



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD CIENCIAS POLÍTICAS Y ADMINISTRATIVAS
CARRERA ECONOMÍA

Eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo.
Mediante la aplicación de un análisis envolvente de datos.

Trabajo de Titulación para optar al título de Economista

Autores:

Buñay Lluilema, Jhoselyn Adriana

Caicedo Jiménez, Iris Elizabeth

Tutor:

PhD. Gabriel Ramírez Torres

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Nosotras, Jhoselyn Adriana Buñay Lluilema, con cédula de ciudadanía 0605599851, e Iris Elizabeth Caicedo Jiménez, con cédula de ciudadanía 1005094584, autoras del trabajo de investigación titulado **“EFICIENCIA DE LOS INSTITUTOS TÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los 26 días del mes de febrero del 2024.



Jhoselyn Adriana Buñay Lluilema

C.I: 0605599851



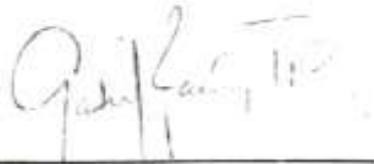
Iris Elizabeth Caicedo Jiménez

C.I: 1005094584

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, PhD. Gabriel Ramírez Torres, catedrático adscrito a la Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado **“EFICIENCIA DE LOS INSTITUTOS TÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO. MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS”**, bajo la autoría de Jhoselyn Adriana Buñay Lluilema e Iris Elizabeth Caicedo Jiménez; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 19 días del mes diciembre de 2023



PhD. Gabriel Ramírez Torres

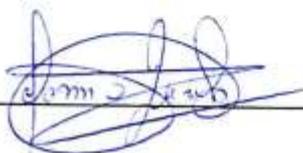
C.I:1758609000

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **Eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo, mediante la aplicación de un análisis envolvente de datos**, presentado por Jhoselyn Adriana Buñay Lluilema e Iris Elizabeth Caicedo Jiménez, con cédula de identidad número 0605599851 y 1005094584, bajo la tutoría de PhD. Gabriel Gabriel Ramírez Torres; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 26 días del mes de febrero del 2024.

Econ. Mauricio Zurita Vaca
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Econ. Verónica Carrasco
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Econ. María Eugenia Borja
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **Buñay Lullema Jhoselyn Adriana** con cc: 0605599851 y **Caicedo Jiménez Iris Elizabeth** con CC: 1005094584, estudiantes de la Carrera de **Economía**, Facultad de **Ciencias Políticas y Administrativas**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"Eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo, mediante la aplicación de un análisis envolvente de datos"**, cumple con el 6%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 15 de febrero de 2024

PhD. Gabriel Ramírez Torres
TUTOR

DEDICATORIA

El esfuerzo y dedicación que conllevó esta tesis va dedicado primero a Dios quien ha sido nuestra guía, fortaleza y nos ha extendido su mano de sabiduría, fidelidad y apoyo espiritual. A nuestros padres: Mercedes y Francisco; Tania y Cesar quienes, con su amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir nuestro más grande sueño, nos han inculcado la lucha y perseverancia siendo la pieza clave para formarnos como profesionales de corazón humilde y sencillo, a nuestros hermanos y hermanas quienes han sido nuestro ejemplo y motivación durante este proceso.

De la misma forma, a nuestro tutor de tesis, PhD. Gabriel Ramírez Torres quien con su sabiduría y conocimientos ha hecho posible llevar a cabo este proyecto; a el Fís. Romario Obando y al Lic. Jhony Yamba quienes con su compañía, cariño y apoyo nos han motivado a cumplir uno de los más grandes anhelos. Gracias infinitas a Zahara Obando Caicedo, pequeño ser de luz que llego a orientar, proyectar y desear alcanzar la profesionalización.

Jhoselyn Buñay & Iris Caicedo

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a todos quienes de una y otra forma aportaron para que este ciclo de nuestras vidas se pueda concluir de la mejor manera, quienes son: nuestros amigos (a), docentes y nuestros padres y hermanos, a Dios creador de vida que con su exactitud nos ha creado por ser hombres de lucha y de buena fe.

También agradecemos expresamente al personal docente, de manera especial a nuestro tutor el PhD. Gabriel Ramírez Torres quien nos brindó su acompañamiento y ayuda durante este proceso.

Jhoselyn Buñay & Iris Caicedo

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I	14
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Antecedentes	14
1.2 Planteamiento del Problema	15
1.3 Justificación	16
1.4 Objetivos	16
1.4.1 General	16
1.4.2 Específicos	17
CAPÍTULO II	18
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 Estado del arte.....	18
2.2 Marco teórico	19
2.2.1 Teorías económicas.....	19
2.2.2 Educación superior.....	21
2.2.3 Legislación de la Educación Superior.....	22
2.2.4 Tipos de instituciones de educación superior	23
2.2.5 Institutos técnicos o tecnológicos	24
2.2.6 Ubicación de los institutos de estudio	26
2.2.7 Eficiencia	27
2.2.8 Medición de la eficiencia (DEA)	31
2.2.9 Características del Modelo DEA	32
2.2.10 Frontera de posibilidades de producción	33
2.2.11 Ventajas y desventajas de la metodología DEA.....	33
2.2.12 Clasificación del modelo DEA.....	34
2.2.13 Explicación de los modelos DEA (CCR, BCC, Aditivo y Multiplicativo).....	35
2.2.14 Aplicación del modelo DEA.....	37
2.2.15 Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).....	37
2.2.16 Variables	38
CAPÍTULO III	42
3. METODOLOGÍA	42

3.1	Tipo de investigación	42
3.2	Diseño de la investigación	42
3.3	Técnica de recolección de datos	43
3.4	Población de estudio y tamaño de la muestra	43
3.5	Método de análisis y procesamiento de datos.....	44
3.6	Análisis envolvente de datos.....	45
3.7	Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios.....	46
3.8	Supuestos	47
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1	Estadísticas de educación superior	48
4.1.1	<i>Registro de matrículas</i>	<i>48</i>
4.1.2	<i>Número de docentes</i>	<i>49</i>
4.1.3	<i>Registro de títulos universitarios</i>	<i>51</i>
4.2	Resultados de la recopilación de datos	53
4.3	Resultados del modelo DEA.....	55
4.4	Resultados de la prueba MCO	60
4.5	Discusión	62
	CAPÍTULO V	64
5.	CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	64
5.1	Conclusiones.....	64
5.2	Recomendaciones	64
	BIBLIOGRAFÌA	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Distribución de institutos técnicos y tecnológicos en Ecuador	25
Tabla 2: Ventajas y desventajas de la metodología DEA	34
Tabla 3: Institutos Técnicos y Tecnológicos de la Provincia de Chimborazo en 2022.....	43
Tabla 4: Inputs y Outputs del modelo DEA	44
Tabla 5: Determinantes del modelo MCO	46
Tabla 6: Recopilación de Datos.....	53
Tabla 7: Estadísticos descriptivos de las variables.....	54
Tabla 8: Resultados de la eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo.....	55
Tabla 9: Comparación de eficiencia entre institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo.....	57
Tabla 10: Resultados de la prueba MCO.....	60
Tabla 11: Resultado de modelo MCO	60
Tabla 12: Resultados del modelo de Shapiro-Wilk.....	61
Tabla 13: Prueba de heterocedasticidad de Breusch-Pagan	61
Tabla 14: Resultados del modelo de multicolinealidad.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Eficiencia técnica.....	28
Figura 2: Eficiencia asignativa - precio	30
Figura 3: Frontera de posibilidad de producción	33
Figura 4: Registro de matrículas en Ecuador	48
Figura 5: Registro de matrículas en Chimborazo.....	49
Figura 6: Número de docentes en Universidades.....	50
Figura 7: Número de docentes en Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos	51
Figura 8: Registro de títulos universitarios en Ecuador	52
Figura 9: Registro de títulos en Chimborazo	53

RESUMEN

El desarrollo de la presente investigación tiene como objetivo general medir la eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo, para ello se empleó un método no paramétrico DEA orientado a los *outputs*, el cual, permitió calcular los puntajes de eficiencia. En la segunda parte del trabajo se corre el modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para predecir el comportamiento de las variables, los datos se obtuvieron mediante páginas oficiales como: el Consejo de Evaluación Acreditación y Aseguramiento de la Educación Superior – CEAACES, Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación – SENESCYT, Subsecretaría de Acceso a la Educación Superior – SAES, Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación – ACTI, del Instituto Nacional de Estadística y Censos – INEC y de las rendiciones de cuentas de los institutos para el año de estudio a una muestra de 17 institutos. Como *output* se utilizó el número de graduados y como *inputs* se consideró al número de personal académico, número de alumnos, presupuesto, personal de investigación y el número de carreras. Para el modelo MCO los determinantes fueron los mismos *input* y *output* del modelo DEA para determinar cómo las variables independientes influyen en el número de graduados. Los hallazgos determinaron que únicamente 6 institutos se ubicaron sobre la frontera de eficiencia alta.

Palabras claves: Eficiencia – DEA – MCO – Institutos – Inputs – Outputs - Determinantes.

ABSTRACT

The general objective of this research is to measure the efficiency of the technical and technological institutes of the province of Chimborazo, using a non-parametric DEA method oriented to the outputs, which allowed calculating the efficiency scores. In the second part of the work, the Ordinary Least Squares (OLS) model was run to predict the behavior of the variables. The data were obtained through official websites such as: National System of Higher Education Information of Ecuador - SNIESE, Secretariat of Higher Education, Science, Technology and Innovation - SENESCYT, Undersecretary of Access to Higher Education - SAES, Activities of Science, Technology and Innovation - ACTI, of the Ministry of Education, Science, Technology and Innovation - ACTI, of the Ministry of Education, Science, Technology and Innovation of the province of Chimborazo, of the Ministry of Education, and of the Ministry of Education, Science, Technology and Innovation of the province of Chimborazo. Technology and Innovation - ACTI, from the National Institute of Statistics and Census - INEC and from the accountabilities of the institutes for the year of study to a sample of 17 institutes. As output we used the number of graduates and as inputs we considered the number of academic personnel, number of students, budget, research personnel and number of careers. For the OLS model, the determinants were the same as the input and output of the DEA model to determine how the independent variables influence the number of graduates. The findings determined that only 6 institutes were located above the high efficiency frontier.

Key words: Efficiency - DEA - OLS - Institutes - Inputs - Outputs - Determinants.



Reviewed by:
Mg. Dario Javier Cutiopala Leon
ENGLISH PROFESSOR
c.c. 0604581066

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La educación superior ha experimentado transformaciones significativas a través del tiempo tanto en el ámbito internacional como nacional, mismo que, es fundamental en el desarrollo de la sociedad como señala la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2015), la educación es un proceso que ayuda a adquirir conocimientos, habilidades, valores y actitudes a través del aprendizaje, la enseñanza o la investigación.

Por ello, la educación es considerada como un derecho humano fundamental para el desarrollo económico y social, de tal modo que, es llevada a cabo por instituciones públicas y privadas con la finalidad de insertar conocimientos y destrezas a sus estudiantes, varios países se han centrado en mejorar la eficiencia de las instituciones de educación superior, para garantizar la calidad de educación en las personas, considerando las necesidades de disminuir costos en cada uno de sus departamentos sin perder la eficiencia (Miró, 2016).

Así mismo, de acuerdo con Sánchez (2021), la educación superior es un tema relevante en la sociedad actual, se refiere a la capacidad de los sistemas educativos y a las instituciones de enseñanza para lograr resultados óptimos con la menor cantidad de recursos posibles, adecuando una asignación y utilización efectiva de los recursos educativos. El mundo cada vez es más competitivo y globalizado, la eficiencia en la educación se ha convertido en una prioridad para muchos países y organizaciones educativas, esto genera un impacto significativo en el desarrollo de la sociedad (UNESCO, 2018).

Los institutos de educación superior en Ecuador presentan una variedad de características que reflejan su compromiso con la calidad de educación implementando sistemas internos de evaluación para mejorar continuamente la enseñanza, la gestión, la inclusión, la innovación por medio del uso de tecnologías educativas o plataformas virtuales y el desarrollo integral de los estudiantes. El análisis de estas características es fundamental para comprender su impacto en la formación académica y en la contribución al desarrollo de la sociedad ecuatoriana.

El objetivo de este trabajo es medir la eficiencia en los Institutos Técnicos y Tecnológicos de la Provincia de Chimborazo, la técnica utilizada es la metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA), una técnica matemática basada en la programación lineal, diseñada para medir la eficiencia relativa en la utilización de los recursos *inputs*, y para conseguir la realización de actividades *outputs*, finalmente se procederá a la validación de resultados a través de dicha técnica (DEA), y se identificará los factores que intervienen en la eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos de Chimborazo a través de la aplicación del modelo de regresión múltiple (MCO).

Por lo expuesto anteriormente resulta primordial conocer el comportamiento de estas variables, por ello, este trabajo busca contribuir a esta línea presentando una propuesta de un

modelo para medir la eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo, en el periodo 2022 a partir del análisis envolvente de datos (DEA).

1.2 Planteamiento del Problema

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en las últimas dos décadas las universidades e institutos técnicos y tecnológicos han experimentado transformaciones importantes en sus regulaciones, derivadas de los cambios producidos en el contexto internacional y en sus regiones. En Ecuador, a través de la reforma al artículo 118 de la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), publicada en el registro oficial el 02 de agosto del 2018 permite a los institutos técnicos y tecnológicos otorgar títulos de tercer nivel, permitiendo a los estudiantes seguir unas maestrías enfocadas en áreas técnicas o tecnológicas (UNESCO, 2018). Dichos institutos certifican los conocimientos y habilidades profesionales desarrollados por un estudiante durante sus estudios académicos en un ámbito determinado y garantiza que el profesional esté capacitado para insertarse en el mercado laboral y desempeñar su trabajo (Ocaña y Pilligua, 2014).

Los sectores de la educación superior en diversos países obtienen al menos parte de sus ingresos de fondos públicos, por lo que es esencial medir la eficiencia de las instituciones que componen estos sectores. El sector de la educación superior en Ecuador en el año 2022 acogió a más de 46 mil alumnos, distribuidos en 484 carreras (Senescyt, 2022), sin embargo, las características de los institutos públicos dificultan la medición de la eficiencia: no tienen fines de lucro, existe ausencia de precios de insumos y productos a diferencia a los privados (Teowler, 2008). Tal y como explica Pareto (2016), existen varias técnicas para medir la eficiencia de un conjunto de unidades productivas, como pueden ser los métodos paramétricos; Modelo de Frontera Estocástica - SFA, Modelos con fronteras determinísticas, etc. y los no paramétricos Análisis por Envoltura de Datos - DEA, Modelo *Free Disposal Hull* - FHD, etc. En esta investigación se va a utilizar la técnica DEA ya que presenta un sinnúmero de ventajas, por ejemplo, es la que se ajusta a las necesidades y características del estudio en cuestión, maximizando los resultados en cada unidad productiva.

De acuerdo con Arrién (2017) señala que el modelo DEA se pauta como una metodología que mejor capta la eficiencia en el uso de recursos, fundamentalmente por su versatilidad al incorporar una amplia cantidad de variables de diferente índole, en su medición se identifican dos enfoques, eficiencia técnica con orientación *input* y eficiencia técnica con orientación *output*. En la primera, implica la obtención de una cantidad dada de *output* o producto, utilizando una mínima cantidad de *inputs* o recursos técnicamente necesaria. En tal razón, medir la eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo resulta importante ya que estudios de este tipo no se han realizado anteriormente, favoreciendo a la toma de decisiones y generación de estrategias de mejora, contribuyendo a promover la correcta utilización de recursos; por consiguiente la aplicación del modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), modelo de regresión múltiple que permite identificar los determinantes de la eficiencia en función al número de graduados, por tal efecto la investigación se centra en la pregunta ¿Cuál es el nivel de eficiencia de los

institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo, al momento de emplear sus recursos en el período 2022?

1.3 Justificación

El estudio de eficiencia sobre la educación superior es importante debido a que, este sistema ha ido sufriendo cambios o reformas en sus estructuras educativas, reformas que no podrán ser efectivas mientras no se ajusten a las nuevas necesidades que los estudiantes viven día a día, de la misma forma permite optimizar la utilización de los recursos y maximizar el rendimiento del sector educativo. En la presente investigación se pretende medir la eficiencia de 17 institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo, puesto que, es vital para la apropiada utilización de los recursos educativos, con la nueva reforma aplicada a los institutos técnicos y tecnológicos, según el Art. 118 de la LOES que les permite ser parte de la educación superior. Por lo que es importante conocer cómo estos realizan sus actividades, y en qué nivel de eficiencia se encuentran las instituciones que conforman la provincia.

Por ello se utiliza el modelo de análisis envolvente de datos, basados en *input* y *output* y con ello evaluar conjuntamente las eficiencias relativas de enseñanza e investigación de los institutos. La información para realizar este trabajo será extraída de distintas fuentes como son; el Consejo de Evaluación Acreditación y Aseguramiento de la Educación Superior – CEAACES, Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación – SENESCYT, Subsecretaría de Acceso a la Educación Superior – SAES, Actividades de Ciencia Tecnología e Innovación – ACTI, del Instituto Nacional de Estadística y Censos – INEC y de las rendiciones de cuentas de los institutos para el año de estudio, ya que la información es pública y hay acceso a determinantes como el número de graduados, número de investigaciones producidas, número de docentes, entre otros.

Con el pasar del tiempo varios institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo han disminuido su rendimiento a nivel institucional, así mismo en periodos anteriores varios institutos como; Instituto Tecnológico Superior Duchicela Shiry XII, Instituto Tecnológico Superior Hualcopo Duchicela, Instituto Tecnológico Superior Isabel de Godín, Instituto Tecnológico Superior Manuel Naula Sagñay, y el Instituto Tecnológico Superior Puruha dejan de brindar servicios a sus estudiantes por factores que influían directamente en su estructura académica, es por ello, que determinar la eficiencia de los institutos mediante la aplicación del modelo análisis envolvente de datos en el año 2022 es importante, puesto que, les ayudará a identificar en qué nivel de eficiencia se encuentran..

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Determinar la eficiencia de los Institutos Técnicos y Tecnológicos de la Provincia de Chimborazo mediante la aplicación del modelo análisis envolvente de datos en el año 2022.

1.4.2 Específicos

- Describir las variables que inciden en la eficiencia en los Institutos Técnicos y Tecnológicos de la Provincia de Chimborazo para el período 2022.
- Calcular a través de un modelo DEA, la eficiencia de los Institutos Técnicos y Tecnológicos de la Provincia de Chimborazo en el período 2022.
- Identificar los determinantes de la eficiencia de los Institutos técnicos y tecnológicos de acuerdo a sus resultados en función del número de graduados.

Hipótesis

El número de graduados depende positivamente del número de personal académico, número de alumnos, número de carreras, personal de investigación y presupuesto.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Un estudio realizado por Agasisti (2017) analizó la relación existente entre las estrategias de gestión con la eficiencia de instituciones de educación superior, a través de la aplicación de un análisis cuantitativo mediante un modelo envolvente de datos (DEA) en diferentes instituciones de educación superior. Dentro de las variables de estudio incluyó variables relacionadas con la gestión, como son: la planificación, el liderazgo, relaciones entre departamentos y la gestión de recursos humanos. Los resultados mostraron que cuando la gestión es eficiente influye directamente en una mayor eficiencia en las instituciones, es decir que las instituciones analizadas que tenían una planificación estratégica y un liderazgo efectivo también tenían los niveles más altos de eficiencia académica comparadas con las instituciones que no aplicaban este tipo de gestión, otro factor fundamental fue la relación que había entre los departamentos y la gestión de los recursos humanos, cuando estos eran eficientes también existía una mayor eficiencia institucional.

