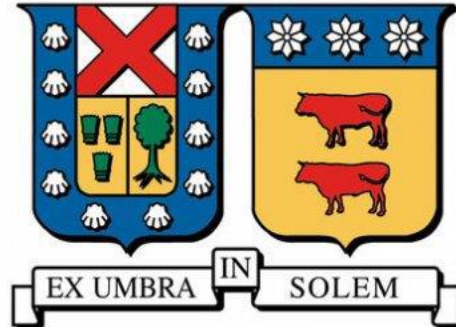


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
SANTIAGO- CHILE



**ANÁLISIS DE LA DESERCIÓN UNIVERSITARIA EN LA CARRERA DE
INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO
SANTA MARIA**

ALEJANDRA ANDREA GALAZ STUARDO

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA : RAFAEL FAVEREAU URQUIZA
PROFESOR CORREFERENTE : RODOLFO SALAZAR ALBORNOZ

OCTUBRE 2023

RESUMEN EJECUTIVO

La deserción universitaria es un problema que afecta a la mayoría de las instituciones de educación superior y que corresponde a un fenómeno crítico para el sistema educativo en su conjunto, ya que esto genera altos costos económicos, sociales, entre otros.

En el presente estudio, se analiza este fenómeno desde una perspectiva académica, enfocado en la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María para el periodo 2012-2019. Para lo anterior se realizan dos modelos matemáticos estocásticos discretos utilizando cadenas de Markov.

El primer modelo representa el avance de los estudiantes a lo largo del plan de estudios, con el fin de determinar la probabilidad de deserción de la carrera, además de su duración real. En esta cadena de Markov los estados representan el semestre académico en el que se encuentra el estudiante, o si se tituló o desertó del programa.

Por otra parte, el segundo modelo representa la probabilidad de desertar del plan académico según el número de veces que se rinde una misma asignatura. En este caso, los estados representan el número de veces que se repite una asignatura o si se abandonan los estudios.

Como conclusión se tiene que a medida que se avanza en el plan académico la probabilidad de desertar disminuyen, además que la duración real de la carrera analizada es 1,3 semestres más que la duración formal. Por otro lado, también se concluye que existen asignaturas críticas, que al reprobárselas presentan una mayor probabilidad de abandonar los estudios. Esto permite a la universidad evaluar en nivel de dificultad de las distintas asignaturas que son parte del plan académico y que pueden impactar en los niveles de deserción.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	7
2.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	8
3.	OBJETIVOS	10
	3.1 Objetivo general	10
	3.2 Objetivos Específicos	10
4.	MARCO TEÓRICO.....	11
	4.1 Deserción Universitaria.....	11
	4.1.1 Definiciones	11
	4.1.2 Consecuencias	12
	4.2 Modelos de Análisis	14
	4.2.1 Modelo Psicológico.....	15
	4.2.2 Perspectiva Sociológica.....	15
	4.2.3 Perspectiva Académica	16
	4.2.4 Perspectiva Económica	16
	4.2.5 Perspectiva Organizacional	16
	4.2.6 Perspectiva Interaccionista.....	16
	4.3 Escenario en Chile.....	17
	4.3.1 Estadísticas	17
	4.3.2 Universidad Técnica Federico Santa María	19
	4.4 Modelos de Markov	20
	4.4.1 Procesos Estocásticos.....	20
	4.4.2 Cadena de Markov	21
	4.4.3 Aplicaciones.....	24
	4.4.4 Antecedentes Bibliográficos	25
5.	METODOLOGÍA	27
	5.1 Descripción del Problema	27
	5.2 Tipo de Estudio	27
	5.3 Metodología Utilizada.....	28
	5.3.1 Obtención y Trabajo de Datos.....	28
	5.3.2. Análisis Descriptivo	28
	5.3.3. Desarrollo Modelos de Markov.....	28
6.	DESARROLLO	30

6.1. Herramientas Utilizadas	30
6.1.1. Microsoft Access.....	30
6.1.2. Microsoft Excel.....	30
6.1.3. R Studio.....	30
6.2 Obtención y Trabajo de Datos.....	30
6.2.1 Trabajo de Datos Modelo de Markov.....	33
6.3 Análisis descriptivo	35
6.3.1 Definición Variables de Estudio	36
6.3.2 Análisis Univariado.....	37
6.4 Modelo de Markov	37
6.4.1 Supuestos.....	37
6.4.2 Definición de Asignaturas por Estudiar	38
6.4.3 Desarrollo Modelo de Markov	40
6.4.4 Matriz de transición.....	43
7. RESULTADOS.....	46
7.1 Análisis Descriptivo.....	46
7.1.1. Análisis Univariado.....	46
7.2 Modelo de Markov	56
7.2.1. Modelo 1	56
7.2.2. Modelo 2	60
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS	76
8.1 Modelo 1	76
8.2 Modelo 2	79
9. CONCLUSIONES	85
10. REFERENCIAS.....	90
11. ANEXOS	96

