

## MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DE LAS ESCUELAS PROFESIONALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO: UNA APLICACIÓN DEL DEA

## MEASURING THE TECHNICAL EFFICIENCY OF THE PROFESSIONAL SCHOOLS OF THE UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO: AN APPLICATION OF DEA

*Ronal Raul Arce Coaquira \*\**

[Recibido el 10 de enero de 2021; aceptado el 24 de enero de 2021]

### RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el nivel de eficiencia técnica de los recursos públicos en la Universidad Nacional del Altiplano en el periodo 2014-2018, para tal fin se realiza un análisis en dos etapas sobre un total de 350 observaciones, correspondientes a las escuelas profesionales. En la primera etapa, se evalúa el nivel de eficiencia técnica de cada escuela profesional, utilizando la metodología no paramétrica Análisis Envolvente de Datos (DEA-CRS input, DEA-CRS output, DEA-VRS input, DEA-VRS output) propuesto inicialmente por Charnes et al. (1978). Por otra parte, en la segunda etapa, se analizan los determinantes de la eficiencia a través de un análisis de regresión truncada Tobit. Los principales resultados muestran que el grado de ineficiencia promedio mide en 0.65; sin embargo, algunas escuelas profesionales registran eficiencia técnica durante un periodo determinado, las cuales son: odontología, enfermería, ciencias contables, educación secundaria, educación física, educación primaria, educación inicial, trabajo social, sociología, antropología, arte y ciencias físico matemática. Por lo tanto, en su mayoría, las escuelas profesionales de ingeniería y biomédicas son ineficientes. La ineficiencia está determinada por el número de aulas, laboratorios, bibliotecas, número de alumnos matriculados, ratio número de estudiantes por docente, número de docentes, número de docentes nombrados, ratio de docentes varones con respecto a docentes mujeres y el número de personal administrativo. El recurso humano docente nombrado y el número de estudiantes por docente están relacionado positivamente con la eficiencia al nivel de significación del 1%.

**Palabras clave:** Análisis envolvente de datos, eficiencia técnica, input, output, rendimientos a escala, regresión truncada Tobit.

\*\*Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú. Autor de correspondencia: [rarce@unap.edu.pe](mailto:rarce@unap.edu.pe)

## ABSTRACT

The present research work aims to determine the level of technical efficiency of public resources at the National University of the Altiplano in the period 2014-2018, for this end a two-stage analysis is carried out on a total of 350 observations, corresponding to professional schools. In the first stage, the level of technical efficiency of each professional school is evaluated, using the non-parametric methodology Data Envelope Analysis (DEA-CRS input, DEA-CRS output, DEA-VRS input, DEA-VRS output) initially proposed by Charnes et al. (1978). On the other hand, in the second stage, the determinants of efficiency are analyzed through a truncated Tobit regression analysis. The main results show that the average degree of inefficiency measures 0.65; however, some professional schools register technical efficiency during a given period, which are: Dentistry, nursing, accounting sciences, secondary education, physical education, primary education, initial education, social work, sociology, anthropology, art and mathematical physical sciences. Therefore, for the most part, engineering and biomedical professional schools are inefficient. Inefficiency is determined by the number of classrooms, laboratories, libraries, number of students enrolled, ratio number of students per teacher, number of teachers, number of teachers appointed, ratio of male teachers to female teachers and the number of administrative staff. The named human resource teacher and the number of students per teacher are positively related to efficiency at the 1 % level of significance.

**Key Words:** Data envelopment analysis, technical efficiency, input, output, returns to scale, truncated regression Tobit.

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción educativa eficiente es uno de los objetivos actuales del Perú. Por un lado, los gobiernos están interesados en conocer cuál es el máximo output educativo que puede ser alcanzado a partir de los inputs educativos invertidos. Por otro lado, en el caso de que se detecten comportamientos ineficientes, es necesario indagar acerca de las posibles causas explicativas de la ineficiencia para llevar a cabo una mejor gestión de los recursos públicos.

Los resultados de los trabajos por Castrodeza y Peña (2002), Agasisti et al. (2011), Ramírez (2013) y Alcaraz y Bernal (2017) muestran niveles ineficientes de producción educativa universitaria, y en referente a sus determinantes, los resultados de Santin y Sicilia (2012) muestran que el incremento de recursos educativos per se, como el aumento del número de profesores por grupo de alumnos, no tiene efectos significativos sobre la eficiencia. Existen otros trabajos de Fernández et. al. (2015), Warning (2004), Kemples y Pohl (2010), Duch-Brown y Vilalta (2010), García-Aracil y Palomares-Montero (2008) y Moreno et. al. (2018), que muestran otros determinantes internos y externos de la eficiencia técnica relativa como: la variable edad, la especialización en universidades politécnicas, la densidad de población regional, el mayor PIB per cápita regional, número de becarios, la titulación en la universidad, la localización, el número de habitantes de la ciudad donde está ubicada la universidad, la calidad de los estudiantes, los alumnos de familias monoparentales, la formación de los padres, la pertenencia del alumno al grado que estudia, el clima en el aula y la localización de la escuela en el caso de la titularidad pública.

La presente investigación tiene como objetivo determinar el nivel de eficiencia técnica alcanzado en la Universidad Nacional del Altiplano y por ende las 35 escuelas profesionales, en el uso o aprovechamiento de sus recursos (docentes universitarios, estudiantes matriculados y aulas académicas) y en los logros obtenidos (estudiantes in-victos y titulados mediante la modalidad de sustentación de tesis), durante el periodo 2014-2018. El estudio se realizó utilizando la técnica de Análisis Envolvente de Datos (DEA - Data Envelopment Analysis) siendo un método no paramétrico mediante los paquetes Excel y el Stata, y los modelos DEA - BCC input y, output orientado envolvente que miden la eficiencia con una puntuación igual a 1 y la ineficiencia con una puntuación menor a 1.