Por otra parte, un estudio realizado por Tse y Yew (2017) buscó identificar cuáles son los principales determinantes en la eficiencia de las universidades, a través de un análisis envolvente de datos donde realizó una comparación de las universidades con los insumos y resultados con el fin de medir la eficiencia relativa, dentro de este estudio los principales insumos fueron el presupuesto, la cantidad de personal docente y la infraestructura frente a los resultados o variables de salida que fueron el número de graduados, y otros índices relacionados con la investigación. Este estudio concluyó que, el tamaño y la especialización de las universidades afecta directamente a su nivel de eficiencia, es decir, que las universidades más grandes que se centraban en estudios específicos mostraban niveles más altos de eficiencia comparados con aquellas universidades que eran pequeñas y cuya oferta educativa era más amplia. Cabe recalcar que esto se debe a que las universidades grandes y especializadas suelen ser más eficientes en sus recursos al enfocarse en objetivos más específicos.

En un estudio realizado en España se comparó la eficiencia de las instituciones de educación superior según el sector al que pertenecían, es decir, si eran públicas o privadas, para ello los autores tomaron como muestra diferentes universidades de ese país y aplicaron un análisis de frontera estocástica tomando como variables de entrada el presupuesto, la infraestructura, el personal docente y los gastos administrativos y como variables de salida la calidad de las investigaciones medida por la cantidad de premio y subvenciones recibidas, así como el número de publicaciones en revistas y el número de graduados, y la tasa de empleo. Los resultados mostraron que existen diferencias significativas entre las instituciones públicas y las privadas donde las instituciones privadas presentaban niveles más altos de eficiencia, es decir que la calidad tenía una relación directa con la eficiencia, y que también influían factores como la antigüedad de la institución y la cantidad de recursos (Martí, et al, 2015).

Otro de los estudios realizados en este campo, se llevó a cabo a nivel mundial, aplicado en múltiples países donde el objetivo era comparar la eficiencia de las instituciones en la toma de decisiones en diferentes contextos, la metodología aplicada fue el análisis envolvente de datos donde las variables de entrada eran el presupuesto asignado a cada institución, el número de personal docente, el número de personal administrativo, recursos de las bibliotecas y los gastos efectuados en infraestructura, las variables de salida fueron la cantidad de estudiantes graduados, la retención estudiantil analizada en forma de tasa, los ingresos obtenidos por investigaciones y la producción científica medida a través de publicaciones en revistas. Los resultados mostraron grandes diferencias en relación con la eficiencia según el país analizado, donde algunos eran más eficientes para alcanzar resultados académicos y de investigación, explicando que el tamaño y especialización en las áreas de estudio, así como, la disponibilidad de financiamiento eran los factores más importantes al momento de determinar su eficiencia (Agasisti y Johnes, 2009).

Finalmente, un estudio llevado a cabo en China tuvo como objetivo medir la eficiencia de las instituciones de educación superior en el país a través de un modelo envolvente de datos donde se incluyeron variables de salida indeseables es decir aquellas variables como el abandono escolar y la duración prolongada de una carrera. Los resultados mostraron las instituciones de educación superior en China han logrado alcanzar 2 metas; por una parte, se han reducido las tasas de las variables de salida no deseadas y una mayor eficiencia con relación a las variables de salida deseadas, demostrando que, si una institución tiene una alta tasa de abandono escolar esto afecta su eficiencia (Yu, et al, 2023).

2.2 Marco teórico

En el siguiente apartado se muestra aspectos teóricos sobre las teorías económicas, educación superior, su legislación, tipos de instituciones, ubicación de los institutos de estudio, eficiencia, tipos de eficiencia, su medición, modelo DAE, ventajas y desventajas, su clasificación y la explicación del modelo MCO. Además, se definen las variables y se presenta una revisión empírica de varios estudios que han utilizado el modelo DEA para determinar la eficiencia a nivel institucional, posteriormente se corre el modelo MCO para verificar que variables son significativas y con ello poder predecir cuál será su comportamiento.

2.2.1 Teorías económicas

En el ámbito de la economía, la eficiencia se forma como un concepto central que mantiene diversas teorías y enfoques analíticos permitiendo la evaluación, su aplicabilidad, y limitaciones. Con la comprensión de estas teorías económicas se busca contribuir al desarrollo de un marco conceptual más integral que permita abordar los desafíos contemporáneos en la búsqueda de una mayor eficiencia económica.

2.2.1.1 Teoría del capital humano

La teoría del capital humano es una teoría económica, donde explica, que las habilidades, tanto físicas como mentales de las personas, son considerados como un capital, este capital también es un activo y por ende contribuye al desarrollo y crecimiento de las personas, dicho en otras palabras, esta teoría defiende qué invertir en la formación y educación de las personas aumenta la productividad y el desarrollo de la economía de una sociedad a largo plazo (Silva, et al, 2020).

Esta teoría económica al igual que otras presenta principios a considerar, en primer lugar, se formula que las personas son los propios inversores en el desarrollo de su capital humano, es decir, que toman decisiones que les permita alcanzar una mayor formación en educación invirtiendo dinero a corto plazo para conseguir beneficios a largo plazo, esperando que esta inversión genere un beneficio en el futuro (Gómez, 2016).

Otro de los principios de esta teoría es que el capital humano puede ser cuantificado de forma económica, es decir, que los conocimientos y habilidades de una persona tienen un valor tangible expresado en un valor monetario, este principio se sustenta en que las personas que tienen un mayor nivel de educación o habilidades también tienen mayores ingresos y oportunidades laborales (Rodríguez, 2010).

El capital humano se considera como un recurso acumulativo, debido a que las personas pueden adquirir más conocimientos, habilidades y que con el paso del tiempo este aprendizaje no se pierde, esto genera un efecto multiplicador aumentando el capital humano, donde a largo plazo presentará beneficios económicos y sociales dentro de una sociedad.

Esta teoría es una de las más utilizadas para impulsar el desarrollo de la educación, debido a que se considera que el capital humano está directamente relacionado con la educación, esto se debe a que la educación se considera como una inversión para el desarrollo de capital humano, explicando que existe una relación proporcional entre la cantidad de años de educación y el desarrollo del capital, donde el tiempo que sacrifica una persona para aumentar su nivel de estudios es una inversión que retorna con mejores oportunidades laborales y un mayor salario (Silva, et al, 2020).

2.2.1.2 Teoría de los incentivos

La teoría de los incentivos es una teoría económica que afirma el comportamiento y toma de decisiones de las personas, esta se basa en incentivos económicos y que, por ende, las decisiones y acciones que lleva a cabo tienen como objeto final maximizar el beneficio económico de la persona o su bienestar. Los incentivos antes mencionados pueden ser positivos o negativos, los positivos son los que al final de tomar la decisión tienen una recompensa y los negativos implica decisiones que no se llevaron a cabo y tuvieron repercusiones económicas (Zulaica, 1992).

Esta teoría se basa en el principio de que las personas son racionales y tomarán decisiones en base a los incentivos que tengan enfrente, si una decisión conlleva un beneficio lo más probable es que se lleve a cabo mientras que sí conlleva un costo, lo más probable es que eviten realizar esa acción, esto demuestra que afecta al comportamiento de las personas,

un ejemplo de ellos es que un incentivo salarial motiva a los trabajadores mientras que los impuestos perjudican al desarrollo de actividades económicas cuando estos son muy altos (Reátegui, 2019).

En ocasiones los incentivos pueden ser contraproducentes debido a que conllevan resultados no deseados o no planeados, cuando los incentivos se aplican únicamente a un área lo más probable es que el resto de las áreas se descuiden y esto acabe perjudicando a nivel global cualquier acción (Fátima, 2014).

En definitiva, la teoría de los incentivos aporta de gran ayuda a esta investigación; esta teoría brinda un enfoque significativo para entender y mejorar la eficiencia en la educación al proporcionar herramientas conceptuales que permiten diseñar sistemas que estimulen comportamientos alineados con los objetivos educativos, contribuyendo así al fortalecimiento de los procesos educativos y al logro de resultados más eficientes y efectivos.

2.2.1.3 Teoría del óptimo de Pareto

Debido a que la naturaleza del estudio se basa en la eficiencia de la asignación de los recursos en las instituciones, es necesario analizar la teoría del óptimo de Pareto, la cual implica que una asignación de recursos es eficiente y óptima, pero si no es posible distribuirlos de tal manera que otro mejore a costa de que otra persona empeore, es decir que no se puede mejorar la situación de una persona sin empeorar la de otra, donde uno no se puede beneficiar sin perjudicar a otro (Reyes y Franklin, 2016).

Es importante destacar que para que una asignación sea eficiente desde el punto de vista del óptimo de Pareto; no siempre debe ser justa o equitativa, hoy en día una asignación eficiente implica que ninguna de las partes les gustaría cambiar la proporción de recursos que le ha tocado con otra persona, es muy utilizada para la asignación de recursos dentro de la economía, sin embargo, como ya se ha mencionado una asignación puede ser eficiente y aun así, generar desigualdades (Vila, et al, 2020).

2.2.2 Educación superior

La educación superior es el nivel de estudio que le sigue a la educación secundaria o colegios. Es característico por enfatizar en el aprendizaje de temas más específicos que le ayuden al estudiante en su vida profesional, dicho en otras palabras, es un programa de estudios especializado y que infiere a mayor profundidad en un solo campo, como puede ser la medicina, administración, docencia, ingenierías, etc. a partir de las cuales se desprenden ramas más específicas, las cuales son las carreras (Guerrero y Faro, 2012).

Cabe destacar que dentro de la educación superior también existen diferentes niveles como lo son las carreras técnicas, maestrías, doctorados e incluso las licenciaturas. Si bien el principal objetivo de la educación superior es adquirir conocimientos específicos y avanzados de un campo en particular, también busca el desarrollo no solo de los conocimientos teóricos de campo elegido, sino también del pensamiento crítico, la capacidad de trabajar en equipo y la resolución de problemas a través de la creación de estrategias (Calderón, et al, 2017).

En el caso específico de Ecuador, se define como Educación Superior al nivel en el cual se forma a los estudiantes en carreras profesionales con el fin de que puedan obtener mejores oportunidades laborales, todo ello regulado por el Sistema Nacional de Educación Superior y el Consejo de Educación Superior. Es importante destacar que a nivel de país las instituciones de educación superior incluyen las universidades, los institutos técnicos y tecnológicos y a las escuelas politécnicas (Castro, 2016). Una vez definido qué es la educación superior, es necesario presentar algunos de sus beneficios:

- Ampliación de conocimientos y habilidades: las instituciones de educación superior fomentan el aprendizaje y la adquisición de conocimientos especializados en un área donde los estudiantes pueden profundizar en su área de interés, desarrollando habilidades y adquiriendo conocimientos teóricos fundamentales para el mercado laboral (Espinoza y Espinosa, 2020).
- Desarrollo personal: la educación superior fomenta el crecimiento personal debido a que los estudiantes tienen más oportunidades de interactuar con personas que les permita desarrollar una mentalidad más abierta, por otra parte, se requiere de la capacidad de adaptación, el desarrollo del pensamiento crítico, la solución de problemas a través de estrategias y la capacidad de toma de decisiones (Carrasco, et al, 2022).
- Mejores oportunidades de empleo: actualmente un título de una institución de educación superior aumenta probabilidades de encontrar un empleo con una mejor remuneración, así como mejores oportunidades laborales debido a que los empleadores valoran la educación superior y éste se relaciona directamente con las habilidades y capacidades de los estudiantes (Cueva, et al, 2015).

Según el Ministerio de Educación (2021) en los últimos 7 años Ecuador se ha convertido en uno de los países que más ha avanzado en el sector educativo, gracias a los distintos beneficios que brinda la educación superior ya sea de universidades o institutos técnicos y tecnológicos, por lo cual este sector presenta un comportamiento de crecimiento constante debido a que estas instituciones van acercándose a las necesidades que presentan los estudiantes, buscan generar alternativas que fomenten interés en las carreras de su gusto, llevando así a un mejor desarrollo personal y a la generación de igualdad de oportunidades con el objetivo de que las y los individuos que ingresen a la Educación Superior puedan tener la oportunidad de acceder a una formación académica profesional de excelencia.

2.2.3 Legislación de la Educación Superior

Con respecto al ámbito legal, según el Art. 1 de la ley Orgánica de Educación Superior, las universidades, escuelas politécnicas e institutos superiores tecnológicos, técnicos y pedagógicos ecuatorianos tienen el deber de propender una educación de calidad y lograr la excelencia académica a través del cumplimiento de leyes que garanticen el derecho a la educación superior (LOES, 2018).

Así mismo, se señala los principios y fines de la educación superior. Del Art. 2 al Art 5 según la LOES (2018), estos principios y fines son derechos de los estudiantes y docentes; por una parte los estudiantes tienen derecho a ingresar, recibir una educación de calidad,

egresar, titularse, participar, elegir y evaluar su formación superior, y por otra parte los docentes tienen la potestad de ejercer la cátedra, acceder, participar a cargos directivos y recibir una constante capacitación con la finalidad de apegarse a las necesidades actuales de los estudiantes y contribuir en el desarrollo local, formar profesionales responsables y constituir espacios para fortalecer el Estado Constitucional.

De la misma manera, según el Consejo de Educación Superior (2021), los Organismos Públicos que rigen el Sistema de Educación Superior, mismos que ejercen rectoría de la política pública en cuanto a la evaluación de la IES, son:

- Consejo de Educación Superior (CES).
- Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES).
- Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT).

Por consiguiente, se presenta la Fundamentación Legal de la Educación Superior, según la Constitución Nacional de la República de Ecuador, según los Art. 26, Art. 28, y el Art. 325 hace énfasis que la educación es un derecho de las personas y un deber necesario del Estado. La Carta Suprema del Estado estipula que el sistema de educación superior estará integrado por universidades y escuelas politécnicas, institutos técnicos, tecnológicos, pedagógicos y conservatorios superiores de música y artes, acreditadas y evaluados correctamente.

Finalmente, para una mejor comprensión del trabajo se menciona el Art. 354 que indica que los institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos y los conservatorios superiores, estos organismos que rigen el Sistema de Educación Superior son creados por una con la finalidad de la planificación, regulación y coordinación del sistema.

2.2.4 Tipos de instituciones de educación superior

Las instituciones de educación superior se pueden clasificar de varias maneras, teniendo en cuenta diferentes criterios. A continuación, se detalla algunas clasificaciones comunes., de acuerdo el Consejo de Educación Superior (2019), se tiene:

2.2.4.1 Según el tipo de financiamiento

- Estado: Son financiadas y administradas por el estado.
- Privadas: Son instituciones que son financiadas y administradas por entidades privadas, ya sean corporaciones, fundaciones u organizaciones sin fines de lucro.

2.2.4.2 Según el alcance:

- Universidades: Ofrecen una amplia gama de programas profesionales y académicos en diferentes campos del conocimiento.
- Institutos Técnicos y tecnológicos: Estos se especializan en la formación técnica y profesional en un campo en particular.

- Institutos Profesionales: Estos ofrecen cursos de formación profesional en campos específicos como administración, turismo, diseño, etc.
- Centro de Formación Técnica (CFT): Ofrece programas de formación técnica y formación profesional.

2.2.4.3 Por nivel académico:

- Pregrado: Ofrece títulos de grado y profesionales a nivel universitario.
- Estudios de Posgrado: Ofrecen programas de Maestría y Doctorado.

2.2.4.4 Según su dirección y método

- Generalistas: Ofrecen programas académicos en varias áreas de especialización.
- Especializadas: Se especializan en un campo o área de conocimiento en particular, como ciencias de la salud, ingeniería, artes, etc.

2.2.4.5 Según su certificado

- Acreditada: Han pasado por un proceso de evaluación externa y están acreditados por un organismo o agencia acreditadora que garantiza la calidad de la educación que brindan.
- No Acreditado: No calificado o debidamente acreditado.

2.2.5 Institutos técnicos o tecnológicos

Los institutos técnicos y tecnológicos son instituciones de educación superior cuya particularidad es que estas instituciones ofrecen programas de estudio más cortos que las universidades, los cuales se enfocan en áreas técnicas y tecnológicas, centrándose más en la formación práctica que en la teórica con el fin de que los estudiantes ingresen rápidamente al mercado laboral en campos técnicos o tecnológicos.

Es importante destacar que los programas de estudio de estas instituciones suelen estar orientadas en adquirir habilidades prácticas y conocimientos técnicos, los cuales les ayudarán a ejercer en sectores como la tecnología, industria, auxiliares de salud, entre otros, los programas suelen tener una duración entre 2 a 3 años de acuerdo con el programa de estudio elegido, así mismo los institutos superiores se pueden clasificar en Institutos Superiores Técnicos, Institutos Superiores Tecnológicos, Institutos Superiores Pedagógicos y Pedagógicos Interculturales Bilingües, Institutos Superiores de Arte e Institutos Superiores Universitarios (Consejo de Educación Superior, 2019).

Se debe destacar que, pese a que los programas de estudio suelen ser más cortos, las instituciones cuentan con laboratorios y talleres equipados con todo lo necesario para aplicar la práctica de las habilidades explicadas durante las clases, fomentando convenios con empresas y sectores industriales que promuevan a los estudiantes a la práctica de sus habilidades técnicas y tecnológicas fundamentales para ejercer en su campo laboral (Consejo de Educación superior, 2019).

Es importante analizar la población de estudio, la cual según la Senescyt (2020), existen un total de 338 instituciones de educación superior pertenecientes al tipo técnico y tecnológico las cuáles se encuentran ubicadas en 22 provincias, distribuidas en 48 cantones a lo largo del país. En este mismo punto se destaca la gran cantidad de convenios que existen entre estas instituciones y empresas o negocios con el fin de fomentar las prácticas preprofesionales cuya plaza asciende hasta los 3.840 estudiantes.

Por otra parte, de acuerdo con el boletín anual de Educación Superior Ciencia Tecnología e Innovación (2020) en julio de 2020 había un total de 338 institutos técnicos y tecnológicos, de los cuales 153 pertenecer al sector privado y los 185 estantes son del sector público. En la siguiente tabla se presenta la distribución de estas instituciones:

Tabla 1:

Distribución de institutos técnicos y tecnológicos en Ecuador

Provincia	Cantidad
Esmeraldas	7
Carchi	7
Imbabura	13
Sucumbíos	3
Pichincha	102
Santo domingo de los Tsáchilas	13
Manabí	8
Cotopaxi	9
Napo	3
Orellana	1
Tungurahua	26
Bolívar	9
Santa Elena	2
Guayas	48
Chimborazo	17
Pastaza	2
Cañar	9
Morona Santiago	4
Azuay	9
El oro	13
Loja	20
Zamora Chinchipe	6

Nota: Elaboración propia con base a la información boletín anual de Educación Superior Ciencia Tecnología e Innovación (2020)

Como se puede observar en la tabla N° 1 se encuentran 102 institutos técnicos y tecnológicos en la provincia de Pichincha, seguida por la Provincia del Guayas ubicándose con 48 institutos, mientras que en la Provincia de Orellana, Santa Elena y Sucumbíos existe de 1 a 3 institutos, la poca existencia de institutos técnicos y tecnológicos en esta provincias

pueden ser causado por la falta de presupuesto, infraestructura, poca preparación de los docentes, sistema muy centralizado o por salarios bajos.

Mientras que en la provincia de estudio existen un total de 17 institutos técnicos y tecnológicos ubicados en Chimborazo, sin embargo, se debe recalcar que este número incluye matrices y sedes, las matrices se refieren a la sede principal o central de estas instituciones técnicas o tecnológicas. La matriz es el local principal donde se ubican las instalaciones administrativas, académicas y de apoyo de la institución, usualmente, la matriz incluye departamentos administrativos como dirección general, secretaría académica, recursos humanos, finanzas y otros servicios centrales de la institución.