INDICE DE TABLAS

Tabla 6.1 Bases de datos proporcionadas por la UDAI.	33
Tabla 6.2 Relación inicial variables analizadas.....	36
Tabla 6.3 Créditos correspondiente a cada semestre académico.....	4647
Tabla 7.1 Estadísticos Descriptivo Cantidad de Matriculados.....	47
Tabla 7.2 Estadísticos Descriptivos Matriculados Primer Año.....	48
Tabla 7.3 Estadísticos Descriptivos Asignaturas Aprobadas.	51
Tabla 7.4 Estadísticos Descriptivo Asignaturas Aprobadas Según Año de Ingreso.	52
Tabla 7.5 Estadísticos Descriptivo Asignaturas Reprobadas.	53
Tabla 7.6 Estadísticos Descriptivo Prioridad Académica.	53
Tabla 7.7 Estadísticos Descriptivo Deserción Académica.	54
Tabla 7.8 Tasa de Reprobación asignaturas del plan de carrera.....	56
Tabla 7.9 Matriz de transición Modelo 1 General.....	56
Tabla 7.10 Matriz de transición Modelo 1 Casa Central.....	57
Tabla 7.11 Matriz de transición Modelo 1 Santiago.	57
Tabla 7.12 Matriz Fundamental para Modelo 1 General.	58
Tabla 7.13 Probabilidad Largo Plazo Modelo 1 General.	58
Tabla 7.14 Matriz Fundamental para Modelo Casa Central.....	59
Tabla 7.15 Probabilidad Largo Plazo Modelo 1 Casa Central.	59
Tabla 7.16 Matriz Fundamental para Modelo 1 Santiago.	60
Tabla 7.17 Probabilidad Largo Plazo Modelo 1 Santiago.....	60
Tabla 7.18 Frecuencias absolutas por estado para la asignatura Matemática II.....	61
Tabla 7.19 Transiciones entre estados en cada periodo para la asignatura Matemática II.....	62
Tabla 7.20 Frecuencia de transiciones entre los estados transitorios y los demás estados en cada periodo, de la asignatura Matemática II.	63
Tabla 7.21 Matrices de Transición de Modelo de Markov.	67
Tabla 8.1 Resumen Probabilidad de desertar según la repitencia reitera de una asignatura.	80
Tabla 8.2 Resumen Probabilidad de desertar según la repitencia reitera de una asignatura según sede.	83

INDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 Estado del arte en el estudio de la deserción.....	14
Figura 4.2 Evolución de la Matrícula 1er año de Pregrado por tipo de institución.....	17
Figura 4.3 Evolución de la Matrícula 1 ^{er} año y Tasa de Deserción en Ingeniería Civil Industrial....	18
Figura 4.4 Evolución de la Matricula Total en la Universidad Técnica Federico Santa María.	19
Figura 4.5 Evolución de la deserción estudiantil la Universidad Técnica Federico Santa María.	20
Figura 4.6 Matriz de probabilidades de transición.....	22
Figura 4.7 Cadena de Markov con su respectiva matriz de transición.....	22
Figura 7.1 Cantidad de Matrículas por semestre.....	48
Figura 7.2 Estudiantes de Primer año.....	49
Figura 7.3 Sexo Estudiantes Ingeniería Civil Industrial en la UTFSM.....	49
Figura 7.4 Tendencia sexo de estudiantes por año.....	50
Figura 7.5 Sede de Matrícula Estudiantes Ingeniería Civil Industrial en la UTFSM.....	50
Figura 7.6 Tendencia Sede de Matrícula por año.....	51
Figura 7.7 Asignaturas Aprobadas.....	52
Figura 7.8 Asignaturas Reprobadas.....	53
Figura 7.9 Número de Estudiantes Desertores.....	54
Figura 8.1 Tendencia probabilidad de deserción.....	77

1. | INTRODUCCIÓN

La educación superior es un pilar fundamental en la sociedad, siendo uno de los principales impulsores de la evolución de esta misma. Este proceso es clave para el desarrollo de los países y el progreso social de las personas, teniendo una implicancia directa en la disminución de la brecha de desigualdad, ya que ofrece las herramientas para poder acceder a oportunidades laborales de calidad. Con esto, la deserción en la educación superior se ha vuelto un fenómeno de preocupación para las instituciones y todo el sistema educativo.

La deserción universitaria es un fenómeno que ha sido estudiado con el paso de los años por diferentes autores con distintos puntos de vista y focos, a los que atribuyen el origen del abandono de los estudios universitarios. Entre las perspectivas que han sido estudiadas se encuentra la sociológica, psicológica, económica y académica. El interés que se tiene por el análisis de este tema puede tener su origen en las consecuencias que el fenómeno trae consigo, tanto para el estudiante que deserta de la educación superior, el que tiene que enfrentar consecuencias sociales, emocionales y económicas. Pero también para las instituciones de educación superior y todo el sistema educativo, ya que cada alumno que ingresa y no completa sus estudios significa una pérdida de los recursos invertidos en su formación académica. Por lo tanto, el fenómeno de deserción ya no solo es un problema que impacte solo en el alumno, sino que se transforma en un problema de gestión para las universidades.

