



ARTICULO ORIGINAL
INFORMÁTICA EMPRESARIAL

Solución informática para optimizar el proceso salarial durante pandemia en una empresa agroindustrial azucarera

Informatic solution to optimize the salary process during pandemic in a sugar agro-industrial company

Nélida Varela-Ledesma ^I

 <http://orcid.org/0000-0002-5407-7834>

Rafael Arango-Pérez ^{II}

 <https://orcid.org/0000-0002-7756-0001>

Lisabeth Rojas-Varela ^{III}

 <https://orcid.org/0000-0003-2829-4090>

^I Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Facultad de Ciencias Aplicadas, Departamento de Ingeniería Industrial, Camagüey, Cuba.

correo electrónico: nelida.varela@reduc.edu.cu

^{II} Empresa agroindustrial azucarera Argentina, Camagüey, Cuba.

correo electrónico: rafaproyectosfuturos@gmail.com

^{III} Facultad Arte de los Medios de Comunicación Audiovisual, ISA, La Habana, Cuba.

correo electrónico: rojasvarelalisy@gmail.com

Recibido: 27 de enero del 2022

Aprobado: 12 de julio del 2022

RESUMEN

Se propone optimizar el proceso de servicio para pago de salarios a trabajadores, como una alternativa para enfrentar a la *Coronavirus Infectious Disease 2019* (COVID-19, por su acrónimo en inglés) en la empresa agroindustrial azucarera Argentina. Para emular el comportamiento de las variables, en base a un experimento aleatorio y con la aplicación de la distribución de probabilidad exponencial, se utilizó la hoja de cálculo para el muestreo repetitivo empleando la teoría de cola. Se desarrolló un software que basa su algoritmo en el referido modelo matemático de simulación. Se concluye que la herramienta implementada contribuye a la disminución del tiempo de espera de clientes en cola, a su vez, mejora la toma de decisiones, lo cual influye en la reducción de exposición al contagio por el coronavirus COVID-19.

Palabras claves: COVID-19, teoría de cola, simulación, software.

ABSTRACT

It is proposed to optimize the service process for payment of salaries to workers, as an alternative to face the Coronavirus Infectious Disease 2019 (COVID-19) in the sugar agro-industrial enterprise Ar-

gentina. To emulate the behavior of the variables, based on a randomized experiment and with the application of exponential probability distribution, the spreadsheet was used for repetitive sampling using queue theory. A software was developed that bases its algorithm in the Mathematical Simulation Model referred. It is concluded that the implemented tool contributes to the decrease of client waiting time in queue, at the same time, improves decision making, which influences the reduction of exposure to contagion by the COVID-19.

Keywords: Covid-19, queue theory, simulation, software.

I. INTRODUCCIÓN

A finales de enero de 2020, la Organización mundial de la salud (OMS) declara que la infección por el coronavirus SARS-CoV-2, y la neumonía secundaria COVID-19 se había convertido en pandemia [1]. En el contexto del nuevo coronavirus se impone controlar los determinantes del entorno que influyen en el nivel de salud de las poblaciones; las condiciones sociales en las que viven y trabajan las personas, que ocasionan impactos en la salud [2], ya sean positivos o no. La COVID-19 ha generado la necesidad de implementar mecanismos de protección para amparar a los trabajadores y su principal fuente de satisfacción de necesidades, el salario [3].

Aparejado a esto, se ha hecho hincapié en las medidas sanitarias que refuerzan la protección en los centros de trabajo, porque una de las situaciones más claras de estos cambios son las relaciones laborales [4]. En Cuba, se instruyó el distanciamiento físico de las personas con el objetivo de evitar infectar por secreciones respiratorias de una persona enferma, fuera o no sintomática, a otra.

Sin embargo, un hecho tan común, en Cuba, como lo constituye la cola, puede ser un problema serio que encuentra soluciones en la ciencia; por lo anterior, la línea de espera o cola es objeto de estudio de una de las técnicas analíticas modernas de la investigación de operaciones, la Teoría de colas [5].

En el contexto de la actual pandemia, junto a la ciencia que se le aplique a la línea de espera, en la planificación de la cola física se debe tener presente no solo las medidas y restricciones dispuestas por el sistema de salud cubano, también se necesita considerar la percepción de las personas acerca del peligro latente, todo lo cual repercute en el nivel de servicio que se aspira.

