

# MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ASOCIADA A CADA ESPECIALIDAD ODONTOLÓGICA AL INTERIOR DE LAS CLÍNICAS PREDENT S.A.

D.M. Neiza<sup>1</sup>, N. Velasco Ph.D<sup>1</sup>, C.A. Amaya Ph.D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.*

*Resumen* – Partiendo de la eficiencia como la mejor distribución posible de los insumos empleados con el fin de obtener la mayor cantidad de beneficios, es importante conocer el nivel de eficiencia presentado por diferentes unidades de negocio dentro de una misma empresa. Conociendo cuál unidad es más eficiente que las demás, se pueden planear diferentes estrategias de negocio dentro de la empresa, bien sea reduciendo los costos de mantener las unidades menos eficientes, u optimizando los procesos realizados en dichas unidades con el fin de maximizar las salidas que produce.

Este es el caso del presente proyecto de investigación, en el cual se pretende encontrar dichos niveles de eficiencia para las unidades de negocio (especialidades) de la empresa Predent S.A. Los resultados encontrados inicialmente fueron de eficiencia 1 para todas las clínicas, lo cual por ser un análisis relativo indica que todas las especialidades son muy similares en cuanto al manejo de recursos para producir salidas. Después de realizar varias transformaciones a las variables de estudio, se obtuvo que el 50% de las especialidades son eficientes.

*Palabras Claves* – Eficiencia, Análisis envolvente de datos, Frontera eficiente, Variables de entrada y de salida.

## **1. Introducción**

Es importante ver el sector de la salud como un sector en el cual pueden ser implementados diferentes métodos de ingeniería, ya que como todos los demás sectores tiene un fin lucrativo, el cual se ve afectado cuando los procedimientos que se realizan al interior de una clínica no se realizan de manera eficiente. En el presente artículo se tiene como principal objetivo lograr identificar las diferencias existentes en cada una de las especialidades que se practica al interior de las clínicas Predent S.A., para lo cual, se realizan mediciones de eficiencia relativa, estableciendo relaciones entre las variables de entrada y de salida para maximizar utilidad minimizando costos.

Para lograr este objetivo se considera necesario inicialmente identificar los factores de ineficiencia de cada una de las especialidades, y posterior a esto se deben analizar dichos factores para así poder sugerir algunas recomendaciones que ayuden a disminuir la ineficiencia.

La razón por la cual se lleva a cabo este análisis de eficiencia, es debido a que actualmente al interior de las clínicas Predent S.A. se presentan diferencias entre los resultados producidos por cada una de las especialidades. Para lograr el objetivo anteriormente mencionado se realizó un análisis y selección del modelo óptimo para medir la eficiencia relativa que tiene cada una de las especialidades odontológicas.

El objetivo de análisis es obtener el nivel de eficiencia de cada especialidad al interior de las Clínicas. Y teniendo en cuenta estos datos, se pretende unificar el nivel de eficiencia por especialidad para todas las clínicas tomando como referencia la especialidad más eficiente.

Por otro lado, se quiere saber si la ineficiencia de una especialidad (con respecto a las otras) se debe a que los procesos no se llevan a cabo eficientemente o si la razón de esto es que una especialidad es más comercial que otra. Una vez identificado esto, se pueden sugerir diferentes acciones, bien sea optimizar los procesos para que sean realizados de la manera más eficiente posible, o dar prioridad a algunas especialidades en cuanto a publicidad u otros gastos administrativos, según sea el caso.

El presente artículo se desarrolla de la siguiente manera: inicialmente se encuentra la revisión bibliográfica, después de esto se mencionará la situación actual de las clínicas Predent S.A. para posteriormente explicar la metodología que se siguió. Esta metodología incluye la descripción de varios métodos para medir eficiencia y explica las ventajas y razones por las cuales fue seleccionado el método de Análisis Envolvente de Datos, DEA (por sus siglas en inglés), la descripción de las variables de entrada y de salida seleccionadas para medir la eficiencia, teniendo en cuenta que eran las que mejor podrían explicar la diferencia existente entre los niveles de eficiencia de cada especialidad, se muestra la formulación utilizada para resolver el problema, y también se muestra un análisis factorial que fue utilizado para agrupar variables. A continuación, se presentan los resultados que se obtuvieron al correr el modelo con los datos proporcionados por la empresa, y se concluirá con base a los resultados y a la metodología usada. Por último, se plantean unas recomendaciones para las clínicas.

## **2. Revisión bibliográfica**

No se encontraron estudios anteriores acerca de la eficiencia en especialidades odontológicas. Los artículos que se encontraron relacionados con esta investigación fueron de análisis DEA aplicados en odontología en general en Estados Unidos “Cost Efficiency and Scale Economies in General Dental Practices in the U.S.: A Non-Parametric Analysis” (Chen & Ray, 2010).

Por otro lado, se encontraron dos artículos que utilizan el análisis DEA en hospitales en Colombia, estos fueron: “Medición de eficiencia técnica y relativa en hospitales públicos de baja complejidad mediante la metodología Data Envelopment Analysis (DEA)”

(Pinzon, 2003), “Evaluación de la eficiencia en instituciones hospitalarias públicas y privadas con Data Envelopment Analysis (DEA)” (Peñaloza, 2003).

En cuanto a estudios internacionales, se encontraron dos artículos de análisis DEA en hospitales, estos fueron: “Evaluación de la eficiencia en centros de atención primaria. Una aplicación del análisis envolvente de datos” (Garcia, Marcuello, Serrano, & Urbina) y “Determinants of cost efficiency of Finnish hospitals: A comparison of DEA and SFA” (Linna & Hakkinen)

El trabajo realizado por Chen y Ray, es un análisis que utiliza el método no paramétrico de DEA, y el método econométrico de Frontera Estocástica para estudiar la eficiencia de la industria de cuidado dental en los Estados Unidos. Para este análisis, la información se recolecto por medio de una encuesta realizada por la asociación dental americana (The American Dental Association) de las prácticas dentales en el estado de Colorado. Los resultados muestran que la ineficiencia se presenta principalmente por que los recursos no son asignados de manera eficiente. En cuanto a la relación de las dos formas de medir eficiencia es posible concluir que los dos métodos muestran resultados consistentes.

Por el lado de los estudios colombianos, la investigación realizada por Maureen Pinzón en el 2003 consistió en analizar el desempeño que tenían los hospitales públicos como prestadores de servicios de salud, el objetivo era probar que una razón por la cual los hospitales no son eficientes es el sobredimensionamiento del recurso humano. La información se recolecto directamente de 203 hospitales, de los cuales el 70% no eran eficientes y en estos hospitales consecuentemente se presentaba sobredimensionamiento de recursos humanos. Este artículo también muestra que a mayor nivel de eficiencia las instituciones presentan menor cantidad de camas y menor número de funcionarios.

El otro estudio realizado en Colombia es el de María Cristina Peñaloza en el 2003, en el cual mide la eficiencia de 90 hospitales de niveles de atención 1, 2 y 3, incluyendo instituciones públicas y privadas. Los datos fueron sacados de la Encuesta Nacional de Gestión Hospitalaria del Centro de Gestión Hospitalaria. En este estudio se encontró que tres cuartas partes del total de la muestra eran entidades ineficientes. Se observó que la eficiencia mejora significativamente en presencia de competencia.

En los estudios realizados por Miika y Hakkinen en el año 2000, se encontró que se incluyen las metodologías de DEA y SFA (Frontera estocástica) con el fin de comparar metodologías paramétricas y no paramétricas, los datos fueron recolectados por medio de encuestas en 48 hospitales, y los resultados que se obtuvieron muestran que el uso de medidas paramétricas o no paramétricas no afectan los resultados estimados de manera sustancial. También se observó que cuando la participación de los médicos es alta la eficiencia aumenta. En este estudio resaltan que DEA permite desagregar el nivel de eficiencia en técnica, de costo y de asignación de recursos.