El principal objetivo de esta investigación es realizar un análisis de la deserción universitaria en la carrera de Ingeniería Civil Industrial impartida por la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), a través de una perspectiva académica, con el objetivo de entregar información de relevancia que le permita a la universidad tomar acciones en función de minimizar la deserción en la población estudiada.

2. | PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La educación superior representa hoy en día una necesidad primordial de toda sociedad que tenga como meta el desarrollo y crecimiento. Tal como es planteado por Dávila et al. (2022), la educación superior es considerada la base fundamental del desarrollo humano, ya que el conocimiento transforma al hombre en todos los aspectos de su vida, además permite disminuir el costo social de contar con una población limitada en su crecimiento. En este sentido, la deserción estudiantil es uno de los problemas que viene aquejando a la sociedad desde hace mucho tiempo, especialmente a nivel superior, ya que es la etapa donde el individuo posee la capacidad de decisión y tiene las riendas de su educación en su edad adulta.

La deserción universitaria se define como “la desafiliación del alumno del sistema, de forma voluntaria o forzosa, definitiva o transitoria, y puede presentarse en relación a una carrera o institución particular, así como al sistema en su conjunto.” (Seminara, 2020). Para un estudiante encontrarse en esta situación trae consigo una serie de consecuencias, desde implicancias sociales, con respecto a las expectativas del alumno y su círculo familiar, consecuencias económicas, y efectos emocionales, dados por la discrepancia entre las aspiraciones de la persona y sus logros (González et al., 2005). Pero, además, el abandono de estudios no solo afecta al estudiante y su entorno, sino que también afecta a la institución, dado que los recursos invertidos no terminarán en la graduación del alumno, disminuyendo su eficiencia interna, que se mide a través del indicador tasa de retención (Espinosa et al., 2020).

En Chile, según datos del Servicio de Información de Educación Superior (SIES), el año 2020, la tasa de deserción en instituciones de educación superior al primer año de ingreso fue de 24,4%, presentando una disminución del 2% con respecto al año anterior. Si se consideran solo las universidades, la tasa de deserción al primer año de pregrado corresponde a un 15% (2021). Es decir,

aproximadamente dos de cada diez estudiantes universitarios abandonan sus estudios en primer año de carrera.

En particular, la Universidad Técnica Federico Santa María al año 2017, presentaba una tasa de deserción al primer año de ingreso del 19,4%, la que aumenta a un 34% cuando se analiza el segundo año de carrera.

Las causas que pueden llevar a un estudiante a encontrarse en esta situación son múltiples. Entre las se encuentran, “factores personales, culturales, sociales, económicos del alumno y sus familias y, aquellos que se relacionan con factores académicos e institucionales” (Canales y De los Ríos, 2007).

Dentro de los factores académicos se encuentra la repitencia de asignaturas, que en muchos casos se encuentra concatenada con el fenómeno de deserción, “ya que la investigación demuestra que la repitencia reiterada conduce, por lo general, al abandono de los estudios.” (González et al., 2005).

Dado el impacto y la incidencia que tiene la deserción universitaria en los estudiantes e instituciones, surgen las preguntas ¿Cómo se relaciona la repitencia de una asignatura con la deserción de un estudiante? ¿Qué asignaturas son críticas para la explicación de este fenómeno? ¿Es posible representar este fenómeno a través de un modelo estocástico discreto? ¿El modelo presenta un nivel de predicción óptimo para ser implementado?

Para afrontar la problemática descrita, se plantea el análisis de la deserción universitaria en la UTFSM a través de la formulación de dos modelos de Markov, donde en el primero se defina el avance de los estudiantes a través de los semestres académicos, con el fin de determinar el tiempo en que termina el plan académico o en caso contrario deserta de la carrera. Por otra parte, el segundo modelo define el progreso de los alumnos con respecto a una asignatura, con el objetivo de identificar los cursos críticos en cuanto a deserción universitaria, y de esta forma entregar información que contribuya a la toma de decisiones dentro de la universidad.

3. | OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Analizar el fenómeno de deserción universitaria en la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María, con enfoque en los factores académicos, mediante la formulación de dos modelos estocásticos discretos.

3.2 Objetivos Específicos

- Investigar a través de revisión bibliográfica sobre la aplicación de Cadenas de Markov en la realización de pronósticos bajo determinadas variables.
- Formular un modelo estocástico, utilizando cadenas de Markov, que represente el avance de los estudiantes de ingeniería civil industrial en la Universidad Federico Santa María, a lo largo del plan académico, que permita estimar la duración real de la carrera.
- Formular un modelo estocástico, utilizando cadenas de Markov, que represente la deserción académica de estudiantes de ingeniería civil industrial en la Universidad Federico Santa María, en función de la repitencia reiterada de una asignatura, para identificar los cursos críticos.
- Determinar la probabilidad de transición entre los estados, a través del análisis de datos.
- Identificar las asignaturas críticas que presenten una mayor relación entre la reprobación y deserción estudiantil.