En las últimas décadas las políticas educativas se han centrado en dotar de mayores recursos al sistema, pero no se han logrado mejoras significativas en los resultados académicos. Por ejemplo, Hanushek (1986, 2003) no encuentra una relación directa y sistemática entre más recursos educativos y mejores resultados. Por lo tanto, es oportuno formular las siguientes preguntas, ¿Cuál es el nivel de eficiencia técnica de los recursos públicos en la Universidad Nacional del Altiplano en el periodo 2014-2018?, ¿Cuáles son las escuelas profesionales eficientes e ineficientes de la Universidad Nacional del Altiplano?, ¿Cómo influye la condición del docente universitario sobre la eficiencia técnica universitaria? y ¿Cómo influye el número de estudiantes por docente sobre la eficiencia técnica universitaria?

En base a la construcción del marco teórico y la literatura relevante se intenta plantear la hipótesis general: El nivel relativo de eficiencia técnica de la Universidad Nacional del Altiplano se encuentra determinado por variables como el ratio de número de estudiantes por docente, número de docentes nombrados, ratio de docentes varones con respecto a docentes mujeres; y como hipótesis específicas: Sobre la base de la construcción del indicador de eficiencia técnica, se encontraría que escuelas profesionales son eficientes ( $IE = 1$ ) y que escuelas profesionales son ineficientes ( $IE < 1$ ), a mayor número de docentes nombrados influye positivamente sobre la eficiencia técnica universitaria y a mayor número de estudiantes por docente influye positivamente sobre la eficiencia técnica universitaria.

La medición de la eficiencia en las escuelas profesionales es importante para optimizar la utilización de los recursos, lo que además pretende contribuir a la materialización del ideal de una educación de calidad libre de barreras para el acceso con cobertura total. En tal sentido, la eficiencia es un atributo básico de la calidad educativa universitaria, es decir, el incremento en los niveles de calidad a partir del aumento de los índices de eficiencia mediante el establecimiento de políticas en pro de mejora en cada una de las variables objeto de análisis. En este mismo sentido, y en la actual coyuntura de acreditación institucional y de los programas académicos que viven las escuelas profesionales, el conocimiento del grado de eficiencia o de la magnitud de las deficiencias en las variables propias del sistema universitario constituye una guía para los gestores de las escuelas profesionales de las universidades con el fin de adoptar medidas orientadas al logro de metas concretas en relación con las variables que presentan influencia positiva o negativa en la eficiencia de las universidades.

## 2. MÉTODOS

### 2.1 *Ámbito o Lugar de Estudio*

El ámbito de estudio del presente trabajo de investigación es la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Fue fundada en 1856, sin embargo, reapertura el 29 de abril de 1962 su actividad académica como Universidad Técnica del Altiplano. Posteriormente fue cambiando la denominación de la universidad: en 1961 fue nombrada Universidad Nacional Técnica del Altiplano, por Ley N° 13516, con las siglas UNTA; en 1983, Universidad Nacional del Altiplano, por la Ley N° 23733, con las siglas UNA; y 2014, Universidad Nacional del Altiplano de Puno, por la Ley N° 30220, con las siglas UNAP. El 30 de diciembre de 2017, se publica la Resolución del Consejo Directivo N° 101-2017-SUNEDU/CD, por el cual la SUNEDU otorga la licencia institucional a la Universidad.

### 2.2 *Descripción de Métodos*

El presente trabajo de investigación es de tipo explicativo, cuantitativo, no paramétrico, determinista y se vale de la programación estadística de optimización. También es paramétrica en la determinación de los factores que influyen la eficiencia técnica universitaria. En relación al diseño de investigación obedece al diseño de contratación de tipo cuantitativo no experimental correlacional porque mide la relación entre las variables que interactúan. Hernández et. al. (2006) y Ávila (2009).

Se empleó el método analítico para alcanzar el primer objetivo en la verificación de detalles minuciosos del comportamiento y las características individuales de la eficiencia técnica en las escuelas profesionales de la Universidad Nacional del Altiplano. Se empleó el método de la síntesis para alcanzar el primer objetivo al observar el comportamiento en conjunto de las variables y que permitirá establecer el tipo de relación existente entre los recursos que se utilizan y los productos que se obtienen en cada una de las escuelas profesionales de la universidad nacional del Altiplano. Para determinar la eficiencia del uso de los recursos hemos utilizado el método de análisis DEA que es el que se utiliza para medir la eficiencia en las entidades del sector público y se ha extendido para las entidades del sector privado. Este método DEA es una técnica no paramétrica, determinista que se basa en la programación estadística. Con la aplicación del método DEA en la medición de la eficiencia entre las Escuelas Profesionales de la Universidad Nacional del Altiplano y según la orientación de las variables (modelos DEA-CRS input, DEA-CRS output, DEA-VRS input, DEA-VRS output) se determinó la eficiencia relativa de las escuelas profesionales que conforman la Universidad Nacional del Altiplano.

Se empleó el método deductivo para alcanzar el segundo y tercer objetivo de la investigación, al determinar el grado de influencia de los factores que influyen la eficiencia técnica en las escuelas profesionales de la Universidad Nacional del Altiplano. El método deductivo nos permitirá formular ecuaciones del modelo Tobit por intermedio de reducción de variables no significativas en las estimaciones del modelo con el uso de la econometría. Es decir, consiste en encontrar el proceso generador de datos, que partiendo de una especificación lo más amplia posible, para luego ir reparametrizando parsimoniosamente, utilizando criterios de significación estadística, hasta hallar

una ecuación que nos provea resultados razonables y acordes a la teoría económica. La reducción de la ecuación es producto de los datos y resultados de los test estadísticos. La econometría nos permite utilizar diferentes herramientas de estimación, por lo cual, en el presente trabajo de investigación se empleó la herramienta econométrica de Máxima Verosimilitud (MV) para alcanzar el segundo y tercer objetivo en la estimación de las ecuaciones de causa y efecto que consiste en estimar parámetros de modo tal que la probabilidad de observar y sea lo máximo posible. Se utilizó el programa econométrico Stata 15 en las estimaciones de los modelos (Tabla 1).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados

##### *Eficiencia Técnica Universitaria*

Se presenta los datos calculados que corresponden a la eficiencia técnica de la Universidad Nacional de Altiplano de Puno, según modelo DEA durante el periodo 2014 – 2018; los resultados muestran un grado de ineficiencia, es decir, el modelo DEA-CRS orientado a input mide en 0.71 la ineficiencia en promedio, el modelo DEA-CRS orientado a output mide en 0.62 la ineficiencia en promedio, el modelo DEA-VRS orientado a input mide en 0.69 la ineficiencia en promedio y el modelo DEA-VRS orientado a output mide en 0.65. Por otra parte, se observa una mejora en el nivel de eficiencia, es decir, según los modelos DEA, los niveles de eficiencia registran rendimientos crecientes a escala en 30.04 %, 42.89 %, 42.46 % y 35.13 % respectivamente (Tabla 1).

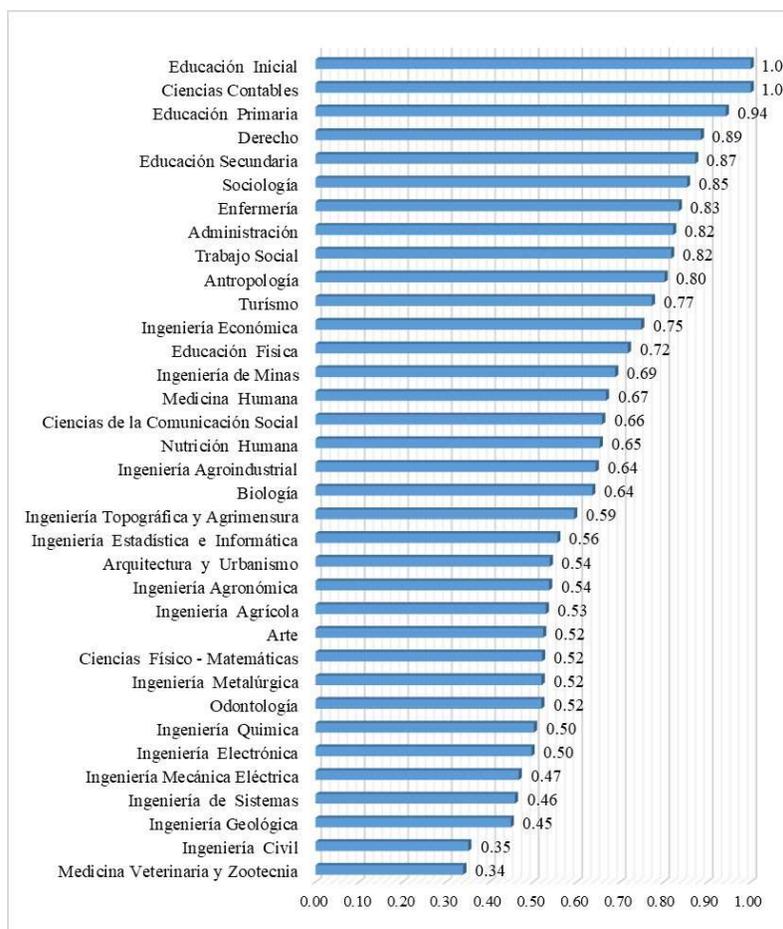
**Tabla 1: Eficiencia técnica de la Universidad Nacional del Altiplano según modelo DEA periodo 2014 – 2018.**

Año	DEA CRS INPUT	DEA CRS OUTPUT	DEA VRS INPUT	DEA VRS OUTPUT
2014	0.64	0.53	0.59	0.59
2015	0.7	0.59	0.65	0.62
2016	0.68	0.57	0.67	0.64
2017	0.73	0.67	0.73	0.69
2018	0.78	0.72	0.79	0.74
Promedio 2014 - 2018	0.71	0.62	0.69	0.65
Variación %	30.04	42.89	42.46	35.13

Fuente: Datos obtenidos de data envelopment analysis por Stata 15.

##### *Ranking de Eficiencia Técnica en las Escuelas Profesionales*

Se obtiene el ranking de los datos calculados que corresponden al promedio de la eficiencia DEA – VRS orientado a output según escuela profesional en la Universidad Nacional de Altiplano durante el periodo 2014 - 2018, los resultados muestran un rango de promedio de la ineficiencia técnica entre un valor mínimo de 0.34 para la escuela profesional de medicina veterinaria y zootecnia, un valor máximo de 1.00 para las escuelas profesionales de ciencias contables y educación inicial respectivamente. Lo que demuestra que al evaluar las escuelas profesionales con este último modelo resulta que ciencias contables y educación inicial son eficientes o no reportan ineficiencia en la mezcla de sus insumos o productos, es decir, aprovechan al 100 % los recursos que disponen, lo que sugiere que están maximizando y gestionando correctamente el nivel output que obtienen (Figura 1).

**Figura 1: Ranking de eficiencia en las Escuelas Profesionales de la UNA.**

Fuente: Datos obtenidos de data envelopment analysis por Stata 15

Por otra parte las mayorías de las escuelas profesionales en la Universidad Nacional del Altiplano son ineficientes en la producción educativa, debido a problemas en la escala de operación, al tipo de retornos a escala decreciente que presentan, a problemas en la mezcla de sus insumos o productos, al bajo aprovechamiento y/o utilización de los recursos que disponen (recursos ociosos), a problemas en el avance de tecnología educativa (métodos de enseñanza – aprendizaje) y a problemas administrativos.