Por último, el estudio de Garcia, Marcuello, Serrano y Urbina en 1996 realizado en España, utilizó información proporcionada por las gerencias de las instituciones que iban a ser medidas, (como en el caso de este proyecto). En el estudio se afirma que DEA es un método apropiado para medir eficiencia en instituciones de salud, dado que permite el uso de variables cualitativas y cuantitativas que facilitan el análisis en cantidad y calidad, respectivamente, en el servicio prestado. En este estudio se realiza un primer análisis que estudia qué tan óptima es la asignación de recursos y se procede con el análisis de calidad en la prestación del servicio. Los resultados de este estudio muestran cuáles son las entradas eficientes y en cuáles instituciones hay excesos de entradas tanto de recurso humano como de materia prima (medicinas). Se resalta la dificultad de producir indicadores que faciliten mejorar eficiencia pero resalta que DEA es una buena metodología, pues es un análisis relativo que muestra a la institución más eficiente como una eficiencia posible de alcanzar.

### **3. Situación del problema**

Predent S.A. es una empresa dedicada a ofrecer el servicio de odontología a la población de los Llanos Orientales colombianos, se encuentra ubicada en diferentes ciudades y municipios de Meta y Casanare, contando con 3 sedes, en las que se ofrecen servicios de salud oral que incluyen tratamientos de Ortodoncia, Odontología General, Endodoncia, Cirugía, Periodoncia, Odontopediatria, Rehabilitación y ATM (Articulación Temporomandibular). Otro servicio que se ofrece es el de Higiene Oral, pero este no se va a incluir en el análisis dado que es un beneficio adicional que reciben los pacientes al ser afiliados de Predent. En el anexo 1 se encuentra una breve descripción de cada una de estas especialidades.

Las especialidades anteriormente mencionadas se practican en diferentes clínicas, según las necesidades de la población, pero actualmente se observa que no todas las especialidades producen las mismas salidas.

Esta investigación busca encontrar cuales son las razones de estas diferencias, partiendo de dos posibles respuestas, la primera, hace referencia a una diferencia en eficiencia para cada especialidad, y la segunda, indica que unas especialidades son más comerciales que otras. Se medirá la eficiencia de cada especialidad, por medio de un análisis de todas las clínicas juntas, para conocer el nivel máximo de eficiencia y tomar medidas administrativas y odontológicas que ayuden a que todas las especialidades al interior de cada clínica alcancen dicho nivel de eficiencia.

A continuación, se muestra un diagrama de flujo de las actividades que lleva a cabo un paciente dentro de la organización.

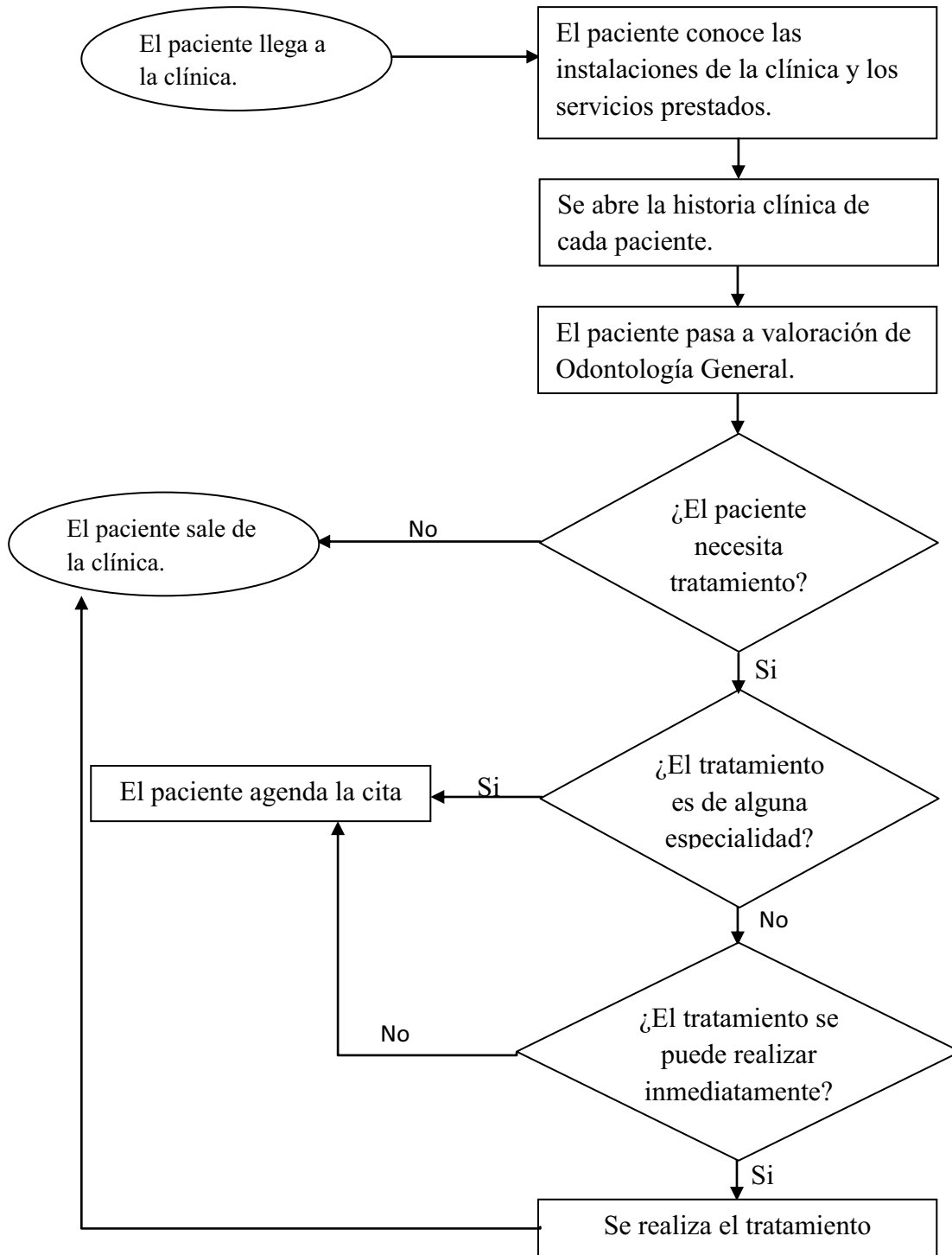


Ilustración 1 Diagrama de flujo de los pacientes de la clínica

## 4. Metodología

La metodología que se siguió para medir la eficiencia de cada una de las especialidades al interior de las clínicas Predent S.A, fue la siguiente: inicialmente se seleccionó el modelo con el cual se iban a medir dichos niveles de eficiencia. A continuación se definieron las variables que se consideraban relevantes dentro del análisis y que podían explicar la diferencia de las eficiencias. Por último se realizó la formulación del modelo matemático.

### 4.1 ¿Cómo medir eficiencia?

En esta sección se mostrarán diferentes herramientas que pueden ser utilizadas para medir eficiencia, así como las razones por las cuales fue seleccionado el método DEA para realizar el análisis del problema que se está tratando.

#### 4.1.1 Análisis de cocientes (Ratio Analysis)

El análisis de cocientes es una metodología que cuantifica medidas de insumo y de producto, con el fin de construir indicadores que permiten definir la productividad de las unidades que están siendo medidas. Es el método más simple para medir eficiencia, ya que produce información de la relación entre una entrada y una salida, y mide la eficiencia en términos de número de unidades de una salida producidas por una entrada. (Ozcan, 2008)

$$Eficiencia = \frac{Salida}{Entrada}$$

La principal limitación de esta metodología es que produce indicadores independientes, los cuales miden eficiencia entre una entrada y una salida. En este caso, teniendo cinco variables de entrada y cinco variables de salida, se obtendrían 25 indicadores de eficiencia para cada especialidad. Esto dificulta el análisis de los resultados, ya que una especialidad puede tener el mejor resultado en un indicador y muy malos resultados en los demás y esta situación no permite concluir nada acerca de los resultados.

#### 4.1.2 Regresión de mínimos cuadrados (Least-Squares Regression)

La regresión de mínimos cuadrados es una técnica paramétrica que se basa en el supuesto que todas las unidades que se están midiendo son eficientes. Puede incluir múltiples entradas y múltiples salidas y tiene una medida de error. La formula general de regresión de mínimos cuadrados es:

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n + e$$

Este modelo asume que:

- Para cada valor de  $x$ ,  $y$  es una variable aleatoria;  $(y|x) = \beta_0 + \beta_1 x$
- Los valores de  $y$  son independientes
- El valor medio de  $y$  es un línea recta en función de  $x$ ;  $y = \beta_0 + \beta_1 x + e$
- La varianza de  $y$  es igual para cualquier  $x$
- Para cualquier valor de  $x$ ,  $y$  se distribuye normal.