4. | MARCO TEÓRICO

4.1 Deserción Universitaria

El contexto global de cambios acelerados, en el cual estamos insertos como país, le impone a Chile modificaciones sustantivas en su vida económica y social. Las instituciones de educación superior, son las principales responsables de responder al reto de formar a las personas para este nuevo mundo a través de sus dos funciones principales: la formación de profesionales y técnicos de nivel superior, y la contribución al desarrollo científico y tecnológico de Chile (MINEDUC, s.f.).

Por ello, resulta de suma importancia fortalecer la educación superior, donde una forma de lograrlo es disminuyendo la tasa de deserción en las instituciones.

4.1.1 *Definiciones*

El término deserción ha sido ampliamente estudiado por investigadores con diferentes enfoques, de ahí que su definición ha ido cambiando con el paso del tiempo. De esta forma la deserción no solo implica que los estudiantes abandonen la universidad durante su vida académica, sino que esta situación se puede dar de manera forzosa o voluntaria, asociada a factores propios o externos al estudiante (Zavala et al., 2018).

Tinto plantea que ninguna definición logra captar en su totalidad la complejidad de la deserción en la educación superior, ya que implica una variedad de perspectivas: individual, institucional y estatal. De esta forma, desde la mirada institucional todos los estudiantes que abandonan su educación superior son considerados desertores. Desde el punto de vista del estudiante la deserción es una situación que se enfrenta cuando se aspira, pero no se logra concluir el proceso educativo (1975).

Himmel define la deserción como “abandono prematuro de un programa de estudios antes de alcanzar el título o grado, y considera un tiempo suficientemente largo como para descartar la posibilidad de que el estudiante se reincorpore” (2002).

Finalmente, González, propone que la deserción entendida como una forma de abandono de los estudios superiores, adopta diferentes comportamientos en los estudiantes que afecta su continuidad en su trayectoria escolar. Estos comportamientos se caracterizan por:

- Abandono o suspensión voluntaria y definitiva de los estudios.
- Salida del estudiante por bajo rendimiento académico.
- Cambio de carrera (2005).

A partir de las definiciones anteriores, Vásquez et al, en su investigación plantean que la deserción se puede clasificar con respecto al tiempo en el que ésta ocurre. Clasificándose en:

- Deserción precoz: individuo que habiendo sido aceptado en la institución no se matricula.
- Deserción temprana: individuo que abandona los estudios en los cuatro primeros semestres de la carrera.
- Deserción tardía: individuo que abandona los estudios a partir del quinto semestre de carrera.
- Deserción tardía sin grado: estudiante que abandona los estudios una vez aprobados todos los créditos de la carrera, sin obtener el título (2004).

A continuación, se presentan consecuencias que provoca la deserción tanto en el estudiante, como en su entorno e instituciones.

4.1.2 Consecuencias

La deserción universitaria trae consigo una serie de consecuencias para los estudiantes y su entorno, donde este fenómeno, “en muchos casos, redundo en una sensación de frustración y fracaso del estudiante” (Carvajal et al., 2018).

Según González:

La deserción tiene implicancias sociales en términos de las expectativas de los estudiantes y sus familias; implicancias emocionales por la disonancia entre las aspiraciones de los jóvenes y sus logros; y también importantes consecuencias económicas. Adicionalmente, quienes no concluyen sus estudios se encuentran con una situación de empleo desfavorable respecto a quienes terminan. Algunos estudios estiman una diferencia de más de un 45% de los salarios a favor de quienes terminan sus estudios universitarios respecto de quienes no lo hacen (2005).

Pero la deserción no solo tiene implicancias para el alumno, sino que también repercute en otras dimensiones. Según el Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe, se afecta la dimensión social, ya que la deserción contribuye a la retroalimentación del círculo de la pobreza, dimensión institucional, la que se ve coartada de cumplir su misión institucional afectando de manera importante los índices de eficiencia y de calidad y dimensión económica (2006). Se estima que en América Latina y el Caribe se pierden entre 2 y 415 millones de dólares por país, producto de la deserción universitaria (Lugo, 2013). En Chile, para el año 2004 el costo de la deserción para el sistema nacional fue de 96,2 millones de dólares, equivalente al 26% del gasto público en educación y representa el 10% del gasto total (público y privado) en el sector universitario (Díaz, 2008). En este contexto, es de suma importancia para las instituciones de educación superior disminuir la deserción de sus estudiantes. Por esto mismo, es que el fenómeno ha sido estudiado desde diferentes perspectivas, con el fin de determinar las causas que llevan a un estudiante a dejar los estudios.

4.2 Modelos de Análisis

Existe una amplia variedad de estudios en torno a las razones que pueden provocar que un estudiante interrumpa sus estudios, estos se han realizado en distintos países, años y con diferentes puntos de vista. La mayoría de los artículos revisados hasta ahora se basan en la teoría de Tinto, Himmel, Spady o Bean (Riffo, 2017).

En estas investigaciones se han tomado en cuenta diferentes perspectivas, en donde se estudian distintas variables explicativas. En la figura 4.1 se presenta un diagrama donde se resume los principales autores y visiones en el estudio de la deserción.

