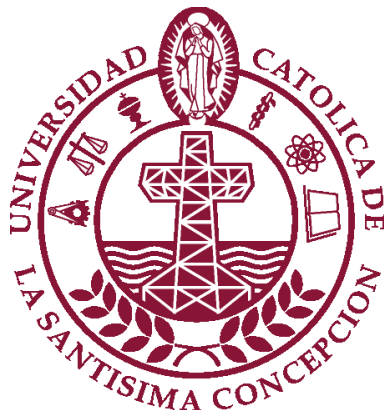


UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL



**ANÁLISIS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE DISTINTOS COHORTES DE LA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN.**

LAICY STEPHANIE CARRILLO GARRIDO

**INFORME DE PROYECTO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL INDUSTRIAL**

PROFESOR GUÍA: CRISTIAN OLIVA SAN MARTIN.

CONCEPCIÓN, JUNIO DE 2016.

Resumen

En este proyecto de título se analizan algunos aspectos determinantes del rendimiento y éxito académico de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), tomando en cuenta a los alumnos que ingresaron a dicha carrera entre los años 2005 al 2014. El objetivo general de este proyecto es determinar las variables que permiten predecir el rendimiento y éxito académico de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción pertenecientes al plan 3 y 4. Cabe mencionar que en la actualidad no se cuenta con un estudio que se dedique a analizar el rendimiento y éxito académico de los alumnos en las condiciones antes mencionadas para la UCSC.

La metodología a utilizar para conocer la predicción de las diferentes variables en análisis es a través de regresión lineal múltiple para las variables de rendimiento académico y para realizar la proyección lineal de la tasa de titulación oportuna de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial, por último se utiliza la regresión logística utilizando el método Probit para las variables de éxito académico.

Los resultados principales obtenidos son las variables que son capaces de predecir de mejor manera el rendimiento y éxito académico de los alumnos, siendo la PSU de Matemáticas y NEM las variables representativas del modelo en estudio. Cabe mencionar que la PSU de Matemáticas tiene un efecto mayor que las NEM sobre la variable dependiente. Mencionando además que los alumnos ingresados a la Universidad desde el año 2011 al 2014 los cuales pertenecen al plan 4 de estudios obtienen una tasa de titulación oportuna más alta.

Summary

This degree Project analyses some determinants aspects of the performance and academic success of the students of Civil Industrial Engineering of The Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC). It was taking into account graduated students between the years 2005 to 2014. The general object of this project is to determine the variables that allow us to predict the performance and academic success of the students of Civil Industrial Engineering of The UCSC, belonging to the 3 and 4 plans. It's worth mentioning that in our days it doesn't exist study focus in analysing the performance an academic success of the student, according to the conditions mention before.

The methodology to use, for knowing the prediction of the different variables in the analysis of the academic performance and the linear projection of the appropriate graduate rate of the students of Civil Industrial Engineering, is through the multiple linear regressions. Finally, for the variables of academic success, it's used the logistic regression, using the Probit method.

The main results are the variables that were able to predict better performance and academic student success, being the PSU Mathematics and NEM representative model variables under study. It is noteworthy that the PSU Mathematics is greater effect than the NEM on the dependent variable. Noting also that students admitted to the University from 2011 to 2014 which belong to 4 studies plan get a higher rate of timely degree.

Agradecimientos

Quiero agradecer primeramente a Dios quien me dio fuerzas para continuar en los momentos más difíciles de mi carrera, a mi familia en general por su apoyo a lo largo de mi paso por la Universidad y por guiarme a tomar esta decisión de estudiar y ser profesional.

A Robinson, mi pololo, quien ha estado acompañándome desde el primer día que ingrese a la Universidad y ha sido un apoyo fundamental en este proceso. Así también a la familia Godoy-Salgado quienes son mi segunda familia y me han apoyado de gran manera.

A mis amigas y compañeras, Karen, Amarilis y Nicole con quienes compartí momentos maravillosos, también penas y desilusiones. A ellas quiero agradecerles por cada experiencia que viví a su lado, y por haber llegado a mi vida en el momento preciso.

Índice de Contenidos

CAPÍTULO I	1
1.1 Introducción.	1
1.2. Objetivo general	2
1.3. Objetivos específicos	2
1.4. Justificación del problema	2
1.5. Delimitación del problema.....	3
1.6. Metodología	4
CAPÍTULO II: Antecedentes	7
2.1. Universidad Católica de la Santísima Concepción	7
2.2. Facultad de Ingeniería.....	8
2.3. Prueba de Selección Universitaria.....	8
2.4. Notas de Enseñanza Media	9
2.5. Ranking.....	9
2.6. Rendimiento académico, Notas de Enseñanza Media y Pruebas de Selección Universitaria	10
2.7. Rendimiento Académico, rama educacional, dependencia del colegio de origen y género...	13
CAPÍTULO III: Planteamiento del problema.....	15
3.1. Variables disponibles	15
3.2. Variables dependientes	15
3.3. Variables independientes	16
CAPÍTULO IV: Resultados.....	18
4.1. Análisis de la totalidad de alumnos de la carrera de Ingeniería Civil Industrial.	18
4.2. Género.....	19
4.3. Dependencia colegio de egreso.	20
4.4. Rama educacional.....	21
4.5 Procedencia de los alumnos.	22
4.6. Puntaje de ingreso.....	23
4.7. Promedio ponderado de notas	23
4.8. Porcentaje de créditos aprobados	25
4.9. Variables de rendimiento académico; Promedio Ponderado de Notas y Porcentaje de Créditos Aprobados.....	27

4.9.1. Análisis de colinealidad.	27
4.9.1.1 Análisis de colinealidad para las variables Pruebas de Selección Universitaria y Promedio de Notas de Enseñanza Media.	27
4.9.2. Pruebas de Selección Universitaria y Promedio de Notas de Enseñanza Media.	27
4.9.3. Variables personales y del entorno.	37
4.10. Variables de éxito académico; Titulados.	46
4.10.1. Pruebas de Selección Universitaria y Promedio de Notas de Enseñanza Media.	46
4.11. Tasa de titulación oportuna de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial.	51
4.11.1. Alumnos titulados	51
4.11.2 Tasa de titulación oportuna	52
4.11.3. Variables PSU y NEM representativas de la Titulación Oportuna.	56
4.11.4. Proyección tasa de titulación oportuna.....	58
CAPÍTULO V: Resultados, Conclusiones y Recomendaciones.	61
5.1. Resultados y conclusiones	61
5.1.1. Variables que permiten predecir el rendimiento y éxito académico de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, pertenecientes al plan 3 y 4.....	62
5.1.2. Aporte de la prueba de selección universitaria (PSU) y notas de enseñanza media (NEM) como predictor del rendimiento y éxito académico.....	63
5.1.3. Aporte predictivo de las variables personales y del entorno sobre el rendimiento y éxito académico	64
5.1.4. Proyección de la tasa de titulación oportuna para generaciones del plan 3 y 4.	65
6.2. Recomendaciones.....	66
CAPÍTULO VI: Referencias bibliográficas	67
CAPÍTULO VII: Anexos.	71
7.1. Anexo 1. Dispersión en el Promedio Ponderado de Notas y Porcentaje de Créditos Aprobados vs. Variables PSU y NEM.....	71
7.2. Anexo 2. Análisis de regresión: Promedio PPA y Promedio % CA vs. Variables PSU y NEM.....	74
7.3. Anexo 3. Análisis de regresión: Promedio PPA y Promedio % CA vs. Variables significativas PSU y NEM.....	75
7.4. Anexo 4. Residuos PPA V/S Puntaje NEM, PSU.	76
7.5. Anexo 5. Residuos %CA V/S Puntaje NEM, PSU.....	77

7.6. Anexo 6. Análisis de regresión: Promedio PPA y Promedio % CA vs. Variables personales y del entorno.	79
7.7. Anexo 7. Análisis de regresión: Promedio PPA y Promedio % CA vs. Variables significativas personales y del entorno.	80
7.8. Anexo 8. Residuos PPA V/S Variables Personales y del Entorno.	81
7.9 Anexo 9. Residuos % CA v/s Variables Personales y del Entorno.	82
7.10 Anexo 10. Residuos Titulados Oportunos v/s Variables PSU Matemáticas y NEM.	83

Índice de Figuras

Figura 4.1. Procedencia de los alumnos.....	22
Figura 4.2. Dispersión del Promedio Ponderado de Notas según Puntaje PSU de Matemáticas.....	29
Figura 4.3. Dispersión del Porcentaje de Créditos Aprobados según Puntaje PSU de Matemáticas.	29
Figura 4.4. Gráfica de probabilidad normal de los residuos PPA v/s NEM, PSU Mat y PSU Optativa.	35
Figura 4.5. Gráfica de probabilidad normal de los residuos %CA v/s NEM, PSU Mat y PSU Optativa.	37
Figura 4. 6. Gráfica de probabilidad normal de los residuos PPA v/s Género, Promoción y Dependencia.....	42
Figura 4.7. Gráfica de probabilidad normal de los residuos %CA v/s Promoción y Dependencia....	45
Figura 4.8. Cantidad de titulados según año de ingreso, años 2005 al 2009.	51
Figura 4.9. Evolución de titulados, años 2009 al 2014.....	52
Figura 4.10. Distribución del total de titulados y titulados oportunos.	53
Figura 4.11. Puntajes PSU y NEM según titulación oportuna y no oportuna.	54
Figura 4.12. Variables personales y del entorno según titulación oportuna y no oportuna.....	55
Figura 4.13. Gráfica de probabilidad normal de los residuos Titulado oportunos v/s NEM y PSU Matemáticas.	60

Índice de Tablas

Tabla 4.1. Número de alumnos matriculados por año en la carrera de Ingeniería Civil Industrial. .	18
Tabla 4.2. Estadísticas descriptivas de ingresados en año 2005 al 2014.	19
Tabla 4.3. Distribución de género de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial.	19
Tabla 4.4. Promedio de puntaje según género.	20
Tabla 4.5. Dependencia del colegio de origen de los estudiantes.	20
Tabla 4.6. Media de puntajes según dependencia del colegio de origen.	21
Tabla 4.7. Número de alumnos según rama educacional del colegio de egreso.	22
Tabla 4.8. Rango puntajes de ingreso de los alumnos ingresados durante los años 2005 al 2014 a la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la UCSC.	23
Tabla 4.9. Promedio por año del promedio ponderado de notas, Rango, Valor Mínimo y Máximo, Media y Desviación estándar.	24
Tabla 4.10. Promedio ponderado de notas según tramo, durante los años 2005 al 2009.	24
Tabla 4.11. Promedio ponderado de notas según tramo, durante los años 2010 al 2014.	25
Tabla 4.12. Porcentaje de créditos aprobados por año, Media y Desviación estándar.	25
Tabla 4.13. Créditos aprobados según tramo, durante los años 2005 al 2009.	26
Tabla 4.14. Créditos aprobados según tramo, durante los años 2010 al 2014.	26
Tabla 4. 15. Factor de inflación de la varianza (VIF).	27
Tabla 4.16. Correlaciones entre variables PSU, NEM y Promedio Ponderado de Notas (PPA) y Porcentaje de Créditos Aprobados (CA), 2005 al 2009.	28
Tabla 4.17. Correlaciones entre variables PSU, NEM y Promedio Ponderado de Notas y Porcentaje de Créditos Aprobados, 2010 al 2014.	28
Tabla 4.18. Porcentaje de varianza explicada para las variables PSU y NEM en los Promedios Ponderados de Notas y Porcentaje de créditos aprobados, todos los años (2005 al 2014).	31
Tabla 4. 19. Combinaciones posibles para todas las variables predictoras del PPA.	31
Tabla 4.20. Combinaciones posibles para todas las variables predictoras del %CA.	32
Tabla 4.21. Correlaciones entre variables personales, del entorno y Promedio Ponderado de Notas y Créditos Aprobados considerando como datos todos los años de análisis.	38
Tabla 4.22. Combinaciones posibles para todas las variables predictoras del PPA.	39
Tabla 4.23. Combinaciones posibles para todas las variables predictoras del %CA.	39
Tabla 4.25. Dirección de los efectos de cada variable sobre la probabilidad de que el alumno sea titulado para las variables PSU y NEM, Titulados. Años 2005 al 2009.	47
Tabla 4.26. Dirección de los efectos de las variables PSU y NEM sobre la probabilidad de que el alumno sea Titulado. Todos los años de estudios.	47
Tabla 4.27. Información de respuesta del modelo, todos los años y todas las variables.	47
Tabla 4.28. Regresión logística del modelo, todos los años y todas las variables.	48
Tabla 4.29. Información de respuesta del modelo, todos los años y todas las variables.	49
Tabla 4.30. Regresión logística del modelo, todos los años y todas las variables.	49
Tabla 4.31. Pruebas de bondad de ajuste del modelo, todos los años y todas las variables.	50
Tabla 4.32. Medidas de asociación del modelo, todos los años y todas las variables.	50

Tabla 4.33. Tasas de incremento anual, años 2009 al 2014	52
Tabla 4.34. Tasa de titulación oportuna.....	53
Tabla 4.35. Evolución de titulados.....	55
Tabla 4.36. Regresión logística del modelo, todos los años y todas las variables.....	56
Tabla 4.37. Regresión logística del modelo, todos los años y todas las variables.....	57
Tabla 4.38. Regresión logística del modelo, todos los años y todas las variables.....	58
Tabla 4.39. Porcentaje de alumnos titulados oportunamente actuales y proyectados.....	61

CAPÍTULO I

1.1 Introducción.

Durante el año 2004 el Ministerio de Educación implementó el nuevo sistema de selección universitario, el cual lleva por nombre Prueba de Selección Universitaria (PSU) en reemplazo de la Prueba de Aptitud Académica (PAA). Al realizar el cambio de sistema de admisión se encontró la necesidad de contar con estudios que analicen el impacto de la PSU en la enseñanza superior. Con el fin de ser un aporte a nuevos estudios, este proyecto tiene por objetivo determinar los factores que permiten predecir el rendimiento y éxito académico de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción pertenecientes al plan 3 y 4.

Para obtener resultados, el análisis se enfoca en el aporte de la prueba de selección universitaria (PSU), notas de enseñanza media (NEM), variables personales y del entorno como predictor del rendimiento y éxito académico y por último la obtención de la tasa de titulación oportuna, cabe mencionar que este estudio se basa en los alumnos ingresados a la Universidad desde el año 2005 al 2014.

En la Universidad la Prueba de Selección Universitaria es la encargada de seleccionar a los alumnos que desean ingresar a una carrera, en particular a la carrera de Ingeniería Civil Industrial. Dado que los alumnos son seleccionados a través de los métodos mencionados anteriormente es necesario estudiar si las variables PSU, NEM, variables personales y del entorno son realmente predictores para el rendimiento y éxito académico.

Este estudio no incluye en su análisis a los alumnos ingresados mediante sistemas especiales a la carrera, ni aquellos que se han cambiado de carrera convalidando ramos dentro de la misma institución o que se han cambiado de casa de estudios. Para llevar a

cabo el análisis se utilizan los modelos de regresión lineal múltiple y logística mediante el modelo Probit.

En los capítulos presentados a continuación se detalla una reseña historia, marco teórico, planteamiento del problema, método de estimación y datos para luego obtener los resultados y conclusiones correspondientes.

1.2. Objetivo general

Determinar las variables que permiten predecir el rendimiento y éxito académico de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, pertenecientes al plan 3 y 4.

1.3. Objetivos específicos

- (1) Determinar el aporte de la prueba de selección universitaria (PSU) y notas de enseñanza media (NEM) como predictor del rendimiento y éxito académico.
- (2) Determinar el aporte predictivo de las variables personales y del entorno sobre el rendimiento y éxito académico.
- (3) Proyectar la tasa de titulación oportuna para generaciones del plan 3 y 4.

1.4. Justificación del problema

Actualmente, se requieren alumnos con buena formación y para ello es necesario contar con un buen sistema de selección que permita a la Universidad adquirir a los mejores candidatos, los cuales sean capaces de mantener un buen rendimiento académico y logren culminar con éxito su carrera Universitaria. El rendimiento académico se considera un instrumento en el cual afectan tanto las características dependientes del alumno como de la

docencia e institución educativa (Pizarro, 1985), por ello es primordial verificar cuales son las variables que involucren a que un alumno pueda terminar de forma exitosa su carrera.

En Chile, la PSU es un instrumento que permite ordenar a los estudiantes que desean ingresar a las Universidades pertenecientes al consejo de rectores. Para ello es necesario que dichas pruebas sean capaces de medir la capacidad predictiva del rendimiento y éxito académico de los alumnos. Por lo mencionado anteriormente, es indispensable estudiar si la PSU, NEM, variables personales y del entorno son realmente predictores del rendimiento y éxito académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC).

En la actualidad no se cuenta con un estudio que se dedique a analizar el rendimiento y éxito académico de los alumnos de la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la UCSC, lo cual no resulta fácil predecirlo, sin embargo este análisis permite establecer cuáles son las variables importantes que inciden para obtener el rendimiento esperado y éxito académico en la Universidad. Con este estudio es posible encontrar una tasa de titulación oportuna proyectada para los estudiantes, mejorar errores en métodos de enseñanza, identificar cuantos alumnos logran titularse de su carrera, entre otros.

1.5. Delimitación del problema

Este análisis se enfoca en estudiantes de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

En el análisis no se incluyen los siguientes estudiantes:

- Alumnos que ingresan a la carrera mediante sistemas especiales.
- Alumnos que se han cambiado de carrera convalidando ramos dentro de la misma institución.

- Alumnos que se han cambiado de universidad convalidando ramos en la casa de estudios.

1.6. Metodología

Para llevar a cabo el objetivo específico (1) se comienza determinando las variables dependientes e independientes del análisis, utilizando para ello el total de alumnos de la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción ingresados mediante la vía tradicional durante los años 2005 al 2014. Seguidamente se recopilan los datos y se almacenan en la planilla de cálculo Excel. En primer lugar, se realiza un análisis descriptivo de cada una de las variables incluidas en el estudio a través de promedios y desviación estándar, esto ayuda a entender mejor la naturaleza de los datos. El segundo análisis a realizar es el de regresión lineal múltiple para determinar las variables determinantes del rendimiento académico el cual ha sido utilizado por otros estudios a nivel nacional. Formalmente el modelo estadístico de regresión lineal múltiple se expresa de la siguiente manera (Devore, 2008):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \dots + \beta_k * X_k + \varepsilon$$

Donde el coeficiente β_0 es la intersección o termino constante y β_1, β_2 y β_k denotan la magnitud del efecto que las variables independientes (X) tienen sobre la variable dependiente (Y).

Supuestos del modelo de regresión lineal múltiple:

- Normalidad: Los ε siguen una distribución normal.
- Linealidad: $E(\varepsilon) = 0$.
- Homocedasticidad: $V(\varepsilon) = \sigma^2$.
- Las observaciones son independientes

Todas estas hipótesis se pueden expresar abreviadamente de la siguiente forma:

$$Y \sim N(\beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \dots + \beta_k * X_k; \sigma^2) \text{ Independientes.}$$

- Ausencia de multicolinealidad: No existen relaciones lineales entre las variables explicativas X_1, \dots, X_k .

Los datos obtenidos a través del modelo de regresión lineal múltiple deben ser interpretados mediante el coeficiente de determinación y test de significancia conjunta e individual para cada variable en análisis.

Para continuar con el estudio se realizará un análisis de regresión logística mediante el modelo Probit, el cual ha sido utilizado por otros autores para predecir el éxito académico mediante una variable dicotómica la cual toma el valor 1 si el alumno se tituló y 0 en caso contrario, esta variable indica el éxito académico. El modelo Probit formalmente se expresa de la siguiente manera (Gujarati & Porter, 2009):

$$Y = f(\beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \dots + \beta_k * X_k) + \varepsilon$$

Donde f es la función de distribución de una normal estándar:

$$f(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$$

Por lo tanto, tendremos que:

$$E[Y] = P(Y = 1) = \int_{-\infty}^{\beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \dots + \beta_k * X_k} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$$

En este modelo se deben interpretar los signos de los estimadores para determinar el grado de predicción. En este caso, si el estimador es positivo, al incrementar la variable asociada causan incrementos en $P(Y = 1)$, en caso contrario, si el estimador es negativo implica que incrementos en la variable asociada causa disminución en $P(Y = 1)$.

El objetivo específico (2) se lleva a cabo mediante la misma metodología del objetivo específico (1), con la única diferencia que las variables independientes a analizar en este modelo cambian, esto se debe a que en el objetivo específico (2) se analizan las variables personales y del entorno del alumno.

Para desarrollar el objetivo específico (3) se debe comenzar determinando la tasa de incremento anual, la cual se calcula de la siguiente manera:

- Para el caso de la Tasa de Incremento Anual $T_m = \left(\frac{m_f}{m_i}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$, donde m_f son los titulados al final del intervalo, m_i como el valor de titulados al iniciar el intervalo cerrado y t como el número de periodos incluidos en el intervalo cerrado $[m_i, m_f]$. Esto entrega como resultado la Tasa de Incremento Anual porcentual, o sea la tasa de crecimiento promedio para llegar desde el valor inicial al final del intervalo antes mencionado.

Seguidamente con la información obtenida se calcula la tasa de titulación oportuna para los años 2005 al 2009, ya que solo estos alumnos son los que han logrado titularse cumpliendo con los doce semestres de estudio. Esto corresponde al porcentaje de los alumnos titulados hasta un año adicional a la duración esperada del plan respecto del total de los alumnos ingresados. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Titulados en el año } t + d + 1}{\text{Ingresaros en el año } t} * 100$$

Siendo d la duración en años del plan de estudio.

Seguidamente con la información obtenida de los objetivos (1) y (2) se analizan a todos los alumnos ingresados mediante la vía tradicional y que han cumplido con todos los requisitos para ser titulado oportunamente de Ingeniero Civil Industrial. Para proyectar la tasa de titulación de las generaciones del plan 3 y 4 se utiliza el modelo de regresión que se adecue a los datos de la tasa de titulación oportuna.

Posteriormente se deben realizar pruebas para comprobar el ajuste del modelo, mediante la significancia individual de las variables, pruebas F, coeficiente de determinación, análisis de la varianza, entre otros.

CAPÍTULO II: Antecedentes

2.1. Universidad Católica de la Santísima Concepción

La Universidad Católica de la Santísima Concepción es una Universidad tradicional, autónoma, y de derecho público y adscrito al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas. Fue fundada por el Arzobispo de Concepción el 10 de julio de 1991, su creación surge continuando el trabajo de la ex sede regional Talcahuano fundada en 1975.

