

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



DETERMINANTES QUE AFECTAN LA SOBREDURACIÓN DE LAS CARRERAS
UNIVERSITARIAS EN CHILE: UNA APLICACIÓN EN INGENIERÍAS CIVILES
ALEJANDRO IGNACIO MIQUELES LEIVA

INFORME DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERIA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

Profesor Guía: Christian Díaz Peralta.
Profesor Informante: Óscar Cornejo Zúñiga.

Concepción, octubre del 2019

Agradecimientos

Quiero agradecer a J. C. Leiva P. por enseñarme acerca de la unidad, a mi familia y amigos por darme fuerzas; Ignacio, Gustavo, Danny, Raúl, Claudia, Ignacia, Leonardo, Andrés y Óscar. Al deporte que me ha acompañado desde la infancia y me ha dado salud. Agradecer al profesor y director de la Dirección de Admisión y Registro Académico, Cristián Cárdenas O., por su colaboración en la entrega de datos, y a los profesores Christian Díaz P. y Óscar Cornejo Z., por la corrección de este trabajo. Para finalizar, quiero agradecer con un canto del poeta Mapuche Elicura Chihuailaf Nahuelpán:

Lejos anduve: Perdido, llorando

Un alma en todo caso alumbrado de ti

Riscos y barrancos me persiguieron

pero he vuelto y me alegran tus flores

Madre ¿adónde irán mis nuevos cantos?

Resumen

La sobreduración académica tiene un impacto económico y social en los estudiantes, afecta a las instituciones de educación superior y disminuye la capacidad económica del Estado para otorgar gratuidad a quienes ingresan por primera vez a la universidad. Este trabajo tiene como objetivo identificar los determinantes que afectan la sobreduración académica de los estudiantes de ingenierías civiles de la Universidad Católica de la Santísima Concepción a través del modelo semi-paramétrico de Riesgos Proporcionales de Cox. Se caracterizaron las variables que afectan la sobreduración de las carreras universitarias en Chile y de ingenierías civiles en particular, generando un modelo conceptual para estas últimas. La muestra se conformó por titulados de ingenierías civiles que ingresaron entre el año 2009 y el año 2013. Se seleccionaron trece variables de estudio, otorgadas por la Dirección de Admisión y Registro Académico de la Universidad, cuyas dimensiones pueden clasificarse en: Académica, individual y socioeconómica, y se evaluaron en cuatro modelos semi-paramétricos distintos. Los resultados indican que un rendimiento académico alto en primer año, es un factor de riesgo para la salida temprana de la universidad, afectando de forma indirecta a la sobreduración. Además, se detectó como factor protector de la sobreduración, la edad del estudiante al finalizar el primer año de carrera. Finalmente, el Promedio Ponderado Acumulado en primer año, es el único factor determinante de la sobreduración académica en estudiantes de ingenierías civiles de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

Abstract

Delayed graduation has an economic and social impact on students, it affects institutions of higher education and diminishes the economic capacity of the State to grant free to those who enter university for the first time. This work aims to identify the determinants that affect delayed graduation of civil engineering students of Universidad Católica de la Santísima Concepción through semi-parametric Cox Proportional Risks model. Variables that affect delayed graduation of university careers in Chile and civil engineering in particular were characterized, generating a conceptual model for the latter. The sample was formed by graduates of civil engineering who entered between 2009 and 2013. Thirteen study variables were selected, granted by the Admission and Academic Registry Office of the University, whose dimensions can be classified as: Academic, individual and socio-economic, and were evaluated in four different semi-parametric models. The results indicate that a high academic performance in the first year is a risk factor to achieve the appropriate degree, affecting marginally delayed graduation. In addition, the age of the student at the end of the first year was detected as a protective factor of delayed graduation. Finally, the Accumulated Weighted Average in the first year is the only determinant factor of academic overdraft, in civil engineering students of Universidad Católica de la Santísima Concepción.

Índice de contenidos

	Pág.
Capítulo 1: Presentación del tema	1
1.1 Introducción	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Delimitación del problema	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
Capítulo 2: Estado del arte	5
2.1 Caracterización de matriculados y titulados educación superior en Chile	5
2.1.1 Composición de matriculados en primer año periodo 2010-2017	5
2.1.2 Composición de titulados periodo 2010-2017.	8
2.2 Dimensiones de estudio en la deserción estudiantil y su aplicabilidad en el fenómeno de sobreeducación académica	10
2.3 Sobreeducación académica en Chile, Colombia, Estados Unidos y Europa	12
2.4 Estilos de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería	16
Capítulo 3: Metodología.....	18
3.1 Metodología general.....	18
3.2 Objetivo específico 1: Caracterizar las variables que afectan la sobreeducación de las carreras universitarias en Chile	19
3.3 Objetivo específico 2: Definición de un modelo conceptual que explique la sobreeducación académica de las carreras de ingenierías civiles en Chile	20
3.3.1 Síntesis de los antecedentes relacionados a la sobreeducación por autor, año y dimensión	20
3.3.2 Forma funcional del modelo conceptual de sobreeducación académica para carreras de ingenierías civiles en Chile.....	21
3.4 Objetivo específico 3: Identificar los determinantes que explican la sobreeducación de las carreras de ingenierías civiles de la UCSC mediante un modelo predictivo	21
3.4.1 Análisis semi-paramétrico: Modelo de Riesgos Proporcionales de Cox	21

3.4.2 Supuestos del modelo de Riesgos Proporcionales de Cox	22
3.4.3 Base de datos	25
3.4.4 Descripción de las variables utilizadas en el modelo de Cox.....	25
Capítulo 4: Resultados	27
4.1 Objetivo específico 1: Caracterización de las variables que afectan la sobreduración de las carreras universitarias en Chile.....	27
4.2 Objetivo específico 2: Definir un modelo conceptual que explique la sobreduración de las carreras universitarias de ingenierías civiles en Chile	29
4.2.1 Síntesis de los antecedentes relacionados a la sobreduración por autor, año y dimensión	29
4.2.2 Modelo conceptual de sobreduración académica para carreras de ingenierías civiles en Chile	30
4.3 Objetivo específico 3: Identificar los determinantes que explican la sobreduración de las carreras de ingeniería en la UCSC mediante un modelo predictivo	31
4.3.1 Caracterización general de los estudiantes.....	31
4.3.2 Evaluación de las variables en el modelo	32
4.3.3 Determinantes de la titulación temprana.....	32
4.3.4 Determinantes de la sobreduración académica	34
4.3.5 Supuestos del modelo de Riesgos Proporcionales de Cox	36
Capítulo 5: Discusión	38
Capítulo 6: Conclusiones	40
Capítulo 7: Referencias	42
Capítulo 8: Anexos.....	46

Índice de tablas

Pág.

Tabla 1: Resumen descriptivo de las variables utilizadas en el modelo de Riesgos Proporcionales de Cox para el objetivo específico 3.	26
Tabla 2: Estados de las variables que afectan la sobreduración académica, según autor y dimensión.	27
Tabla 3: Matriz que sintetiza las dimensiones que influyen en la sobreduración académica.	29
Tabla 4: Determinantes titulación temprana 1: Variable rendimiento académico en primer año.....	32
Tabla 5: Variables contrastadas en el modelo de titulación temprana 2: Conjunto total de variables, aislando rendimiento académico en primer año.	33
Tabla 6: Determinantes sobreduración académica 1: Variable rendimiento académico en primer año.	34
Tabla 7: Determinantes sobreduración académica 2: Conjunto total de variables, aislando rendimiento académico en primer año.	35
Tabla 8: Resumen de resultados para los supuestos del modelo de Riesgos Proporcionales de Cox.	36

Índice de figuras

Pág.

Fig.1: Matrícula primer año por tipo de institución, periodo 2010-2017.Fuente: SIES (2018a).....	6
Fig. 2: Matrícula primer año por género, periodo 2010-2017. Fuente: SIES (2018a).....	6
Fig. 3: Matrículas primer año en área tecnológica por género, periodo 2010-2017 Fuente: SIES (2018a).....	7
Fig. 4: Porcentaje matriculados primer año de pregrado por tipo de establecimiento enseñanza media, periodo 2010-2017 .Fuente: SIES (2018a).....	8
Fig. 5: Composición rango de edad para estudiantes titulados de pregrado periodo 2010-2017. Fuente: SIES (2018c).....	10
Fig. 6: Modelo conceptual de sobreduración académica para ingenierías civiles en Chile.	30
Fig. 7: Dispersión de la variable PPA_1 respecto al tiempo de estudio.	37

Índice de anexos

Pág.

Anexo 1: Porcentaje total matriculados en primer año por área del conocimiento, periodo 2010-2017	46
Anexo 2: Porcentaje total matriculados en primer año por área carrera genérica, periodo 2010-2017	46
Anexo 3: Porcentaje del total de titulados por área del conocimiento, periodo 2010-2017	47
Anexo 4: Porcentaje total titulados por área carrera genérica, periodo 2010-2017.....	47
Anexo 5: Matriz topológica de la sistematización de literatura para deserción estudiantil (Díaz, 2008).	48
Anexo 6: Prueba de significancia global para el modelo de titulación temprana 1: Variable Promedio Ponderado Acumulado en primer año.	49
Anexo 7: Prueba de significancia global para el modelo de titulación temprana 2: Total de variables, aislando el efecto del Promedio Ponderado Acumulado en primer año.	49
Anexo 8: Prueba de significancia global para el modelo de sobreduración académica 1: Variable Promedio Ponderado Acumulado en primer año.	49
Anexo 9: Prueba de significancia global para el modelo de sobreduración académica 2: Total de variables, aislando el efecto del Promedio Ponderado acumulado en primer año.	49
Anexo 10: Formulación matemática residuos de martingala.	49
Anexo 11: Formulación matemática residuos de desvíos.	50
Anexo 12: Formulación matemática residuos de puntaje.....	50
Anexo 13: Formulación matemática residuos de schoenfeld.	50
Anexo 14: Residuos de Martingala.	51
Anexo 15: Residuos de Desvíos.	52
Anexo 16: Residuos de Puntaje.	53
Anexo 17: Prueba de significancia residuos de Schoenfeld escalados.....	54

Abreviaturas

CENS_tt: Censura de los estudiantes que se titularon a tiempo.

CENSURA_sd: Censura de los estudiantes que incurrieron en sobreduración.

CNED: Consejo Nacional de Educación.

CORR_QUINTIL: Quintil de ingreso económico al cual pertenece el estudiante.

CRUCH: Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas.

DUR_REAL_CON: Duración real continua.

EDAD_1: Edad del estudiante al finalizar el primer año de carrera.

EDUMAD: Nivel educacional de la Madre.

EDUPAD: Nivel educacional del Padre.

ESTAB: Grupo de dependencia financiera de educación secundaria.

GEN: Género del estudiante.

LUG_RES: Lugar de residencia del estudiante.

MINEDUC: Ministerio de Educación de Chile.

NEM: Notas acumuladas de enseñanza media.

PPA_1: Promedio Ponderado acumulado al finalizar el primer año.

PREF: Preferencia por la carrera en la postulación.

PSU: Prueba de Selección Universitaria.

PSU_LYC: Puntaje en la Prueba de Selección Universitaria de lenguaje y comunicación.

PSU_MAT: Puntaje en la Prueba de Selección Universitaria de matemática.

RAMA_EDC: Rama educacional del colegio o liceo de procedencia.

SIES: Servicio de Información de Educación Superior.

Capítulo 1: Presentación del tema

1.1 Introducción

La educación superior en Chile tiene tres vías de acceso: Centros de formación técnica, institutos profesionales y universidades. Entre el año 2005 y 2018, la cantidad total de estudiantes matriculados en primer año, dentro de una carrera universitaria de pregrado, aumentó un 44% respecto al año 2005 (CNED, 2018). A su vez, la mayor cantidad de estudiantes que se matricula en primer año de pregrado, lo hace en carreras de ingenierías civiles (SIES, 2018a). Pese al aumento del número de matrículas, existen otros indicadores que permiten tener una visión más amplia del sistema de educación superior en Chile, tales como, las tasas de retención y las tasas de titulación oportuna. En relación a esta última, el porcentaje promedio de sobreduración para las carreras de pregrado en Chile, fue de un 30,5% entre el 2010 y 2017 (SIES, 2018d). Esto refleja, una política acotada e ineficaz, que no genera una sensación de bienestar en los estudiantes que ingresan por primera vez a la universidad.

Por lo anterior, este proyecto tiene como objetivo identificar los factores que influyen en la sobreduración de las carreras universitarias en Chile, con una aplicación a carreras de ingenierías civiles. Para esto, se desarrollaron 3 objetivos específicos. El primero, está vinculado a la sobreduración de las carreras universitarias en Chile. El segundo y tercero, están asociados a la sobreduración de las carreras de ingenierías civiles en Chile. Para lo cual, se propone un modelo conceptual de carácter relacional, cuya validación será parcial y estará sujeta a los resultados del Modelo semi-paramétrico de Riesgos Proporcionales de Cox. La muestra empleada en el objetivo específico 3, estuvo compuesta por titulados de ingenierías civiles de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

1.2 Justificación del problema

La sobreduración de las carreras en Chile genera un triple impacto, el primero tiene relación con la deuda o financiamiento extra del estudiante al momento de exceder sus estudios, en caso de poseer gratuidad, el estudiante deberá financiar los semestres que sobrepasen la duración formal de la carrera, partiendo desde el segundo semestre iniciado el rezago. El segundo impacto, se genera en el entorno social del estudiante, debido a la entrada tardía en el mundo laboral, la disminución de la capacidad de producción, así como la adquisición de bienes y servicios. El tercer impacto, está vinculado a las instituciones de educación superior y del Ministerio de Educación de Chile, encargado de regular y establecer los parámetros de financiamiento a miembros correspondientes al 60% de las familias con menores ingresos de la población, matriculados en instituciones adscritas al beneficio de la Gratuidad (MINEDUC, 2018).

