

El Conflicto entre Calidad del Servicio y Ampliación de la Cobertura. El Caso de los Cajeros Automáticos (ATM)

The Conflict Between Quality Service and Coverage Expansion. The Case of Automating Teller Machine (ATM)

Paula de la LAMA-ZUBIRÁN¹ , Marco de la LAMA-ZUBIRÁN²  y Alfredo de la LAMA- GARCÍA² 

1 Universitat de Girona, Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales. Catalunya, España.

2 Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Ciudad de México, México.

Email: p.lamazub@gmail.com; mdelalama@izt.uam.mx; laga@xanum.mx

Resumen

Las empresas y las instituciones financieras en Latinoamérica demandan encontrar soluciones óptimas a los problemas que enfrentan. Uno de sus servicios electrónicos son los cajeros automáticos de dinero en efectivo (ATM, en inglés). El objetivo de esta investigación fue identificar cuál es el número óptimo de ATM que deben operar en una ubicación. Se aplicó una muestra aleatoria independiente para identificar la proporción en que este sistema responde eficazmente a una solicitud de servicio. Para calcular la probabilidad de éxito en dos o más ATM se recurrió a la función binomial 'Bernoulli'. Las conclusiones señalan que la relación óptima entre calidad del servicio y cobertura dependen de la probabilidad de ofrecer el servicio demandado, la proporción de fallas generales del sistema automatizado y el nivel de calidad dispuesto a ofrecer al cliente, mismo que está supeditado a las dos primeras variables.

Palabras Clave

Cajero Automático; Sistema Bancario; Toma de Decisiones; Optimización.

Abstract

Companies and financial institutions in Latin America demand to find optimal solutions to the problems they face. One of its electronic services are automatic cash machines (ATM's). The objective of this research was to identify the optimal number of ATM's that should operate in one location. An independent random sample was applied to identify the proportion in which this system effectively responds to a service request, and to calculate the probability of success in two or more ATM's was used the Bernoulli binomial function. The conclusions indicate that the optimal relationship between service quality and coverage depends on the probability of offering the requested service, the proportion of overall failures of the automated system and the level of quality that is willing to offer the customer, which depends on the first two variables.

Keywords

Automatic Teller Machine; Banking System; Decision Making; Optimization.

Introducción

Uno de los sistemas bancarios más solicitados por una población urbana y rural creciente son los dispensadores automáticos de efectivo o ATM (*Automatic Teller Machine*), mejor conocidos por los usuarios como cajeros automáticos. El número de personas que recurren a estos dispositivos en México es cada día mayor porque —aparte de que muchos empleados e incluso obreros reciben sus salarios mediante abonos a sus cuentas de débito— a partir de 2019 el gobierno de México implementó un programa general llamado la Cuarta Transformación.

Este programa pretendía otorgar un sistema de apoyos directos a la población a través de tarjetas bancarias (Banco del Bienestar, 2023), cuya finalidad era, entre otras, evitar los fraudes electorales por medio de la compra de votos. Los programas más notables son pensiones a adultos mayores, ayuda a personas con discapacidad, sembrando vida, jóvenes construyendo el futuro, hijos de madres trabajadoras, microcréditos a pequeñas empresas y emprendedores, becas a alumnos de escuelas públicas de todos los niveles, entre otros (Alonso et al., 2023; Sandoval Álvarez, 2022; Leyva, 2018; González Ramírez & Neri Guzmán, 2017). Dichos programas han beneficiado a millones de personas, para ellos, las ATM se han convertido en un sitio de casi obligada asistencia, por lo menos, una o dos veces por semana. Casi tan regular como lo es ir a comprar el pan, la gaseosa o los cigarrillos. La tendencia mundial señala que otros aparatos electrónicos sustituirán el efectivo (Tpv o App, por referir a unas pocas). Sin embargo, la población mexicana no se ha adaptado a ellos debido a que prefieren hacer sus compras en efectivo (Cabezas & Jara, 2021; Martínez, 2019; Valles, 2015).

El sistema automatizado de ATM pretende que las transacciones bancarias se agilicen y se ahorre en tiempo y costos no-

tables al evitar entrar al interior de las sucursales bancarias. Dichos servicios tienen como función entregar o recibir dinero y hacer otras operaciones financieras por medio de una orden electrónica. Se sustenta en miles de dispositivos electrónicos —42 931 en 2014 en México—. Aunque el país está lejos de competir con los países de ingreso medio, lo cual se debe a que el promedio de ATM que tiene por millón de habitantes está por debajo de ellos (Valles, 2015; Martínez, 2019).