La principal ventaja de esta metodología es que puede ser usada para medir cambios técnicos si se usan datos de series de tiempo.

En cuanto a sus desventajas, es una metodología que utiliza las medidas de tendencia central, las cuales no necesariamente son relaciones de eficiencia y no identifica las unidades de ineficiencia individual. (Ozcan, 2008)

#### 4.1.3 Productividad total de los factores (Total factor productivity)

Esta metodología incorpora múltiples entradas o salidas en un radio individual de eficiencia por medio de índices.

$$TFP_{ab} = \frac{\sum_{i=1}^N p_{ib} q_{ib}}{\sum_{i=1}^N p_{ia} q_{ia}}$$

En donde  $TFP_{ab}$  es un índice que mide el cambio en el valor de una cantidad seleccionada de  $N$  salidas o entradas del periodo  $a$  al  $b$ . En este caso  $p$  equivale al precio de la salida o entrada seleccionada.

Es una técnica no paramétrica, puede ser usada para medir la eficiencia de dos unidades de estudio en un periodo de tiempo, o puede medir la eficiencia de una unidad de estudio en dos periodos de tiempo determinados. Pero no es útil cuando se necesita estudiar más de dos unidades, en este caso especialidades. (Ozcan, 2008)

#### 4.1.4 Análisis de la frontera estocástica (Stochastic frontier analysis)

Es una técnica paramétrica que asume que las unidades de negocios que se estudian no son eficientes. Fórmula de un modelo general de frontera estocástica:

$$TC = TC(Y, W) + V + U$$

Donde,

$TC$  = costo total.

$Y$  = salida.

$W$  = precios de entradas.

$V$  = error aleatorio, se distribuye normal con media y varianza cero.

$U$  = residuo ineficiente.

Se puede usar esta metodología para realizar pruebas de hipótesis, al igual que para medir eficiencia técnica.

La principal limitación de esta metodología es que se deben conocer las distribuciones de los comportamientos de las variables incluida la del error. (Ozcan, 2008)

#### **4.1.5 Análisis envolvente de datos DEA (Data envelopment analysis)**

Por último, el análisis envolvente de datos es una aproximación para evaluar el desempeño de un conjunto de entidades, llamadas DMU (Decision Making Units), que en el caso de este análisis serán cada una de las especialidades, que convierten múltiples entradas en múltiples salidas. Es un modelo matemático aplicado a la observación de datos, creado por Charnes, Cooper y Rhodes (CCR). (Cooper, Seiford & Zhu, 2004)

Esta es una excelente metodología para modelar procesos operacionales y su orientación empírica y minimización a priori de supuestos hace que se use en diferentes estudios que envuelven fronteras eficientes estimadas en cualquier sector. (Banker, Charnes, & Cooper, 1984)

Este enfoque se concentra en las variaciones observadas en el desempeño entre diferentes DMUs. Es un enfoque no paramétrico de la evaluación de desempeño y es un análisis relativo entre las unidades que se están analizando, es decir, cuando una unidad es totalmente eficiente dentro de un grupo de unidades, este nivel de eficiencia puede variar en el momento en el que se incluyan mas unidades al análisis o se cambien las unidades analizadas.

DEA se basa en programación lineal para optimizar la medida de eficiencia de cada unidad, y así poder crear una frontera eficiente que está basada en el criterio de Pareto, según el cual una asignación de recursos es preferida a otra, si y sólo si, con la segunda al menos alguna variable mejora sin que ninguna otra empeore.

Cuando se utiliza DEA, la frontera eficiente es el punto de referencia en función del cual se mide el desempeño relativo de las DMUs. Dada una muestra determinada de DMUs, todas las unidades deberían poder funcionar en un nivel óptimo de eficiencia determinado por las unidades que son eficientes. Una unidad eficiente es aquella que utiliza una cantidad mínima de insumos para producir la mayor cantidad posible de productos. La eficiencia de las unidades que no se encuentran sobre la frontera se mide según la distancia entre la frontera y dichas unidades.

La metodología DEA puede ser programada de dos formas diferentes, orientada a entradas y orientada a salidas, esto quiere decir que un modelo orientado a entradas, es aquel que hace énfasis especial en reducir las entradas para mejorar la eficiencia (Ibarra, 2006). Por otro lado, el modelo orientado a salidas se utiliza en el caso en el que se observe que un aumento en las salidas otorga la capacidad a las entradas de incrementar la eficiencia.



Estos dos tipos de orientación de la metodología DEA pueden a su vez subdividirse en rendimientos constantes a escala, CRS (por sus siglas en ingles) y en rendimientos variables a escala VRS (por sus siglas en ingles).

En este proyecto e realizará un análisis DEA con rendimientos variables a escala.

Las ventajas de usar DEA son:

- Produce una única medida de desempeño para cada DMU de acuerdo a la utilización de entradas para producir salidas.
- Puede considerar simultáneamente múltiples entradas y múltiples salidas, sin importar las unidades de medida.
- Permite estimar cambios deseables en entradas o salidas al proyectar DMU ineficientes en la frontera eficiente.
- Es un análisis relativo de acuerdo a las mejores prácticas de DMU que son similares a la evaluada y que son reales.

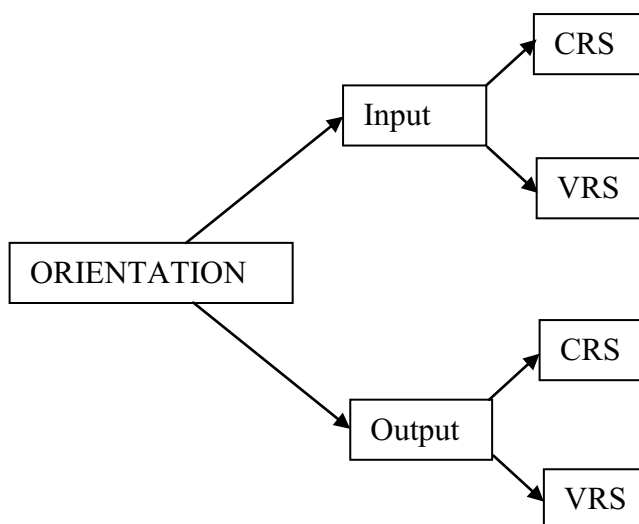


Ilustración 2 Modelos de clasificación DEA (Ozcan,2008) Pág. 24

Las limitaciones de DEA son:

- No tiene indicadores estadísticos para medir el error.
- No es posible determinar el número óptimo tanto de variables como de DMUs, pues entre mas variables se estén estudiando mas DMUs resultaran ser eficientes.

DEA es la herramienta apropiada para este estudio ya que como resultado se obtendrán las eficiencias relativas de cada una de las DMUs y se conocerán estrategias que ayudan a tener cada una de las DMUs en su máximo nivel de eficiencia.

Además, es una buena metodología cuando se trata de servicios de salud, ya que, este sector salud tiene múltiples salidas, y en la mayoría de los casos maneja economías a escala. (Ibarra, 2006)

## 4.2 Definición de variables

Los datos que fueron usados para realizar el análisis anteriormente mencionado fueron los datos acumulados del año 2010, debido a que se querían eliminar los sesgos que se pueden presentar por la estacionalidad, que pues al estar las clínicas ubicadas en diferentes regiones del país, puede variar.

## - Variables de entrada

*Espacio de trabajo:* Esta variable hace referencia a la cantidad de consultorios que están disponibles, y será medida por la cantidad de horas que hubo disponibilidad de consultorios para cada una de las especialidades.

*Especialistas:* Esta variable hace referencia a la cantidad de especialistas con la que cuenta Predent S.A. para cada una de sus especialidades, esta variable será medida en horas, pues hay especialistas que van algunos días al mes.

*Auxiliares:* Hace referencia a la cantidad de auxiliares con las que puede contar un especialista en cada una de las clínicas, esta variable se medirá en horas en las que se tuvo disponibilidad de auxiliar.

*Inversión económica:* Hace referencia a la cantidad de recursos económicos invertidos en cada especialidad, en cada clínica, esta variable incluye únicamente la inversión en materia prima para poder llevar a cabo los procedimientos de cada especialidad, se medirá en pesos.