En pregrado, existen carreras que comparten asignaturas en común y tienen una duración formal bastante similar. Según los datos recopilados desde SIES (2018b), las carreras asociadas a ingenierías civiles cumplen con esta clasificación. Por otra parte, el número de semestres efectivos para finalizar alguna de las carreras de ingenierías civiles, en base al nivel educacional correspondiente a profesional con licenciatura, se encuentra dentro de las carreras con mayor duración real promedio, alcanzando 13,2 semestres para el año 2017 (SIES, 2018d). En lo económico, el costo promedio del arancel anual para el 2018, en base a 282 carreras de ingenierías civiles de 43 Universidades Chilenas, es uno de los más altos de pregrado, con una cifra que oscila alrededor de los 3,93 millones de pesos chilenos (SIES, 2018b).

A esto se suma que, el porcentaje de titulados de las distintas ingenierías civiles entre el 2015 y 2017, provenientes de la cohorte del año 2010, resultó ser un 6,6% del total de matriculados en ingenierías civiles durante ese año (2010). Por ende, existen estudiantes que aún permanecen en la misma carrera; otros en cambio, optaron por cambiarse de carrera, o bien, se encuentran en calidad de desertores.

1.3 Delimitación del problema

La investigación se enfocó en identificar los determinantes que afectan la sobreduración de las carreras universitarias en Chile, específicamente, aquellas carreras que presentaron la mayor cantidad de titulados con licenciatura y que estuvieron presentes en la mayoría de las universidades públicas y privadas en Chile durante el periodo 2010 - 2017. Para el objetivo específico 1, se utilizó información relacionada a la sobreduración académica en Chile, Colombia, Estados Unidos y Europa. Para el objetivo específico 2, se incorporó información relacionada a los estilos de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería en Argentina, Colombia y México. Para el objetivo específico 3, se utilizó una muestra conformada por estudiantes de 7 carreras de Ingenierías Civiles, que ingresaron a la Universidad Católica de la Santísima Concepción, únicamente por vía regular y con jornada diurna, en las cohortes de los años 2009 al 2013. Esta Institución, es una entidad tradicional y privada, adherida al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Identificar los determinantes que afectan la sobreduración de las carreras universitarias en Chile, con una aplicación a carreras de ingenierías civiles.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar las variables que afectan la sobreduración de las carreras universitarias en Chile.
2. Definir un modelo conceptual que explique la sobreduración de las carreras de ingenierías civiles en Chile.
3. Identificar los determinantes que explican la sobreduración de las carreras de ingenierías civiles en la UCSC mediante un modelo predictivo.

Capítulo 2: Estado del arte

2.1 Caracterización de matriculados y titulados educación superior en Chile

2.1.1 Composición de matriculados en primer año periodo 2010-2017

La educación superior en Chile tiene principalmente 3 vías de acceso: Centros de formación técnica (CFT), Institutos Profesionales (IP) y Universidades(U). Además, la cantidad de instituciones es la siguiente: 46 IP, 62 U y 73 CFT, ascendiendo a un total de 181 entidades. Entre los años 2010-2017 se matricularon 2.854.132 estudiantes en primer año (SIES, 2018a), un 17,6% se matriculó en CFT, un 33% en IP y el restante 49,4%, en U. Además, se puede desagregar esta clasificación por tipo de institución, la cual comprende cuatro elementos (ver Fig. 1): CFT, IP, Universidades CRUCH (U. CRUCH) y Universidades Privadas (U. PRIV.).

La composición de matrícula a partir de la información de SIES (2018a), para los años 2010-2017, también se puede clasificar según: Nivel global de estudios. modalidad, tipo de plan carrera, estado de acreditación institucional, área del conocimiento, área carrera genérica, región y matrícula por género.

En la categoría nivel global de estudios, 93,8 % de los estudiantes se matriculó en pregrado, 3,6% en postgrado y 2,5% en postítulo. De acuerdo al tipo de plan de carrera, un 95,9% se matriculó dentro de un plan regular de estudios, un 3,9% se matriculó a través de un plan especial de estudios y un 0,2% lo hizo por medio de un plan regular de continuidad. En cuanto al estado de acreditación institucional, un 88,6 % de los estudiantes se matriculó en instituciones acreditadas.

La Región Metropolitana concentra el 48% de las matrículas, seguido por la Región del Biobío con un 12,4%, la Región de Valparaíso con un 11%, la Región de la Araucanía le sigue con un 4,63%, cifra similar a la que presenta la Región del Maule, con un 4,21%. El resto de las regiones no superan el 20% del total de matriculados en primer año.

El género femenino representa un 51,5% del total de matriculados en primer año, durante el periodo 2010-2017. Por otra parte, el porcentaje de hombres que se matriculó en primer año disminuyó en un 3,5%, desde el 2014 al 2017 (ver Fig. 2).

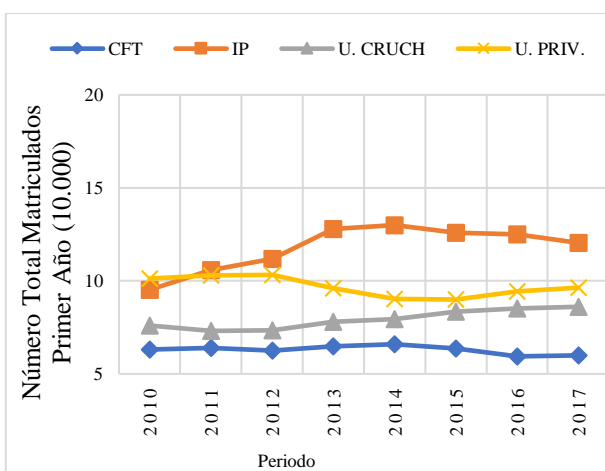


Fig.2: Matrícula primer año por tipo de institución, periodo 2010-2017. Fuente: SIES (2018a).

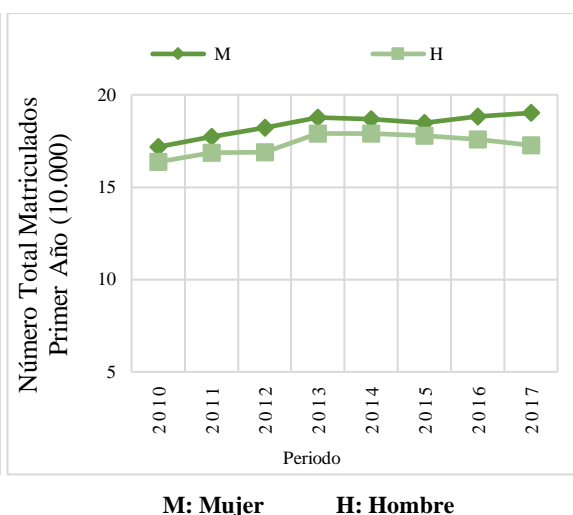
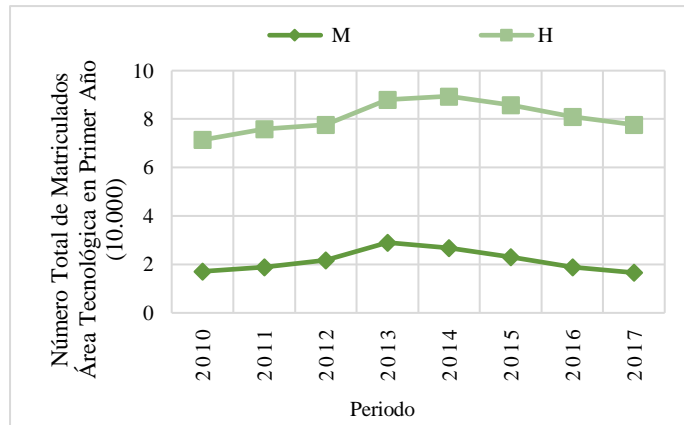


Fig. 1: Matrícula primer año por género, periodo 2010-2017. Fuente: SIES (2018a).

En carreras relacionadas al área de: Salud, educación, ciencias sociales, administración y comercio, existe una mayor cantidad de estudiantes de género femenino. En cambio, el área vinculada a la tecnología, presenta una mayor cantidad de estudiantes de género masculino (ver Fig. 3).



M: Mujer H: Hombre

Fig. 3: Matrículas primer año en área tecnológica por género, periodo 2010-2017. Fuente: SIES (2018a).

Entre el 2010 y el 2017, se matricularon 569.972 estudiantes en carreras de ingenierías civiles; seguido del programa Técnico en enfermería, con 402.397 estudiantes matriculados; en tercer lugar, se ubica la carrera de Derecho, con 301.094 estudiantes. Cifras que corresponden a un 11,61% del total de estudiantes matriculados en primer año de pregrado (SIES, 2018a).

Existen dos tipos de enseñanzas específicas en Chile, a saber: Científico-Humanista y Técnico Profesional. Las instituciones en Chile que imparten enseñanza del tipo Científico-Humanista son tres veces mayor a las del tipo Técnico Profesional, según lo indicado en las estadísticas de la educación del año 2016, publicadas por el MINEDUC en agosto del 2017.

La clasificación por tipo de educación secundaria impartida en Chile, según su grado de financiamiento, es la siguiente (ver Fig. 4): Municipal, corporaciones de administración delegada, particular subvencionada y particular pagada. Donde 6.230.443 estudiantes matriculados, provienen de establecimientos particulares subvencionados y municipales (SIES, 2018a). La cifra anterior, corresponde al total de estudiantes matriculados en todo el sistema de pregrado, entre el periodo 2010-2017.

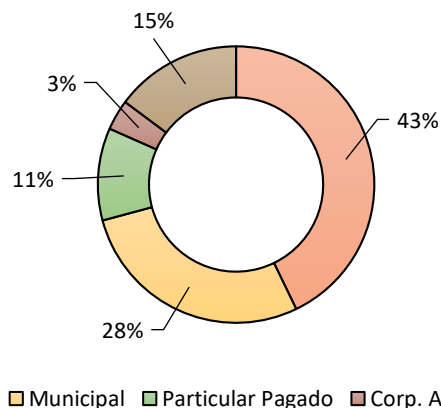


Fig. 4: Porcentaje matriculados primer año de pregrado por tipo de establecimiento enseñanza media, periodo 2010-2017. Fuente: SIES (2018a).

2.1.2 Composición de titulados periodo 2010-2017.

La composición de titulados a partir de la información de SIES (2018c), para los años 2010-2017, es similar a la sección Matriculados y se puede clasificar según: Nivel global de estudios, modalidad, tipo de plan carrera, área del conocimiento, área carrera genérica, región y matrícula por género. Durante el periodo 2010-2017, se titularon 1.475.367 estudiantes, considerando la totalidad del sistema de educación superior en Chile.

El nivel global de estudios está compuesto por: Un 86,1 % de titulados en pregrado, un 7,3% de titulados en postítulo y un 6,6% de titulados en postgrado. Respecto a la modalidad: Un 94,9 % de los estudiantes asistió a clases de manera presencial, un 2,7% lo hizo de manera no presencial y un 2,4% lo hizo de forma semipresencial. En cuanto al tipo plan de la carrera, el 92,2% de los alumnos titulados lo hizo desde algún plan regular, un 7,3% se tituló a través de algún plan especial y el 0,6% restante, se tituló a través de un plan regular de continuidad. Los porcentajes mencionados anteriormente, corresponden al periodo 2010-2017.

La Región Metropolitana concentra un 49,8% de los titulados, seguido por la Región del Biobío con un 13,2%, luego la Región de Valparaíso con un 10,5%, la Región de La Araucanía le sigue con un 4,6%, cifra similar a la que presentó la Región del Maule, con un 4,1%. El porcentaje de titulados del resto de las regiones, no superó el 20% del total de titulados.

De los estudiantes que completaron con éxito sus carreras, la carrera Técnico en enfermería lideró la lista de titulados, con una cifra igual a 93.586. En segundo lugar, se encontró el conjunto de ingenierías civiles (23 carreras), con 53.065 titulados durante el periodo 2010-2017 (SIES, 2018c).

Para los estudiantes que finalizaron carreras de pregrado (1.270.691), el rango de edad donde se presentó la mayor cantidad de titulados, fue de 25 a 29 años (ver Fig. 5), correspondiente a un 38% del total.

Respecto al género, las mujeres representan un 56,1% del total de titulados durante el periodo 2010-2017 (SIES, 2018c). De acuerdo a la información publicada por el MINEDUC durante el 2018, las mujeres desertan menos que los hombres (SIES, 2018e), y el promedio de duración real de las carreras de pregrado, es menor para este género (SIES, 2018d). Las dos carreras con mayor diferencia de titulados por género, fueron: técnico en enfermería, con una diferencia de 68.022 mujeres, y las carreras asociadas a Ingenierías Civiles, con una diferencia de 30.111 hombres.

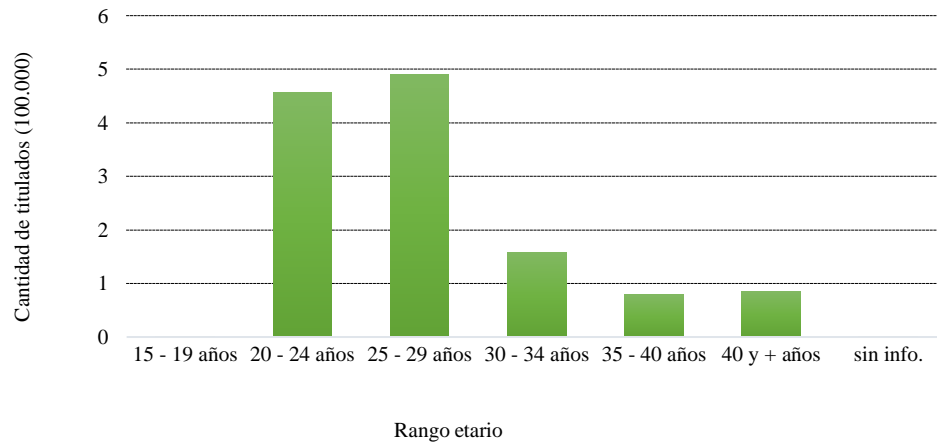


Fig. 5: Composición rango de edad para estudiantes titulados de pregrado periodo 2010-2017. Fuente: SIES (2018c).

