

Modelo de Simulación en FlexSim basado en eventos discretos para la identificación de remesas enviadas por inmigrantes

Pablo Esteban Loja Morocho
Ciencias de la Computación
Universidad Politécnica Salesiana
plojam@est.ups.edu.ec

Robbyn Taurino Reyes Duchitanga
Ciencias de la Computación
Universidad Politécnica Salesiana
rreyesd@est.ups.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

La simulación por eventos discretos refiere a la capacidad de modelar, gracias al uso de una herramienta, el comportamiento y desempeño de procesos que suceden en la vida real. Por su parte las remesas son entendidas como la transferencia internacional de dinero que se envía de una persona a otra, esto según el numero de emigrantes que producen en otros países donde encuentran una mejor forma de vida y trabajo. FlexSim [1] es un software de simulación 3D que ofrece la facilidad de modelar, simular, predecir y visualizar diversos sistemas según diferentes enfoques de negocio como: Comercio, Fabricas, Manejo de materiales, Atención médica, Almacenamiento, Minería, Logística.

La idea resulta en ejecutar estos procesos de envío de remesas según valores estadísticos reales obtenidos en el país Ecuador y su implementación para facilitar el entendimiento y simular las variaciones que pueden ocurrir dentro de 5 meses de ejecución.

II. PROBLEMA

El flujo de remesas ha sido variante durante todos los años y meses, así mismo en las zonas donde se han receptado aumentos o decrementos, incluso en los países de donde mas se han aportado este flujo económico. Según esto es bueno estimar como podría ser la variación de valores que representan las remesas y estimar las aportaciones que estos resultados pueden brindar en el país.

Según esto debemos considerar la importancia de las remesas en el Ecuador y su flujo anterior al periodo estipulado para la simulación, teniendo en cuenta que en Cuenca se produjo un flujo de \$86.02 millones durante el 2do trimestre del 2020 (Abril-Junio) [2], siendo la ciudad del austro con mayor recepción de dinero con un 72.20% del total, esto considerando que para este trimestre del año los giros por remesas bajaron su valor respecto a otros. Así mismo se tiene que durante este año, los países que mayor aportaron al flujo de remesas son Estados Unidos con un 63,2%, España con un 21.4%, Italia con un 4.3% y otros países que suman un total de 11.1%. Todo esto para mejorar la calidad de vida de las familias y aumentar la ingreso de diferentes divisas al país.

Entonces, usando la herramienta FlexSim se propone simular el proceso de envío de remesas de diferentes países según los datos especificados anteriormente, para comprender como puede mejorar la economía del país y las familias dependientes de este flujo constante de transacciones [3], usando eventos discretos y buscando la mejor representación posible.

III. DESARROLLO Y MODELO DE LA PROPUESTA

Para el modelo de simulación se adaptó los componentes brindados por FlexSim, enfocando un modelo industrial para solventar la propuesta, así mismo la cantidad de componentes, ya que la versión de prueba cuenta con un limitado número de componentes para usar en la simulación.



Fig. 1: Esquema de proceso

La 1 presenta el proceso del modelo que se planteo según lo sugerido por la práctica.

El desarrollo se basa en un modelo industrializado reemplazando el dinero de remesas por cajas que se envía por procesadores, el dinero que no se llega a enviar se almacena en una cola que no se volverá a utilizar durante todo el proceso, los bancos y transporte se reemplaza por procesadores, los cuales se configuraran según los tiempos y probabilidades especificadas durante la investigación estadística.

IV. ARQUITECTURA

En esta sección se presenta la arquitectura desarrollada en FlexSim para el modelado del problema.

En la 2 se observa la adaptación del modelo original por uno industrial que representa las funcionalidades especificadas:

- Del total de personas, cada día el 5% de ellas realiza un envío de dinero.
- El 5% de personas no realiza ningún envío debido a problemas de salud entre otros.
- El grupo de personas diarias realizan la fila para le deposito o envío de un valor aleatorio, este valor corresponde

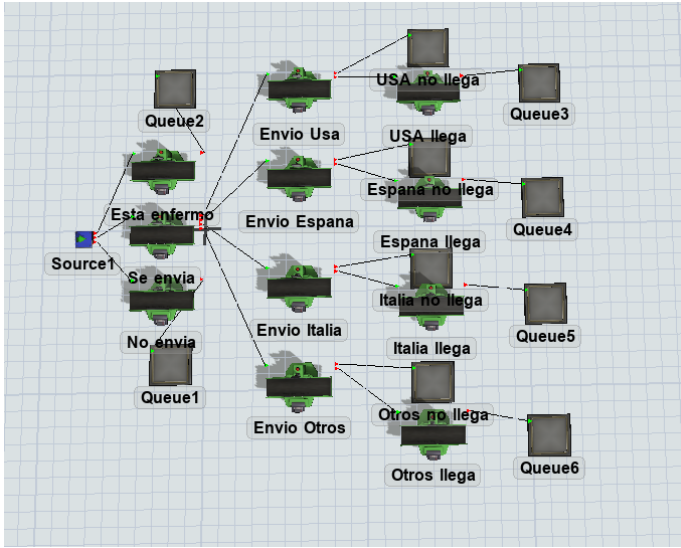


Fig. 2: Arquitectura de proceso modelado en FlexSim

a un porcentaje de valor de las remesas de la provincia o ciudad.