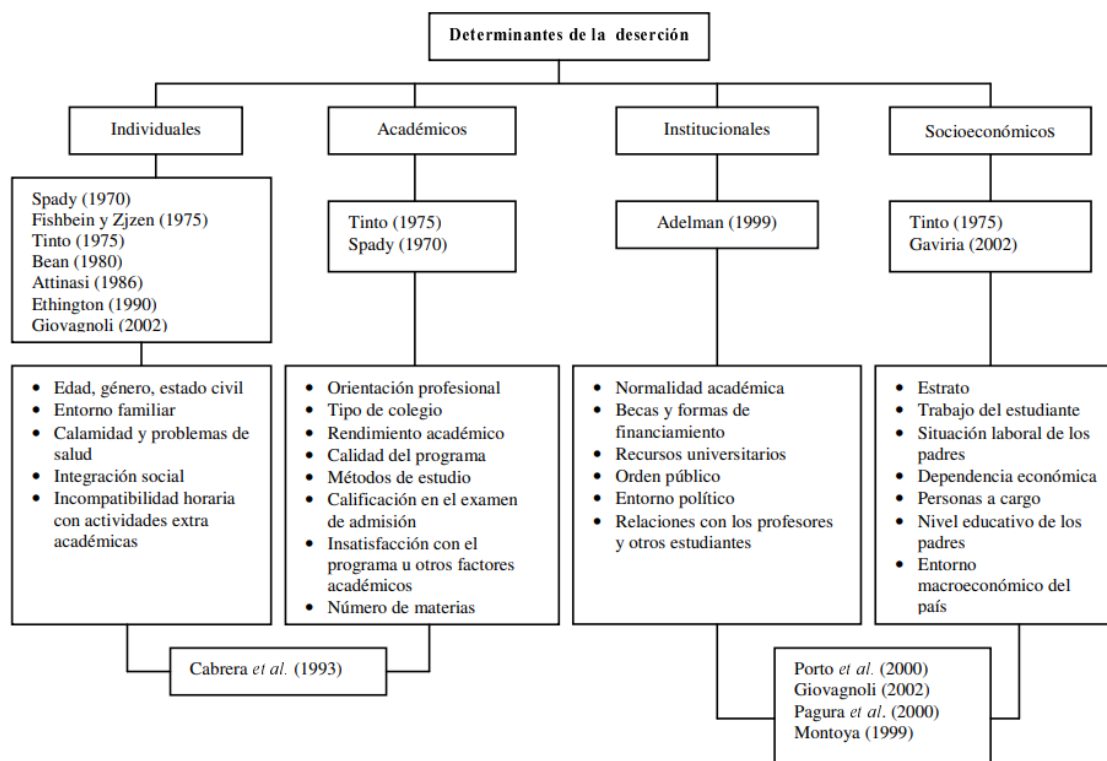


Figura 4.1 Estado del arte en el estudio de la deserción. Fuente: *Determinantes de la Deserción Estudiantil en la Universidad de Antioquía 2004*. Vásquez et al.

A continuación, se describen los principales modelos que se han desarrollado con el propósito de describir las causas de la deserción universitaria.

4.2.1 Modelo Psicológico

Desde la perspectiva psicológica se postula que la decisión de abandonar los estudios está definida por los rasgos de personalidad del estudiante. Fishbein y Ajzen, pioneros en este campo de estudio, proponen que la decisión de desertar está influida significativamente por las creencias, conductas previas y las normas subjetivas. Este último hace referencia a cómo se espera que el individuo se comporte en la sociedad y que generan una intención conductual. Definiendo que la deserción se debe a un debilitamiento de las intenciones iniciales (1977).

Con respecto a esta perspectiva, la salud mental de los estudiantes es un factor clave que tiene impacto en la deserción universitaria. Para la UTFSM este problema no es ajeno, siendo en el año 2019 que se paralizaron las actividades académicas por parte del alumnado con el fin de evidenciar el descontento frente a este tema. Fue a través de diferentes petitorios entregados a las autoridades en los que se evidenció la “fuerte carga académica, falta de profesionales del área de la salud, principalmente psicólogos clínicos que entreguen herramientas y orientación en los casos de estrés, ansiedad, depresión, baja de autoestima y muchas otras problemáticas que enfrenta un estudiante” (Fuentelba, 2019).

4.2.2 Perspectiva Sociológica

Los modelos desarrollados con una perspectiva sociológica se basan en el término de la relación del estudiante con el ambiente social, dado una falta de integración, a lo que se le denomina “suicidio” propuesto por Durkheim. En esta perspectiva los factores externos tienen un alto impacto en la decisión del estudiante. Una de las propuestas que destaca es la de Spady en 1970, que se basa en la teoría de Durkheim, y plantea que el bajo apoyo de las relaciones sociales impacta directamente en la continuidad de los estudiantes en su plan académico. Además, agrega que el entorno familiar es un entorno crítico, ya que puede exponer al estudiante a expectativas y demandas que afecten su nivel de integración.