2.2 Dimensiones de estudio en la deserción estudiantil y su aplicabilidad en el fenómeno de sobreduración académica

Los estudios relacionados a la deserción estudiantil son previos a los de sobreduración académica, y existen modelos conceptuales que han sido incorporados de manera parcial a la sobreduración. Tal es el caso, del modelo interaccionista de Tinto (1975), donde los efectos producidos por los antecedentes familiares/individuales, la escolaridad previa del estudiante y las características institucionales, estarían ligados a la deserción estudiantil. Por ejemplo, estudiantes que finalizan sus estudios en escuelas secundarias particulares pagadas, y proceden de familias cuyo nivel socioeconómico es alto, son más propensos a graduarse a tiempo y poseen una menor tasa de deserción en comparación con los estudiantes que asistieron a escuelas secundarias públicas (Niu y Tienda, 2013).

En Chile, existen dos investigaciones de deserción estudiantil cuyas muestras son similares a la del presente estudio: Estudiantes de ingenierías civiles de la UCSC, por tanto, es de interés conocer las variables contrastadas y las características de los estudiantes que no desertaron. La primera investigación, realizada por Díaz (2009), indica que, son factores de riesgo para

los estudiantes que desertan: Los beneficios de arancel, una menor preferencia por la carrera durante la postulación y una mayor edad de egreso de la enseñanza media. En cambio, son factores protectores de riesgo: El promedio acumulado ponderado, el financiamiento de la carrera mediante crédito universitario, el haber recibido una enseñanza de tipo Científico-Humanista en la educación secundaria, el poseer un mayor puntaje en la prueba de selección universitaria y el tener un mayor ingreso económico familiar. La segunda investigación, llevada a cabo por Saldaña y Barriga (2010), advierte que, los factores preponderantes en la deserción estudiantil son: El ingreso bruto familiar y el puntaje obtenido por el estudiante en la prueba de selección universitaria de lenguaje y matemáticas; en cambio, el promedio de notas de enseñanza media y el tipo de colegio, liceo o instituto del cual egresó el estudiante, no son factores que impactan de manera significativa en la deserción estudiantil. Por último, los estudiantes de ingenierías civiles de la UCSC con mayor rendimiento académico (Grade Point Average en Estados Unidos), tienen menor probabilidad de desertar, en comparación con estudiantes de las mismas carreras (Saldaña y Barriga, 2010).

Las variables contrastadas en los fenómenos de deserción estudiantil y sobreduración académica, son similares. Esta particularidad, se logra apreciar en los estudios de deserción de Díaz (2009), Saldaña y Barriga (2010), Niu y Tienda (2013), y los estudios de sobreduración de Volkwein y Lorang (1996), Brunello y Winter-Ebmer (2003), Dowd (2004), Allen y Robbins (2010), Garibaldi *et al.* (2012), Arias y Dehon (2013), Cullinane (2014), Acevedo *et al.* (2015b), Contini *et al.* (2017), Carvajal *et al.* (2018) y Yacub *et al.* (2018). Por ejemplo, la variable Género, es una característica individual o personal del estudiante, y se describe de manera idéntica en los estudios de Brunello y Winter-Ebmer (2003), Díaz (2009), Garibaldi *et al.* (2012), Cullinane (2014), Contini *et al.* (2017) y Carvajal *et al.* (2018). Esto también ocurre para otras variables de estudio, dando lugar a una eventual categorización o

dimensionamiento entre ambos fenómenos. En el trabajo de Díaz (2008), se puede observar una síntesis de los principales enfoques de la deserción estudiantil, a través de una matriz topológica (ver anexo 5), donde el eje vertical presenta los principales autores y las variables utilizadas según categorías (socioeconómica, individual, académica e institucional). La aplicación de esta herramienta gráfica, facilitaría una mejor comprensión de los efectos producidos por los estados de las variables, de acuerdo a un ordenamiento sistemático de la información.

2.3 Sobreduración académica en Chile, Colombia, Estados Unidos y Europa

Antes de incorporar información respecto al objeto de estudio, es necesario realizar la siguiente definición: Si se denota con la letra t , al tiempo de duración formal de una carrera y se asigna con la letra l , al tiempo de titulación fuera de plazo de la misma carrera, entonces, la diferencia entre l y t , se conoce como sobreduración académica. Por otra parte, las expresiones o términos tales como: “*Graduación a tiempo*”, “*Graduación oportuna*”, “*Titulación a tiempo*” y “*Titulación temprana*”, aluden a la titulación de los estudiantes que se propicia en un tiempo no mayor a la duración formal de las carreras. Esto, considerando que la mayoría de estudiantes universitarios en Chile, se titula con rezago académico. A su vez, los efectos de la titulación temprana en la sobreduración académica, son indirectos, debido a la búsqueda de medidas para impulsar la salida temprana de los estudiantes, sin atender las causas del rezago académico.

En Chile, Carvajal *et al.*, (2018) estudiaron la sobreduración académica en la Región de Valparaíso, con una muestra conformada por titulados de pregrado de la Universidad de Playa Ancha (UPLA), y argumentan que, la sobreduración académica es de carácter homogéneo respecto al tipo de carrera, así, facultades de ingeniería y salud, no presentan diferencias

significativas respecto a la duración real de las carreras. Las variables que afectan la sobreduración de los estudiantes de pregrado de la UPLA, tienen relación con el género femenino, el provenir de una cohorte de ingreso en la universidad menos reciente, el haber realizado la educación secundaria en un establecimiento con menor subvención del estado, el haber estudiado en una carrera con mayor número de semestres, y a un mayor cargo administrativo del profesor guía de tesis. Respecto a la variable promoción o cohorte de ingreso, es posible que presente censura por la derecha, ya que los estudiantes pueden demorar más tiempo en terminar sus programas, considerando que las cohortes del 2006 al 2011, fueron observadas hasta el periodo 2011-2015, apreciable, en la descripción de la muestra realizada por Carvajal *et al.*, (2018). Por ejemplo, los estudiantes cuya carrera tiene una duración formal de 5 años e ingresaron a la universidad el año 2011, fueron censurados desde el 2016 en adelante.

Abordando la sobreduración académica en Colombia, Acevedo *et al.* (2015b) sostienen que, la principal causa de retraso en alumnos de ingeniería está ligada a la prolongación del trabajo de grado y a la repetición elevada de cursos en el ciclo básico; al igual que en Chile, estos cursos están relacionados a la física, química y matemáticas.

En Estados Unidos y Europa, la duración formal de las carreras profesionales es menor que la duración formal de las carreras de pregrado en Chile. Por ejemplo, las carreras de ingeniería en Estados Unidos, tienen una duración formal de 4 años; en Chile, existen carreras de ingeniería cuya duración formal puede variar entre 5 y 6 años. En la literatura anglosajona, Volkwein y Lorang (1996), clasifican a los estudiantes que retrasan su salida de la universidad como “*extenders*”, y es quizás, la definición más antigua de los estudiantes que no lograron titularse a tiempo. Con el paso de los años, se aborda este fenómeno desde dos aristas: La primera, está enfocada en la titulación temprana, y la segunda, analiza el comportamiento de

los estudiantes que obtienen el título/grado en un tiempo posterior al establecido formalmente. Volkwein y Lorang (1996), apuntan que, las variables asociadas al rezago académico están asociadas a un rendimiento académico alto, a una inscripción menor de créditos durante múltiples semestres y a ingresos familiares bajos. Por el contrario, la integración académica y social, la claridad de las metas y los niveles de satisfacción con el campus, tienen nula relación con las decisiones de los estudiantes para extender la fecha de su titulación. Por último, el abandono de cursos con mayor exigencia académica y la disponibilidad de cursos por semestre, no son características del comportamiento de los *extenders* (Volkwein y Lorang, 1996).

Los resultados del estudio realizado por Dowd (2004) en Estados Unidos, indican que, efectos negativos sobre la titulación temprana son producidos por el género masculino y la entrada tardía a la universidad. En cambio, los factores que afectan positivamente la titulación temprana de los estudiantes, están relacionados con: Residir dentro del campus, el poseer un rendimiento académico alto y el pertenecer a un estrato socioeconómico alto. En relación a los estudiantes que residen dentro del campus, el autor respalda la *teoría de integración de los estudiantes*, cuyos autores Beekhoven *et al.*, (2002), se apoyan en los modelos de Tinto (1975,1987), Bean y Metzger (1985) y Cabrera¹ y cols. (Cabrera *et al.*, 1992; Cabrera *et al.*, 1993). Allen y Robbins (2010), también estudian la sobreduración académica en Estados Unidos, y establecen que, los estudiantes con bajo rendimiento académico en primer año, de intereses vocacionales contrarios a la carrera universitaria, de género masculino, y que pertenecen a la primera generación de la familia que acude a la universidad, están en mayor riesgo de retrasar su titulación. Cullinane (2014) indica que, a diferencia de los estudiantes de

¹ Véase la matriz topológica de Díaz (2008) para conocer el enfoque del autor.

altos ingresos, los de bajos ingresos utilizan algunas estrategias que retrasan la finalización oportuna del grado académico, pero esto les ayuda a permanecer en la universidad. También, los estudiantes de bajos ingresos se inscriben en más cursos electivos que los estudiantes de altos ingresos y lo hacen en respuesta a los cambios generados en los requisitos de crédito². Además, señala que existen características demográficas, tales como el género y raza del estudiante, que influyen en la salida temprana de la universidad. Respecto al rezago de la titulación, esta afecta a estudiantes que se cambian de carrera, como también a quienes no lo hacen; sin embargo, es mayor para estudiantes que sí optan por cambiarse de carrera. Finalmente, este autor indica que, los estudiantes con un alto rendimiento académico, generalmente toman menos tiempo para completar una licenciatura y son más propensos a aprovechar las ganancias de eficiencia asociadas a las reducciones de requisitos de crédito

Brunello y Winter-Ebmer (2003), estudiaron la sobreduración en 26 Facultades de Ciencias Económicas y de Negocios presentes en 10 países de Europa, y apuntan que, los factores contribuyentes a la sobreduración académica están relacionados con: Una mayor edad de ingreso, un mayor nivel educacional de los padres, una baja habilidad para los estudios, costos de matrícula elevados, una expectativa salarial baja y una definición de metas para su futuro poco claras. También, las características macroeconómicas de los países pueden afectar a los estudiantes, por ejemplo, una mayor tasa de desempleo puede contribuir a una menor sobreduración académica (Brunello y Winter-Ebmer, 2003). Por otra parte, Arias y Dehon (2013), ponen de manifiesto que, los estudiantes cuyas madres tiene un nivel educacional elevado, tardan más en finalizar sus estudios, como también aquellos estudiantes egresados de colegios con enseñanza de tipo científico-matemática.

² Las asignaturas electivas inscritas por estudiantes con menores ingresos, tienen menos créditos que las asignaturas académicas obligatorias (Cullinane, 2014).

A través de una muestra conformada por estudiantes residentes en Italia, Garibaldi *et al.* (2012) señalan que, una menor probabilidad de retraso académico está asociada con: El género femenino, una residencia familiar ubicada en la misma ciudad donde se encuentra la casa de estudios, un mayor ingreso familiar y un mayor rendimiento académico en la educación secundaria. Además, un aumento de 1000 euros en la matrícula, puede disminuir la probabilidad de retrasar la graduación universitaria (Garibaldi *et al.*, 2010). En otro estudio relacionado a la sobreduración académica de los estudiantes en Italia, se logra observar que, estudiantes de género femenino, estudiantes con calificaciones bajas en la educación secundaria y estudiantes cuyos padres tienen un nivel educacional bajo, tienen una menor probabilidad de titularse a tiempo (Contini *et al.*, 2017).

2.4 Estilos de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería

El hábito es una conducta adquirida por repetición y convertida en un control automático, a diferencia de la memoria y los instintos, que son formas de conservar el pasado (Velázquez, 1961). Las fases del hábito son la formación y la estabilidad. La primera se refiere al período de adquisición y la segunda al lapso en que ya se ha conseguido y se realizan los actos de manera frecuente, fácil y automática. Vinculando los hábitos con el aprendizaje, Bajwa *et al.* (2011) según Mondragón *et al.*, (2016) señalan que, un estudiante no puede usar habilidades de estudio eficaces, hasta que no adquiera buenos hábitos, y argumentan que, un individuo aprende con mayor rapidez y profundidad que otros debido a sus acertados hábitos de estudio. A nivel universitario, cerca de la mitad de los estudiantes de tres carreras de ingeniería en México, declaró tener un hábito de organización para el estudio medio-bajo (Hernández *et al.*, 2012) y alrededor del 40% indicó tener un hábito de estudio medio en su hogar (Hernández *et*

al., 2012). El hábito medio-bajo, se relaciona con el desarrollo de un plan de estudio, control de tiempo dedicado a cada asignatura, descansos apropiados, prioridad de la planificación y evaluación de la gestión del tiempo. El hábito de estudio medio, tiene relación con la limpieza y orden donde se estudia, control del tiempo, organización física de los apuntes y los libros solicitados en la universidad para estudiar en casa.

Existen aspectos relacionados al proceso aprendizaje de los estudiantes que guardan relación con los mecanismos y forma de adquirir conocimientos, y se les conoce como estilos de aprendizaje, siendo el de tipo reflexivo el más utilizado por los estudiantes de ingeniería (Carvajal *et al.*, 2007; Laugero *et al.*, 2009; Aragón y Jiménez, 2009; Ramos y Triana, 2011; Yacub *et al.*, 2018), lo prefieren aquellos que consideran diferentes perspectivas antes de realizar una acción, son buenos observadores y les gusta analizar con detenimiento la información antes de emitir un juicio (Alonso *et al.*, 1994), citado por Yacub *et al.*, (2018). Este último grupo de autores, encontró una correlación entre la repitencia de cursos, el retraso académico y el estilo de aprendizaje activo, el cual contribuye a un aumento en el tiempo de titulación. Este estilo de aprendizaje, es preferido por estudiantes que se involucran plenamente en nuevas experiencias, trabajan en equipo centrandolo a su alrededor todas las actividades, y toman decisiones basados en la intuición (Alonso *et al.*, 1994). Por último, al conocer el estilo de aprendizaje de los estudiantes, implicaría una valiosa información para los docentes al momento de diseñar los métodos de enseñanza para estudiantes de ingeniería (Acevedo *et al.*, 2015a).