La Universidad se desarrolla en Concepción en los Campus San Andrés y Santo Domingo añadiendo las sedes fuera de la ciudad las cuales son Talcahuano, Chillan, Los Ángeles y Cañete.

Actualmente la Universidad cuenta con nueve Facultades e Institutos, los cuales son el Instituto de Teología, Facultad de Derecho, Facultad de Ciencias, Facultad de Educación, Facultad de Ingeniería, Facultad de Medicina, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Facultad de Comunicación, Historia y Ciencias Sociales e Instituto Tecnológico.

2.2. Facultad de Ingeniería

La Facultad de Ingeniería fue creada el año 1992 por el Decreto de Rectoría N°7, conforme a lo establecido en el Artículo N°12 de los Estatutos Generales de la Universidad.

La Facultad de Ingeniería cuenta con el departamento de Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial, Ingeniería Informática, Matemática y Física Aplicadas y por último por el departamento de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales.

Su visión es “Centro de excelencia en el saber y quehacer de la Ingeniería para el desarrollo integral de la sociedad” y su misión es “Liderar la docencia, la investigación y los servicios de la comunidad en el ámbito de la Ingeniería para el desarrollo del país, conforme a los principios éticos y valóricos de la fe cristiana” (UCSC, 2015).

Las carreras que dicta la Escuela de Ingeniería son Ingeniería Civil Informática, Ingeniería Civil, Ingeniería Civil Eléctrica, Ingeniería Civil Geológica y por último la carrera que se analiza en este estudio es Ingeniería Civil Industrial.

2.3. Prueba de Selección Universitaria

En el año 2002 se acordó que era necesario realizar un cambio en el sistema de selección universitario chileno para el ingreso a la Universidad la cual generó la nueva Prueba de Selección Universitaria (PSU) la cual sustituyó a la antigua Prueba de Aptitud Académica (PAA). Este sistema de selección consta de tres pruebas de las cuales dos son de carácter obligatoria, estando incluidas las pruebas de Lenguaje y Comunicación más la de Matemáticas. La tercera prueba es de carácter optativa entre Historia-Ciencias Sociales y Ciencias. La prueba optativa de ciencias comparte un módulo común para todos los estudiantes y otro optativo, dentro de los cuales se puede elegir Biología, Química o Física al momento de su inscripción (CRUCH, 2015), este sistema fue aplicado por primera vez a fines de 2003, para ser validada para el proceso de admisión 2004.

2.4. Notas de Enseñanza Media

El puntaje de notas de enseñanza media (NEM) es obtenido a través de la tabla de transformación de los promedios de las calificaciones de enseñanza media a escala de puntaje estándar (CRUCH, 2015). La tabla utilizada para transformar el promedio de notas en puntaje varía de acuerdo a la modalidad del colegio de egreso, en este caso se encuentran los egresados de:

- Colegio Humanístico-Científico diurna.
- Colegio Humanístico-Científico de adultos.
- Colegio Técnico-Profesional.

Según Valdivieso (1994), lo que el estudiante realice en sus estudios superiores depende de lo que fue capaz de lograr en sus doce años de estudio anteriores, es por ello que desde 1969 las NEM han sido consideradas en todos los procesos de selección universitaria (Díaz, Himmel & Maltes, 1994).

2.5. Ranking

El ranking de notas corresponde a un factor de selección universitaria que fue puesto en marcha a partir del año 2012 para el proceso de admisión 2013, el cual beneficia a los alumnos que tengan un buen desempeño en la enseñanza media (CRUCH, 2015).

El ranking de notas se calcula de la siguiente manera:

- Los alumnos que obtienen un puntaje ranking de notas igual a su puntaje NEM son aquellos que obtuvieron notas de enseñanza media igual o inferior al promedio histórico de su establecimiento educacional.

- Los alumnos que obtienen un puntaje más alto (el cual es calculado linealmente), con un puntaje máximo de 850 puntos son aquellos que obtuvieron notas de enseñanza media por sobre el promedio histórico de su establecimiento educacional.

2.6. Rendimiento académico, Notas de Enseñanza Media y Pruebas de Selección Universitaria

Las notas de enseñanza media son consideradas un buen predictor del rendimiento académico, lo cual se ha demostrado a través de los análisis de resultados académicos de los alumnos (Betts & Morrel, 1999), esto también es confirmado en las conclusiones del estudio de Vial y Soto (2002)

Fischer y Repetto (2003) realizaron un trabajo crítico antes que se pusiera en marcha la PSU en Chile, en el cual estudiaron la capacidad predictiva del rendimiento académico que tienen los distintos componentes del sistema de admisión a la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile durante el periodo 1994 al 2002. Los autores obtienen como conclusión que las notas de enseñanza media tienen una capacidad predictiva importante y estable en los años de estudio de los alumnos.

En un estudio sobre la validez diferencial y sesgo de predictividad de las pruebas de admisión a las Universidades Chilenas (CRUCH, 2003) se concluyó que en el caso de las notas de enseñanza media para la última admisión del sistema PAA (prueba de aptitud académica) las correlaciones para los colegios particulares pagados y particulares subvencionados son parecidas y un poco mayores que para los colegios municipales. En el caso del sistema de admisión PSU los resultados entregaron una diferencia entre los tres tipos de colegios, principalmente se presentaron correlaciones más altas para los colegios particulares pagados, seguidas por los colegios particulares subvencionados, y por último, los colegios municipales. En la misma investigación se concluye que respecto al género, las

notas de enseñanza media presentan correlaciones mayores para las mujeres, sin embargo tiende a disminuir en los últimos años de admisión.

Ya con la PSU en funcionamiento, el Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas realizó el primer estudio de validez predictiva de la PSU, con el “Estudio acerca de la validez predictiva de los factores de selección a las universidades del consejo de rectores, admisiones 2003 a 2006”(CRUCH, 2008), en donde se analiza un total de 181.441 alumnos a través de un análisis de regresión múltiple y correlación de los alumnos ingresados entre los años 2003 y 2006 a las universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de Chile, utilizando como variable dependiente el promedio ponderado acumulado de cada alumno. Cabe mencionar que este estudio compara la validez predictiva de la Prueba de Aptitud Académica (PAA) versus la Prueba de Selección Universitaria (PSU). Los autores concluyen que el cambio en las pruebas de admisión se asocia a un incremento en la predicción de la PSU durante los tres primeros años de su aplicación en comparación con la PAA, además las pruebas con mayor capacidad predictiva en este análisis corresponden a las pruebas de matemáticas y ciencias pertenecientes a la PSU y junto a las notas de enseñanza media.

Al igual que el estudio anterior Prado (2008), realizó un estudio de validez predictiva de la PSU y comparación con el sistema PAA considerando los últimos tres cohortes que rindieron la PAA y la tres primeras que rindieron la PSU tanto para la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica de Chile. El autor concluye que las pruebas de conocimiento específico y las NEM son las variables más significativas para la predicción del rendimiento académico tanto en el sistema de PAA como en el de PSU.

Con más detalle Reyes y Torres (2009), realizan un estudio donde se analiza el poder predictivo de la PSU y otros factores en el rendimiento y éxito académico universitario, para aquellos alumnos pertenecientes a la PUCV (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso) ingresados el año 2004 al 2007, con un total de 11.200 alumnos, se realiza un análisis mediante la aplicación del modelo de regresión lineal múltiple. En este

estudio se utilizaron tres variables para medir el rendimiento y éxito académico del alumno como variables dependientes, las cuales son:

- Promedio ponderado anual.
- Porcentaje de créditos aprobados.
- Sancionados (variable binaria en la cual el valor 1 indica que el alumno fue sancionado en el año específico o en años previos, y el valor 0 que no lo ha sido).

En este caso las variables explicativas del rendimiento y éxito académico se agruparon en:

- Pruebas de selección universitaria.
- Promedio de notas de enseñanza media.
- Variables individuales.
- Variables familiares.
- Variables del entorno.
- Variables de control.

Finalmente, los autores concluyen que la agrupación de las Notas de Enseñanza Media y Pruebas de Selección Universitaria tienen el mayor peso relativo dentro de todas las especificaciones de la regresión, siendo también el promedio PSU una variable que predice el rendimiento y éxito académico durante los primeros cuatro años que el alumno pertenece a la Universidad.

Así también un estudio sobre los factores que predicen el rendimiento académico en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile (Aguirre, 2012), se analizó la validez predictiva de la PSU en el rendimiento académico de los estudiantes que ingresaron el año 2008 a la Escuela de Ingeniería, tomando en cuenta todas las notas tanto de los alumnos aprobados y reprobados. Según el autor, concluye que las regresiones asociadas al

rendimiento académico tienen como variable más significativa la PSU de ciencias, siguiendo el NEM y PSU de matemáticas. También es necesario mencionar que quienes rindieron la prueba optativa de Física son los alumnos que obtienen mayores notas y tasas de aprobación.

Contreras y otros (2009) realizaron un estudio a cuatro Universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas. En una primera parte se estudia el desempeño académico de los alumnos de primer año y la relación que tiene con los métodos de selección universitaria, concluyendo que las NEM no pueden ser comparables entre los distintos colegios debido a que todos tienen distintos métodos de enseñanza y exigencia, además que aquellos alumnos que obtienen las notas más altas en sus colegios de egresos se encuentran entre los mejores alumnos de su carrera universitaria. En la segunda parte del estudio se analiza el rendimiento de los alumnos ingresados a la Universidad mediante la vía especial, concluyendo que estos estudiantes siguen un patrón de rendimiento muy parecido a aquellos alumnos que ingresan a la Universidad mediante la vía tradicional.

Así también Grez y otros (1994) señala que las NEM es el factor con mayor capacidad predictiva dentro del sistema de selección chileno. Además a través de un estudio específico en la UACH, Figueroa (2000) coincide al igual que los autores anteriores que las NEM son el mejor predictor académico.

2.7. Rendimiento Académico, rama educacional, dependencia del colegio de origen y género.

Según Aedo y Larrañaga (1994), los colegios particulares subvencionados y particulares obtienen resultados mayores que los alumnos pertenecientes a los colegios municipales, lo cual genera que los alumnos de mejores colegios asimilen con mayor facilidad los contenidos de evaluación. Así también Reyes y Torres (2009), concluyen en su

análisis que el colegio de origen de acuerdo a su rama educacional y tipo de dependencia ayuda bastante a predecir el futuro académico del alumno.

En una encuesta realizada a los alumnos novatos de la Pontificia Universidad Católica de Chile pertenecientes a diferentes carreras, se obtuvo que de un total de 1034 estudiantes el 28% respondió que los colegios de origen no cumplían una base para preparar a los alumnos a la vida universitaria (Gallardo & Morales, 2009).

En un estudio realizado por la Confederación de Estudiantes de Chile (Confech), se concluyó que “existe evidencia suficiente que avala a la posición relativa del estudiante en su colegio como un predictor de su rendimiento futuro en la Universidad” (Meneses y otros, 2005). Así también Contreras, y otros (2007), concluyen que es importante el tipo de establecimiento educacional básico y medio de donde provienen los estudiantes al igual que el ingreso familiar.

De igual manera que los estudios anteriores, en el año 2009 se publicó un estudio que concluyó que los alumnos pertenecientes al 20% con mejor rendimiento en el colegio de origen tienen una relación positiva con el rendimiento universitario. En este estudio se analizó a estudiantes de primer año pertenecientes a la Universidad Católica de Temuco, Universidad Católica de Valparaíso y Pontificia Universidad Católica de Chile (Contreras y otros, 2009).

De acuerdo al género de los alumnos Prado (2008), agrega a las conclusiones de su estudio que la variable género es significativa en los alumnos. Esto también es confirmado por Aguirre (2012), quien concluye que el género es significativo a favor de los hombres considerando las variables no académicas.

CAPÍTULO III: Planteamiento del problema.

3.1. Variables disponibles

Los datos a utilizar pertenecen a los alumnos pertenecientes al plan 3 y 4 de la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, ingresados por vía tradicional desde el año 2005 al 2014 con un total de 1169 alumnos. Estos datos corresponden a la base de datos perteneciente al Departamento de Admisión y Registro Académico de la UCSC.

Este análisis cubre a los alumnos que comenzaron a ingresar a la Universidad mediante el sistema PSU, descartando los antiguos alumnos que ingresaron mediante la evaluación de la PAA.

Para el análisis se cuenta con las siguientes variables de los alumnos:

- Puntajes obtenidos en la prueba de selección universitaria (PSU).
- Promedio de notas de enseñanza media (NEM).
- Año y vía de ingreso.
- Créditos inscritos y total de créditos aprobados por semestre.
- Promedios simples y ponderados con y sin ramos aprobados.
- Año de egreso de la enseñanza media.
- Género.
- Tipo de establecimiento del cual egresaron y rama educacional.
- Lugar de residencia de los alumnos.

3.2. Variables dependientes

Este análisis se basa en estudios anteriores sobre rendimiento y éxito académico de los alumnos, en los cuales se utiliza el promedio ponderado de notas y el número de

créditos aprobados como variables dependientes que representan el rendimiento académico, las cuales también serán utilizadas en este estudio. Para analizar el éxito académico en este estudio se utiliza la variable Titulado.

La variable Titulado que representa el éxito académico, analizará si el alumno logra terminar su plan de estudios culminando con la titulación y obteniendo el título de Ingeniero Civil Industrial.

Las variables representativas para el rendimiento académico son las siguientes:

- *Promedio ponderado de Notas anual:* Corresponde a los créditos multiplicados por las notas finales, divididos por el total de créditos acumulados hasta el fin del año académico, considerando tanto asignaturas aprobadas y reprobadas.
- *Porcentaje de créditos aprobados:* Corresponde al total de créditos aprobados, acumulado hasta el fin del año académico, dividido por el total de créditos inscritos.

Variable representativa para el éxito académico es la siguiente:

- *Titulado:* Esta variable indica si el alumno fue titulado o no, cumpliendo con todos los requisitos para obtener el título de Ingeniero Civil Industrial. Esta variable toma el valor 1 si el alumno fue titulado y el valor 0 en caso contrario.

3.3. Variables independientes

Las variables independientes se agruparon de la siguiente manera:

- Pruebas de selección universitaria (PSU) y notas de enseñanza media (NEM).
- Puntaje PSU Matemáticas (escala de 150 a 850 puntos).

- Puntaje PSU Lenguaje y Comunicación (escala entre 150 y 850 puntos).
 - Puntaje PSU Optativa (escala entre 150 y 850 puntos).
 - NEM (promedio de notas de enseñanza media escala de 1.0 a 7.0).
- Variables personales y del entorno
- Variables personales:
 - Género: Variable dicotómica que toma el valor 1 si el Género del alumno es masculino, y 0 si es femenino.
 - Procedencia del estudiante: Variable dicotómica que toma el valor 1 si el estudiante es procedente del gran Concepción y 0 en caso contrario.
 - Promoción: Variable dicotómica que toma el valor 1 si el alumno egreso de la enseñanza media el año anterior de ingresar a la Universidad, y 0 en caso contrario.
 - Variables del entorno:
 - Rama educacional del colegio de origen, se agrupan en:
 1. Científico humanista (diurno y vespertino).
 2. Técnico profesional.
 Variable dicotómica que toma el valor 1 si el alumno pertenece a la rama educacional científico humanista y 0 en caso contrario.
 - Dependencia del colegio de origen, se agrupan en:
 1. Colegio particular pagado.
 2. Colegio particular subvencionado.
 3. Colegio municipal.
 Variable dicotómica que toma el valor 1 para Colegios Particulares o Particulares Subvencionados y 0 en caso contrario.

CAPÍTULO IV: Resultados.

4.1. Análisis de la totalidad de alumnos de la carrera de Ingeniería Civil Industrial.

En la Tabla 4.1 se muestra el total de alumnos matriculados por años en la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Se observa que en el año 2005 ingresó una menor cantidad de alumnos en comparación a los otros años, esto puede deberse a que el año 2005 fue el inicio del nuevo sistema de admisión PSU para el ingreso a la Universidad.

Tabla 4.1. Número de alumnos matriculados por año en la carrera de Ingeniería Civil Industrial.

Matriculados	
Año	Nº de alumnos
2005	74
2006	88
2007	121
2008	145
2009	128
2010	125
2011	129
2012	129
2013	119
2014	111
Total	1169

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4.2 se muestran las estadísticas descriptivas de las pruebas de selección universitaria rendidas por los estudiantes de Ingeniería Civil Industrial de la UCSC junto con el puntaje de notas de enseñanza media de los alumnos ingresados desde el año 2005 al año 2014. Entre los datos se aprecia un promedio de 595 puntos en la PSU de Matemáticas, la cual se encuentra por sobre los promedios de las demás pruebas rendidas por los alumnos, además de encontrarse por sobre el promedio nacional de esta prueba que es de 500,4 puntos a través de los años 2005 al 2014 (DEMRE, 2015). También se aprecia que la PSU de Historia y Ciencias Sociales junto a la PSU de Ciencias presentan una desviación

estándar mayor en los datos en comparación a las otras pruebas rendidas al igual que las NEM.

Tabla 4.2. Estadísticas descriptivas de ingresados en año 2005 al 2014.

PSU	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
Puntaje NEM	453	373	826	599,3	68,5
Puntaje PSU L y C	450	342	792	544,8	53,4
Puntaje PSU Mat.	365	448	813	595,3	42,2
Puntaje PSU H y CS	458	237	695	523,8	64,8
Puntaje PSU Ciencias	357	340	697	538,2	54,2

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Género

En los años de estudio predomina el género masculino sobre el femenino, lo cual se verifica en los porcentajes obtenidos en la Tabla 4.3 desde el año 2005 al 2014.

Tabla 4.3. Distribución de género de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial.

Año	Masculino		Femenino	
	Total	%	Total	%
2005	51	68,9	23	31,1
2006	68	77,3	20	22,7
2007	73	60,3	48	39,7
2008	94	64,8	51	35,2
2009	84	65,6	44	34,4
2010	83	66,4	42	33,6
2011	88	68,2	41	31,8
2012	88	68,2	41	31,8
2013	74	62,2	45	37,8
2014	64	57,7	47	42,3

Fuente: Elaboración propia.

Analizando los datos de los alumnos entre los años 2005 al 2014, se observa en la Tabla 4.4 que los puntajes más altos lo obtienen las mujeres en las NEM y los hombres

obtienen los mayores puntajes en los promedios PSU aunque las diferencias no son muy notorias entre hombres y mujeres.

Tabla 4.4. Promedio de puntaje según género.

Género	Promedio puntaje PSU				
	NEM	PSU L y C.	PSU Mat.	PSU H y CS.	PSU Ciencias
Masculino	589	545	600	530	542
Femenino	619	544	587	513	531

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Dependencia colegio de egreso.

Por dependencia de colegio, los alumnos provenientes de colegios municipales durante los tres primeros años de análisis superan en cantidad a los demás, siguiendo los colegios particular subvencionado y por último los particulares. Esta situación no se mantiene a través de los años dado que desde el cuarto al último año de estudio los colegios particular subvencionados superan a los otros, siguiendo los colegios municipales y por último los particulares como muestra la Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Dependencia del colegio de origen de los estudiantes.

Año	Dependencia					
	Municipal		Particular Subvencionado		Particular	
	Total	%	Total	%	Total	%
2005	38	51,4	26	35,1	10	13,5
2006	41	46,6	31	35,2	16	18,2
2007	57	47,1	53	43,8	11	9,1
2008	64	44,1	69	47,6	12	8,3
2009	51	39,8	68	53,1	9	7,0
2010	53	42,4	62	49,6	10	8,0
2011	51	39,5	70	54,3	8	6,2
2012	38	29,5	78	60,5	13	10,1
2013	42	35,3	73	61,3	4	3,4
2014	47	42,3	59	53,2	5	4,5

Fuente: Elaboración propia.

Analizando los datos de todos los años de estudio, se observa en la Tabla 4.6 que los alumnos provenientes de colegios particulares obtienen mayores puntajes en todas las pruebas pertenecientes a la PSU, siguiendo los colegios particulares subvencionados y por último con los más bajos puntajes los colegios municipales. No así el caso de las notas de enseñanza media las cuales son mayores para los colegios municipales, siguiendo con los colegios particular subvencionado y por último los colegios particulares. Mediante los datos obtenidos en la Tabla 4.6 es posible concluir que los alumnos provenientes de colegios particulares y particulares subvencionados son mejor preparados para rendir la PSU en comparación a los alumnos provenientes de colegios municipales, esto puede ser debido a la metodología de enseñanza entre ambos tipos de colegios. Siendo los colegios particulares más exigentes en su metodología de enseñanza, obtienen menores puntajes NEM; en cambio los alumnos de colegios municipales obtienen mayores puntajes NEM.

Tabla 4.6. Media de puntajes según dependencia del colegio de origen.

Dependencia	Media de puntaje PSU				
	NEM	PSU L y C	PSU Mat	PSU H y CS	PSU Ciencias
Municipal	615	536	580	517	522
Particular Subvencionado	595	549	604	528	548
Particular	550	564	623	538	568

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Rama educacional

Según la Tabla 4.7 la rama educacional pertenece mayormente a los colegios científico humanista ya sea del tipo diurno o vespertino contemplando un 84,8%, y el resto de los alumnos pertenece a los colegios técnico profesional concentrando tan solo un 15,2% del total de los alumnos.

Tabla 4.7. Número de alumnos según rama educacional del colegio de egreso.

Año	Rama educacional			
	Científico humanista		Técnico profesional	
	Total	%	Total	%
2005	63	85,1	11	14,9
2006	73	83,0	15	17,0
2007	102	84,3	19	15,7
2008	120	82,8	25	17,2
2009	109	85,2	19	14,8
2010	111	88,8	14	11,2
2011	109	84,5	20	15,5
2012	109	84,5	20	15,5
2013	98	82,4	21	17,6
2014	97	87,4	14	12,6
Total	991	84,8	178	15,2

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Procedencia de los alumnos.

La procedencia de los alumnos en su mayoría pertenece al Gran Concepción con un porcentaje del 59%, considerando a las comunas de Concepción, Coronel, Chiguayante, Hualpén, Hualqui, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Talcahuano, Tome y Santa Juana. Perteneciendo solo un 41% a otros lugares de residencia como se muestra en la Figura 4.1.