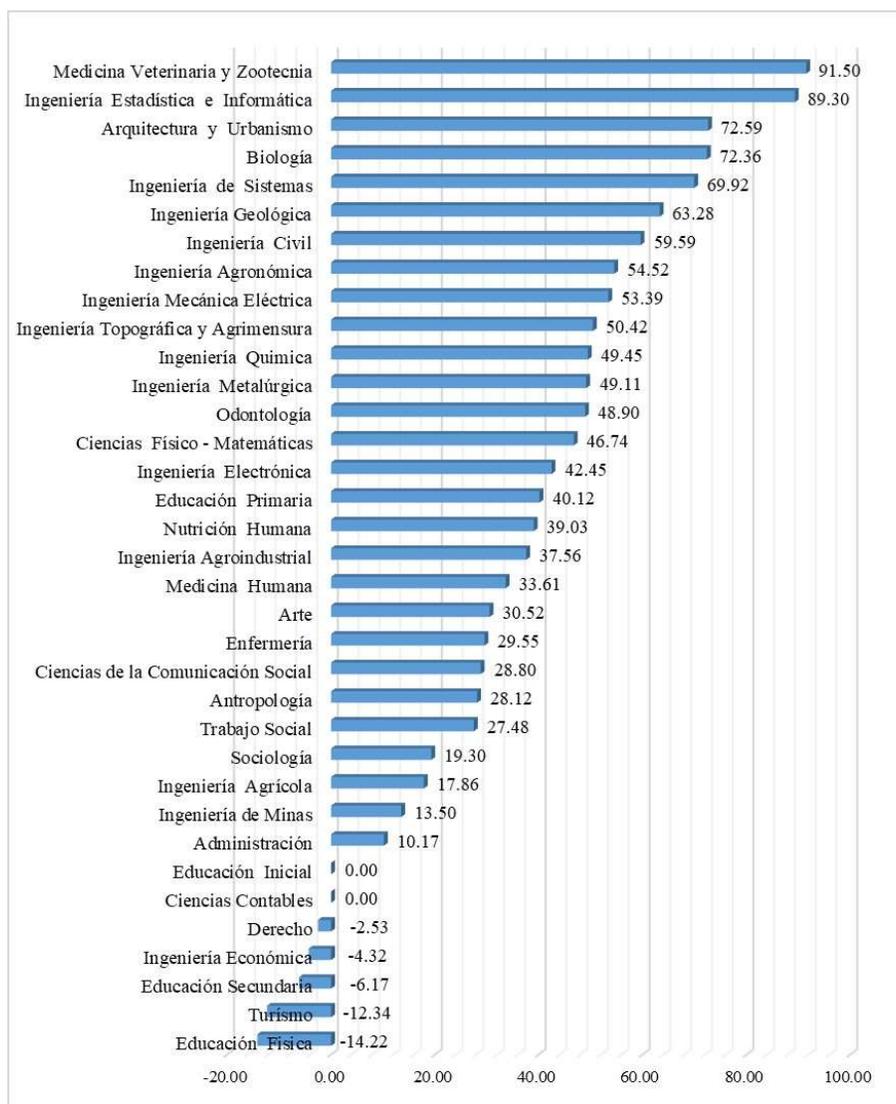
La ineficiencia en las escuelas profesionales sugiere que se están aumentando más de los recursos para obtener una misma cantidad de producto, es decir, la ineficiencia técnica relativa se explica por el despilfarro de los recursos existentes para llevar cabo la producción educativa. Por otra parte, los inputs pueden presentar valores adecuados y sin embargo los resultados académicos son bajos. Por lo tanto, la ineficiencia en las escuelas profesionales es debido a que no cumplen adecuadamente con su papel los agentes implicados: alumnos, docentes, administrativos, decanos, autoridades universitarias.

#### *Mejora de la Eficiencia Técnica*

Se reúne los datos calculados que corresponden a la variabilidad de la eficiencia técnica DEA – VRS orientado a output, según escuela profesional de las áreas académicas de sociales, biomédicas e ingenierías en la Universidad Nacional de Altiplano, durante el periodo 2014 – 2018; los resultados muestran un rango de variación porcentual de la ineficiencia técnica entre un valor mínimo de -14.22% (rendimiento decreciente a escala) ) para la escuela profesional de educación física y un valor máximo de 91.50% (rendimiento creciente a escala) para la escuela profesional de medicina veterinaria y zootecnia respectivamente. Cabe indicar que las escuelas profesionales educación inicial y ciencias contables registran rendimientos constantes a escala.

Sin embargo, los resultados del modelo DEA VRS orientado a output muestran que en promedio la mayoría de las escuelas profesionales registran una mejora en el nivel de eficiencia técnica, lo cual indicaría que presentan disminución de la ineficiencia técnica relativa en la producción educativa (Figura 2).

**Figura 2: Mejora de la eficiencia técnica según escuela profesional UNA, periodo 2014 – 2018.**



Fuente: Datos obtenidos de data envelopment analysis por Stata 15.

### *Producción Educativa Eficiente*

Esta disminución en la ineficiencia de las escuelas profesionales de la Universidad Nacional del Altiplano, sugiere que han ido aumentando el output (productos – resultados) con la utilización de los mismos inputs disponibles (recursos); aunque no alcanzaron el nivel eficiente de producción educativa. A continuación, se muestran los niveles de producción educativa por escuela profesional que deberían aumentar para lograr la eficiencia técnica (Tabla 2)