Capítulo 3: Metodología

3.1 Metodología general

Este estudio se enmarca en un paradigma positivista, debido a la búsqueda del conocimiento de forma sistemática, comprobable y comparable, medible y replicable. Además, se desarrolla a través de la revisión de la literatura y perspectiva de estudio, dependiendo de los objetivos planteados por el investigador (Hernández *et al.*, 2014). El alcance del estudio es correlacional, porque se cuantifican relaciones entre variables, se permiten predicciones y existen asociaciones de conceptos o variables (Hernández *et al.*, 2014). Finalmente, el diseño del estudio es no experimental y el análisis de las variables es de medición longitudinal (Hernández *et al.*, 2014).

Para encontrar información referente a la sobreduración académica, se acudió a la biblioteca digital de la UCSC, principalmente a la sección de libros y revistas electrónicas, utilizando las siguientes palabras clave para la búsqueda: *timely degree completion*, *timely degree attainment*, *degree completion*, *time to graduation*, *timely bachelor's degree attainment*, *delayed graduation*, *excess time to graduation*. Sin embargo, no se obtuvo una cantidad extensa de referencias. Posteriormente, se realizó una búsqueda exploratoria mediante el navegador *Google*, utilizando las referencias bibliográficas de los estudios recopilados, para acceder a otros estudios inexplorados de titulación temprana o de sobreduración académica. Además, se solicitó al Ministerio de Educación de Chile, antecedentes relacionados al Avance Curricular, Matrícula y Sobreduración Académica de los estudiantes universitarios de pregrado, a través de la Ley N° 22.285 de Acceso a la Información Pública o Ley de Transparencia. Sin embargo, no se logró obtener la información solicitada.

3.2 Objetivo específico 1: Caracterizar las variables que afectan la sobreduración de las carreras universitarias en Chile

Con el objeto de caracterizar las variables que afectan la sobreduración de las carreras universitarias en Chile, se reconoció previamente la existencia de grupos similares de variables en los fenómenos asociados a deserción y sobreduración, obteniendo una clasificación global de variables de acuerdo a los principales autores de deserción estudiantil, desde 1975 hasta el 2008. Considerando esto, se desarrolló un procedimiento secuencial que contempló 2 etapas:

Etapa 1: Identificar las variables con resultados significativos en los estudios de sobreduración académica del capítulo 2. En esta etapa, se almacenaron los resultados de las investigaciones en un archivo Excel, con el nombre del autor o grupo de autores, junto con el año de publicación del estudio.

Etapa 2: Sintetizar y agrupar las variables obtenidas en la Etapa 1, clasificadas por autor, año y dimensión, de acuerdo a la matriz topológica de Díaz (2008). En esta etapa, se ordenaron las investigaciones de manera ascendente, de acuerdo al año de publicación. Finalmente, se generó una matriz con el estado o condición de las variables que afectan la sobreduración académica.

3.3 Objetivo específico 2: Definición de un modelo conceptual que explique la sobreduración académica de las carreras de ingenierías civiles en Chile

Para definir el modelo conceptual de sobreduración para carreras de ingenierías civiles en Chile, se seleccionó la variable con mayor frecuencia en cada una de las dimensiones del objetivo específico 1, sin considerar la dimensión institucional. Luego, se incluyó una variable relacionada al estilo de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería, por su estrecha relación con los objetivos específicos 2 y 3 del presente estudio, la cual pertenece a la dimensión académica del estudiante. Finalmente, el modelo conceptual quedó conformado por 4 variables de estudio; dos variables de la dimensión académica, una variable de la dimensión individual y una variable de la dimensión socioeconómica.

3.3.1 Síntesis de los antecedentes relacionados a la sobreduración por autor, año y dimensión

Para sintetizar los antecedentes relacionados a la sobreduración, se generó una matriz cuyas filas representan al autor o grupo de autores de cada una de las investigaciones y el año de publicación correspondiente. Las columnas de la matriz, representan el tipo de dimensión de la(s) variable(s) obtenida(s) en la etapa 2 del objetivo específico 1, donde la presencia de variables en cada una de las dimensiones, se ilustró a través de un símbolo gráfico. Esta matriz tiene por objetivo, identificar aquellas dimensiones con mayor incidencia en el fenómeno de la sobreduración, sin considerar la frecuencia de las variables que la afectan.

3.3.2 Forma funcional del modelo conceptual de sobreduración académica para carreras de ingenierías civiles en Chile

La forma funcional del modelo conceptual de sobreduración académica para carreras de ingenierías civiles en Chile, es una adaptación del diagrama de causa-efecto de Kaoru Ishikawa, profesor japonés que desarrolló esta herramienta gráfica en 1943, en la ciudad de Tokio; tiene la finalidad de organizar grandes cantidades de información acerca de un problema específico, para luego determinar exactamente las posibles causas del fenómeno. En este contexto, los niveles más alejados del eje central del diagrama, corresponden a las dimensiones que afectan el fenómeno de estudio. Finalmente, las variables en cada una de las dimensiones, representan las causas específicas que producen el efecto de sobreduración académica.

3.4 Objetivo específico 3: Identificar los determinantes que explican la sobreduración de las carreras de ingenierías civiles de la UCSC mediante un modelo predictivo

3.4.1 Análisis semi-paramétrico: Modelo de Riesgos Proporcionales de Cox

Para identificar los determinantes que explican la sobreduración de las carreras de ingeniería en la UCSC, se aplicó el modelo de Cox de Riesgos Proporcionales. El modelo fue propuesto por Cox en 1972 y es el modelo de regresión en análisis de supervivencia. Este análisis tiene por objetivo, encontrar la función que describe el riesgo de cambio de estado en diferentes periodos de tiempo y representa una secuencia de probabilidades condicionales $f(t)=P$ (Estudiante se titule con rezago en el momento $t+1$ dado que en t no logró titularse a tiempo).

Este riesgo se conserva en la misma proporción a lo largo del tiempo. Por tanto, se trata de calcular la tasa de sobreduración académica como una función del tiempo y de los factores predictivos o variables explicativas. Para este efecto, el concepto de tasa alude a la relación entre dos magnitudes, $\lambda_0(t)$ y e^{b*x} . Luego, la tasa de sobreduración tiene la forma:

$$\lambda(t, x_1, x_2, \dots, x_p) = \lambda_0(t) * e^{b_1*x_1 + b_2*x_2 + \dots + b_p*x_p}$$

Por tanto, la tasa de sobreduración es el producto de dos componentes: $\lambda_0(t)$, que depende del tiempo y e^{b*x} , que sólo depende de las covariables. $\lambda_0(t)$ se llama riesgo basal y representa la función cuando todas las demás variables valen cero, o el riesgo cuando alguna de las covariables es distinta de cero.

El producto $b_i * x_i$ es el perfil de riesgo de los estudiantes, donde b_i corresponde a los parámetros estimados, que representan el cambio proporcional esperado en el riesgo, respecto al cambio en la variable explicativa X .

El modelo de Cox permite operar aun cuando se desconoce la forma del parámetro $\lambda_0(t)$, siendo el objetivo primordial, la valoración de la influencia de los factores predictivos en la supervivencia.

3.4.2 Supuestos del modelo de Riesgos Proporcionales de Cox

Existen 4 supuestos principales para validar el modelo de Riesgos Proporcionales de Cox (Klein y Moeschberger, 2003; Borges, 2004) y se pueden verificar efectuando un análisis de los residuos (Andersen et al., 1993, Fleming y Harrington, 1991, Therneau y Grambsch, 2000, Therneau et al., 1990), citados por Borges (2004). Además, existen dos opciones para

verificarlos, mediante contraste de hipótesis o de manera gráfica, siendo la segunda, una mejor alternativa frente a una muestra de gran tamaño (Klein y Moeschberger, 2003).

A continuación, se muestra cada supuesto con el tipo de residuo asociado, según los autores Fritianto y Ting (2013):

- a. Adecuada forma funcional de las Covariables: Proceso estocástico donde la esperanza de una covariable estimada, es precisamente el valor que la covariable tiene en tiempo presente. La verificación se realiza mediante los Residuos de Martingala (ver anexo 10).
- b. Nula influencia de los individuos en la estimación del modelo: Medida de ajuste de las características de los individuos pronosticados por el modelo. Se verifica a través de los Residuos de Desvíos (ver anexo 11).
- c. Nula influencia de los individuos en la estimación de los coeficientes del modelo de Cox: Vector de derivadas de la función de log-verosimilitud parcial, que busca una distribución asintótica normal con media cero para cada puntaje estimado. Se verifica con los Residuos de Puntaje (ver anexo 12).
- d. Proporcionalidad del riesgo en las variables: Proporcionalidad de todos los predictores del modelo a través de interacciones con la transformación logarítmica del tiempo. Se verifica a través de los Residuos de Schoenfeld escalados (ver anexo 13).

3.4.2.1 Verificación Supuestos del modelo de Cox a través de gráficos residuales

Se utilizó la metodología de Borges (2004) para los residuos de Martingala y Desvíos, estos deben distribuirse aleatoriamente en torno a 0 y no presentar valores residuales muy grandes (± 3). Para los residuos de puntajes, se utilizó la metodología de Klein y Moeschberger (2003), donde el eje Y corresponde a la multiplicación entre los residuos de puntajes (scores) por el error estándar de cada coeficiente ($SE(b_k)$), y el eje X, corresponde al tiempo de supervivencia o tiempo de estudio. Se debe observar que los residuos oscilen en torno al error estándar de cada coeficiente estimado.

3.4.2.2 Verificación Supuesto de Proporcionalidad del Riesgo en las variables del modelo de Cox a través de una prueba computacional

En la librería *survival* de R-Studio se encuentran las funciones para obtener cada uno de los residuos mencionados anteriormente; sin embargo, la verificación gráfica de este supuesto no es posible para matrices cuyos valores sean nulos o vacíos. Por este motivo, se recurrió a la prueba ácida de la librería, denominada *cox.zph*, donde las columnas de la matriz que se obtienen a través de esta función, contienen el coeficiente de correlación entre el tiempo de supervivencia transformado (logaritmo natural del tiempo de estudio) y los residuos escalados de Schoenfeld, un chi-cuadrado, y el valor p de la prueba de dos colas.

3.4.3 Base de datos

A través de la Dirección de Admisión y Registro Académico (DARA), se obtuvo una muestra conformada por estudiantes que se titularon de ingenierías civiles entre el periodo 2014-2019, provenientes de las cohortes 2009-2013. Los titulados en este periodo fueron 524 estudiantes.

Los programas computacionales utilizados para realizar el ordenamiento de los datos, el análisis semi-paramétrico de Riesgos Proporcionales de Cox y la verificación de los supuestos del modelo de Riesgos Proporcionales de Cox, fueron: Microsoft Excel 2016, IBM SPSS Statistics 22 y R-Studio, respectivamente.

3.4.4 Descripción de las variables utilizadas en el modelo de Cox

El modelo de Riesgos Proporcionales de Cox requiere dos variables estrictamente necesarias para su funcionamiento. La primera, está asociada al tiempo de ocurrencia del evento. En este estudio, se utilizó el tiempo que tardaron los estudiantes en titularse, expresado en años. La segunda variable, está relacionada con la condición de estado o censura. Para este efecto, se utilizó una variable dicotómica, con objeto de clasificar a los estudiantes que lograron titularse a tiempo, y a quienes incurrieron en sobreduración académica.

El criterio para seleccionar las variables de prueba, fue identificar aquellas que afectaron la sobreduración académica en Chile, caracterizadas en el inciso 4.1 del presente estudio, para luego atender su disponibilidad en la base de datos. Además, se seleccionaron variables descritas en las investigaciones de Díaz (2008), Saldaña y Barriga (2010), no contempladas en el inciso 4.1. Finalmente, se obtuvo un conjunto de 13 variables agrupadas en dimensiones y resumidas a continuación:

Tabla 1: Resumen descriptivo de las variables utilizadas en el modelo de Riesgos Proporcionales de Cox para el objetivo específico 3.

	Codificación	Tipo de variable	Descripción	Niveles
Individual	EDAD_1	Numérica Discreta	Edad al finalizar el primer año de carrera.	Entre 18 y 27 años.
	GEN	Dicotómica	Género del estudiante.	0: Masculino. 1: Femenino.
	LUG_RES	Dicotómica	Lugar de residencia del grupo familiar del estudiante.	0: Fuera de la Región del Biobío. 1: Dentro de la Región del Biobío.
Académica	NEM	Numérica Continua	Notas acumuladas de enseñanza media.	Entre 4,7 y 7,0.
	PPA_1	Numérica Continua	Promedio ponderado acumulado en primer año.	Entre 3,3 y 6,6.
	PREF	Catégorica Ordinal	Preferencia por la carrera en la postulación.	Entre la primera y octava preferencia.
	PSU_LYC	Numérica Discreta	Puntaje en la Prueba de Selección Universitaria de lenguaje y comunicación.	Entre 403 y 727 puntos.
	PSU_MAT	Numérica Discreta	Puntaje en la Prueba de Selección Universitaria de matemática.	Entre 477 y 850 puntos.
	RAMA_EDC	Catégorica Ordinal	Rama educacional del colegio o liceo de procedencia.	1: Técnico. 2: Científico-Humanista
Socioeconómica	CORR_QUINTIL	Catégorica Ordinal	Quintil de ingreso económico al cual pertenece el estudiante.	Entre el primer y quinto quintil.
	EDU_MAD	Catégorica Ordinal	Nivel educacional de la Madre.	1: Sin estudios. 2: Básica incompleta. 3: Básica completa. 4: Media incompleta. 5: Media completa. 6: Instituto Profesional incompleta. 7: Instituto Profesional completa. 8: Centro de Formación Técnica incompleta. 9: Centro de Formación Técnica completa.
	EDU_PAD	Catégorica Ordinal	Nivel educacional del Padre.	10: Universitaria incompleta. 11: Universitaria completa. 12: Otros estudios.
	ESTAB	Catégorica Ordinal	Grupo dependencia financiera del establecimiento de educación secundaria.	1: Municipal. 2: Subvencionado. 3: Particular pagado.