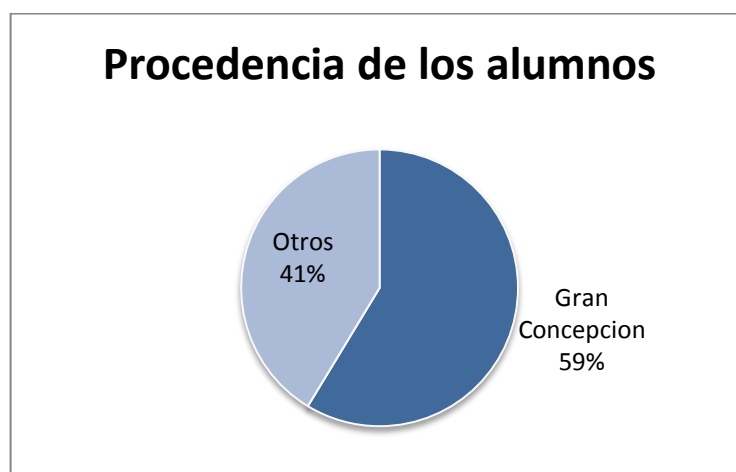


Figura 4.1. Procedencia de los alumnos.

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Puntaje de ingreso

La Tabla 4.8 muestra que un 59,7% del total de los alumnos ingresados a la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la UCSC durante los años 2005 al 2014 obtuvieron un puntaje de ingreso entre los 550 y 599,9 puntos y un 25,7% entre 600 y 649,9. Además, existen solo 9 alumnos que han ingresado con un puntaje inferior a los 500 puntos y 2 alumnos con puntaje sobre los 700 puntos durante los años de análisis.

Tabla 4.8. Rango puntajes de ingreso de los alumnos ingresados durante los años 2005 al 2014 a la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la UCSC.

Rango puntaje ingreso	Cantidad de personas en el rango	%
450-499,9	9	0,8
500-549,9	130	11,1
550-599,9	698	59,7
600-649,9	301	25,7
650-699,9	29	2,5
700 y mas	2	0,2

Fuente: Elaboración propia.

4.7. Promedio ponderado de notas

Según la Tabla 4.9 los promedios ponderados de notas de los alumnos de la carrera de Ingeniería Civil Industrial tienen un promedio máximo que va desde 6,12 a 6,33. Así también se puede apreciar que en general para todos los años de estudios, la media del promedio ponderado varía entre un promedio mínimo de 4,12 y un promedio máximo de 4,5 para cada alumno.

Tabla 4.9. Promedio por año del promedio ponderado de notas, Rango, Valor Mínimo y Máximo, Media y Desviación estándar.

Año	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
2005	5,12	1,00	6,12	4,12	0,89
2006	5,29	1,00	6,29	4,21	0,86
2007	5,12	1,00	6,12	4,14	0,88
2008	5,33	1,00	6,33	4,31	0,85
2009	5,29	1,00	6,29	4,23	0,84
2010	5,33	1,00	6,33	4,38	0,81
2011	5,33	1,00	6,33	4,31	0,85
2012	5,29	1,00	6,29	4,26	0,85
2013	5,33	1,00	6,33	4,30	0,85
2014	5,33	1,00	6,33	4,50	0,76

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar por separado cada año de estudio según la Tabla 4.10 y 4.11, se aprecia que el tercer tramo que contiene el rango de 4,0 al 5,59 es el con mayor frecuencia excepto para el año 2005, siguiendo a éste se encuentra el segundo tramo que concentra las PPA entre 2,5 y 3,99, luego el tramo menor a 2,5 y por último el cuarto tramo de rango entre 5,6 y 7,0.

Tabla 4.10. Promedio ponderado de notas según tramo, durante los años 2005 al 2009.

Año	2005		2006		2007		2008		2009	
PPA	total	%	total	%	Total	%	total	%	total	%
Menor 2,5	15	20,3	3	3,4	6	5,0	7	4,8	3	2,3
2,5-3,99	35	47,3	32	36,4	34	28,1	51	35,2	17	13,3
4,0-5,59	24	32,4	52	59,1	80	66,1	85	58,6	102	79,7
5,6-7,0	0	0	1	1,1	1	0,8	2	1,4	6	4,7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.11. Promedio ponderado de notas según tramo, durante los años 2010 al 2014.

Año	2010		2011		2012		2013		2014	
	total	%	total	%	Total	%	total	%	total	%
Menor 2,5	4	3,2	6	4,7	4	3,1	1	0,8	3	2,7
2,5-3,99	20	16,0	15	11,6	16	12,4	15	12,6	18	16,2
4,0-5,59	101	80,8	102	79,1	105	81,4	93	78,2	80	72,1
5,6-7,0	0	0	6	4,7	4	3,1	10	8,4	10	9,0

Fuente: Elaboración propia.

4.8. Porcentaje de créditos aprobados

En la Tabla 4.12 se muestra el porcentaje de créditos aprobados durante todos los años de estudio. El promedio del porcentaje de créditos aprobados por año se encuentra entre los 53,6% y 66,4%, dándose esos porcentajes como promedio mínimo y máximo para los años 2005 y 2014 respectivamente.

Tabla 4.12. Porcentaje de créditos aprobados por año, Media y Desviación estándar.

Año	Media (%)	Desviación Estándar (%)
2005	53,6	28,1
2006	56,3	27,4
2007	53,9	27,9
2008	59,7	27,5
2009	57,0	27,1
2010	62,0	26,7
2011	59,7	27,4
2012	57,9	27,2
2013	59,1	27,3
2014	66,4	25,5

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar por separado cada año de estudio al igual que en el promedio ponderado, según la Tabla 4.13 y 4.14, se observa que el porcentaje de créditos aprobados tiene mayor frecuencia para el año 2005 en el tramo menor a 25%, para el año 2006 entre el tramo de 25%-49,9% y 50%-74,9%. En los años 2007, 2008 y 2011 la mayor concentración de

créditos aprobados es en el tramo de 50% y 74,9%, y por último para los años 2009, 2010, 2012, 2013 y 2014 la frecuencia mayor es para el tramo de 75% y 100%, notándose un aumento del porcentaje de créditos aprobados en los últimos años del análisis pertenecientes al plan 4 de la carrera de Ingeniera Civil Industrial.

Tabla 4.13. Créditos aprobados según tramo, durante los años 2005 al 2009.

Año	2005		2006		2007		2008		2009	
	total	%	total	%	total	%	total	%	total	%
Créditos Aprobados										
Menor 25%	33	44,6	18	20,5	24	19,8	38	26,2	12	9,4
25%-49,9%	19	25,7	30	34,1	32	26,4	38	26,2	17	13,3
50%-74,9%	9	12,2	30	34,1	50	41,3	39	26,9	33	25,8
75%-100%	13	17,6	10	11,4	15	12,4	30	20,7	66	51,6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.14. Créditos aprobados según tramo, durante los años 2010 al 2014.

Año	2010		2011		2012		2013		2014	
	total	%	total	%	total	%	total	%	total	%
Créditos Aprobados										
Menor 25%	12	9,6	10	7,8	10	7,8	6	5,0	5	4,5
25%-49,9%	24	19,2	30	23,3	14	10,9	22	18,5	11	9,9
50%-74,9%	36	28,8	46	35,7	51	39,5	44	37,0	31	27,9
75%-100%	53	42	43	33,3	54	41,9	47	39,5	64	57,7

Fuente: Elaboración propia.

4.9. Variables de rendimiento académico; Promedio Ponderado de Notas y Porcentaje de Créditos Aprobados.

4.9.1. Análisis de colinealidad.

4.9.1.1 Análisis de colinealidad para las variables Pruebas de Selección Universitaria y Promedio de Notas de Enseñanza Media.

Según los datos entregados en la tabla 4.15 al analizar todas las variables en conjunto (Pruebas de selección universitaria y Promedio de notas de enseñanza media) se obtiene que tanto para el Promedio Ponderado de notas y Porcentaje de créditos aprobados todas las variables analizadas obtienen un Factor de inflación de la varianza (VIF) menor a 10 por lo cual no existe problema de colinealidad por lo tanto se decide utilizar todas las variables pertenecientes a las PSU y NEM.

Tabla 4. 15. Factor de inflación de la varianza (VIF).

Variables	VIF
NEM	1,027
PSU Lenguaje	1,237
PSU Matemáticas	1,265
PSU Optativa	1,364

Fuente: Elaboración propia.

4.9.2. Pruebas de Selección Universitaria y Promedio de Notas de Enseñanza Media.

En la Tabla 4.16 se observan las correlaciones entre las variables PSU, NEM y Promedio Ponderado de Notas y Porcentaje de Créditos Aprobados para los años 2005 al 2009. Las correlaciones más altas se dan en la PSU de Matemáticas (coeficiente entre 0,32 y 0.4). Para el caso de la Tabla 4.17 que analiza los años 2010 al 2014 las correlaciones más altas se encuentran en la PSU de Matemáticas (coeficientes entre 0,24 y 0,37).

Tabla 4.16. Correlaciones entre variables PSU, NEM y Promedio Ponderado de Notas (PPA) y Porcentaje de Créditos Aprobados (CA), 2005 al 2009.

	2005		2006		2007		2008		2009	
	PPA	CA	PPA	CA	PPA	CA	PPA	CA	PPA	CA
NEM	0,27	0,27	0,26	0,25	0,27	0,27	0,25	0,24	0,28	0,26
PSU Lenguaje	0,22	0,19	0,24	0,20	0,23	0,19	0,19	0,15	0,23	0,20
PSU Matemáticas	0,40	0,37	0,39	0,36	0,39	0,37	0,36	0,32	0,36	0,34
PSU Optativa	0,22	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21	0,22	0,20	0,21	0,21

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.17. Correlaciones entre variables PSU, NEM y Promedio Ponderado de Notas y Porcentaje de Créditos Aprobados, 2010 al 2014

	2010		2011		2012		2013		2014	
	PPA	CA	PPA	CA	PPA	CA	PPA	CA	PPA	CA
NEM	0,23	0,22	0,26	0,24	0,26	0,25	0,26	0,25	0,17	0,15
PSU Lenguaje	0,15	0,11	0,19	0,15	0,21	0,17	0,20	0,16	0,12	0,07
PSU Matemáticas	0,32	0,28	0,36	0,32	0,37	0,34	0,36	0,33	0,28	0,24
PSU Optativa	0,19	0,18	0,21	0,20	0,21	0,20	0,21	0,20	0,17	0,14

Fuente: Elaboración propia.

Al observar las Figuras 4.2 y 4.3, de dispersión, se observa que con la PSU de Matemáticas, el Promedio Ponderado de Notas y el Porcentaje de Créditos Aprobados aumentan a medida que el puntaje en la PSU de Matemáticas también aumenta al compararlo con las demás variables (Ver anexo 1).

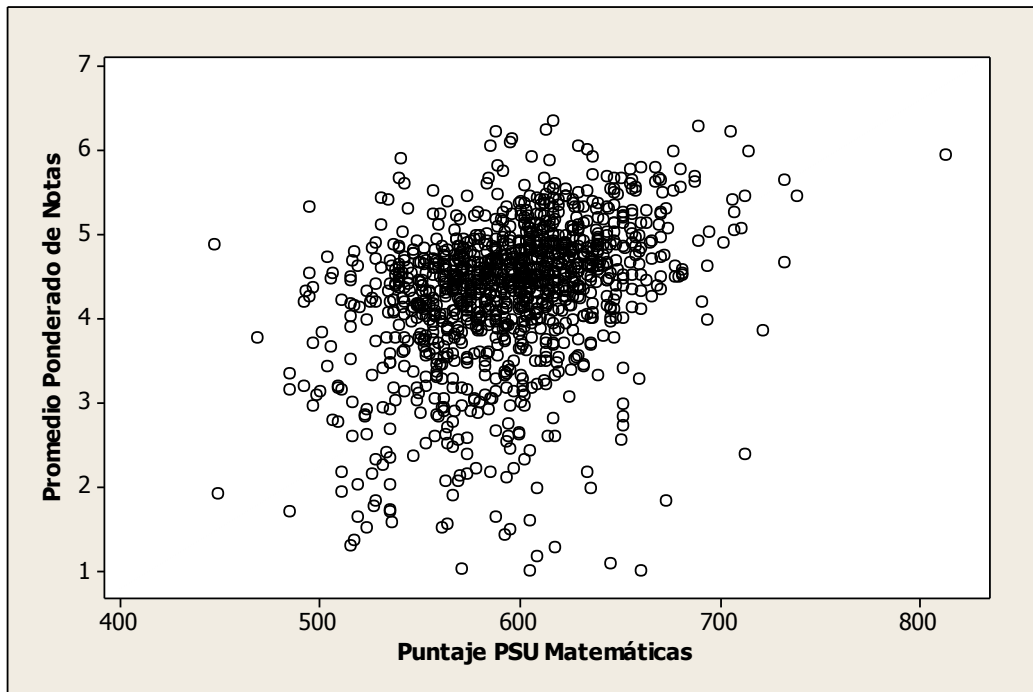


Figura 4.2. Dispersión del Promedio Ponderado de Notas según Puntaje PSU de Matemáticas.
Fuente: Elaboración propia.

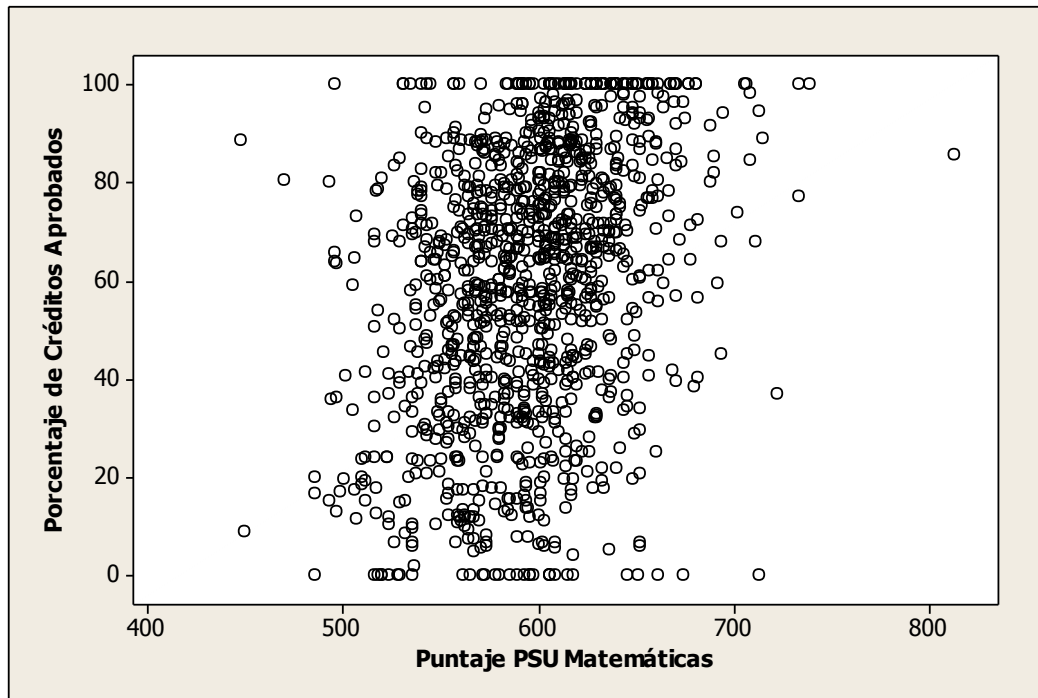


Figura 4.3. Dispersión del Porcentaje de Créditos Aprobados según Puntaje PSU de Matemáticas.
Fuente: Elaboración propia.

4.9.2.1. Análisis con especificación en base a la varianza.

En las Tablas 4.18 se observa el porcentaje de varianza explicada por las variables PSU y NEM para los Promedios Ponderados de Notas y Porcentaje de Créditos Aprobados durante todos los años de estudio. Para entender más este análisis la varianza explicada representada en cada tabla, corresponde al coeficiente de determinación R^2 ajustado, el cual se entiende como el porcentaje total de variación de los Promedios Ponderado de Notas y Porcentaje de Créditos Aprobados explicado por cada una de las variables en análisis y obtenido aplicando un modelo de regresión lineal para cada una de las variables de forma individual.

Analizando los resultados de las Tablas 4.18 para cada una de las variables en análisis se obtiene que la PSU de Matemáticas la que explica en mayor porcentaje la varianza tanto del Promedio Ponderado de Notas como del Porcentaje de Créditos Aprobados entre los años 2005 al 2014. Esto coherente con la correlación de esta variable, con las variables de estudio, por lo tanto indica que podría ser utilizada como variable predictora del rendimiento académico. La fila todos muestra el análisis global (todas las variables y todos los años) realizado en la última fila de la Tabla 4.18 indica que el porcentaje de varianza explicada por todas las variables es mayor que al analizar las variables de forma individual. En el caso de las PSU de Lenguaje y Comunicación, ésta explica la variable dependiente con porcentajes bajos probablemente debido a que los datos se encuentran bastantes dispersos (Ver Anexo 1), no tienen una buena correlación con el rendimiento académico.

Tabla 4.18. Porcentaje de varianza explicada para las variables PSU y NEM en los Promedios Ponderados de Notas y Porcentaje de créditos aprobados, todos los años (2005 al 2014).

	PPA	CA
NEM	7%	6%
PSU Lenguaje	4%	2%
PSU Matemáticas	13%	11%
PSU Optativa	5%	4%
Todos	24%	20%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4.19 y 4.20 se muestran las combinaciones posibles entregadas por el programa Minitab para todas las variables analizadas en el modelo de regresión múltiple, tanto para el PPA y %CA entregando como resultado que el mejor modelo para la Tabla 4.19 es el número 7 indicado en la última fila. Este modelo es el elegido para ser analizado ya que figura con un R-cuad. (ajustado) mayor y con el menor Cp de Mallows el cual se acerca al número de predictores usados en el modelo 7. En cambio para los datos analizados en la Tabla 4.20 el mejor modelo corresponde al número 5 ubicado en la quinta fila de la misma tabla, el cual solo incluye las variables NEM, PSU Matemáticas y PSU Optativa.

Tabla 4. 19. Combinaciones posibles para todas las variables predictoras del PPA.

Modelo	Vars	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	Cp de Mallows	S	NEM	PSU Lenguaje	PSU Matemáticas	PSU Optativa
1	1	13,4	13,3	162,9	0,80079			X	
2	1	6,6	6,5	266,8	0,83153	X			
3	2	23,3	23,2	13,2	0,75397	X		X	
4	2	14,2	14	153,3	0,79762		X	X	
5	3	23,9	23,7	6,4	0,75149			X	X
6	3	23,8	23,6	7,7	0,75189	X	X	X	
7	4	24,1	23,8	5	0,7507	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.20. Combinaciones posibles para todas las variables predictoras del %CA.

Modelo	Vars	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	Cp de Mallows	S	NEM	PSU Lenguaje	PSU Matemáticas	PSU Optativa
1	1	10,6	10,5	135,2	0,80079			X	
2	1	6	5,9	201,7	0,83153	X			
3	2	19,4	19,2	9,6	0,75397	X		X	
4	2	11,1	10,9	130	0,79762			X	X
5	3	19,9	19,7	3,5	0,75149	X		X	X
6	3	19,5	19,3	9,1	0,75189	X	X	X	
7	4	19,9	19,7	5	0,7507	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo concluido por medio de los resultados de las Tablas 4.19 y 4.20 se analizan los modelos seleccionados.

Modelos de regresión lineal múltiple:

$$(4.1) \text{ Promedio PPA} = - 3,63 + 0,000397 \text{ NEM} + 0,000849 \text{ PSU Lenguaje} + 0,00754 \text{ PSU Matemáticas} + 0,00108 \text{ PSU Optativa}$$

$$(4.2) \text{ Promedio \% CA} = - 168 + 0,121 \text{ NEM} + 0,219 \text{ PSU Matemáticas} + 0,0442 \text{ PSU Optativa}$$

- **Modelo 4.1**

Para ver si las variables son significativas en conjunto para el modelo se analiza la prueba de hipótesis global, la cual se describe a continuación:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{Algún } \beta_i \neq 0$$

Se obtiene (Ver Anexo 2) que a un nivel de significación del 5% para la ecuación (4.1), se rechaza la hipótesis nula por lo que al menos una de las pendientes es distinta de 0.

Como H_0 fue rechazado, se debe realizar un contraste múltiple, como se muestra a continuación:

$$H_0: \beta_1 = 0 , H_0: \beta_2 = 0 \dots H_0: \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0 , H_0: \beta_2 \neq 0 \dots H_0: \beta_k \neq 0$$

Por lo tanto H_0 será rechazado si $p \text{ value} < \alpha$ para algún nivel de significación dado. Se debe tener en cuenta que si la hipótesis H_0 no es rechazada estadísticamente se concluye que la variable asociada con pendiente 0 debe ser sacada del modelo y ajustar un nuevo modelo.

Se puede apreciar (Ver anexo 2) que la variable PSU de Lenguaje y Comunicación no es significativa de manera individual dentro del modelo global para el PPA.

Dentro del modelo analizado anteriormente solo 3 variables son significativas, las cuales son analizadas en un nuevo modelo. La ecuación de regresión es:

$$(4.3) \quad \text{Promedio PPA} = - 3,46 + 0,00401 \text{ NEM} + 0,00771 \text{ PSU Matemáticas} \\ + 0,00139 \text{ PSU Optativa}$$

- **Modelo 4.3**

Se obtiene (ver Anexo 3) que al analizar solo las 3 variables significativas del modelo 4.3 en su conjunto el $R^2 \text{ajustado}$ es 24% por lo cual existe un 24% de la

variabilidad del PPA que es explicada por las variables NEM, PSU de Matemáticas y PSU Optativa. Además el valor p del modelo $= 0,000 < \alpha = 0,05$, lo cual indica que existe al menos una variable significativa dentro del modelo, luego al observar los valores p de cada variable se tiene que *NEM, PSU Matemáticas y PSU Optativa* poseen un $valor\ p < \alpha = 0,05$, debido a esto se rechaza la hipótesis nula para el nivel de significancia mencionado, por lo cual cada variable de forma independiente es significativa para el modelo.

Al realizar el análisis residual del modelo 4.3 se obtiene:

-Linealidad del modelo: los gráficos residuales (ver anexo 4) muestran una distribución aleatoria en sus puntos, por lo tanto el modelo ajustado es el adecuado para los datos.

-Homocedasticidad: Al analizar los gráficos residuales (Ver anexo 4), se puede observar que hay indicios claros de que la hipótesis de homocedasticidad se cumple:

$$H_0 : \sigma^2 = cte$$

$$H_1 : \sigma^2 = f(x)$$

Ya que el valor $p = 0,339 > 0,05$, no existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto se cumple el supuesto de homocedasticidad.