Para las instituciones bancarias este esfuerzo por modernizarse ha implicado inversiones cuantiosas y un sistema de mantenimiento considerable. Uno podría suponer que dado los costos que implica la instalación y puesta en uso de las ATM estos obedecen a cuidadosos estudios de mercado y de factibilidad financiera. Sin embargo, no deja de llamar la atención que las ubicaciones de los bancos que agrupan a estas sofisticadas máquinas concentran un número variable de las mismas por ubicación.

La planeación estratégica para instalar las ATM de un banco (Pradjaningsih et al., 2022; Aldajani & Alfares, 2009) encierra un problema inherente a la escasez de recursos, a su vez implica sacrificar una de las dos siguientes alternativas:

1. Ampliar la cobertura, es decir, multiplicar el número de locales que tienen dichos dispositivos.
2. Aumentar el número de dispositivos dentro de cada ubicación.

Un acucioso observador de estos procesos automatizados quizás se pregunte si existe una combinación de ATM óptima que equilibre el esfuerzo por ampliar la cobertura del servicio con el fin de ofrecer el mejor servicio financiero posible al menor costo. El tratar de conocer el número óptimo de ATM que deben operar en una ubicación se transformó en la problemática objetivo de esta investigación.

El Control Total de Calidad (TQC por sus siglas en inglés) se diseñó para el sistema industrial después de la Segunda Guerra Mundial y se enfocó en la producción de mercancías. Japón fue el país que lo llevó exitosamente a la práctica, aunque sus diseñadores fueron estadounidenses: Juran y Deming (Ishikawa, 1985). El TQC parte de un principio aparentemente sencillo pero esencial: la calidad es lo que el cliente establece como lo importante o significativo del producto e identificarlo permite lograr la ventaja comparativa frente a sus competidores (Díaz Muñoz & Salazar Duque, 2021; Arbós, 2012; Juran, 1990; Deming, 1989).

Varios decenios después el TQC se amplió a sectores como hoteles, servicios municipales, aerolíneas, entre otros (Calero Mora, 2017; Visbal Pérez, 2014; Gupta & Belokar, 2014). Gracias a los conceptos (los instrumentos) la técnica del TQC también puede usarse en este sector de la economía (Elias & Estember, 2018; Benzaquen de las Casas, 2018; Fukuyama, 1996).

En la actualidad, la economía es global y los servicios no son la excepción. Los países europeos tienen instituciones que valoran y difunden el modelo de excelencia a través de la *European Foundation for Quality Management* (EFQM), una adaptación del TQC a su cultura (Santos Vijandea & Álvarez González, 2007). Por otra parte, en USA y China diversas empresas han abordado seriamente el desafío del TQC, lo que aumenta el énfasis en el conocimiento científico y las exigencias para que la mejora sea continua en los procesos productivos y los servicios (Benavides Velasco & Quintana García, 2003).

El TQC se ha formalizado parcialmente dentro de la cultura bancaria en México. No obstante, solo una de las instituciones financieras que operan ATM tiene un compromiso explícito de calidad con la clientela. En el res-

to del sistema bancario es común que los indicadores de calidad se enfoquen en lo que a los operadores les conviene medir (Díaz Muñoz & Salazar Duque, 2021; Deming, 1989). Otros indicadores muestran la existencia de una mezcla de lealtad al banco, al servicio de la ATM, opciones que ofrece internet (Indrayani et al., 2019), en conceptos fundados en el voluntarismo (Boado Schmitt, 2019; Formación y Desarrollo Estratégico, 2007), u otros modelos.

Se hace preciso señalar, entre paréntesis, que para las ATM el referente no es la ganancia que pueda generar ese dispositivo, como es en la mayoría de los casos de la investigación de operaciones (Taha, 2012). Dado que las ATM son un servicio que sustituye a los cajeros humanos en teoría no hay beneficio financiero, no obstante, en la práctica el beneficio financiero se traduce en el cobro de comisiones por operación¹. El beneficio se logra por el interés cobrado al deudor y, en el caso de las tarjetas de débito, el beneficio se obtiene a partir del cobro de intereses por la captación del ahorro (el Yield o rendimiento) o, a su vez, en una comisión que se cobra a la empresa por hacer la distribución de pagos a los trabajadores, como es el caso de los depósitos por concepto de salarios.

Si se aplica la teoría TQC en el caso específico de las ATM se encontrará que la 'preferencia' del usuario es hacer una o varias operaciones bancarias (Sánchez-Cuenca, 2009, p. 13). La satisfacción de esta necesidad se sustenta en un dispositivo electrónico que tiene como función entregar dinero (u otra operación financiera) por medio de una orden electrónica. Por un lado, si la transacción es a base de crédito producirá un pagaré a cargo del titular de la cuenta mediante su firma digital. Por otro lado, si la operación se hace con una tarjeta de débito, entonces se produce una operación de descuento de

1 Se ha popularizado el cobro de comisiones en México debido a que el sistema financiero funciona como un oligopolio, pero no es una práctica habitual en otros países.

dicha cuenta entre otras operaciones², si existen otras funciones en la ATM el servicio no es cobrado en la mayoría de los casos y se supone que es un beneficio por tener su cuenta en dicho banco.