Fuente: Elaboración propia.

Las variables de la base de datos solicitada a la DARA, se transformaron y codificaron a través del software SPSS, para su adecuado funcionamiento en el modelo de Riesgos Proporcionales de Cox.

Capítulo 4: Resultados

4.1 Objetivo específico 1: Caracterización de las variables que afectan la sobreduración de las carreras universitarias en Chile.

A continuación, se muestran los estados de las variables que inciden en la sobreduración académica, ordenados de forma ascendente respecto al año de publicación.

Tabla 2: Estados de las variables que afectan la sobreduración académica, según autor y dimensión.

Autor		Dimensión				
Apellido	Año	Individual	Académica	Institucional	Socioeconómica	
Variables						
Volkwein y Lorang	1996		Rendimiento académico alto en la U. Inscripción de créditos baja.		Ingresos familiares bajos.	
Brunello y Winter-Ebmer	2003	Mayor edad de ingreso a la U. Claridad de metas indefinidas. Expectativa salarial baja.	Habilidad para los estudios deficiente.		Nivel educacional de los padres alto.	
Dowd	2004	Género masculino. Mayor edad de ingreso a la U.	Rendimiento académico bajo en la U.	Residir fuera del campus.	Estrato socioeconómico bajo, costo de matrícula bajo	
Allen y Robbins	2010	Intereses vocacionales contrarios a la carrera.	Rendimiento académico bajo en la U.		Primera generación que acude a la U.	
Garibaldi <i>et al.</i>	2012	Género masculino, Residir fuera de la ciudad de estudios.	Rendimiento académico en educación secundaria, bajo.		Ingresos familiares bajos.	
Arias y Dehon	2013		Rama educacional científica-matemática		Nivel educacional de la madre alto.	
Cullinane	2014	Género masculino.	Inscripción de créditos baja. Cambio de carrera interno, Rendimiento académico bajo en la U.		Ingresos familiares bajos.	
Acevedo <i>et al.</i>	2015		Repitencia de asignaturas en el ciclo básico. Prolongación del trabajo de grado.			
Contini <i>et al.</i>	2017	Género masculino.	Rendimiento académico en educación secundaria, bajo.		Estrato socioeconómico bajo, Nivel educacional de los padres bajo.	
Carvajal <i>et al.</i>	2018	Género masculino.		Plan de carrera menos actualizado. Mayor duración de la carrera. Menor cargo administrativo del Prof. guía de tesis.	Grupo dependencia financiera del establecimiento de educación secundaria, bajo.	
Yacub <i>et al.</i>	2018	Estilo de aprendizaje activo.	Repitencia de asignaturas.			

Fuente: Elaboración propia.

El género masculino, es el estado con mayor frecuencia dentro en la dimensión individual. La posesión de un rendimiento académico elevado en la universidad, es el estado con mayor frecuencia dentro de la dimensión académica. Este efecto, es contrario a los resultados de Volkwein y Lorang (1996). En la dimensión institucional, no se observa un estado que se repita con mayor frecuencia. En la dimensión socioeconómica, se observan efectos contrarios de la variable asociada al nivel educacional de los padres. Finalmente, los efectos producidos por los ingresos familiares bajos, presentan la mayor frecuencia en términos de resultados, dentro de la dimensión socioeconómica.

4.2 Objetivo específico 2: Definir un modelo conceptual que explique la sobreduración de las carreras universitarias de ingenierías civiles en Chile

4.2.1 Síntesis de los antecedentes relacionados a la sobreduración por autor, año y dimensión

En la tabla 3, se ilustran las dimensiones que se contrastaron en las investigaciones de sobreduración académica, de acuerdo a los antecedentes recopilados hasta el año 2018.

Tabla 3: Matriz que sintetiza las dimensiones que influyen en la sobreduración académica.

Autor		Dimensión			
Apellido	Año	Individual	Académica	Institucional	Socioeconómica
Volkwein y Lorang	1996		✓		✓
Brunello y W-E	2003	✓	✓		✓
Dowd	2004	✓	✓	✓	✓
Allen y Robbins	2010	✓	✓		✓
Garibaldi <i>et al.</i>	2012	✓	✓		✓
Arias y Dehon	2013		✓		✓
Cullinane	2014	✓	✓		✓
Acevedo <i>et al.</i>	2015		✓		
Contini <i>et al.</i>	2017	✓	✓		✓
Carvajal <i>et al.</i>	2018	✓		✓	✓
Yacub <i>et al.</i>	2018	✓	✓		

Fuente: Elaboración propia.

Las variables de la dimensión académica, están presentes en 10 de los 11 estudios de sobreduración, abordados en esta investigación. Lo anterior, se debe en parte, a la disponibilidad de las variables en las distintas unidades de registro de cada institución. Ocurre lo contrario para las variables presentes en la dimensión institucional, debido a un mayor costo de obtención para los investigadores. Por otra parte, las variables de la dimensión individual y socioeconómica, estuvieron presentes en 8 y 9 estudios respectivamente.

4.2.2 Modelo conceptual de sobreduración académica para carreras de ingenierías civiles en Chile

El modelo conceptual propuesto (ver Fig. 6), consta de 3 dimensiones que causan la sobreduración académica de las ingenierías civiles en Chile. Además, las variables relacionadas al género del estudiante, rendimiento académico universitario, estilo de aprendizaje e ingresos familiares, tienen la mayor frecuencia de resultados concordantes, y presentan los efectos más significativos en cada una de las dimensiones donde están ubicadas. Por otra parte, es posible incorporar nuevas variables de estudio, a medida que surjan investigaciones relacionadas a la sobreduración académica en carreras de ingenierías civiles en Chile.

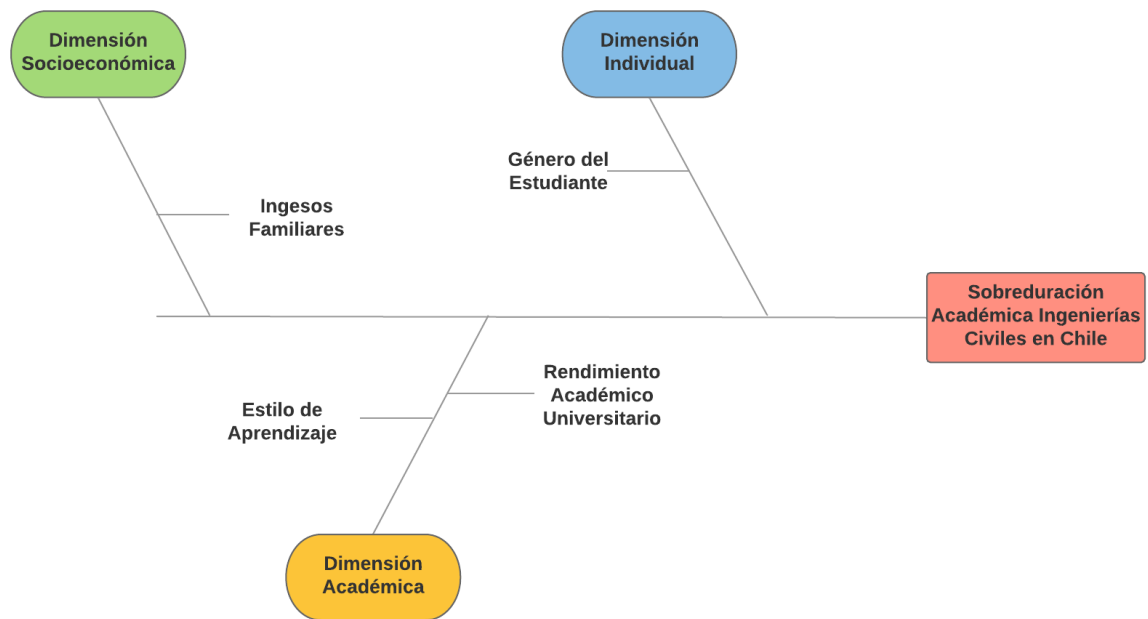


Fig. 6: Modelo conceptual de sobreduración académica para ingenierías civiles en Chile.
Fuente: Elaboración propia.

4.3 Objetivo específico 3: Identificar los determinantes que explican la sobreduración de las carreras de ingeniería en la UCSC mediante un modelo predictivo

Para identificar los determinantes que explican la sobreduración académica de las carreras de ingeniería en la UCSC, se realizaron estimaciones semi-paramétricas, a través del modelo de Riesgos Proporcionales de Cox.

4.3.1 Caracterización general de los estudiantes

De los 524 estudiantes que conformaron la muestra de estudio para el objetivo específico 3, un 30% perteneció al género femenino y un 27% tuvo su residencia familiar fuera de la Región del Biobío. La edad promedio al término del primer año de carrera, fue de 19,2 años. En cuanto a las características académicas, un 36% prefirió las carreras de ingenierías civiles en primera instancia al momento de postular, un 8% estudió en establecimientos cuya dependencia económica fue particular pagada, un 6% logró titularse a tiempo, un 82% egresó de colegios de enseñanza científico/humanista y el promedio de notas acumuladas de enseñanza media, fue de 5,9. El promedio de duración real de las carreras de ingenierías civiles, fue de 7,26 años. El promedio en la PSU fue de; 554 puntos en lenguaje y comunicación, y 609 puntos en matemáticas. El promedio ponderado acumulado en primer año, fue de 4,85. De las características socioeconómicas informadas, un 36% de los padres de los estudiantes tiene estudios de educación superior (completa e incompleta), de 444 casos informados. A su vez, un 30% de las madres tiene estudios de educación superior (completa e incompleta), de 479 casos informados. Finalmente, el 49,4% de los estudiantes pertenecía a los dos quintiles de ingresos económicos familiares más bajos.

4.3.2 Evaluación de las variables en el modelo

El modelo de sobreduración académica para estudiantes de ingenierías civiles se contrastó en cuatro instancias: En la primera, se evaluó la variable promedio ponderado acumulado en primer año (PPA_1) como único predictor viable de la titulación temprana. En la segunda instancia, se evaluó el conjunto total de variables, como potenciales predictores de la titulación temprana, aislando el efecto del promedio ponderado acumulado en primer año. En tercera instancia, se evaluó la variable promedio ponderado acumulado en primer año (PPA_1), como único predictor viable de la sobreduración académica. Luego, se evaluó el conjunto total de variables, como potenciales predictores de la sobreduración académica, aislando el efecto del promedio ponderado acumulado en primer año. Finalmente, en ninguno de los modelos se aplicó alguna transformación matemática de las variables.

4.3.3 Determinantes de la titulación temprana

4.3.3.1 Determinantes titulación temprana 1: Variable Promedio Ponderado Acumulado en primer año

En la tabla 4, se observa el valor del coeficiente de la variable PPA_1, resultando estadísticamente significativo.

Tabla 4: Determinantes titulación temprana 1: Variable rendimiento académico en primer año.

Variable	B	SE	Wald	Sig.	Exp(B)	IC para Exp(B)	
						Inferior	Superior
PPA_1	1,295	0,319	16,463	0,000	3,651	1,953	6,824

Fuente: Elaboración propia.

Para la variable PPA_1, B es igual a 1,295, de manera que Exp(B) es igual a 3,651, y es el riesgo relativo asociado al hecho de poseer un promedio ponderado acumulado alto, al

finalizar el primer año de carrera. A su vez, el error estándar del coeficiente B (SE=0,084), resultó bajo. Por lo tanto, la variable PPA_1, es un factor que aumenta el riesgo de titularse a tiempo, en el modelo de titulación temprana 1. Además, el valor de prueba del estadístico global, resultó 0,000 (ver anexo 6), menor que 0,05, lo que indicaría que el modelo de titulación temprana 1, resultó estadísticamente significativo.

4.3.3.2 Determinantes titulación temprana 2: Conjunto total de variables, aislando el efecto del Promedio Ponderado Acumulado en primer año

En la tabla 5, se observa que los coeficientes de todas las variables contrastadas en este modelo, no resultaron estadísticamente significativas.

Tabla 5: Variables contrastadas en el modelo de titulación temprana 2: Conjunto total de variables, aislando rendimiento académico en primer año.

Variables	B	SE	Wald	Sig.	Exp(B)
EDAD_1	0,027	0,144	0,036	0,849	1,028
NEM	-0,352	0,628	0,315	0,575	0,703
CORR_QUINTIL	-0,071	0,186	0,147	0,701	0,931
PSU_LYC	-0,002	0,005	0,297	0,586	0,998
PSU_MAT	0,002	0,006	0,161	0,688	1,002
RAMA_EDC	-0,498	0,560	0,791	0,374	0,608
PREF	-0,220	0,202	1,188	0,276	0,802
ESTAB	-0,166	0,403	0,169	0,681	0,847
GEN	0,050	0,508	0,009	0,922	1,051
EDUPAD	0,024	0,086	0,080	0,777	1,025
EDUMAD	0,023	0,098	0,057	0,812	1,024
LUG_RES	-0,517	0,456	1,285	0,257	0,596

Fuente: Elaboración propia.

El valor de prueba del estadístico (Sig.) para los coeficientes de las variables codificadas EDAD_1, NEM, CORR_QUINTIL, PSU_LYC, PSU_MAT, RAMA_EDC, PREF, ESTAB, GEN, EDUPAD, EDUMAD Y LUG_RES, resultó mayor que 0,05 para todos los casos. Además, el valor de prueba del estadístico global, resultó 0,965 (ver anexo 7), mayor que 0,05,

lo que indicaría que el modelo de titulación temprana 2, no resultó estadísticamente significativo.

4.3.4 Determinantes de la sobreduración académica

4.3.4.1 Determinantes sobreduración académica 1: Variable Promedio Ponderado Acumulado en primer año

En la tabla 6, se observa la variable PPA_1, como posible determinante de la sobreduración académica, cuyo coeficiente resultó estadísticamente significativo.

Tabla 6: Determinantes sobreduración académica 1: Variable rendimiento académico en primer año.

