 2.1. Escenario 1 | 5 |
| 2.2. Escenario 2 | 8 |
| 2.3. Escenario 3 | 10 |
| 2.4. Uso | 12 |

Capítulo 1

Arquitectura del Sistema de Mensajería

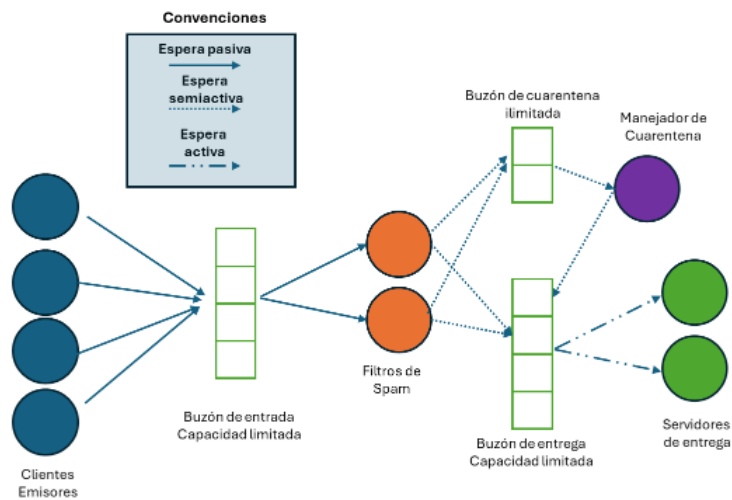


Figura 1.1: Arquitectura del sistema de mensajería

Este capítulo aborda las decisiones que fueron tomadas para implementar la arquitectura propuesta en la figura 1.1, ahondando en el diagrama de clases, las relaciones entre pares de objetos que interactúan y el funcionamiento global del programa.

1.1. Diagrama de clases

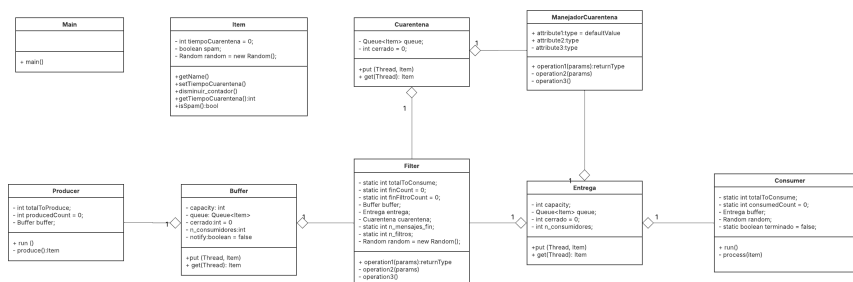


Figura 1.2: Diagrama de clases

Como se puede evidenciar en el diagrama 1.2, se optó por tener las siguientes clases: Buffer, Consumer, Cuarentena, Entrega, Filter, Item, ManejadorCuarentena, Producer y Main. En este diseño, la decisión clave fue reconocer que las clases Buffer, Entrega y Cuarentena tienen un comportamiento similar, pues son buzones que son compartidos por diferentes threads y que ofertan métodos sincronizados `put()` y `get()` encargados de gestionar la comunicación entre hilos. Si bien estas clases podrían haber sido encapsuladas en una sola clase o implementar una interfaz común; se optó por mantenerlas separadas para facilitar el manejo de la concurrencia, el seguimiento de cambios en el código y la claridad del diseño, considerando el alcance del proyecto. Respecto a las demás clases, podemos decir que los Clientes emisores (clase Producer) juegan el papel clásico de productores, similarmente los Servidores de entrega (clase Consumer) son análogos a los consumidores. No obstante, el manejador de cuarentena y los filtros de spam juegan un papel híbrido entre productores y consumidores, pues ambos deben leer mensajes del buzón y redistribuirlos hacia un buzón nuevo, incluso produciendo mensajes nuevos en el proceso.