Si la ATM no ejecuta alguno de los servicios ofrecidos el banco no hace su trabajo. Es de esperarse que el cliente, al no recibir el servicio financiero demandado, sufra una fuerte frustración y le genere un clima de inseguridad frente a la próxima vez que solicite este servicio, sobre todo si se trata de un retiro o depósito de efectivo o si se hace la operación cuando el sistema bancario normal no está abierto al público (Torres Miranda & Fariño Maldonado, 2023).

En consecuencia, si la gerencia de un sistema bancario de ATM entiende que la calidad del servicio es un auténtico compromiso para con el cliente (Martínez & El Kadi, 2019; Hernández Palma et al., 2018), entonces, el propósito de la calidad deberá convertirse en la máxima prioridad de este servicio. Ello significa asimilar que el propósito es real y que el compromiso es 'efectivo' (Díaz Muñoz & Salazar Duque, 2021; Deming, 1989).

Para completar esta investigación es necesario reconocer que los conceptos ofrecidos por la teoría TQC, aunque importantes, no eran suficientes para establecer las conclusiones de esta investigación. Intuitivamente se podría suponer que entre más ATM contenga una ubicación la calidad del servicio tiende a mejorar, es decir, la probabilidad del servicio mejora. Por ello, era necesario encontrar un límite razonable a esta cuestión. La limitante para no concentrar todos los cajeros automáticos disponibles en una sola ubicación es que se debe ampliar la cobertura geográfica de su servicio. Esta confrontación de intereses es típica de la teoría del juego (MacKenzie & DaSilva, 2022; Binmore, 2011; Morton, 1986).

De esta forma, se enfrentan dos conceptos cualitativamente diferentes, a saber: la calidad del servicio y la cobertura para instalar y operar dicho servicio. Para resolver este desafío se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis general. El número de ATM que contiene una ubicación determina la medida en que el sistema bancario satisface la promesa principal que hace al usuario de ofrecer un servicio financiero las 24 horas y los 7 días de la semana.

Esta medida se sustenta en las siguientes hipótesis secundarias:

- Hipotesis 1. La calidad del servicio está dada por la probabilidad que tiene el 'sistema' de ATM de dar el servicio ofrecido.
- Hipotesis 2. La calidad del servicio está dada por el 'conjunto' de 'probabilidades' de la ubicación de cada ATM visitada por el cliente.
- Hipotesis 3. La falla ocasional del servicio bancario de las ATM se debe principalmente a problemas de cada dispositivo y no a caídas generales del sistema.

Materiales y Métodos

Esta investigación se apoyó en una muestra aleatoria e independiente analizada a partir de los conceptos de Control Total de Calidad (TQC), la teoría de probabilidad y la categoría de conflicto de la teoría del juego aplicada a la calidad del servicio y la cobertura geográfica. Existen otras investigaciones en las que un algoritmo juega el papel de decisor de la ubicación y del número de ATM. Sin embargo, su validación se produce por una simulación (Aldajani & Alfares, 2009) u otros modelos que califican la mejor ubicación entre dichas ATM (Pradjaningsih et al., 2022). En este artículo la validación se hace por inducción probabilística, es decir, se otorga al lector los

2 En la actualidad, las ATM también ofrecen otros servicios como consulta de saldos, transferencias de fondos entre cuentas, cambio de la firma digitalizada, entre otros.

elementos para replicar la observación en futuras investigaciones.

Participantes

La medición empírica simuló a un cliente que se presentaba a cualquier hora del día a una ATM a demandar cualquiera de los servicios ofrecidos.

Procedimientos

El trabajo de campo se hizo con el fin de determinar en qué 'medida' el sistema automatizado cumple con lo que se denomina: ofrecer un servicio bancario a través del sistema automatizado de dispensadores de efectivo, lo cual se define operacionalmente como la probabilidad de que un cliente encuentre en funcionamiento una ATM a cualquier hora del día (Frank, 1965).

La Muestra

Se tomó como universo las ATM instaladas de uno de los bancos que operan en la zona metropolitana de la ciudad de México. Para la selección de los cajeros automáticos se obtuvo la lista de ATM instaladas en dicha zona metropolitana. Se numeraron cada una de las ATM y se procedió a la selección de la muestra mediante números aleatorios, lo que permite afirmar que la muestra es aleatoria e independiente (Young & Veldman, 2001, p. 141).

Durante siete días se inspeccionaron 402 de las 234 ATM que daban atención al cliente externo (no se incluyeron ATM instaladas exclusivamente para el uso del personal de la propia institución). Dicha muestra se dividió en siete listas, por lo que se verificaron aproximadamente 57 ATM diariamente durante una semana completa, la mitad más tres en el horario bancario y el resto fuera de dicho horario.

Si una ATM fue seleccionada dos veces el mismo día se procedió a repetir el resultado de la primera medición en un segundo protocolo. Pero si una misma ATM fue seleccionada en diferentes días la inspección se realizaba de forma independiente. En las ubicaciones donde había más de una ATM se procedió a numerarlas de antemano, se consideró que la que estuviera a la derecha de la ubicación era la número uno (así consecutivamente) para evitar alguna preferencia del inspector.

Para evitar sesgos, el trabajo de campo fue desempeñado por personal ajeno al sistema bancario, previamente capacitado para la tarea y supervisado a través de las boletas impresas que el sistema entrega al usuario después de efectuado el servicio. Si el inspector logró realizar todas las operaciones solicitadas se anotaron como 'éxito' (e) y si el dispositivo no estuvo disponible o no dio alguno de los servicios financieros ofrecidos se consignó como 'fracaso' (f).

Los Instrumentos

Para probar la efectividad de las ATM se utilizaron tarjetas bancarias de prueba. Además, se incluyó un protocolo para registrar las inspecciones efectuadas en cada ATM. Dicho protocolo puede verse en el Apéndice 1. Posteriormente, se tabularon los protocolos en una hoja de cálculo electrónica (Excel) para establecer la frecuencia de éxitos y fracasos de la muestra.

Análisis Probabilístico

Todo cliente que asiste a una ubicación del tipo que se describe y que agrupe una sola ATM puede esperar una operación financiera con dos resultados posibles:

- e = éxito, cuando es posible efectuar cualquiera de las operaciones ofrecidas.
- f = fracaso, al no lograr efectuar alguna de las operaciones ofertadas.

Para este tipo de problemas se puede aplicar la intersección 'o' (e o f), lo que permite aplicar la ley aditiva de probabilidades (+). Por lo que el espacio muestral (probabilístico) S queda de la siguiente manera: $S = \{e, f\}$, lo que representa en términos de probabilidad:

$$P(S) = P(e) + P(f) = 1$$

Si buscamos efectuar una operación exitosa, esta puede definirse como un ensayo Bernoulli en el que la probabilidad de éxito se denota por p , por lo que la probabilidad de fracaso será $1-p$. (Ross, 2020). La función de probabilidad está dada por:

$$f(x) = P(X = x) = p^x(1-p)^{1-x} \text{ con } x = 1 \text{ (éxito); } 0 \text{ (fracaso)}$$

Cuando se tienen dos o más ATM en la misma ubicación se generan varios ensayos Bernoulli independientes, de la forma (e o f) 'y' (e o f) entre otras que permiten aplicar la segunda ley de probabilidades (multiplicativa), ley que genera una distribución teórica Binomial (Ross, 2020), con $n = \text{número de ATM}$ con su función de distribución.

$$f(x) = P(X = x) = \binom{n}{x} p^x(1-p)^{n-x} \text{ con } x = 0, 1, 2, \dots, n$$

Donde:

$$\binom{n}{x} = \frac{n!}{x!(n-x)!} \text{ Las combinaciones de } n \text{ en } x$$

Las Fallas Generales del Sistema

En el trabajo de campo se tomó la precaución de verificar el funcionamiento de todas las ATM que hubiera en las ubicaciones, con el fin de identificar las fallas generales del sistema automatizado. No obstante, solo

$$f(x) = P(X = x) = (0,8159204)^x (0,1840796)^{1-x} \text{ con } x = 1; 0$$

Para visualizar el resultado empírico véase la tabla 1.

se tiene una aproximación de las fallas de todo el sistema porque no fue posible determinar si la falla era general o individual cuando se verificaba una sola ATM en una sola ubicación. Lo dicho asume que efectivamente son fallas generales cuando todas las ATM de la ubicación no ofrecen ninguna clase de servicios financieros, a partir de allí se computó un 6 % del total de fallas de esta clase.

La importancia de las fallas generales es significativa para evaluar la calidad del servicio, porque cuando la caída del sistema es general disminuye la probabilidad de éxito de las ubicaciones con dos o más ATM, dado que en este tipo de falla la existencia de cajeros automáticos adicionales en la ubicación resulta inútil para mejorar el servicio.

Análisis y Resultados

Los resultados del trabajo de campo probaron que en el 81.6 % de las inspecciones efectuadas se lograban realizar en el servicio bancario solicitado. Resultados que son iguales al caso particular en el que una ubicación tiene una sola ATM instalada. Ahí, el usuario se encuentra con: funciona la ATM (e) o no da el servicio (f) con las mismas probabilidades del sistema general $p = 0.8159204$ y $(1-p) = 0.1840796$. Entonces:

$$X \sim Be(0,8159204)$$

Por lo que queda:

Tabla 1. ¿Funciona la ATM?

Respuestas	Notación	Proporción	Probabilidad
Sí, todos los servicios (éxito)	'e'	81.59	0.8159204
Falló algún servicio o todos (fracaso)	'f'	18.41	0.1840796
Total		100	1.000000

Nota: Elaboración propia con datos obtenidos por medio del trabajo de campo (402 mediciones) y la relación entre proporción y probabilidad (Ross, 2020; Young & Veldman, 2001; Mendenhall, 1982).

Cuando consideramos dos ATM por ubicación [(e+f) (e+f)] el espacio muestral se forma de cuatro combinaciones:

$$S = \{(e, e), (e, f), (f, e), (f, f)\}$$

La probabilidad de efectuar una operación exitosa se producirá en tres de las cuatro combinaciones posibles, tal como se puede observar en la tabla 2. En resumen, para lograr una operación exitosa $p = 0.9661147$ y no lograr la operación será de $(1 - p) = 0.0338853$.

Tabla 2. Muestra la probabilidad de llegar a una ubicación con dos ATM

Posibles combinaciones	ATM		Probabilidad
	En servicio	Sin servicio	
f,f		0.0338853	0.0338853
f,e	0.1501943		0.1501943
e,f	0.1501943		0.1501943
e,e	0.6657261		0.6657261
Total	0.9661147	0.0338853	1.0000000

Nota: 'e' equivale a sí dio el servicio y 'f' equivale a no dio el servicio. Elaboración propia con datos obtenidos del trabajo de campo (402 mediciones) y las leyes de probabilidad (Ross, 2020; Young & Veldman, 2001; Mendenhall, 1982).

Cada nueva ATM en la ubicación exige un nuevo espacio muestral. Si un usuario llegase a una ubicación con tres ATM (e+f)³

$$S = \{(e, e, e), (e, e, f), (e, f, f), (e, f, e), (f, e, f), (f, e, e), (f, f, e), (f, f, f)\}$$

Como en la ubicación anterior, el usuario tiene un solo arreglo que no ofrece el servicio demandado (f,f,f). En el resto, alguna ATM responderá al servicio financiero solicitado. La probabilidad de fracasar en el intento por obtener el servicio bancario deseado será de $f^3=0.00623759$, es decir, del 0.62%. En concreto, se está hablando de poco más de medio punto porcentual, la pro-

el número de combinaciones que encuentra aumenta al doble (ocho) si se le compara con una ubicación que tiene dos ATM.

babilidad de obtener el servicio es igual a: $(1-0.00623759) = 0.99376241$.

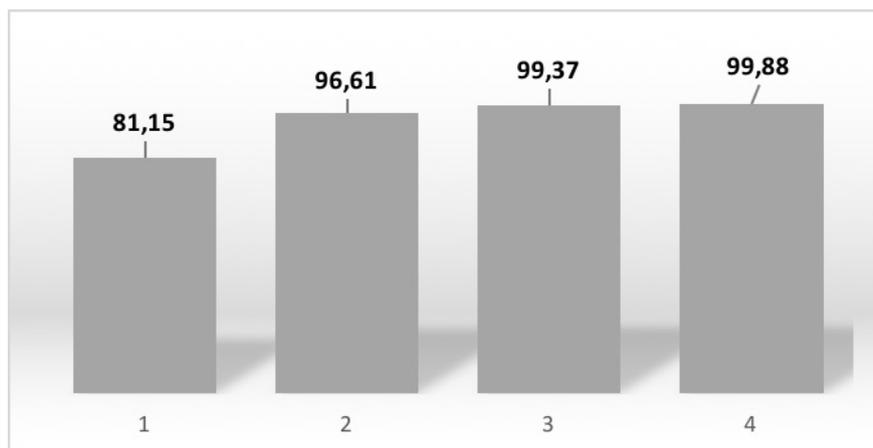
Cuando hay cuatro ATM por ubicación (e+f)⁴ existen 16 combinaciones posibles, pero solo hay un arreglo en el que el cliente no hará la operación solicitada (f)⁴ cuya probabilidad es = 0.00114821 y, que, en términos de proporción, es igual a 0.11, es decir, una décima de un punto porcentual, por lo

que la probabilidad de ofrecer el servicio sería: $1 - 0.00114821 = 0.99885179$.

No es necesario seguir elaborando espacios muestrales para comprender algo que la gente que utiliza estos sistemas sabe intuitivamente: entre más ATM se encuen-

tren en la ubicación hay más posibilidades de lograr el servicio deseado. Una visión de conjunto del comportamiento probable de las ubicaciones con una, dos, tres y cuatro ATM se observa en la figura 1.

Figura 1. Porcentaje de dar un servicio financiero en las ubicaciones de una, dos, tres y cuatro ATM



Nota: Elaboración propia con datos obtenidos de la tabla 1 y las leyes de probabilidad (Ross, 2020; Young & Veldman, 2001; Mendenhall, 1982).

Como se observa en la figura 1, la probabilidad de recibir el servicio demandado crece entre más ATM tenga la ubicación. La primera ATM tiene una eficiencia del 81.15 %; la segunda ATM con respecto a la primera gana en calidad 15.02 %; la tercera ATM con respecto a la segunda mejora en 2.76 % y la cuarta logra un 0.51 % más con respecto a la tercera.

Las Fallas Generales del Sistema de Cajeros Automáticos

Los resultados que se han presentado hasta ahora se han sustentado en la idea de que las fallas en las ATM se deben a problemas inherentes al propio dispositivo, es decir, son independientes. Sin embargo, todo usuario ha observado que en algunas ocasiones la falla es general. ¿Qué sucede en estas circunstancias? ¿Se invalidarían los

resultados encontrados hasta ahora? Primeramente, la probabilidad de dar el servicio se mantendría en el mismo porcentaje (en este caso 81.59 %). Segundo, el total de fallas (18.41 %) tendría que dividirse en dos tipos de errores: a) las fallas individuales y b) las generales.

Si se asumiera que las fallas generales del sistema son alrededor del 6 %, entonces, las fallas individuales serían su diferencia, en este caso 12.41 %. En estas condiciones el techo de la calidad que el sistema puede alcanzar por medio del aumento de ATM a la ubicación es del 94 % ($100.00 - 6.00 = 94.00$) El comportamiento de las ubicaciones sería semejante a nuestros resultados originales, es decir, el servicio mejoraría en la medida en que hubieran más ATM, hasta el límite de sus posibilidades, que en este caso se traducen al 94 %, según se desprende de la tabla 3.

Tabla 3. Calidad del servicio de acuerdo al número de ATMs que tiene la ubicación, con un 6 % de fallas generales

Ubicación	En servicio	Sin servicio por falla individual	Total parcial	Sin servicio por falla del sistema	Total general
Una ATM	81.59	12.41	94.00	6.00	100.00
Dos ATM	90.61	3.39	94.00	6.00	100.00
Tres ATM	93.36	0.64	94.00	6.00	100.00
CuatroATM	93.88	0.12	94.00	6.00	100.00

Nota: Elaboración propia con datos del trabajo de campo (402 mediciones) y las leyes de probabilidad para fallas individuales del 12.41 % con un límite del 94 % (Ross, 2020; Young & Veldman, 2001; Mendenhall, 1982).

Discusión y Conclusiones

Los resultados encontrados son consecuencia de una muestra aleatoria e independiente, lo que los hace confiables. Sin embargo, se requieren mediciones posteriores para determinar si estos resultados son confiables en el tiempo.

Si la gerencia lleva a cabo cambios estratégicos u operativos también es deseable repetir metódicamente las mediciones para verificar la calidad del sistema de cajeros automáticos y corroborar si estos cambios producen mejoras estadísticamente significativas en la calidad del servicio al cliente.

Las ubicaciones por encima del número óptimo solo serían recomendables si la institución bancaria encontrara válidos nuevos conceptos de calidad del servicio para satisfacer al mercado. Se ha descubierto que la velocidad de atención es un elemento significativo en la preferencia del cliente. Ante esta situación, instalar más ATM de las recomendadas en ciertas ubicaciones sería deseable cuando los tiempos de espera del usuario rebasen la norma de velocidad que se tuviera.

El problema del número óptimo de ATM por ubicación es una cuestión relevante para cualquier sistema bancario automatizado, en especial para el Banco del Bienestar por la ubicación de los usuarios. Lo dicho se enfrenta a dos intereses estratégicos

opuestos: a) ofrecer un servicio financiero automatizado las 24 horas del día y b) ampliar su cobertura. Si el servicio financiero automatizado solo dependiera de la primera opción (a) no habría límites para agrupar ATM en una ubicación y así lograr una calidad superior. Sin embargo, se necesita un segundo criterio para establecer un límite provechoso para una solución estratégica. Porque si se tiene un número limitado de ATM para instalarse, entre más cajeros automáticos se instalen en las ubicaciones se tendrá menos cobertura geográfica.

De nuestro análisis no se desprende una respuesta definitiva a la cuestión de cuál es el número óptimo de ATM que deben operar en una ubicación, dado que la respuesta depende de la eficiencia con que opera cada sistema bancario automatizado. No obstante, si se toma en cuenta el hecho de que resulta deseable establecer una política racional y equilibrada entre calidad del servicio y cobertura es posible afirmar que existen tres variables para determinarlo:

1. La eficiencia general del sistema automático para dar el servicio.
2. La proporción de las caídas generales del sistema.
3. El nivel de calidad que la gerencia está dispuesta a ofrecer al cliente y que está supeditada a las dos primeras variables.

Como se desprende del análisis, entre más alta sea la proporción de las fallas generales del sistema, la eficiencia disminuye drásticamente en las ubicaciones con más de una ATM (cuando hay solo una ATM la probabilidad de dar el servicio es igual al sistema en su conjunto).

Una conclusión más, cada nueva ATM en la ubicación aumenta la probabilidad de ofrecer el servicio financiero demandado, sin embargo, lo hace con rendimientos decrecientes.

Referencias

- Aldajani, M.A., & Alfares, H.K. (2009). Location of Banking Automatic Teller Machines Based on Convolution. *Computers & Industrial Engineering*, 57(4), 1194-1201. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2009.05.013>
- Alonso, M., Gutiérrez, E., Moral-Benito, E., Posada, D., & Tello-Casas, P. (2023). *Un repaso de las diversas iniciativas desplegadas a nivel nacional e internacional para hacer frente a los riesgos de exclusión financiera*. Banco de España. Eurosistema. <https://bit.ly/3Fwlwpe>
- Arbós, L.C. (2012). *Gestión de la calidad total: Organización de la producción y dirección de operaciones*. Díaz de Santos.
- Banco del Bienestar. (2023, octubre 1). *Banco del Bienestar es ya el más grande de México; suma 2 306 sucursales*. <https://bit.ly/3seREvs>
- Benavides Velasco, C. A., & Quintana García, C. (2003). *Gestión del conocimiento y calidad total*. Díaz de Santos.
- Benzaquen de las Casas, J. (2018). La ISO 9001 y la administración de la calidad total en las empresas peruanas. *Revista Universidad y Empresa*, 20(35), 281-312. <https://bit.ly/3Q2PQgY>
- Binmore, K. (2011). *La teoría del juego. Una breve introducción*. Alianza Editorial.
- Boado Schmitt, A. A. (2019). *La calidad de servicio y su influencia en la gestión comercial en el Banco Interbank-Agencia Bolívar año 2019*. [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo]. <https://bit.ly/40hcAPI>
- Cabezas, L., & Jara, A. (2021). Demanda de dinero en efectivo: hechos estilizados y sustitución por medio de pagos electrónicos. *Revista CEPAL*, 135, 129-157. <https://bit.ly/45NWv4F>
- Calero Mora, J. D. P. (2015). *Gestión administrativa y calidad de los servicios en la municipalidad provincial*. [Tesis de Grado, ULADECH Católica]. <https://bit.ly/45PafMq>
- Deming, W.E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis*. Díaz de Santos.
- Díaz Muñoz, G.A., & Salazar Duque, D.A. (2021). La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial. *Revista PODIUM*, (39), 19-36. <https://doi.org/10.31095/podium.2021.39.2>
- Elias, J.C., & Estember, R.D. (2018). *The Impact of Information Quality and Ergonomics on Service Quality in the Use of Automatic Teller Machines*. MATEC Web of Conferences, (150), Malaysia Technical Universities Conference on Engineering and Technology (MUCET 201). <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815005007>
- Frank, P. (1965). *Filosofía de la ciencia*. Herrero Hermanos sucesores.
- Fukuyama, F. (1996). *Confianza, las virtudes sociales y la capacidad de generar prosperidad*. (2da Ed.). Atlántida.
- González Ramírez, P.I., & Neri Guzmán, J.C. (2017). Regulación de comisiones en cajeros automáticos. Análisis de la reforma: caso México. El caso de bancos con redes de distinto tamaño. *Economía: Teoría y Práctica*, (47), 167-190. <https://doi.org/10.24275/ety-puam/ne/472017/gonzalez>
- Gupta, C., & Belokar, R. M. (2014). Applications of Total Quality Management in Indian Airline Industry. *International Journal of Science and Research*, 3(5), 1077-1081. <https://bit.ly/3S94K8j>
- Hernández Palma, H.G., Barrios Parejo, I., & Martínez Sierra, D. (2018). Gestión de la calidad: elemento clave para el desarrollo de las organizaciones. *Criterio Libre*, 16(28), 169-185. <https://bit.ly/45MODSA>
- Juran, J.M. (1990). *Juran y el liderazgo para la calidad. Un manual para directivos*. Díaz de Santos.

- Indrayani, Wibisono, C., Aritra, S., & Muda, I. (2019). Customer Satisfaction as Intervening Between Use Automatic Teller Machine (ATM), Internet Banking and Quality of Loyalty (Case in Indonesia), *International Journal of Financial Research*, Sciedu Press, 10(6), 54-66. <https://bit.ly/49b49cn>
- Ishikawa, K. (1985). *¿Qué es el control total de calidad? La modalidad japonesa*. Norma.
- Leyva, X. (2018). *Los 25 programas prioritarios de AMLO para su cuarta transformación*. My Press. <https://bit.ly/49jdEGu>
- Mackenzie, A.B., & DaSilva, L.A. (2022). *Game Theory for Wireless Engineers*. Synthesis, Collection of Technology.
- Martínez, C. (2019). El uso de efectivo y tarjetas débito como instrumentos de pago en Colombia. *Lecturas de Economía*, (90), 74-95. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n90a03>
- Martínez, L., & Al Kadi, O. (2019). Logística integral y calidad total, filosofía de gestión organizacional orientadas al cliente. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 4(7), 202-232. <https://doi.org/10.35381/r.k.v4i7.201>
- Mendenhall, W. (1982). *Introducción a la probabilidad y la estadística*. Wadsworth International / Iberoamericana.
- Morton, D.D. (1989). *Introducción a la Teoría del Juego*. (2da Ed.). Alianza Universitaria.
- Formación y Desarrollo Estratégico. (2007). *Manual básico. Metodología de las 5S. El primer paso hacia la calidad*. Nestlé.
- Pradjaningsih, A., Anggraeni, D., & Santoso, K. (2022). Analytical Hierarchy Process in Determining Level the Feasibility of the Automated Teller Machine Location (Case Study Bank Syariah Indonesia Jember). *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 16(3), 1115-1122. <https://doi.org/10.30598/barekengvol16iss3pp1115-1122>
- Ross, S.M. (2020). *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists*. Academic Press.
- Sánchez-Cuenca, I. (2009). *Teoría de Juegos*. (2da Ed.). Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Sandoval Álvarez, B. (2022). Un paradigma emergente. La política social de la cuarta transformación frente al espejo neoliberal. *Política y Cultura*, (57), 83-107. <https://doi.org/10.24275/OSUZ4962>
- Taha, H.A. (2012). *Investigación de Operaciones*. (9na Ed.). Pearson Educación. <https://bit.ly/3Q9xEm6>
- Torres Miranda, J.E., & Fariño Maldonado, L.J. (2023). Optimización de los inventarios de efectivo en cajeros automáticos del sistema bancario en la ciudad de Guayaquil. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 23(39), 1-15. <https://doi.org/10.47189/rcct.v23i39.599>
- Valles, Y. (2015). Cajeros automáticos en México: análisis para el crecimiento de la red. *Estudios Económicos CNBV*, 3, 119-140. <https://bit.ly/3Mb8gLL>
- Visbal Pérez, E.T. (2014). Clima organizacional para una cultura de calidad *Orbis*. *Revista Científica Ciencias Humanas*, 10, (29), 121-144. <https://bit.ly/3SyReuF>
- Santos Vijandea, M. L., & Álvarez González, L. I. (2007). Gestión de la calidad total de acuerdos con el modelo EFQM: Evidencias sobre sus efectivos en el rendimiento empresarial. *Universia Business Review*, (13), 76-89. <https://bit.ly/3SdT7wJ>
- Young, R. K., & Veldman D. J. (2001). *Introducción a la estadística aplicada a las ciencias de la conducta*. (2da Ed.). Trillas.

Apéndice 1

Protocolo

INSPECCIÓN DE VERIFICACIÓN						
Nombre del inspector:						
Dirección de la ATM seleccionada:						
Hora en que se realizó la inspección:						
Día de la semana en que se realizó la inspección:						
Lunes:	Martes:	Miércoles:	Jueves:	Viernes:	Sábado:	Domingo:
Día del mes en que se hace la inspección (escriba el número):						
¿Cuál es el total de ATM en la ubicación?						
A:	B:	C:	D:	E:	F:	
Vaya a la ATM seleccionada e inspeccione su funcionamiento introduciendo la tarjeta que se le entregó al efecto						
Funcionó:						
La solicitud de saldo				Sí:	No:	
La solicitud de disponer de efectivo				Sí:	No:	
Está disponible la opción 'Transferencia de fondos'				Sí:	No:	
Se pudo hacer cambio de número confidencial				Sí:	No:	
Funcionaban todos los servicios de la ATM seleccionada				Sí:	No:	
*(Se considera que la ATM falló si no ofrece alguno de los servicios solicitados)						



Copyright © The Author(s) - 2024