A esta problemática no escapa la industria azucarera cubana, sector vital para la economía nacional, donde el proceso de pago a trabajadores se centra en el tiempo de espera en cola y posterior atención. Lamentablemente, la tecnología digital y disponibilidad de tarjetas magnéticas para que los trabajadores realicen el cobro de sus salarios no ha llegado hasta la escala mínima urbana y rural en el país, que permita a las personas acceder al recurso monetario sin mayores consecuencias de contagio en medio de una pandemia, por lo que la presencia en colas es de práctica obligatoria en estos casos.

Los recursos humanos deben considerarse como los activos esenciales dentro de las organizaciones, mucho más importante que los recursos financieros, ellos son los actores claves sobre los que recae el cumplimiento de los objetivos y metas trazadas para el éxito empresarial [6]. Todo lo que redunde en su calidad de vida, sobre todo en su salud, es parte del desarrollo sostenible para la familia y la sociedad.

En el año 2021, como parte del proceso de reestructuración del Grupo Empresarial Azucarero (AzCuba), surgió en Camagüey la empresa agroindustrial azucarera Argentina, con la meta de recuperar y fortalecer tan importante rama económica mediante la autonomía financiera local en el territorio cañero.

Esta entidad no dispone de tarjetas magnéticas para que el trabajador opere su salario de manera virtual, y solo cuenta con una caja de pago al trabajador, por lo que la capacidad de servicio es menor que la demandada, de ahí que se genere una línea de espera. Para analizar este fenómeno de manera integral es conveniente apoyarse en la simulación [7].

La simulación es el proceso de experimentar con un modelo [8]. Es una técnica de gran utilidad que permite anticipar el funcionamiento de un procedimiento en estudio a las variaciones propias de la realidad, que pueden darse en una empresa, ámbito socioeconómico, entorno ambiental, sin tener que afrontar riesgos de experimento en condiciones reales [9].

Es importante que empresas, como las azucareras cubanas, diseñen herramientas que permitan desarrollar experimentos de cualquier índole que no represente una inversión significativa, así como

SOLUCIÓN INFORMÁTICA PARA OPTIMIZAR EL PROCESO SALARIAL DURANTE PANDEMIA EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL AZUCARERA

lo puede ser la simulación computacional. De la simulación estadística al software a la medida se puede llegar a obtener una curva que represente el comportamiento real de los datos [10].

Por otra parte, el uso de la tecnología permite el análisis de los datos para simplificar los procesos con información oportuna, a partir de presupuestos conceptuales, concediendo valor añadido para la toma de decisiones con menor incertidumbre [11].

Resulta oportuno en la actualidad que para el desarrollo del software se emplee un lenguaje de programación libre, de alto nivel y multiplataforma [12], que sea adecuado, fácil y de rápido dominio dada la contingencia de salud.

El objetivo de este trabajo se centra en optimizar el proceso de atención a los trabajadores mediante el uso de la tecnología informática a partir de la simulación para disminuir los niveles de espera en cola durante el proceso de pago salarial, manteniendo el distanciamiento permisible en tiempos de COVID-19.

II. MÉTODOS

Los nuevos enfoques hacia la interdisciplinariedad constituyen paradigmas en la adopción de puntos de partida basados en la aleatoriedad, la estadística y la probabilidad [13].

Una variable aleatoria no es más que un resultado numérico en un experimento bajo incertidumbre. Este concepto se vincula a la hora de simular determinada distribución de probabilidad, como función que asigna a cada posible valor aleatorio una posibilidad de ocurrencia.

Como los sistemas de colas poseen cierto grado de incertidumbre, los tiempos entre llegadas de clientes y los de servicios se desconocen, al menos de manera exacta; estos son los parámetros principales en los modelos de línea de espera [14].

La empresa agroindustrial azucarera Argentina, dada la nueva estructura, supone la obtención de resultados eficientes, de tal forma que sus trabajadores merecerán mayores bonificaciones financieras. Estas mejoras salariales advierten un proceso de pago más complejo, a tono con el tratamiento que se persigue obtener con este trabajo.

Para acercarse más a lo que realmente sucedía se implementó la técnica de observación participante [15] durante los días de pago, por el período de dos meses, con lo que se realizó análisis de tiempo en cada operación y se obtuvo entonces una visión preliminar del comportamiento de la demora de la cola, debiéndose a la denominación de billetes entregados por el banco, de manera aleatoria. Esta información fue la que se comprobó mediante la simulación, utilizando para ello la distribución exponencial recomendada en la literatura [16]. Este tipo de distribución estadística permite resolver disímiles situaciones, particularmente en aquellas relacionadas con los intervalos de tiempo.