1.2. funcionamiento del programa

El programa implementa un modelo de productor-consumidor encadenado, donde cada cliente emisor genera un determinado número de mensajes que son depositados en un buzón de entrada con capacidad limitada, es importante mencionar que cada emisor delimita sus mensajes por un mensaje de inicio y uno de fin. Luego, los filtros actúan como consumidores de este buzón, clasificando los mensajes según si son spam o no; los mensajes validos son distribuidos al buzón de entrega (cabe aclarar que los mensajes de inicio de fin nunca son clasificados como spam) y aquellos marcados como spam al buzón de cuarentena, en ese sentido el filtro actúa como productor para estos buzones. Los mensajes que son depositados en el buzón de cuarentena son consumidos por el manejador de cuarentena y permanecen allí por un tiempo aleatorio asignado por el filtro, durante este tiempo se evalúa si serán descartados o no mediante una función de procesamiento, en caso de no ser descartados y cumplir su tiempo de cuarentena, el manejador de cuarentena los envía al buzón de entrega, actuando como un productor para este. Posteriormente, los mensajes que se encuentran en el buzón de entrega son consumidos por el servidor de entrega y procesados por un tiempo breve, tras el cual son descartados del sistema. Finalmente, el sistema se coordina mediante mensajes de control de inicio y de fin que le permiten a los filtros y a los servidores saber cuando detenerse, concretamente los filtros terminan cuando el buzón de entrada está vacío, todos los mensajes han sido entregados, no hay mensajes en cuarentena y se ha entregado el mensaje de fin al buzón de entrega, mientras que los servidores terminan cuando reciben el mensaje de fin del filtro.

A continuación se explicará en detalle las relaciones entre los pares de objetos que interactúan

- Productores y buffer

Los productores generan los mensajes y los depositan en el buffer de entrada, actuando como hilos productores dentro del sistema. Si el buffer está lleno, deben esperar hasta que haya espacio disponible, garantizando la sincronización y el control de concurrencia (espera activa).

- Buffer y filtros

El buffer de entrada funciona como intermediario entre los productores y los filtros

de spam. Los filtros consumen los mensajes depositados en el buffer, analizando su contenido uno a uno y liberando espacio para que los productores puedan continuar enviando. Para esto, los filtros implementan espera activa respecto al buffer, pues en caso de no haber mensajes para leer se duermen hasta que sean notificados por la entrada de un mensaje nuevo.

- Filtros y buzón cuarentena

Cuando un filtro identifica un mensaje como spam, lo envía al buzón de cuarentena, pero como este buzón tiene capacidad ilimitada nunca existen inconvenientes para agregar mensajes. Este buzón almacena temporalmente los mensajes sospechosos junto con un contador de tiempo que representa el período de retención antes de ser revisados o descartados.

- Filtros y buzón de entrega

Los mensajes válidos procesados por los filtros se envían directamente al buzón de entrega, para ello se utiliza espera semiactiva. Además, los filtros son responsables de generar un mensaje de fin en este buzón una vez se han procesado todos los correos y los demás buzones se encuentran vacíos.

- Buzón de cuarentena y Manejador Cuarentena

El Manejador de Cuarentena consume los mensajes del buzón de cuarentena usando espera semiactiva, revisando periódicamente su tiempo restante. Cuando un mensaje cumple su tiempo o no es descartado por malicioso, el manejador lo retira del buzón y lo envía al buzón de entrega.

- Manejador Cuarentena y buzón entrega

El manejador actúa como productor hacia el buzón de entrega, trasladando los mensajes liberados de cuarentena para su procesamiento final. Este proceso se realiza de forma semiactiva, garantizando que solo los mensajes válidos lleguen a la etapa de entrega.

- Buzón de entrega y servidor de entrega

Los servidores de entrega son los consumidores finales del sistema, estos extraen los mensajes del buzón de entrega y simulan su procesamiento usando espera activa. Cuando reciben un mensaje de fin, detienen su ejecución, marcando el cierre completo del sistema de mensajería.

Capítulo 2

Validación simulaciones

Para las validaciones se implementaron múltiples prints que informaban del estado de ejecución del sistema, luego las validaciones consistieron en ejecutar el programa con la misma configuración múltiples veces y en cada escenario asegurar que la finalización del programa fuese valida.