Por otra parte, las sedes de los institutos técnicos o tecnológicos se refieren a sucursales de estas instituciones en diferentes ubicaciones geográficas. Estas están ubicadas fuera de la matriz principal y están diseñados para brindar educación técnica y tecnológica en diferentes partes del país. Cada campus puede ofrecer un programa académico específico y cuenta con su propio equipo administrativo y docente. La sede permite que los estudiantes reciban formación técnica y profesional en su ubicación sin tener que desplazarse a la matriz antes mencionada (Consejo de Educación Superior, 2022).

2.2.6 Ubicación de los institutos de estudio

La provincia de Chimborazo está situado a 2.754 metros sobre el nivel del mar, a 1° 41' 46" latitud Sur; 0° 3' 36" longitud Occidental del meridiano de Quito. Riobamba se encuentra ubicado a 175 km. al sur de la ciudad de Quito, en la región Sierra Central y es la capital de la Provincia de Chimborazo, los presentes institutos técnicos y tecnológicos de estudio se encuentran ubicados en la provincia de Chimborazo, mismo que tiene la urbe más grande y poblada con 264 mil habitantes (INEC, 2020). Cabe señalar que ciertos institutos se encuentran ubicados en ciertos cantones de la provincia como: Chunchi, Alauís y Colta, con ello en el siguiente ítem se presenta el listado de los institutos de estudio tanto públicos como privados.

2.2.6.1 Sector Público

- Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros
- Instituto Superior Tecnológico Riobamba
- Instituto Superior Tecnológico Manuel Galecio
- Instituto Superior Pedagógico Intercultural Bilingüe Jaime Roldós Aguilera
- Instituto Superior Tecnológico Eugenio Espejo
- Instituto Superior General Tecnológico Eloy Alfaro
- Instituto Superior Tecnológico Juan de Velasco
- Instituto Superior Tecnológico Vicente Anda Aguirre
- Instituto Superior Tecnológico Shiry Cacha

2.2.6.2 Sector Privado

- Instituto Superior Tecnológico Stanford

- Instituto Superior Tecnológico República Federal De Alemania
- Instituto Superior Tecnológico Jatun Yachay Wasi
- Instituto Superior Tecnológico Dr. Misael Acosta Solís
- Instituto Superior Tecnológico San Gabriel
- Instituto Superior Tecnológico José Ortega Y Gasset
- Instituto Superior Tecnológico New Generation
- Instituto Superior Tecnológico Líderes De Los Andes

2.2.7 Eficiencia

Según Chiavenato (2004) la eficiencia es la capacidad para determinar los objetivos apropiados y hacer lo que se debe hacer en busca de lo mejor para las organizaciones, significa utilización correcta de los recursos disponibles (medios de producción). Puede definirse mediante la ecuación $E = P/R$, donde P son los productos resultantes y R los recursos utilizados (p. 172).

Es decir, la eficiencia es la capacidad que se tiene para alcanzar y cumplir los objetivos, obteniendo los resultados deseados de manera efectiva, optimizando los recursos que se encuentren disponibles. Es importante destacar que según el tema a analizar se pueden considerar recursos al tiempo, recursos económicos, materiales, energía, entre otros. En conclusión, la eficiencia es la acción de maximizar el rendimiento con la menor cantidad de recursos.

2.2.7.1 Tipos de eficiencia

Motta (2004) y Nicholas (2003) señalan que existen dos tipos de eficiencia: tecnológica o técnica y económica o asignativa, mismas que son detalladas a continuación:

2.2.7.1.1 Eficiencia económica – Asignativa

La eficiencia es un objetivo que muchas instituciones se han propuesto lograr a lo largo del tiempo. En un sentido económico la eficiencia es la capacidad de maximizar las utilidades o beneficios reduciendo los costos, es decir que, la eficiencia económica se alcanza cuando cualquier otra combinación de recursos implica que otro empeore a costa de que otro mejore (Mankiw, 2018).

La eficiencia económica o asignativa se define como la capacidad de maximizar los resultados con los recursos disponibles de cualquier proceso económico teniendo en cuenta que los recursos son limitados, su principal objetivo es alcanzar los mayores beneficios. Es importante destacar la importancia de la eficiencia económica tanto a nivel microeconómico como macroeconómico, a nivel microeconómico ayuda a las empresas a aumentar tanto sus beneficios como sus recursos al ahorrarlos y que estos sigan estando disponibles para futuros procesos, mientras que a nivel macroeconómico esta eficiencia microeconómica ayuda al crecimiento económico (Cachanosky, 2021).

2.2.7.1.2 Eficiencia Técnica

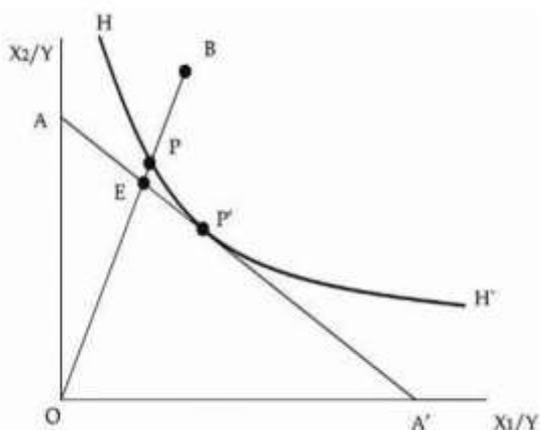
La eficiencia técnica o tecnológica es la capacidad de una organización o empresa para utilizar de manera óptima los recursos disponibles en la producción de bienes o servicios, se trata de lograr el máximo rendimiento utilizando la menor cantidad de recursos posible. En un contexto tecnológico, la eficiencia tecnológica está relacionada con la capacidad de utilizar eficazmente los recursos tecnológicos disponibles. Esto significa optimizar el uso de equipos, maquinarias, herramientas y procesos técnicos para lograr efectivamente las metas de producción (Ferrari y Braga, 2021).

La eficiencia técnica se mide por la relación entre la producción lograda y los recursos utilizados, el tiempo de producción, el consumo de energía y otros indicadores. Las organizaciones que logran una alta eficiencia técnica pueden lograr niveles más altos de producción o desempeño con los mismos o incluso con menos recursos que otras organizaciones. Cabe destacar que la eficiencia técnica es un concepto relacionado con la producción y la tecnología (Pirolí, et al, 2019).

A continuación, en la presente figura se puede observar como la línea formada por las letras H y H' es una isocuanta, este representa la cantidad de *inputs*, las cuales son representadas por X1 y X2, que se necesitan para producir una unidad de *outputs*, las cuales son representadas por Y. Todo lo anterior implica que un punto por encima de la isocuanta H y H' requeriría un mayor uso de los *inputs* y sería ineficiente desde un punto de vista técnico.

Figura 1:

Eficiencia técnica



Cabe mencionar que el nivel de ineficiencia técnica puede ser medido por la distancia que exista entre ese punto y la isocuanta, un ejemplo de ello es el punto B, el cual representa una producción ineficiente, donde se están utilizando cantidades de *input* X1 y X2 superiores a las necesarias, la distancia entre B y el punto P de la isocuanta es la medida de ineficiencia técnica.

2.2.7.1.3 La eficiencia productiva

En el sentido de la eficiencia productiva implica aumentar la productividad en los procesos, reduciendo desperdicios y aumentando su competitividad a nivel global, dicho en otras palabras, es usar de forma eficiente los recursos de la industria con el fin de maximizar la producción y minimizar los costos (Slack, Chambers y Johnston, 2019). En este mismo sentido Drucker (2014) lo define como la optimización de procesos, es decir, eliminar actividades innecesarias dentro del proceso de producción reduciendo esfuerzos.

La eficiencia productiva hace alusión a la capacidad de las empresas, en específico, en sus procesos de producción ya sea de bienes o servicios donde reducen al mínimo la cantidad de recursos manteniendo la calidad y niveles de producción, es importante mencionar que este tipo de eficiencia suele medirse a través de un análisis de los costos, cuyo principal objetivo es asegurar que el proceso de producción tenga como resultado altas cantidades del bien o servicio en cuestión, con bajos costos aumentando la rentabilidad y competitividad de la empresa (Díaz, 2012).

Para medir la eficiencia productiva de una economía existen diferentes metodologías, entre ellas se destaca la estimación de la función de producción óptima o Frontera de Posibilidades de Producción (FPP) a partir de procedimientos de estimación no-paramétricos principalmente el análisis envolvente de datos o DEA (Seiford y Thrall, 1990), el DEA permite la evaluación de la eficiencia relativa de cada una de las unidades productivas estudiadas.

2.2.7.1.4 Eficiencia asignativa – precio

Según Toro et al. (2018) cita otro tipo de eficiencia; asignativa – precio, esta constituye en un sistema de producción en la economía y genera eficiencia cuando demanda un adecuado manejo de los recursos productivos disponibles con la tecnología de producción existente. Es la capacidad que tienen los mercados para que estos puedan asignar los recursos escasos que se encuentran en el mismo de forma eficiente, estos deben tener un precio adecuado para los consumidores. Este tipo de eficiencia suele regularse a través de políticas públicas que buscan tener un impacto positivo en los mercados que presentan deficiencias y que se encuentran bajo el control del estado como la salud y los servicios básicos (García, 2015).

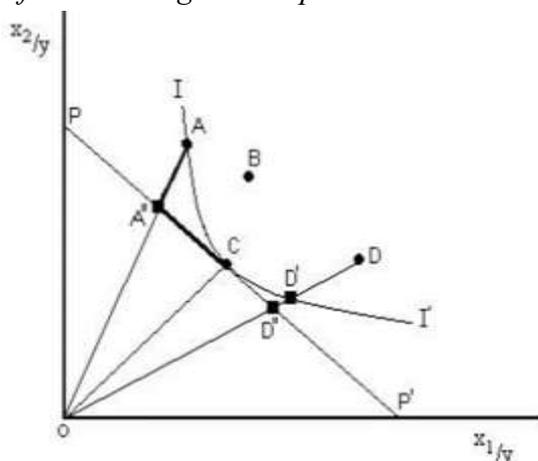
Es decir, se refiere a la capacidad de una economía para optimizar la asignación de recursos entre diferentes usos. En general, esta eficiencia se basa en que los recursos se distribuyen de tal manera que las necesidades y deseos de la sociedad se satisfagan de la manera más eficiente, esto significa que los recursos se utilizan para actividades que generan el mayor valor económico o bien público (Tamayo y Rico, 2015).

En el gráfico siguiente se muestra la línea conformada por las letras P y P' representan un isocosto, es decir esta línea es igual a la razón negativa de los precios de los insumos y ayuda a determinar cuál es la combinación que garantiza el mínimo costo entre los insumos a utilizar, de la misma manera se aprecia la línea que se forma cuando se produce un *output* con una cierta combinación de *inputs* X1 y X2 que a su vez tienen los precios

relativos óptimos. Como se puede observar en la gráfica, tanto el punto A como el D representan puntos de eficiencia técnica, al estar encima de la isocuant (línea conformada por Π').

Figura 2:

Eficiencia asignativa - precio



Sin embargo, solo el punto C representa una eficiencia asignativa, debido a que en el punto A, si bien hay eficiencia técnica, los costos son superiores. Se puede obtener una medida de la eficiencia del precio (o de la asignación) como la relación entre la longitud de la línea desde el origen y el costo real proyectado por unidad en consideración y la longitud de la línea que conecta el origen con el punto proyectado a considerar como salida equivalente efectiva unitaria.

2.2.7.1.5 Ecoeficiencia

En este apartado, es necesario puntualizar la ecoeficiencia debido a que la eficiencia en institutos técnicos y tecnológicos se relaciona de forma directa la ecoeficiencia, ya que, la ecoeficiencia implica la implementación de estrategias que permita maximizar la eficiencia de los recursos minimizando el impacto ambiental, esto se relaciona directamente con la gestión de recursos y residuos que pueden generar estas instituciones e incluso se relaciona con el nivel de sostenibilidad que pueda llegar a tener en la educación e investigación.

Así mismo, según la revista de Ciencia Latina (2022) explica que, la ecoeficiencia tiene como objetivo la maximización de la eficiencia económica antes mencionada, la reducción del impacto ambiental que puedan provocar los procesos de producción, y que los principios económicos puedan llegar a obtener un equilibrio sostenible entre el rendimiento económico.

2.2.7.1.6 La eficiencia académica

Según la Unesco (2018) define la eficiencia académica como el grado en el cual un sistema educativo consigue optimizar la relación entre inversión y resultado en la educación, estas variables son aquellas que determina la eficiencia de un sistema educativo; es decir

cuanto más se gasta en él y que resultado se obtiene de su funcionamiento. Es así como, Hernández (2019) señala a la eficiencia académica como el nivel de logro de los objetivos formativos según el grado de optimización de los recursos que dispone la universidad. En el sector educativo, la eficiencia debe estar orientada a satisfacer las necesidades de los estudiantes y mantenerse en un proceso constante y sostenido de desarrollo y transformación para llegar a cumplir sus objetivos.

Existen varias técnicas a través de las cuales se puede analizar y evaluar la eficiencia del sector educativo, relacionando los recursos frente a los resultados, dónde se analiza la calidad de la educación y los logros académicos frente a los recursos humanos, financieros y físicos. Según Trowler (2008) menciona que una vez realizado el análisis y la evaluación de las instituciones es necesario desarrollar y aplicar estrategias que se centren en la gestión de procesos de formación y en el mejoramiento continuo que faciliten el logro de objetivos planteados y permita alcanzar formas organizativas superiores que ayuden a las instituciones educativas a responder a las demandas internas y de la sociedad.

También es importante hacer énfasis en la eficiencia académica con respecto a las instituciones técnicas o tecnológicas, en este sentido se hace alusión a la capacidad que tiene la institución para hacer uso de sus recursos disponibles con el fin de lograr sus objetivos educativos y académicos planteados, maximizando la calidad de educación y minimizando la pérdida de recursos o el desperdicio de estos, dentro de los recursos de las instituciones están los financieros, humanos y físicos (Hernández, et al, 2015).

De acuerdo con Martí, et al (2014) la asignación eficiente de recursos puede dirigirse hacia la contratación de profesionales altamente calificados, la implementación de tecnologías educativas avanzadas y la mejora continua de los programas académico, por ello para la presente investigación se utiliza el modelo DEA, las características de este modelo es lo que hace que sea la más apropiada para medir la eficiencia. Dentro de esta metodología existe una gran variedad de modelos, del que se debe escoger el que mejor se adapta a las características del análisis a realizar (Ayaviri y Zamora, 2016).

Para aplicar el análisis envolvente de datos (DEA) se requiere la elaboración de *inputs* y *outputs*, los *inputs* son las variables de entrada, las cuales se entienden como las variables internas de lo que se quiere analizar, mientras que los *outputs* son las variables de salida, es decir, el resultado que se espera de la eficiencia es por ello que en estudios de este tipo definen a los *outputs* a variables como el número de graduados, los ingresos por investigaciones y las tesis doctorales leídas; mientras que los *inputs* se manejan con variables como el número de matriculados, los gastos corrientes para el funcionamiento de la institución y el número de profesores a tiempo completo.

2.2.8 Medición de la eficiencia (DEA)

El Análisis Envolvente de Datos (DEA) es uno de los métodos que permite la medición de la eficiencia, fue desarrollada en año 1978 por Charnes, Cooper y Rhodes, concurriendo como el primer modelo el CCR. El modelo DEA (*Data Envelope Analysis*) es un método utilizado en la teoría de la eficiencia y la productividad para evaluar el rendimiento relativo de un grupo de unidades que transforman múltiples entradas en

múltiples salidas. De acuerdo con Castillo, et al (2015) el análisis envolvente de datos permite medir la eficiencia de diferentes procesos productivos que contengan variables de entrada y de salida de unidades de producción en específico este modelo permite crear una frontera de eficiencia, el cual determina la relación entre la cantidad de insumos utilizados en contraposición a los productos finales obtenidos.

El modelo DEA se usa a menudo en la gestión financiera para medir la eficiencia técnica y la eficiencia de escala de varias instalaciones de producción, como empresas, hospitales, escuelas, bancos, etc. Estas unidades se denominan "unidades de toma de decisiones" (DMU). El modelo DEA utiliza una técnica no paramétrica basada en la comparación de unidades de evaluación con las denominadas "unidades efectivas". Se dice que una unidad es eficiente si no puede aumentar su producción sin aumentar su entrada o disminuir su entrada sin disminuir su producción en relación con otras unidades similares (Leal y Cepeda, 2013).

Los modelos DEA son particularmente útiles cuando se trata de múltiples entradas o salidas, y se desconoce la función de producción subyacente o no se dispone de datos precisos, permite identificar las mejores prácticas, identificar áreas de mejora y comparar el rendimiento relativo de las unidades que se evalúan (Gómez, 2023).

2.2.9 Características del Modelo DEA

Los modelos DEA tienen varias características esenciales que los hacen muy útiles y relevantes para medir la eficiencia y la productividad. Algunas de estas características son:

- No paramétrico: a diferencia de otros modelos de estimación de eficiencia, los modelos DEA no requieren suposiciones especiales sobre funciones de producción o distribuciones de error, no es necesario especificar a priori la forma funcional, lo que la hace adecuada para evaluar entidades heterogéneas (Ayaviri y Quispe, 2011).
- Enfoque basado en la frontera: este modelo define un "límite" que representa el mejor desempeño alcanzable dado un conjunto de entradas y salidas, las unidades se comparan con el límite y se clasifican como eficientes e ineficientes (Xue y Ma, 2022).
- Múltiples entradas y salidas: los modelos DEA permiten el análisis de múltiples entradas y salidas simultáneamente. Puede medir la eficiencia en términos de producción, costo, calidad, recursos humanos u otros factores relevantes para la unidad de investigación. Esto lo hace particularmente útil en entornos complejos con múltiples variables de entrada y salida (Ayaviri y Quispe, 2011).
- Enfoque relativo: el enfoque del modelo DEA es relativo, lo que significa que se centra en comparar unidades de evaluación entre sí en lugar de establecer estándares absolutos de eficiencia. No requiere un punto de referencia externo o una especificación estándar (Xue y Ma, 2022).
- Orientado a la mejora: los modelos DEA proporcionan información útil para identificar áreas de mejora y buenas prácticas. Esto permite la identificación de los dispositivos más eficientes y el análisis de las características que los hacen exitosos, lo que puede servir como referencia de dispositivos ineficientes para mejorar el rendimiento (Gómez, 2023).

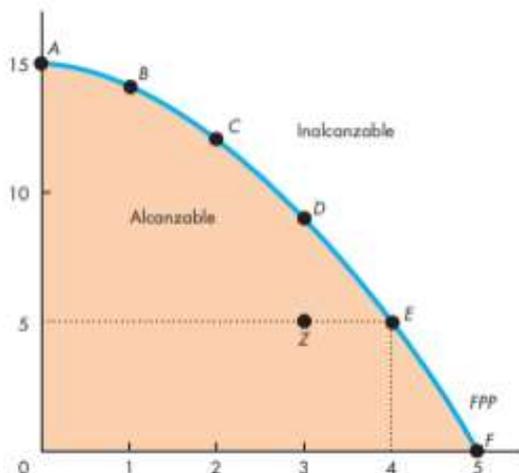
- Flexibilidad: los modelos DEA son flexibles y se pueden adaptar a diferentes entornos y propósitos, se puede utilizar en diversas industrias y campos como la industria, la salud, la educación o la banca. Estas características hacen de los modelos DEA una herramienta eficaz para evaluar y mejorar la eficiencia en diversos entornos e industrias (Gómez, 2023).

2.2.10 Frontera de posibilidades de producción

Según los autores Pindyck y Rubinfeld (2009), indican que la frontera de posibilidades de producción es una curva que está constituida por todas las combinaciones eficientes que se pueden producir con dos o más bienes. La curva es cóncava, es decir, la pendiente crece conforme se producen más bienes, el punto de la frontera de posibilidades de producción en el que se encuentren los productores depende de las demandas de los dos bienes por parte de los consumidores.