-Normalidad: Para estudiar la normalidad del modelo analizamos la prueba de Kolmogorov-Smirnov, al observar la Figura 4.4 se logra concluir que la hipótesis H_0 no es rechazada:

$$H_0 : \varepsilon \text{ se distribuyen normal}$$

$$H_1 : \varepsilon \text{ no se distribuyen Normal}$$

No hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula debido a que el $valor\ p > 0,150$, por lo tanto los errores se distribuyen normal.

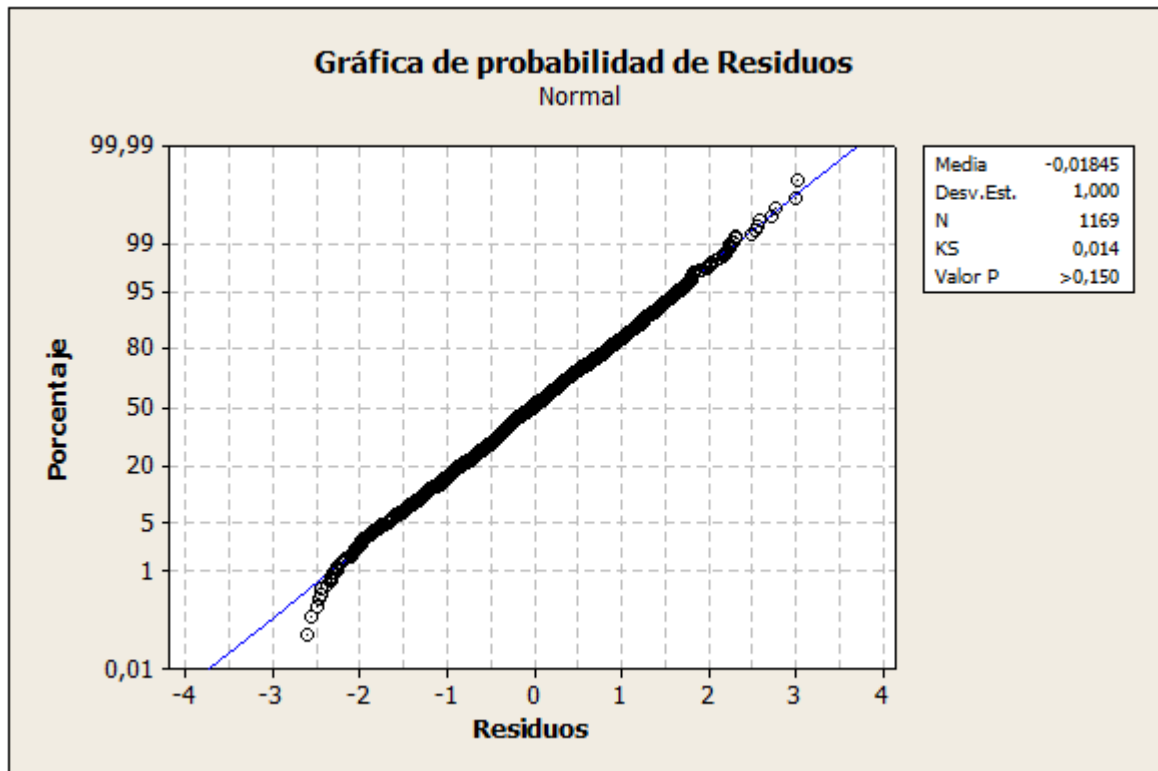


Figura 4.4. Gráfica de probabilidad normal de los residuos PPA v/s NEM, PSU Mat y PSU Optativa.
Fuente: Elaboración propia.

-Puntos atípicos: El rango de los datos debe estar dentro de $-2,25$ y $+2,25$ ($-3\sqrt{CME}$, $3\sqrt{CME}$), lo que indica al observar los gráficos de los residuales (Ver anexo 4), que para todas las variables no hay presencia de datos atípicos.

Debido a que todos los supuestos de regresión lineal múltiple se cumplen el modelo es el adecuado para los datos.

- **Modelo 4.2**

Se obtiene (ver anexo 2) que al analizar las variables del modelo 4.2 en su conjunto el R^2 ajustado es 19,7%, por lo cual existe un 19,7% de variabilidad del %CA que es explicado por las variables NEM, PSU de Matemáticas y PSU Optativa. Además el valor

p del modelo = 0,000 < $\alpha = 0,05$, lo cual indica que existe al menos una variable significativa dentro del modelo, luego al observar los valores p de cada variable se tiene que *NEM, PSU Matemáticas y PSU Optativa* poseen un *valor* $p < \alpha = 0,05$, debido a esto se rechaza la hipótesis nula para el nivel de significancia mencionado, por lo cual cada variable de forma independiente es significativa para el modelo.

Al realizar el análisis residual del modelo 4.4 se obtiene:

-Linealidad del modelo: los gráficos residuales (ver anexo 5) muestran una distribución aleatoria en sus puntos, por lo tanto el modelo ajustado es el adecuado para los datos.

-Homocedasticidad: Al analizar los gráficos residuales (Ver anexo 5), se observa que hay indicios claros de que la hipótesis de homocedasticidad se cumple:

$$H_0 : \sigma^2 = cte$$

$$H_1 : \sigma^2 = f(x)$$

Ya que el valor $p = 0,268 > 0,05$, no existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto se cumple el supuesto de homocedasticidad.

-Normalidad: Al realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov, se obtiene que la hipótesis H_0 no es rechazada según Figura 4.5:

$$H_0 : \varepsilon \text{ se distribuyen normal}$$

$$H_1 : \varepsilon \text{ no se distribuyen Normal}$$

No hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula debido a que el *valor* $p > 0,150$, por lo tanto los errores se distribuyen normal.

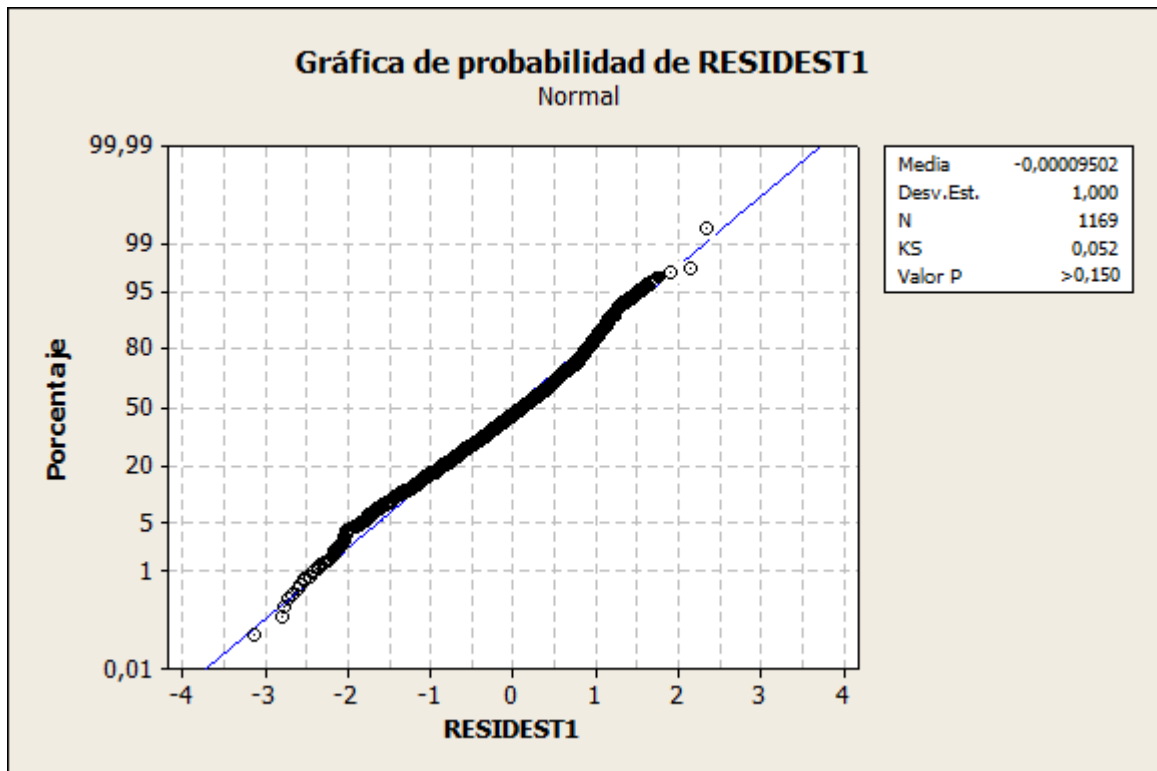


Figura 4.5. Gráfica de probabilidad normal de los residuos %CA v/s NEM, PSU Mat y PSU Optativa.
Fuente: Elaboración propia.

-Puntos atípicos: El rango de los datos debe estar dentro de $-74,1$ y $+74,1$ ($-3\sqrt{CME}$, $3\sqrt{CME}$), lo que indica al observar los gráficos de los residuales (Ver anexo 4) que para todas las variables no hay presencia de datos atípicos.

Debido a que todos los supuestos de regresión lineal múltiple se cumplen, el modelo es el adecuado para los datos.

4.9.3. Variables personales y del entorno.

Para poder obtener las correlaciones entre las variables personales y del entorno se utiliza la correlación biserial puntual (Espejo, Fernández, López, Muñoz, Rodríguez, Sánchez y Valero, 2006) ya que tenemos presencia de variables dicotómicas y continuas. Al hacer un análisis global para todos los años de estudio, los resultados de la Tabla 4.20

indica que las correlaciones más altas se obtienen en la variable Promoción con un coeficiente de correlación de 0,17 para el Promedio Ponderado de Notas y 0,16 para el Porcentaje de Créditos Aprobados, siendo estas correlaciones categorizadas como muy bajas. Cabe destacar que a través de la Tabla 4.21 se logra concluir que durante todos los años de estudios el género femenino obtiene mayor PPA y CA así también los alumnos que proceden de lugares fuera del Gran Concepción. Para la variable Promoción los alumnos que egresan de enseñanza media el año anterior de ingresar a la Universidad obtienen mayor PPA y CA, también los alumnos que egresan de colegios Científico Humanista y por último los alumnos que egresan de colegios Particulares y Particulares Subvencionados obtienen mejor PPA y CA.

Tabla 4.21. Correlaciones entre variables personales, del entorno y Promedio Ponderado de Notas y Créditos Aprobados considerando como datos todos los años de análisis.

	PPA	CA
Género	-0,08	-0,06
Procedencia	-0,04	-0,02
Promoción	0,17	0,16
Rama Educacional	0,08	0,06
Dependencia	0,13	0,13

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4.22 y 4.23 se muestran las combinaciones posibles entregadas por el programa Minitab para todas las variables analizadas en el modelo de regresión múltiple, tanto para el PPA y CA entregando como resultado que el mejor modelo para la Tabla 4.22 es el número 7 indicado en la última fila. Este modelo es el elegido para ser analizado ya que figura con un R-cuad. (ajustado) mayor y con un Cp de Mallows cercano al número de predictores usados en el modelo 7. En cambio para los datos analizados en la Tabla 4.23 el mejor modelo corresponde al número 5 ubicado en la quinta fila de la misma tabla, el cual solo incluye las variables Género, Promoción y Dependencia.

Tabla 4.22. Combinaciones posibles para todas las variables predictoras del PPA.

Modelo	Vars	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	Cp de Mallows	S	Género	Procedencia	Promoción	Rama educacional	Dependencia
1	1	2,7	2,6	19,7	0,84898			X		
2	1	1,8	1,8	29,7	0,85255					X
3	2	3,9	3,7	6,8	0,84398			X		X
4	2	3,1	2,9	16,9	0,84762			X	X	
5	3	4,3	4,1	3,5	0,84243	X		X		X
6	3	4	3,8	7	0,8437			X	X	X
7	4	4,4	4,1	4,1	0,84232	X		X	X	X
8	4	4,3	4	5,2	0,84268	X	X	X		X
9	5	4,4	4	6	0,84263	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.23. Combinaciones posibles para todas las variables predictoras del %CA.

Modelo	Vars	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	Cp de Mallows	S	Género	Procedencia	Promoción	Rama educacional	Dependencia
1	1	2,5	2,4	14,8	27,255			X		
2	1	1,7	1,6	24,6	27,368					X
3	2	3,6	3,4	3,5	27,112			X		X
4	2	2,7	2,5	14,2	27,237	X		X		
5	3	3,9	3,6	2,1	27,084	X		X		X
6	3	3,6	3,3	5,3	27,122			X	X	X
7	4	3,9	3,5	4	27,095	X		X	X	X
8	4	3,9	3,5	4,1	27,096	X	X	X		X
9	5	3,9	3,4	6	27,197	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo concluido por medio de los resultados de las Tablas 4.22 y 4.23 se analizan los modelos seleccionados.

Modelos de regresión lineal múltiple:

$$(4.4) \text{ Promedio PPA} = 4,03 - 0,115 \text{ Género} + 0,246 \text{ Promoción} + 0,0827 \text{ Rama educacional} + 0,189 \text{ Dependencia.}$$

$$(4.5) \text{ Promedio \% CA} = 52,5 - 3,09 \text{ Género} + 7,95 \text{ Promoción} + 6,15 \text{ Dependencia.}$$

- **Modelo 4.4**

Para ver si las variables son significativas en conjunto para el modelo se analiza la prueba de hipótesis global, la cual se describe a continuación:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{Algún } \beta_i \neq 0$$

Se obtiene (Ver Anexo 6) que a un nivel de significación del 5% para la ecuación (4.4), se rechaza la hipótesis nula por lo que al menos una de las pendientes es distinta de 0.

Como H_0 fue rechazado, se debe realizar un contraste múltiple, como se muestra a continuación:

$$H_0 : \beta_1 = 0 , H_0 : \beta_2 = 0 \dots H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0 , H_0 : \beta_2 \neq 0 \dots H_0 : \beta_k \neq 0$$

Por lo tanto H_0 será rechazado si $p \text{ value} < \alpha$ para algún nivel de significación dado. Se debe tener en cuenta que si la hipótesis H_0 no es rechazada estadísticamente se concluye que la variable asociada con pendiente 0 debe ser sacada del modelo y ajustar un nuevo modelo.

Se puede apreciar (Ver anexo 6) que la variable Rama Educacional no es significativa de manera individual dentro del modelo global para el PPA.

Dentro del modelo analizado anteriormente solo 3 variables son significativas, las cuales son analizadas en un nuevo modelo. La ecuación de regresión es:

$$(4.6) \quad \text{Promedio PPA} = 4,09 - 0,120 \text{ Género} + 0,255 \text{ Promoción} + 0,204 \text{ Dependencia}$$

- **Modelo 4.6**

Se obtiene (ver Anexo 7) que al analizar solo las 3 variables significativas del modelo 4.4 en su conjunto el R^2 ajustado es 4,1% por lo cual existe un 4,1% de la variabilidad del PPA que es explicada por las variables Género, Promoción y Dependencia. Además el valor p del modelo = $0,000 < \alpha = 0,05$, lo cual indica que existe al menos una variable significativa dentro del modelo, luego al observar los valores p de cada variable se tiene que *Género, Promoción y Dependencia* poseen un $valor p < \alpha = 0,05$, debido a esto se rechaza la hipótesis nula para el nivel de significancia mencionado, por lo cual cada variable de forma independiente es significativa para el modelo.

Al realizar el análisis residual del modelo 4.6 se obtiene:

-Linealidad del modelo: los gráficos residuales (ver anexo 8) muestran una distribución aleatoria en sus puntos, por lo tanto el modelo ajustado es el adecuado para los datos.

-Homocedasticidad: Al analizar los gráficos residuales (Ver anexo 8), se puede observar que hay indicios claros de que la hipótesis de homocedasticidad se cumple:

$$H_0 : \sigma^2 = cte$$

$$H_1 : \sigma^2 = f(x)$$

Ya que el valor $p = 0,238 > 0,05$, no existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto se cumple el supuesto de homocedasticidad.

-Normalidad: Para estudiar la normalidad del modelo analizamos la prueba de Kolmogorov-Smirnov, al observar la Figura 4.6 se logra concluir que la hipótesis H_0 no es rechazada:

$$H_0 : \varepsilon \text{ se distribuyen normal}$$

$$H_1 : \varepsilon \text{ no se distribuyen Normal}$$

No hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula debido a que el *valor p* $> 0,150$, por lo tanto los errores se distribuyen normal.

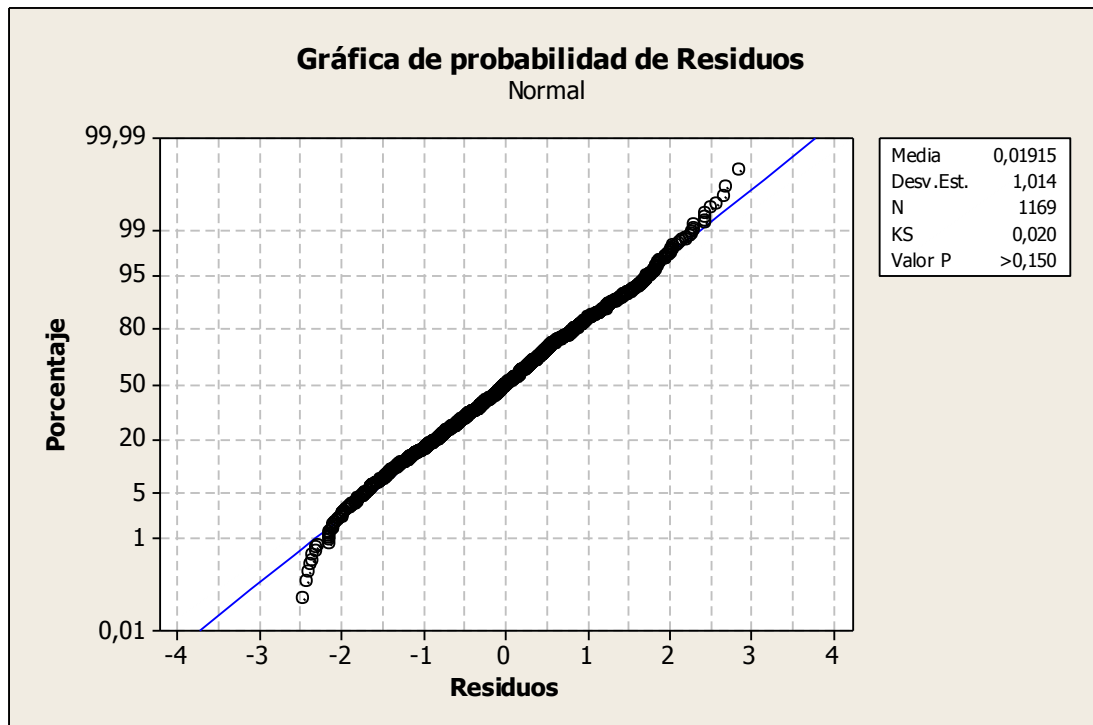


Figura 4. 6. Gráfica de probabilidad normal de los residuos PPA v/s Género, Promoción y Dependencia.
Fuente: Elaboración propia.

-Puntos atípicos: El rango de los datos debe estar dentro de -2,53 y +2.53 ($-3\sqrt{CME}, 3\sqrt{CME}$), lo que indica al observar los gráficos de los residuales (Ver anexo 8), que para todas las variables no hay presencia de datos atípicos.

Debido a que todos los supuestos de regresión lineal múltiple se cumplen el modelo es el adecuado para los datos.

- **Modelo 4.5**

Para ver si las variables son significativas en conjunto para el modelo se analiza la prueba de hipótesis global, la cual se describe a continuación:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{Algún } \beta_i \neq 0$$

Se obtiene (Ver Anexo 6) que a un nivel de significación del 5% para la ecuación (4.5), se rechaza la hipótesis nula por lo que al menos una de las pendientes es distinta de 0.

Como H_0 fue rechazado, se debe realizar un contraste múltiple, como se muestra a continuación:

$$H_0: \beta_1 = 0 , H_0: \beta_2 = 0 \dots H_0: \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0 , H_0: \beta_2 \neq 0 \dots H_0: \beta_k \neq 0$$

Por lo tanto H_0 será rechazado si $p \text{ value} < \alpha$ para algún nivel de significación dado. Se debe tener en cuenta que si la hipótesis H_0 no es rechazada estadísticamente se concluye que la variable asociada con pendiente 0 debe ser sacada del modelo y ajustar un nuevo modelo.

Se puede apreciar (Ver anexo 6) que la variable Género no es significativa de manera individual dentro del modelo global para la variable Y (% CA).

Dentro del modelo analizado anteriormente solo 3 variables son significativas, las cuales son analizadas en un nuevo modelo. La ecuación de regresión es:

$$(4.7) \quad \text{Promedio \% CA} = 50,4 + 8,22 \text{ Promoción} + 5,95 \text{ Dependencia}$$

- **Modelo 4.7**

Se obtiene (ver Anexo 7) que al analizar solo las variables significativas del modelo 4.5 en su conjunto el R^2 ajustado es 3,4% por lo cual existe un 3,4% de la variabilidad del %CA que es explicada por las variables Promoción y Dependencia. Además el valor p del modelo = 0,000 < $\alpha = 0,05$, lo cual indica que existe al menos una variable significativa dentro del modelo, luego al observar los valores p de cada variable se tiene que *Promoción y Dependencia* poseen un $valor\ p < \alpha = 0,05$, debido a esto se rechaza la hipótesis nula para el nivel de significancia mencionado, por lo cual cada variable de forma independiente es significativa para el modelo.

Al realizar el análisis residual del modelo 4.7 se obtiene:

-Linealidad del modelo: los gráficos residuales (ver anexo 9) muestran una distribución aleatoria en sus puntos, por lo tanto el modelo ajustado es el adecuado para los datos.

-Homocedasticidad: Al analizar los gráficos residuales (Ver anexo 9), se puede observar que hay indicios claros de que la hipótesis de homocedasticidad se cumple:

$$H_0 : \sigma^2 = cte$$

$$H_1 : \sigma^2 = f(x)$$

Ya que el valor $p = 0,137 > 0,05$, no existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto se cumple el supuesto de homocedasticidad.

-Normalidad: Para estudiar la normalidad del modelo analizamos la prueba de Kolmogorov-Smirnov, al observar la Figura 4.7 se logra concluir que la hipótesis H_0 no es rechazada:

$$H_0 : \varepsilon \text{ se distribuyen normal}$$

$$H_1 : \varepsilon \text{ no se distribuyen Normal}$$

No hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula debido a que el *valor p* $> 0,150$, por lo tanto los errores se distribuyen normal.