4.2.3 *Perspectiva Académica*

Tinto (1975) y Spady (1970) plantean que el desarrollo académico se encuentra en el centro de las razones por la que un estudiante abandonaría sus estudios. Esta perspectiva abarca desde elementos previos al ingreso del estudiante a la institución, como el colegio proveniente, el proceso de integración y adaptación, y la experiencia académica actual del estudiante (Sotomayor y Rodríguez, 2020).

4.2.4 *Perspectiva Económica*

Con respecto a los modelos económicos se identifican dos modelos: el modelo costo-beneficio, que propone que el estudiante realiza un análisis, evaluando los beneficios económicos y sociales que le traería graduarse, en el caso de que estos sean menores a los costos de terminar el proceso, tomará la decisión de retirarse (Donoso & Schiefelbein, 2007). Por otro lado, se encuentra el modelo de apoyo mediante subsidios, planteado por Himmel (2002). En este se postula que los subsidios influyen sobre la decisión de desertar, dado que estos van dirigidos a individuos que presentan limitaciones en su capacidad para costear los estudios, impactando positivamente.

4.2.5 *Perspectiva Organizacional*

Este modelo plantea que la institución cumple un rol de suma importancia en la retención del alumno, siendo el principal responsable en caso de que el estudiante decida retirarse de los estudios. Mayor tamaño de las instituciones, servicios de bienestar, calidad de los profesores, apoyos académicos, son variables que impactan en los estudiantes (Berger y Braxton, 1998).

4.2.6 *Perspectiva Interaccionista*

Finalmente, se encuentra el modelo interaccionista. Esta perspectiva fue desarrollada por Tinto en 1987, en base al modelo de Spady. Influyendo en la deserción las características del estudiante, sus intenciones y los antecedentes familiares. Separando el ambiente social con el sistema académico, pero que luego se complementan para que el estudiante tome la decisión de desertar o continuar los estudios.

Dado el impacto que tiene la deserción estudiantil en las instituciones universitarias es que se vuelve relevante revisar el panorama de la deserción universitaria en Chile.

4.3 Escenario en Chile

4.3.1 Estadísticas

4.3.1.1 Matrícula. De acuerdo con los datos del Servicio de Información de Educación Superior (SIES), en el año 2022, la matrícula total de educación superior es de **1.301.925** estudiantes. Donde la matrícula de pregrado concentra el **93,1%** de los matriculados. Las universidades concentran el **59,3%** de la matrícula total, con un total de **772.462** estudiantes. En cuanto a los matriculados de 1er año en universidades, como se observa en la figura 4.2, existe una tendencia a la baja desde el año 2018.

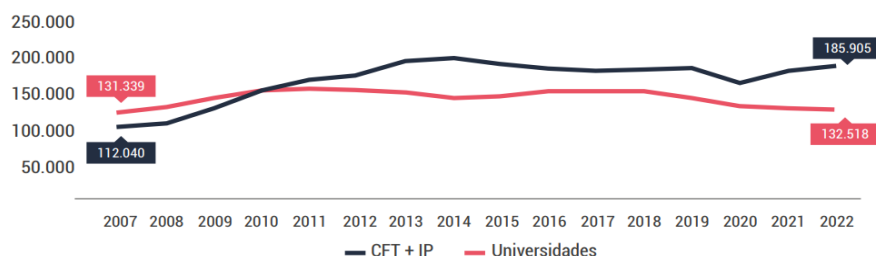


Figura 4.2 Evolución de la Matrícula 1er año de Pregrado por tipo de institución. Fuente: *Matrícula en Educación Superior en Chile, 2022*. Servicio de Información de Educación Superior.

A nivel de carreras, las mayores bajas en matrículas de 1er año se dan en Trabajo Social e Ingeniería Civil Industrial, con una disminución de 17,6% y 15,3%, respectivamente, en comparación al año anterior.

4.3.1.2 Retención y Deserción. Según datos del SIES, al año 2020, la tasa de retención de 1er año en términos generales para la cohorte 2020 fue de 75,6%, lo que implica que un 29,4% de los estudiantes no continuaron su plan de estudio. Con respecto al año anterior, la tasa de retención presentó un aumento de 2 puntos porcentuales, que sigue con la tendencia al alza desde el 2011 (68,5%).

Al desagregar la información por tipo de institución, la tasa de retención de 1^{er} año en universidades es mayor que el general, con un 85,0%. En este caso de 100 estudiantes que ingresan a la universidad en 1^{er} año, 15 no continúan el plan de estudio. Esta tasa de retención presentó un aumento en 5,3 puntos porcentuales con respecto al año anterior, alza inédita en magnitud en el periodo 2007-2020.

Por otra parte, dentro de las carreras con mayor retención, y, por lo tanto, menor deserción al 1^{er} año, se encuentran Ingeniería Civil plan común con un 93,0% e Ingeniería Civil Industrial con un 89,6%.