*Experiencia de los odontólogos:* Esta variable hace referencia a la experiencia de los especialistas, pues aunque no es una variable que afecte la decisión de un paciente, puede explicar la eficiencia de la clínica. Esta variable se medirá en años, pero teniendo en cuenta que el modelo planteado busca minimizar las entradas tendrá una transformación como se muestra a continuación ( $100 - experiencia$ ) y se promediara la experiencia de todos los especialistas según especialidad por clínica.

En el anexo 2 se muestra una tabla con la información de las variables de entrada de cada una de las clínicas.

## - Variables de salida

*Pacientes atendidos:* Esta variables hace referencia al total de pacientes atendidos en el año por cada especialidad en cada clínica, esta variable se medirá en número de pacientes.

*Cubrimiento:* Esta variable mide la capacidad del personal de las clínicas para convertir las valoraciones que se hacen los pacientes en cada especialidad en pacientes que eligen la clínica para realizarse sus tratamientos. Esta variable equivale a la razón entre tratamientos iniciados y valoraciones realizadas:

$$\text{Cubrimiento} = \frac{\text{Tratamientos iniciados}}{\text{Valoraciones realizadas}}$$

*Ingresos por especialidad:* Equivale a los ingresos económicos que recibe la clínica por especialidad incluye únicamente los pagos realizados por los pacientes por sus tratamientos.

*Utilización de los médicos:* Esta variable mide que tan llenas se encuentran las agendas de los especialistas, esta variable se medirá como un porcentaje.

$$UtilizaciónMedicos = \frac{Tiempo\ con\ paciente}{Tiempo\ total\ del\ especialista\ en\ la\ clínica}$$

*Utilización de los consultorios:* Esta variable mide que tan bien distribuidas están los consultorios entre las diferentes especialidades y si es necesario invertir en consultorios o si están subutilizadas. Se medirá como un porcentaje.

$$UtilizaciónConsultorios = \frac{Tiempo\ con\ paciente}{Tiempo\ total\ de\ disponibilidad\ del\ consultorio}$$

En el anexo 3 se muestra una tabla con la información de las variables de salida de cada una de las clínicas.

### 4.3 Formulación del modelo matemático

Como se mencionó anteriormente, el algoritmo que se desarrollará para resolver este problema es el de Análisis Envolvente de Datos (DEA) con rendimientos variables a escala, a continuación se muestra la formulación del modelo orientado a entradas y orientado a salidas. La formulación usada es la siguiente:

- *Conjuntos:*

- i. E: Conjunto de especialidades, indexado en i, donde  
 $i = \{\text{Ortodoncia, Odontología, Endodoncia, Cirugía, Periodoncia, Odontopediatría, Rehabilitación, ATM}\}$
- ii. VE: Conjunto de variables de entrada, indexada en j, donde  
 $j = \{\text{espacioTrabajo, especialistas, auxiliares, inversión, experiencia}\}$
- iii. VS: Conjunto de variables de salida, indexada en z, donde  
 $z = \{\text{pacientesAtendidos, cubrimiento, ingresos, utilizacionEspecialistas, utilizacionConsultorios}\}$

- *Parámetros:*

- i.  $DE_{ij}$  = hace referencia a la cantidad de entrada j que consume la especialidad i.
- ii.  $DS_{iz}$  = hace referencia a la cantidad de salida z producida por la especialidad i.

- *Variables:*

- i.  $T_i$  = hace referencia al nivel de eficiencia (theta) de la especialidad i, los valores que toma esta variable están entre 0 y 1.

- ii.  $L_{im}$  = hace referencia a la combinación de lambda de cada una de las especialidades i para formar la eficiencia de la especialidad m. Si el valor de lambda es 1 para  $i = m$  se dice que la clínica i es 100% eficiente.
- iii.  $F_i \varphi(i) = \frac{1}{T(i)}$

Tabla 1 Formulación DEA orientado a entradas y salidas

ORIENTADO A ENTRADAS	ORIENTADO A SALIDAS
<p>- <i>Restricciones:</i>            La cantidad de cierta variable de salida (z), producida por una unidad de medida (m), debe ser menor o igual a la suma del producto de los lambdas de todas las unidades que forman la unidad m, por las cantidades de la salida z que producen.</p> $\sum_{i \in E} L(i, m) * DS(i, z) \geq DS(m, z) \forall m \in E ; \forall z \in VS$ <p>La cantidad de cierta variable de entrada (j) utilizada por una unidad de medida (m), multiplicada por la eficiencia, debe ser mayor o igual a la suma del producto de los lambdas de todas las unidades que forman la unidad m por las cantidades de la entrada j que utilizan.</p> $\sum_{i \in E} L(i, m) * DE(i, j) \leq T(m) * DE(m, j) \forall m \in E \forall j \in VE$ <p>La suma de los lambdas para cada especialidad (m) debe ser igual a 1</p> $\sum_{i \in E} L(i, m) = 1 \forall m \in E$ <p>- <i>Función objetivo:</i>            Busca minimizar la ineficiencia de cada especialidad.</p> $\text{Minimizar } \sum_{i \in E} T(i)$	<p>- <i>Restricciones:</i>            La cantidad de cierta variable de salida (z), producida por una unidad de medida (m), multiplicada por <math>F_i (\varphi(m))</math>, debe ser menor o igual a la suma del producto de los lambdas de todas las unidades que forman la unidad m por las cantidades de la salida z que producen.</p> $\sum_{i \in E} L(i, m) * DS(i, z) \geq \varphi(m) * DS(m, z) \forall m \in E ; \forall z \in VS$ <p>La cantidad de cierta variable de entrada (j), utilizada por una unidad de medida (m), debe ser mayor o igual a la suma del producto de los lambdas de todas las unidades que forman la unidad m por las cantidades de la entrada j que consumen.</p> $\sum_{i \in E} L(i, m) * DE(i, j) \leq DE(m, j) \forall m \in E \forall j \in VE$ <p>La suma de los lambdas para cada especialidad (m) debe ser igual a 1</p> $\sum_{i \in E} L(i, m) = 1 \forall m \in E$ <p>- <i>Función objetivo:</i>            Busca maximizar la eficiencia de cada especialidad.</p> $\text{Maximizar } \sum_{i \in E} \varphi(i)$

(Zhu, 2003)

Esta formulación se va a implementar en Gusek, que es un software libre, con el fin de que las clínicas puedan tener este programa y medir la eficiencia de manera periódica.

#### 4.4 Análisis factorial

El análisis factorial busca identificar variables subyacentes que expliquen los patrones de correlación que existen entre un conjunto de variables observadas. Este análisis es utilizado para reducir datos, con el fin de identificar una cantidad pequeña de factores que explique la varianza que muestran los datos iniciales.

Este análisis se utilizó en este trabajo debido a que fue necesario reducir el número de variables pues inicialmente se tenían 10 variables y solo 8 unidades de estudio, y esto podía afectar los resultados.

#### 5. Resultados

Una vez se corrió el modelo, tanto de entrada como de salida, con las 10 variables mencionadas anteriormente y las 8 especialidades practicadas en las clínicas Predent, se observó que los resultados arrojados por el programa fueron de eficiencia total de todas las especialidades, como se muestra en las tablas 2 y 3.

Tabla 2 Resultados de eficiencia con 10 variables. Orientado a entradas

DMU	Eficiencia	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$	$\lambda 8$
1. Ortodoncia	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2. Odontología general	1	0	1	0	0	0	0	0	0
3. Endodoncia	1	0	0	1	0	0	0	0	0
4. Cirugía	1	0	0	0	1	0	0	0	0
5. Periodoncia	1	0	0	0	0	1	0	0	0
6. Odontopediatria	1	0	0	0	0	0	1	0	0
7. Rehabilitación	1	0	0	0	0	0	0	1	0
8. ATM	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabla 3 Resultados de eficiencia con 10 variables. Orientado a salidas

DMU	Eficiencia	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$	$\lambda 8$
1. Ortodoncia	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2. Odontología general	1	0	1	0	0	0	0	0	0
3. Endodoncia	1	0	0	1	0	0	0	0	0
4. Cirugía	1	0	0	0	1	0	0	0	0
5. Periodoncia	1	0	0	0	0	1	0	0	0
6. Odontopediatria	1	0	0	0	0	0	1	0	0
7. Rehabilitación	1	0	0	0	0	0	0	1	0
8. ATM	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Inicialmente se pensó que este resultado se debía a que la cantidad de variables era muy alta para el caso de este análisis. A continuación se eliminaron ciertas variables midiendo la correlación entre cada par de variables, la correlación entre variables se muestra en las tablas 4 y 5.