Las hojas de cálculo devienen recurso oportuno para recrear simulaciones, al ofrecer la ventaja de poder realizar un diseño previo y corregirlo cuantas veces se requiera, incorporando conceptos que proporcionan superar las complejidades, antes de pasar a la programación de un software propio coherente con el modelo obtenido, que incluya las fórmulas analíticas comprobadas [17].

Modelo estadístico de simulación

Para la simulación en este caso de estudio, se tomó como muestra el total de trabajadores de la empresa agroindustrial Argentina, una plantilla que alcanza la cifra de 290 personas. El modelo de probabilidad se le aplicó al conjunto de datos que comprende dicha muestra, que no es más que la distribución que genera los datos mediante la función aleatoria, de donde se predicen los valores.

Al aplicar la distribución exponencial, el tiempo de servicio se calcula en dependencia del salario, es decir está en proporción directa con la denominación del billete. La distribución exponencial genera en hoja de cálculo el número aleatorio mediante función representada en ecuación 1.

$$DE_i = \frac{-1}{\lambda} * \ln(1 - R_i) \quad (1)$$

Donde:

DE_i: Planteamiento en hoja de cálculo de la relación funcional para obtener el dato distribuido exponencialmente

$1/\lambda$ es la media, para probar la hipótesis de que la variable aleatoria sigue una distribución exponencial

R_i es el número aleatorio calculado por función en hoja de cálculo. El resultado se expresa en unidad tiempo.

Para el tiempo entre llegadas de los trabajadores se empleó la ecuación 2.

$$T_{EntreLlegada} = \left(\frac{-\ln(1 - R_i)}{\text{restricción}_{de} \text{ tiempoLl}} \right) * 6 \quad (2)$$

Donde:

$\text{restricción}_{de} \text{ tiempoLl}$: Capacidad máxima de personas que pueden llegar en un minuto, en este caso se restringió a 20. Como el tiempo que entra por dato es en hora, se lleva a minutos multiplicando por 60. R_i representa la variable aleatoria.

Para el cálculo del tiempo de servicio se requiere resolver las ecuaciones 3 y 4.

$$\text{Momento}_{de} \text{ llegada}_i = \text{Momento}_{de} \text{ llegada}_{i-1} + T_{EntreLlegada} \quad (3)$$

$$\text{Inicio}_{de} \text{ servicio}_i = \max(\text{terminacion}_{de} \text{ servicio}_{i-1}; \text{Momento}_{de} \text{ llegada}_i) \quad (4)$$

Donde:

$\text{Momento}_{de} \text{ llegada}_i$: se calcula a partir del segundo trabajador que arriba a la caja. Para el primer cliente se cumple que, el inicio del servicio es igual al tiempo de arribo, y coincide con el tiempo entre llegadas. $\text{ElMomento}_{de} \text{ llegada}_{i-1}$ corresponde al cálculo para el trabajador anterior.

$\text{terminacion}_{de} \text{ servicio}_{i-1}$: es el instante donde termina de atenderse el trabajador anterior, para determinar si el trabajador que llega tiene que esperar, o no.

Para la simulación del tiempo de servicio fue determinante la realización de mediciones previas en la caja de pago de la empresa, que aportaron información importante para el procedimiento a seguir. Se tuvo en cuenta la suma de billetes, apartados aleatoriamente, comprobándose fuese satisfecha la demanda real de dinero del pago de salario sin considerable espera en cola. Se incluyó entonces esta variable en la simulación, hasta la correspondencia máxima de denominación de 1 000 pesos; los cálculos aparecen en las ecuaciones 5 y 6.

$$C_{bx} = (B_{ax} * St) \div D_{bx} \quad (5)$$

$$C_{bx} = \left(B_{ax} * (St - (C_{bx-1} * B_{ax-1})) \right) \div B_{ax} \quad (6)$$

Donde:

C_{bx} es la cantidad de billete de denominación X

C_{bx-1} es la cantidad de billete con denominación anteriormente calculada

B_{ax} corresponde al cálculo aleatorio para la denominación X de billete

B_{ax-1} corresponde al cálculo aleatorio para la denominación anterior de billete

St es el salario total de todos los trabajadores

D_{bx} es la denominación X del billete

Y así, sucesivamente se obtiene la cantidad de billetes por cada denominación: 500, 200, 100, 50, 20, 10, 5, 3, y 1 (ecuación 7).

$$C_{bx} = \quad (7)$$

Obteniéndose la información necesaria para incluir en el algoritmo a programar, a partir de la ecuación 8.