**Tabla 2: Producción educativa eficiente en las escuelas profesionales UNAP, periodo 2014 – 2018**

Escuela profesional	2014	2015	2016	2017	2018
Ingeniería Agronómica	279	297	285	275	309
Ingeniería Agroindustrial	232	232	227	230	268
Ingeniería Topográfica y Agrimensura	349	405	431	489	481
Ingeniería Económica	500	550	582	657	655
Ingeniería Agrícola	391	442	457	494	479
Ingeniería Civil	580	616	620	702	700
Arquitectura y Urbanismo	448	501	527	562	547
Ciencias Físico - Matemáticas	118	134	144	146	189
Ingeniería Estadística e Informática	238	244	213	204	202
Ingeniería Geológica	418	439	454	509	498
Ingeniería Metalúrgica	286	305	287	287	298
Ingeniería de Minas	457	501	490	523	528
Ingeniería Química	212	227	231	247	262
Ingeniería Mecánica Eléctrica	432	441	439	431	419
Ingeniería Electrónica	266	295	300	327	340
Ingeniería de Sistemas	385	428	437	465	463
Medicina Veterinaria y Zootecnia	467	497	500	521	529
Biología	301	333	329	358	376
Nutrición Humana	261	300	325	361	375
Odontología	339	351	318	323	311
Enfermería	399	437	463	480	471
Medicina Humana	317	342	355	377	391
Ciencias Contables	665	688	693	728	713
Administración	417	442	450	493	511
Educación Secundaria	48	493	499	615	713
Educación Física	408	199	238	260	281
Educación Primaria	171	207	219	227	275
Educación Inicial	211	289	331	376	383
Trabajo Social	426	462	472	522	532
Sociología	328	351	381	397	403
Turismo	363	393	389	408	400
Antropología	332	372	395	436	431
Ciencias de la Comunicación Social	371	403	382	407	410
Arte	290	300	266	272	313
Derecho	455	481	482	534	560

Fuente: Elaboración propia a base de los resultados del modelo DEA – VRS orientada output.

#### *Estimación de los Determinantes de la Eficiencia Técnica*

Para determinar cuál es el impacto de algunas variables seleccionadas sobre la eficiencia técnico-asignativa y la eficiencia de escala, se estiman cuatro modelos TOBIT. Para explicar la eficiencia técnico-asignativa se obtiene las siguientes estimaciones (Tabla 3).

**Tabla 3: Estimaciones del modelo Tobit eficiencia DEA periodo muestral: 2014-2018.**

	MODELO TOBIT Eficiencia DEA CRS INPUT		MODELO TOBIT Eficiencia DEA CRS OUTPUT		MODELO TOBIT Eficiencia DEA VRS INPUT		MODELO TOBIT Eficiencia DEA VRS OUTPUT	
	$\beta$	dy/dx	$\beta$	dy/dx	$\beta$	dy/dx	$\beta$	dy/dx
AUL	-0.0268383 (-4.56)	-0.0268383 (-4.56)						
LAB	-0.012775 (-4.27)	-0.012775 (-4.27)	-0.0136827 (-7.43)	-0.0136827 (-7.43)	-0.0175755 (-8.64)	-0.0175755 (-8.64)	-0.0156077 (-7.82)	-0.0156077 (-7.82)
BIB	-0.0862747 (-2.47)	-0.0862747 (-2.47)						
DOC			-0.003047 (-2.84)	-0.003047 (-2.84)				
ADOC	0.012641 -3.85	0.012641 -3.85					0.0057476 -2.25	0.0057476 -2.25
DOCN	0.0116036 -4.58	0.0116036 -4.58	0.0046324 -2.42	0.0046324 -2.42	0.0058222 -3.87	0.0058222 -3.87	0.0038763 -2.52	0.0038763 -2.52
DOCVM	-0.0060173 (-2.94)	-0.0060173 (-2.94)	-0.0057518 (-3.79)	-0.0057518 (-3.79)	-0.0054561 (-3.38)	-0.0054561 (-3.38)	-0.0062778 (-3.77)	-0.0062778 (-3.77)
ADM	-0.0187551 (-2.81)	-0.0187551 (-2.81)						
AMAT					-0.0003655 (-4.74)	-0.0003655 (-4.74)		
Constante	0.8609794 (-11.19)		0.7835671 (-24.03)		0.9442594 (-21.45)		0.653845 (-10.68)	
Estadístico de Validez	LR chi2(7)= 91.97 Prob >chi2= 0.0000 Pseudo R2= 0.9946 Log likelihood=-0.25127296		LR chi2(4)= 65.69 Prob >chi2= 0.0000 Pseudo R2= -0.9399 Log likelihood = 67.788042		LR chi2(4)= 86.24 Prob >chi2= 0.0000 Pseudo R2= 11.2359 Log likelihood = 39.284414		LR chi2(4)= 72.22 Prob >chi2= 0.0000 Pseudo R2= -10.4781 Log likelihood = 39.555533	

Fuente:Elaboración propia.

$$THETA_i = 0 + AUL_i + LAB_i + BIB_i + AMAT_i + ADOC_i + DOC_i + DOCN_i + DOCVM_i + ADM_i + \epsilon_i$$

Donde:

THETA= Eficiencia técnica DEA por escuela profesional.

AUL = Número de aulas académicas por escuela profesional.

LAB = Numero de laboratorios por escuela profesional.

BIB = Numero de bibliotecas por escuela profesional.

AMAT= Número de alumnos matriculados por escuela profesional.

ADOC = Número de alumnos por docente por escuela profesional.

DOC= Número de docentes por escuela profesional.

DOCN = Número de docentes nombrados por escuela profesional.

DOCVM = Número de docentes varones por docente mujer por escuela profesional.

ADM = Número de personal administrativo por escuela profesional.

i = representa a las unidades tomadoras de decisiones (DMU), toma valores 1, 2, 3... 35

$\epsilon_i$  = Representa termino de error.

### Efectos Marginales

Los resultados del modelo Tobit DEA-CRS INPUT muestran que el recurso físico aula académica (AUL) está relacionado negativamente con la eficiencia de CRS puntajes de DMU al nivel de significación del 1%; es decir, un incremento en una unidad en el número de aulas académicas genera una disminución de 0.02 del nivel de eficiencia técnica.

Respecto al recurso físico laboratorio, los resultados de los 4 modelos Tobit DEA muestran que el recurso físico laboratorio (LAB) está relacionado negativamente con la eficiencia de CRS puntajes de DMU al nivel de significación del 1%; es decir, un incremento en una unidad en el número de laboratorios genera una disminución de 0.01 del nivel de eficiencia técnica.

Respecto al recurso físico biblioteca, los resultados del modelo Tobit DEA-CRS INPUT muestran que el recurso físico biblioteca (BIB) está relacionado negativamente con la eficiencia de CRS puntajes de DMU al nivel de significación del 1%; es decir, un incremento en una unidad en el número de bibliotecas genera una disminución de 0.08 del nivel de eficiencia técnica.