Figura 3:

Frontera de posibilidad de producción



Nota: Elaborado por Parkin y Loría (2010)

Por esta razón los autores mencionados anteriormente, señalan que, la frontera de posibilidades de producción (FPP) establece el límite entre las combinaciones de bienes y servicios que no se pueden y de las que sí se pueden producir. Finalmente se puede establecer que los puntos que se encuentran ubicados sobre la FPP son eficientes, es decir que se está produciendo una mayor cantidad de bienes y servicios con el menor costo posible, mientras que los puntos que se encuentran dentro de esta frontera resultan ser ineficientes ya que no utilizan correctamente los recursos o están mal asignados.

2.2.11 Ventajas y desventajas de la metodología DEA

Si bien la metodología a aplicar es el análisis envolvente de datos, es necesario conocer tanto sus ventajas como desventajas, por lo cual a continuación se presenta un cuadro comparativo donde se explica las ventajas y desventajas del modelo.

Tabla 2:*Ventajas y desventajas de la metodología DEA*

Ventajas	Desventajas
No requiere suposiciones sobre la función de producción o distribución de errores.	No proporciona una medida absoluta de eficiencia.
Permite evaluar unidades heterogéneas.	Puede verse afectado por la elección de variables de entrada y salida.
Analiza múltiples insumos y salidas simultáneamente.	La eficiencia puede variar dependiendo de las unidades de comparación.
Identifica las unidades más eficientes y áreas de mejora.	La calidad de los resultados depende de la calidad de los datos utilizados.
No requiere un punto de referencia externo.	Puede ser sensible a cambios en la elección de las unidades de comparación.

Nota: La tabla muestra las ventajas y desventajas de la metodología DEA, obtenido a través de las investigaciones de (Gómez, 2023), (Xue y Ma, 2022), (Ayaviri y Quispe, 2011).

2.2.12 Clasificación del modelo DEA

De acuerdo con Coll y Blasco (2006) los modelos DEA se pueden clasificar a través de tres juicios distintos que son:

2.2.12.1 Modelos DEA orientados a entrada o salida:

- Modelos DEA orientados a insumos: estos modelos se enfocan en maximizar la eficiencia al minimizar la cantidad de insumos utilizados para lograr un producto o cualquier otro producto en particular.
- Modelos DEA orientados a la producción: estos modelos se enfocan en maximizar la eficiencia al aumentar la producción utilizando una cantidad determinada de insumos.

2.2.12.2 Modelos DEA con métodos de eficiencia global o eficiencia relativa:

- DEA de eficiencia global: estos modelos estiman la eficiencia de una unidad en relación con todas las demás unidades en el conjunto de datos.
- Eficiencia relativa DEA: estos modelos estiman la eficiencia de una unidad en relación con un subconjunto específico de unidades similares en un conjunto de datos.

2.2.12.3 Modelos DEA con métodos de eficiencia marginal o eficiencia radial:

- Eficiencia marginal DEA: estos modelos tienen como objetivo identificar las unidades más eficientes y construir una frontera eficiente que represente el mejor rendimiento alcanzable de todas las unidades.

- DEA de eficiencia radial: estos modelos asumen que las unidades pueden aumentar la eficiencia en todas las dimensiones. La eficiencia se mide estimando la distancia radial de la celda al límite efectivo.

Estas clasificaciones pueden combinarse, existiendo variantes y extensiones más específicas del modelo DEA según los requerimientos y características de la situación de evaluación.

2.2.13 Explicación de los modelos DEA

2.2.13.1 DEA CCR

El modelo DEA CCR o también denominado el modelo de crecimientos a escala constante se fundamenta sobre medidas de eficiencias radiales, *inputs* y *outputs* orientados y los rendimientos a escala constantes. Este modelo fue desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes, fue establecido como un modelo de programación no lineal que permite medir la eficiencia de distintas entidades y evaluar sus rendimientos y con ello se proporciona una medida escalar de eficiencia para cada unidad (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978).

Según González y Verdugo (2010), el modelo DEA CCR es un modelo que proporciona medidas de eficiencia radiales, también se establecen que el modelo CCR se da cuando el incremento porcentual de los *outputs* resulta ser equivalente con relación al incremento porcentual de los *inputs*, este modelo presenta la siguiente ecuación:

$$\text{Max} \theta_0 = \sum_{j=1}^m u_j y_{j0}$$

Sujeto a:

$$\sum_{l=1}^s V_l X_{l0} = 1$$

$$\sum_{j=1}^m u_j y_{jk} - 1 \sum_{l=1}^s V_l X_{lk} \leq 1$$

$$v_j \geq 0, u_j \geq 0, u_0$$

2.2.13.2 DEA BCC

Al modelo DEA BCC, es determinado como un modelo de rendimientos a escala constantes, mismo que, fue desarrollado por Banker, Charnes y Cooper en 1989, este modelo se da cuando existe un incremento porcentual del *output* o a la baja del incremento porcentual de los *inputs*. En su forma fraccional se comprende como el cociente entre la suma ponderada de sus *outputs* más la constante y la suma ponderada de sus *inputs* (González y Verdugo

2010). La representación fraccional del modelo DEA BCC, orientado a *input*, se presenta a continuación:

$$\text{Max}_{(u,v,k)} \quad h_o = \frac{u^T y_0 k_0}{v^T x_0}$$

Sujeto a:

$$\frac{u^T y_0 k_0}{v^T x_0} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$u^T, v^t \geq I \in$$

k_o no restringida (constante)

2.2.13.3 DEA Aditivo

Según Coll & Blasco (2006), es un modelo desarrollado por Charnes, Cooper, Golany, Seiford y Stutz en 1985, presenta las orientaciones *input* y *output* en un único modelo, estos consideran los rendimientos variables a escala $1^+ \lambda = 1$. Por ello se establece de la siguiente manera:

$$\text{Max} \lambda, s^+, s^- \quad (Is^+ + Is^-)$$

Sujeto a:

$$\lambda Y - s^+ = y_0$$

$$-\lambda X - s^- = -x_0$$

$$1^+ \lambda = 1$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

Por esta razón se determina que las ineficiencias quedan sujetas en las variables de holgura (s^+ , s^-), es decir, se excluye la cantidad proporcional de ineficiencia.

2.2.13.4 DEA Multiplicativo

Finalmente se presenta el modelo DEA multiplicativo, el cual, fue explicado por Charnes, Cooper, Seiford y Stutz (1982). Este modelo se consigue al aplicar sobre los logaritmos de los valores originales al modelo aditivo, se representa de la siguiente manera:

$$\text{Max} = \sum_{r=1}^S u_r Y_{r0} - \sum_{t=1}^m v_t \hat{x}_{t0}$$

$$\sum_{r=1}^S u_r Y_{rf} - \sum_{t=1}^m v_t \hat{x}_{tj} \leq 0, j = 1, \dots, n$$

Sujeto a:

$$-u_r \leq -1, r = 1, \dots, S$$

$$-v_j \leq -1, i = 1, \dots, m$$

2.2.14 Aplicación del modelo DEA

Para la correcta aplicación del modelo de análisis envolvente de datos se requiere seguir de forma rigurosa una serie de pasos que se presentan a continuación de acuerdo con Bioestadística (2016), Universidad de Sevilla (2022) y Castillo, et al, (2015).

1. En primer lugar, se debe identificar las DMU, dicho en otras palabras, la unidad que se pretende analizar, estas pueden ser empresas, hospitales, universidades o municipios, para la presente investigación serán instituciones de educación superior pertenecientes al área técnica y tecnológica.
2. A continuación, se definen las variables de entrada y salida, donde para la presente investigación las variables de entrada son el número de personal académico, el número de alumnos, el presupuesto universitario, el personal de investigación y el número de carreras, mientras que las variables de salida es el número de graduados.
3. El siguiente paso es normalizar los datos es decir asegurarse de que las variables estén en la misma escala y se eliminen datos que puedan producir sesgos debido a un mal cálculo de las unidades de medida.
4. Tras ello se elige la forma funcional la cual debe representar de la mejor manera la relación entre las variables de entrada y las variables de salida.
5. Se construye la frontera de eficiencia que representa la mejor eficiencia alcanzable para el conjunto de datos analizados, este se puede calcular a través del método envolvente radial o el método envolvente direccional.
6. Se calcula la eficiencia relativa, es decir, que cada unidad analizada calcula su eficiencia en comparación a la frontera establecida, donde una institución se considerará eficiente cuando no pueda mejorar sus variables de salida sin aumentar sus variables de entrada.
7. Finalmente se hace el análisis de resultados dónde se identifican las instituciones eficientes y las ineficientes y se busca un punto de referencia para mejorar las ineficiencias.

2.2.15 Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

El modelo econométrico de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), es un modelo de regresión lineal que ayuda a encontrar los parámetros poblacionales. Una vez establecida una función lineal, el modelo de regresión lineal ayuda a efectuar predicciones sobre el valor de una variable Y sabiendo los valores de un conjunto de variables X_1, X_2, \dots, X_n .

- Y= dependiente, variable objetivo, endógena, criterio o explicada.
- X= variables independientes, predictoras, explicativas, exógenas o regresoras.

En este sentido se presenta dos casos; el primero cuando existen varias variables independientes se da un modelo de regresión lineal múltiple, mientras que la segunda genera una regresión lineal simple cuando existe solo una variable. Por otra parte, la regresión lineal busca que la relación entre las dos variables sea lineal, es por lo que se presenta mediante la siguiente ecuación de una línea recta:

$$y = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 \dots \dots \beta_5 X$$

2.2.16 Variables

2.2.16.1 Variables de entrada (inputs)

Según Coll (2020) los inputs, en economía son aquellos recursos que se utilizan en el proceso productivo. Es decir, se utilizan para la confección de una serie de bienes y servicios. Los *inputs*, en diversos casos obtienen el nombre de factores de producción, esto hace referencia a aquellos recursos que son empleados en el proceso productivo para la confección de un determinado bien y servicio. En otros términos, un *input* es cualquier factor que intervenga en la producción de un bien o servicio, entre los que se pueden citar las materias primas o los productos intermedios.

2.2.16.1.1 Número de personal académico

Esta variable se define como la cantidad de profesores que trabajan en una institución de educación superior, este personal puede trabajar de tiempo completo o a tiempo parcial, e incluye tanto a profesores de carrera como a profesores técnicos. Esta es una de las variables más importantes dentro de este estudio debido a que es clave para evaluar la capacidad y calidad de las instituciones, ya que este personal ejerce un papel de enseñanza e investigación. Como se ha mencionado el personal académico tiene diferentes funciones y responsabilidades entre los que se incluye la enseñanza, la investigación, la publicación de trabajos académicos e incluso la supervisión y formación de estudiantes (Vanegas, 2016).

Es importante destacar que el número de personal académico varía según el tamaño de la institución, así como la calidad y nivel educativo, se presume que existe una relación directa entre el número del personal académico con la capacidad de la institución para brindar una educación de calidad (Salamanca y Rodrigo, 2010).

En términos generales, si una institución educativa puede lograr un nivel similar de producción (salidas) utilizando menos recursos (entradas), se establece más eficiente, es por ello, el número de personal académico se considera una variable de entrada ya que evalúa para determinar cómo esta variable contribuye al proceso educativo y existe margen para mejorar la eficiencia.

2.2.16.1.2 Número de alumnos

El número de alumnos es la cantidad de estudiantes matriculados en una institución de educación superior específica, suele ser utilizado como un indicador para evaluar la capacidad de las instituciones, debido a que la cantidad representa la demanda estudiantil de una determinada institución. Es decir, el número de alumnos puede variar según el nivel educativo y el tipo de institución. Es importante destacar que en instituciones de educación superior el número de alumnos afecta directamente a la disponibilidad de recursos, como lo son la cantidad de aulas, la relación que existe entre la cantidad de estudiantes y docentes, como también la diversidad cultural y académica (García, et al, 2023).

También es importante analizar el número de alumnos debido a que es un factor clave para la planificación y gestión de la institución, pues una gran cantidad de alumnos limita la infraestructura, y aumenta el personal docente mínimo necesario para cubrir sus necesidades, así como disminuyen los recursos disponibles para la población estudiantil, una relación adecuada entre el número de estudiantes y el personal docente es clave para una enseñanza individualizada y una retroalimentación adecuada. La demanda de una institución puede ser afectada a lo largo del tiempo por diferentes factores, como puede ser un aumento en la tendencia de una carrera o disminución de esta, así como factores externos como los demográficos y económicos (Vigo, et al, 2016).

El número de alumnos es considerado una variable *input* porque constituye un recurso o insumo utilizado en el proceso educativo de las IES, y a través de ellos refleja la cantidad de estudiantes que consumen recursos y servicios educativos. Lo que significa que en la gestión de estos recursos y en la producción de resultados educativos es un aspecto clave del análisis DEA.

2.2.16.1.3 Presupuesto

El presupuesto es el conjunto de recursos financieros que tiene una institución de educación superior que ha sido asignado por parte del estado con el fin de que cubra sus gastos, estos gastos incluyen los gastos operativos, gastos de infraestructura e investigación entre otros. Se la define como una herramienta de planificación financiera donde las instituciones de educación superior administran sus ingresos y gastos con el fin de cumplir sus objetivos manteniendo su calidad académica. Los gastos por cubrir por parte del presupuesto son diversos, un ejemplo de ellos es el pago y contratación de personal académico, pago y contratación de personal administrativo, mantenimiento y aumento de infraestructura, pago de programas de investigación y enseñanza, financiación de actividades extracurriculares, y otros servicios estudiantiles tales como los relacionados con la salud y la biblioteca (Ocaña y Pillagua, 2014).

Para elaborar un presupuesto se requiere de la intervención de un gran personal, en primer lugar, el departamento administrativo y académico, que son los principales actores responsables de la planificación estratégica, realizan una estimación sobre los gastos que deben cubrir y asignan una cierta cantidad de recursos a cada área perteneciente a la institución, priorizando ciertas áreas en base a las necesidades académicas y los logros que se quieren alcanzar a corto y largo plazo. Si bien esta acción requiere de una gran cantidad de planificación el presupuesto es tentativo y por ende debe poder adaptarse a los cambios y circunstancias que se puedan dar a lo largo del año como pueden ser un recorte de presupuesto, cambios en la demanda universitaria o cambios en la situación económica del país (Pacheco, et al, 2020). Este presupuesto indica transparencia a la hora de rendir cuentas para ello se elaboran informes y se realizan auditorías con el fin de garantizar que los recursos son asignados de forma eficiente.

El presupuesto se considera una variable de entrada (*input*) porque representa uno de los recursos fundamentales que las universidades e institutos utilizan en su proceso de proporcionar educación y realizar sus funciones, es decir, esta variable es un insumo que se

destina a diversas actividades, como la contratación de personal, la mejora de instalaciones, la adquisición de recursos educativo y así maximizar los resultados educativos y de investigación con los recursos disponibles.

2.2.16.1.4 Personal de investigación

El personal de investigación es el conjunto de personas profesionales que se dedican a actividades de investigación en el ámbito académico, cuyo principal objetivo es la generación de conocimiento con el fin de contribuir al desarrollo académico de las instituciones, dentro de esta categoría se puede encontrar a diversos profesionales entre los que se incluye a los puramente investigadores, profesores que realizan actividades de investigación, científicos o personales técnicos (Sánchez, 2021).

Este tipo de personal se dedica principalmente a realizar investigaciones que posteriormente son presentados como proyectos de investigación, artículos científicos, en conferencias a nivel nacional e internacional. Es importante destacar la función de este tipo de personal para el desarrollo de las instituciones de educación superior creando un nuevo conocimiento y contribuyendo al avance de diferentes campos, así mismo, este tipo de profesionales fortalecen la formación académica de los estudiantes con nuevo conocimiento, por lo que es común ver que los docentes también sean investigadores (Carrión, et al, 2021).

Se requiere de un riguroso proceso para llevar a cabo una investigación, así como un amplio conocimiento de diferentes técnicas y herramientas cuantitativas y cualitativas para que estas sean confiables, las investigaciones se pueden manejar de manera individual o en equipo. En este contexto, la variable de personal de investigación se considera una variable *input*, porque representa un recurso fundamental que se utiliza en el proceso de investigación, el personal de investigación es un insumo que contribuye a la producción de resultados de investigación.

2.2.16.1.5 Número de carreras

El número de carreras de instituciones de educación superior hace referencia a la cantidad y diversidad de carreras o programas de estudio que ofrece una institución en diferentes áreas. Se entiende por carreras a las opciones de formación académica que una persona puede elegir para obtener un título o una certificación en un campo en específico. Este número puede cambiar por diferentes factores como el tamaño de una institución, su nivel de especialización, así como sus recursos. Hay universidades que ofrecen una gran variedad de carreras que varían desde las artes hasta las ciencias exactas mientras que otras instituciones ofrecen carreras específicas en una disciplina (Moncayo, et a, 2020).

Cada carrera tiene sus propias características de estudio con conocimientos únicos en este campo los cuales son requisitos para que los estudiantes puedan obtener su título, el número de carreras se encuentra influido por factores externos como lo son la demanda, las tendencias del mercado laboral que en ocasiones obligan a crear carreras en campos emergentes. Por otra parte, cabe destacar que la creación o eliminación de carreras se da por procesos de evaluación interna y externa analizando la viabilidad, el rendimiento académico, la cantidad de recursos que requiere y la demanda de los estudiantes.

En este sentido, el número de carreras es considerado como una variable de entrada ya que representa un recurso o insumo que las IES utiliza en su proceso educativo, es decir, esto ayuda a verificar cómo se utilizan los recursos para producir resultados académicos a través de elementos como es la flexibilidad para estudiantes, optimización de recursos y la diversidad educativa.

2.2.16.2 Variables de salida (*Outputs*)

Westreicher (2020) señala que los *outputs* es el conjunto de bienes y servicios que obtiene una empresa o industria al combinar distintos factores de producción. Es decir, el término *output* se refiere a toda mercancía que se consigue a partir de un proceso productivo con el fin de ofrecerla en el mercado a cambio de una contraprestación. Cabe señalar que el número de graduados se considera una variable de salida (*output*), ya que representa uno de los resultados del proceso educativo de una institución, como una universidad, un instituto o una escuela. En el modelo DEA, se evalúa la eficiencia relativa de las unidades de toma de decisiones, y en el ámbito educativo, con la finalidad de entender cómo estas instituciones utilizan sus recursos para producir resultados medibles y cómo se compara su eficiencia en este aspecto en relación con otras IES.

2.2.16.2.1 Número de graduados de los cursos impartidos

El número de graduados es la cantidad de estudiantes que han completado sus estudios y por ende obtienen su título o certificación de una institución de educación superior, este número representa la culminación de un programa de estudios y es importante para analizar la producción y rendimiento de una institución. Cabe recalcar que a futuro los graduados son los profesionales que se encontrarán en el mercado laboral por lo tanto deben estar calificados y preparados para ello. El número de graduados varía según el tamaño y la especialización de las instituciones, así como dependiendo de la oferta académica de esas áreas de estudio, suelen existir una alta demanda en áreas como la salud, ingeniería o administración y baja demanda en carreras de ciencias exactas (Martí, et al, 2015).

Al analizar el número de graduados de los cursos impartidos en Chimborazo implica considerar diversos factores que pueden influir para que exista un considerable número de graduados y con ello proporcionar una visión más completa de la eficacia de los programas educativos en el país. Estos factores son: la tasa de matriculación, deserción escolar, calidad de la educación, inversión, incentivos y apoyo por medio de programas de becas y finalmente la demográfica y diversidad ya que en la actualidad se ha presenciado las desigualdades socioeconómicas lo que afecta directamente al acceso de la educación superior.