2.1. Escenario 1

```
==== INICIO DEL PROGRAMA PRODUCOR-CONSUMIDOR ====

Configuración:
- Productores: 2
- Consumidores: 2
- Capacidad del búfer: 2
- Total de ítems a producir y consumir: 5

[Productor 1]: guardó en el búfer el INICIO
[Productor 1]: produjo el ítem 1
[Filtro 2]: agarró del búfer el INICIO
[Filtro 2]: guardó en el buzón de entrega el INICIO
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el INICIO
[Filtro 1]: espera porque el búfer está vacío
[Productor 2]: guardó en el búfer el INICIO
[Productor 2]: produjo el ítem 1
[Filtro 1]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 1]: agarró del búfer el INICIO
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el INICIO
[Productor 2]: guardó en el búfer el ítem 1
[Consumidor 2]: agarró del buzón de entrega el INICIO
[Productor 2]: produjo el ítem 2
[Filtro 2]: agarró del búfer el ítem 1
[Filtro 2]: guardó en el buzón de entrega el ítem 1
[Productor 1]: guardó en el búfer el ítem 1
[Productor 1]: produjo el ítem 2
[Filtro 2]: agarró del búfer el ítem 1
[Productor 2]: guardó en el búfer el ítem 2
[Productor 2]: produjo el ítem 3
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 2
[Filtro 2]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Productor 2]: guardó en el búfer el ítem 3
[Filtro 1]: guardó en la cuarentena el ítem 2
[Productor 2]: produjo el ítem 4
[Productor 1]: guardó en el búfer el ítem 2
[Productor 1]: produjo el ítem 3
[Productor 2]: espera porque el búfer está lleno
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 3
[Filtro 1]: guardó en la cuarentena el ítem 3
[Filtro 2]: agarró del búfer el ítem 2
[Filtro 1]: espera porque el búfer está vacío
[Filtro 2]: guardó en el buzón de entrega el ítem 2
[Productor 2]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 2]: guardó en el búfer el ítem 4
[Productor 1]: guardó en el búfer el ítem 3
[Productor 2]: produjo el ítem 5
[Productor 1]: produjo el ítem 4
[Filtro 1]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 4
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el ítem 4
[Filtro 2]: agarró del búfer el ítem 3
[Filtro 2]: guardó en la cuarentena el ítem 3
[Filtro 1]: espera porque el búfer está vacío
[Productor 1]: guardó en el búfer el ítem 4
[Productor 2]: guardó en el búfer el ítem 5
[Productor 1]: produjo el ítem 5
[Filtro 1]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Productor 2]: finalizado
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 4
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el ítem 4
[Filtro 2]: agarró del búfer el ítem 5
[Filtro 2]: guardó en el buzón de entrega el ítem 5
[Filtro 1]: espera porque el búfer está vacío
[Productor 2]: guardó en el búfer el FIN
[Productor 1]: guardó en el búfer el ítem 5
[Productor 1]: finalizado
[Filtro 1]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 1]: agarró del búfer el FIN
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el FIN
[Filtro 2]: agarró del búfer el ítem 5
[Filtro 1]: espera porque el búfer está vacío
[Filtro 2]: guardó en la cuarentena el ítem 5
[Productor 1]: guardó en el búfer el FIN
[Filtro 1]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 1]: agarró del búfer el FIN
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el FIN
[Filtro 2]: espera porque el búfer está vacío
[Filtro 1]: finalizado
[Filtro 2]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 2]: finalizado
[Filtro 1]: ha finalizado
[Filtro 2]: notificó a la cuarentena del fin de los ítems del filtro FIN/FILTRO
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 16
[Consumidor 2]: procesó el INICIO
[Consumidor 2]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Consumidor 2]: procesó el ítem 1
```

```

[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 3
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 3
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 3. Tiempo restante de cuarentena: 12
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 5
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 5
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 5. Tiempo restante de cuarentena: 4
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 9
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 3
[Manejador Cuarentena]: se descarta el ítem 3 pues se detectó que era malicioso
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 5
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 5
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 5. Tiempo restante de cuarentena: 3
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se descarta el ítem 1 pues se detectó que era malicioso
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 5
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 5
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 5. Tiempo restante de cuarentena: 2
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 5
[Manejador Cuarentena]: se descarta el ítem 5 pues se detectó que era malicioso
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINCUARENTENA
[Filtro 2]: guardó en el buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: recibió mensaje de fin del filtro y termina.
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: finalizado
[Filtro 2]: Ha finalizado
[Consumidor 1]: recibió mensaje de fin del filtro y termina.
[Consumidor 1]: finalizado
[Consumidor 2]: finalizado
=== PROGRAMA FINALIZADO ===