SOLUCIÓN INFORMÁTICA PARA OPTIMIZAR EL PROCESO SALARIAL DURANTE PANDEMIA EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL AZUCARERA

$$\begin{aligned} \text{Tiempo}_{\text{de servicio}} & \\ &= Cb_{1000} + Cb_{500} + Cb_{200} + \dots \\ &+ Cb_1 \end{aligned} \quad (8)$$

El tiempo de servicio al trabajador se reduce con la identificación previa de cantidad de billetes con mayor denominación, como prioridad, en correspondencia con el salario.

Análisis algorítmico incluido en la programación del software ESC-19

El cálculo de las denominaciones de billetes por persona fue la información necesaria para solicitar al banco y lograr minimizar la línea de espera. Esto se obtuvo, luego de la simulación, por la expresión 9.

$$B_x = \text{if}(B_{ax} > (S_p \div B_x); (S_p \div B_x); B_{ax}) \quad (9)$$

Donde:

S_p : Salario de la persona devengado en el mes, B_{ax} es la cantidad que aportó el cálculo aleatorio para la denominación X , y B_x es la cantidad en pesos dada la denominación.

Para las denominaciones siguientes se empleó la sintaxis que aparece en la expresión 10.

$$B_x = \text{if} \quad (10)$$

Un dato importante de entrada fue considerar la cantidad máxima de personas compartiendo un espacio determinado. Se utilizó la fórmula para calcular el área de un círculo, ecuación 11, y con esto lograr el distanciamiento requerido.

$$\text{Area}_{\text{distanciamiento}} = \pi * r^2 \quad (11)$$

Donde r corresponde a un metro cuadrado de distanciamiento. De acuerdo a los cálculos, en el local de pago cada trabajador debe cumplir lo dispuesto según resultado de la ecuación anterior.

$$\text{Area}_{\text{distanciamiento}} = 3.14m^2$$

En la actualidad, la mayoría de las operaciones matemáticas, así como cálculos relacionados con la estadística, se pueden realizar mediante el uso de un software elaborado a la medida, o herramienta computacional existente.

Precisamente en este trabajo, para el desarrollo del algoritmo se utilizó Python, un lenguaje de programación de alto nivel bajo licencia de código abierto, con marcos de trabajo adecuados para el desarrollo rápido de soluciones informáticas que analizan datos [18]. Además, con Python se pueden realizar cálculos sobre variables distribuidas de manera exponencial [19]. Se incorporó el enlace con la biblioteca gráfica Qt (escrita en C ++), mediante la herramienta PyQt5.

PyQt5 fue el módulo que soportó en el software la presentación y visualización de la interfaz gráfica diseñada, dada sus posibilidades, combinadas con la simplicidad que lo caracteriza [12].

III. RESULTADOS

A partir de la simulación se pasó al desarrollo de la plataforma informática ESC-19. En la tabla 1 se observan fragmentos del proceso de simulación efectuada en hoja de cálculo.