- Variables de entrada

Tabla 4 Correlación entre variables de entrada

	<b>EspacioTrabajo</b>	<b>Especialistas</b>	<b>Auxiliares</b>	<b>Inversión</b>	<b>Experiencia</b>
<b>EspacioTrabajo</b>	1.00	0.98	0.82	0.75	0.31
<b>Especialistas</b>	0.98	1.00	0.72	0.63	0.20
<b>Auxiliares</b>	0.82	0.72	1.00	0.98	0.34
<b>Inversión</b>	0.75	0.63	0.98	1.00	0.42
<b>Experiencia</b>	0.31	0.20	0.34	0.42	1.00

- Variables de salida

Tabla 5 Correlación entre variables de salida

	<b>PacientesAtendidos</b>	<b>Cubrimiento</b>	<b>Ingresos</b>	<b>UtilizaciónEspecialistas</b>	<b>UtilizaciónConsultorios</b>
<b>PacientesAtendidos</b>	1.00	0.22	0.85	0.00	-0.11
<b>Cubrimiento</b>	0.22	1.00	-0.01	-0.66	-0.50
<b>Ingresos</b>	0.85	-0.01	1.00	0.23	-0.21
<b>UtilizacionEspecialistas</b>	0.00	-0.66	0.23	1.00	0.76
<b>UtilizacionConsultorios</b>	-0.11	-0.50	-0.21	0.76	1.00

Se analizaba la correlación de cada par de variables y las que se encontraban más correlacionadas se seleccionaban y se eliminaba una de estas dos variables. Según las correlaciones encontradas anteriormente el orden en el que se eliminaron las variables fue el siguiente:

1. Auxiliares
2. PacientesAtendidos
3. EspacioTrabajo
4. UtilizaciónConsultorios

Cada una de estas variables fue eliminada de forma individual y después de volver a correr el modelo sin estas variables los resultados seguían siendo los mismos, todas las especialidades tenían eficiencia de 1.

Por esta razón, se realizó un análisis factorial en SPSS, que fue definido en la sección anterior, este análisis fue aplicado a las variables de entrada y de salida, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

- Variables de entrada:

En cuanto a las variables de entrada, en el análisis factorial se observa que pueden ser agrupadas todas en una sola, mediante el método de regresión. La variable de entrada que resumirá las ya existentes se muestra a continuación en la tabla 6:

Tabla 6 Nueva variable de entrada

DMU	Entrada 1
1. Ortodoncia	-0.75
2. Odontología general	-0.59
3. Endodoncia	-0.36
4. Cirugía	1.80
5. Periodoncia	-0.76
6. Odontopediatria	1.35
7. Rehabilitación	-0.48
8. ATM	-0.17

- Variables de salida:

Por su lado, en cuanto a las variables de salida, el análisis factorial arrojó como resultado dos nuevas producto de regresiones. Estas nuevas variables están en la tabla 7:

Tabla 7 Nuevas variables de entrada

DMU	Salida 1	Salida 2
1. Ortodoncia	0.23	1.52
2. Odontología general	-0.96	1.60
3. Endodoncia	1.02	-0.28
4. Cirugía	0.32	-0.48
5. Periodoncia	0.95	-0.31
6. Odontopediatria	0.92	-0.28
7. Rehabilitación	-1.31	-0.74
8. ATM	-1.18	-1.03

En el anexo 4 se muestran los resultados de SPSS.

Como se puede observar, algunos valores de las nuevas variables son negativos, y no se pueden ingresar así en el modelo matemático. Por esta razón, se sumo una constante a todos los datos, este valor fue de 1.5, y los datos de las nuevas variables se encuentran en las tablas 8 y 9:

Tabla 8 Nueva variable de entrada con adición de la constante

DMU	Entrada 1
1. Ortodoncia	0.75
2. Odontología general	0.91
3. Endodoncia	1.14
4. Cirugía	3.3
5. Periodoncia	0.74
6. Odontopediatria	2.85
7. Rehabilitación	1.02
8. ATM	1.33

Tabla 9 Nuevas variables de salida con adición de la constante

DMU	Salida 1	Salida 2
1. Ortodoncia	1.73	3.02
2. Odontología general	0.54	3.1
3. Endodoncia	2.52	1.22
4. Cirugía	1.82	1.02
5. Periodoncia	2.45	1.19
6. Odontopediatria	2.42	1.22
7. Rehabilitación	0.19	0.76
8. ATM	0.32	0.47

Teniendo los datos de estas variables, se corrió el modelo y se obtuvieron los resultados que se observan en las tablas 10 y 11:

Tabla 10 Resultados de eficiencia de cada especialidad. Orientado a entradas

DMU	Eficiencia	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$	$\lambda 8$
1. Ortodoncia	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2. Odontología general	1	0	1	0	0	0	0	0	0
3. Endodoncia	1	0	0	1	0	0	0	0	0
4. Cirugía	0.22	0	0	0	0	1	0	0	0
5. Periodoncia	1	0	0	0	0	1	0	0	0
6. Odontopediatria	0.26	0.015	0	0	0	0.984	0	0	0
7. Rehabilitación	0.72	0	0	0	0	1	0	0	0
8. ATM	0.55	0	0	0	0	1	0	0	0

Tabla 11 Resultados de eficiencia de cada especialidad. Orientado a salidas.

DMU	Eficiencia	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$	$\lambda 8$
1. Ortodoncia	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2. Odontología general	1	0	1	0	0	0	0	0	0
3. Endodoncia	1	0	0	1	0	0	0	0	0
4. Cirugía	0.74	0.085	0.91	0	0	0	0	0	0
5. Periodoncia	1	0	0	0	0	1	0	0	0



<b>6. Odontopediatría</b>	0.97	0.03	0.97	0	0	0	0	0	0
<b>7. Rehabilitación</b>	0.24	0.20	0.80	0	0	0	0	0	0
<b>8. ATM</b>	0.17	0.84	0	0.16	0	0	0	0	0

A continuación, se muestran las graficas de los resultados mencionados anteriormente.