Respecto al recurso humano alumnos matriculados, los resultados del modelo Tobit DEA-VRS INPUT muestran que el recurso humano alumnos matriculados (AMAT) está relacionado negativamente con la eficiencia de VRS puntajes de DMU al nivel de significación del 1%; es decir, un incremento en una unidad en el número de alumnos matriculados genera una disminución de 0.0003 del nivel de eficiencia técnica.

Respecto al recurso humano alumnos por cada docente, los resultados del modelo Tobit DEA-VRS OUTPUT muestran que el recurso humano alumnos por cada docente (ADOC) está relacionado positivamente con la eficiencia de VRS puntajes de DMU al nivel de significación del 1%; es decir, un incremento en una unidad en el ratio alumnos por cada docente genera un aumento de 0.005 del nivel de eficiencia técnica.

Respecto al recurso humano docente, los resultados del modelo Tobit DEA-CRS OUTPUT muestran que el recurso humano docente (DOC) está relacionado negativamente con la eficiencia de CRS puntajes de DMU al nivel de significación del 1%; es decir, un incremento en una unidad en el número de docentes genera una disminución de 0.003 del nivel de eficiencia técnica.

Respecto al recurso humano docente nombrado, los resultados del modelo Tobit DEA-VRS OUTPUT muestran que el recurso humano docente nombrado (DOCN) está relacionado positivamente con la eficiencia de VRS puntajes de DMU al nivel de significación del 1%; es decir, un incremento en una unidad en el número de docentes nombrados genera un aumento de 0.003 del nivel de eficiencia técnica.

Respecto al recurso humano docente varones por cada docente mujer, los resultados del modelo Tobit DEA-VRS OUTPUT muestran que el recurso humano docente varones por cada docente mujer (DOCVM) está relacionado negativamente con la eficiencia de VRS puntajes de DMU al nivel de significación del 1%; es decir, un incremento en una unidad en el número de docentes varones por cada docente mujer genera una disminución de 0.006 del nivel de eficiencia técnica.

Respecto al recurso humano personal administrativo, los resultados del modelo Tobit DEA-CRS INPUT muestran que el recurso humano administrativo (ADM) está relacionado negativamente con la eficiencia de CRS puntajes de DMU al nivel de significación del 1%; es decir, un incremento en una unidad en el número del personal administrativo genera una disminución de 0.01 del nivel de eficiencia técnica.

### 3.2 *Discusión*

Referente a los resultados sobre la medición de la eficiencia técnica en las universidades, de acuerdo con la restricción de que el índice de eficiencia debe ser positivo, menor y/o igual a la unidad. (Charnes et al., 1978), las escuelas profesionales en la Universidad Nacional del Altiplano presentan ineficiencia (0.65), lo cual sugiere, según la teoría económica, que aún no se ha alcanzado una asignación eficiente en el sentido de Pareto o punto economía Pareto-superior. (Pareto, 1909). Dado que la forma de la curva de posibilidades de producción identifica el costo de oportunidad creciente, es decir, que el aumento de la producción de un bien se realiza cada vez con mayor disminución de la producción del otro bien. Por otra parte, la medición de la eficiencia DEA es similar al encontrado en los trabajos por Castrodeza y Peña (2002), Agasisti et al. (2011), Ramírez (2013) y Alcaraz y Bernal (2017).

Referente a los resultados sobre determinantes de la eficiencia técnica en las universidades, el modelo Tobit DEA-VRS OUTPUT muestran que el recurso humano alumnos por cada docente y docentes nombrados, están relacionado positivamente con la eficiencia. Sin embargo, los resultados de Santín y Sicilia (2012) muestran que el incremento de recursos educativos per se, como el aumento del número de profesores por grupo de alumnos, no tiene efectos significativos sobre la eficiencia.

**Tabla 4: Comparación de resultados sobre la medición de la eficiencia técnica**

Autores	DMU	Modelo	Eficiencia técnica
Castrodeza y Peña (2002).	Departamentos de ciencias sociales y jurídicas de la Universidad Valladolid (España).	DEA – CRS	0.755
		DEA – VRS	0.886
Agasisti et al. (2011).	Departamentos académicos en Italia.	DEA - CRS y DEA - VRS orientados a salidas	0.75
			0.78
Ramírez (2013).	Facultades de la Universidad Nacional del Callao (Perú).	DEA-BCC input y, output	0.986
			0.926
Alcaraz y Bernal (2017).	Universidades Públicas Estatales del Noroeste de México.	DEA - CCR - O	0.86
Tesista (2014 - 2018).	Escuelas profesionales de la Universidad Nacional del Altiplano (Perú).	DEA - CRS input	0.71
		DEA - CRS output	0.62
		DEA - VRS input	0.69
		DEA - VRS output	0.65

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del modelo Tobit DEA-VRS OUTPUT muestran que el recurso humano docente varones por cada docente mujer está relacionado negativamente con la eficiencia. Por otra parte, resultado similar encuentra Wolszczak-Derlacz y Parteka (2011) en donde el porcentaje de mujeres sobre el total personal académico afectan positivamente y significativamente a la eficiencia de las instituciones.

#### 4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación se concluye que el nivel relativo de eficiencia técnica de la Universidad Nacional del Altiplano durante el periodo 2014 al 2018 es ineficiente (0.65) y está determinado por el número de aulas, laboratorios y bibliotecas, número de alumnos matriculados, ratio número de estudiantes por docente, número de docentes, número de docentes nombrados, ratio de docentes varones con respecto a docentes mujeres y el número de personal administrativo.

Respecto al cálculo del indicador de eficiencia técnica para identificar las escuelas profesionales eficientes e ineficientes de la Universidad Nacional del Altiplano, se concluye que, de acuerdo a los modelos DEA-CRS input, DEA-CRS output, DEA-VRS input y DEA-VRS output, el grado de ineficiencia promedio mide en 0.71, 0.62, 0.69 y 0.65 respectivamente. Sin embargo, algunas escuelas profesionales registran eficiencia técnica durante un periodo determinado, las cuales son: Odontología, enfermería, ciencias contables, educación secundaria, educación física, educación primaria, educación inicial, trabajo social, sociología, antropología, arte y ciencias físico matemática. Por otra parte, en su mayoría, las escuelas de ingeniería y biomédicas son ineficientes.