```


2.2. Escenario 2

```
=== INICIO DEL PROGRAMA PRODUCTOR-CONSUMIDOR ===

Configuración:
- Productores: 3
- Consumidores: 1
- Capacidad del búfer: 2
- Total de ítems a producir y consumir: 2

[Productor 1]: guardó en el búfer el INICIO
[Filtro 3]: agarró del búfer el INICIO
[Productor 1]: produjo el ítem 1
[Filtro 3]: guardó en el buzón de entrega el INICIO
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el INICIO
[Filtro 2]: espera porque el búfer está vacío
[Filtro 1]: espera porque el búfer está vacío
[Productor 3]: guardó en el búfer el INICIO
[Productor 3]: produjo el ítem 1
[Productor 2]: guardó en el búfer el INICIO
[Productor 2]: produjo el ítem 1
[Productor 3]: espera porque el búfer está lleno
[Filtro 1]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 1]: agarró del búfer el INICIO
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el INICIO
[Filtro 2]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 2]: agarró del búfer el INICIO
[Filtro 2]: guardó en el buzón de entrega el INICIO
[Filtro 3]: espera porque el búfer está vacío
[Productor 1]: guardó en el búfer el ítem 1
[Filtro 3]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Productor 1]: produjo el ítem 2
[Filtro 3]: agarró del búfer el ítem 1
[Productor 1]: guardó en el búfer el ítem 2
[Filtro 3]: guardó en el buzón de entrega el ítem 1
[Filtro 2]: agarró del búfer el ítem 2
[Productor 1]: finalizado
[Filtro 2]: guardó en el buzón de entrega el ítem 2
[Filtro 1]: espera porque el búfer está vacío
[Productor 3]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 3]: guardó en el búfer el ítem 1
[Productor 2]: guardó en el búfer el ítem 1
[Productor 3]: produjo el ítem 2
[Productor 2]: produjo el ítem 2
[Filtro 1]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 1
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el ítem 1
[Filtro 2]: agarró del búfer el ítem 1
[Filtro 2]: guardó en el buzón de entrega el ítem 1
[Productor 1]: guardó en el búfer el FIN
[Filtro 3]: agarró del búfer el FIN
[Filtro 3]: guardó en el buzón de entrega el FIN
[Filtro 2]: espera porque el búfer está vacío
[Filtro 1]: espera porque el búfer está vacío
[Productor 2]: guardó en el búfer el ítem 2
[Productor 2]: finalizado
[Productor 3]: guardó en el búfer el ítem 2
[Productor 3]: finalizado
[Productor 2]: espera porque el búfer está lleno
[Filtro 1]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 2
[Filtro 2]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 2]: agarró del búfer el ítem 2
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el ítem 2
[Filtro 3]: espera porque el búfer está vacío
[Filtro 1]: espera porque el búfer está vacío
[Productor 2]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Filtro 2]: guardó en la cuarentena el ítem 2
[Productor 2]: guardó en el búfer el FIN
[Productor 3]: guardó en el búfer el FIN
[Filtro 1]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 1]: agarró del búfer el FIN
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el FIN
[Filtro 3]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 3]: agarró del búfer el FIN
[Filtro 2]: espera porque el búfer está vacío
[Filtro 3]: guardó en el buzón de entrega el FIN
[Filtro 1]: espera porque el búfer está vacío
[Filtro 3]: finalizado
[Filtro 2]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 2]: finalizado
[Filtro 3]: Ha finalizado
[Filtro 1]: despertó porque hay ítems en el búfer
[Filtro 2]: Ha finalizado
[Filtro 1]: finalizado
[Filtro 1]: notificó a la cuarentena del fin de los ítems del filtro FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 2. Tiempo restante de cuarentena: 10
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 1]: procesó el INICIO
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el INICIO
```

```

[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 2. Tiempo restante de cuarentena: 9
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 1]: procesó el INICIO
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el INICIO
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 2. Tiempo restante de cuarentena: 8
[Consumidor 1]: procesó el INICIO
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 2. Tiempo restante de cuarentena: 7
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 1]: procesó el ítem 1
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 2. Tiempo restante de cuarentena: 6
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 1]: procesó el ítem 2
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 2. Tiempo restante de cuarentena: 5
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 1]: procesó el ítem 1
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 2. Tiempo restante de cuarentena: 4
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 1]: procesó el ítem 1
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el FIN
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 2. Tiempo restante de cuarentena: 3
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 1]: procesó el FIN
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: se descarta el ítem 2 pues se detectó que era malicioso
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINCUARENTENA
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el FINFILTRO
[Filtro 1]: Ha finalizado
[Manejador Cuarentena]: recibió mensaje de fin del filtro y termina.
[Manejador Cuarentena]: finalizado
[Consumidor 1]: procesó el ítem 2
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el FIN
[Consumidor 1]: procesó el FIN
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el FIN
[Consumidor 1]: procesó el FIN
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Consumidor 1]: recibió mensaje de fin del filtro y termina.
[Consumidor 1]: finalizado

=== PROGRAMA FINALIZADO ===