Es importante que exista un gran número de graduados y que a su vez éstos tengan los conocimientos necesarios y habilidades profesionales que requiere la sociedad con el fin de alcanzar un mayor crecimiento económico a través de la innovación y la productividad. Una alta tasa de graduados suele ser un indicador de calidad de educación, siempre y cuando éstos demuestren tener las habilidades necesarias en el campo laboral. Es necesario destacar que este número se pueden ver afectado por factores externos como políticas públicas, factores demográficos y demanda laboral (Arrén, 2017).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

La metodología por aplicar para el presente estudio es el análisis envolvente de datos (DEA), sin embargo, como se explica en el apartado anterior existen múltiples modelos que se pueden aplicar, para el actual caso se utilizará un DEA CCR orientado hacia al *output*, este modelo permitirá medir la eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos de Chimborazo. Una vez concluido este análisis DEA que permitirá evaluar la eficiencia, se procederá a la realización del modelo MCO para identificar el comportamiento de las variables independientes y su influencia en la variable dependiente.

3.1 Tipo de investigación

Es importante destacar el tipo de investigación, el cual se puede clasificar según diferentes factores. Según el tipo de datos esta investigación es cuantitativa, debido a que va a utilizar métodos estadísticos para el análisis de variables, que a su vez son detalladas por cifras, si bien no requiere de encuestas, sí se obtendrá una base de datos para el estudio de diferentes fuentes de información en línea, es por ello, que también se define como documental. Según la profundidad esta investigación puede ser definida como explicativa, debido a que busca exponer cuáles son los determinantes que afectan las eficiencias de las instituciones de educación superior técnica y tecnológica. Cabe destacar dentro de este mismo apartado, la manipulación de los datos se considera no experimental debido a que los datos que se van a analizar están dados y por ende no se pueden manipular.

De acuerdo con el tipo de inferencia se clasifica como deductiva, ya que parte de aspectos generales de las instituciones de educación superior técnicas y tecnológicas, para llegar a conclusiones más específicas que vendrían a ser factores de cada institución a mejorar para alcanzar una mayor eficiencia. Finalmente, según el tiempo de estudio la investigación se considera transversal, pues se va a efectuar en un único momento dado, en este caso el período de estudio es únicamente el año 2022.

3.2 Diseño de la investigación

De acuerdo con Hernández Sampieri, (2010) pueden existir 3 tipos de diseños de la investigación, en este caso, el presente trabajo muestra un enfoque principalmente cuantitativo, es por lo que el tipo de diseño es correlacional y descriptiva. Se considerada como descriptiva debido a que busca describir un fenómeno y la situación actual de la eficiencia que existe en institutos técnicos y tecnológicos, su principal objetivo es la medición y recolección de datos la cual se alinea con un estudio descriptivo, asimismo se considera como correlacional debido a que la relación que exista entre las variables permitirá responder a la afectación de una variable sobre otra en el contexto de la eficiencia de estas instituciones.

3.3 Técnica de recolección de datos

La técnica de recolección de datos es de fuente primaria ya que se van a obtener de páginas como: el Consejo de Evaluación Acreditación y Aseguramiento de la Educación Superior – CEAACES, Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación – SENESCYT, Subsecretaría de Acceso a la Educación Superior – SAES, Actividades de Ciencia. Tecnología e Innovación – ACTI, Consejo de educación superior – CES, del Instituto Nacional de Estadística y Censos – INEC y de las rendiciones de cuentas de los institutos para el año de estudio.

3.4 Población de estudio y tamaño de la muestra

Para el presente estudio la población a tomar en cuenta son las 338 instituciones técnicas y tecnológicas que se encuentran en el país, pero se utiliza una muestra de 17 institutos técnicos y tecnológico de la provincia de Chimborazo, los cuales manejan sus características propias frente a universidades, que permiten su identificación y diferenciación frente al resto de instituciones de educación superior, con el fin de lograr una homogeneidad en los datos y por ende en sus resultados.

Tabla 3:

Institutos Técnicos y Tecnológicos de la Provincia de Chimborazo en 2022

N°	Institución	Cantón	Financiamiento
1	Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros	Riobamba	Público
2	Instituto Superior Tecnológico Riobamba	Riobamba	Público
3	Instituto Superior Tecnológico Manuel Galecio	Alausí	Público
4	Instituto Superior Pedagógico Intercultural Bilingüe Jaime Roldós Aguilera	Colta	Público
5	Instituto Superior Tecnológico Eugenio Espejo	Riobamba	Público
6	Instituto Superior Tecnológico General Eloy Alfaro	Riobamba	Público
7	Instituto Superior Tecnológico Juan de Velasco	Riobamba	Público
8	Instituto Superior Tecnológico Vicente Anda Aguirre	Riobamba	Público
9	Instituto Superior Tecnológico Shiry Cacha	Riobamba	Público
10	Instituto Superior Tecnológico Stanford	Cacha	Particular
11	Instituto Superior Tecnológico República Federal De Alemania	Riobamba	Particular

Tabla 3: (Continuación)

N°	Institución	Cantón	Financiamiento
12	Instituto Superior Tecnológico Jatun Yachay Wasi	Colta	Particular
13	Instituto Superior Tecnológico Dr. Misael Acosta Solís	Riobamba	Particular
14	Instituto Superior Tecnológico San Gabriel	Riobamba	Particular
15	Instituto Superior Tecnológico José Ortega Y Gasset	Riobamba	Particular
16	Instituto Superior Tecnológico New Generation	Riobamba	Particular
17	Instituto Superior Tecnológico Líderes De Los Andes	Riobamba	Particular

Nota: la tabla anterior muestra los institutos de educación superior técnicos y tecnológicos de Chimborazo en el año 2022. Obtenido del Consejo de Educación Superior (2022).

3.5 Método de análisis y procesamiento de datos

Para poder aplicar el modelo DEA se requiere de variables de entrada y de salida, como ya se ha mencionado, las variables de entrada (*inputs*) son los recursos de los que disponen las instituciones de educación superior técnica y tecnológica para crear las variables de salida (*outputs*) las cuales se definen como resultados de la transformación de los recursos (*inputs*).

Existen múltiples estudios revisados en el apartado de antecedentes que demuestra la gran cantidad de variables que pueden ser consideradas como *inputs* y *outputs* con el fin de conocer la eficiencia de las instituciones de educación superior. En base a toda la literatura analizada se han extraído las siguientes variables que se muestran en la tabla 4 con su respectiva descripción y la clasificación de la variable, si corresponde a una variable *output* o *input*.

Tabla 4:
Inputs y Outputs del modelo DEA

Grupo	Nombre de la variable	Variable	Definición
<i>Output</i>	NG	Número de graduados	Número de estudiantes que han completado una carrera y reciben su título en una institución educativa
<i>Inputs</i>	NPA	Número de personal académico	Número de profesores y personal docente que constan en nómina en una institución educativa.
	NA	Número de alumnos	Número de estudiantes matriculados en una institución educativa.
	PU	Presupuesto	Cantidad de recursos financieros asignados a una institución educativa.
	PI	Personal de investigación	Número de profesionales dedicados a actividades de investigación en una institución educativa
	NC	Número de carreras	Número de programas académicos ofrecidos por una institución educativa

Se debe destacar que existe un razonamiento lógico que explique que a medida que se incrementa los *inputs* también debería incrementarse los *outputs*, en este caso, a medida que aumente los recursos de la institución superior debería aumentar la eficiencia de este.

3.6 Análisis envolvente de datos

En primer lugar para poder realizar un procesamiento envolvente de datos, se debe identificar la unidad que se pretende analizar, en este caso son las instituciones técnicas y tecnológicas de educación superior de Chimborazo en el año 2022, pues son instituciones que transforman *inputs* o recursos (número de personal académico, número de alumnos, presupuesto universitario, personal de investigación, número de carreras), en resultados *outputs* (número de graduados), aquí también se puede ver definido el segundo paso que es la elección de variables de entrada y salida.

Posterior a ello, a través de una herramienta informática MaxDEA se realiza el modelo DEA CCR, dónde se evaluará la eficiencia relativa de cada instituto técnico o tecnológico en comparación a un instituto de referencia, la cual representa la máxima eficiencia. Finalmente se analizan los resultados obtenidos para identificar los institutos técnicos y tecnológicos que son eficientes y aquellos que pueden mejorar su eficiencia. Los institutos con puntuaciones de eficiencia de 1 se consideran eficientes, mientras que aquellos con puntuaciones por debajo de 1 se consideran menos eficientes.

Una vez concluido se procederá a la evaluación de resultados dónde se examinarán las instituciones más eficientes para identificar cuáles son las prácticas y factores determinantes en su eficiencia, con el fin de identificar cuáles son las mejoras por aplicar en las instituciones menos eficientes, es decir, las áreas en las que pueden mejorar para poder así ofrecer recomendaciones que mejoren la eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos en la provincia de Chimborazo. De acuerdo con la investigación realizada por Leal y Cepeda (2013), para la aplicación de la metodología DEA se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Maximización: } h_0 \frac{\sum_j^s = 1 W_j Y_{j0}}{\sum_i^r = 1 V_j x_{i0}}$$

$$\text{Sujeto a: } \frac{\sum_j^s = 1 W_j Y_{jm}}{\sum_i^r = 1 V_j x_{im}} \leq 1 \quad m = 1, 2, \dots,$$

Donde:

Y_{j0} = variable de salida j del DMU 0

X_{i0} = variable de entrada i del DMU 0

W_j = peso para la variable de salida j

V_i = peso para la variable de entrada i

n = número de DMU

$s = \text{número de variables de entrada}$

$$\text{Maximización: } h_0 \frac{\sum_{j=1}^s W_j (\text{número de graduados})}{\sum_{i=1}^r V_j (\text{número de personal académico, número de alumnos, personal de investigación, presupuesto, número de carreras})}$$

$$\text{Sujeto a: } \frac{\sum_{j=1}^s W_j Y_{jm}}{\sum_{i=1}^r V_j X_{im}} \leq 1 \quad m = 12$$

$$W_j \geq 0; j = 5$$

$$V_i \geq 0; j = 1$$

3.7 Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios

La segunda etapa del trabajo consiste en identificar los determinantes de los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo eficientes y no eficientes que influyen en el número de graduados en las instituciones, para ello se lleva a cabo el análisis y procesamiento del método MCO tomando en consideración las variables *output* e *inputs* que se tomaron en el modelo DEA más la eficiencia como una variable dicotómica, de forma que se pueda evidenciar cómo estas influyen en la variable dependiente, mediante el programa estadístico Stata.

Tabla 5:

Determinantes del modelo MCO

Variable	Determinantes	Definición
Dependiente	Número de graduados	Número de estudiantes que han completado una carrera y reciben su título en una institución educativa
	Número de personal académico	Número de profesores y personal docente que constan en nómina en una institución educativa.
	Número de alumnos	Número de estudiantes matriculados en una institución educativa.
	Presupuesto	Cantidad de recursos financieros asignados a una institución educativa.
Independientes	Personal de investigación	Número de profesionales dedicados a actividades de investigación en una institución educativa
	Número de carreras	Número de programas académicos ofrecidos por una institución educativa
	Eficiencia	Asignación óptima de recursos en un nivel de producción al menor costo posible.

Como se ha mencionado, los datos se procesarán mediante un modelo MCO, donde y^* es una variable cuantitativa, que para el presente estudio se entiende como el número de graduados, mientras que x será el vector de las variables que explican y^* , es decir las

variables independientes. Para el presente estudio el MCO queda planteado de la siguiente manera en función.

$$y = \beta^0 + \beta^1 + \beta^2 + \beta^3 + \beta^4 + \beta^5 + \epsilon_i$$

Número de graduados

$$= \beta^0 + \beta^1 \text{Número de personal académico} + \beta^2 \text{Número de alumnos} \\ + \beta^3 \text{Presupuesto} + \beta^4 \text{Personal de investigación} + \beta^5 \text{Eficiencia} + \epsilon_i$$

Donde:

y: Variable dependiente del modelo.

β^i : Grado de viabilidad de las variables independientes.

3.8 Supuestos

Por último, se corren los supuestos de Sharipo Wilk (Normalidad), Brush Page (Heterocedasticidad) y Vif (Multicolinealidad) con el fin de verificar si el modelo es válido. En ese sentido para Reding, Zamora y López (2011) la prueba de Shapiro-Wilk plantea la hipótesis nula que una muestra proviene de una distribución normal; en las pruebas de normalidad la hipótesis es la siguiente:

H0: los residuos se distribuyen como una función normal.

H1: los residuos no se distribuyen como una función normal.

En este caso se busca no rechazar la hipótesis nula (H0) y cuando el valor de p sea mayor que 0.05 no se rechaza la hipótesis nula (H0) por consiguiente, esta variable de respuesta también se distribuye de manera normal. Para probar el supuesto de homocedasticidad se aplica la prueba estadística de Breusch-Pagan, la cual se distribuye como una prueba de la ji al cuadrado. En esta prueba la hipótesis nula (H0) indica que las variancias son iguales, mientras que la hipótesis alterna (H1) muestra que las variancias son distintas. De igual manera en el supuesto de normalidad se pretende no rechazar la hipótesis nula (H0), y cuando el valor de p sea mayor que 0.05, no se rechaza la hipótesis nula (H0).

La colinealidad es esperable ya que es imposible que unas variables que explican y son explicadas por un fenómeno sean tan completamente independientes que no estén correlacionadas en algún grado. El problema surge cuando hay, como mínimo, dos variables muy correlacionadas entonces suceden que una de ellas le “roba” la correlación al resto haciendo que las demás aparezcan como no significativas o incluso significativas con un signo distinto al esperado (Granados,2016).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estadísticas de educación superior

A continuación, se analiza las estadísticas en donde se presenta los análisis sobre el estado de la educación superior en Ecuador y en la provincia de Chimborazo durante los años 2015 – 2020.

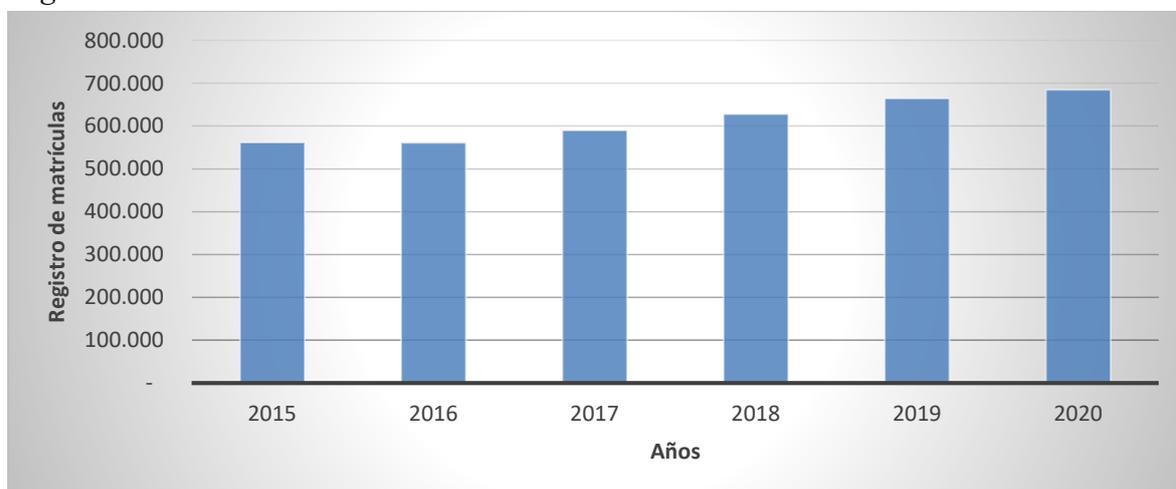
4.1.1 Registro de matrículas

A. Registro de matrículas en Ecuador

En la figura N°4 se puede observar el número de matrículas registradas a nivel nacional, desde el año 2015 al año 2020 a nivel general se evidencia una tendencia creciente constante, sin embargo, cabe recalcar que existe una ligera disminución en el año 2016 dónde el número de registros de matrículas en Ecuador disminuyó a 560.887 frente a 561.863 del año 2015, en el 2020 se observa el punto más alto con un valor de 684.660 matrículas registradas en Ecuador de instituciones de educación superior. Es necesario recalcar que el crecimiento constante y sostenido del número de matrículas refleja un mayor acceso a la educación superior en Ecuador durante este período de análisis.

Figura 4:

Registro de matrículas en Ecuador



Nota: La Figura muestra el número de matrículas registradas en Ecuador. Obtenido de la Senescyt (2022).

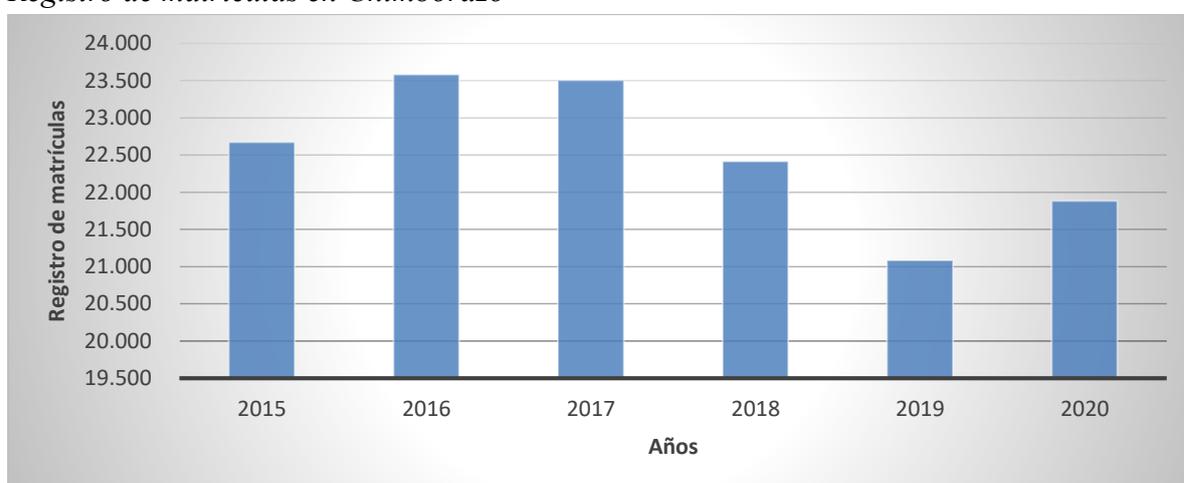
Así mismo, estas cifras pueden representar un impacto económico positivo, debido a que un aumento en el número de matrículas implica qué parte de la población desarrolla mejores habilidades y conocimientos, por lo que ayudan al desarrollo económico en actividades relacionadas con alojamiento, transporte, materiales educativos, y compras en general, movilizandando la economía local y a largo plazo la nacional.

B. Registro de matrículas en Chimborazo

En la figura N° 5 se analiza el registro de matrículas únicamente aplicadas en la provincia de Chimborazo desde el año 2015 al 2020, las cuales comparadas a nivel nacional muestra una tendencia principalmente decreciente, siendo más pronunciada del 2017 al 2019, tras un período de crecimiento del 2015 al 2016 los datos muestran que en el 2020 vuelve a existir una tendencia creciente, dónde el valor del registro de matrículas en Chimborazo alcanza a los 21.883 estudiantes.

Figura 5:

Registro de matrículas en Chimborazo



Nota: La figura anterior muestra el número de matrículas registradas en Chimborazo. Obtenido de la Senescyt (2022).

Los factores determinantes para que se genere esta tendencia decreciente, se destacan las preferencias de los estudiantes a ciertas carreras que tienen mayores oportunidades de empleo y los factores demográficos. Cabe recalcar que en la actualidad gran parte de la población estudiantil optan por estudiar en la provincia de Chimborazo debido a la mejora académica que han tenido los institutos técnicos y tecnológicos, entre la que se destaca el Instituto Superior Tecnológico Riobamba en mejorar su oferta académica y su calidad de estudio.