Tabla 1. Fragmentos del proceso de simulación efectuada en hoja de cálculo

No .	Nombre	Sala-rio	Aleato-rio	Tiempo entre llega-das	Momen-to de llegada	Inicio de ser-vicio	Espe-ra
1	Pedro Ismael Moreno Feria	5364	0.29	1.04	1.04	1.04	0.00
2	Yurisleivys Aday Ady	3148	0.07	0.22	1.26	1.26	0.00
3	Zoraida Hipolita Horta Rivero	4072	0.63	2.95	4.22	4.22	0.00
4	Enma Irarragorri Galego	4072	0.21	0.70	4.92	4.92	0.00
5	Marcela Teresa Reinoso Ortega	2039	0.78	4.57	9.49	9.49	0.00
6	Orlando Cervantes Hernandez	2576	0.96	9.52	19.01	19.01	0.00
7	Alberto Betancourt Vázquez	4845	0.24	0.81	19.82	19.82	0.00
8	Carlos Reinel González Fernández	3887	0.76	4.31	21.13	21.13	0.00
9	Aníbal Fernandez Oños	4072	0.95	9.08	33.21	33.21	0.00
10	Kirenía Lanza Carlos	2872	0.95	9.16	42.37	42.37	0.00
11	Nohemy Alvares Viera	3115	0.96	9.84	52.22	52.22	0.00
12	Reilandy Baruetto Quesada	4073	0.62	2.94	55.15	55.15	0.00
13	Alberto Betancourt López	667	0.78	4.51	59.67	59.67	0.00
14	Dariel Sosa Coello	5137	0.11	0.35	60.02	60.02	0.00
15	José A. Márquez Paz	4441	0.78	4.52	64.53	64.53	0.00
16	Ramón Andrés Mora Peláez	4072	0.54	2.35	66.88	66.88	0.00
17	Yusimí Flores Guzman Mola	3148	0.32	1.17	68.05	68.05	0.00
18	Daineris Riquelme Hechevarría	4072	0.09	0.27	68.32	68.32	0.00
19	Maciel Perez Rondon	3148	0.79	4.73	73.05	73.05	0.00
20	Jorge Luis Álvarez Peláez	5134	0.18	0.61	73.66	73.66	0.00
21	Juan Miguel Rodríguez Escobar	4072	0.14	0.47	74.13	74.13	0.00
22	Lázaro Ramos Martínez	2591	0.02	0.05	74.33	74.33	0.15
23	Adalina Navarro Beltrán	4441	0.02	0.06	74.48	74.48	0.23

El desarrollo del software ESC-19 abarcó aspectos necesarios relacionados con la teoría de cola:

1. Las llegadas de los clientes.
2. La capacidad de la cola: se puede variar la cantidad de días de pago, lo que influye en la cantidad de trabajadores en espera cada día.
3. La disciplina de la cola: se utilizó el sistema Primeras Entradas, Primeras Salidas (PEPS), el primer cliente que llega a la cola es el primero en ser atendido, pues todos tienen el mismo nivel de prioridad.
4. El mecanismo de servicio se calculó basándose en un solo servidor.

En la figura 1 se presenta un contenido visual que soporta lo anterior como componentes claves para obtener los resultados esperados.

SOLUCIÓN INFORMÁTICA PARA OPTIMIZAR EL PROCESO SALARIAL DURANTE PANDEMIA EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL AZUCARERA

Abrir documento con datos

Variables

Cantidad de días de pago: 1

Área disponible para cola: 10 m² (Puede existir como máximo 3 personas en)

Comienzo de la jornada laboral: 08 : 00 am

Fin de la jornada laboral: 05 : 30 pm

Billetes

1000 : 0 → \$0 20 : 0 → \$0

500 : 0 → \$0 10 : 0 → \$0

200 : 0 → \$0 5 : 0 → \$0

100 : 0 → \$0 3 : 0 → \$0

50 : 0 → \$0 1 : 0 → \$0

\$0

Minutos Segundos

Tiempo en uso de la caja:

Tiempo óptimo de referencia:

Tiempo perdido en caja:

Trabajador	Salario	Hora de cobro	Espera	Atención
1				
2				
3				
4				
5				

Fig. 1. Interfaz inicial

En la figura 2 se aprecia la ventana donde el administrador del software completa la información, obedeciendo al procedimiento que se seguirá en caja para el pago a trabajadores. El tiempo óptimo de referencia permite determinar si hubo demora o no en el servicio.

Abrir documento con datos

Calcular

Variables

Cantidad de días de pago: 8

Área disponible para cola: 10 m² (Puede existir como máximo 3 personas en cola)

Comienzo de la jornada laboral: 08 : 00 am

Fin de la jornada laboral: 05 : 30 pm

Fig. 2. Introducción de datos iniciales

Previamente se presiona el botón **Abrir documento con datos**. Esta opción permite visualizar la cantidad de trabajadores en plantilla con información sobre salario. Para minimizar los tiempos de espera en cola, en la plataforma informática se introdujo el cálculo real de la cantidad de billetes por denominación a solicitar al banco, a partir de la generación aleatoria previa. Luego de introducir los datos iniciales se presiona el botón **Calcular** y el resultado se observa en la figura 3, junto con los siguientes datos personales de los trabajadores: nombre, cargo, salario, hora de cobro y tiempo de atención.