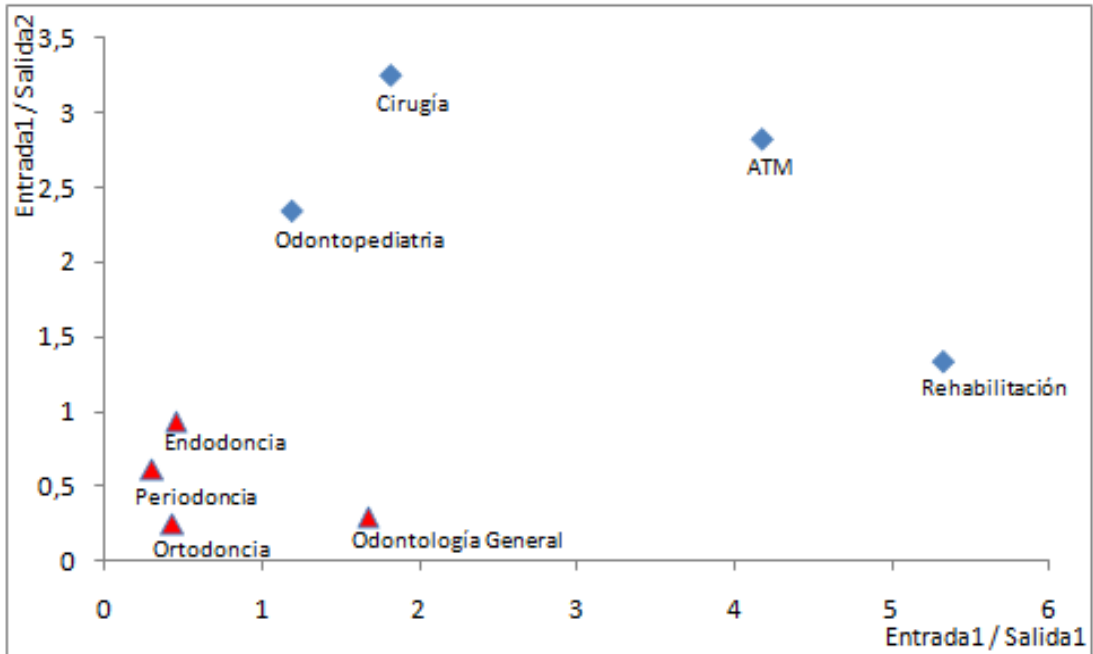


Ilustración 3 Resultados, modelo orientado a entradas

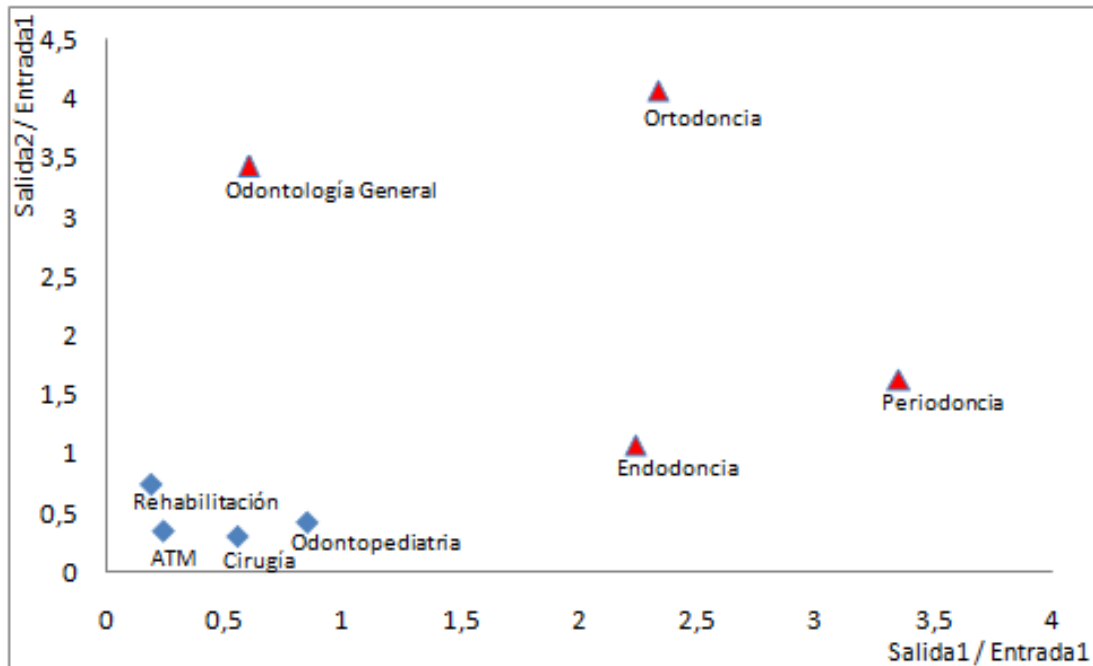


Ilustración 4 Resultados, modelo orientado a salidas

En los resultados anteriores, se puede observar que en los dos casos, con el modelo orientado a entradas y a salidas, hay cuatro especialidades eficientes, Ortodoncia, Odontología General, Endodoncia y Periodoncia.

En cuanto al modelo orientado a entradas, se puede observar, que las especialidades ineficientes, es decir, Cirugía, Odontopediatria, Rehabilitación y ATM, están conformadas por el lambda de la especialidad 5, es decir, Periodoncia. Por esta razón, se puede concluir que Periodoncia es una buena estimación de los valores que deberían alcanzar las especialidades no eficientes, para llegar a un nivel promedio de eficiencia en todas las especialidades. En caso de tener como objetivo reducir el costo de las entradas.

Por el lado del modelo orientado a salidas, se puede observar que las unidades no eficientes, están explicadas en términos de las unidades eficientes de la siguiente forma, Cirugía, Odontopediatria y Rehabilitación están formadas por los lambdas de las unidades 1 y 2, es decir Ortodoncia y Odontología General. Mientras que ATM se forma por una combinación lineal de las unidades 1 y 3, es decir Ortodoncia y Endodoncia. Para lograr optimizar los recursos empleados según las salidas producidas, los valores de las unidades no eficientes deberían ser los siguientes:

- Cirugía:  $0,085 * \text{Ortodoncia} + 0,91 * \text{Odontología General}$
- Odontopediatria:  $0,03 * \text{Ortodoncia} + 0,97 * \text{Odontología General}$
- Rehabilitación:  $0,20 * \text{Ortodoncia} + 0,80 * \text{Odontología General}$
- ATM:  $0,84 * \text{Ortodoncia} + 0,16 * \text{Endodoncia}$

En las tablas 12 y 13 se muestran los valores óptimos que deben alcanzar estas especialidades para ser eficientes.

**Tabla 12 Valores óptimos variables de entrada unidades no eficientes**

	EspacioTrabajo	Especialistas	Auxiliares	Inversión	Experiencia
<b>Cirugía</b>	17610.56	17315.1	4779.72	\$ 75387248.4	92.99
<b>Odontopediatria</b>	18244.68	18140.4	4731.24	\$ 73394609.5	93.37
<b>Rehabilitación</b>	16571.2	15876	4953.6	\$ 80668118.7	93.63
<b>ATM</b>	7469.76	4549.92	5128.32	\$ 99564766.9	94.7

**Tabla 13 Valores óptimos variables de salida unidades no eficientes**

	PacientesAtendidos	Cubrimiento	Ingresos	UtilizaciónEspecialistas	UtilizaciónConsultorios
<b>Cirugía</b>	40045.49	0.72	\$ 739029277	0.65	0.61
<b>Odontopediatria</b>	41500.43	0.73	\$ 734408638	0.64	0.62
<b>Rehabilitación</b>	37655.2	0.70	\$ 759970848	0.69	0.60
<b>ATM</b>	16823.2	0.53	\$ 755702912	0.90	0.56

En las gráficas que se muestran en las ilustraciones 3 y 4, se pueden ver las unidades eficientes en color rojo, en los dos casos pareciera que Endodoncia y Odontología General son unidades no eficientes. Por esta razón, se validó el modelo corriendolo en Xpress, obteniendo los mismos resultados, por lo tanto, se pudo concluir que esto era efecto de representar tres variables, una de entrada y dos de salida, en un plano de dos dimensiones. Para corroborar esto se compararon los valores de las tres variables para estas unidades y se encontró que consecuentemente son eficientes.

**Tabla 14 Valores de las variables. Unidades eficientes**

<b>Especialidad</b>	<b>Entrada1</b>	<b>Salida1</b>	<b>Salida2</b>
<b>Ortodoncia</b>	0.74	1.73	3.02
<b>Odontología General</b>	0.90	0.54	3.10
<b>Endodoncia</b>	1.13	2.52	1.21
<b>Periodoncia</b>	0.73	2.45	1.19

En la tabla 14, se muestran los valores de las variables para las unidades eficientes, y se puede ver que Odontología General es la unidad que presenta la mayor Salida2, por lo tanto, no es una especialidad dominada. De la misma forma Endodoncia es la especialidad con el más alto valor en la Salida1, y de la misma forma se puede concluir que no es una especialidad dominada.

Por último, como se mencionó en la introducción, se tenían dos posibles razones que explican la diferencia de las salidas producidas por cada una de las especialidades. Se mencionó la diferencia de eficiencia que existe entre las especialidades, ahora se realizara un análisis de cocientes.

En la tabla 14 se ordenaron las especialidades según sus ventas.

**Tabla 15 Especialidades según ingresos**

<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>INGRESOS</b>
<b>Ortodoncia</b>	\$ 880,263,600
<b>Odontología</b>	\$ 729,897,660
<b>Rehabilitación</b>	\$ 139,464,000
<b>Endodoncia</b>	\$ 101,759,300
<b>Cirugía</b>	\$ 72,247,850
<b>Periodoncia</b>	\$ 62,503,000
<b>Odontopediatria</b>	\$ 59,080,900
<b>ATM</b>	\$ 29,959,000

Después de esto, se calculó la eficiencia en términos económicos mediante un análisis de cocientes. La metodología, fue la siguiente:

$$Eficiencia = \frac{Ingresos}{Inversión}$$

Esto se hizo, con el fin de comprobar que las especialidades más comerciales fueran las que mejor aprovechaban el capital invertido, convirtiéndolo en la mayor fuente de ingresos para las clínicas. Los resultados obtenidos se encuentran en la tabla 15.