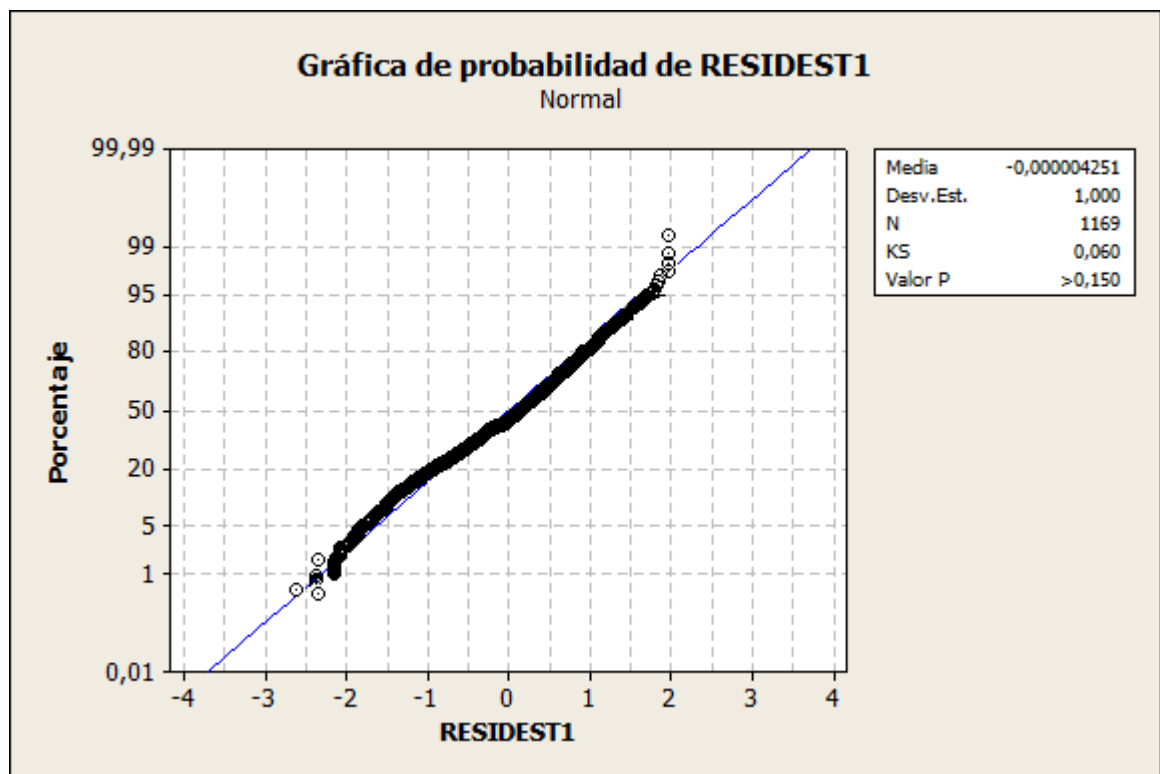


Figura 4.7. Gráfica de probabilidad normal de los residuos %CA v/s Promoción y Dependencia.

Fuente: Elaboración propia.

-Puntos atípicos: El rango de los datos debe estar dentro de $-81,3$ y $+81,3$ ($-3\sqrt{CME}$, $3\sqrt{CME}$), lo que indica al observar los gráficos de los residuales (Ver anexo 9), que para todas las variables no hay presencia de datos atípicos.

Debido a que todos los supuestos de regresión lineal múltiple se cumplen el modelo es el adecuado para los datos.

4.10. Variables de éxito académico; Titulados.

Como fue mencionado en el Capítulo I, los resultados de las regresiones para la variable de éxito académico se obtuvieron mediante la estimación de la regresión logística del Modelo Probit.

4.10.1. Pruebas de Selección Universitaria y Promedio de Notas de Enseñanza Media.

En la Tabla 4.25 se muestra la dirección de los efectos de cada variable sobre la probabilidad de que el alumno sea titulado al analizar las variables Pruebas de Selección Universitaria y Notas de Enseñanza Media, en este caso solo se analiza hasta el año de ingreso 2009 debido que los alumnos ingresados en años posteriores no cumplen la totalidad de ramos aprobados para concluir con la Titulación. Esta tabla indica que las variables independientes tienen un impacto positivo en la probabilidad de que el alumno sea titulado durante los años de estudios, lo cual se complementa directamente con los resultados de las variables analizadas para el rendimiento académico, esto implica que si los alumnos obtienen un mayor puntaje en las variables PSU y NEM, éstos tendrán una mayor probabilidad de éxito académico. Así también lo indica la Tabla 4.26, la cual entrega la dirección de los efectos de las variables PSU y NEM sobre la probabilidad de que el alumno sea Titulado de forma global (todos los años de estudio).

Tabla 4.24. Dirección de los efectos de cada variable sobre la probabilidad de que el alumno sea titulado para las variables PSU y NEM, Titulados. Años 2005 al 2009

	Titulados				
	2005	2006	2007	2008	2009
NEM	+	+	+	+	+
PSU Lenguaje	+	+	+	+	+
PSU Matemáticas	+	+	+	+	+
PSU Optativa	+	+	+	+	+

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.25. Dirección de los efectos de las variables PSU y NEM sobre la probabilidad de que el alumno sea Titulado. Todos los años de estudios

	Titulados
NEM	+
PSU Lenguaje	+
PSU Matemáticas	+
PSU Optativa	+

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 4.27 y 4.28 entrega la información logística binaria del siguiente modelo:

$$(4.8) \quad \text{PROBIT}[P(\text{Titulados} = 1)] = \beta_1 + \beta_2 \text{NEM} + \beta_3 \text{PSU Lenguaje} + \beta_4 \text{PSU Matemáticas} + \beta_5 \text{PSU Optativa} + \varepsilon$$

Tabla 4.26. Información de respuesta del modelo, todos los años y todas las variables.

Información de respuesta		
Variable	Valor	Conteo
Titulado	1	67 (Evento)
	0	1102
Total	1169	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.27. Regresión logística del modelo, todos los años y todas las variables.

Tabla de regresión logística				
Predictor	Coef.	Coef. de EE	Z	P
Constante	-5,13748	1,10435	-4,65	0,000
NEM	0,0017641	0,0008713	2,02	0,043
PSU Lenguaje	0,0002040	0,0012081	0,17	0,866
PSU Matemáticas	0,0035069	0,0015491	2,26	0,024
PSU Optativa	0,0005821	0,0013398	0,43	0,664

Fuente: Elaboración propia.

Log-verosimilitud = -266.787

Probar que todas las pendientes son cero: $G = 12,692$, $GL = 4$, valor $P = 0,013$

El valor p del modelo = $0,013 < \alpha = 0,05$, indica que con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ rechazamos la hipótesis nula es decir concluyendo que como mínimo una variable independiente es significativa para el modelo. Además al analizar el valor p para cada variable de forma individual se concluye que solo las variables NEM y PSU Matemáticas poseen un valor p del modelo $< \alpha = 0,05$, lo que indica que rechazamos la hipótesis nula para dicho nivel de significancia (coeficientes nulos).

Luego el nuevo modelo queda representado por:

$$(4.9) \quad \text{PROBIT}[P(\text{Titulados} = 1)] = \beta_1 + \beta_2 \text{NEM} + \beta_4 \text{PSU Matemáticas} + \varepsilon$$

Ahora es necesario observar cómo se comporta el modelo con solo las 2 variables mencionadas anteriormente. La Tabla 4.29 y 4.30 entrega información logística binaria sobre el modelo 4.9.

Tabla 4.28. Información de respuesta del modelo, todos los años y todas las variables.

Información de respuesta		
Variable	Valor	Conteo
Titulado	1	67 (Evento)
	0	1102
Total	1169	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.29. Regresión logística del modelo, todos los años y todas las variables.

Tabla de regresión logística				
Predictor	Coef.	Coef. de EE	Z	P
Constante	-4,96053	1,04453	-4,75	0,000
NEM	0,0017910	0,0008689	2,06	0,039
PSU Matemáticas	0,0039057	0,0013778	2,83	0,005

Fuente: Elaboración propia.

Log-verosimilitud = -266,940

Probar que todas las pendientes son cero: $G = 12,387$, $GL = 2$, valor $P = 0,002$.

Al observar el valor p del modelo $= 0,002 < \alpha = 0,05$, indica que se rechaza la hipótesis nula con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, esto indica que existe al menos una variable predictora dentro del modelo. Luego se observa el valor p para cada variable individual y nuevamente se rechaza la hipótesis nula para el nivel de significancia mencionado.

Al analizar las variables en análisis, se observa que estas tienen un coeficiente positivo lo cual indica que cualquier incremento en algunas de las variables tendrá un efecto significativo sobre la variable Titulados. Esto quiere decir que los alumnos que poseen un puntaje alto en NEM y PSU Matemáticas tienen mayor probabilidad de titularse de la carrera de Ingeniería Civil Industrial.

La Tabla 4.31 muestra las pruebas de bondad de ajuste que entrega el programa Minitab para los 3 test, indicando que el valor p para un test es mayor al nivel de

significancia $\alpha = 0,05$, lo cual implica que existe evidencia suficiente para afirmar que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos.

Tabla 4.30. Pruebas de bondad de ajuste del modelo, todos los años y todas las variables.

Pruebas de bondad de ajuste			
Método	Chi-cuadrada	GL	P
Pearson	976,224	896	0,032
Desviación	456,734	896	1,000
Hosmer-Lemeshow	16,418	8	0,037

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4.32 se puede observar que un 55,8% de los pares fue concordante, mientras que un 41,7% de los pares fue discordante. Las medidas de resumen indican que D de Somers (0,14) y Gamma de Goodman-Kruskal (0,14) son iguales debido a que hay muy pocos pares empatados (2,5%) en comparación al total (100%). Estos indican cuantos pares concordante más existen representados mediante el porcentaje del número total de pares. La medida D de Somers incluye los pares empatados en el cálculo, en cambio la medida Gamma de Goodman-Kruskal no los incluye.

Tabla 4.31. Medidas de asociación del modelo, todos los años y todas las variables.

Medidas de asociación:				
(Entre la variable de respuesta y las probabilidades pronosticadas)				
Pares	Número	Porcentaje	Medidas de resumen	
Concordante	44634	55,8	D de Somers	0,14
Discordante	33383	41,7	Gamma de Goodman-Kruskal	0,14
Empates	1991	2,5	Tau-a de Kendall	0,02
Total	80008	100		

Fuente: Elaboración propia.

4.11. Tasa de titulación oportuna de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial.

4.11.1. Alumnos titulados

La Figura 4.8 muestra la cantidad de alumnos que han logrado titularse para las cohortes 2005 a 2009, la cual tiene una notoria variación, disminuyendo la cantidad de alumnos titulados para el último año en estudio debido a que estos alumnos se encuentran desarrollando su Proyecto de Título, además cabe señalar que solo se utilizaron datos hasta el año 2014 y cierta cantidad de alumnos se titularon el primer semestre 2015 datos que no se incluyen en este análisis, es por ello que los alumnos ingresados el año 2009 poseen tan baja titulación. La mayor cantidad de alumnos titulados se presenta para aquellos alumnos ingresados en el año 2008.

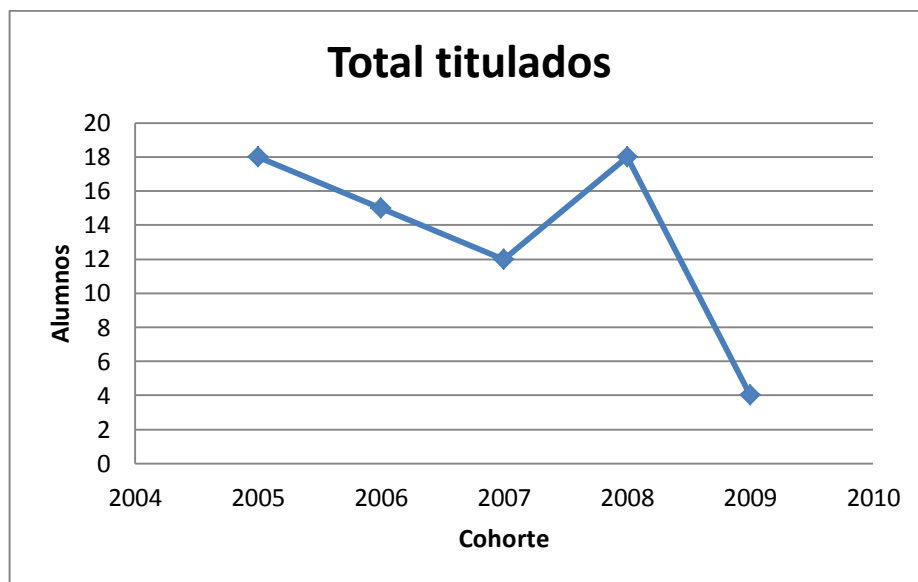


Figura 4.8. Cantidad de titulados según año de ingreso, años 2005 al 2009.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4.9 muestra la evolución de los alumnos según el año que lograron titularse, se nota un incremento en la cantidad de alumnos titulados el año 2014 esto se debe a que muchos alumnos de cohortes anteriores al año 2009 lograron titularse ese año, además del efecto causado por Anteproyecto de Título.

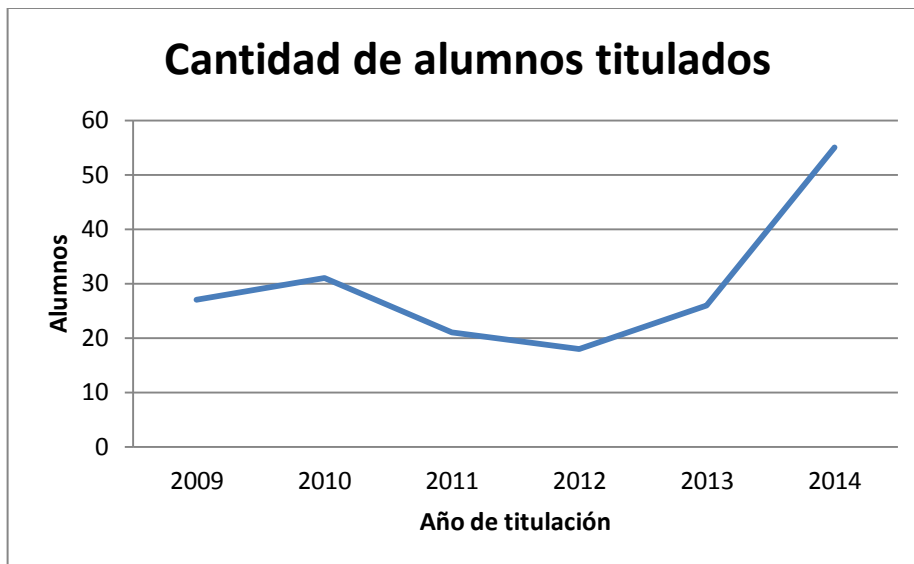


Figura 4.9. Evolución de titulados, años 2009 al 2014

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 4.33 entrega información acerca de la tasa de crecimiento anual de los alumnos titulados (15,3%), la cual tiene un crecimiento positivo confirmado en la Figura 4.9.

Tabla 4.32. Tasas de incremento anual, años 2009 al 2014

	Tasa de incremento anual
Pregrado	15,3%

Fuente: Elaboración propia.

4.11.2 Tasa de titulación oportuna

La Tabla 4.34 muestra el número de alumnos que se han titulado por cohorte. Para la cohorte 2009 existe una mayor tasa de titulación oportuna con un 26,28% la cual es estimada ya que para poder obtener esta información es necesario la cantidad de alumnos titulados el año 2014 y 2015 los cuales no se incluyen en este análisis, cabe mencionar que esta tasa de titulación es estimada usando información de la plataforma Cubix de la UCSC.

Tabla 4.33. Tasa de titulación oportuna.

Año	Alumnos ingresados	Titulación Oportuna	Tasa de titulación oportuna (%)
2005	74	7	9,45
2006	88	3	3,41
2007	121	2	1,65
2008	145	18	12,41
2009	128	34	26,28

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4.10 se observa que para el cohorte 2005 de un total de 18 alumnos titulados solo 7 de estos se titularon de forma oportuna, para el año 2006 solo 3 alumnos de un total de 15 y para el año 2007 solo 2 alumnos de un total de 12. Al analizar el cohorte 2008 la cantidad de alumnos titulados se iguala a la cantidad de alumnos titulados oportunamente.

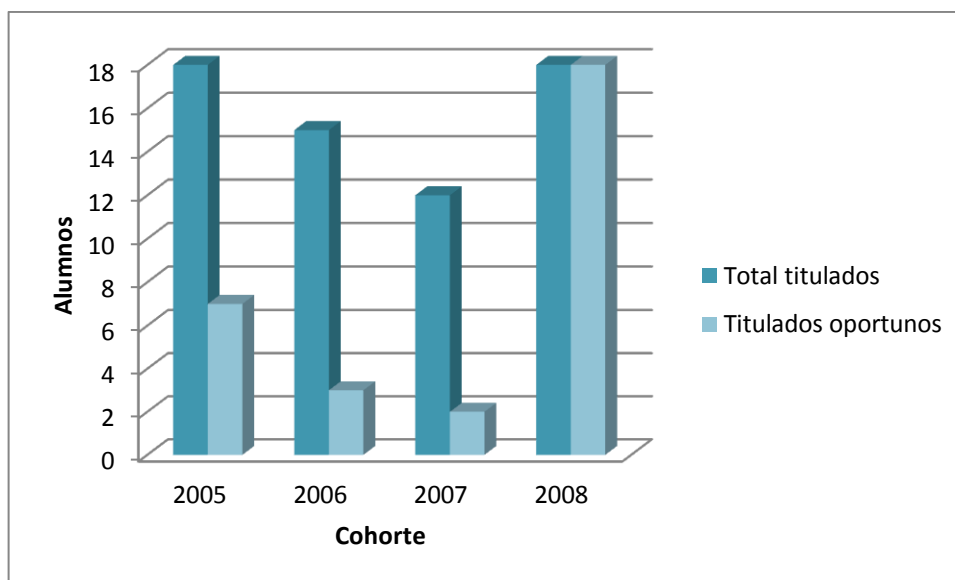


Figura 4.10. Distribución del total de titulados y titulados oportunos.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Figura 4.11 que los estudiantes que se titulan oportunamente tienen mejores puntajes PSU y NEM que los que no se titulan oportunamente, comportamiento que es sistemático y que muestra una diferencia mayor a 20 puntos para todos los cohortes analizados.

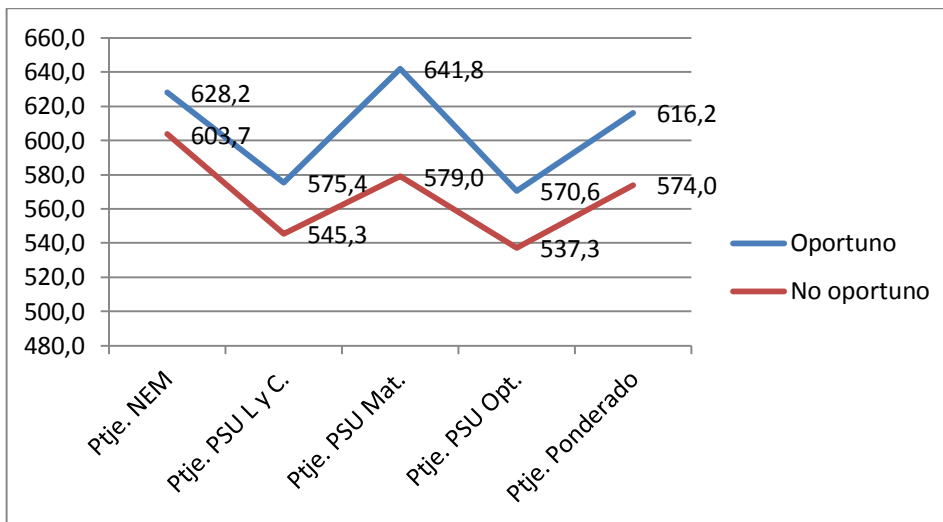


Figura 4.11. Puntajes PSU y NEM según titulación oportuna y no oportuna.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4.12 se muestra el porcentaje de los alumnos que se titulan oportunamente y los que no se titulan oportunamente versus las variables personales y del entorno. A través de los datos obtenidos se observan diferencias entre las variables Género, Promoción y Procedencia en cambio para las variables Dependencia y Rama educacional se observa que son muy similares los porcentajes de alumnos titulados tanto oportuno como no oportuno.

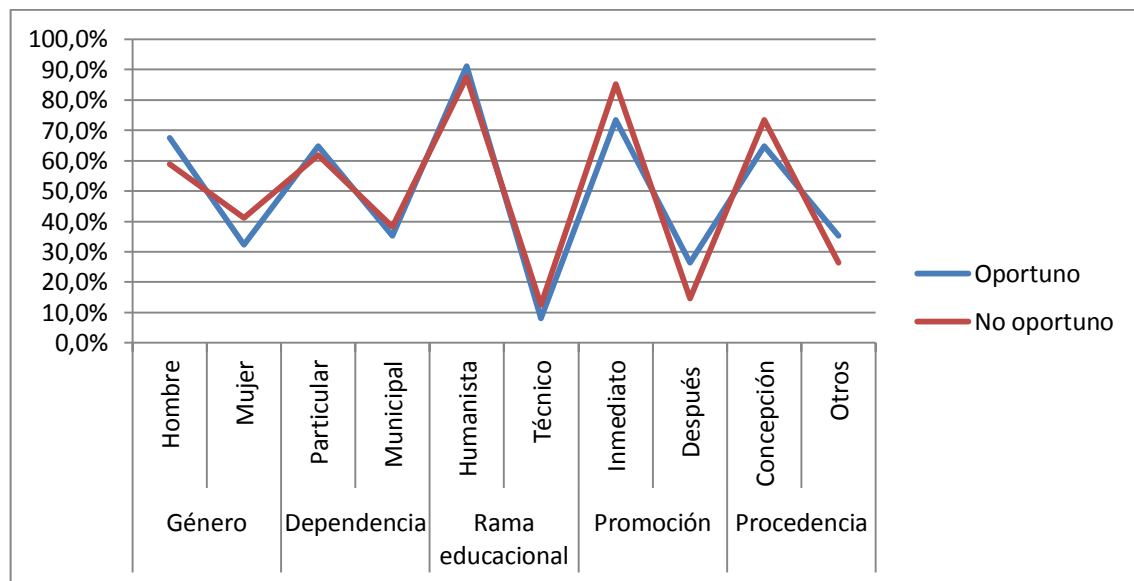


Figura 4.12. Variables personales y del entorno según titulación oportuna y no oportuna.