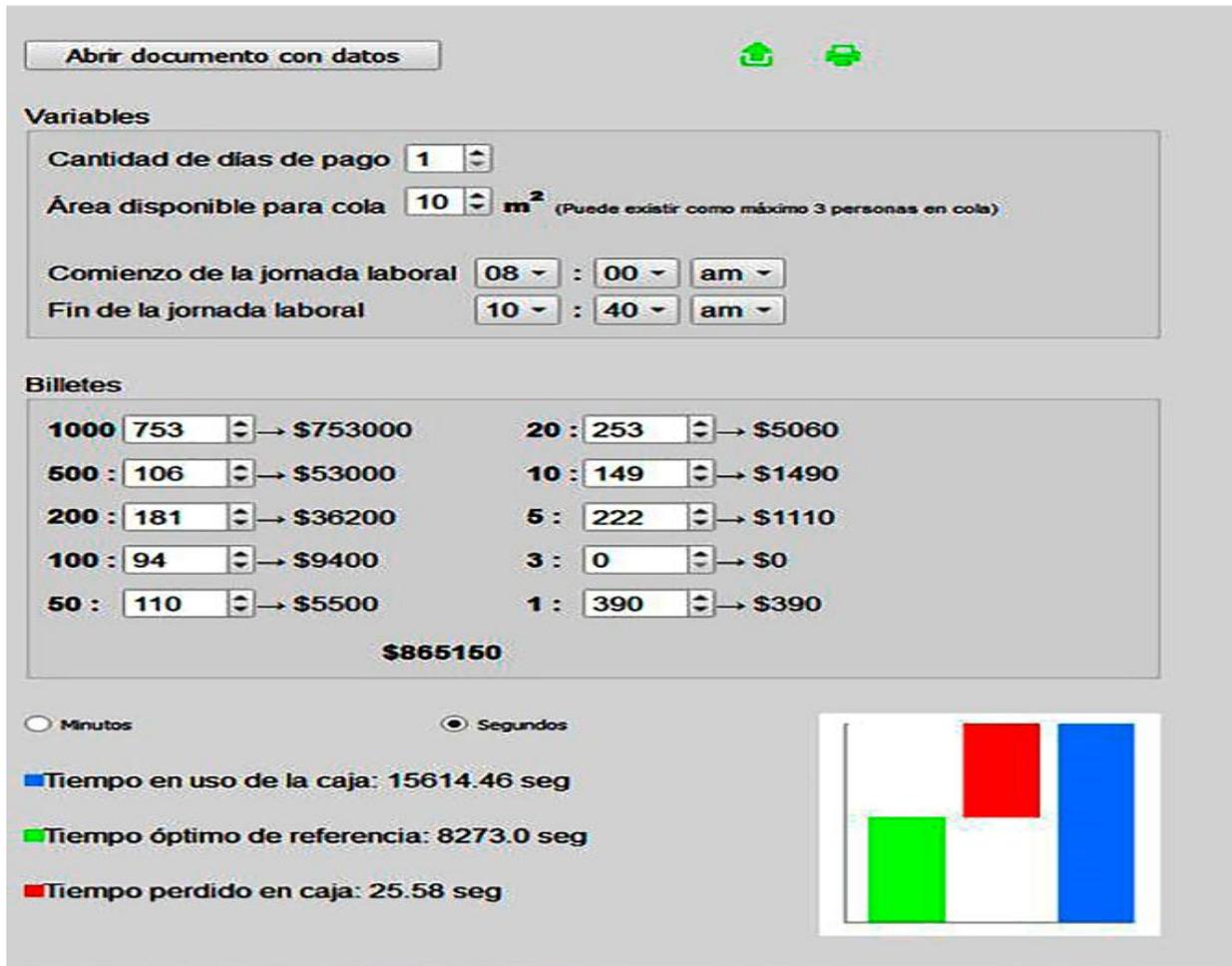


Fig. 3. Información general de salida para la toma de decisiones

Con estos resultados se conoce la cantidad de billetes por denominación que se solicitará al banco para proceder al pago. Como automáticamente se calcula el tiempo de atención a cada trabajador según su salario, visualizado a la derecha de la ventana, se puede establecer la comparación en barras de colores y determinar causas para reducir la espera, aunque se puede apreciar que la cifra de tiempo perdido en caja es mínima. Además, no se viola el protocolo de distanciamiento para evitar contagio, pues el software desarrollado lo contempla dentro de las variables de entrada. La plataforma informática contempló además alternativas para salvar los resultados del análisis, e incluso imprimirlos; opciones incluidas en la parte superior, tal como aparecen en la figura 5.