Variable	B	SE	Wald	Sig.	Exp(B)	IC para Exp(B)	
						Inferior	Superior
PPA_1	0,795	0,084	88,889	0,000	2,214	1,877	2,612

Fuente: Elaboración propia.

Para la variable PPA_1, B es igual a 0,795, de manera que Exp(B) es igual a 2,214, y es el riesgo relativo asociado al hecho de poseer un promedio ponderado acumulado alto, al finalizar el primer año de carrera. A su vez, el error estándar del coeficiente B (SE=0,084), resultó bajo. Por lo tanto, la variable PPA_1, es un factor que no garantizaría que los estudiantes no se titulen con sobreduración académica, dado que el valor del riesgo relativo es mayor que 1, para este modelo. Además, el valor de prueba del estadístico global, resultó 0,000 (ver anexo 8), menor que 0,05, lo que indicaría que el modelo de sobreduración académica 1, resultó estadísticamente significativo.

4.3.4.2 Determinantes sobreduración académica 2: Conjunto total de variables, aislando el efecto del Promedio Ponderado Acumulado en primer año

En la tabla 7, se aprecia que todos los coeficientes de las variables resultaron estadísticamente significativos.

Tabla 7: Determinantes sobreduración académica 2: Conjunto total de variables, aislando rendimiento académico en primer año.

Variable	B	SE	Wald	Sig.	Exp(B)	IC para Exp(B)	
						Inferior	Superior
EDAD_1	-0,080	0,039	4,145	0,042	0,923	0,855	0,997
NEM	0,883	0,155	32,381	0,000	2,418	1,784	3,277
PSU_MAT	0,007	0,001	30,646	0,000	1,007	1,005	1,010
ESTAB	0,199	0,089	4,990	0,025	1,220	1,025	1,454

Fuente: Elaboración propia.

Los coeficientes de las variables EDAD_1, NEM, PSU_MAT y ESTAB resultaron significativos (Sig. <0,05), y el error estándar (SE) para cada coeficiente B, resultó bajo. El primero, resultó un factor protector, dado su valor de riesgo menor que 1 (Exp(B)=0,923) y su valor de coeficiente negativo (B=-0,080). Por ende, una mayor edad de ingreso, disminuiría la probabilidad de sobreduración académica, si las demás variables fuesen constantes. Los coeficientes de las variables NEM y ESTAB, resultaron significativos, debido a sus valores de riesgo mayores que 1 (Exp(B)=2,418 y 1,220 resp.), y sus valores de coeficientes positivos (B=0,883 y 0,199 resp.). Así, aumentos unitarios de estas variables, no garantizarían que los estudiantes no se titulen con sobreduración. Por otra parte, el coeficiente de la variable PSU_MAT resultó cercano a cero (B=0,007) y su valor de riesgo relativo fue 1,007, lo que indicaría que un aumento o disminución en un punto de este factor, no generaría un cambio significativo en el riesgo de exceder la duración formal de las ingenierías civiles de la UCSC. Finalmente, el valor de prueba del estadístico global, resultó 0,000 (ver anexo 9), menor que 0,05, indicando que el modelo de sobreduración académica 2, resultó significativo.

4.3.5 Supuestos del modelo de Riesgos Proporcionales de Cox

A continuación, se presentan los resultados de los supuestos del modelo de Riesgos Proporcionales de Cox, sobre la base de los residuos de Martingala, Desvíos, Puntaje y Schoenfeld.

Tabla 8: Resumen de resultados para los supuestos del modelo de Riesgos Proporcionales de Cox.

Modelo	Variable	Tipo de Residuo			
		Martingala	Desvíos	Puntaje	Schoenfeld
Titulación temprana 1	PPA_1	SI	SI	SI	SI
Sobreduración Académica 1	PPA_1	NO	SI	SI	NO
Sobreduración Académica 2	EDAD_1				NO
	NEM	NO		SI	SI
	PSU_MAT	NO	SI	SI	NO
	ESTAB				NO

Fuente: Elaboración propia.

La forma funcional de las covariables en los modelos de sobreduración académica 1 y 2, no resultó adecuada (ver anexo 14; b, d y e), debido a sus valores negativos grandes (≤ -3 , para algunos individuos). Aunque en la variable PPA_1 del modelo de titulación temprana 1, no se observaron valores negativos, estos resultaron cercanos a 1, en el límite superior de la distribución de los residuos de martingala.

El tiempo de titulación o la duración real de las carreras de ingenierías civiles, fue pronosticada correctamente en los modelos de titulación temprana y sobreduración académica 1 y 2, para todos los estudiantes (ver anexo 15; a, b y c).

Los individuos de la muestra, influenciaron la estimación de los coeficientes asociados a las variables PPA_1, NEM y PSU_MAT, en los modelos de sobreduración 1 y 2 respectivamente, observándose una mayor dispersión de los residuos, a partir del séptimo año de estudios, para la variable PPA_1(ver anexo 16; b), y desde el octavo año de estudios, para las variables NEM (ver anexo 16; d) y PSU_MAT (ver anexo 16; e), hasta el décimo año.

El riesgo proporcional de la variable PPA_1, resultó constante a través del tiempo en el modelo de titulación temprana 1(ver anexo 17). Por lo tanto, un PPA_1 alto, garantizaría la finalización temprana de las carreras, independiente del tiempo de titulación en el último semestre de carrera. Al graficar la variable PPA_1, respecto al tiempo de estudio (DUR_REAL_CON), se observa una disminución del PPA_1 a través del tiempo (ver Fig. 7). Esto, apoya los resultados de los residuos de Schoenfeld escalados para esta variable.

Las figuras delimitadas por triángulos (ver Fig. 7), representan a los estudiantes que lograron titularse en un tiempo no mayor a la duración formal de la carrera, y las figuras delimitadas por cuadrados, corresponden a los estudiantes que incurrieron en sobreduración.

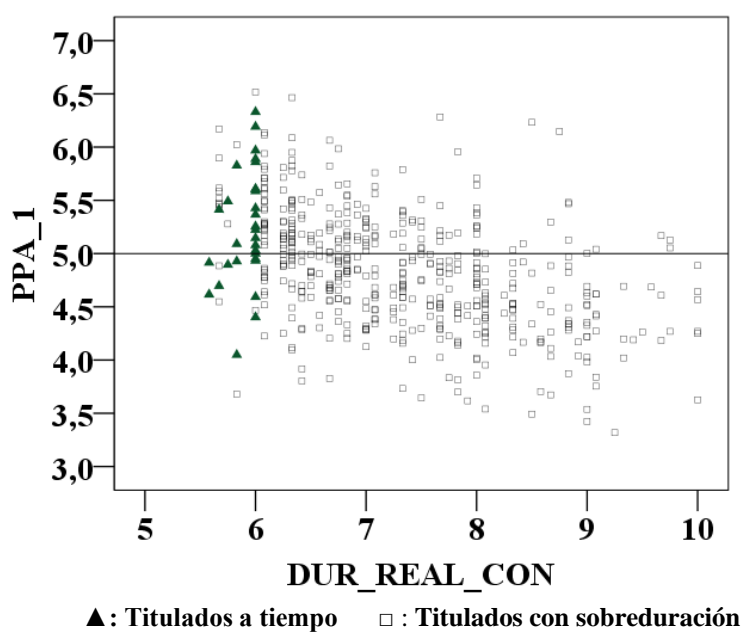


Fig. 7: Dispersión de la variable PPA_1 respecto al tiempo de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 5: Discusión

Los modelos de titulación temprana y sobreduración académica en este estudio, no son comparables entre sí, debido a la condición de estado o censura que se aplica en cada uno, y la diferencia de titulados entre ambos. Sin embargo, al analizar del valor de riesgo relativo de la variable PPA_1 en el modelo de titulación temprana 1 y sobreduración académica 1, se logró observar una disminución de este valor, conforme transcurría el tiempo de estudio. Por tanto, la variable PPA_1, tiene efectos indirectos en el fenómeno de la sobreduración a través del modelo de titulación temprana 1. Esta variable, además, garantizaría la salida temprana de los estudiantes y es concordante con lo señalado por Dowd (2004), Allen y Robbins (2010) y Cullinane (2014), pero contrario a los resultados de Volkwein y Lorang (1996).

La variable RAMA_EDC, no resultó significativa para los modelos de titulación temprana y sobreduración. Este resultado, es contradictorio a lo indicado por Arias y Dehon (2013), ya que la sobreduración abordada en el presente estudio, no es afectada por la formación científico-matemática de los estudiantes de ingenierías civiles de la UCSC.

Se encontró un factor protector asociado a la variable EDAD_1 en el modelo de sobreduración académica 2. Este hallazgo, es contrario a los resultados de los autores, Brunello y Winter-Ebmer (2003), y Dowd (2004), quienes señalan que la sobreduración académica, estaría asociada a una mayor edad de ingreso a la universidad.

Los resultados para la variable ligada al género del estudiante (GEN), son opuestos a los resultados de Dowd (2004), Garibaldi *et al.* (2012), Cullinane (2014), Contini *et al.* (2017) y Carvajal *et al.* (2018), debido a la inexistencia de posibles efectos del género, en los modelos de titulación temprana 2 y sobreduración académica 2.

De acuerdo a la información publicada por el MINEDUC a través del SIES (2018d), el género femenino tiene un promedio de duración real en carreras de pregrado, menor al de los hombres. Esta afirmación, no es válida para estudiantes de género femenino que conforman las carreras de ingenierías civiles de la UCSC.

Por último, resulta interesante destacar que las variables de la dimensión socioeconómica, no resultaron significativas en los modelos de titulación temprana 2 y sobreduración 2. Por lo tanto, es posible asegurar que la sobreduración académica de los estudiantes de ingenierías civiles de la UCSC, no está relacionada con el quintil de ingreso económico familiar, y con el nivel educacional de los padres, al menos para las cohortes de ingreso del periodo 2009-2013. Estos resultados, son contradictorios a lo señalado por los autores Volwein y Lorang (1996), Brunello y Winter-Ebmer (2003), Dowd (2004), Garibaldi *et al.* (2012), Arias y Dehon (2013), Cullinane (2014), Contini *et al.* (2017) y Carvajal *et al.* (2018).

Capítulo 6: Conclusiones

Las variables que afectan la sobreduración de las carreras universitarias en Chile, están asociadas al género, al rendimiento académico en la universidad, al estrato socioeconómico y a los ingresos familiares del estudiante. Además, los niveles de estas variables que producen una mayor sobreduración, están vinculados al género masculino, a la posesión de un rendimiento académico bajo en la universidad, a la procedencia de un estrato socioeconómico bajo y a un menor ingreso familiar del estudiante.

El modelo conceptual que explica la sobreduración de las carreras universitarias de ingenierías civiles en Chile, tiene la capacidad de incorporar nuevas dimensiones y variables de estudio asociadas el fenómeno de sobreduración, con un núcleo conformado actualmente por variables de la dimensión individual, académica y socioeconómica.

La variable Promedio Ponderado Acumulado en primer año (PPA_1), es un factor que propicia la titulación temprana de las carreras de ingenierías civiles de la UCSC, donde incrementos unitarios en esta variable, aumentarían la probabilidad de titularse a tiempo de la carrera, de acuerdo al modelo de titulación temprana 1. Por otra parte, la variable edad del estudiante al finalizar el primer año de carrera (EDAD_1), es un factor protector de la sobreduración académica para las carreras de ingenierías civiles de la UCSC, donde incrementos unitarios en esta variable, disminuirían la probabilidad de exceder la duración formal de la carrera, de acuerdo al modelo de sobreduración académica 2.

Las variables, quintil de ingreso económico al cual pertenece el estudiante (CORR_QUINTIL), nivel educacional de la Madre (EDUMAD), nivel educacional del Padre (EDUPAD), género del estudiante (GEN), lugar de residencia del estudiante (LUG_RES), preferencia por la carrera en la postulación (PREF), puntaje en la Prueba de Selección

Universitaria de lenguaje y comunicación (PSU_LYC) y rama educacional del colegio o liceo de procedencia (RAMA_EDC), no son factores determinantes de la sobreduración académica para las carreras de ingenierías civiles de la UCSC. Cabe mencionar que, los coeficientes de las variables, grupo de dependencia financiera de educación secundaria (ESTAB), notas acumuladas de enseñanza media (NEM) y puntaje en la Prueba de Selección Universitaria de matemática (PSU_MAT), resultaron estadísticamente significativos para el modelo de sobreduración académica 2 (Sig. < 0,05); sin embargo, no son factores determinantes de la sobreduración académica para las carreras de ingenierías civiles de la UCSC, debido a que incrementos unitarios en estas variables, no garantizarían una menor sobreduración académica.

Finalmente, el Promedio Ponderado Acumulado en primer año (PPA_1), es el único factor determinante de la sobreduración académica para los estudiantes de ingenierías civiles de la UCSC, pudiendo verificarse acabadamente los supuestos del modelo de Riesgos Proporcionales de Cox para el modelo de titulación temprana 1.