Fuente: Elaboración propia.

Para tener una idea más clara sobre la cantidad de alumnos matriculados y titulados la Tabla 4.35 representa estas diferencias para cada año estudiado.

Tabla 4.34. Evolución de titulados.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Año ingreso	Matr/Titul	Matr/Titul	Matr/Titul	Matr/Titul	Matr/Titul	Matr/Titul
2001	124/12	124/6	121/1	121/1		
2002	114/7	114/12	114/6	114/4	114/1	114/1
2003	115/7	115/8	115/7	115/5	115/8	115/6
2004	107/1		107/2	107/3	107/10	107/3
2005		74/3	74/4	74/5	74/3	74/3
2006		88/2	88/1		88/2	88/10
2007					121/2	121/10
2008						145/18
2009						128/4

Fuente: Elaboración propia.

4.11.3. Variables PSU y NEM representativas de la Titulación Oportuna.

La Tabla 4.36 entrega la información logística del siguiente modelo:

$$(4.10) \text{ PROBIT}[P(\text{TituladosOportunos} = 1)] = \beta_1 + \beta_2 \text{NEM} + \beta_3 \text{PSULenguaje} + \beta_4 \text{PSUMatemáticas} + \beta_5 \text{PSUOptativa} + \varepsilon$$

Tabla 4.35. Regresión logística del modelo, todos los años y todas las variables.

Tabla de regresión logística				
Predictor	Coef	Coef. de EE	Z	P
Constante	-7,84120	1,28583	-6,10	0,000
NEM	0,0025975	0,0010194	2,55	0,011
PSU Lenguaje	-0,0003953	0,0014034	-0,28	0,778
PSU Matemáticas	0,0064962	0,0018100	3,59	0,000
PSU Optativa	0,0014796	0,0016000	0,92	0,355

Fuente: Elaboración propia.

Log-verosimilitud = -189,644

Probar que todas las pendientes son cero: $G = 27,492$, $GL = 4$, valor $p = 0,000$.

El valor p del modelo = $0,000 < \alpha = 0,05$, indica que con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ rechazamos la hipótesis nula, concluyendo que existe al menos una variable independiente significativa para el modelo. Además al analizar el valor p para cada variable de forma individual en la Tabla 4.37, se concluye que las variables PSU Lenguaje y PSU Optativa tienen un valor $p > 0,05$, por lo cual es necesario plantear un nuevo modelo de análisis con solo las variables significativas, el cual es el siguiente:

$$(4.11) \text{ PROBIT}[P(\text{TituladosOportunos} = 1)] = \beta_1 + \beta_2 \text{NEM} + \beta_4 \text{PSUMatemáticas} + \varepsilon$$

Tabla 4.36.Regresión logística del modelo, todos los años y todas las variables.

Tabla de regresión logística				
Predictor	Coef	Coef. de EE	Z	P
Constante	-7,59533	1,22228	-6,21	0,000
NEM	0,0025803	0,0010117	2,55	0,011
PSU Matemáticas	0,0071064	0,0016039	4,43	0,000

Fuente: Elaboración propia.

Log-verosimilitud = -190,058

Probar que todas las pendientes son cero: $G = 26,665$, $GL = 2$, valor $p = 0,000$.

Al observar el nuevo valor p del modelo $= 0,000 < 0,05$, lo cual indica que rechazamos la hipótesis nula con un valor de significancia $\alpha = 0,05$, por lo cual existe al menos una variable significativa para el modelo. Además al observar el valor p para cada variable individual se rechaza la hipótesis nula ya que los valores p de cada variable son $< 0,05$, por lo tanto ambas variables analizadas son significativas para el modelo.

Al analizar las variables en análisis, se observa que estas tienen un coeficiente positivo lo cual indica que cualquier incremento en algunas de las variables tendrá un efecto significativo sobre la variable Titulados oportunamente. Esto quiere decir que los alumnos que poseen un puntaje alto en NEM y PSU Matemáticas tienen mayor probabilidad de titularse de manera oportuna de la carrera de Ingeniería Civil Industrial.

La Tabla 4.38 entrega información acerca de las pruebas de bondad de ajuste, indicando que el valor P para dos test es mayor que el nivel de significancia $\alpha = 0,05$, lo cual implica que existe evidencia suficiente para afirmar que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos.

Tabla 4.37. Regresión logística del modelo, todos los años y todas las variables.

Pruebas de bondad del ajuste			
Método	Chi-cuadrada	GL	P
Pearson	971,149	896	0,041
Desviación	322,746	896	1,000
Hosmer-Lemeshow	8,848	8	0,355

Fuente: Elaboración propia.

Es posible concluir a través de la información obtenida, que las variables PSU y NEM que son capaces de predecir la cantidad de alumnos titulados y la titulación oportuna son similares.

4.11.4. Proyección tasa de titulación oportuna.

La proyección de la tasa de titulación oportuna se realizó a través de un análisis de regresión lineal múltiple, la cual entregó el crecimiento total de alumnos titulados oportunamente 5 años después del análisis actual.

La regresión entregó la siguiente información:

(4.12) Tasa de Titulación oportuna =

$$-34,5 + 0,0232NEM + 0,0549 PSU MATEMÁTICAS$$

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P	VIF
Constante	-34,519	5,597	-6,17	0,000	
PTJE_NEM	0,023203	0,004862	4,77	0,000	1,000
PTJE_MAT	0,054892	0,008053	6,82	0,000	1,000

S = 8,59643 R-cuad. = 10,9% R-cuad.(ajustado) = 10,6%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	2	5023,9	2512,0	33,99	0,000
Error residual	553	40865,9	73,9		
Total	555	45889,8			

El modelo 4.12 tiene como variable “Y” la tasa de titulación oportuna y como variable “X” NEM y PSU Matemáticas. Cabe mencionar que hay un 10,6% de la variabilidad presente en la tasa de titulación oportuna que queda explicada por las variables *NEM y PSU Matemáticas*. Se utilizan las variables NEM y PSU Matemáticas ya que estas son las más representativas para la tasa de titulación oportuna.

Cabe señalar que el valor p del modelo $= 0.000 < \alpha = 0,05$, lo cual indica que con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, concluyendo que existe al menos una variable independiente significativa para el modelo. Al analizar el valor p para cada variable de forma individual se vuelve a rechazar la hipótesis nula con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ debido a que los dos coeficientes son inferiores a 0,05.

Al realizar el análisis residual del modelo 4.12 se obtiene:

-Linealidad del modelo: los gráficos residuales (ver anexo 10) muestran una distribución aleatoria en sus puntos, por lo tanto el modelo ajustado es adecuado para los datos.

-Homocedasticidad: Al analizar los gráficos residuales (ver anexo 10), se puede observar que hay indicios claros de que la hipótesis de homocedasticidad se cumple:

$$H_0 : \sigma^2 = cte$$

$$H_1 : \sigma^2 = f(x)$$

Ya que en el valor $p = 0,209 > 0,05$, no existe evidencia suficiente para rechazar H_0 por lo tanto cumple el supuesto de homocedasticidad.

-Normalidad: Para estudiar la normalidad del modelo analizamos la prueba de Kolmogorov-Smirnov, al observar la Figura 4.13 se logra concluir que la hipótesis H_0 no es rechazada.

$$H_0 : \varepsilon \text{ se distribuyen normal}$$

$$H_1 : \varepsilon \text{ no se distribuyen Normal}$$

No hay evidencia para rechazar la hipótesis nula debido a que el *valor p* $> 0,150$, por lo tanto los errores se distribuyen normal.

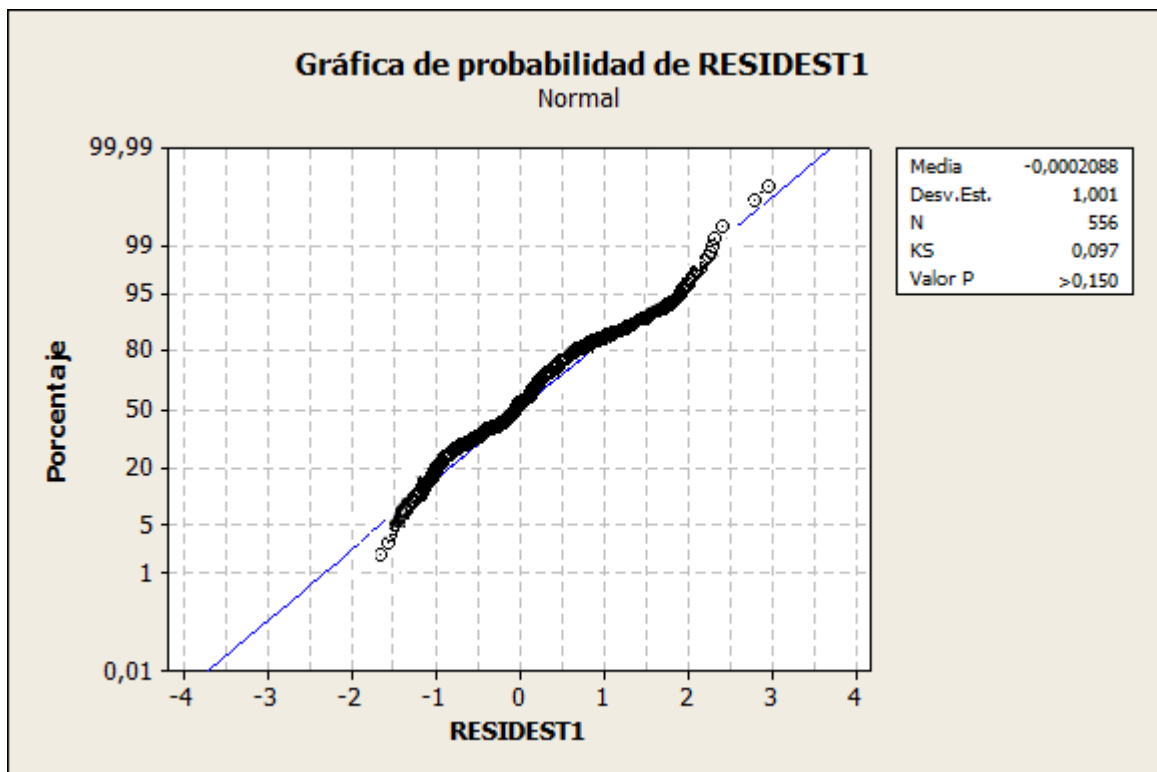


Figura 4.13. Gráfica de probabilidad normal de los residuos Titulado oportunos v/s NEM y PSU Matemáticas.
Fuente: Elaboración propia.

-Puntos atípicos: El rango de los datos debe estar dentro de $-25,79$ y $+25,79$ ($-3\sqrt{CME}$, $+3\sqrt{CME}$), lo que indica al observar los gráficos de los residuales (Ver anexo 10), que para todas las variables no hay presencia de datos atípicos.

Debido a que todos los supuestos de regresión lineal múltiple se cumplen el modelo es el adecuado para los datos.

Según la Tabla 4.39 la tasa de titulación oportuna muestra un aumento para aquellos alumnos ingresados el año 2012, 2013, 2014 en comparación a los años anteriores, esto puede deberse al cambio de plan ya que desde el año 2011 en adelante los alumnos pertenecen al plan 4 de la carrera de Ingeniería Civil Industrial. Este cambio de plan puede traer mejoras a la tasa de titulación oportuna de los alumnos, así también todas las mejoras que se han introducido en los procedimientos de titulación por medio de la Universidad.

Tabla 4.38. Porcentaje de alumnos titulados oportunamente actuales y proyectados.

Cohorte	Tasa de titulación oportuna (%)
2005	9,45
2006	3,41
2007	1,65
2008	12,41
2009	26,28
2010	19,67
2011	20,23
2012	28,23
2013	43,71
2014	36,76

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V: Resultados, Conclusiones y Recomendaciones.

5.1. Resultados y conclusiones

En este estudio se analizó la capacidad predictiva de la PSU y otros factores para el rendimiento y éxito académico de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción durante los años 2005 al 2014, con un

total de 1169 alumnos analizados. En base a ese análisis, posteriormente se proyectó la tasa de titulación oportuna de los alumnos ingresados desde el año 2010 al 2014.

Este estudio se basó en otros análisis similares, mediante ello se definió las variables Promedio Ponderado de Notas Anual y Porcentaje de Créditos Aprobados representativas del Rendimiento Académico. Cabe mencionar que la variable Titulado no ha sido utilizada en otros estudios anteriores para representar el Éxito Académico de los alumnos. Las variables dependientes mencionadas anteriormente (Rendimiento y Éxito Académico) fueron analizadas con toda la información disponible durante los 10 años analizados, por lo cual fue posible determinar la capacidad predictiva de las variables en un largo plazo. Las variables que fueron utilizadas para predecir el rendimiento y éxito académico se agruparon en las Pruebas de Selección Universitaria y Promedio de Notas de Enseñanza Media, Variables Personales y del Entorno.

Las conclusiones del estudio se presentan a continuación de forma ordenada según los objetivos, comenzando por el objetivo general el cual quiere determinar las variables que permiten predecir el rendimiento y éxito académico de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, pertenecientes al plan 3 y 4 y posteriormente con los objetivos específicos; el aporte de la prueba de selección universitaria (PSU) y notas de enseñanza media (NEM) como predictor del rendimiento y éxito académico, el aporte predictivo de las variables personales y del entorno sobre el rendimiento y éxito académico y la proyección de la tasa de titulación oportuna para generaciones del plan 3 y 4.

5.1.1. Variables que permiten predecir el rendimiento y éxito académico de los alumnos de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, pertenecientes al plan 3 y 4

Las variables representativas Pruebas de Selección Universitaria y Notas de Enseñanza Media, predicen de mejor manera el Rendimiento y Éxito Académico dentro de

todas las variables analizadas en el modelo de regresión múltiple y logística para el Rendimiento Académico. Las siguientes variables que predicen con menor nivel el rendimiento académico son las variables Personales las cuales tienen una influencia relativamente baja en excepción la variable Promoción, la cual tiene una predicción mayor para la variable de rendimiento académico. Posteriormente se encuentran las variables del Entorno en donde las variables de rama educacional y dependencia del colegio de origen son relevantes con menor influencia sobre el rendimiento académico.

Al analizar el éxito académico las variables Pruebas de Selección Universitaria y Notas de Enseñanza Media son las que predicen el éxito de los alumnos. Es por ello que se debe tener presente que las variables PSU y NEM son en parte resultado de las variables Individuales y del Entorno lo cual hace que estas variables tengan un poder predictivo mayor.

5.1.2. Aporte de la prueba de selección universitaria (PSU) y notas de enseñanza media (NEM) como predictor del rendimiento y éxito académico

Al realizar el análisis general de todos los años de estudios, se observa que la PSU de Matemáticas, NEM y PSU Optativa predicen el rendimiento y éxito académico de los alumnos. La PSU de Matemáticas tiene un efecto mayor al de las NEM como predictor de la variable Y, por último la PSU Optativa. El que la PSU de Matemáticas sea una variable representativa tiene bastante relación, debido a que durante los tres primeros años en la carrera en estudio es esencial manejarse en este ámbito para poder aprobar los ramos de ciencias básicas.

En relación a la bondad de ajuste se tiene que respecto a otras investigaciones a nivel internacional, este análisis se encuentra por debajo de los obtenidos en ellas con un R^2 entre 40,9% y 45,4% (Rothstein, 2003). En cambio este estudio tiene bondades de ajuste similares a la de los estudios nacionales, ya que Fischer y Repetto (2003) obtienen un R^2 entre 24% y 50% y el Comité Técnico del CRUCH (2006 y 2008) un R^2 entre 21% y 26%, siendo este último muy parecido al estudio realizado los cuales se encuentran entre 19,7%

para el % CA y 24% para el PAA. Esto quiere decir que el rendimiento y éxito de los alumnos estudiados es muy parecido a los estudios realizados para otras universidades del país.

Respecto a los Test F de significancia conjunta, se obtiene que para las regresiones, los modelos explican en su conjunto el Promedio Ponderado de Notas y el Porcentaje de Créditos Aprobados, siendo estadísticamente significativos al 5%.

5.1.3. Aporte predictivo de las variables personales y del entorno sobre el rendimiento y éxito académico

Se observa en general que las variables personales y del entorno tienen un impacto menor en el modelo para el caso del rendimiento y éxito académico.

De acuerdo a las variables personales, la variable género confirma los resultados obtenido en otros estudios. Se obtiene que el género femenino tiene un mejor rendimiento académico que el género masculino. Esta diferencia de rendimiento académico entre diferentes géneros podría darse de igual manera para ambos, ya que no existe una razón técnica por la cual la mujer tenga mejor rendimiento que los hombres. Tanto hombres como mujeres tienen las mismas capacidades, por lo cual las ganas y el esfuerzo de cada alumno es de interés personal.

Otra variable analizada es la Procedencia del alumno la cual indica que los alumnos no provenientes del Gran Concepción obtienen un mayor rendimiento académico.

Y por último los alumnos que ingresaron a la Universidad inmediatamente luego de egresar de cuarto medio junto con aquellos que egresaron de colegios particulares y particulares subvencionados obtienen un mejor rendimiento académico durante todos los años de estudios. El que los alumnos egresados de colegios municipales no tengan un buen rendimiento y éxito académico puede ser debido a la metodología de estudio y enseñanza

que emplean los colegios municipales de enseñanza media, la cual tiene problemas de eficiencia y de calidad, afectando directamente al alumno al ingresar a la universidad. También aquellos alumnos que no ingresan inmediatamente a la universidad después de egresar de cuarto medio se ven perjudicados en su rendimiento, debido a que han perdido el hábito de estudio u olvidado tópicos educativos necesarios en la carrera de Ingeniería Civil Industrial. Por último aquellos alumnos que egresaron de colegios científico humanista tienen un mejor rendimiento que aquellos alumnos que egresan de colegio técnicos profesionales, esto se debe a que la malla de la carrera en estudio se relaciona más con las asignaturas enseñadas para aquellos alumnos egresados de colegios científico humanista, es por ello que éstos inician la carrera con mejor preparación.

Cabe mencionar que las variables personales y del entorno en forma conjunta solo son significativas para el rendimiento académico, ya que para el éxito académico no es posible realizar el análisis debido a la naturaleza de los datos. Por último la variable que predice de mejor manera el rendimiento académico es la variable Promoción la cual obtuvo la correlación más alta y mayor varianza explicada en relación a las demás variables. Esto quiere decir que es necesario para los alumnos que cursan cuarto año medio ingresar a la Universidad apenas egresen de enseñanza media, ya que esto le permite obtener mejor rendimiento durante su estadía en la Universidad.

5.1.4. Proyección de la tasa de titulación oportuna para generaciones del plan 3 y 4.

Al realizar la proyección de la tasa de titulación oportuna se obtiene que existe una tasa de titulación más alta para aquellos alumnos pertenecientes al plan 4 de la carrera de Ingeniería Civil Industrial, esto indica que el cambio de plan ha sido conveniente para los alumnos lo cual les permite titularse en el tiempo correcto y con mejor rendimiento. Esto no quiere decir que el plan 3 sea deficiente, sino indica que el plan 4 implemento mejores metodologías de enseñanza y cambios que reflejan buenos resultados en los alumnos.

6.2. Recomendaciones

Como este análisis muestra que uno de los factores que predicen el rendimiento y éxito académico es el NEM, sería apropiado controlar la ponderación de ésta, debido a que se podría causar una inflación de notas en los establecimientos educacionales de enseñanza media, de esta manera la variable NEM ya no sería una variable que refleje el verdadero rendimiento de los alumnos.

Así también dentro de este estudio se ha logrado obtener que existen otros factores que influyen en el rendimiento y éxito académico de los alumnos, lo cual sería importante poder estudiar su inclusión en el proceso de admisión de la Universidad.

Este estudio es el primero realizado para la carrera de Ingeniería Civil Industrial para los años mencionados por lo cual es necesario continuar con este tipo de estudios los próximos años, ya que la capacidad predictiva de las variables puede ir variando respecto a los nuevos alumnos que ingresen a la carrera.

CAPÍTULO VI: Referencias bibliográficas

Aedo, C., & Larrañaga, O. (1994). *Educación privada vs. Pública en Chile: calidad y sesgo de selección*. Mimeo. Programa de postgrado en Economía ILADES/Georgetown University.

Aguirre, N. (2012). *Factores que predicen el rendimiento académico en la escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile*. Tesis de Magíster, Dpto. de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile. (Santiago, Chile).

Betts, J., & Morrel, D. (1999). *The Determinants of Undergraduate Grade point Average: The Relative Importance of Family Background, High School Resources, and Peer Group Effect*. Journal of Human Resources.

Contreras, D., Gallegos, S., & Meneses, F. (2009). *Determinantes de desempeño universitario: ¿Imorta la habilidad relativa? Análisis ex-ante y ex-post de una política pública*, Informe final.(Santiago: CNE).

Contreras, M., Corbalán, F., & Redondo, J. (2007). *Cuando la suerte está echada: Estudio cuantitativo de los factores asociados al rendimiento de la PSU*. Editado por Universidad de Chile. (Santiago, Chile). Disponible en: http://www.opech.cl/bibliografico/calidad_equidad/Estudio_sobre_la_PSU_Contreras_Corbalan_Redondo.pdf. [Consultado 7 de enero de 2015].

Comité Técnico Asesor Honorable Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH). (2003). *Estudio Validez diferencial y sesgo de predictividad de las Pruebas de Admisión a las Universidades Chilenas*. Documentos Técnicos. Disponible en: http://www.consejoderectores.cl/web/pdf/validez_diferencial.pdf. [Consultado 4 de enero de 2015].

Comité Técnico Asesor Honorable Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH). (2008). *Estudio acerca de la validez predictiva de los factores de selección a las universidades del consejo de rectores admisiones 2003 a 2006*. Documentos Técnicos. Disponible en: http://sistemadeadmision.consejodirectores.cl/documentos/publicaciones/otras/Estudio_de_Validez_Predictiva_2003-2006.pdf. [Consultado 4 de enero de 2015].