```

2.3. Escenario 3

```
=== INICIO DEL PROGRAMA PRODUCTOR-CONSUMIDOR ===

Configuración:
- Productores: 5
- Consumidores: 2
- Capacidad del búfer: 6
- Total de ítems a producir y consumir: 2

[Productor 5]: guardó en el búfer el INICIO
[Filtro 1]: agarró del búfer el INICIO
[Productor 5]: produjo el ítem 1
[Productor 3]: guardó en el búfer el INICIO
[Productor 2]: guardó en el búfer el INICIO
[Productor 4]: guardó en el búfer el INICIO
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el INICIO
[Productor 1]: guardó en el búfer el INICIO
[Productor 4]: produjo el ítem 1
[Productor 2]: produjo el ítem 1
[Productor 3]: produjo el ítem 1
[Filtro 1]: agarró del búfer el INICIO
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el INICIO
[Productor 1]: produjo el ítem 1
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el INICIO
[Productor 5]: guardó en el búfer el ítem 1
[Consumidor 2]: agarró del buzón de entrega el INICIO
[Filtro 1]: agarró del búfer el INICIO
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el INICIO
[Productor 5]: produjo el ítem 2
[Productor 1]: guardó en el búfer el ítem 1
[Productor 3]: guardó en el búfer el ítem 1
[Productor 1]: produjo el ítem 2
[Productor 2]: guardó en el búfer el ítem 1
[Productor 3]: produjo el ítem 2
[Productor 2]: produjo el ítem 2
[Productor 4]: espera porque el búfer está lleno
[Productor 2]: espera porque el búfer está lleno
[Productor 3]: espera porque el búfer está lleno
[Productor 1]: espera porque el búfer está lleno
[Productor 5]: espera porque el búfer está lleno
[Filtro 1]: agarró del búfer el INICIO
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el INICIO
[Productor 4]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 4]: guardó en el búfer el ítem 1
[Filtro 1]: agarró del búfer el INICIO
[Productor 5]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 4]: produjo el ítem 2
[Productor 5]: guardó en el búfer el ítem 2
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el INICIO
[Productor 5]: finalizado
[Productor 1]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 1]: espera porque el búfer está lleno
[Productor 3]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 3]: espera porque el búfer está lleno
[Productor 2]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 2]: espera porque el búfer está lleno
[Productor 5]: espera porque el búfer está lleno
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 1
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el ítem 1
[Productor 4]: guardó en el búfer el ítem 2
[Productor 4]: finalizado
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 1
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el ítem 1
[Productor 5]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 5]: guardó en el búfer el FIN
[Productor 2]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 2]: espera porque el búfer está lleno
[Productor 3]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 3]: espera porque el búfer está lleno
[Productor 1]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 1]: espera porque el búfer está lleno
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 1
[Productor 4]: guardó en el búfer el FIN
[Productor 1]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 1]: espera porque el búfer está lleno
[Filtro 1]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Productor 3]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 3]: espera porque el búfer está lleno
[Productor 2]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 2]: espera porque el búfer está lleno
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 1
[Filtro 1]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Productor 1]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 1]: guardó en el búfer el ítem 2
[Productor 1]: finalizado
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 1
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el ítem 1
[Productor 2]: despertó porque hay espacio en el búfer
```

```

[Productor 2]: guardó en el búfer el ítem 2
[Productor 2]: finalizado
[Productor 3]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 3]: espera porque el búfer está lleno
[Productor 2]: espera porque el búfer está lleno
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 2
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el ítem 2
[Productor 1]: guardó en el búfer el FIN
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 2
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el ítem 2
[Productor 2]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 2]: guardó en el búfer el FIN
[Productor 3]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 3]: espera porque el búfer está lleno
[Filtro 1]: agarró del búfer el FIN
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el FIN
[Productor 3]: despertó porque hay espacio en el búfer
[Productor 3]: guardó en el búfer el ítem 2
[Productor 3]: finalizado
[Filtro 1]: agarró del búfer el FIN
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el FIN
[Productor 3]: guardó en el búfer el FIN
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 2
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el ítem 2
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 2
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el ítem 2
[Filtro 1]: agarró del búfer el FIN
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el FIN
[Filtro 1]: agarró del búfer el FIN
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el FIN
[Filtro 1]: agarró del búfer el ítem 2
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el ítem 2
[Filtro 1]: agarró del búfer el FIN
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el FIN
[Filtro 1]: finalizado
[Filtro 1]: notificó a la cuarentena del fin de los ítems del filtro FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 9
[Consumidor 1]: procesó el INICIO
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el INICIO
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 13
[Consumidor 2]: procesó el INICIO
[Consumidor 2]: agarró del buzón de entrega el INICIO
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 1]: procesó el INICIO
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el INICIO
[Consumidor 2]: procesó el INICIO
[Consumidor 2]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 8
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 12
[Consumidor 1]: procesó el INICIO
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Consumidor 2]: procesó el ítem 1
[Consumidor 2]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 7
[Consumidor 2]: procesó el ítem 1
[Consumidor 2]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se descarta el ítem 1 pues se detectó que era malicioso
[Consumidor 1]: procesó el ítem 1
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 1]: procesó el ítem 2
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el FIN
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 6
[Consumidor 2]: procesó el ítem 2
[Consumidor 2]: agarró del buzón de entrega el FIN
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 2]: procesó el FIN
[Consumidor 2]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1