Capítulo 7: Referencias

- Acevedo, D., Cavadia, S. y Alvis, A. (2015a). Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena. *Formación Universitaria* Vol. 8(4): 15-22. Colombia. Obtenido de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062015000400003>
- Acevedo, D., Torres, J. D., y Jiménez, M. J. (2015b). Factores Asociados a la Repetición de Cursos y Retraso en la Graduación en Programas de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, en Colombia. *Formación Universitaria*. Vol. 8, N° 2. La Serena, Chile. Obtenido de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062015000200006
- Allen, J. and Robbins, S. (2010). Effects of Interest–Major Congruence, Motivation, and Academic Performance on Timely Degree Attainment, by *Journal of Counseling Psychology*, 2010. Vol. 57, N° 1: 23–35.
- Alonso, C.M., Gallego, D., and Honey, P. (1994). *Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora* (Séptima edición). Bilbao, España. Ediciones Mensajero, pp. 104-116.
- Aragón, M. y Jiménez, Y.I. (2009). Diagnóstico en los estilos de aprendizaje en los estudiantes: Estrategias docentes para elevar la calidad educativa. *Investigación Educativa*. Vol. 9: 1-21.
- Arias, E. A., and Dehon, C. (2013). Roads to Success in the Belgian French Community’s Higher Education System: Predictors of Dropout and Degree Completion at the Université Libre de Bruxelles. *Research in Higher Education*. Vol. 54(6): 693-723. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.1007/s11162-013-9290-y>
- Bajwa, N., Gujjar, A., Shaheen, G., and Ramzan, M. (2011). A comparative study of the study habits of the students from formal and non–formal systems of education in Pakistan. *International Journal Of Business and Social Science*, 2(14), consultada del E–Journal database.
- Beekhoven, S., De jong, U., and Van hout, H. (2004). The impact of first-year students living situation on the integration process and study progress. *Educational Studies*. Vol. 30, N° 3: 277-290. DOI: 10.1080/0305569042000224224
- Borges, R. (2004). *Verificación de los supuestos del modelo de Cox*. Escuela de Estadística, Universidad de Los Andes, Mérida 5101, Venezuela.
- Brunello, G. and Winter-Ebmer, R. (2003). Why Do Students Expect to Stay Longer in College? Evidence from Europe IZA Discussion Paper N° 658. Disponible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=372464>

- Cabrera, A., Nora, A., and Castaneda, M. (1993). College persistence: Structural equations modeling test of an integrated model of student retention. *The Journal of Higher Education*. Vol. 64 (2): 123-139.
- Carvajal, C. M., González J. A., Tassara C. A., y Álvarez M.S. (2018). Sobre-duración: una Aproximación Cuantitativa. *Formación Universitaria*. Vol. 11, N°3. La Serena, Chile. Obtenido de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062018000300019
- Carvajal, P., Trejos, A.A., y Barros, A.M. (2007). Análisis estadístico multivariado de los estilos de aprendizajes predominantes en estudiantes de ingenierías de la Universidad Tecnológica de Pereira II semestre de 2006. *Scientia et Technica*. Vol. 34: 325 -330.
- Consejo Nacional de Educación (2018). *Índices Educación Superior*. Visitado en octubre, 2018. Obtenido de: <https://www.cned.cl/indices-educacion-superior>
- Contini D., Cugnata F., and Scagni A. (2017). Social selection in higher education. Enrolment, dropout and timely degree attainment in Italy. *Higher Education*, August 2017. Obtenido de: <https://doi.org/10.1007/s10734-0170170-9>
- Cox, D.R. (1972). Regression models and life-tables (with discussion). *Journal of the Royal Statbtical Society*. Series B. Vol 34: 187-220.
- Cullinane, J. (2014). *The Path to Timely Completion: Supply- and Demand-Side Analyses of Time to Bachelor's Degree Completion* (tesis doctoral) The University of Texas at Austin, United States.
- Díaz, C. J. (2008). Modelo conceptual para la deserción estudiantil universitaria chilena. *Estudios pedagógicos*. Valdivia, Chile. Vol. 34(2): 65-86. Obtenido de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052008000200004>
- Díaz, C. J. (2009). Factores de Deserción Estudiantil en Ingeniería: Una Aplicación de Modelos de Duración. *Información Tecnológica*. Vol. 20 (5): 129-145.
- Dowd, A. (2004). Income and financial aid effects on persistence and degree attainment in public colleges. *Education Policy Analysis Archives*. Vol. 12(21). Obtenido de: <http://epaa.asu.edu/epaa/v12n21/>
- Fritianto, A., and Ting, R., (2013). Several Types of residuals in Cox Regression Model: An Empirical Study. *Int. Journal of Math. Analysis*. Vol., 2013, N°53: 2645-2654.
- Garibaldi, P., Giavazzi, F., Ichino, A., and Rettore, E. (2012). College Cost and Time to Complete a Degree: Evidence from Tuition Discontinuities. *Review of Economics and Statistics* 94.3 (2012): 699–711. Disponible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=959137>
- Hernández, C., Rodríguez, N., y Vargas, Á. (2012). Los hábitos de estudio y motivación para el aprendizaje de los alumnos en tres carreras de ingeniería. *Revista de la educación superior*. issn: 0185-2760 Vol. 16(3), N° 163: 67-87. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60425380005>

- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio*. (Sexta edición). México D.F.: McGraw-Hill.
- Klein, J. P., and Moeschberger M. L., (2003). *Survival analysis: Techniques for censored and truncated data* (second edition). Statistics for Biology and Health, Springer.
- Laugero, L., Balcaza, G., Salinas, N., Cravari A.M. (2009). Una indagación en el Estilo de Aprendizaje de los Alumnos en Distintos Momentos de su Vida Universitaria. *Estilos de Aprendizaje*. Vol. 4, N° 4: 1-13.
- Ministerio de Educación de Chile (2017). *Estadísticas de la educación 2016* (pp. 30-36). Santiago.
- Ministerio de Educación de Chile (2018). Gratuidad. Visitado en octubre, 2018. Obtenido de: <http://www.gratuidad.cl/lo-que-debes-saber/>
- Mondragón, C., Cardoso, D., y Bobadilla, S., (2016). Hábitos de estudio y rendimiento académico. Caso estudiantes de la licenciatura en Administración de la Unidad Académica Profesional Tejupilco, 2016. *Revista iberoamericana para la investigación y desarrollo educativo*. Vol. 8, N°15. Julio-diciembre 2017. DOI: 10.23913/ride.v8i15.315
- Niu, S. X., and Tienda, M. (2013). High School Economic Composition and College Persistence. *Research in Higher Education*. Vol. 54:30–62.
- Ramos, G.E., y Triana, M.L. (2011). Diagnóstico del proceso enseñanza y su relación con los estilos y estrategias de aprendizaje de los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. *Scientia et Technica*. Vol. 47: 270-275.
- Saldaña, M., y Barriga, O. (2010). Adaptación del modelo de deserción universitaria de Tinto a la Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. *Revista de Ciencias Sociales* (Ve), vol. XVI, núm. 4, octubre-diciembre, pp. 616-628 Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela.
- Servicio de Información de Educación Superior (SIES), del Ministerio de Educación de Chile (2018a). *Bases de datos de matriculados*. Visitado en octubre, 2018. Obtenido de: <http://www.mifuturo.cl/bases-de-datos-de-matriculados/>
- Servicio de Información de Educación Superior (SIES), del Ministerio de Educación de Chile (2018b). *Bases de datos de oferta académica*. Visitado en octubre, 2018. Obtenido de: <http://www.mifuturo.cl/bases-de-datos-de-oferta-academica/>
- Servicio de Información de Educación Superior (SIES), del Ministerio de Educación de Chile (2018c). *Bases de datos titulados*. Visitado en octubre, 2018. Obtenido de: <http://www.mifuturo.cl/bases-de-datos-titulados/>
- Servicio de Información de Educación Superior (SIES), del Ministerio de Educación de Chile. (2018d). *Informe duración real y sobreduración de carreras y/o programas* (pp. 2-7).

- Servicio de Información de Educación Superior (SIES), del Ministerio de Educación de Chile. (2018e). *Informe retención de 1 er año de pregrado / cohortes 2013 - 2017* (pp. 2-7).
- Tinto, V. (1975). Dropout From Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research. *Journal of Higher Education*. N° 45: 89-125.
- Velázquez, J. (1961). *Curso Elemental de Psicología*. México. Editorial Selector.
- Volkwein, J. F., and Lorang, W. G. (1996). Characteristics of extenders: full-time students who take light credit loads and graduate in more than four years. *Research in Higher Education*. Vol. 37, N°1: 43-68.
- Yacub, B., Patron, G., Agámez, M. E. y Acevedo, D. (2018). Estilos de aprendizaje y su relación con repitencia y retraso académico en Ingeniería Biomédica, Electrónica e Industrial. *Entre Ciencia e Ingeniería*. Vol. 12, N°23: 72-77. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.31908/19098367.3705>

Capítulo 8: Anexos

Anexo 1: Porcentaje total matriculados en primer año por área del conocimiento, periodo 2010-2017

Área del conocimiento	Porcentaje (%)
Tecnología	28,7
Administración y Comercio	19,7
Salud	17,9
Educación	13,0
Ciencias Sociales	8,4
Arte y Arquitectura	4,5
Derecho	3,0
Agropecuaria	1,9
Ciencias Básicas	1,7
Humanidades	1,1
Sin área definida	0,1

Fuente: Elaboración propia a partir de SIES, 2018a.

Anexo 2: Porcentaje total matriculados en primer año por área carrera genérica, periodo 2010-2017

Nombre genérico carrera	Porcentaje (%)
Técnico en Enfermería	5,9
Técnico en Administración de Empresas	4,3
Técnico en Prevención de Riesgos	3,9
Ingeniería Comercial	2,7
Enfermería	2,3
Derecho	2,3
Administración de Empresas e Ing. Asociadas	2,1
Ingeniería en Prevención de Riesgos	2,0
Técnico Asistente del Educador de Párvulos	1,9
Psicología	1,9

Fuente: Elaboración propia a partir de SIES, 2018a.

Anexo 3: Porcentaje del total de titulados por área del conocimiento, periodo 2010-2017

Área del conocimiento	Porcentaje (%)
Tecnología	23,3
Administración y Comercio	21,1
Salud	18,0
Educación	17,0
Ciencias Sociales	9,6
Arte y Arquitectura	3,8
Derecho	3,0
Agropecuaria	2,1
Ciencias Básicas	1,1
Humanidades	0,9

Fuente: Elaboración propia a partir de SIES, 2018c.

Anexo 4: Porcentaje total titulados por área carrera genérica, periodo 2010-2017

Área carrera genérica	Porcentaje (%)
Técnico en Enfermería	6,3
Técnico en Administración de Empresas	3,3
Técnico en Prevención de Riesgos	3,0
Ingeniería Comercial	3,0
Administración de Empresas e Ing. Asociadas	2,7
Magister en Administración y Comercio	2,3
Ingeniería en Prevención de Riesgos	2,3
Trabajo Social	2,1
Enfermería	2,0
Postítulo en Educación	2,0

Fuente: Elaboración propia a partir de SIES, 2018c.

Anexo 6: Prueba de significancia global para el modelo de titulación temprana 1: Variable Promedio Ponderado Acumulado en primer año.

Modelo	Variable	Log. Verosimilitud	Chi-cuadrado	Sig.
Titulación temprana	PPA_1	357, 254	16,641	,000

Fuente: Elaboración propia a partir de SPSS.

Anexo 7: Prueba de significancia global para el modelo de titulación temprana 2: Total de variables, aislando el efecto del Promedio Ponderado Acumulado en primer año.

Modelo	Log. Verosimilitud	Chi-cuadrado	Sig.
Titulación temprana	258, 710	4,794	0,965

Anexo 8: Prueba de significancia global para el modelo de sobreduración académica 1: Variable Promedio Ponderado Acumulado en primer año.

Modelo	Variable	Log. Verosimilitud	Chi-cuadrado	Sig.
Sobreduración Académica	PPA_1	5095,674	88,089	0,000

Fuente: Elaboración propia a partir de SPSS.

Anexo 9: Prueba de significancia global para el modelo de sobreduración académica 2: Total de variables, aislando el efecto del Promedio Ponderado acumulado en primer año.

Modelo	Variables	Log. Verosimilitud	Chi-cuadrado	Sig.
Sobreduración Académica	EDAD_1, NEM, PSU_MAT, ESTAB	58,525	58,525	0,000

Fuente: Elaboración propia a partir de SPSS.

Anexo 10: Formulación matemática residuos de martingala.

Los residuos de martingala se definen como:

$$\hat{M}_i(t) = N_i(t) - \hat{E}_i(t) = N_i(t) - \int_0^t Y_i(s) e^{\beta'Z_i(s)} d\hat{\Lambda}_0(\beta, s)$$

donde $\hat{\Lambda}_0(\beta, s)$ es el estimador del riesgo base de Breslow (o de Tsiatis o de Nelson y Aalen) definido como:

$$\hat{\Lambda}_0(\beta, s) = \int_0^s \frac{\sum_{i=1}^n dN_i(s)}{\sum_{i=1}^n Y_i(s) e^{\beta'Z_i(s)}}$$

y están basados en la martingala de un proceso de conteo para el i-ésimo individuo, $M_i(t) = N_i(t) - E_i(t)$, definida mediante:

$$M_i(t) = N_i(t) - \int_0^t Y_i(s) e^{\beta'Z_i(s)} \lambda_0(s) ds$$

Los residuos de martingala son muy asimétricos y con una cola muy larga hacia la derecha, particularmente para datos de supervivencia para un solo evento.

Fuente: Borges F. (2004)

Anexo 11: Formulación matemática residuos de desvíos.

Los residuos de desvíos se obtienen mediante una transformación de normalización de los desvíos de martingala y son similares en forma a los residuos de desvíos (*deviances*) en la regresión de Poisson. Además, si todas las covariables son fijas en el tiempo, los residuos toman la forma:

$$d_i = \text{signo}(\hat{M}_i) * \sqrt{-\hat{M}_i - N_i \log\left(\frac{N_i - \hat{M}_i}{N_i}\right)}$$

Una expansión de Taylor de un término muestra que:

$$d_i \approx \frac{N_i - \hat{E}_i}{\sqrt{\hat{E}_i}}$$

que es formalmente equivalente a los residuos de Pearson de los modelos lineales generalizados.

Fuente: Borges F. (2004)

Anexo 12: Formulación matemática residuos de puntaje.

Los residuos de puntajes se definen como:

$$U_{ij} = U_{ij}(\hat{\beta}, \infty)$$

donde $U_{ij}(\beta, t)$, $j = 1, \dots, p$ son las componentes del vector fila de longitud p obtenido a través del proceso de puntaje para el i -ésimo individuo:

$$U_i(\beta) = \int_0^t [Z_i(t) - \bar{Z}(\beta, t)] dN_i(t)$$

Fuente: Borges F. (2004)

Anexo 13: Formulación matemática residuos de schoenfeld.