Comité Técnico Asesor Honorable Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH). (2015). *Consejo de rectores de las universidades Chilenas: Factores de selección universitaria*. Disponible en: <http://sistemadeadmision.consejodirectores.cl>. [Consultado 5 de enero de 2015].

Devore, Jay. L (2008). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. Séptima edición.

Díaz, E., Himmel, E & Maltes, S. (1994). *Evolución histórica del sistema de selección a las Universidades chilenas 1967-1983*. In: Lemaitre, M.J. (ed.) *La Educación Superior en Chile: un sistema en Transición*. (Santiago, Chile).

Figueroa, A. (2000). *Estudio de algunos predictores de rendimiento académico universitarios, en especial el puntaje de selección y las notas de enseñanza media, en la carrera de Pedagogía en Biología, Química y Ciencias Naturales, Promociones 1990 a 1995*. Tesis Profesor de Biología., Química y Ciencias Naturales. (Valdivia, Chile).

Fischer, R & Repetto, A. (2003). *Método de selección y resultados académicos: Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile*, Estudios Públicos, Centro de Estudios Públicos. Disponible en: http://www.cepchile.cl/dms/archivo_3234_1580/rev92_fischer.pdf. [Consultado 5 de enero de 2015].

Gallardo, G., & Morales, Y, (2009). *Resultados Encuesta Novatos UC*. Disponible en: http://www.google.cl/search?hl=es&rlz=1R2SUNA_esCL374&q=Resultados+Encuesta+Novatos+UC+2009&btnG=Buscar&meta=&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=. [Consultado 10 de enero de 2015].

Grez, N., Cazanave, J., González, M & Gil-Ilambias, F. (1994). *Una propuesta al proceso de selección a las universidades chilenas: Iniciativa 4.Anexo III. In: Donoso, S. 25 años de la PAA. ¿Un proceso de selección?* (Santiago, Chile).

Gujarati, D., Porter D. (2009). *Econometría*, quinta edición.

Meneses, F., Parra, A., & Zenteno, L. (2005). *¿Se puede mejorar el sistema de ingreso alas universidades chilenas? El uso del ranking en la Universidad Católica de Chile, Universidad de Chile y Universidad de Santiago de Chile*. Disponible en: <http://www.ideaseneducacion.cl/wp-content/uploads/2008/07/resumen-trabajo-conjunto-sistema-de-ingreso.pdf>. [Consultado 15 de junio de 2015].

Pizarro, R. (1985). *Rasgos y actitudes del profesor efectivo*. Tesis para optar el grado de Magíster en Ciencias de la Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile. (Santiago, Chile).

Prado, S (2008). *Estudio de validez predictiva de la PSU y comparación con el sistema PAA*, Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Industrial. (Santiago, Chile).

Reyes, A & Torres, M. (2009). *La PSU y otros factores de rendimiento y éxito académico universitario. El caso de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*, Memoria de Titulación, Escuela de Ingeniería Comercial, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.(Valparaíso, Chile).

Rothstein, J. (2003). “*SAT Scores, High Schools, and Collegiate Performance Predictions*”. Working paper, Princeton University. (Princeton).

UCSC. (2015). *Universidad Católica de la Santísima Concepción. Historia facultad de Ingeniería*. Concepción. Disponible en: <http://www.ucsc.cl/nuestra-universidad/reseña-historica/>. [Consultado 20 de junio de 2015].

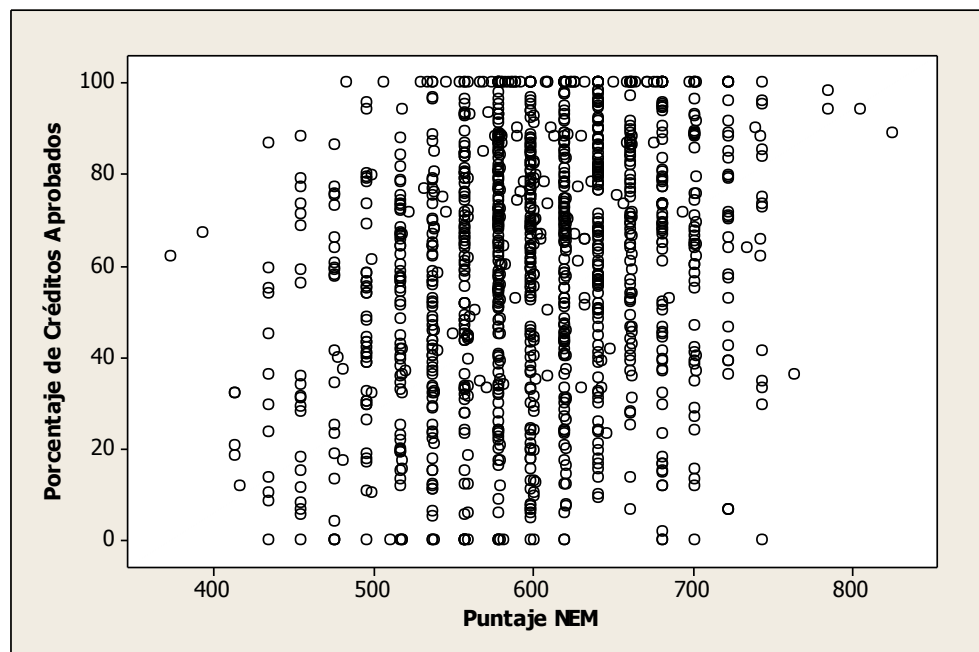
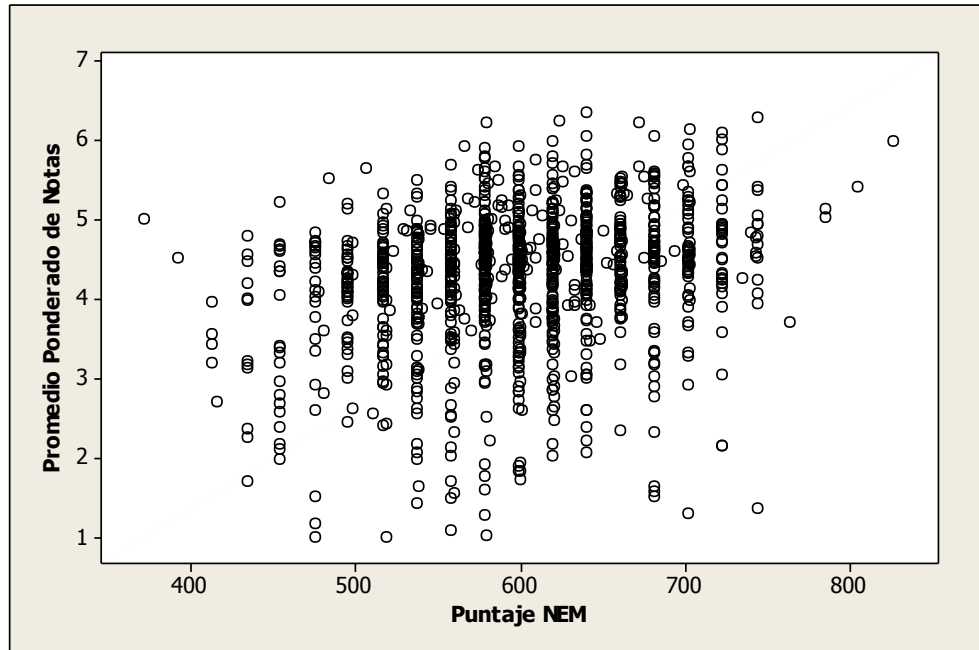
Valdivieso, L. (1994). *La PAA, una visión prospectiva. Anexo II. In: Donoso, S.; Hawes, G. 25 años de La Prueba. ¿Un proceso de selección?*(Santiago, Chile).

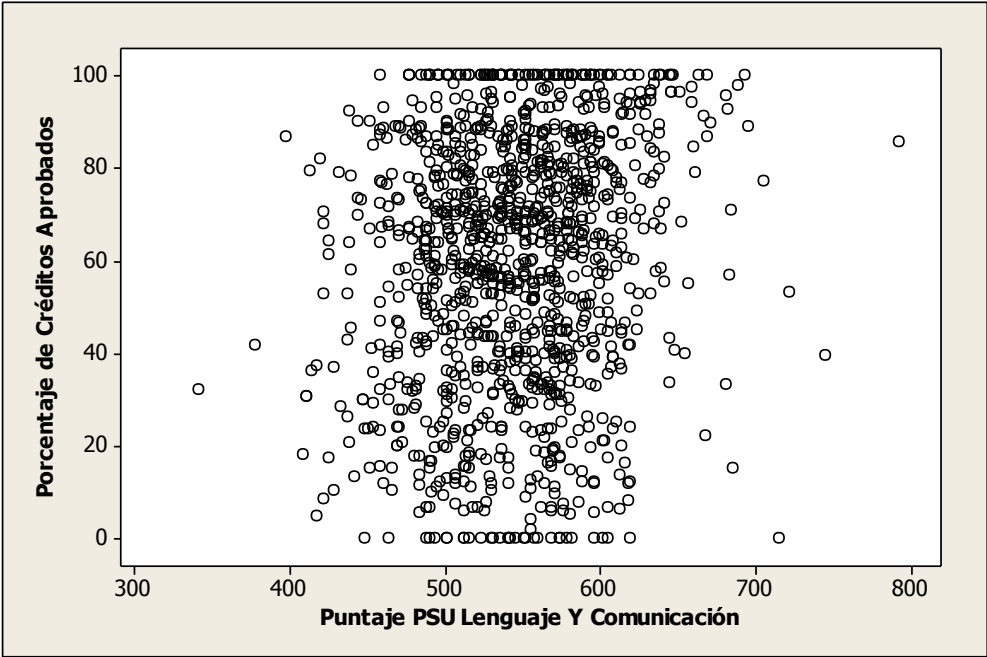
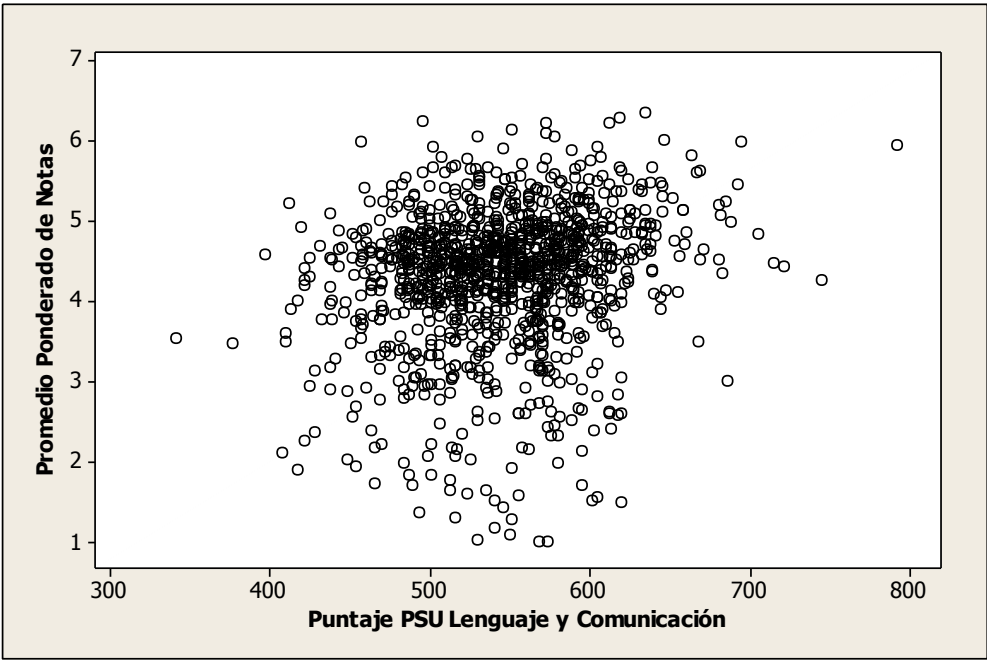
Vial, B & Soto, R. (2002). *¿Predice la PAA el rendimiento o éxito en la Universidad?*, Administración y economía, Universidad Católica de Chile. (Santiago, Chile).

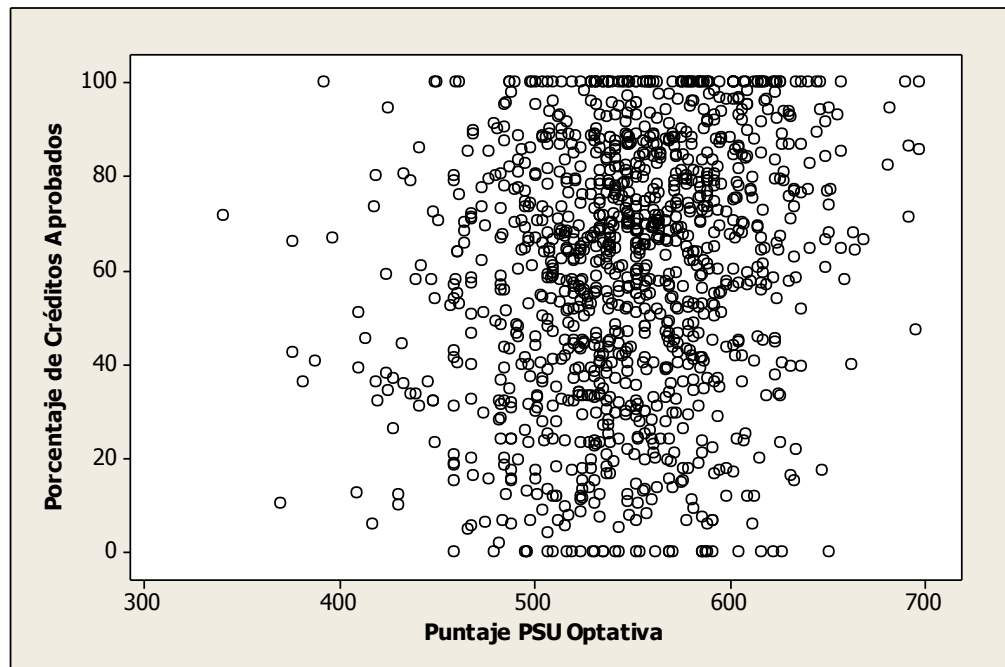
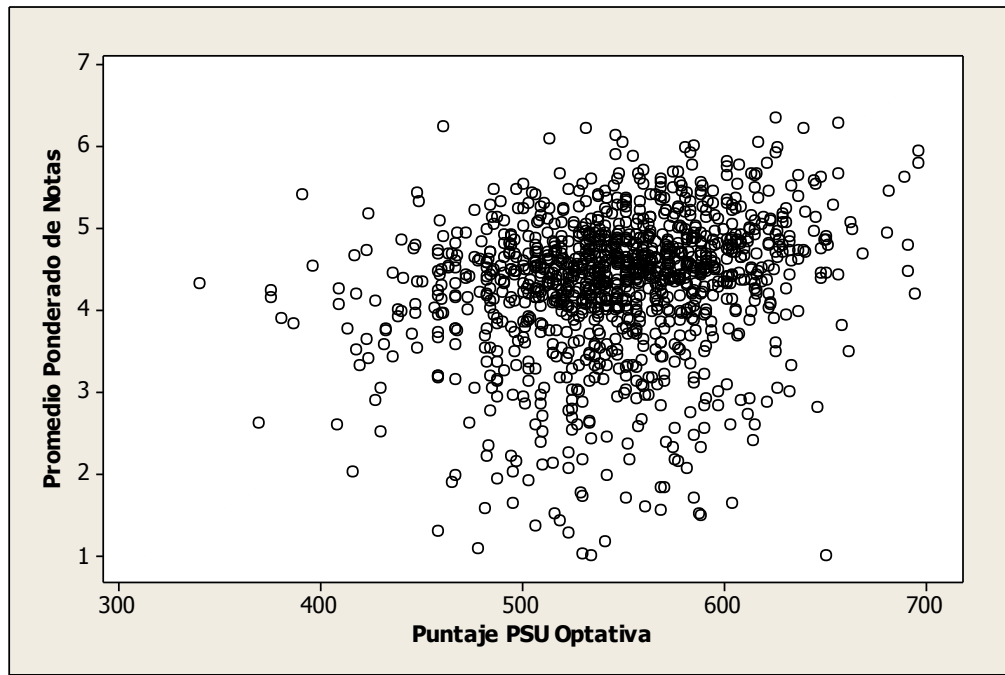
DEMRE. (2015). *Compendio estadístico proceso de admisión*. Disponible en: <http://psu.demre.cl/estadistica/documentos-2011>. [Consultado 25 de junio de 2015].

CAPÍTULO VII: Anexos.

7.1. Anexo 1. Dispersión en el Promedio Ponderado de Notas y Porcentaje de Créditos Aprobados vs. Variables PSU y NEM.







7.2. Anexo 2. Análisis de regresión: Promedio PPA y Promedio % CA vs. Variables PSU y NEM.

Análisis de regresión Promedio PPA

La ecuación de regresión es

$$\text{Promedio PPA} = -3,63 + 0,00397 \text{ NEM} + 0,000849 \text{ PSU LENGUAJE} + 0,00754 \text{ PSU MATEMÁTICAS} + 0,00108 \text{ PSU OPTATIVA}$$

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P	VIF
Constante	-3,6259	0,4203	-8,63	0,000	
NEM	0,0039679	0,0003248	12,22	0,000	1,027
PSU LENGUAJE	0,0008488	0,0004572	1,86	0,064	1,237
PSU MATEMÁTICAS	0,0075434	0,0005858	12,88	0,000	1,265
PSU OPTATIVA	0,0010806	0,000498	2,17	0,030	1,364

S = 0,750703 R-cuad. = 24,1% R-cuad.(ajustado) = 23,8%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	4	208,132	52,033	92,33	0,000
Error residual	1164	655,979	0,564		
Total	1168	864,111			

Análisis de regresión Promedio % CA

La ecuación de regresión es

$$\text{Promedio \% CA} = -168 + 0,121 \text{ NEM} + 0,219 \text{ PSU MATEMÁTICA} + 0,0442 \text{ PSU OPTATIVA}$$

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P	VIF
Constante	-167,76	13,51	-12,42	0,000	
NEM	0,12102	0,01067	11,34	0,000	1,022
PSU MATEMÁTICAS	0,21916	0,01905	11,50	0,000	1,233
PSU OPTATIVA	0,04422	0,01548	2,86	0,004	1,213

S = 24,7182 R-cuad. = 19,9% R-cuad.(ajustado) = 19,7%

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	3	177044	59015	96,59	0,000
Error residual	1165	711802	611		
Total	1168	888845			

7.3. Anexo 3. Análisis de regresión: Promedio PPA y Promedio % CA vs. Variables significativas PSU y NEM.

Análisis de regresión Promedio PPA

La ecuación de regresión es

$$\text{Promedio PPA} = - 3,46 + 0,00401 \text{ NEM} + 0,00771 \text{ PSU MATEMÁTICAS} + 0,00139 \text{ PSU OPTATIVA}$$

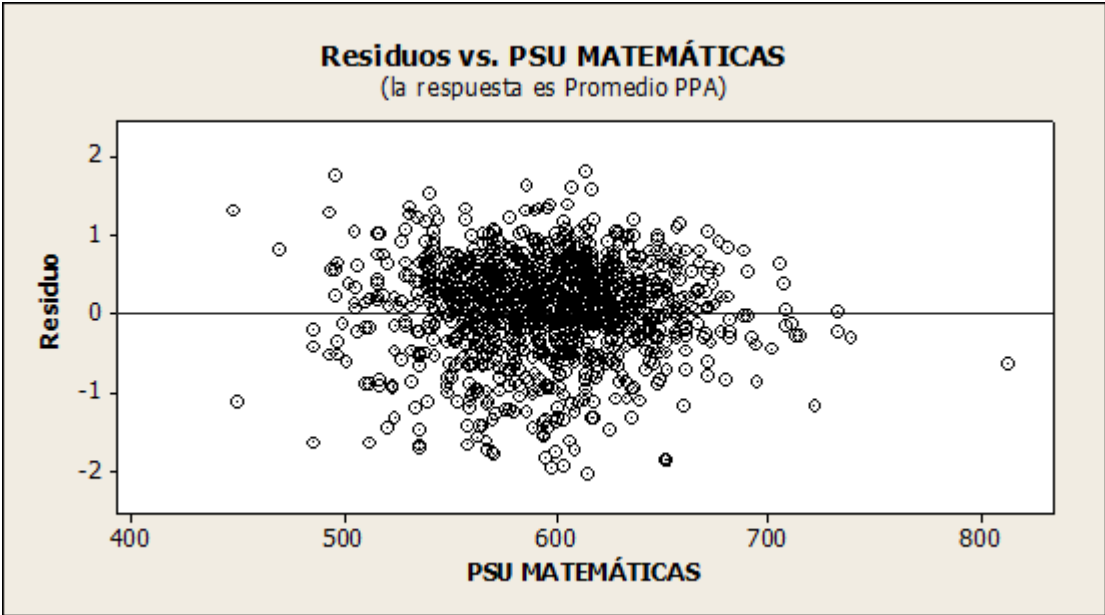
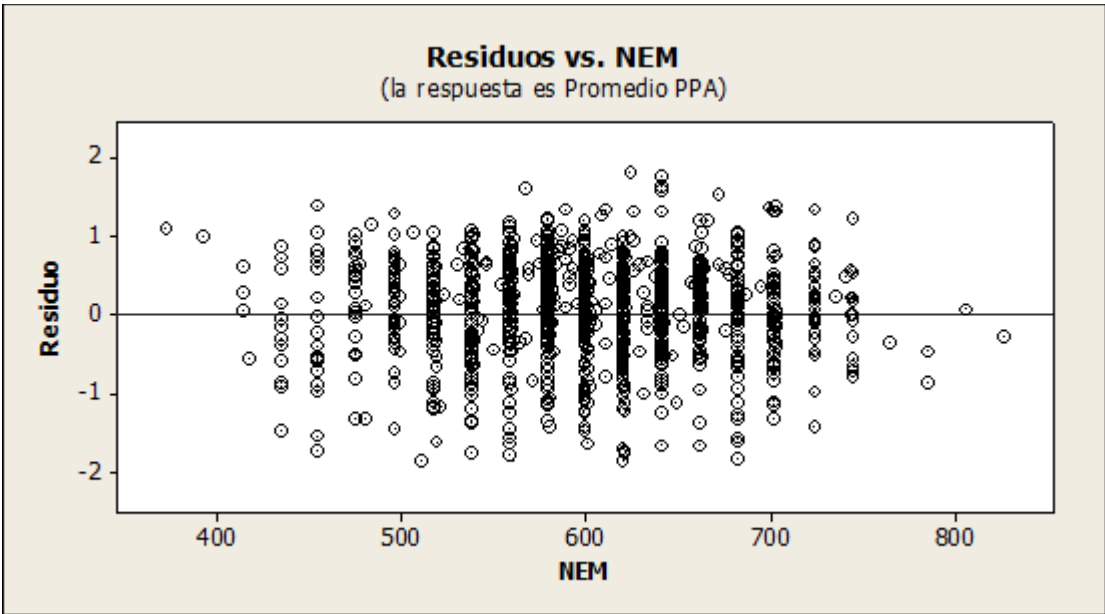
Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P	VIF
Constante	-3,4571	0,4108	-8,42	0,000	
NEM	0,0040063	0,0003245	12,35	0,000	1,022
PSU MATEMÁTICAS	0,0077146	0,0005791	13,32	0,000	1,233
PSU OPTATIVA	0,0013883	0,0004708	2,95	0,003	1,213