A nivel nacional, se observa en la figura 4.3 que Ingeniería Civil Industrial presenta una tendencia a la baja en su tasa de deserción en el 1^{er} año de estudio, desde el año 2018. Siendo el 2013 un periodo crítico donde 20 de cada 100 estudiantes se retiraron de la universidad. Por otro lado, la matrícula de alumnos nuevos también presentó una disminución en el año 2020, tendencia que continua hasta la actualidad, como fue mencionado anteriormente, en el 2022 una de las carreras que presentó una mayor disminución en su matrícula fue Ingeniería Civil Industrial.

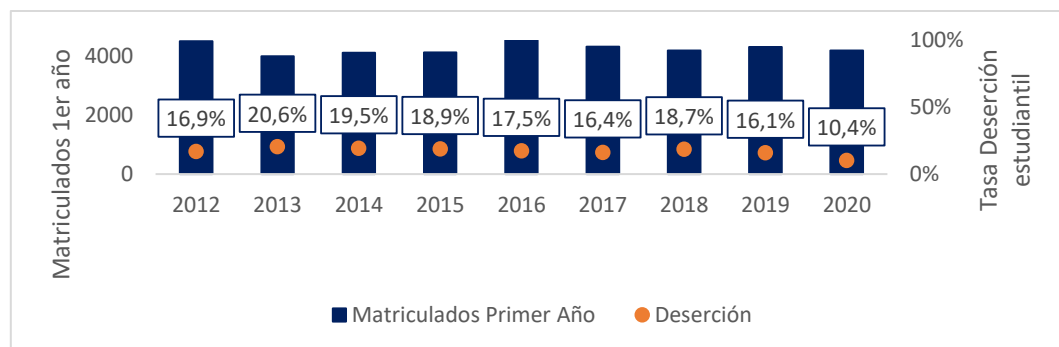


Figura 4.3 Evolución de la Matrícula 1^{er} año y Tasa de Deserción en Ingeniería Civil Industrial. Fuente: Elaboración propia a partir de base publicada en mifuturo.cl.

En la siguiente sección se revisarán estadísticas relevantes para la Universidad Técnica Federico Santa María, ya que en este contexto se realizará el estudio.

4.3.2 Universidad Técnica Federico Santa María

En la Universidad Técnica Federico Santa María, el año 2022 la matrícula total aumentó un 0,5% con respecto al año 2021. Como se observa en la figura 4.4, la tendencia hasta el año 2019 se había mantenido constante, pero en el 2020 presenta un alza considerable, esto como explica el DIES, puede ver su origen en el contexto nacional y mundial, ya que, no se explica por un aumento en el ingreso de estudiantes nuevos, sino que, por la mantención de estudiantes de cursos superiores que no se titularon en el año 2020, por la crisis sanitaria (2022).

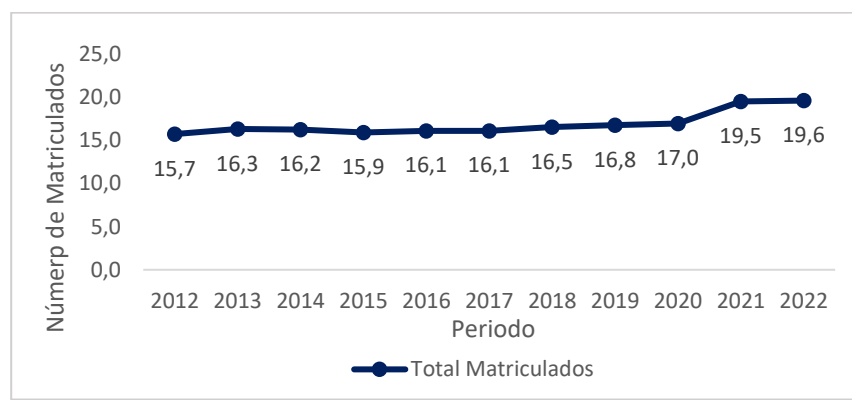


Figura 4.4 Evolución de la Matricula Total en la Universidad Técnica Federico Santa María. Fuente: Elaboración propia a partir de base publicada en mifuturo.cl.

Sin embargo, como fue mencionado anteriormente el ingreso de estudiantes nuevos (4.754) sufrió una baja con respecto al año anterior de 1 punto porcentual.

Con respecto a la deserción en la universidad, se observa en la figura 4.5 que en el año 2020 (10,5%) existe una disminución de 9 puntos porcentuales con respecto al año anterior. Esta tendencia es consistente con lo que pasa en las universidades a nivel nacional, coincidiendo con el aumento en la retención más significativo desde el año 2007.