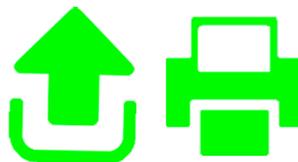


Fig.5. Opciones para exportar e imprimir información de salida

SOLUCIÓN INFORMÁTICA PARA OPTIMIZAR EL PROCESO SALARIAL DURANTE PANDEMIA EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL AZUCARERA

IV. DISCUSIÓN

La simulación en hoja de cálculo para un modelo de cola M/M/1 permitió verificar cómo se comportaba la entrega de billetes de manera aleatoria. A medida que la denominación era mayor, menos tiempo se demoraba el pago.

Luego de varias corridas, el tiempo de pago dependió en gran medida de la denominación de los billetes, o sea, inversamente proporcional a la cantidad de salario recibido por el trabajador.

El proceso de análisis realizado se transformó en un modelo matemático que se tradujo dentro del software, lo que permitió ofrecer una gama de resultados sintetizados que al interpretarse ofrecieron una respuesta aproximada al sistema real; es decir, se simuló el problema basándose en la teoría, desde la simplicidad que aporta la hoja de cálculo.

El tratamiento estadístico de información simulada se convirtió en datos reales posteriormente utilizados en la elaboración de la plataforma informática ESC-19.

Con el uso de salida gráfica visualizada en el software se entienden los resultados con mayor facilidad que un suceso empírico, de aquí que para resolver el problema se emplee menos esfuerzo y se reduzca la pérdida de tiempo. Se puede usar el modelo tantas veces como se pretenda, para este y otras situaciones, con ajustes y transformaciones hasta obtener la estabilidad deseada.

La información de la figura 4 es la clave para disminuir los tiempos de espera en cola. El cómputo de la cantidad de billetes por denominación se tramita con el banco. Una vez en caja se facilita el pago y con esto se completa el tiempo de atención al trabajador, de manera automatizada, para el conocimiento acumulado.

Como se trabaja con base en probabilidades, la toma de decisiones se representa por este sustituto de certeza, que a su vez contribuye al conocimiento, una vez que se utilice la información mediante la comunicación. La figura 4 permite comparar el tiempo de espera real con el escenario favorable, además la barra de color rojo representa el tiempo de espera que se pierde, un factor útil a tener en cuenta.

Para la toma de decisión, el tiempo óptimo de servicio se corresponde con una operación eficiente. Por tanto, el software presenta opciones para salvar información en formato digital, o imprimir, según desee el usuario.

V. CONCLUSIONES

1. La teoría de cola permitió modelar un fenómeno considerado aleatorio para hacer predicciones estadísticas sobre el comportamiento supeditado a condiciones predecibles a partir de aplicarse la distribución de probabilidad exponencial.
2. El cumplimiento del nivel de servicio esperado mediante la utilización de la herramienta propuesta posibilita garantizar la seguridad del trabajador durante el proceso de pago en tiempos de COVID-19. Proporciona: puntualidad, rapidez, fiabilidad, condiciones de higiene preestablecidas, además del control de la actividad para la toma de decisiones.
3. El software ESC-19 permite elegir mediante sus opciones el escenario que genera mejores resultados. Luego de su implementación, los tiempos de espera y distanciamiento de los trabajadores se encuentran dentro de los rangos recomendados por el sistema de salud cubano. 🏠

VI. REFERENCIAS

1. González F, González F. Epidemias en la actualidad: de cómo los modelos matemáticos y estadísticos permiten entenderlas, aún a profesionales "adversos" a ellos. Rev Med Chile. 2021;149:422-32. ISSN: 0034-9887
2. Vega-de la Cruz LO, Pérez-Pravia MC. Modelo de sistema de enfrentamiento a la COVID-19 soportado en un Cuadro de Mando Integral. Revista Información Científica 2020;99(6):548-62. ISSN 1028-9933
3. Lam RJ. Derechos laborales y COVID-19. La experiencia de Cuba. Revista Electrónica Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina [Internet]. 2020:[12 p.].