Referente a cómo influye la condición del docente universitario sobre la eficiencia del rendimiento académico del estudiante universitario, se concluye que, de acuerdo al modelo Tobit DEA-VRS OUTPUT, el recurso humano docente nombrado está relacionado positivamente con la eficiencia de CRS puntajes de DMU al nivel de significación del 1%; es decir, un incremento en una unidad en el número de docentes nombrados genera un aumento de 0.003 del nivel de eficiencia técnica.

Respecto a cómo influye el número de estudiantes por docente en aula sobre la eficiencia del rendimiento académico del estudiante universitario, se concluye que, de acuerdo al modelo Tobit DEA-VRS OUTPUT, el recurso humano alumnos por cada docente está relacionado positivamente con la eficiencia de CRS puntajes de DMU al nivel de significación del 1%; es decir, un incremento en una unidad en la ratio alumnos por cada docente genera un aumento de 0.005 del nivel de eficiencia técnica.

## REFERENCIAS

- AGASISTI, T., DAL BIANCO, A., LANDONI, SALA, A., SALERNO, M. (2011). *Evaluating the Efficiency of Research in Academic Departments: an Empirical Analysis in an Italian Region*. Italy, Volume 65, No. 3, pp 267–289.
- BARRA, C., ZOTTI, R. (2013). *Interdepartmental Centre for Research in Labour Economics and Economic Policy*. University of Salerno, pp. 1-30.
- BOUZA SUÁREZ, A. (2000). *Reflexiones acerca del uso de los conceptos de eficiencia, eficacia y efectividad en el sector salud*. Rev Cubana Salud Pública, 50-56.
- BARBOSA, S. (2010). *Evaluación de la eficiencia de las escuelas de la Universidad Industrial de Santander aplicando Análisis Envoltante de Datos (DEA)*. Colombia. pp. 23107.
- BARRANTES, R., E. CUBA, ET AL. (2008). *“La investigación económica y social en el Perú, 2004-2007: Balance y prioridades para el futuro”*. Lima, CIES.
- CHARNES, A., COOPER, W., RHODES, E. (1978). *Medida de la eficiencia de las unidades de decisión*. Revista Europea de Investigación Operativa, 429-444.
- CASTRODEZA, C., PEÑA, T. (2002). *Evaluación de la actividad investigadora universitaria: Una aplicación a la Universidad de Valladolid*. Estudios de Economía Aplicada, vol. 20, pp. 29-44.
- CABALLERO, R., GALACHE, T., GÓMEZ, T., MOLINA, J., TORRICO, A. (2004). *Asignaciones presupuestarias y eficiencia en la política de recursos humanos de una universidad bajo criterios múltiples*. XI Encuentro de Economía Pública, pp.1-25.
- CHARNES, A., COOPER, W. AND RHODES, E. (1981). *Evaluating program and managerial efficiency: An application of data envelopment analysis to program follow through*. Management Science. 27, 6 (1981), 668–697.
- COLL SERRANO, V. Y BLASCO BLASCO, O. (2006). *Evaluación de la eficiencia mediante el Análisis Envoltante de Datos. Introducción a los modelos básicos*. España: Universidad de Valencia.
- CUEVAS L., K. A. (2003). *Análisis de la eficiencia relativa de las maestrías de la Universidad de las Américas Puebla. Tesis para obtener el título en Licenciatura en Actuaría*. Universidad de las Américas Puebla. Cholula, Puebla, México.
- CHARNES, A., COOPER, W., LEWIN, A.Y. AND SEIFORD, L.M. (1994). *Data envelopment analysis: Theory, methodology and application*. Kluwer Academic Publishers.
- DÍEZ M., FRANCISCO DE ASÍS (2008). *Análisis de eficiencia de los departamentos universitarios. El caso de la Universidad de Sevilla*. España: Disponible en <http://vlex.com/vid/introduccion-41323267>.
- DOYLE JR AND RH GREEN (1991). *“Comparing Products Using Data Envelopment Analysis.”*. Omega 1: 631-638.
- DEBREU, G. (1951). *“The coefficient of resource utilization”*. Econometrica, (19)3, 273-292
- FARRO C., F. (2001). *Planificación estratégica para instituciones educativas de calidad*. Perú: Editorial Udegraf S. A.
- FARRO C., F. (2004). *Evaluación y acreditación para universidades de calidad*. Perú: Editorial Udegraf S. A.
- FERNÁNDEZ, J. (2000). *Microeconomía Teoría y Aplicaciones Tomo I*. Lima, Centro de Investigación Universidad del Pacífico.
- FERNÁNDEZ, Y., MARTÍNEZ, A. Y FERNÁNDEZ, J. (2015). *Determinantes de la eficiencia en las universidades públicas españolas: un análisis DEA en dos etapas*. Universidad de León. Investigaciones de economía de la educación, Vol. 10, pp. 491-508
- FARRELL, M. (1957). *The measurement of productive efficiency*. Journal of the Royal Statistical Society. Series A. 120, 3 (1957), 253–290.
- FRIED, H.O., C.A.K. LOVELL Y S.S. SCHMIDT EDS. (1993). *The measurement of productive efficiency*. New York, Oxford University Press.