Tabla 16 Eficiencia radial económica de especialidades

ESPECIALIDAD	EFICIENCIA
Ortodoncia	7.66
Odontología general	9.64
Rehabilitación	13.91
Endodoncia	5.33
Cirugía	100
Periodoncia	79.40
Odontopediatria	211.41
ATM	49.93

En cuanto a estos resultados, se puede concluir que las especialidades más comerciales (las que más venden) no necesariamente son las más eficientes. Después de analizar estos datos con la junta directiva de Predent, se explican estos resultados debido a que las especialidades más comerciales son las más competidas en el mercado, por lo tanto el precio no es tan arbitrario como podría ser en algunas otras especialidades como ATM que se ofrecen en muy pocos centros odontológicos del país, y en Yopal y Paz de Ariporo Predent es la única clínica que presta este servicio.

## 6. Conclusiones

- En cuanto a la metodología DEA se puede concluir que es buena para medir eficiencia. En este trabajo, se corroboró la limitación mencionada anteriormente, cuando hay muchas DMUs a evaluar y pocas variables, todas las unidades tienden a ser eficientes porque es más difícil que una DMU domine a otra en todas las variables. Por esta razón, el modelo arrojó unas especialidades más eficientes que otras solo en el momento en el que el número de variables fue reducido sustancialmente.

- Otra razón que explica la uniformidad de la eficiencia presentada inicialmente por las especialidades, es que todas se encuentran bajo la misma administración y de esto se puede concluir que funcionan bajo procesos estandarizados.
- Es importante concluir del presente trabajo de investigación, que DEA es una metodología efectiva para medir eficiencia, ya que tiene en cuenta diferentes variables que hacen que el análisis incluya varios aspectos, y no sólo el económico. Esto es posible concluirlo, ya que el análisis de eficiencia de cocientes que sólo tenía en cuenta factores económicos arrojó como resultado que la unidad más eficiente era Odontopediatria, mientras el análisis DEA en los dos casos (orientado a entradas y salidas) indicó que esta unidad no era eficiente.
- Las especialidades comerciales no son las más eficientes en términos económicos. Esto se debe a la competencia que existe entre las clínicas que ofrecen estas especialidades.

## **7. Recomendaciones**

- Las clínicas deberían tener una base de datos unificada donde se lleven los registros de las variables mencionadas en este trabajo, con el fin de correr el modelo con periodicidad y evaluar el estado de cada especialidad.
- Es importante hacer nuevas campañas de publicidad en las cuales se involucre información de Periodoncia y Endodoncia, pues son especialidades que trabajan eficientemente y que no son conocidas por la mayoría de la población.
- También se recomienda a las clínicas desarrollar espacios adecuados para niños, pues actualmente no se cuenta con estos y es importante, pues Odontopediatria es la especialidad con la más alta eficiencia radial económica.

## **8. Referencias**

- Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Science* , 1261-1264.
- Arechavala, M. N. (s.f.). *Eumed*. Recuperado el 17 de Marzo de 2011, de <http://www.eumed.net/tesis/2010/mnsa/Analisis%20Envolvente%20de%20Datos.htm>
- Baeza, J. A. (s.f.). Una introducción al análisis envolvente de datos. *Universidad Miguel Hernandez de Elche* , 12-17.

- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* , 1078-1092.
- *Chapter 7 - Factor Analysis - SPSS*. (s.f.). Recuperado el 14 de Mayo de 2011, de <http://www.cs.uu.nl/docs/vakken/arm/SPSS/spss7.pdf>
- *Chapter 8 Cluster Analysis SPSS - Cluster Analysis*. (s.f.). Recuperado el 14 de Mayo de 2011, de <http://www.cs.uu.nl/docs/vakken/wo2/SPSS/spss8.pdf>
- Chen, L., & Ray, S. C. (2010). Cost Efficiency and Scale Economies in General Dental Practices in the U.S.: A Non-parametric analysis. *University of Connecticut* , 3-21.
- Cooper, W., Abraham Charnes, & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* , 429-444.
- Cooper, W., Seiford, L., & Zhu, J. *Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations*.
- Cooper, W., Seiford, L., & Zhu, J. (2004). *Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations*. Boston: Kluwer academic publisher.
- Cottingham, J. (2009). The industrialisation of the dental profession. *British Dental Journal* , 347-350.
- Garcia, F. J., Marcuello, C., Serrano, G. D., & Urbina, O. (s.f.). Evaluación de la eficiencia en centros de atención primaria. Una aplicación del análisis envolvente de datos. *Revista española de salud pública* , 211-220.
- Ibarra, F. R. (2006). Uso de Análisis de la Envolvente de Datos para Medir la Eficiencia Hospitalaria. *Dirección de Planeación y Finanzas* (págs. 1-27). Cancún Mexico: Instituto Mexicano del Seguro Social.
- IBNET. (2005-2010). *Análisis envolvente de datos*. Recuperado el 30 de Marzo de 2011, de [http://www.ib-net.org/sp/texts.php?folder\\_id=53&mat\\_id=42&L=1&S=2&ss=3](http://www.ib-net.org/sp/texts.php?folder_id=53&mat_id=42&L=1&S=2&ss=3)
- Linna, M., & Hakkinen, U. (s.f.). Determinants of cost efficiency of Finnish hospitals: A comparison of DEA and SFA". *National Research and Development Center for Welfare and Health* , 1-34.
- Martín, F. d. (2008). *Análisis de eficiencia de los departamentos universitarios. El caso de la Universidad de Sevilla*. Dykinson.
- Ozcan, Y. (2008). *Healthcare benchmarking and performance evaluation an assesment using data envelopment analysis (DEA)*. Springer.
- Peñaloza, M. C. (2003). *Evaluación de la eficiencia en instituciones hospitalarias públicas y privadas con Data Envelopment Analysis (DEA)*. Bogotá - Colombia: Dirección de estudios económicos. Departamento nacional de planeación. Republica de Colombia.
- Pinzon, M. J. (2003). *Medición de eficiencia técnica relativa en hospitales públicos de baja complejidad mediante la metodología Data Envelopment Analysis (DEA)*. Bogotá - Colombia: Dirección de estudios económicos. Departamento nacional de planeación. República de Colombia.

- Thanassoulis, E. (2001). *Introduction to the theory and application of data envelopment analysis*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- W, C., L, S., & K, T. (2000). *Data Envelopment Analysis. A comprehensive text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*.
- Zhu, J. (2003). *Quantitative models for performance evaluation and benchmarking. Data envelopment analysis with spreadsheets and DEA excel solver*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.

# Anexo 1

Descripción de las especialidades odontológicas que se llevan a cabo en las clínicas Predent.

- **Ortodoncia:** Es el tratamiento correctivo mediante fuerzas (brackets) que busca mejorarla posición de los dientes, oclusión para conseguir un desarrollo armónico de la cara.
- **Rehabilitación:** Especialidad que se encarga de reemplazar todos o varios dientes ausentes en boca, bien sea con prótesis de tipo removible, fija o reemplazarlos en su totalidad: corona, raíz con implantes óseo integrados.
- **Odontopediatria - Ortopedia maxilar:** Es la rama de la odontología dedicada al cuidado de la salud oral de los niños donde se detecta anomalías para poder remitir al ortodoncista. La ortopedia es el tratamiento preventivo que se realiza en edades tempranas entre los 5 y 9 años con aparatología removible para controlar hábitos, direccionar posicionamiento y alineación de dientes.
- **Odontología:** Procedimientos manuales destinados a evitar y curar las enfermedades de los dientes como la caries, mediante resinas de fotocurado de última generación al color del diente. Estas resinas se activan con un haz de luz o lámpara de fotocurado.
- **ATM:** Especialidad dedicada a diagnosticar y tratar las patologías de la Articulación Temporomandibular.
- **Cirugía Maxilofacial:** Trata todas las patologías y alteraciones maxilofaciales
- **Periodoncia:** Trata los problemas ocasionados en los tejidos del soporte de los dientes; hueso, encía, ligamento periodontal. La no adecuada higiene oral puede desencadenar, inflamación de las encías (gingivitis) acompañada de sangrado y cuando se involucra el hueso (periodontitis), en casos extremos se llega a la pérdida de las piezas dentales.
- **Endodoncia:** Se tratan todas las patologías y alteraciones que involucran la pulpa dental.
- **Higiene Oral:** Prevención para una mejor salud oral.