4.1.2 Número de docentes

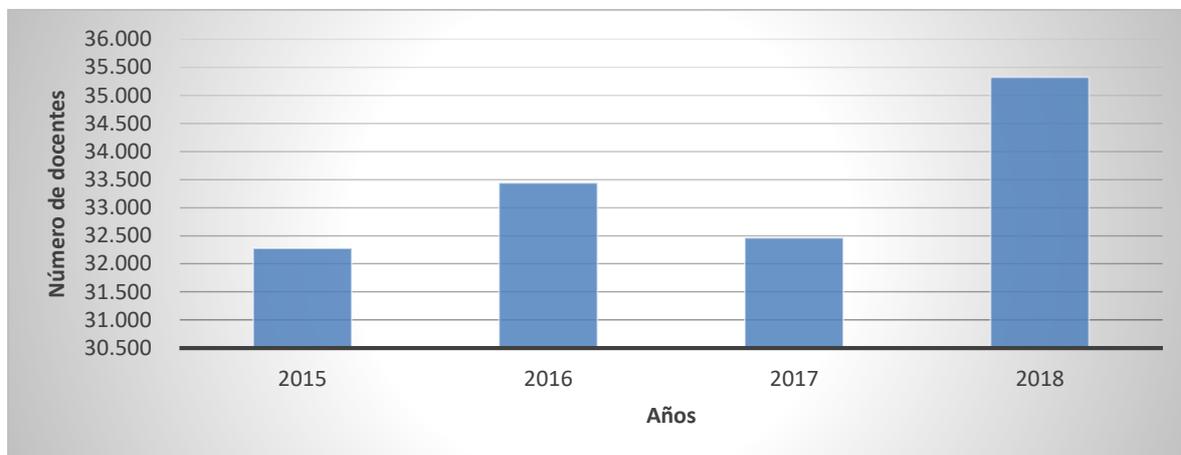
4.1.2.1 Número de docentes en universidades

En la figura N° 6 se puede observar el comportamiento del número de docentes en universidades, durante el periodo 2015 al 2018 muestran una tendencia creciente, sin embargo, también se puede observar un decrecimiento del 2016 al 2017 esto se dio por factores influyentes como son los títulos de cuarto nivel, la experiencia mínima de cuatro años, títulos de Doctorado y que existan publicaciones de artículos de relevancia, cabe

destacar que el crecimiento más significativo es del 2017 al 2018, donde el número de docentes en universidades alcanza una cifra de 35.324 docentes.

Figura 6:

Número de docentes en Universidades



Nota: La figura anterior muestra el número de docentes en Universidades. Obtenido de la Senescyt (2022).

A nivel general los datos presentados indican que, a largo plazo la tendencia general es creciente, es decir que, aumenta la demanda en las universidades para poder contratar a nuevos docentes. Sin embargo, cabe destacar que estas nuevas contrataciones deben mantenerse entre los rangos de calidad que requiere la institución, asegurándose de que estos sean capacitados, sin exceder la proporción adecuada de estudiantes en relación con docentes.

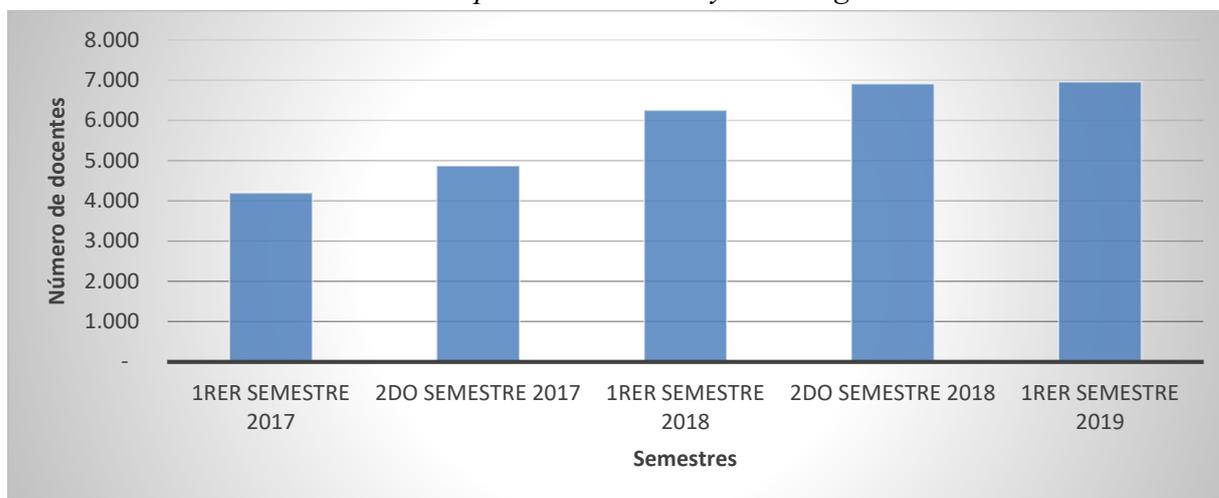
Al igual que en el caso anterior, un mayor número de docentes en universidades tiene ciertas implicaciones como una educación más personalizada, la posibilidad de poder impartir carreras diferentes, y por ende que hay una mayor diversidad educativa dentro de una misma institución y la mejora de la calidad en la enseñanza, a largo plazo esto contribuirá al desarrollo de capital humano del país, la generación de empleo del desarrollo económico en general.

4.1.2.2 Número de docentes en Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos

En este apartado se analiza el número de docentes en institutos superiores técnicos y tecnológicos desde el primer semestre del 2017 hasta el primer semestre del 2019 cómo se refleja en el gráfico N° 7 la cifra se evalúan a nivel semestral, a nivel general se puede observar una tendencia creciente a lo largo del periodo de estudio, este crecimiento se ha mantenido constante desde el primer semestre del 2017 donde el número de docentes fue de 4.197, hasta los 6.958 docentes en el primer semestre del 2019.

Figura 7:

Número de docentes en Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos



Nota: La figura anterior muestra el número de docentes en Institutos Superiores técnicos y tecnológicos. Obtenido de la Senescyt (2022).

El crecimiento en el número de docentes en institutos superiores técnicos y tecnológicos puede indicar un auge e interés por parte de los estudiantes en la educación técnica y tecnológica, lo cual genera un aumento de la demanda en este tipo de programas de estudio requiriendo un aumento en el número de docentes, un mayor número de docentes implica una enseñanza más personalizada así como una mejor atención, por ende se podría concluir una mejora en el sistema educativo de los institutos técnicos y tecnológicos.

4.1.3 Registro de títulos universitarios

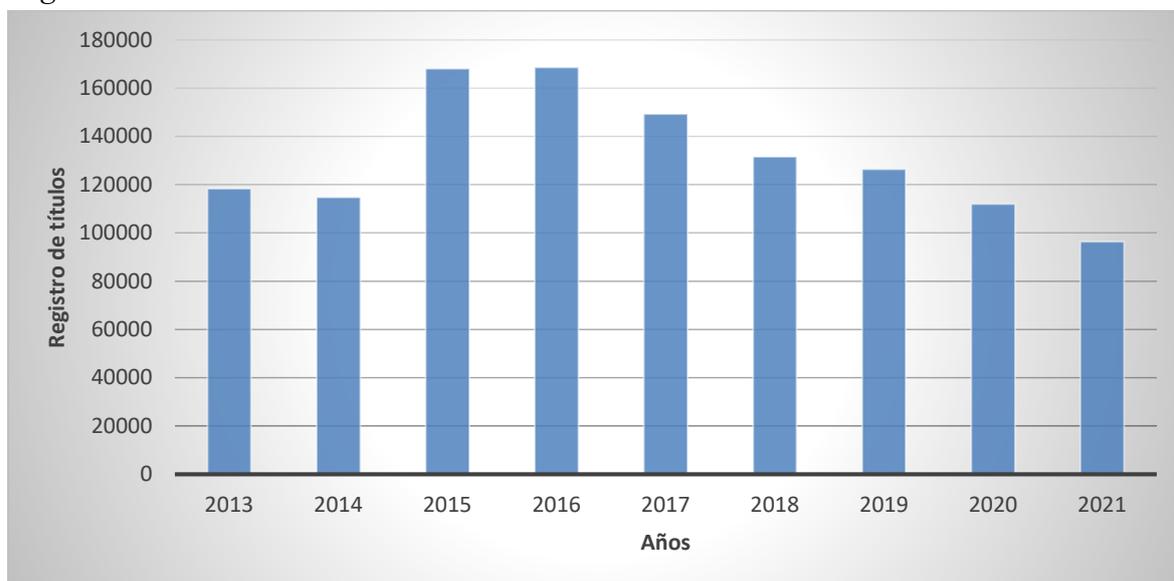
4.1.3.1 Registro de títulos universitarios en Ecuador

La figura N°8 muestra el registro de títulos de tercer nivel de estudiantes registrados en Ecuador, es decir de alumnos que han culminado su carrera, como se puede observar existen variaciones a lo largo del periodo analizado del 2013 al 2015 hay un aumento significativo en el número de títulos registrados, se mantiene relativamente constante hasta el 2016 a partir del cual inicia una tendencia decreciente, llegando hasta los 96.333 títulos en 2021 frente a los 68.506 títulos registrados en 2016, lo que esto da a una proyección decreciente para el año 2022.

Cabe destacar que entre el año 2015 y 2016 que es cuando más títulos se registran, también existió un aumento del número de personal docente en instituciones técnicas y tecnológicas y en el registro de matrículas. A partir del 2016 inicia el período de decrecimiento el cual pudo ser causado por factores demográficos, condiciones socioeconómicas e incluso por los efectos que ha dejado la pandemia COVID 19.

Figura 8:

Registro de títulos universitarios en Ecuador



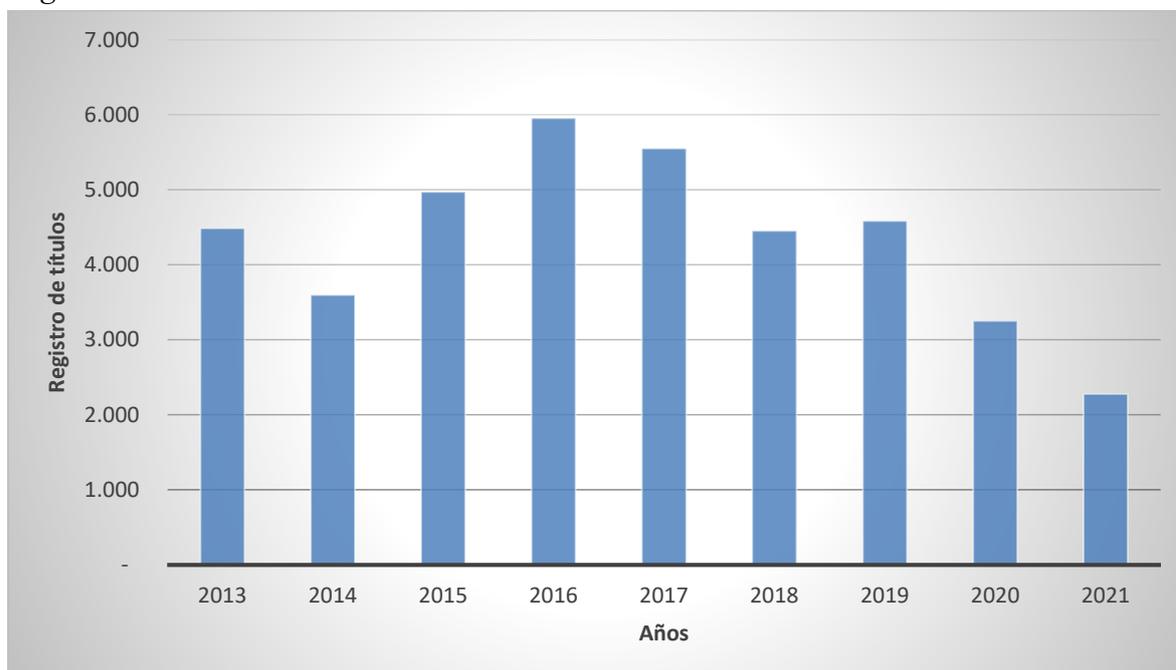
Nota: La figura anterior muestra el número de registro de títulos universitarios en Ecuador. Obtenido de la Senescyt (2022).

4.1.3.1 Registro de títulos universitarios en Chimborazo

En la figura N° 9 se analiza el registro de títulos únicamente de la provincia de Chimborazo. Como se puede observar existen múltiples fluctuaciones desde el año 2013 al 2021, la cual se divide en diferentes etapas, del 2013 al 2014 existe un decrecimiento, año a partir del cual hasta el 2016 existe una tendencia creciente, nuevamente existe un decrecimiento hasta el 2018 dónde se mantiene relativamente estable hasta el 2019, a partir de este año nuevamente se refleja una tendencia decreciente que culmina en tan solo los 2.276 títulos registrados en el año 2021.

Como se enfatizó en el apartado anterior, pueden existir múltiples factores que hayan afectado a la cantidad de títulos registrados en la Senescyt en el año 2021 entre los más destacables están las afectaciones del COVID 19, las cuales impidieron a muchos el acceso a la educación, esta tendencia es parecida a la tendencia registrada en Chimborazo sobre el número de registros de matrícula, por lo que se concluye que la tendencia decreciente de los últimos años puede atribuirse a esta causa, sin embargo se debe recalcar que una disminución en el registro de títulos en los últimos años se relacionan con un bajo crecimiento de la formación de capital humano en la provincia lo cual a largo plazo tendría implicaciones en el desarrollo económico y en la tasa de empleo.

Figura 9:
Registro de títulos en Chimborazo



Nota: La figura anterior muestra el número de registro de títulos en Chimborazo. Obtenido de la Senescyt (2022).

4.2 Resultados de la recopilación de datos

La recopilación de datos para los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo se obtuvo de las páginas ya descrita anteriormente, como resultado la siguiente tabla:

Tabla 6:
Recopilación de Datos

INSTITUTOS	Número de graduados	Número de personal académico	Número de alumnos	Presupuesto	Personal de investigación	Número de carreras
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CARLOS CISNEROS	1200	23	1440	132083,40	23	10
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR RIOBAMBA	1134	83	1500	48425,00	14	11
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR MANUEL GALECIO	45	12	188	4695,20	4	2
INSTITUTO SUPERIOR PEDAGÓGICO JAIME ROLDÓS AGUILERA - BILINGÜE INTERCULTURAL	120	11	340	3798,99	7	3
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR EUGENIO ESPEJO	55	14	234	114185,70	9	2

Tabla 6: (Continuación)

INSTITUTOS	Número de graduados	Número de personal académico	Número de alumnos	Presupuesto	Personal de investigación	Número de carreras
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR GENERAL ELOY ALFARO	834	15	1205	5761,78	6	3
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JUAN DE VELASCO	182	17	282	165074,00	8	4
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE ANDA AGUIRRE	540	18	1500	6529,35	11	14
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR SHIRY CACHA	94	7	200	3298,51	4	1
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SAN GABRIEL	125	32	681	594150,20	8	8
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JOSÉ ORTEGA Y GASSET	90	21	170	176522,00	6	5
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO NEW GENERATION	150	25	400	567211,03	9	6
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO LÍDERES DE LOS ANDES	209	15	305	206053,00	7	3
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO STANFORD	125	35	800	250310,00	12	5
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA	60	10	300	124550,00	5	2
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JATUN YACHAY WASI	106	25	400	240850,00	12	5
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO DR. MISAEL ACOSTA SOLÍS	64	8	310	85540,00	3	1

Nota: Elaboración propia con base en las distintas fuentes; SNIESE, SENESCYT, INEC y rendición de cuentas de las páginas principales de los institutos.

La tabla 6 evidencia los valores de *output* e *inputs* pertenecientes a los diferentes institutos técnicos y tecnológicos de Chimborazo, dichos valores permitirán correr los diferentes modelos que van a ser útil en el presente caso de estudio con la finalidad de conocer que institutos son eficientes e ineficiente y las mejores que deben hacer los últimos.

Tabla 7:

Estadísticos descriptivos de las variables

Estadísticos	Número de graduados	Número de personal académico	Número de alumnos	Presupuesto	Personal de investigación	Número de carreras
N=17						
Media	301,94	21,82	603,24	170204,77	8,71	5,00
Desviación	371,73	17,15	478,75	174733,45	4,67	3,63
Mediana	125,00	17,00	340,00	128316,70	8,00	4,00
Moda	125,00	15,00	1500,00	-	4,00	2,00
Min.	45,00	7,00	170,00	3298,51	3,00	1,00
Max.	1200,00	83,00	1500,00	594150,20	23,00	14,00
Rango	1155,00	76,00	1330,00	590851,69	20,00	13,00

En la tabla 7 se presentan los estadísticos descriptivos de las variables, en donde se evidencia que el promedio mayor de los datos se encuentra en el presupuesto universitario

con 170204,77 y el menor valor se encuentra en el número de carrera con 5, la mediana en la variable número de graduados tiene una similitud con su moda, entendiendo que 125 es el número con más repeticiones en la serie, la particularidad del presupuesto universitario se debe a que no tiene un número que se repita en sus datos ya que son asignaciones diferentes; por otra parte la desviación indica que los datos se encuentran cerca de la media, el rango más alto de la variable se encuentra en el presupuesto universitario con 590851,69 siendo esta la diferencia existente entre el valor mínimo y máximo de la variable, pero la variable número de graduados muestra una notable diferencia entre su mínimo (45) y el máximo (1200), debido a la diferencia notable del número de graduados entre los institutos.

4.3 Resultados del modelo DEA

Para la obtención de los resultados, se aplicó un modelo DEA CCR con orientación a maximizar las salidas, para su análisis se toma lo expuesto por Carrillo y Gómez (2017); Leal y Cepeda (2013) ya que agrupan los indicadores de eficiencia en 3 grupos donde el grupo de “eficiencia alta” se conforma entre valores de 1 y 0,86, los de “eficiencia media” entre 0,85 y 0,50 y por último los de menor a 0,50 aquellos con baja eficiencia.

Tabla 8:

Resultados de la eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo

INSTITUTOS	SCORE
INSTITUTO SUPERIOR PEDAGÓGICO JAIME ROLDÓS AGUILERA - BILINGÜE INTERCULTURAL	0,94
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO DR. MISAEL ACOSTA SOLÍS	0,37
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JATUN YACHAY WASI	0,68
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JOSÉ ORTEGA Y GASSET	1,00
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO LÍDERES DE LOS ANDES	0,88
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO NEW GENERATION	0,82
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA	0,51
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SAN GABRIEL	0,94
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO STANFORD	0,42
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CARLOS CISNEROS	1,00
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR EUGENIO ESPEJO	0,49
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR GENERAL ELOY ALFARO	1,00
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JUAN DE VELASCO	0,90
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR MANUEL GALECIO	1,00
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR RIOBAMBA	1,00
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR SHIRY CACHA	0,88
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE ANDA AGUIRRE	1,00

En la tabla N° 8 se presentan los resultados al medir la eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo. Es así como, de la muestra de 17 establecimientos, se puede evidenciar que 11 de ellos se encuentran dentro de los establecimientos de eficiencia alta siendo: Instituto Superior Pedagógico Jaime Roldós Aguilera - Bilingüe Intercultural, Instituto Tecnológico Superior Carlos Cisneros, Instituto Superior Tecnológico Líderes de los Andes, Instituto Superior Tecnológico San Gabriel, Instituto Tecnológico Superior Juan de Velasco, Instituto Tecnológico Superior Shiry Cacha, Instituto Tecnológico Superior Riobamba, Instituto Tecnológico Superior Manuel Galecio, Instituto Tecnológico Superior General Eloy Alfaro, Instituto Tecnológico Superior Vicente Anda Aguirre y el Instituto Superior Tecnológico José Ortega y Gasset, ya que estos obtuvieron puntuación de 1 a 0,86 lo que se considera eficiencia alta, los mismo que cuentan con una distribución de los recursos similar a aquellos institutos con media y baja eficiencia, a diferencia que son los que más número de graduados obtuvieron, entendiendo que están administrando los recursos de mejor forma.