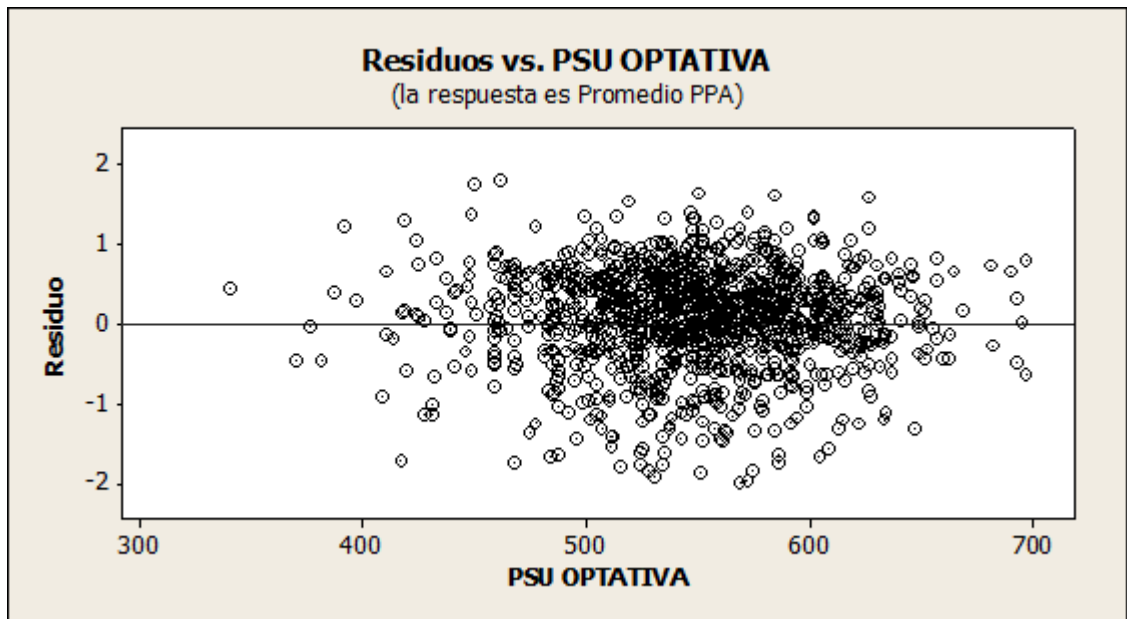
S = 0,751491 R-cuad. = 23,9% R-cuad. (ajustado) = 23,7%

Análisis de varianza

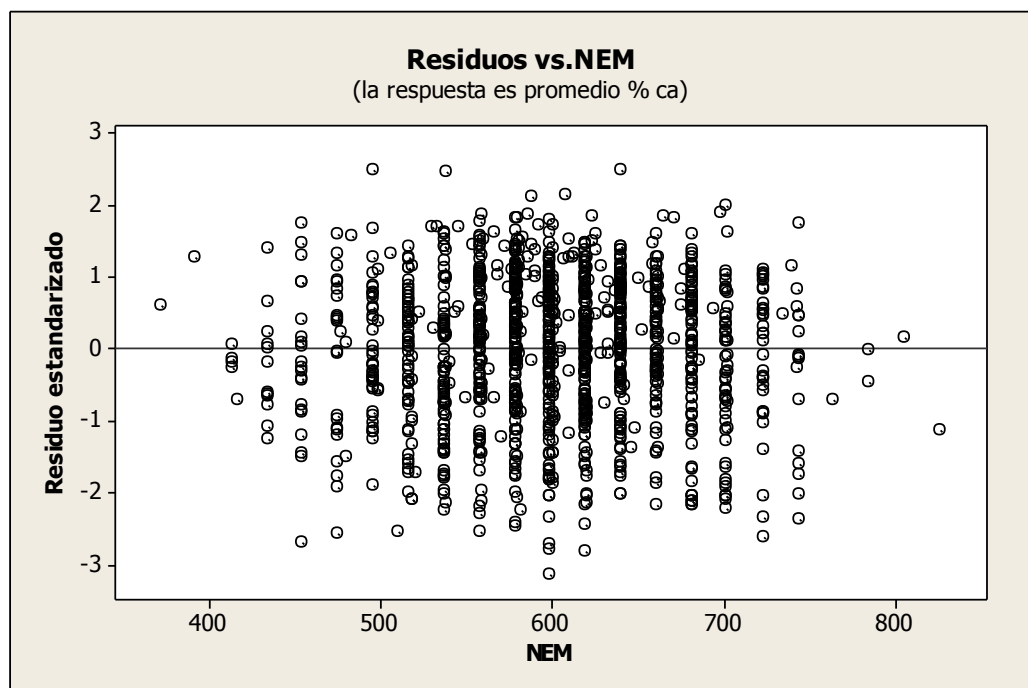
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	3	206,190	68,730	121,70	0,000
Error residual	1165	657,921	0,565		
Total	1168	864,111			

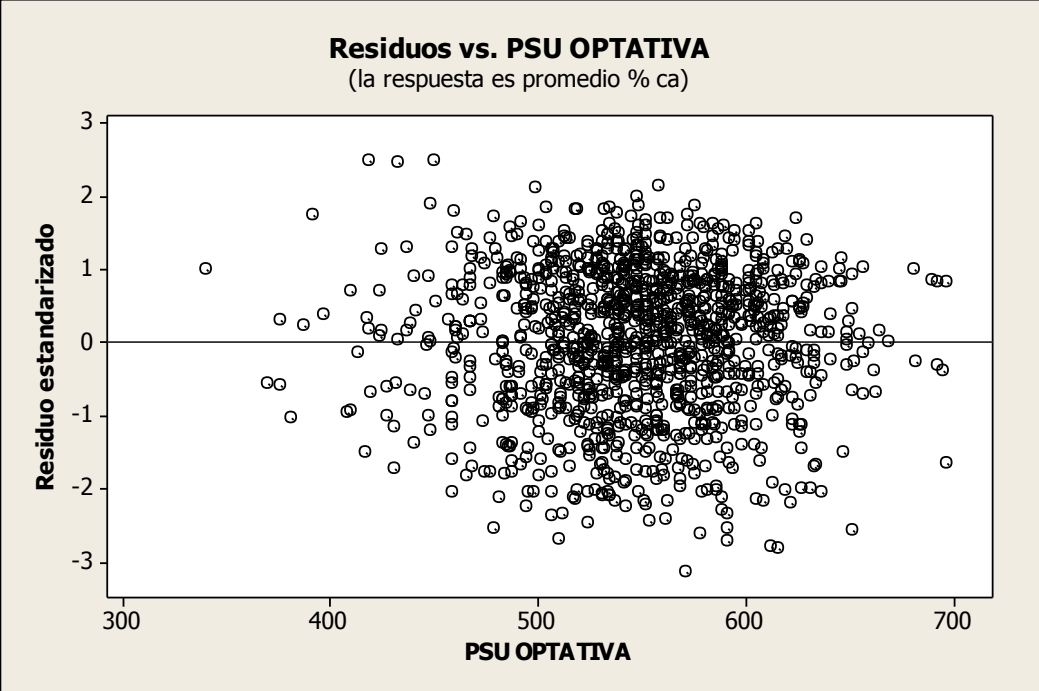
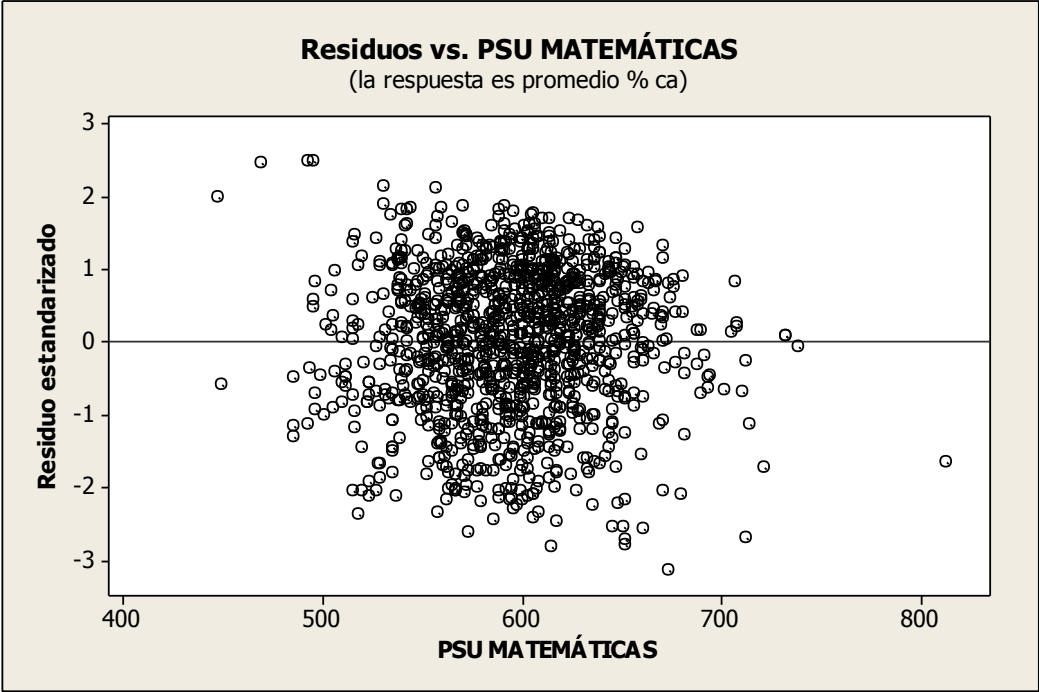
7.4. Anexo 4. Residuos PPA V/S Puntaje NEM, PSU.





7.5. Anexo 5. Residuos %CA V/S Puntaje NEM, PSU.





7.6. Anexo 6. Análisis de regresión: Promedio PPA y Promedio % CA vs. Variables personales y del entorno.

Análisis de regresión Promedio PPA

La ecuación de regresión es

$$\text{Promedio PPA} = 4,03 - 0,115 \text{ Género} + 0,246 \text{ Promoción} + 0,0827 \text{ Rama Educativa} + 0,189 \text{ Dependencia}$$

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P
Constante	4,02633	0,07940	50,71	0,000
Género	-0,11501	0,05230	-2,20	0,028
Promoción	0,24580	0,05392	4,56	0,000
Rama Educativa	0,08270	0,07196	1,15	0,251
Dependencia	0,18934	0,05231	3,62	0,000

$$S = 0,842317 \quad R\text{-cuad.} = 4,4\% \quad R\text{-cuad. (ajustado)} = 4,1\%$$

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	4	38,2555	9,5639	13,48	0,000
Error residual	1164	825,8555	0,7095		
Total	1168	864,1110			

Análisis de regresión Promedio % CA

La ecuación de regresión es

$$\text{Promedio \% CA} = 52,5 - 3,09 \text{ Género} + 7,95 \text{ Promoción} + 6,15 \text{ Dependencia}$$

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P
Constante	52,536	1,949	26,95	0,000
Género	-3,087	1,676	-1,84	0,066
Promoción	7,951	1,716	4,63	0,000
Dependencia	6,149	1,634	3,76	0,000

$$S = 27,0844 \quad R\text{-cuad.} = 3,9\% \quad R\text{-cuad. (ajustado)} = 3,6\%$$

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	3	34243	11414	15,56	0,000
Error residual	1165	854603	734		
Total	1168	888845			

7.7. Anexo 7. Análisis de regresión: Promedio PPA y Promedio % CA vs. Variables significativas personales y del entorno.

Análisis de regresión Promedio PPA

La ecuación de regresión es

$$\text{Promedio PPA} = 4,09 - 0,120 \text{ Género} + 0,255 \text{ Promoción} + 0,204 \text{ Dependencia}$$

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P
Constante	4,08527	0,06063	67,38	0,000
Género	-0,11987	0,05214	-2,30	0,022
Promoción	0,25473	0,05336	4,77	0,000
Dependencia	0,20357	0,05083	4,00	0,000

$$S = 0,842433 \quad R\text{-cuad.} = 4,3\% \quad R\text{-cuad. (ajustado)} = 4,1\%$$

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	3	37,318	12,439	17,53	0,000
Error residual	1165	826,793	0,710		
Total	1168	864,111			

Análisis de regresión Promedio % CA

La ecuación de regresión es

$$\text{Promedio \% CA} = 50,4 + 8,22 \text{ Promoción} + 5,95 \text{ Dependencia}$$

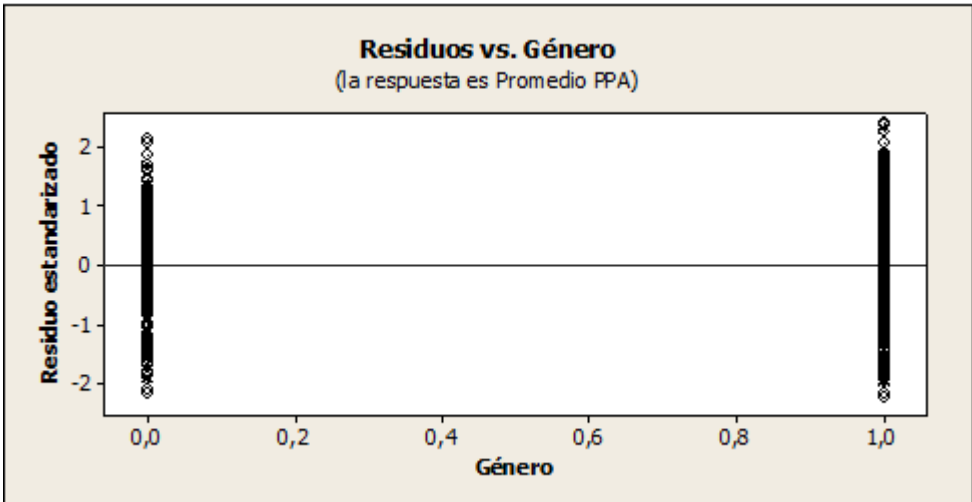
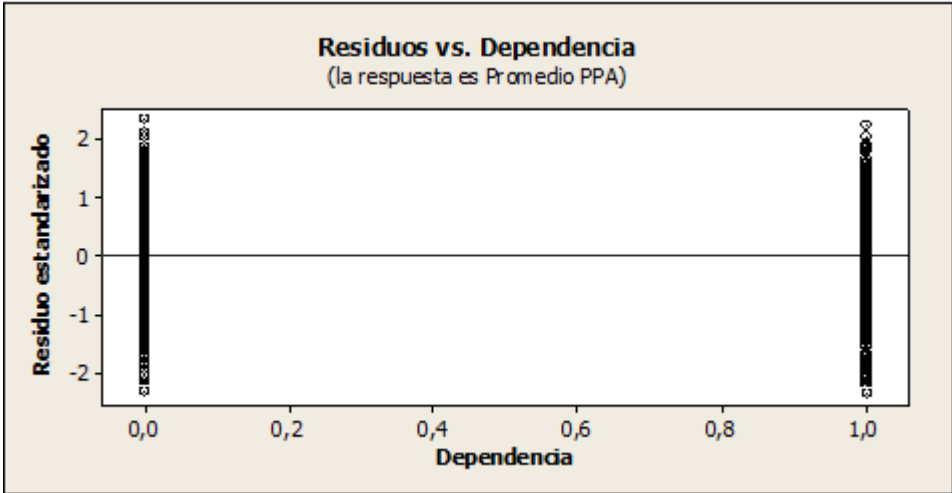
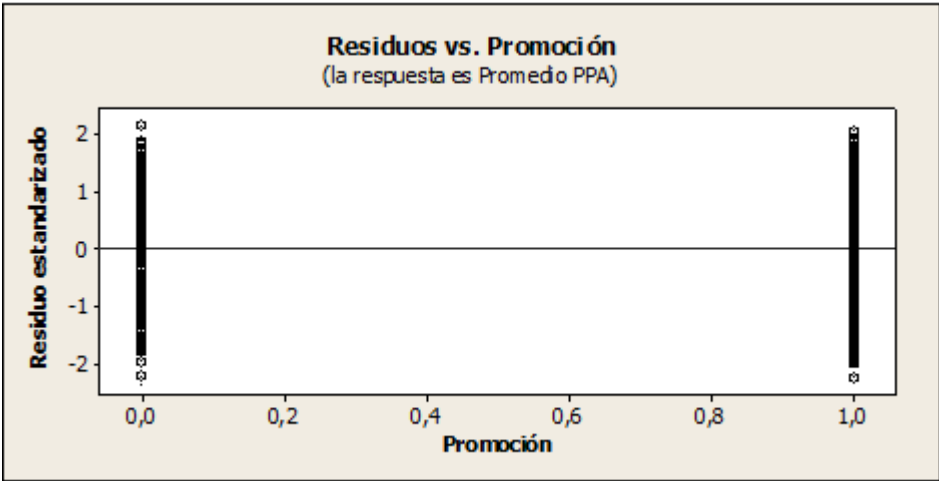
Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P
Constante	50,443	1,585	31,82	0,000
Promoción	8,225	1,711	4,81	0,000
Dependencia	5,952	1,632	3,65	0,000

$$S = 27,1122 \quad R\text{-cuad.} = 3,6\% \quad R\text{-cuad. (ajustado)} = 3,4\%$$

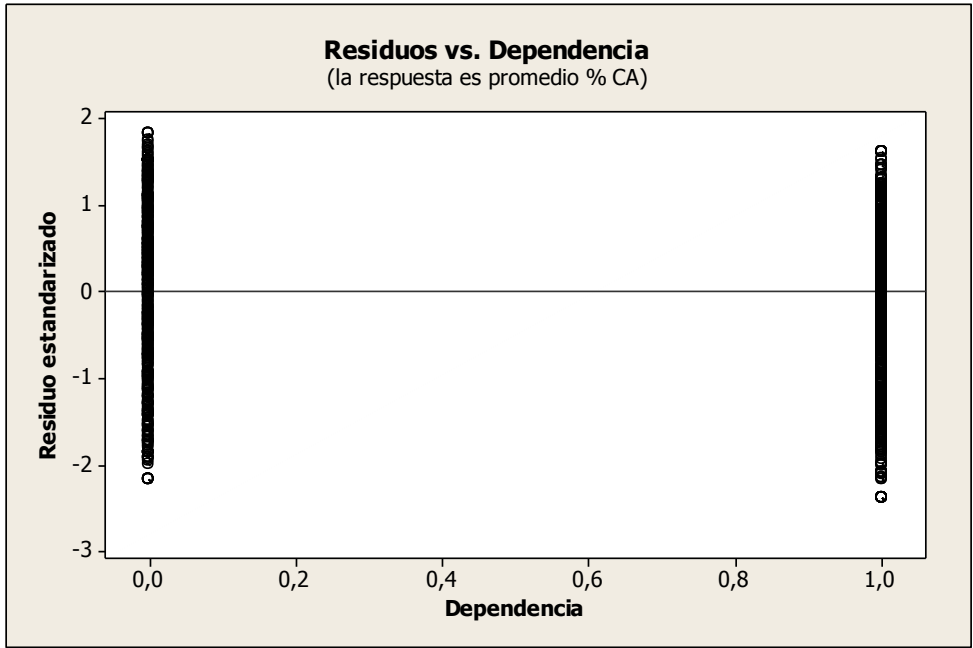
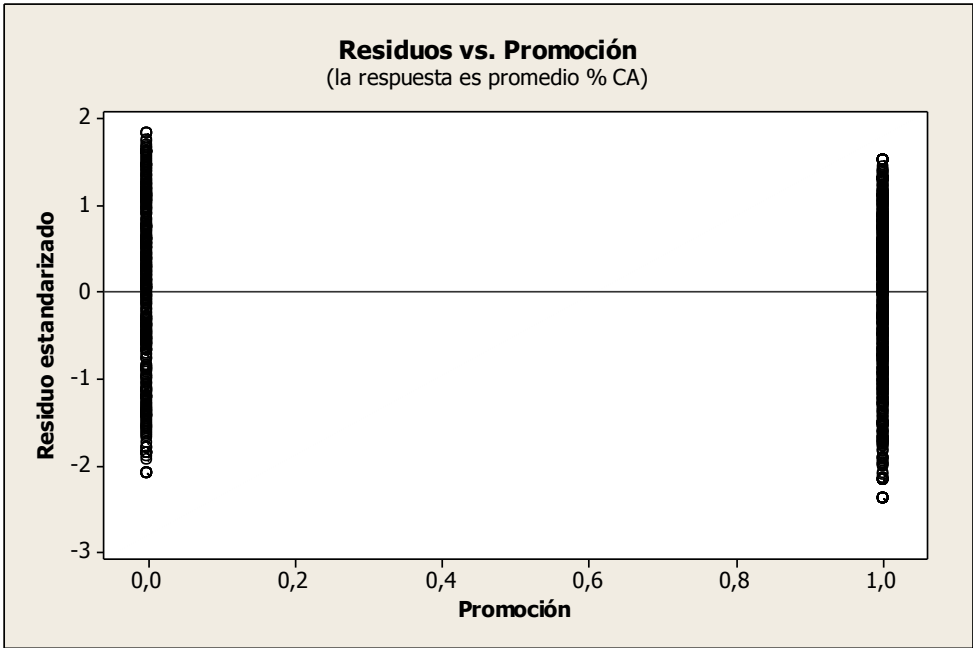
Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	2	31754	15877	21,60	0,000
Error residual	1166	857091	735		
Total	1168	888845			

7.8. Anexo 8. Residuos PPA V/S Variables Personales y del Entorno.



7.9 Anexo 9. Residuos % CA v/s Variables Personales y del Entorno.



7.10 Anexo 10. Residuos Titulados Oportunos v/s Variables PSU Matemáticas y NEM.