- HOETKER, G. (2007). *The use of logit and probit models in strategic management research: critical issues*. Strategic Management Journal College of Business, University of Illinois at Urbana-Champaign, Champaign, Illinois, U.S.A.
- HOLZ, M. (2016). *Conceptos de la calidad de educación*. Biblioteca del Congreso Nacional. Asesoría Técnica Parlamentaria.
- KAOA, C., TAI, H., (2006). *Efficiency analysis of university departments: An empirical study*. Department of Industrial and Information Management, Tainan, Omega 36, pp. 653 – 664
- KOOPMANS, T.C. (1951). “An analysis of production as an efficient combination of activities”, en T.C. Koopmans ed. Activity analysis of production and allocation. Cowles Commission for Research in Economics, Monograph n. 13, New York, Wiley.
- LOCKHEED, M., Y HANUSHEK, E. (1998). *Improving Educational Efficiency in Developing Countries: What Do We Know?* en Compare, 50-56.
- MALMQUIST, S. (1953). *Malmquist. Index numbers and indifference surfaces*. Trabajos de Estadística, 4, pp. 209–242.
- MURIAS, P., MARTÍNEZ, R., MIGUEL, D., Y RODRÍGUEZ, D., (2004). *Un Análisis Envolvente de Datos de la eficiencia de los centros de educación secundaria gallegos*. España, pp. 1-14.
- MESÍAS, D. (2014). *Modelo para la evaluación de la actividad investigativa en el postgrado: caso Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle*. Tesis de Doctorado en Educación. Perú: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- MARTÍNEZ C., M. E. (2001). *Evaluación integral de la productividad académica en tres departamentos de la universidad de Guadalajara*. Tesis de Maestría en Educación. México: Universidad del Valle de Atemajac.
- MARTÍNEZ, F. (2010). “Los indicadores como herramientas para la evaluación de la calidad de los sistemas educativos” en Sinéctica, 35, pp. 50-62. Disponible en: <http://sinectica.iteso.mx/assets/files/articulos/...> [10 de Junio de 2015]
- MARTÍN RIVERO, R. (2006). *La evaluación de la eficiencia. Una aplicación del DEA a la Universidad de la laguna*. XV Jornadas de la Asociación de la Economía de la Educación, 217-228.
- MARTIN, R. (2007). *La Eficiencia Productiva en el Ámbito Universitario: Aspectos Claves para su Evaluación*. Departamento de Economía de las Instituciones, Estadística Económica y Econometría. Universidad de La Laguna. Estudios de economía aplicada Vol. 25-3, 2007. Págs. 793-812
- MORENO, J., DÍAZ, J., RODRÍGUEZ, D. Y SEGURA, J. (2018). *Análisis de la eficiencia educativa y sus factores explicativos considerando el efecto de la titularidad en Colombia con datos Pisa 2012*. Revista Desarrollo y Sociedad.
- NICHOLSON, W. (2006). *Teoría Microeconómica. Principios básicos y Aplicaciones*. México, Cengage Learning Editores, S.A., Novena Edición.
- PÉREZ R., K. M. (2009). *Utilización del análisis envolvente de datos en la seguridad ciudadana*. Perú: Tesis para obtener el título de Licenciado en Investigación Operativa. UNMSM.
- PINO, J., SOLÍS, M., DELGADO, M., Y BAREA, R., (2010). “Evaluación de la eficiencia de grupos de investigación mediante análisis envolvente de datos (DEA)”. El profesional de la información, v.19, n. 2, pp.160-167.
- RAMÍREZ, R. (2013). *La eficiencia del uso de los recursos en las Facultades de la Universidad Nacional del Callao - Año 2011*, Tesis para el grado de maestro en finanzas. Perú: Universidad Nacional del Callao.
- RHODES, E. (1978). *Data envelopment analysis and approaches for measuring the efficiency*. Capítulo 4. DEA EN R 91 of decision-making units with an application to program follow-through in u.S. (education. Ph. D. dissertation), School of Urban; Public Affairs, Carnegie-Mellon University
- RODRÍGUEZ, G. (2011). *Indicadores DEA (Data Envelopment Analysis) de Eficiencia y Productividad para las actividades de Extensión universitaria Aplicación en la Universidad Nacional de Colombia*, . pp. 15-240.

- RUGGIERO, J. (1996a). "On the Measurement of Technical Efficiency in the Public Sector", *European Journal of Operational Research*, vol. 90, núm. 3, pp. 553-565.
- RUGGIERO, J. (1996b). "Efficiency of Educational Production: An Analysis of New York School Districts", *Review Economics and Statistics*, vol. 78, núm. 3, pp. 499-509.
- SANTIN, D. Y SICILIA, G. (2012). *La medición de la eficiencia educativa en Uruguay. ¿Cuáles son sus determinantes?*. Departamento de Economía Aplicada VI. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Complutense de Madrid.
- SINUANY, Z., STERNA, A., BARBOYS, A., Academic departments efficiency via DEA. *Department of Industrial Engineering Management, Israel. Computers Ops Res.* Vol. 21. No. 5, pp. 543-556.
- SCHMELKES, S. (2013). "Educación para un México intercultural" en *Sinéctica*, pp. 1-12.
- THORNE, C. (2013). *Indicadores de calidad de la universidad a nivel internacional y el caso peruano*, Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <http://www.geocities.com/P-E-R-U/lecturas/thorne/lecturas.html>. (12-02-2013).
- TOMKINS, C., GREEN, R., (1988). *An experiment in the use of data envelopment analysis for evaluating the efficiency of UK university departments of accounting*, *Financial Accountability B Management*, pp. -4424.
- TAM MALDONADO, M. Y. (2008). *Una aproximación a la eficiencia técnica del Gasto Público en Educación en las regiones del Perú*, Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES), <http://cies.org.pe/es/investigaciones/educacion/una-aproximacion-la-eficiencia-tecnica-del-gasto-publico-en-educacion-en>.
- THANASSOULIS, E. (2001). *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis*. A Foundation Text with Integrated Software. Boston.: Kluwer Academic Publishers.
- TORRICO, A., PÉREZ, F., GALACHE, T., MOLINA, J., GÓMEZ, T. Y CABALLERO, R., (2007). *Análisis de la eficiencia de las unidades productivas de una universidad*. Universidad de Málaga. España, pp. 1-33.
- UNESCO (2006). "Una Educación de Calidad para Todos: un asunto de derechos humanos". <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001502/150272s.pdf> (junio 2016).