Los institutos que se encuentran con puntuaciones medias de eficiencia son: Instituto Superior Tecnológico Jatun Yachay Wasi, Instituto Superior Tecnológico New Generation y el Instituto Superior Tecnológico República Federal de Alemania, 3 institutos se encuentran con baja eficiencia, es decir, con puntuaciones por debajo de 0,50 principalmente a que los recursos invertidos no compensan los ingresos que obtienen, tal como es el caso del, Instituto Tecnológico Superior Eugenio Espejo, Instituto Superior Tecnológico Stanford y el Instituto Superior Tecnológico Dr. Misael Acosta Solís en los que se cuentan con un número considerable de personal académico en relación con el presupuesto y el número de carrera que posee, entendiendo que existe una mala administración de estos recursos, ya que no existe mucha diferencia de recursos con aquellos institutos que resultaron con alta y media eficiencia.

Tabla 9:*Comparación de eficiencia entre institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo*

DMU	Score	Benchmark (Lambda)	Slack_Movement (# de personal académico)	Slack_Movement (# de alumnos)	Slack_Movement (Presupuesto)	Slack_Movement (Personal de investigación)	Slack_Movement (# de graduados)	Slack_Movement (# de carreras)
INSTITUTO SUPERIOR PEDAGÓGICO JAIME ROLDÓS AGUILERA - BILINGÜE INTERCULTURAL	0,9395 82	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR MANUEL GALECIO (0,354977); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR RIOBAMBA (0,022504); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE ANDA AGUIRRE (0,159672)	-1,998361	0	0	-3,508643	0	0
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO DR. MISAEL ACOSTA SOLÍS	0,3746 65	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JOSÉ ORTEGA Y GASSET (0,020996); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CARLOS CISNEROS (0,036769); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR RIOBAMBA (0,056486); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE ANDA AGUIRRE (0,112502)	0	0	-73507,310105	0	0	0
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JATUN YACHAY WASI	0,6784 35	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JOSÉ ORTEGA Y GASSET (1,065401); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE ANDA AGUIRRE (0,145921)	0	0	-51830,541403	-4,002461	18,441632	0
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JOSÉ ORTEGA Y GASSET	1,0000 00	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JOSÉ ORTEGA Y GASSET (1,000000)	0	0	0	0	0	0
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO LÍDERES DE LOS ANDES	0,8824 82	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JOSÉ ORTEGA Y GASSET (0,335507); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CARLOS CISNEROS (0,172197)	-3,993826	0	-124084,309991	-1,026426	0	0
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO NEW GENERATION	0,8201 85	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JOSÉ ORTEGA Y GASSET (1,061724); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CARLOS CISNEROS (0,012189); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE ANDA AGUIRRE (0,134637)	0	0	-377304,423730	-0,868312	0	0
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA	0,5066 49	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JOSÉ ORTEGA Y GASSET (0,337237); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CARLOS CISNEROS (0,001046); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE ANDA AGUIRRE (0,160776)	0	0	-63832,321486	-1,183990	0	0

Tabla 9: (Continuación)

DMU	Score	Benchmark (Lambda)	Slack_Movement (# de personal académico)	Slack_Movement (# de alumnos)	Slack_Movement (Presupuesto)	Slack_Movement (Personal de investigación)	Slack_Movement (# de graduados)	Slack_Movement (# de carreras)
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SAN GABRIEL	0,939564	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JOSÉ ORTEGA Y GASSET (0,632398); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE ANDA AGUIRRE (0,382328)	-11,837728	0	-480021,629719	0	130,332661	0
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO STANFORD	0,421196	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JOSÉ ORTEGA Y GASSET (1,290323); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE ANDA AGUIRRE (0,387097)	-0,935484	0	-20012,187096	0	28,387097	0
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CARLOS CISNEROS	1,000000	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CARLOS CISNEROS (1,000000)	0	0	0	0	0	0
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR EUGENIO ESPEJO	0,485559	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JOSÉ ORTEGA Y GASSET (0,584902); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CARLOS CISNEROS (0,017879); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE ANDA AGUIRRE (0,072547)	0	0	-8102,522637	-4,281355	0	0
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR GENERAL ELOY ALFARO	1,000000	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR GENERAL ELOY ALFARO (1,000000)	0	0	0	0	0	0
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JUAN DE VELASCO	0,902934	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO JOSÉ ORTEGA Y GASSET (0,647128); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR CARLOS CISNEROS (0,119436)	-0,663284	0	-35066,173679	-1,370199	0	0
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR MANUEL GALECIO	1,000000	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR MANUEL GALECIO (1,000000)	0	0	0	0	0	0
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR RIOBAMBA	1,000000	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR RIOBAMBA (1,000000)	0	0	0	0	0	0
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR SHIRY CACHA	0,883264	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR RIOBAMBA (0,057952); INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE ANDA AGUIRRE (0,075381)	-0,833130	0	0	-2,359478	0	0,560647
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE ANDA AGUIRRE	1,000000	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE ANDA AGUIRRE (1,000000)	0	0	0	0	0	0

En la tabla 9 se presenta el nivel de eficiencia que presentan los Institutos y de tener baja eficiencia lo que tendrían que mejorar en las variables para llegar a una alta eficiencia, de acuerdo con el Instituto Jaime Roldós que obtuvo un Score medio debe disminuir el número de personal académico en 2 y el personal de investigación en 4 para tener una alta eficiencia. El Instituto Dr, Misael que se encuentra con baja eficiencia debe disminuir su presupuesto universitario en -73507 para alcanzar la eficiencia, por consiguiente, el Instituto Jatun Yachay de eficiencia media debe disminuir la variable presupuesto universitario y el personal de investigación, pero aumentar el número de graduados en 18,44; el Instituto José Ortega al tener 1 de eficiencia no debe variar sus recursos. El Instituto Líderes de los Andes con eficiencia media debe disminuir las variables personales académico (-3,99), presupuesto universitario (-124084,31) y personal de investigación (-1,03) para obtener una alta eficiencia, de igual manera el Instituto New Generation y el Instituto República Pedral de Alemania debe disminuir en estas 2 últimas variables en -377304, -63832,32 y -1, -1,18 respectivamente.

Los Institutos San Gabriel y Stanford deben disminuir en las variables personal académico (-12 y -1), presupuesto universitario (-480021,63 y -20012,19) y aumentar el número de graduados (130,33 y 28,39) para alcanzar una eficiencia alta; por el contrario, el Instituto Cisneros no debe cambiar la forma que está trabajando ya que es eficiente en 1. El Instituto Eugenio Espejo debe disminuir su presupuesto universitario en -8102,52 y el personal de investigación en -4,28 para elevar su nivel de eficiencia, del mismo modo el Instituto Juan de Velasco debe disminuir en las variables número de personal académico (-1), presupuesto universitario (-35066,17) y personal de investigación (-1,37) para llegar a una eficiencia total de 1, los Institutos Eloy Alfaro, Vicente Anda Aguirre, Manuel Galecio y Superior Riobamba al tener una eficiencia de 1 no deben cambiar la forma en la que maneja estos recursos, en cambio, el Instituto Shiry Cacha debe disminuir su personal académico en -1, su personal de investigación en -2,36 y aumentar su número de carreras en 1.

4.4 Resultados de la prueba MCO

En esta segunda etapa se corre el método de mínimos cuadrados ordinarios para predecir el comportamiento de la variable dependiente a través de las variables independientes.

Tabla 10:

Resultados de la prueba MCO

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	17
				F(6, 10)	=	15,11
Model	2115813,27	6	352635.545	Prob > F	=	0,0002
Residual	233307,67	10	23330.767	R-squared	=	0,9007
				Adj R-squared	=	0,8411
Total	2349120,94	16	146820.059	Root MSE	=	152,74

El valor Prob > F al ser menor que 0,10 se entiende que el modelo es globalmente significativo en un 90% de igual forma presenta una capacidad explicativa del 84%, deduciendo que las variables explican el modelo en su mayoría.

Tabla 11:

Resultado de modelo MCO

Número de graduados	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf.	Interval]
Número de personal académico	2,99533	2,788997	1,07	0,308	-3,218944	9,209603
Número de alumnos	0,5966514	0,1648896	3,62	0,005*	0,2292545	0,9640483
Presupuesto	-0,0000478	0,0002863	-0,17	0,871	-0,0006858	0,0005902
Personal de investigación	26,37016	11,80475	2,23	0,05*	0,0675311	52,6728
Número de carreras	-44,56142	21,60032	-2,06	0,066**	-92,68993	3,567089
Eficiencia	210,2427	113,8594	1,85	0,095**	-43,45196	463,9373
Constante	-196,6518	87,00401	-2,26	0,047**	-390,5088	-2,794803

Nota: La significancia al nivel 5%*

La significancia al nivel al 10%**

Como se puede observar en la tabla 11 las variables: número de alumnos, personal de investigación, número de carreras y la eficiencia que se recoge predicen el comportamiento del número de graduados, es decir, si aumenta en una unidad el número de alumnos aumenta en 0,005 el número de graduados, de igual forma si aumenta el personal de investigación en 1 unidad aumenta en 0,05 el número de graduados, por el contrario, si disminuye el número de carreras el número de graduados aumenta en 0,066.

Por consiguiente, se corre los supuestos de normalidad, heterocedasticidad y multicolinealidad para demostrar si el modelo es válido; para verificar la normalidad de los

residuos se utilizó la prueba Shapiro-Wilk, dicha prueba es utilizada para determinar si este conjunto de variables proviene de una distribución normal.

Tabla 12:

Resultados del modelo de Shapiro-Wilk

Variable	Observaciones	W	V	z	Prob>z
Número de personal académico	17	0.68574	6.639	3,775	0,00008*
Número de alumnos	17	0.79319	4.369	2,94	0,00164*
Presupuesto	17	0.79242	4.385	2,948	0,0016*
Personal de investigación	17	0.86687	2.813	2,062	0,0196*
Número de carreras	17	0.88456	2.439	1,778	0,03773*
Eficiencia	17	0.95213	1.011	0,022	0,49106

Nota: *Valores menores a 0,05 (rechaza Ho) *

*Valores mayores a 0,05 (acepta Ho) *

En la tabla 12 se presenta los cálculos de la prueba Shapiro-Wilk donde se puede apreciar que el error se distribuye de forma normal ya que los valores de Prob>z para las variables son menores a 0,05 por lo que las estimaciones de los datos son adecuadas rechazando la Ho. Se corre el supuesto de heterocedasticidad por medio la prueba de Breusch-Pagan, con la finalidad determinar si la varianza de los errores es constante en todas las observaciones realizadas.

Tabla 13:

Prueba de heterocedasticidad de Breusch-Pagan

Prueba Breusch-Pagan	
chi2(1)	= 0.53
Prob > chi2	= 0.4663*

Nota: *Valores menores a 0,05 (rechaza Ho) *

*Valores mayores a 0,05 (acepta Ho) *

En la tabla anterior se puede evidenciar que el valor obtenido es mayor a 0,05 por lo que se acepta Ho, es decir, el modelo no presenta heterocedasticidad, la varianza del error es constante a lo largo de las observaciones (homocedasticidad). Por último, el supuesto de multicolinealidad que permite conocer si una variable independiente se relaciona con otra variable independiente, se obtuvo para el presente estudio que en general con una puntuación de 2,81 las variables independientes no se relación entre sí, permitiendo obtener un modelo más confiable.

Tabla 14:*Resultados del modelo de multicolinealidad*

Variable	VIF	1/VIF
Número de alumnos	4,54*	0,220228
Número de carreras	4,48*	0,223234
Personal de investigación	2,22	0,450632
Eficiencia	2,16	0,463549
Presupuesto	1,81	0,55366
Número de personal académico	1,67	0,600061
Mean VIF	2,81*	

Nota: *Valores menores a 5 no existe multicolinealidad *

*Valores mayores a 5 existe multicolinealidad *

Cabe destacar que las variables número de alumnos y número de carreras estuvieron cerca de la puntuación máxima, pero es evidente que estas no se relacionan con alguna otra variable puesto que recogen información diferente; las demás variables están muy lejos de llegar al umbral de multicolinealidad generando que el modelo en común tenga una predicción más creíble.

4.5 Discusión

El estudio realizado por Agasisti (2017) identificó que la relación existente entre las estrategias de gestión con la eficiencia de instituciones de educación superior, era el resultado de una planificación estratégica y un liderazgo efectivo que les permitía obtener niveles más altos de eficiencia académica comparadas con las instituciones que no aplicaban este tipo de gestión, asimismo, otro factor fundamental fue la relación que había entre los departamentos, cuando estos hacían correctamente las actividades existía una mayor eficiencia institucional. En ese sentido, los resultados obtenidos en la presente investigación llevada a cabo en la provincia de Chimborazo sobre la eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos, se deja en manifiesto que el personal de investigación en el modelo permite aumentar la eficiencia de estos, mediante la guía que estos imparten para llevar a los alumnos a graduarse.

Por su parte, Tse y Yew (2017) a través de un análisis envolvente de datos hizo una comparación de las universidades en China con los insumos que emplean y resultados que obtienen, con el fin de medir la eficiencia relativa en las misma, donde se puede evidenciar que las universidades más grandes que se centraban en estudios específicos mostraban niveles más altos de eficiencia comparados con aquellas universidades que eran pequeñas y cuya oferta educativa era más amplia. Para el presente caso de estudio de los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo existía una causalidad con el número de carreras que los institutos estaban ofreciendo, es decir, a un incremento en el número de carreras incrementaba la eficiencia de estos, esta diferencia se debe a que el estudio anterior se realizó en un país que cuenta con un abanico más amplio de carreras, mientras que, en Chimborazo las carreras ofertadas por los institutos suelen estar ligadas a las ciencias.

Martí, et al, (2015) realizó un estudio en España en donde comparaba la eficiencia de las instituciones de educación superior por públicas y privadas, los resultados mostraron que existen diferencias significativas ya que las instituciones privadas presentaban niveles más altos de eficiencia, es decir, que la calidad tenía una relación directa con la eficiencia, así como también influían factores como la antigüedad de la institución y la cantidad de recursos. Por el contrario, la presente investigación llevada a cabo en la provincia de Chimborazo determinó que los institutos públicos presentaron niveles de eficiencia mayores que los privados, esto principalmente por que cuentan con niveles de presupuestos más altos.

Otro de los estudios realizados se llevó a cabo a nivel mundial mediante un análisis envolvente de datos, este trabajo evidenció grandes diferencias en relación con la eficiencia según el país analizado, algunos eran más eficientes para alcanzar resultados académicos y de investigación, explicando que el tamaño y especialización en las áreas de estudio, así como la disponibilidad de financiamiento eran los factores más importantes al momento de determinar su eficiencia (Agasisti y Johnes, 2009). Por el contrario, la variable presupuesta para el caso de estudio de la eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo resultó no significativa en general, pero en la eficiencia comparativa hay muchos IES que deben mover este recurso para alcanzar un nivel mayor de eficiencia.

Yu, et al, (2023) en su estudio llevado a cabo en China tuvo como objetivo medir la eficiencia de las instituciones de educación superior a través de un modelo envolvente de datos, demostrando que si una institución tiene una alta tasa de abandono escolar esto afecta su eficiencia a las instituciones de educación superior en China. En tal virtud, para el caso de estudio en la provincia de Chimborazo el número de alumnos de los institutos determinaba un aumento en la eficiencia de estos, de modo que si aumenta el número de alumnos aumenta la eficiencia de los institutos.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Las variables que inciden en la eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo, luego de recoger información existente en las bases de datos de las páginas oficiales de educación superior permitió identificar que entre las principales variables que inciden se encuentran: el número de graduado, el número de personal académico, el número de alumnos, presupuesto universitario, personal de investigación y el número de carreras, ya que estas variables evidencia la forma en la que están trabajando los institutos, en la figura N°5 se evidencia una tendencia decreciente del 2017 al 2019 en el número de matrículas en Chimborazo, los títulos en la provincia sostienen una tendencia decreciente a lo largo de los años de estudio culminando en 2.276 títulos.

Se evidenció que, al calcular el análisis de la eficiencia de los institutos técnicos y tecnológicas de la provincia de Chimborazo mediante el análisis DEA, los resultados de una muestra de 17 institutos identifico que 11 de ellos se encuentran dentro de los establecimientos de eficiencia alta siendo: Instituto Superior Pedagógico Jaime Roldós Aguilera - Bilingüe Intercultural, Instituto Tecnológico Superior Carlos Cisneros, Instituto Superior Tecnológico Líderes de los Andes, Instituto Superior Tecnológico San Gabriel, Instituto Tecnológico Superior Juan de Velasco, Instituto Tecnológico Superior Shiry Cacha, Instituto Tecnológico Superior Riobamba, Instituto Tecnológico Superior Manuel Galecio, Instituto Tecnológico Superior General Eloy Alfaro, Instituto Tecnológico Superior Vicente Anda Aguirre y el Instituto Superior Tecnológico José Ortega y Gasset. Los institutos con eficiencia media son 3: Instituto Superior Tecnológico Jatun Yachay Wasi, Instituto Superior Tecnológico New Generation y el Instituto Superior Tecnológico República Federal de Alemania, de igual forma 3 institutos se encuentran con eficiencia baja siendo: Instituto Tecnológico Superior Eugenio Espejo, Instituto Superior Tecnológico Stanford y el Instituto Superior Tecnológico Dr. Misael Acosta Solís.

Se observó mediante el método MCO que los principales determinantes en función al número de graduados en los institutos técnicos y tecnológicos de la provincia de Chimborazo son: número de alumnos, personal de investigación, número de carreras y la eficiencia que se analizó, ya que predicen el comportamiento del número de graduados, es decir, si varía en una unidad estas variables independientes varía en 0,005 el número de graduados, entendiendo, que un adecuado uso de estos recursos permite a los institutos influir en la variable dependiente. Esto sirve de referencia a aquellos institutos que se encontraron en nivel de eficiencia baja y media para administrar de mejor forma según su posición (aumentar o disminuir) estos recursos y así poder llegar a un nivel de eficiencia alta.

5.2 Recomendaciones

Para los institutos técnicos y tecnológicos que presentaron puntajes de eficiencia baja, deben tomar las mejores alternativas y apegarse a las nuevas necesidades de los

estudiantes y con ello llegar a obtener un nivel óptimo en la curva de posibilidades de producción. Cabe recalcar que no por ello el sector educativo de la provincia de Chimborazo sea considerado menos académico en cuanto a su aprendizaje.

La realización de estudios en función de la eficiencia del sector educativo y principalmente en los institutos en una provincia tan demandada debería hacerse de manera periódica, de tal modo que se pueda llevar un registro adecuado de los pro y contras del mercado, para así buscar opciones que permitan un favorable desarrollo de cada uno de los institutos técnicos y tecnológicos.

Se recomienda promover la creación de nuevas políticas públicas que busquen alcanzar mejores índices de eficiencia en el sector educativo y la creación de estrategias que permitan a estandarizar el desarrollo académico. La colaboración entre el gobierno, la industria y las instituciones educativas es fundamental para implementar políticas efectivas que mejoren la eficiencia en institutos técnicos y tecnológicos, demás, la implementación exitosa de mejoras a menudo implica un compromiso a largo plazo y la participación de todos los niveles de la institución.