- El proceso de envío tarda entre 24 horas a 72 horas siguiendo una probabilidad normal con media de 40 horas y desviación estándar de 5 horas.
- Una vez que llega el dinero se le notifica al receptor a través de una llamada o mensaje de texto, solo el 90% de personas recibe el mensaje, el resto no es receptado y se devolverá a la persona que envía.
- El receptor se traslada a la entidad financiera en un tiempo de 12 a 48 horas.
- Realiza la fila para obtener el dinero y sale del establecimiento.

V. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Con la herramienta FlexSim se generan las cajas (personas que envían las remesas) con el componente Source, con un Inter-Arrival Time se procede a especificar un total de 200 cajas generadas por hora, así mismo la conexión con los procesadores se especifica según los puertos de salida, donde calificamos el puerto 1 con un porcentaje de 5% representando a las personas que se encuentran enfermas y no pueden enviar las remesas, el puerto 2 con un porcentaje 5% representando a las personas que pueden enviar las remesas, y un porcentaje de 90% representando a las personas que por motivos externos no pueden enviar remesas.

En los procesadores iniciales también se configura, el procesador de puerto 1 envía a una cola todas las cajas que lleguen desde el Source, de similar manera con el procesador de puerto 3, como ultimo el procesador de puerto 2 envía a los diferentes países especificados las remesas siendo el puerto 1 para Estados Unidos con un porcentaje del 63.2%, el puerto 2 para España con un porcentaje de 21.4%, el puerto 3 para Italia con un porcentaje de 4.3% y el puerto 4 para Otros países con un porcentaje total de 11.1%.

$\sigma = \text{Desviación estandar}$

$\mu = \text{Media}$

(1)

$$Z_i = \frac{(X_i - \mu)}{\sigma}$$

El siguiente proceso se enfoca al tiempo de envío, donde para cada procesador se especifica un Tiempo de proceso según la ecuación 1 de Distribución normal con media de 40 horas y 5 horas de desviación estándar. En estos también se especifica una salida por el puerto 1 de 10% de cajas que se guardan en cola por razón de remesas que no son posibles de retirar y un 90% de salidas por el puerto 2 que llega a otro proceso de tiempo para la recepción de la remesa.

$[a, b] = \text{Rango de valores}$

(2)

$$f(x) = \frac{1}{b-a} \text{ si } a \leq x \leq b$$

Esta ultima etapa, el receptor procede a retirar la remesa, para lo cual en todos los procesadores de llegada se configura un Tiempo de proceso con valores entre 12 y 48 horas usando la ecuación 2 de Distribución uniforme.

VI. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se generaron con los reportes ofrecidos gracias a la herramienta en el tiempo de 5 meses desde Agosto 9, 2022 hasta Enero 8, 2023.



Fig. 3: Total de remesas por semana

En la gráfica 3 se observa la cantidad de remesas que se genera en todo el proceso de ejecución (5 meses), tanto para los casos donde no se envían y para los que si.

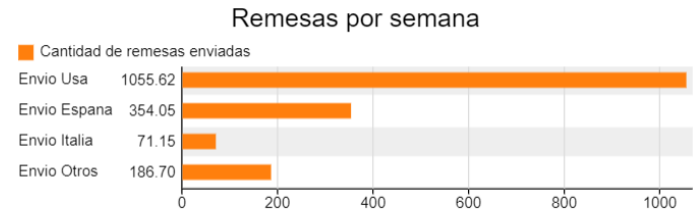


Fig. 4: Total de remesas por país

En la gráfica 4 se observa la cantidad de remesas que se envían a los países especificados, esto según los porcentajes configurados.

Según las consideraciones tenemos un total de 200 personas por hora, cada una envía una remesa de \$4000 representando el 0.00277...% del total de \$86.200.000 por un trimestre, siendo el total estimado para 5 meses el valor de \$144000000.

VII. CONCLUSIONES

En conclusión, la simulación desarrollada cumple con la mayoría de procesos establecidos en la práctica, así mismo con la ayuda de la herramienta se planteó un modelo 3D adaptado a la necesidad con ciertas limitantes que pueden ser resueltas con el uso de componentes con funcionalidades similares a las requeridas.

Algunas observaciones se enfocan en como los puntos descritos en la descripción del problema eran muy ambiguos y confusos, lo cual no permitió un desarrollo directo y claro del ejercicio lo que provoco que se utilizara mas tiempo en descifrar que hacer. Así mismo el uso de la herramienta limitó algunas funciones y procesos como los componentes que se pueden utilizar durante la simulación, limitaciones respecto a los periodos con los cuales se pueden generar los reportes de resultados y como el consumo de recursos puede ser un problema al momento de ejecutar simulaciones con una gran cantidad de resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] William B Nordgren. “Flexible simulation (Flexsim) software: Flexsim simulation environment”. In: *Proceedings of the 35th conference on Winter simulation: driving innovation*. 2003, pp. 197–200.
- [2] URL: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorExterno/BalanzaPagos/Remesas/erea2020II.pdf>.
- [3] Pamela Dayana Salvador Guevara, Kerly Rosaura Villavicencio Mateo, and Lady Andrea León Serrano. “Contribución de las remesas y el consumo en el crecimiento económico del Ecuador, 2011-2020”. In: *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional* 6.9 (2021), pp. 2051–2075.