4. Buitrago DM. Teletrabajo: una oportunidad en tiempos de crisis Revista CES Derecho 2020;11(1):1-2. ISSN 2145-7719.
5. López E, Joa LG. Teoría de colas aplicada al estudio del sistema de servicio de una farmacia. Revista Cubana de Informática Médica. 2018;10(1):3-15. ISSN 1684-1859
6. Armijos FB, Bermúdez AI, Mora NV. Gestión de administración de los recursos humanos. Universidad y Sociedad. 2019;11(4):163-70. ISSN 2218-3620
7. Flores-Tapia CE, Flores-Cevallos KL. Aplicación de modelos de simulación a líneas de espera, riesgos e inventarios. Ingeniería Industrial. 2021;42(3):1-13. ISSN 1815-5936
8. López-Sánchez AY, González-Lara AL, Alcaraz-Corona S. Simulación para la optimización de la producción de ejes en la línea de ensamblaje de una empresa de manufactura. Ingeniería Investigación y tecnología. 2019;20(1):1-9. ISSN 1405-7743.
9. Giraldo-García JA, Castrillón-Gómez OD, Ruiz-Herrera S. Simulación Discreta y por Agentes de una Cadena de Suministro Simple Incluyendo un Sistema de Información Geográfica (SIG). Información Tecnológica. 2019;30(6):123-36. ISSN 0716-8756
10. Castillo-Villagra RI, Tordoya-Gálvez J, Queupumil-Luza M, Segovia-Barros V. Propuesta de asignación de personal mediante simulación para una empresa de servicios mineros. Ingeniería Industrial. 2020;41(3):1-13. ISSN 18155936
11. Villegas DA. La importancia de la estadística aplicada para la toma de decisiones en Marketing. Investigación&Negocios. 2019;12(20):29-42. ISSN 2521-2737
12. Herrera JE, Moreno JY, Rolón BM. Software to obtain a statistical propagation model in real time. Revista Logos Ciencia & Tecnología. 2020;12(3):128-37. ISSN 2145-549X.
13. Martínez Y, Oquendo H, Caballero Y, Guerra-Rodríguez LE, Junco-Villegas R, Benítez I, et al. Aplicación de la investigación de operaciones a la distribución de recursos relacionados con la COVID-19. Retos de la Dirección. 2020;14(2):86-105. ISSN 2306-9155
14. Izar JM, Ynzunza CB, Garnica J. Análisis y optimización de dos sistemas de líneas de espera de empresas de logística y transporte de los Estados de Querétaro y Colima. Investigación Administrativa. 2018;47(121):1-20. ISSN 2448-7678.
15. Retegui LM. La observación participante en una redacción. Un caso de estudio. La Trama de la Comunicación. 2020;24(2):103-19. ISSN 2314-2634.
16. Linares-Cos J, Vilalta-Alonso JA, Garza-Ríos R. La teoría de colas aplicada a una Oficina Comercial de Telecomunicaciones. Ingeniería Industrial. 2020;41(2):15. ISSN 1815-5936
17. Rodríguez K, Ramírez G. Simulación de variables aleatorias continuas y el teorema del límite central. Revista digital Matemática. 2018;18(1):25. ISSN 1659-0643.
18. Vidal-Silva CL, Sánchez-Ortiz A, Serrano J, Rubio JM. Experiencia académica en desarrollo rápido de sistemas de información web con Python y Django. Formación Universitaria. 2021;14(5):85-94. ISSN 0718-5006
19. Vargas JC, Cruz-Carpio CA. Estudio del método Monte Carlo en simulaciones para la estimación del valor de n. Revista Boliviana de Física. 2020(36):26-32. ISSN 1562-3823

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses

Contribución de cada autor:

Nélida Varela-Ledesma: Concepción y proyección de la investigación. Planteamiento estadístico. Proceso de simulación del flujo de trabajo. Propuesta de diseño de plataforma informática. Definición de métodos de validación. Redacción y valoración final.

Rafael Arango-Pérez: Estudio in situ mediante métodos de observación participativa. Preparación de la simulación del proceso de servicio. Desarrollo del software ESC-19 e implementación. Validación de la propuesta.

Lisabeth Rojas-Varela: Visualidad gráfica mediante el empleo de técnicas de usabilidad para interfaz de usuario. Análisis y procesamiento de los resultados al aplicarse el software desarrollado. Redacción del artículo original.