BIBLIOGRAFÍA

- Agasisti, T. (2017). Management of Higher Education Institutions and the Evaluation of their Efficiency and Performance. *Tertiary Education and Management*, 23:3, 187-190, DOI: 10.1080/13583883.2017.1336250.
- Agasisti, T., y Johnes, G. (2009). Beyond frontiers: Comparing the efficiency of higher education decision-making units across more than one country. *Education Economics*, 17(1), 59-79. <https://doi.org/10.1080/09645290701523291>
- Arrién, J.B. (2017). Los retos para la calidad del quehacer de la universidad. *Encuentro*, 44-45.
https://pdfs.semanticscr.org/231a/32483dba4d147028bf379a89873845cf0b3d.pdf?_gl=1*136ajjp*_ga*MTE2NjUxNTUyNi4xNjg0NTEyMTY2*_ga_H7P4ZT52H5*MTY4NDc5MzIxMS43LjEuMTY4NDc5NDA0Mi41MS4wLjA.
- Ayaviri Nina, V. y Quispe Fernández, G. (2011). Medición de la eficiencia asignativa mediante el análisis envolvente de datos en los municipios de Bolivia: caso municipios de Potosí. *Departamento de Administración, Economía y Finanzas*. 137 – 169.
- Ayaviri Nina, V. y Zamora Echenique, G. (2016). Medición de la eficiencia en las Universidades. Una propuesta metodológica. *Perspectivas*, 7-22.
- Bioestadística (15 de junio de 2016). ANALISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) EN EXCEL, conceptos y aplicación. https://www.youtube.com/watch?v=U-FXqmPM_XY
- Cachanosky, I. (2021). Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica. *Revista procesos de mercado*. DOI:10.52195/PM.V9I2.224
- Calderón Ortiz, G., Zamora Fonseca, R. y Medina Ruíz, G. (2017). La Educación Superior en el contexto de la globalización. *Universidad y Sociedad*, 300-305. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n3/rus48317.pdf>
- Carrasco Aldunate, P., Guajardo Canales, S., y Rivera Martínez, M.S. (2022). Significado de la experiencia de estudiar enfermería y trabajar simultáneamente. *Revista Chilena de Enfermería*. <https://doi.org/10.5354/2452-5839.2022.68496>
- Carrión-Carrión, J.A., Bermeo-Pazmiño, K.V. y López-Jara, A.A. (2021). Retos de nueva gestión en Instituciones de Educación Superior Públicas del Ecuador: Enfoque en percepción. https://pdfs.semanticscr.org/2247/7b442fa9e236afd1c03b69724db7cb5ba471.pdf?_

gl=1*169pwda*_ga*MTE2NjUxNTUyNi4xNjg0NTExMTY2*_ga_H7P4ZT52H5
*MTY4NDc4ODA2OS41LjEuMTY4NDc4ODE3OS4zNy4wLjA.

- Carrillo, E., y Gómez, Y. (2017). Medición de la eficiencia de hoteles: caso de estudio en Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*(51), 143-155.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194252398010>
- Castillo, L., Ramírez, G. y Vásquez, F. (2015). EFICIENCIA DE LA GESTIÓN DE RIESGOS DEL SISTEMA BANCARIO VENEZOLANO MEDIANTE ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS PARA EL AÑO. Cuadernos UCAB, 109-136.
<https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/cuadernosucab/article/view/6026/5505>
- Castro Jaén, A. (2016). La educación superior del Ecuador. Universidad Técnica de Machala.
https://www.pedagogia.edu.ec/public/docs/Comision_11/La_educacion_superior_en_el_ecuador.pdf
- Cepeda, J.M. (2013). El descubrimiento de conocimiento en bases de datos, contribuye a la educación continua de los ingenieros de sistemas de la institución universitaria Cesmag. *Philosophy*.
<https://www.acofipapers.org/index.p/eiei2017/2017/paper/download/2163/880>
- Consejo de Educación Superior (2019). Reglamento de las instituciones de educación superior de formación técnica y tecnológica.
<https://www.ces.gob.ec/documentos/PF/FTT.pdf>
- Consejo de Educación Superior (2022). Institutos superiores técnicos tecnológicos, pedagógicos de artes y conservatorios superiores.
https://www.ces.gob.ec/?page_id=1550
- Consejo de Educación Superior. (2021). Niveles de Formación de la Educación Superior. Recuperado el 23 de 01 de 2024, de Organización académica:
https://www.ces.gob.ec/doc/regimen_academico/propuesta_reglamento/mesa_5/formacin%20superior%20no%20universitaria.pdf
- Consejo de Educación Superior. (12 de Julio de 2021). Disposiciones Generales del Reglamento de la gratuidad. Obtenido de <http://ecuadoruniversitario.com/deinstituciones-del-estado/ces/disposiciones-generales-del-reglamento-de-lagratuidad/>
- Coll, F. (01 de Septiembre de 2020). Economía . Obtenido de Economipedia:
<https://economipedia.com/definiciones/input-economia.html>

- Coll, V., y Blasco, O. (2006). *Evaluación de la Eficiencia mediante el Análisis Envolvente de Datos*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Cueva, A.V., Hoof, H.B., Han, R. y Eljuri, M.I. (2015). Las experiencias con programas de intercambio internacionales en la Universidad de Cuenca, Ecuador: Percepciones de participantes.
https://pdfs.semanticscr.org/9950/bbdcb5fec107cee910620f964d5ec383016.pdf?_gl=1*hb42uz*_ga*MTE2NjUxNTUyNi4xNjg0NTEyMTY2*_ga_H7P4ZT52H5*MTY4NDc5MzkxMS43LjEuMTY4NDc5NzM2MC40Mi4wLjA.
- Charnes, A., Cooper, W., y Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
 doi:[https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Charnes, A., Cooper, W., Seiford, L., y Stutz, J. (1982). A multiplicative model for efficiency analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 16(1), 223-224.
 doi:[https://doi.org/10.1016/0038-0121\(82\)90029-5](https://doi.org/10.1016/0038-0121(82)90029-5)
- Chiavenato, I. (2004). Fundamentos de la administración. Recuperado el 12 noviembre de 2023, de <https://fundamentosadministracion.wordpress.com/2004/libro-de-idalberto-hiavenato-introduccion-a-la-teoria-general-de-la-administracion/>
- Díaz, D.E. (2012). Economía de la distribución eléctrica: introducción a la teoría de la medición de la eficiencia. *Contribuciones a la Economía*. Corpus ID: 150483296
- Drucker, P. F. (2014). *The effective executive*. Routledge.
- González y Verdugo (10 de junio de 2010). ¿ DEA - CCR, BCC, Aditivo y Multiplicativo? Consultores S.A. <https://ecoseg.org/2016/06/10/que-es-ecoeficiencia/>
- Educación, M. d. (Septiembre de 2022). *El nuevo Ecuador*. Obtenido de Ecuador y su sistema educativo: https://educacion.gob.ec/ecuador-mejoro-su-sistema-educativo-en-los-ultimos-7-anos/boletin_terceevento2/
- Fátima. D. (2014). The role of incentive to raise production efficiency. *journal of madenat alelem college*, Volumen 6, Número 1, 87-98
<https://www.iasj.net/iasj?aId=90680&func=fulltext>
- Ferrari, MC y Braga, MJ (2021). A eficiencia técnica dos produtores leiteiros no Uruguay. *Revista De Economía Y Sociología Rural*, 59.
<https://www.scielo.br/j/resr/a/NqZMkxS7TMPVZbf8bF6Xjhm/?lang=pt&format=pdf>

- García, J.J., Tamayo, S.A. y Rico, A.F. (2015). Impacto de la regulación en la eficiencia asignativa del mercado spot eléctrico colombiano. Corpus ID: 238379464
- García-Casado, J., Prats Boluda, G., Ye Lin, Y., Trénor Gomis, B., Guijarro-Estellés, E., & Martínez-de-Juan, J.L. (2023). Aprendizaje de competencias específicas en asignaturas técnicas con elevado número de alumnos: Análisis de la asignatura Instrumentación y Control Industrial. Proceedings INNODOCT/22. *International Conference on Innovation, Documentation and Education*.
- Gómez Rodríguez, D.T. (2016). Retornos a la educación de los economistas colombianos. Análisis desde las teorías del capital humano y la crítica de la teoría de la señalización (2009 -2013). *Revista Gestión Imperio y Sociedad*. <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/download/29/48>
- Gómez Sancho, J. (2023). La evaluación de la eficiencia en las universidades públicas españolas. *X Jornada de la asociación de economía de la educación*. Universitat de Lleida. 411 – 434.
- Granados. R (2016): Modelos de regresión lineal múltiple. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España.
- Guerrero Barrios, J. y Faro Resendiz, T. (2012). Breve análisis del concepto de Educación Superior. *Alternativas en Psicología*. Revista semestral. 34 - 41. <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/alpsi/v16n27/n27a03.pdf>
- Hernández Sampieri, C. (2010). Metodología de la investigación. Quinta Edición. Editorial MCGRAW-HILL. México. <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- Hernández, D.; Vargas, A.; Almuiñas, J. L. y García, J. L. (2015). Los indicadores actuales de la eficiencia académica: necesidad de su perfeccionamiento. <http://www.cvi.mes.edu.cu/peduniv/index.php/peduniv>
- Hernández, D. y Vargas, A. (2019): Metodología para evaluar la eficiencia académica en las universidades del. Ministerio de Educación Superior. Obtenido de Organismos de la Administración Central del Estado del Congreso
- INEC. 2020. «Censo de Población y Vivienda 2020». <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>.
- Leal Paco, C. y Cepeda Pérez, J. (2013). El uso de la metodología DEA (Data Envelopment Analysis) para la evaluación del impacto de las TIC en la productividad del sector hotelero. *Journals Open editions*. <https://doi.org/10.4000/viatourism.996>

- Ley Orgánica de Educación Superior. (02 de Agosto de 2018). Ministerio de Educacion .
Obtenido de LEY ORGANICA DE EDUCACION SUPERIOR:
<https://www.ces.gob.ec/documentos/Normativa/LOES.pdf>
- Mankiw, N. G. (2018). Principles of economics. Cengage Learning.
- Martí, M. Calafat, C. y Puertas, R. (2015). Caracterización de las universidades españolas según su eficiencia y financiación: comparación entre públicas y privadas. Universidad del Zulia, Revista de Ciencias sociales Vol. XXI. N2. 234 – 249.
- Martí, M., Puertas, R. y Calafat, C. (2014). Calidad y eficiencia de las Universidades Públicas Españolas. *Revista de Estudios Regionales*, 135 – 154.
- Miró, A. (2016). Evaluación de la eficiencia técnica del sector hotelero y campings de España. *Dimensión Empresarial*, 14(1), 27-38
- Moncayo, J.N., Andrade, J.R., Salazar, L.P., Maigua, K.J., & Cando, J.L. (2020). Relación puntaje mínimo, cantidad de carreras y proporción de estudiantes en Institutos de Educación Superior ecuatorianos. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/DILEMAS.V32I1.2024>
- Motta, M. (2004). “Market Power and Welfare: Introduction”, en *Competition policy: theory and practice*. Cambridge University Press.
- Nicholas, T. (2003). Why Schumpeter was right: innovation, market power, and creative destruction in 1920s America. *Journal of Economic History*, 1023-1058
- Ocaña, J., & Pilligua, W.R. (2014). La importancia del fondo permanente de desarrollo universitario y politécnico (fopedeupo) en la conformación del presupuesto en las universidades Públicas del Ecuador. *Political Science*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2018). SIR Iber 2021. Ranking Iberoamericano de Instituciones de Educación Superior 2021. <https://doi.org/10.3145/SIR-IBER-2021>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2015). Programa de capacitación en didáctica y pedagogía para docentes sin perfil pedagógico del colegio de bachillerato Carmen Mora de Encalada de pasaje – El Oro – Ecuador. (Revisión). *Political Science*.
- Pacheco-Mendoza, S., Pincay-Sancan, D.R., Astudillo-Quinonez, M., & Pacheco-Olea, L. (2020). Presupuesto limitante en la producción científica de cuatro universidades ubicadas en las zonas 3, 5 y 8 del Ecuador. *Educación*, 4, 121-132. https://www.593dp.com/index.p/593_Digital_Publisher/article/download/225/489

- Parkin, M., y Loría, E. (2010). *Microeconomía, Versión para Latinoamérica*. México: Pearson Educación.
- Peretto, C. (2016). Métodos para medir y evaluar la eficiencia de unidades productivas. *Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa*, 24(39), 5-25.
- Pindyck, R., y Rubinfeld, D. (2009). *Microeconomía*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Piroli, J.D., Peiter, M.X., Robaina, A.D., Rodrigues, M.A., Boscaini, R., & Rodrigues, P.E. (2019). EFICIÊNCIA TÉCNICA E ECONÔMICA DA IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DE GÉRBERA DE CORTE EM AMBIENTE PROTEGIDO. IRRIGA. https://pdfs.semanticscr.org/9302/7e1dc9eb65ec25f6a8434b4b3abc9e5e331c.pdf?_gl=1*16t02cu*_ga*MTE2NjUxNTUyNi4xNjg0NTEExMTY2*_ga_H7P4ZT52H5*MTY4NDk0MTk4Ny45LjEuMTY4NDk0MjEzNS44LjAuMA..
- Reátegui, F. y Jefferson, B. (2019). Incidencia de los incentivos tributarios del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI), en las Pyme manufactureros de la provincia El Oro durante los años 2011 a 2017. *Political Science*. Corpus ID: 214247987
- Reding, A. Zamora, M. y López, J. (2011). ¿Cómo y cuándo realizar un análisis de regresión lineal simple? *Dermatología Rev Mex* Volumen 55, Núm. 6.
- Revista de ciencia Latina (2022). Importancia de la ecoeficiencia en las organizaciones empresariales en Latinoamérica. Artículo de revisión. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. DOI:10.37811/cl_rcm.v6i2.2024
- Reyes Blanco, O., y Franklin Sam, O.R. (2016). Teoría del bienestar y el óptimo de Pareto como problemas microeconómicos. *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*, 217 – 234. https://pdfs.semanticscholar.org/201f/1e3af71f3c03a3da06c4a081303a87396a1e.pdf?_gl=1*139m0y6*_ga*MTE2NjUxNTUyNi4xNjg0NTEExMTY2*_ga_H7P4ZT52H5*MTY4NjI4NzA2Ny4xMi4xLjE2ODYyODk3NDMuNjAuMC4w
- Rincón Soto, I., Arango Buelvas, L. y Torres Yarzagaray, O. (2016). Metodología de análisis envolvente de datos (DEA), PROCESOS administrativos y operacionales de las políticas gubernamentales en los países Latinoamericanos. *Tlatemoani. Revista Académica de Investigación*, 63 – 89. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7286075.pdf>
- Rodríguez, J.C. (2010). Capital humano en salud: garantía de la continuidad histórica de la medicina cubana.

- Rubio-Hernández, L., y Vega, M.D. (2014). Características del proceso de transición al mercado laboral. Caso de los egresados de los licenciados en economía del Estado de México, 2000-2010. *Political Science*.
- Salamanca, J., & Rodrigo Rolando, M. (2010). Descripción y análisis sobre el Personal Académico 2009 en la Educación Superior Chilena. Corpus ID: 223392274
- Sánchez, Y.G. (2021). Déficit de investigación en instituciones de educación superior públicas. Rutas de formación: *Prácticas y Experiencias*. https://pdfs.semanticscr.org/5b8a/48ae2ec955d3ab7af52fa0a61d9ecb33fd62.pdf?_gl=1*waqvrj*_ga*MTE2NjUxNTUyNi4xNjg0NTEyMTY2*_ga_H7P4ZT52H5*MTY4NDc4ODA2OS41LjAuMTY4NDc4ODA3OC41MS4wLjA.
- Secretaría de educación superior ciencias, tecnología e innovación (2020). Boletín Anual. Análisis anual de los principales indicadores de educación superior, ciencia, tecnología e innovación. <https://siau.senescyt.gob.ec/estadisticas-de-educacion-superior-ciencia-tecnologia-e-innovacion/>
- Senescyt (2022). Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos – Matrícula. Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. <https://siau.senescyt.gob.ec/institutos-superiores-tecnicos-y-tecnologicos-matricula/>
- Senescyt (22 de junio de 2020). Institutos técnicos y tecnológicos públicos inician sus clases de manera virtual. Boletín de prensa N° 36. Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. <https://www.educacionsuperior.gob.ec/institutos-tecnicos-y-tecnologicos-publicos-inician-sus-clases-de-manera-virtual/>
- Seiford, L. M. y Thrall, R. M. (1990): “Recent Developments in DEA, The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis”, *Journal of Econometrics*, 46: 7-38.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2019). *Operations management*. Pearson.
- Silva Payró, M.P., García Martínez, V., & Ramón Santiago, P. (2020). La Teoría del Capital Humano y su incidencia en la Educación. Un análisis desde la perspectiva mexicana. *Revista de Psicología y Ciencias del Comportamiento de la Unidad Académica de Ciencias Jurídicas y Sociales*. <https://revistapcc.uat.edu.mx/index.php/RPC/article/download/395/374>
- Tamayo, S.A., & Rico, A.F. (2015). Impacto de algunas políticas públicas en la eficiencia asignativa del mercado spot eléctrico colombiano. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8096/Santiago_ArangoTamayo_AndresFelipe_OrtizRico_%202015.pdf?isAllowed=y&sequence=2

- Toro, P., García, A., Aguilar, C., Acero, R., Perea, J., y Vera, R. (2018). Determinación de la eficiencia técnica en agroecosistemas. Córdoba, Argentina: Universidad de Córdoba.
- Trowler, P. (2008). Cultures and change in higher education: Theories and practices. Springer.
- Tse Kuah, C. y Yew Wong, K. (2011). Efficiency assessment of universities through data envelopment analysis. *Procedia Computer Science* 3, 499-506.
- Universidad de Sevilla (2022). Biblioteca de ingeniería de la universidad de Sevilla. Análisis por envoltura de datos (DEA). <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/4559/fichero/Cap%C3%ADtulo+II.pdf>
- Vanegas, I.I. (2016). Programa de renovación de la planta académica de la UNAM. Convocatoria para la quinta etapa del subprograma de retiro voluntario por jubilación del personal académico de carrera. *Political Science*. <https://www.semanticscr.org/paper/programa-de-renovaci%C3%93n-de-la-planta-acad%C3%89mica-de-la-vanegas/340e69e3265fb14afe98d7dbc8cbe2f17af2e4eb>
- Vila, J.E., Gómez, Y.D., Martínez, J.R., & Cervera-Ferri, J.L. (2020). Evaluación de políticas públicas con métodos cuasi-experimentales: una aplicación a las políticas activas de empleo en la Comunidad Valenciana. *Cuadernos Económicos de ICE* n.o 99, 11-24. <https://www.revistasice.com/index.php/CICE/article/view/7006/7018>
- Vigo, I., Beneyto, M.D., Martínez Belda, M.D., Baenas, T., Belda, S., & Ferrándiz, J.M. (2016). Adaptación de las Metodologías de Evaluación Continua al Incremento del Número de Alumnos en el Aula. *Philosophy*. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/59741/1/XIV-Jornadas-Redes-ICE_190.pdf
- Westreicher, G. (01 de Junio de 2020). *Output*. Obtenido de Economipedia : <https://economipedia.com/definiciones/output.html>
- Xue, Z., & Ma, Z. (2022). Performance Evaluation of China's Basic Pension Insurance Based on a Three-Stage Superefficient SBM-DEA Model. *Discrete Dynamics in Nature and Society*. https://pdfs.semanticscr.org/5a67/3ec7995357732a81aca057b00f3c1d3c59fd.pdf?_gl=1*ayy34y*_ga*MTE2NjUxNTUyNi4xNjg0NTEyMTY2*_ga_H7P4ZT52H5*MTY4NDg1NjM0NS44LjAuMTY4NDg1NjM5OS42LjAuMA
- Yu Sun, Dawei Wang, Feng Yang y Sheng Ang (2023). Efficiency evaluation of higher education systems in China: A double frontier parallel DEA model, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 176, <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.108979>.

Zulaica, M.D. (1992). La teoría de incentivos y los contratos pesqueros.
<https://www.semanticscholar.org/paper/la-teoria-de-incentivos-y-los-contratos-pesqueros-Zulaica/162c0fa8c784533c8d85a159f74ed48907ac2b83>