## Anexo 2

VARIABLES DE ENTRADA,

- **Unificado:**

Especialidad	Espacio de trabajo (Horas Consultorio)	Especialistas (Horas disponible)	Auxiliares (Horas disponible)	Inversión Económica (\$)	Experiencia Especialistas (Años)
ATM	574	342	342	\$ 600,000	10
CIRUGIA	912	912	552	\$ 722,479	8
ENDODONCIA	1032	1032	552	\$ 19,073,709	6
ODONTOLOGIA	18540	18540	4692	\$ 75,731,157	6.67
ODONTOPEDIATRIA	864	864	444	\$ 279,463	11
ORTODONCIA	8696	5220	6000	\$ 114,896,397	5.17
PERIODONCIA	810	810	390	\$ 787,170	5.50
REHABILITACION	4260	1860	480	\$ 10,022,015	4.50

- **Villavicencio:**

Especialidad	Espacio de trabajo (Horas Consultorio)	Especialistas (Horas disponible)	Auxiliares (Horas disponible)	Inversión Económica (\$)	Experiencia Especialistas (Años)
ODONTOLOGIA	11,700	11,700	120	\$ 63,827,602	5
REHABILITACION	3,900	1,500	120	\$ 35,728,891	7
ENDODONCIA	600	600	120	\$ 11,885,374	7
ODONTOPEDIATRIA	540	540	120	\$ 314,579	4
PERIODONCIA	540	540	120	\$ 455,540	5
CIRUGIA	480	480	120	\$ 1,377,215	10
ORTODONCIA	3,900	2,100	2,880	\$ 1,180,470	2

- **Yopal:**

Especialidad	Espacio de trabajo (Horas Consultorio)	Especialistas (Horas disponible)	Auxiliares (Horas disponible)	Inversión Económica (\$)	Experiencia Especialistas (Años)
ORTODONCIA	2,796	2,796	2,796	\$ 63,827,602	5
ODONTOLOGIA	4,536	4,536	2,268	\$ 35,728,891	7
ENDODONCIA	432	432	432	\$ 11,885,374	7
CIRUGIA	432	432	432	\$ 314,579	4
PERIODONCIA	270	270	270	\$ 455,540	5
ODONTOPEDIATRIA	324	324	324	\$ 1,377,215	10
REHABILITACION	360	360	360	\$ 1,180,470	2
ATM	270	270	270	\$ 1,062,423	10

- **Paz de Ariporo:**

Especialidad	Espacio de trabajo (Horas Consultorio)	Especialistas (Horas disponible)	Auxiliares (Horas disponible)	Inversión Económica (\$)	Experiencia Especialistas (Años)
ORTODONCIA	2,000	324	324	\$ 4,065,908	5
ODONTOLOGIA	2,304	2,304	2,304	\$ 8,715,278	5
ATM	304	72	72	\$ 600,000	10

## Anexo 3

VARIABLES DE SALIDA,

- **Unificado:**

Especialidad	Pacientes atendidos (No. Personas)	Tratamientos iniciados (No. Citas)	Valoraciones realizadas (No. Citas)	Ingresos por especialidad (\$)	Utilización (Horas)
ATM	615	212	219	\$ 29,959,000	211
CIRUGIA	1297	449	703	\$ 72,247,850	708
ENDODONCIA	2455	425	853	\$ 101,759,300	781
ODONTOLOGIA	42179	3564	5256	\$ 729,897,660	10544
ODONTOPEDIATRIA	2717	408	624	\$ 59,080,900	1085
ORTODONCIA	19560	839	1318	\$ 880,263,600	4819
PERIODONCIA	2308	380	762	\$ 62,503,000	671
REHABILITACION	4129	167	226	\$ 139,464,000	1014

- **Villavicencio:**

Especialidad	Pacientes atendidos (No. Personas)	Tratamientos iniciados (No. Citas)	Valoraciones realizadas (No. Citas)	Ingresos por especialidad (\$)	Utilización (Horas)
ODONTOLOGIA	35,100	1,850	2,052	\$ 304,528,360	5,550
REHABILITACION	3,900	105	135	\$ 108,977,000	900
ENDODONCIA	1,800	68	246	\$ 45,248,800	453
ODONTOPEDIATRIA	1,920	123	228	\$ 23,990,400	520
PERIODONCIA	1,725	149	206	\$ 28,348,000	425
CIRUGIA	756	205	237	\$ 40,790,000	350
ORTODONCIA	8,648	304	665	\$ 377,806,200	2,026

- **Yopal:**

Especialidad	Pacientes atendidos (No. Personas)	Tratamientos iniciados (No. Citas)	Valoraciones realizadas (No. Citas)	Ingresos por especialidad (\$)	Utilización (Horas)
ORTODONCIA	9,960	472	624	\$ 456,468,400	2,490
ODONTOLOGIA	5,400	1,080	2,620	\$ 341,699,800	3,564
ENDODONCIA	655	357	607	\$ 56,510,500	328
CIRUGIA	541	244	466	\$ 31,457,850	358
PERIODONCIA	583	231	556	\$ 34,155,000	246
ODONTOPEDIATRIA	797	285	396	\$ 35,090,500	265
REHABILITACION	229	62	91	\$ 30,487,000	114
ATM	597	204	204	\$ 27,834,000	199

- **Paz de Aripuro:**

Especialidad	Pacientes atendidos (No. Personas)	Tratamientos iniciados (No. Citas)	Valoraciones realizadas (No. Citas)	Ingresos por especialidad (\$)	Utilización (Horas)
ORTODONCIA	952	29	63	\$ 45,989,000	303
ODONTOLOGIA	1,679	584	634	\$ 83,669,500	1,430
ATM	18	8	15	\$ 2,125,000	12

## Anexo 4

### Factor Analysis

#### Communalities

	Initial	Extraction
EspacioTrabajo	1.000	.893
Especialistas	1.000	.763
Auxiliares	1.000	.896
Inversion	1.000	.837
Experiencia	1.000	.205

Extraction Method: Principal Component Analysis.

#### Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.595	71.892	
2	.899	17.983	89.876
3	.492	9.840	99.716
4	.008	.163	99.879
5	.006	.121	100.000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

#### Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues	Extraction Sums of Squared Loadings		
	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	71.892	3.595	71.892	71.892

Extraction Method: Principal Component Analysis.

#### Component Matrix<sup>a</sup>

	Component
	1
EspacioTrabajo	.945
Especialistas	.874
Auxiliares	.946
Inversion	.915
Experiencia	.453

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 1 components extracted.

# Factor Analysis

## Communalities

	Initial	Extraction
Pacientes	1.000	.907
Cubrimiento	1.000	.681
Ingresos	1.000	.953
UEspecialistas	1.000	.910
UConsultorios	1.000	.754

Extraction Method: Principal Component Analysis.

## Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2.324	46.489	
2	1.880	37.590	
3	.565	11.299	95.377
4	.227	4.545	99.922
5	.004	.078	100.000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

## Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues	Extraction Sums of Squared Loadings		
	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	46.489	2.324	46.489	46.489
2	84.079	1.880	37.590	84.079

Extraction Method: Principal Component Analysis.

## Total Variance Explained

Component	Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2.298	45.954	45.954
2	1.906	38.124	84.079

Extraction Method: Principal Component Analysis.

## Component Matrix<sup>a</sup>

	Component	
	1	2
UEspecialistas	.868	.394
UConsultorios	.866	.060
Cubrimiento	-.816	-.119

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

**Component Matrix<sup>a</sup>**

	Component	
	1	2
Ingresos	-.199	.955
Pacientes	-.338	.891

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

**Rotated Component Matrix<sup>a</sup>**

	Component	
	1	2
UEspecialistas	.939	.170
UConsultorios	.854	-.154
Cubrimiento	-.821	.085
Ingresos	.041	.975
Pacientes	-.109	.946

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

**Component Transformation Matrix**

Component	1	2
1	.970	-.245
2	.245	.970

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.