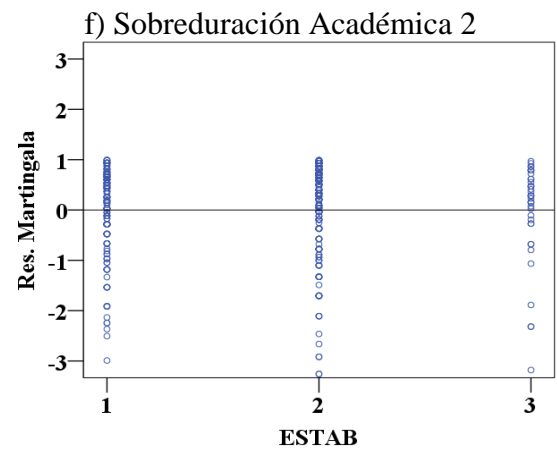
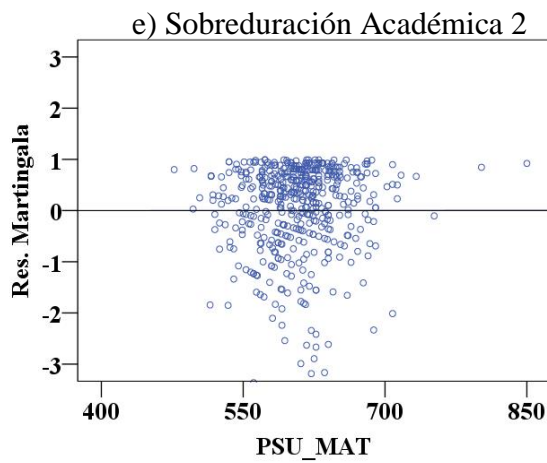
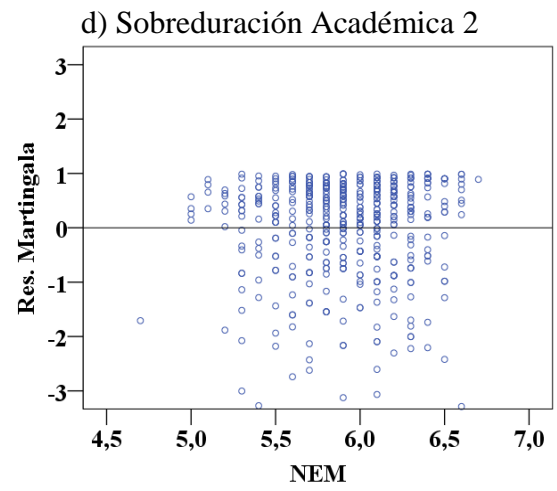
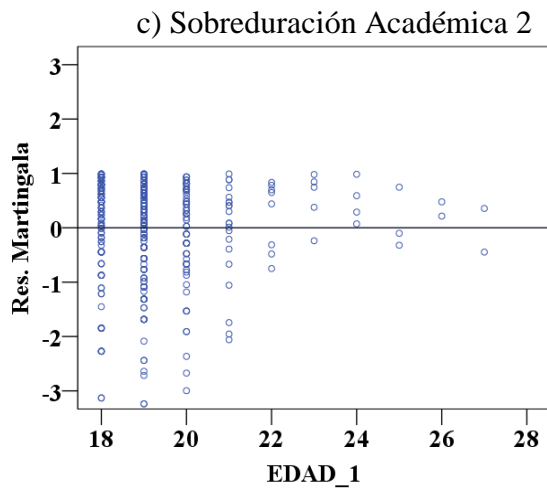
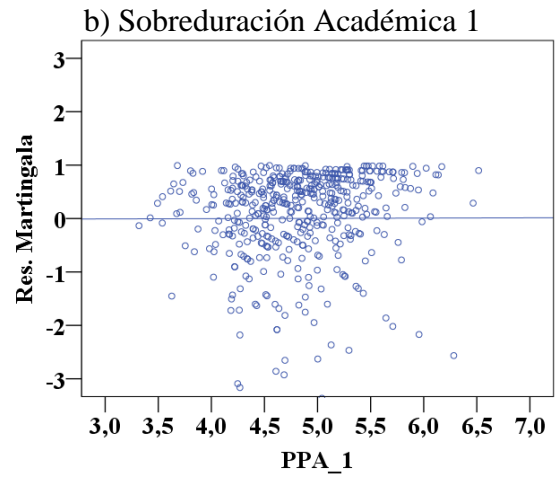
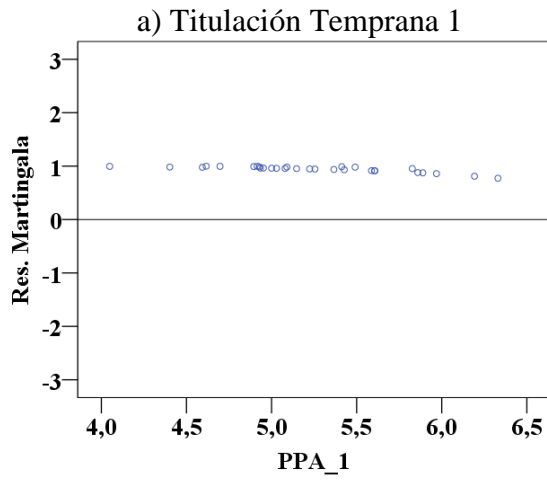
Los residuos de Schoenfeld se definen como la matriz:

$$s_{ij}(\beta) = Z_{ij}(t_i) - \bar{Z}_j(\beta, t_i)$$

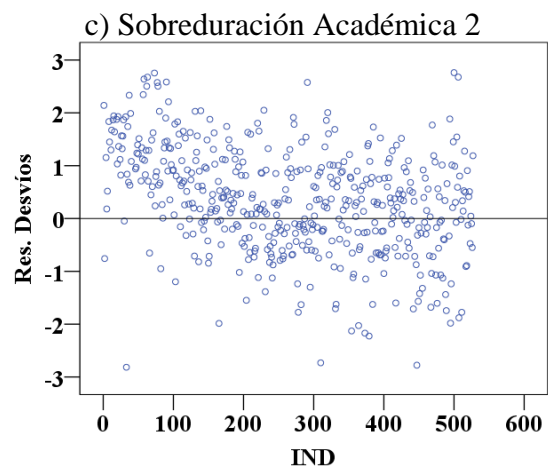
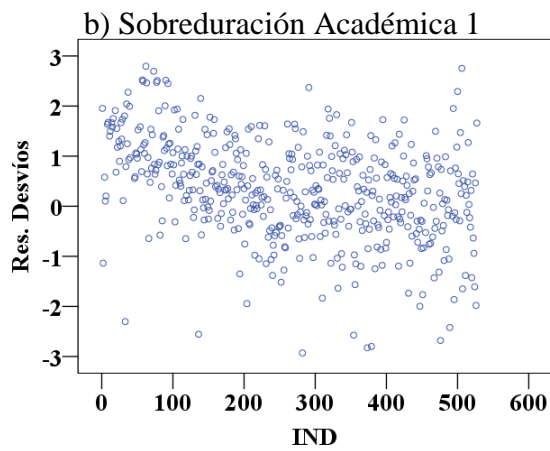
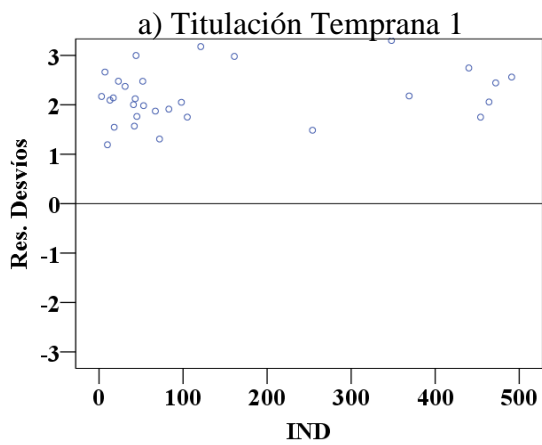
con una fila por muerte y una columna por covariable, donde i y t_i son los individuos y el tiempo de ocurrencia del evento respectivamente.

Fuente: Borges F. (2004)

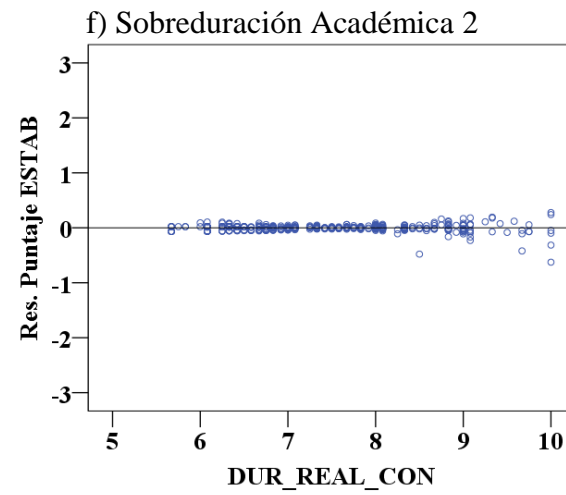
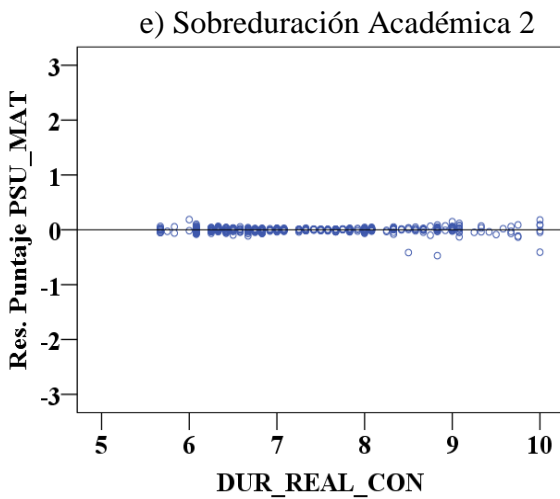
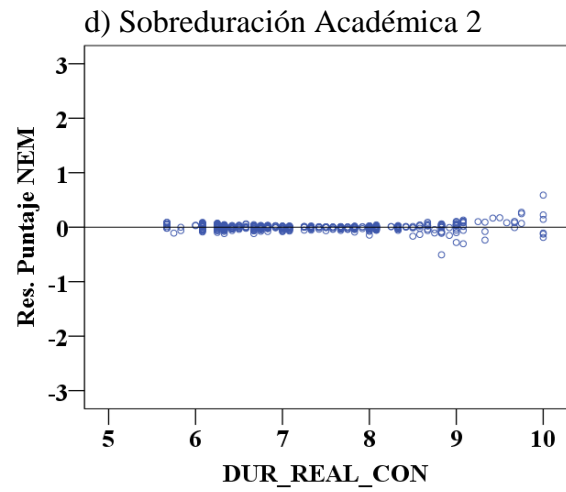
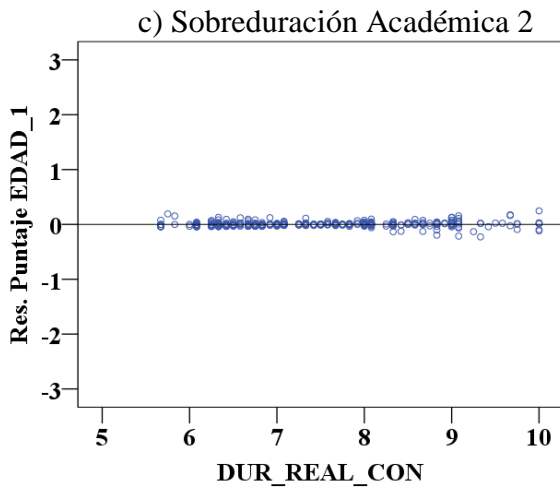
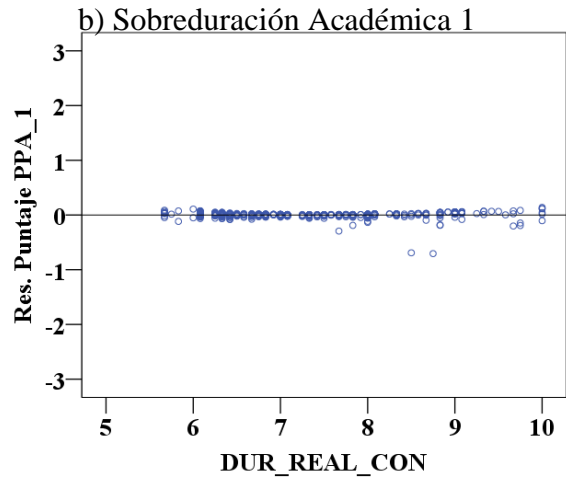
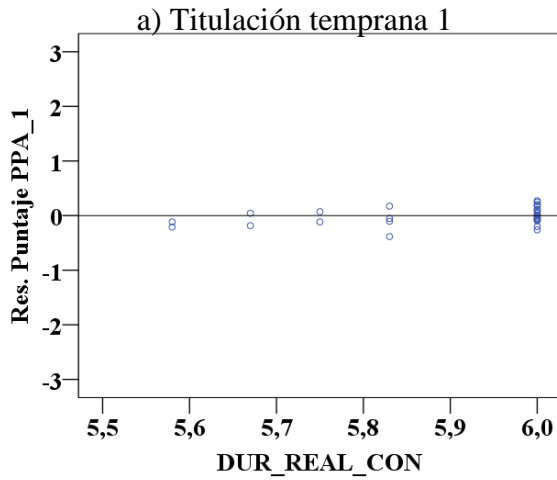
Anexo 14: Residuos de Martingala.



Anexo 15: Residuos de Desvíos.



Anexo 16: Residuos de Puntaje.



Anexo 17: Prueba de significancia residuos de Schoenfeld escalados.

Modelo	Variable	Rho	Chi-cuadrado	Sig.
Titulación Temprana 1	PPA_1	0,365	3,420	0,064
Sobreduración Académica 1	PPA_1	-0,257	27,200	0,000
Sobreduración Académica 2	EDAD_1	0,098	5,270	0,022
	NEM	-0,089	3,610	0,058
	PSU_MAT	-0,105	5,850	0,016
	ESTAB	-0,069	2,080	0,015
	Global	NA	17,210	0,002

Fuente: Elaboración propia.