```

```

[Consumidor 1]: procesó el ítem 1
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 1]: procesó el ítem 2
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el FIN
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 6
[Consumidor 2]: procesó el ítem 2
[Consumidor 2]: agarró del buzón de entrega el FIN
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 2]: procesó el FIN
[Consumidor 2]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 5
[Consumidor 1]: procesó el FIN
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 2]: procesó el ítem 2
[Consumidor 2]: agarró del buzón de entrega el FIN
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 4
[Consumidor 1]: procesó el ítem 2
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el FIN
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 3
[Consumidor 2]: procesó el FIN
[Consumidor 2]: agarró del buzón de entrega el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 1]: procesó el FIN
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el FIN
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 2
[Consumidor 2]: procesó el ítem 2
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Consumidor 1]: procesó el FIN
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: se mueve al buzón de spam el ítem 1. Tiempo restante de cuarentena: 1
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el ítem 1
[Manejador Cuarentena]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: guardó en la cuarentena el FINCUARENTENA
[Filtro 1]: guardó en el buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: recibió mensaje de fin del filtro y termina.
[Filtro 1]: Ha finalizado
[Consumidor 1]: agarró del buzón de entrega el FINFILTRO
[Manejador Cuarentena]: finalizado
[Consumidor 1]: recibió mensaje de fin del filtro y termina.
[Consumidor 1]: finalizado
[Consumidor 2]: finalizado

=== PROGRAMA FINALIZADO ===

```

2.4. Uso

El programa lee un archivo situado en la raíz del proyecto donde cada línea corresponde a un parámetro. Los parámetros son:

- Número de clientes emisores.
- Número de servidores de entrega.
- Número de filtros de spam.
- Capacidad máxima del buzón de entrada.
- Capacidad del buzón de entrega.
- Número de mensajes que debe generar cada cliente.

Un ejemplo de entrada es:

