

## Optimización de la Eficiencia Operativa de las Oficinas de un Banco Comercial Peruano utilizando Data Envelopment Analysis

*Luis Clemente Moquillaza*<sup>1</sup>

**Resumen:** El análisis envolvente de datos (Data Envelopment Analysis) es un método no paramétrico práctico para calcular la eficiencia de las unidades de una organización. El presente trabajo emplea este método en un programa de optimización creado con los software Lingo y Microsoft Excel aplicado sobre las oficinas de uno de los principales bancos del sistema financiero peruano. Se plantea el uso de dos escenarios (financiero/gestión y de venta) para el cálculo de la eficiencia global y técnica de cada oficina y se propone un sistema de ranking en base a la eficiencia media, análisis de ventana de tiempo y recurrencia como referencia en las soluciones para brindar a la gerencia una herramienta útil de gestión de la red de oficinas.

**Palabras clave:** análisis envolvente de datos; red de oficinas; eficiencia.

## Operational Efficiency Optimization of a Peruvian Bank Branches using Data Envelopment Analysis

**Abstract:** Data envelopment analysis is a non-parametric practical method to compute efficiency on decision making units. The present work applies DEA on then branch network of one of the most important peruvian banks with a Lingo optimization model and a Microsoft Excel spreadsheet. The problem is solved under two approaches (financial/management and selling) in order to compute both global and technical efficiency of each individual branch. Additionally, a ranking system (based on average efficiency, time-windows analysis and benchmark-solution recurrence) is proposed as a management tool for the direction teams.

**Keywords:** data envelopment analysis; bank branches; efficiency.

*Recibido:* 06/04/2019. *Aceptado:* 20/06/2019. *Publicado online:* 26/12/2019.

<sup>1</sup>UNMSM, Facultad de Ciencias Matemáticas. e-mail: [lclementem@gmail.com](mailto:lclementem@gmail.com)

## 1. Introducción

La expansión que se vive en el ámbito bancario en el país se ve representada por el crecimiento sostenido del número de canales de atención con que cuentan los bancos para atender a sus clientes. Si bien la banca tiene a disposición una mayor cantidad de canales “no tradicionales” (banca por internet y banca móvil), aún sigue siendo importante la presencia de las oficinas bancarias en el Perú por su mayor infraestructura y servicios exclusivos ofrecidos (ventas personalizadas, cobranza de cheques, contacto directo con funcionarios, etc.). En la Figura 1 se puede apreciar la evolución de la red de oficinas bancarias (banca múltiple, financieras y cajas municipales) en el Perú.

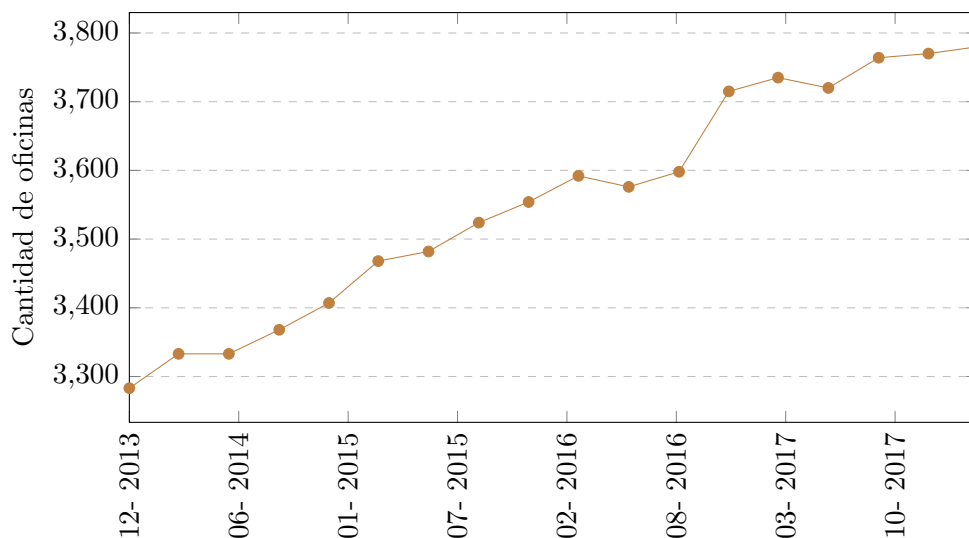


Figura 1: Evolución de la red de oficinas bancarias en el Perú  
Fuente: Superintendencia de banca, seguros y AFP

Las entidades bancarias tienen la necesidad de gestionar correctamente su red de oficinas, para lo cual cada banco ha desarrollado diferentes indicadores con los cuales medir a sus oficinas. Estos indicadores suelen estar relacionados a niveles de transacciones, margen de contribución, tiempos de espera, saldos de cartera de clientes, ventas, etc. y buscan calcular qué tan buenos resultados obtienen con los recursos asignados (tecnológicos, de personal, infraestructura, etc.), teniendo siempre como referencia el ratio de las salidas/recursos generados respecto a las salidas/insumos para producirlos [7].

Este ratio es muy útil cuando la unidad productiva (empresa, organización, puesto, etc. que sea objeto de estudio) puede modificar la cantidad de recursos empleados (o resultados producidos) y, sobre todo, estos sean de un único tipo (p.e. que los recursos sean exclusivamente financieros y así también los resultados). En la realidad sin embargo, cada oficina emplea una gran diversidad de recursos y obtiene diferentes tipos de resultados, lo que hace difícil la evaluación que necesitan las entidades bancarias pues son muchos los elementos a analizar. Para estos casos se emplean técnicas de ponderación que dependen casi exclusivamente del criterio de los dueños o jefes, lo que agrega un sesgo considerable a los resultados al no contar necesariamente con una base cuantitativa sólida.

Un correcto estudio de la eficiencia de las oficinas es necesario para que los bancos puedan tomar decisiones acertadas acerca de los planes de expansión y nuevas estrategias para atender a sus clientes. Esto en el Perú es un tema aún poco maduro incluso en los bancos líderes.

## 2. Antecedentes

En los últimos años se han publicado diversas aplicaciones DEA para el sector bancario (lo que ha traído como consecuencia el desarrollo y mejora de diferentes técnicas). Sin embargo, la mayoría de estudios están enfocados más al análisis de la eficiencia a nivel institucional, dejando de lado el detalle individual de las agencias de los bancos[10]. Esto debido principalmente a la relativa facilidad para conseguir data financiera y operativa de las empresas de este rubro en los portales de los entes reguladores[12].

Entre los principales enfoques de modelo planteados se tiene las que corresponden a un modelo de producción, a un modelo de intermediación o incluso un híbrido de ambas. El enfoque de producción considera a las agencias bancarias como instituciones que proveen diferentes productos y servicios a sus clientes y usuarios haciendo uso de recursos laborales y de capital. Por otro lado, el enfoque de intermediación financiera tiene en cuenta los depósitos captados por el banco y los préstamos y otros activos generados para captar ingresos. Este enfoque mide la viabilidad económica de los bancos y es más utilizado en publicaciones sobre DEA aplicado a los bancos como instituciones. Tal como se resalta en [8], las diferencias presentes en los estudios realizados en lo referido al planteamiento del problema se deben a variaciones de diversos aspectos tales como el enfoque del modelo, la orientación de salida/entrada (ver apartado 3.1) y las variables seleccionadas.

En [14] se revisa el desempeño de 758 oficinas de un banco canadiense y se plantean cinco modelos de escala variable con orientación de entrada, identificando que algunas variables pueden ser equivalentes e intercambiables (saldos o número de productos por ejemplo) y que el desempeño puede ser marcadamente diferente por zona/territorio. En [15], también bajo un modelo de escala variable con orientación de entrada, se aplicaron además análisis de correlación de variables para identificar posibles variables redundantes (para excluir) y también aquellas que no predicirán la eficiencia.

Hay estudios de la aplicación de dos enfoques en simultáneo, como en [5], donde se trabaja, además del enfoque de producción, uno de rentabilidad generada por las 128 oficinas de un banco en Turquía. Este estudio demuestra que la evaluación conjunta puede evidenciar oficinas con desempeños claramente opuestos en ambos enfoques, lo que permitirá definir mejor las estrategias de mejora. Incluso se han aplicado modelos de dos etapas bajo tres enfoques diferentes (producción, rentabilidad e intermediación) como en [10], donde se observa que la integración de diferentes enfoques en refleja mejor la naturaleza multifunción de las oficinas. En [9] se plantea un modelo DEA en 2 etapas para el análisis del desempeño de las oficina de un banco iraní. En este caso, se plantea que el desempeño general puede ser desagregado según el autor en eficiencia y efectividad. Ambos conceptos se miden en un modelo de dos etapas (de orientación de entrada) donde el desempeño final está dado como una multiplicación de ambas etapas.

En el plano latinoamericano, existen estudios enfocados en el sistema bancario como en [11], donde se analiza el comportamiento del sistema bancario colombiano (a nivel entidades) en los últimos 15 años. También con esta idea se tiene un estudio del sistema bancario peruano en [2], que aplica un enfoque de intermediación con el agregado de emplear un análisis de ventana temporal. En este caso, la media geométrica ponderada (usando índices Fibonacci) permite darle mayor importancia al desempeño de años más recientes sin penalizar en exceso la historia más antigua. En [6] se aplica DEA para calcular la eficiencia de cada oficina de un banco chileno y se comparan los resultados con las metas comerciales por formatos existentes, identificando brechas y oportunidades de mejora en la asignación de objetivos.

Durante el proceso de investigación de literatura, no se encontró alguna publicación similar sobre aplicación de DEA a una red de oficinas teniendo como marco a la realidad peruana.

### 3. Marco teórico

El concepto de eficiencia puede relacionarse al uso incurrido de recursos (entradas) para la obtención de determinadas salidas. La eficiencia al 100 % se alcanza cuando ninguna salida puede incrementar su nivel actual sin el aumento de una o más entradas (o sin el decrecimiento de otras salidas) y cuando ninguna entrada puede ser disminuida en su nivel actual sin el decrecimiento de una de las salidas o el incremento de alguna otra entrada.

Por otro lado, se entiende como Decision Making Unit (DMU) al grupo de instituciones, áreas, equipos o unidades administrativas que tienen entradas y salidas en común y son objeto del estudio de eficiencia. Se considera que estas unidades tienen la capacidad de modificar ya sea la cantidad de uno de los recursos empleados o la cantidad de resultados o salidas producidas [1] [3] [7]. Matemáticamente, es posible expresar la eficiencia de una DMU mediante la fórmula (1)

$$\text{Eficiencia}_j = \frac{\sum_{k=1}^p v_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m u_{ij} x_{ij}} \quad (1)$$

donde

$x_{ij}$  = cantidad de entrada o recurso  $i$  utilizado por la DMU  $j$

$y_{kj}$  = cantidad de entrada o recurso  $k$  utilizado por la DMU  $j$

$u_{ij}$  = peso correspondiente a la entrada  $i$  utilizada por la DMU  $j$

$v_{kj}$  = peso correspondiente a la entrada  $k$  utilizada por la DMU  $j$

$m$  = número total de entradas consideradas

$p$  = número total de salidas consideradas

La eficiencia por sí sola no logra explicar completamente el desempeño de una DMU a no ser que sea comparada contra alguna referencia válida. Es por ello que es necesario plantear el concepto de eficiencia según la referencia empleada:

- La eficiencia global considera como unidad de referencia a la de mayor eficiencia entre todas las DMU posibles.
- La eficiencia técnica considera como unidad de referencia a la de mayor eficiencia entre las DMU de su tamaño (unidades con entradas y salidas del mismo orden de magnitud).
- La eficiencia de escala es el cociente entre la eficiencia global y la eficiencia técnica.

El análisis envolvente de datos busca estimar una frontera de eficiencia para las DMU mediante la identificación de aquellas unidades eficientes aplicando métodos no paramétricos. En un conjunto de DMU con diversas entradas y salidas, se escogen los valores óptimos de ponderación de cada variable para cada una de las unidades analizadas, de tal forma que se utilicen dichos pesos para la comparación con el resto de DMU.

#### 3.1. Modelos de retorno de escala constante (CRS)

Como se plantea en [3], estos modelos parten de la presunción de que cualquier DMU puede alcanzar el desempeño de las unidades consideradas eficientes sin importar el tamaño. La representación básica inicial de los problemas DEA se expresa mediante el modelo no lineal (2)

Maximizar

$$e_J = \frac{\sum_{k=1}^p v_{kJ} y_{kJ}}{\sum_{i=1}^m u_{iJ} x_{iJ}}$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{k=1}^p v_{kJ} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m u_{iJ} x_{ij}} &\leq 1 & j = 1, 2, 3, \dots, n \\ v_{kJ} &\geq \varepsilon & k = 1, 2, 3, \dots, p \\ u_{iJ} &\geq \varepsilon & i = 1, 2, 3, \dots, m \end{aligned} \quad (2)$$

donde  $\varepsilon$  es una constante no-arquimediana estrictamente positiva. Además, el subíndice  $J$  representa la unidad en estudio. El modelo debe ser resuelto para cada una de las  $n$  DMU cuya eficiencia se desea encontrar. Todas aquellas unidades cuya función objetivo (luego de resolver el problema) tome valor 1, serán consideradas *eficientes*, mientras que el resto de unidades tendrán un valor de ineficiencia igual a  $(1 - \varepsilon_J)$ .

De (2) se desprende que el nivel máximo de eficiencia ( $\varepsilon_J = 1$  puede alcanzarse mediante la reducción proporcional de los inputs (modelos *input - orientados*) o a través de el máximo incremento de los outputs (modelos *output - orientados*), respetando siempre las restricciones planteadas (que ninguna DMU tenga una eficiencia mayor a 1 y que no existan pesos nulos).

### 3.1.1. Modelo CCR - Input

Como se indica en [3], existe un grado de libertad para la elección de la solución del problema anterior, pues si el par de vectores de pesos  $(v_{kJ}^*, u_{iJ}^*)$  es solución óptima del modelo, también lo son los pesos  $(av_{kJ}^*, au_{iJ}^*)$ . El modelo CCR-Input restringe las infinitas soluciones óptimas alternativas del modelo a sólo un par de vectores de pesos igualando el denominador a 1 (de esta forma también se "linealiza" el problema). El planteamiento del problema lineal para el modelo CCR-Input parte de la consideración de que si se mantiene el denominador constante, la maximización de la eficiencia se logra directamente con la maximización del numerador (salidas de las DMU).

De esta forma, el cociente presentado en el modelo básico puede ser re-expresado mediante un problema de programación lineal con  $p + m$  variables de decisión y  $n + 1$  restricciones. A esta forma de plantear el modelo se le conoce como forma multiplicadora:

Maximizar

$$\sum_{k=1}^p v_{kJ} y_{kJ}$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^p v_{kJ} y_{kj} - \sum_{i=1}^m u_{iJ} x_{ij} &\leq 0 & j = 1, 2, 3, \dots, n \\ \sum_{i=1}^m u_{iJ} x_{iJ} &= 1 \\ v_{kJ} &\geq \varepsilon & k = 1, 2, 3, \dots, p \\ u_{iJ} &\geq \varepsilon & i = 1, 2, 3, \dots, m \end{aligned} \quad (3)$$

Es posible expresar (3) mediante el empleo de las variables del dual del modelo. De esta forma se obtiene el siguiente problema, llamado forma envolvente:

Minimizar

$$\theta_J - \varepsilon \left[ \sum_{k=1}^p t_k + \sum_{i=1}^m s_i \right]$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &= \theta_J x_{iJ} - s_i & i = 1, 2, 3, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{kj} &= y_{kJ} + t_k & k = 1, 2, 3, \dots, p \\ \lambda_j &\geq 0 & \forall j \\ s_i, t_k &\geq 0 & \forall i, k \\ \theta_J & & \text{libre} \end{aligned} \quad (4)$$

La idea del modelo presentado en su forma dual es desarrollar combinaciones lineales entre las entradas y salidas de la DMU en estudio y los puntos restantes. De esta forma se pueden crear unidades virtuales cuyo par ordenado de entrada-salida está representado por la expresión  $(\theta_J x_{iJ} - s_i, y_{kJ} + t_k)$ . Así se tiene que minimizando el valor de  $\theta_J$  se reduce proporcionalmente el valor de las entradas de la DMU hasta el punto en que, manteniendo los niveles actuales de salida, sea posible utilizar una menor cantidad de recursos (por ello se conoce a este método como de *orientación a entrada o input*). Si se cumple que  $\theta_J^* = 1$  y además las variables de holgura  $t_k^* = s_i^* = 0$ , entonces se considera que la unidad es eficiente.

### 3.1.2. Modelo CCR - Output

El modelo CCR-Output, a diferencia del CCR-Input, busca la minimización del denominador de la fórmula ratio manteniendo el numerador constante, pues de esta forma se asegura la búsqueda del mayor nivel posible de eficiencia de cada DMU. Reordenando el modelo básico y expresándolo en la forma dual se tiene el siguiente problema lineal:

Maximizar

$$\Phi_J + \varepsilon \left[ \sum_{k=1}^p t_k + \sum_{i=1}^m s_i \right]$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &= x_{iJ} - s_i & i = 1, 2, 3, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{kj} &= \Phi_J y_{kJ} + t_k & k = 1, 2, 3, \dots, p \\ \lambda_j &\geq 0 & \forall j \\ s_i, t_k &\geq 0 & \forall i, k \\ \Phi_J & & \text{libre} \end{aligned} \quad (5)$$

Maximizando en (5) el valor de  $\Phi_J$ , se incrementa proporcionalmente el valor de las salidas de la DMU hasta el punto en que, manteniendo los niveles actuales de entrada, es posible obtener un mayor resultado (por ello se conoce a este método como de *orientación a salida o output*).

### 3.2. Modelos de retorno de escala variable (VRS)

Como se ve en [1], se consideran como modelos retorno de escala variable a aquellos modelos que plantean que existen algunas unidades que no pueden ser capaces de conseguir el mismo desempeño de las unidades eficientes de tamaño diferente. Esto significa que no siempre es posible obtener determinados niveles de eficiencia con una reducción proporcional de entradas (o aumento de salidas) ya que en cierto punto no llega a cumplirse una relación de escala directa (por ejemplo, el reducir a la mitad el recurso A puede aumentar la eficiencia en un factor W, pero una nueva reducción del mismo recurso no necesariamente llevará al mismo incremento proporcional de la eficiencia)

Debido a esto, la eficiencia analizada es la técnica, y las unidades consideradas como posibles son las que pertenecen al conjunto:

$$T_{VRS} = \{(\vec{x}, \vec{y}) : \exists \vec{\lambda} \geq 0, \vec{\lambda} X \leq \vec{x}; \vec{\lambda} Y \geq \vec{y}; \vec{\lambda} \vec{e}^T Y = 1\}$$

En la expresión anterior, X e Y son matrices de entradas y salidas en las DMU del problema analizado. Estas matrices tienen tantas filas como unidades decisorias existan y tantas columnas como entradas y salidas respectivamente.

Los modelos BCC-Input y BCC-Output resultantes son variaciones respecto a los originales de retorno de escala constante pues se agrega una restricción para asegurar que el modelo compare a cada DMU con aquellas de su tamaño. Además, ya que los modelos de retorno de escala variables trabajan sobre eficiencia técnica, se detectará una mayor cantidad de unidades eficientes en comparación a los modelos de escala constante, pues estos trabajan con eficiencia global.

Así pues se tiene al modelo BBC-Input:

Minimizar

$$\theta_J - \varepsilon [\sum_{k=1}^p t_k + \sum_{i=1}^m s_i]$$

Sujeto a

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} = \theta_J x_{iJ} - s_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{kj} = y_{kJ} + t_k \quad k = 1, 2, 3, \dots, p$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j$$

$$s_i, t_k \geq 0 \quad \forall i, k$$

$$\theta_J \quad \text{libre} \tag{6}$$

Con el ingreso de la restricción sobre la suma de componentes del vector  $\lambda$  se asegura la comparación a escala.

Y por su lado el modelo BCC-Output:

Maximizar

$$\Phi_J + \varepsilon \left[ \sum_{k=1}^p t_k + \sum_{i=1}^m s_i \right]$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &= x_{iJ} - s_i && i = 1, 2, 3, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{kj} &= \Phi_J y_{kJ} + t_k && k = 1, 2, 3, \dots, p \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j &\geq 0 && \forall j \\ s_i, t_k &\geq 0 && \forall i, k \\ \Phi_J &&& \text{libre} \end{aligned} \tag{7}$$

En ambos modelos (orientación entrada y salida), si se que cumple que la función objetivo toma valor igual a 1 y que además las variables de holgura  $t_k^* = s_i^* = 0$ , entonces se considerará que la unidad es eficiente.

### 3.3. Análisis de ventana

Este tipo de modelo es utilizado cuando se desea evaluar los niveles de eficiencia de las diferentes unidades de decisión a lo largo del tiempo y no sólo en un instante dado [13]. Para lograr esto, cada vez que se evalúe una DMU en un determinado horizonte de tiempo, ésta sería considerada como si fuera una unidad diferente. De esta forma, su desempeño será comparado no sólo con el resto de unidades, sino con ella misma durante el tiempo.

Cuadro 1. Estructura de análisis de ventana (ejemplo)

DMU	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
A	$\rho_{1A}^1$	$\rho_{2A}^1$ $\rho_{2A}^2$	$\rho_{3A}^2$ $\rho_{3A}^3$	$\rho_{4A}^3$
B	$\rho_{1B}^1$	$\rho_{2B}^1$ $\rho_{2B}^2$	$\rho_{3B}^2$ $\rho_{3B}^3$	$\rho_{4B}^3$
C	$\rho_{1C}^1$	$\rho_{2C}^1$ $\rho_{2C}^2$	$\rho_{3C}^2$ $\rho_{3C}^3$	$\rho_{4C}^3$

Fuente: Villa (2003, p.47)

Supóngase que se cuenta con 3 DMU analizadas a lo largo de 4 períodos. Es posible realizar un análisis de ventana al incluir en cada ejecución del problema, eficiencias de 2 periodos diferentes por cada DMU siguiendo una estructura similar a la mostrada en el Cuadro 1. De esta manera,



el primer problema consta de 6 unidades: las unidades A, B y C en los periodos 1 y 2. El segundo problema involucraría analizar a las unidades A, B y C en los periodos 2 y 3 y así sucesivamente

Sin embargo, existe una descompensación en la frecuencia con la que se consideran los valores de los primeros y últimos periodos en el análisis lo que impide que se reflejen de forma adecuada en el valor promedio como en el caso de los restantes periodos, por lo que muchas veces es necesario aplicar métodos de medias ponderadas (como el de Fibonacci aplicado en [2]) para evitar este inconveniente.

## 4. Marco Conceptual

La entidad en la cual se aplicará el análisis envolvente de datos es uno de los principales bancos en el Perú, con más de 300 oficinas a lo largo de todo el territorio nacional, dedicadas a la intermediación financiera[4]. Las oficinas cuentan internamente con varios canales de atención para clientes y usuarios, donde se brindan servicios específicos de acuerdo a la capacidad de dicho canal y a la necesidad del cliente. El Cuadro 2 muestra algunos conceptos y definiciones de términos relacionados a la gestión de las oficinas que facilitarán un mejor entendimiento en el desarrollo del modelo de eficiencia.

Cuadro 2. Glosario de términos y definiciones de la gestión de oficinas

<b>Término</b>	<b>Definición</b>
Arribo	Llegada de una persona a la oficina a cualquiera de los canales de atención
Transacción	Interacción entre la persona que arriba a la oficina y el canal de Ventanilla o ATM. Un solo arribo puede estar asociado a varias transacciones en un mismo día
Banca Negocios	Segmentación interna de la empresa para pequeñas empresas e independientes
Banca Premium	Segmentación interna de la empresa para personas con saldos e ingresos mayores
Banca Consumo	Segmentación interna de la empresa para el resto de personas naturales
Banca Masiva	Segmentación interna de la empresa para personas con saldos e ingresos medios o bajos
Asesor de Servicio	Staff de la oficina encargado de la atención del canal Ventanilla
ATM	Cajeros automáticos
Ejecutivo	Staff de la oficina encargado de la atención del canal Plataforma
Colocaciones	Venta de productos activos. Incluye tarjetas de crédito, préstamos personales, vehiculares, hipotecarios, PYME
Depósitos	Venta de productos pasivos. Incluye seguros, CTS, planilla
Saldo Activo	Saldo mensual de las colocaciones a los clientes de la oficina
Saldo Pasivo	Saldo mensual de los depósitos de los clientes de la oficina
Margen Financiero	Margen operativo generado por los clientes de la oficina

Fuente: Banco Comercial objeto de estudio

La distribución de las oficinas analizadas no es uniforme en todo el país, pues la gran mayoría se concentra en Lima y Callao debido a que ahí se encuentran los grandes nichos demográficos y de negocio en el país. Las oficinas se agrupan en territorios que facilitan la gestión. Estas regiones se definen en base a límites naturales de los distritos, cortes de avenidas principales y organización geográfica tal cual puede verse en la Figura 2.

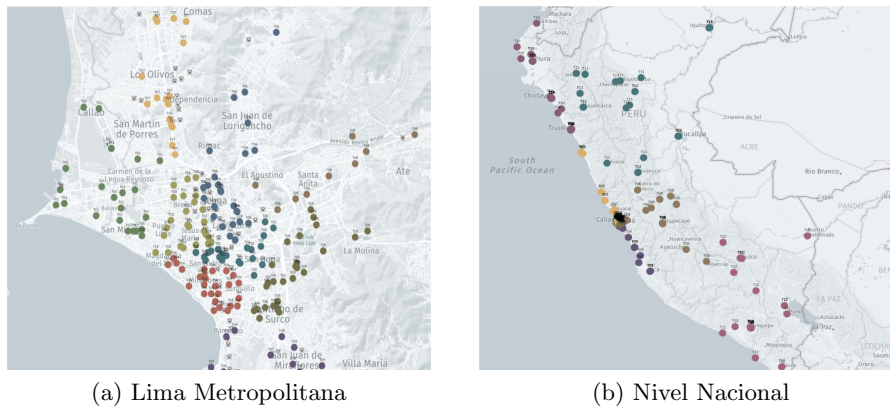


Figura 2. Mapa de distribución geográfica de oficinas  
Fuente: Banco Comercial objeto de estudio.

## 5. Metodología

### 5.1. Muestra analizada

Se seleccionaron 110 oficinas respetando la distribución vigente dentro de los 12 territorios que gestiona la empresa. La información analizada abarca 6 meses que serán considerados en el análisis temporal. Este periodo se sustenta en la frecuencia con la que se evalúa el desempeño de las oficinas (premiaciones y pago de bonificaciones),

### 5.2. Variables de estudio

La selección de las variables responde al enfoque que el banco da a sus oficinas actualmente: las oficinas son el canal masivo de atención donde las personas pueden gestionar todo tipo de transacción o servicio mientras se administran los productos activos y pasivos de la cartera de clientes buscando generar mayores márgenes operativos. Los Cuadros 3 y 4 muestran las variables de entrada y salida consideradas, respectivamente.

### 5.3. Enfoque planteado

Con la finalidad de analizar el impacto de las diferentes variables input y output en la determinación de la frontera eficiente, se plantearán dos escenarios de modelado:

- El primero de ellos, llamado “Escenario 1”, se enfoca más en el manejo de la cartera de clientes y la gestión de saldos de colocaciones y depósitos en la oficina.
- El “Escenario 2” centrará su atención en la eficiencia operativa relacionada a la transaccionalidad y venta de productos en la oficina según la afluencia de público.

Cuadro 3. Variables de entrada para el modelamiento

Variable	Código
Cantidad de clientes de la cartera Banca Masiva	CLLMAS
Cantidad de clientes de la cartera Banca Consumo	CLLCON
Cantidad de clientes de la cartera Banca Premium	CLLPRM
Cantidad de clientes de la cartera Banca Negocios	CLLNEG
Cantidad de arribos totales mensuales	ARR_TOT
Cantidad de Asesores de Servicio	NUM_ADS
Cantidad de cajeros automáticos	NUM_ATM
Cantidad de Ejecutivos	NUM_EBM

Fuente: Banco Comercial objeto de estudio

Cuadro 4. Variables de salida seleccionadas para el modelamiento

Variable	Código
Margen financiero (miles S/) de los clientes de la oficina	MRG_FIN
Saldo (miles S/) de ahorros	SDO_AHO
Saldo (miles S/) de cuenta corriente	SDO_CTE
Saldo (miles S/) de fondos mutuos	SDO_FMT
Saldo (miles S/) de depósitos a plazo	SDO_PLZ
Saldo (miles S/) de CTS	SDO_CTS
Saldo (miles S/) de préstamos de libre disponibilidad	SDO_PLD
Saldo (miles S/) de préstamos vehiculares	SDO_VEH
Saldo (miles S/) de préstamos hipotecarios	SDO_HIP
Saldo (miles S/) de tarjeta de crédito	SDO_TDC
Saldo (miles S/) de préstamos comerciales	SDO_JUR
Venta (unidades) de tarjeta de crédito	VTA_TDC
Venta (miles S/) de ahorros	VTA_AHO
Venta (miles S/) de préstamos personales	VTA_PPR
Venta (miles S/) de préstamos comerciales	VTA_JUR
Número de transacciones en cajeros automáticos	TRX_ATM
Cantidad de arribos atendidos antes del tiempo meta	ARR_TEO
Número de transacciones de pago de servicios	TRX_SRV
Número de transacciones de pago de cuotas	TRX_CUO
Número de transacciones de depósitos	TRX_DEP
Número de transacciones de retiros	TRX_RET
Número de transacciones de transferencias	TRX_TRF
Número de transacciones de otras categorías	TRX_OTR

Fuente: Banco Comercial objeto de estudio

En ambos casos se empleó el enfoque Output en su forma envolvente, ya que, para la empresa, una oficina eficiente es aquella que produce la mayor cantidad de outputs dado el input que maneja. Además, se trabajó un análisis de ventana de 2 periodos. Se diseñó un modelo DEA con retornos a escala constante para medir la eficiencia global (ETG). Posteriormente se complementó el estudio con un modelo DEA con retornos a escala variable para descomponer la eficiencia global en eficiencia técnica (ET) y eficiencia a escala (EE).

## 5.4. Herramienta diseñada

Se creó una interface en Microsoft Excel para el volcado de información y selección de oficina de referencia y un modelo base (CRS y VRS) en Lingo con conexión directa a la hoja de cálculo. Además mediante el empleo de macros se automatizó la integración de ambos programas para el registro ordenado de soluciones y holguras halladas en cada iteración.

La herramienta automatizada de solución creada genera un ahorro importante en la ejecución de los modelos envolvente de datos. En el Cuadro 5 se muestran los tiempos (en segundos) de duración de un modelado simple en comparación con la herramienta propuesta. Se observa que la herramienta automatizada genera un ahorro de tiempo de 95 % por cada DMU modelada. Considerando la cantidad de oficinas y ventanas de tiempo analizadas, esto puede representar una reducción de tiempo total de ejecución de 52 a 2.5 horas de cada escenario.

Cuadro 5. Comparativo de tiempos de ejecución

Actividad	Modelado independiente	Herramienta propuesta
Selección de datos (DMU base)	45 seg.	5 seg.
Codificación de lógica	240 seg.	-
Registro de resultados	60 seg.	10 seg.
Tiempo total	345 seg.	15 seg.

Fuente: Elaboración propia

## 6. Resultados

### 6.1. Escenario 1

Existen territorios con un nivel muy bajo de oficinas eficientes (en especial el territorio T04) y otros con un muy buen desempeño general tanto en eficiencia media como número de oficinas eficientes (T05). Esta diferencia tan marcada se debe a la suposición en la que se basa el modelo CRS (en que no hay límite por escalamiento en el nivel de exigencia al que se ven sometidas la DMU's), ya que precisamente esos territorios sí mejoran su desempeño al considerarse una eficiencia a escala (VRS) como puede verse en el Cuadro 6.

Al incorporar el modelo VRS en este escenario, se pueden identificar con mayor precisión algunas características sobre el desempeño de los territorios:

- El territorio T05 presenta el mejor desempeño tanto en eficiencia media como en porcentaje de oficinas eficientes. Incluso el 20 % de oficinas identificadas como no-eficientes en este territorio presentan un nivel relativamente alto de eficiencia que permiten tener un valor promedio muy cercano a la unidad.
- Territorios como T11 y T12 presentan una mejora importante (en eficiencia media y en porcentaje de oficinas eficientes) al aplicar un modelo de escala variable. Las oficinas presentes en estos territorios pueden incrementar la salida que generan de forma proporcional a las entradas que manejan solo hasta cierto punto, donde ya no aplica una relación proporcional constante.

Cuadro 6. Eficiencia media ponderada CRS vs VRS - Escenario 1

Territorio	Modelo CRS		Modelo VRS		Variación	
	Eficiencia media	Oficinas eficientes	Eficiencia media	Oficinas eficientes	Eficiencia media	Oficinas eficientes
T01	0.9738	33.3 %	0.9971	44.4 %	↑ 0.023	↑11.1 %
T02	0.9778	12.5 %	0.9990	25.0 %	↑0.021	↑12.5 %
T03	0.9747	22.2 %	0.9779	33.3 %	↑0.003	↑11.1 %
T04	0.9796	0.0 %	0.9884	20.0 %	↑0.009	↑20.0 %
T05	0.9972	70.0 %	0.9995	80.0 %	↑0.002	↑10.0 %
T06	0.9611	44.4 %	0.9724	55.6 %	↑0.011	↑11.1 %
T07	0.9690	20.0 %	0.9873	50.0 %	↑0.018	↑30.0 %
T08	0.9524	25.0 %	0.9887	37.5 %	↑0.036	↑12.5 %
T09	0.9585	22.2 %	0.9961	44.4 %	↑0.038	↑22.2 %
T10	0.8496	9.1 %	0.9148	9.1 %	↑0.065	-
T11	0.9377	37.5 %	0.9759	75.0 %	↑0.038	↑37.5 %
T12	0.9489	11.1 %	0.9921	33.3 %	↑0.043	↑22.2 %

Fuente: Elaboración propia

Es precisamente lo identificado en los territorios T11 y T12 lo que hace necesario diferenciar las oficinas según los valores obtenidos de eficiencia técnica (ET), eficiencia global (ETG) y eficiencia a escala (EE). Esta diferenciación será en la forma de categorías según la cascada indicada en el Cuadro 7. Las categorías "A" y "B" corresponden a oficinas eficientes tanto en el modelo CRS como en el VRS. Los cortes empleados para las categorías restantes permiten asegurar que no se bonifiquen en exceso a aquellas oficinas que aumentan su eficiencia solo por el cambio de escala constante a variable: el banco considera que todas las oficinas cuentan con todas las herramientas de gestión necesarias para mejorar sus indicadores acordes a las entradas con las que cuentan, por lo que una alta eficiencia técnica y una baja eficiencia global no debería ser considerado como algo adecuado.

Cuadro 7. Categorización de oficinas según niveles de eficiencia

Categoría	Eficiencia global	Eficiencia técnica
Cat. 1	1	1
Cat. 2	$\geq 0.9$	1
Cat. 3	$\geq 0.9$	$\geq 0.975$
Cat. 4	$\geq 0.85$	$\geq 0.9$
Cat. 5	Resto de oficinas	

Fuente: Elaboración propia

Es posible calificar a los territorios según la concentración de las categorías antes descritas, tal como se muestra en la Figura 3. Se observa una concentración muy marcada de oficinas de categoría 1 y 5 en los territorios T05 y T10 respectivamente, conforme con lo identificado en el Cuadro 7. Además, se observa que el territorio T02 no presenta ninguna oficina en categorías bajas, pero sí un alto porcentaje en la categoría 3 lo que explica el por qué tiene un nivel de eficiencia media tan alto (muy cercano a 1) pero pocas oficinas eficientes. Por último, existen territorios como T03 o T12 con una presencia más distribuida de todas las categorías.

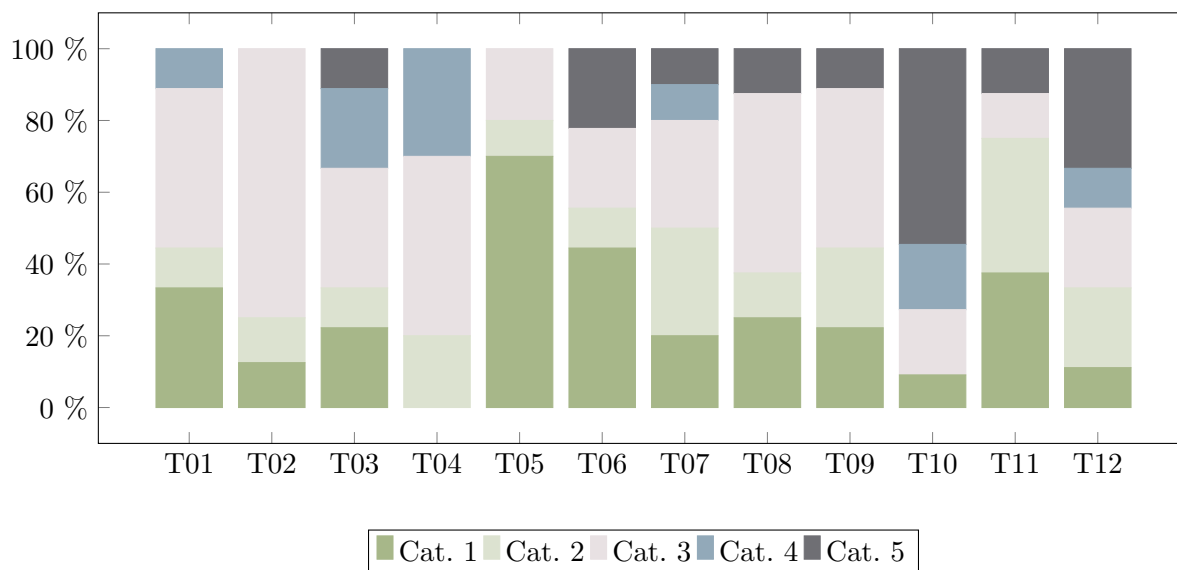


Figura 3. Composición de territorios por categoría de desempeño - Escenario 1  
Fuente: Elaboración propia

## 6.2. Escenario 2

Se observa ahora en el cuadro 8 que en general los niveles de eficiencia son más bajos que los del enfoque anterior (Escenario 1) e incluso en muchos casos no existen oficinas eficientes en los territorios. Si se analiza el modelo VRS en este escenario, es evidente que en territorios como T11 y T12 (y en menor medida T04, T05 y T07) la eficiencia media y el porcentaje de oficinas eficientes mejora de forma importante. Esta variación tan marcada demuestra la gran brecha que existe al introducir la escala variable en el modelo.

Cuadro 8. Eficiencia media ponderada CRS vs VRS - Escenario 2

Territorio	Modelo CRS		Modelo VRS		Variación	
	Eficiencia media	Oficinas eficientes	Eficiencia media	Oficinas eficientes	Eficiencia media	Oficinas eficientes
T01	0.9299	11.1 %	0.9604	11.1 %	↑0.030	-
T02	0.9458	12.5 %	0.9612	25.0 %	↑0.015	↑12.5 %
T03	0.9261	22.2 %	0.9334	22.2 %	↑0.007	-
T04	0.9629	10.0 %	0.9708	30.0 %	↑0.008	↑20.0 %
T05	0.9742	20.0 %	0.9851	40.0 %	↑0.011	↑20.0 %
T06	0.9091	0.0 %	0.9337	0.0 %	↑0.025	-
T07	0.9020	0.0 %	0.9234	20.0 %	↑0.021	↑20.0 %
T08	0.9076	0.0 %	0.9340	12.5 %	↑0.026	↑12.5 %
T09	0.9357	0.0 %	0.9532	11.1 %	↑0.018	↑11.1 %
T10	0.9128	18.2 %	0.9309	18.2 %	↑0.018	-
T11	0.9670	0.0 %	0.9922	50.0 %	↑0.025	↑%
T12	0.9281	0.0 %	0.9597	44.4 %	↑0.032	↑44.4 %

Fuente: Elaboración propia

Este comportamiento se explica si se considera a detalle la naturaleza de las variables de salida del modelo: la transaccionalidad de los canales no responde solamente a una proporción directa de la capacidad instalada, sino también a otros factores como el volumen máximo de operaciones por hora que pueden soportar los sistemas del banco (saturación de los canales). También la cantidad posible de ventas a colocar se ve limitada por factores externos como las políticas de riesgo para aprobación de productos o a las metas internas de cada oficina. Todo esto hace que una medición del modelo CRS tal vez no sea lo más adecuado al comportamiento de estas variables como sí uno del tipo VRS.

Por último, también es posible aplicar los mismos criterios de categorización de oficinas del escenario anterior a los territorios. La Figura 4 muestra la composición de oficinas por categoría dentro de cada territorio. Se puede observar una alta concentración de oficinas de categoría 5 (menor eficiencia) en los territorios T07 y T08, a la vez que existen territorios sin presencia de oficinas de categoría 1 (T07, T08, T09, T11 y T12). Si tomamos en cuenta la baja proporción de oficinas de categoría 4 ó 5 en el territorio T05, podemos ver que en este escenario también el es territorio de mejor desempeño general.

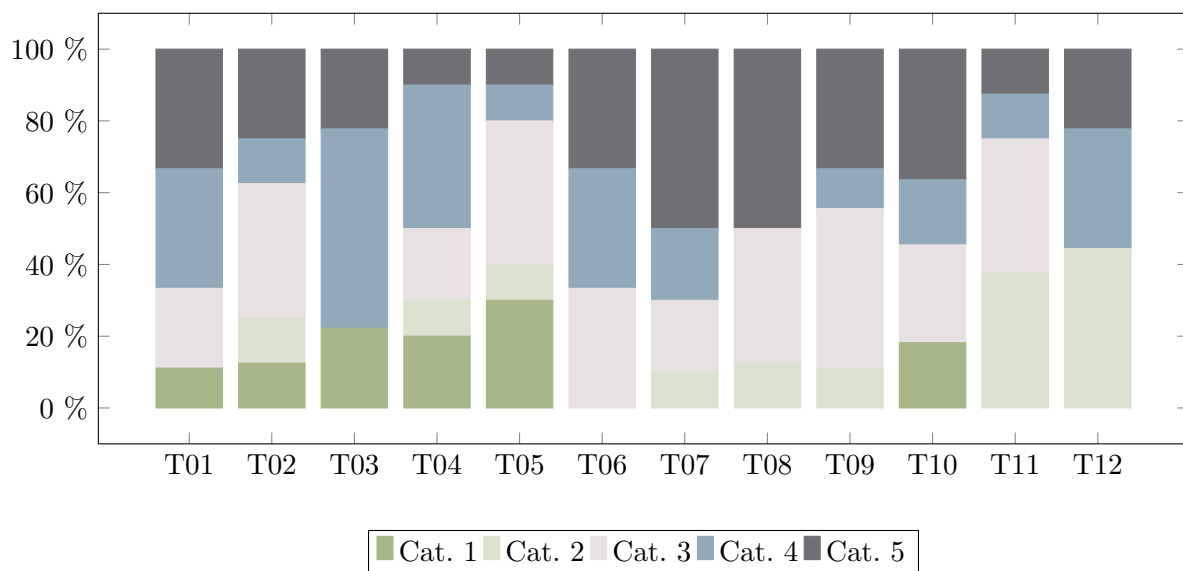


Figura 4. Composición de territorios por categoría de desempeño - Escenario 2  
Fuente: Elaboración propia.

### 6.3. Integración de modelos

Cada uno de los modelos evaluados para los escenarios planteados brinda valores de eficiencia con los cuales pueden evaluarse a las oficinas y territorios. Si bien estos enfoques son complementarios (cada uno considera a las oficinas desde un punto de vista particular), no dejan de ser visualizaciones individuales de lo que verdaderamente compone la gestión de una oficina bancaria. Se plantea crear una calificación del mix de niveles de eficiencia vistos anteriormente para que, de esta forma, la gerencia y áreas responsables de la estrategia de canales podrán realizar un seguimiento de resultados y plantear metas de acuerdo con las oportunidades de mejora en cada oficina. Así se tienen 4 niveles de oficinas:

- Nivel A, conformado por oficinas con un buen desempeño en el enfoque de transaccionalidad/ventas y un desempeño medio y alto en el enfoque financiero (saldos y margen).

- Nivel B, conformado por oficinas con un buen desempeño en el enfoque financiero (importante para los resultados del banco de cara a los accionistas).
- Nivel C, conformado por oficinas con un desempeño medio/alto en el enfoque financiero.
- Nivel D, conformado por el resto de las oficinas.

De este modo es que finalmente se pueden catalogar a las oficinas estudiadas tal como se muestra en el Cuadro 9, donde se puede observar la composición de oficinas según nivel de desempeño por territorio. Se observa que, tal como arrojaban los modelos por separado, los territorios T05 y T10 definitivamente son los de mejor y peor desempeño respectivamente. Pero además también se observa que otros territorios (como T06 o T07) tienen en líneas generales un buen desempeño mientras que otros como T12 tienen aún mucho margen de mejora.

Cuadro 9. Composición de desempeño por territorios - modelos integrados

Territorio	Nivel A	Nivel B	Nivel C	Nivel D
T01	11 %	33 %	44 %	11 %
T02	25 %	13 %	63 %	0 %
T03	11 %	33 %	22 %	33 %
T04	20 %	0 %	50 %	30 %
T05	40 %	50 %	10 %	0 %
T06	0 %	56 %	22 %	22 %
T07	10 %	50 %	20 %	20 %
T08	13 %	25 %	50 %	13 %
T09	11 %	33 %	44 %	11 %
T10	9 %	9 %	9 %	73 %
T11	38 %	38 %	13 %	13 %
T12	22 %	11 %	22 %	44 %

Fuente: Elaboración propia

#### 6.4. Propuesta de ranking de oficinas

El empleo de los resultados arrojados por los modelos DEA aplicados permite diseñar un método objetivo para ordenar las oficinas en un ranking según el nivel de eficiencia alcanzado. Para ello se aplicarán las siguientes reglas (en forma de cascada) de ordenamiento:

- Aquellas oficinas que hayan sido identificadas con una eficiencia global igual a 1 (bajo cualquiera de los dos escenarios analizados) en por lo menos 6 ventanas de tiempo serán las primeras del ranking. El orden interno será en función a la cantidad de veces que han sido consideradas como conjunto de referencia en la solución de alguna DMU ineficiente bajo los modelos de escala constante.
- El siguiente grupo de oficinas lo conformarán aquellas cuya eficiencia técnica ha sido igual a 1 (bajo cualquiera de los dos escenarios analizados) en por lo menos 6 ventanas de tiempo. De forma análoga al caso anterior, el orden interno será en función a la cantidad de veces que fueron consideradas como conjunto de referencia bajo los modelos de escala variable.
- El tercer grupo lo conformarán aquellas oficinas cuya eficiencia (global o técnica) ha sido igual a 1 en por lo menos 2 ventanas de tiempo. El orden interno será en función a la cantidad de veces que fueron consideradas como conjunto de referencia (tanto en el modelo escala constante como variable de forma conjunta).



- El resto de oficinas (poco eficientes bajo cualquier enfoque y ventana de tiempo) pertenecen al último grupo. Estas serán ordenadas según un promedio simple de sus respectivos niveles de eficiencia global y técnica.

Este ranking sitúa en las primeras posiciones a aquellas oficinas que han demostrado ser no solo eficientes en repetidas oportunidades, sino que también sirven como referencia para el resto. Por otro lado, penaliza a aquellas que siempre fueron poco eficientes y lograron un bajo desempeño en cualquier escenario.

Se observa en la Figura 5 que los resultados son consistentes con lo observado en el capítulo anterior, en lo que se refiere a los territorios con mejor y peor desempeño. Esto demuestra que es posible emplear un ranking de oficinas de acuerdo al nivel de eficiencia que logre capturar los diferentes resultados alcanzados en los modelos y escenarios evaluados.

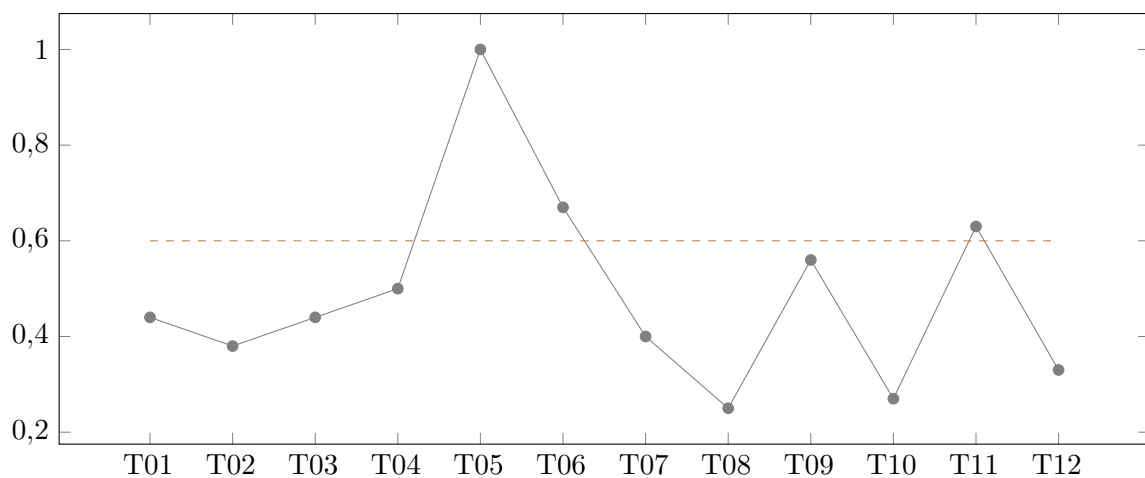


Figura 5. Fracción de oficinas con desempeño superior según ranking propuesto

Fuente: Elaboración propia

### 6.5. Caracterización de una oficina eficiente

Haciendo uso del ranking propuesto y los valores asociados a las variables de entrada y salida de los modelos aplicados (en ambos escenarios), es posible identificar qué elementos son los que caracterizan a las oficinas eficientes del resto. Para ello se analizaron los ratios entrada/salida combinados de los escenarios estudiados y se comparó el resultado de las 5 mejores oficinas, el tercio superior y el total de oficinas analizadas.

Se observa de la Figura 6 que una oficina eficiente es aquella que:

- Genera un mayor margen financiero per cápita
- Administra mejor los recursos de largo plazo (fondos mutuos y depósitos) que permiten un fondeo adecuado
- Gestiona mejor el saldo de los productos activos (son los que generan mayor margen)
- Tiene un alto nivel de productividad en los asesores de servicio (atención de transacciones)
- Mantiene un adecuado nivel transaccional en cajeros automáticos y gestión de cola

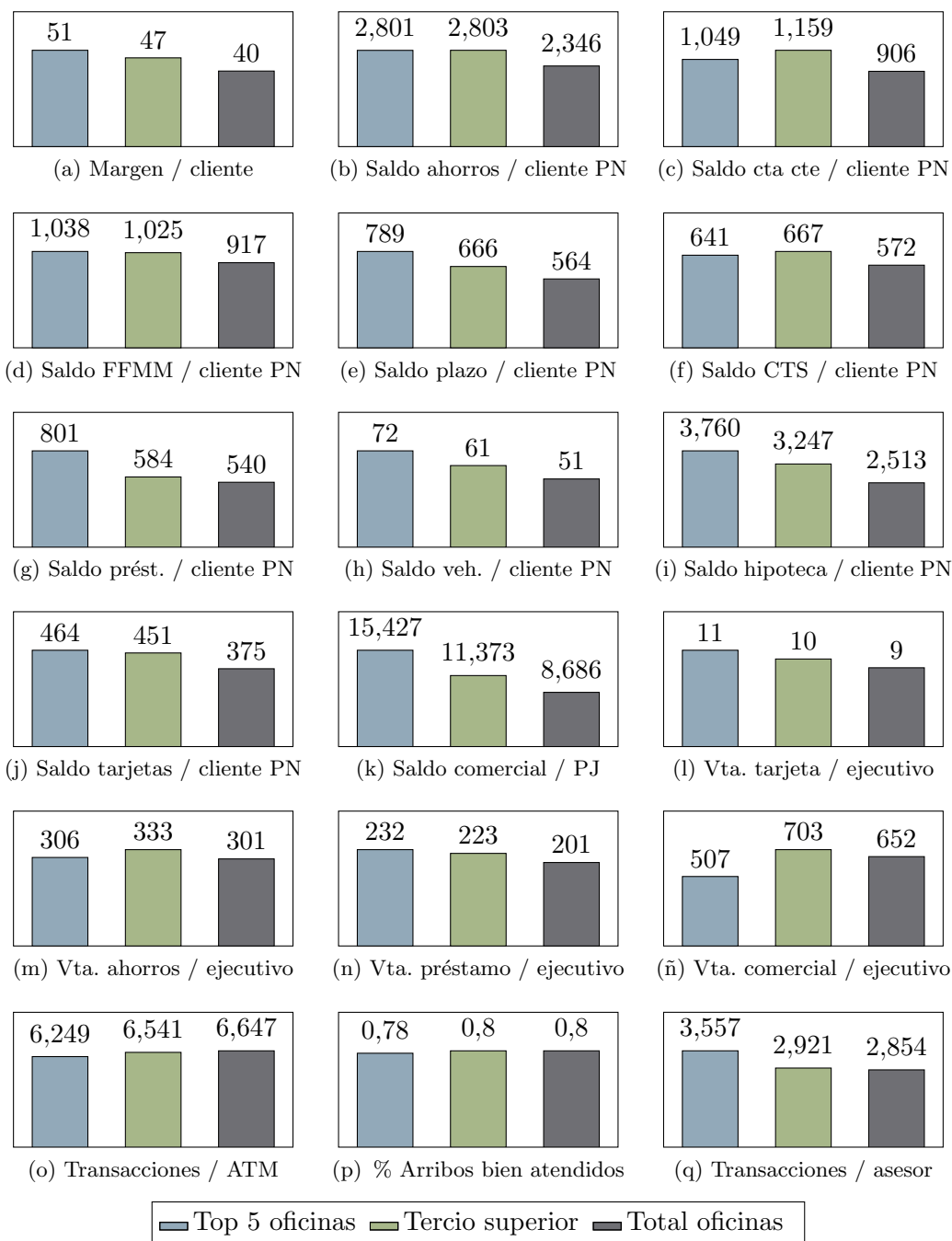


Figura 6. Caracterización de oficinas eficientes

Fuente: Elaboración propia

## 7. Conclusiones

- Los resultados obtenidos en el Escenario 1 (foco en gestión de la cartera de clientes) muestran que el territorio T05 es el de mejor desempeño, con una eficiencia media de 99.72% y 99.95% en los modelos CRS y VRS respectivamente. Por otro lado, el territorio T10 es de menor rendimiento, con eficiencia media de 84.96% y 91.48% respectivamente.
- El territorio T05 alcanza también los niveles más altos de rendimiento bajo el Escenario 2

(foco en transaccionalidad y ventas), con una eficiencia media global y técnica de 97.42 % y 98.51 % respectivamente. El territorio T10 presenta una ligera mejora en eficiencia respecto al otro escenario, pero aún así se ubica entre los territorios de peor desempeño.

- Existen algunos territorios (como T11) que mejoran considerablemente su desempeño al pasar de un modelo CRS a VRS en ambos escenarios. Esto debido a que las oficinas presentes en dichos territorios pueden incrementar la salida que generan de forma proporcional solo hasta cierto punto, donde ya no aplica una relación proporcional constante y entra a tallar una relación de escala.
- En términos generales, los niveles de eficiencia alcanzados en el Escenario 2 son menores debido a que el sistema de gestión actual de las oficinas concentra más esfuerzos en el manejo de una cartera existente a comparación de la adquisición de nuevos clientes o productos e incremento de transaccionalidad.
- La cantidad de veces que una oficina aparece como referencia en la solución de un problema es un indicador muy útil sobre el desempeño real de esta, ya que una alta aparición indica que consistentemente es la oficina que todos deben tomar como benchmark interno. El ranking que este criterio permite diseñar puede servir además como una herramienta de seguimiento de la gerencia para premiar a las mejores oficinas y reforzar a aquellas que lo requieran.
- Una oficina eficiente es aquella que gestiona mejor los productos de fondeo (pasivos de largo), activos más rentables y mantiene niveles altos de productividad en los asesores de servicio.

## 8. Recomendaciones

- Evaluar la inclusión de modelos de supereficiencia para refinar el ranking propuesto considerando la presencia de muchas oficinas eficientes.
- Actualizar el modelo (variables y ejecución) por lo menos 3 veces al año usando información móvil de los últimos 6 meses. Se recomienda que las actualizaciones sean espaciadas para poder identificar con claridad cambios en el desempeño de las oficinas en los diferentes puntos de tiempo.
- Extender el estudio al resto de canales de atención o ventas del banco (banca mayorista, fuerzas de ventas externas, ventas dirigidas, etc.) aplicando la metodología de análisis envolvente de datos.

## Referencias bibliográficas

- [1] Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- [2] Charles, V., Kumar, M., Zegarra, L. & Avolio, B. (2011). Benchmarking Peruvian Banks using Data Envelopment Analysis. *Journal of CENTRUM Cathedra*, 4(2), 147-164.
- [3] Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.

- [4] Clemente, L. (2019). *Optimización de la eficiencia operativa de las oficinas de un banco comercial utilizando DEA (Data Envelopment Analysis)* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- [5] Eken, M., & Kale, S. (2011). Measuring bank branch performance using Data Envelopment Analysis (DEA): The case of Turkish bank branches. *African Journal of Business Management*, 5(3), 889 - 901.
- [6] Fariás, K. (2013). *Propuesta y aplicación de un modelo que permita identificar los factores que influyen en el nivel de eficiencia de la red de sucursales de la banca personas del BBVA*. Memoria. Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- [7] Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290.
- [8] Fethi, M. & Pasiouras, F. (2009). Assessing Bank Performance with Operational Research and Artificial Intelligence Techniques: A Survey (Working Paper Series N° 2009.02). *Reino Unido: School of Management - University of Bath*.
- [9] Kaveh, M. (2011). Iranian Bank Branches Performance by Two Stage DEA Model. *International Conference on Economics and Finance Research IPEDR*, 4.
- [10] Paradi, J., Rouatt, S. & Zhu, H. (2011). Two-stage evaluation of bank branch efficiency using data envelopment analysis. *Omega*, 39(1), 99-109.
- [11] Rodríguez-Lozano, G. (2019). The Colombian Banking Sector: Analysis from Relative Efficiency. *IntechOpen*. Recuperado de <https://www.intechopen.com/online-first/the-colombian-banking-sector-analysis-from-relative-efficiency>
- [12] Superintendencia de banca, seguros y AFP. (31 de mayo de 2018). *Información Estadística del Sistema Financiero*. Obtenido de <http://www.sbs.gob.pe/estadisticas/sistema-financiero>
- [13] Villa, G. (2003). *Análisis por Envoltura de datos (DEA): Nuevos Modelos y Aplicaciones* (Tesis Doctoral). Universidad de Sevilla, Sevilla, España.
- [14] Yang, Z. (2008). Assessing the performance of Canadian bank branches using data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research*, 60, 771-780.
- [15] Yang, Z. (2009). Bank Branch Operating Efficiency: A DEA Approach. *International Multi Conference of Engineers and Computer Scientist*, Hong Kong.