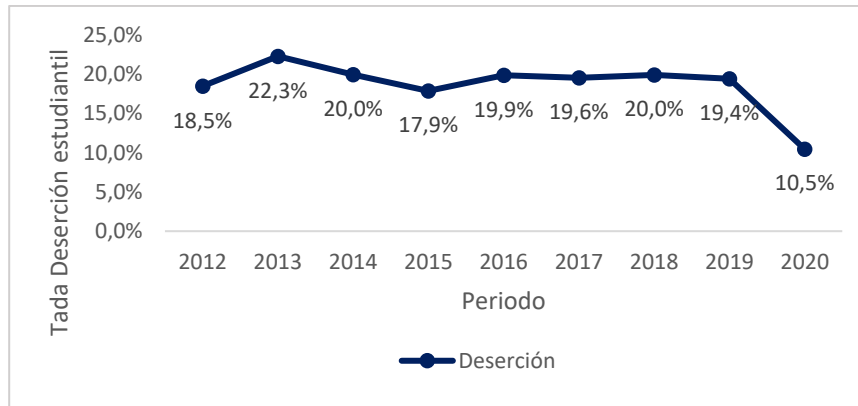


Figura 4.5 Evolución de la deserción estudiantil la Universidad Técnica Federico Santa María. Fuente: Elaboración propia a partir de base publicada en mifuturo.cl.

4.4 Modelos de Markov

4.4.1 Procesos Estocásticos

Un proceso estocástico corresponde a un “modelo probabilístico de un sistema que involucra elementos aleatorios y en los cuales se presta atención a la secuencia del tiempo de los eventos evaluados” (Cardeño, 2020).

Formalmente se definen como una colección o familia de variables aleatorias $\{X_t, \text{ con } t \in T\}$, ordenadas según el subíndice t que en general se suele identificar con el tiempo.

Por lo tanto, por cada instante t se tendrá una variable aleatoria distinta representada por X_t . A los posibles valores que puede tomar la variable aleatoria se le denominan estados. Estados que se pueden encontrar dentro de un espacio discreto o continuo.

Por otra parte, el conjunto de subíndices T también puede diferenciarse entre un tiempo discreto o continuo. estableciéndose la siguiente clasificación de procesos estocásticos:

- Proceso de estado discreto y tiempo discreto (cadena).
- Proceso de estado discreto y tiempo continuo (proceso de saltos puros).
- Proceso de estado continuo y tiempo discreto.
- Proceso de estado continuo y tiempo continuo (proceso continuo).

4.4.2 Cadena de Markov

Las cadenas de Markov fueron introducidas por el matemático ruso Andrey Markov alrededor de 1905. Su intención era crear un modelo probabilístico para analizar la frecuencia con la que aparecen las vocales en poemas y textos literarios. El éxito del modelo propuesto por Markov radica en que es lo suficientemente complejo como para describir ciertas características no triviales de algunos sistemas, pero al mismo tiempo es lo suficientemente sencillo para ser analizado matemáticamente (Rincón, 2012).

4.4.2.1 Definición. Una cadena de Markov corresponde a un proceso estocástico de estado y tiempo discreto, definida como una secuencia aleatoria donde la dependencia de los eventos sucesivos está dada solo por una unidad de tiempo. Es decir, el comportamiento probabilístico futuro del proceso depende solo del estado actual del proceso y no está influenciado por su pasado (Tijms, 2003). Permitiendo predecir comportamientos futuros de un sistema.

Las cadenas de Markov son útiles para estudiar la evolución de ciertos sistemas, donde se utilizan probabilidades de transición para describir la forma en que el sistema hace transiciones de un periodo al siguiente.

Formalmente, se dice que el proceso $\{X_t\}_{t \geq 0}$ es una cadena de Markov si para cualquier $t \in \mathbb{N}$, $j, i, i_{t-1}, \dots, i_0 \in S$ (espacio de estados) se cumple que:

$$P(X_{t+1} = j | X_t = i, X_{t-1} = i_{t-1}, \dots, X_0 = i_0) = P(X_{t+1} = j | X_t = i) \quad (1)$$

Las probabilidades condicionales $P(X_{t+1} = j | X_t = i)$ se llaman probabilidades de transición para cada i y j . Representando la probabilidad de transición del estado i en el tiempo t , al estado j en el tiempo $t+1$. Por simplicidad se asume que las probabilidades de transición en un paso se escriben como p_{ij} . Variando los índices i y j se obtiene la matriz de probabilidades de transición, tal como se observa en la figura 4.6.

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & \dots \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ \vdots \end{matrix} & \begin{pmatrix} p_{00} & p_{01} & p_{02} & \dots \\ p_{10} & p_{11} & p_{12} & \dots \\ p_{20} & p_{21} & p_{22} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Figura 4.6 Matriz de probabilidades de transición. Fuente: *Introducción a los procesos estocásticos* (p.29), por L. Rincón, 2012, Departamento de Matemáticas Facultad de Ciencias UNAM.

Entre las principales características de las cadenas de Markov, se encuentran:

1. Tiene un número finito de estados.
2. Probabilidades de transición estacionarias, es decir las probabilidades de transición son independientes del tiempo.

A continuación, se presenta una imagen que ilustra una cadena de Markov en orden de entender su comportamiento y su respectiva matriz de probabilidades de transición.

En la figura 4.7 se observa que la probabilidad de pasar desde el estado 0 al 1 es de a , y la probabilidad de quedarse en el estado 0 es de $1-a$. A si mismo la probabilidad de pasar del estado 1 al 0 es de b y de quedarse el estado 1 es $1-b$. Donde $0 \leq a \leq 1$ y $0 \leq b \leq 1$.

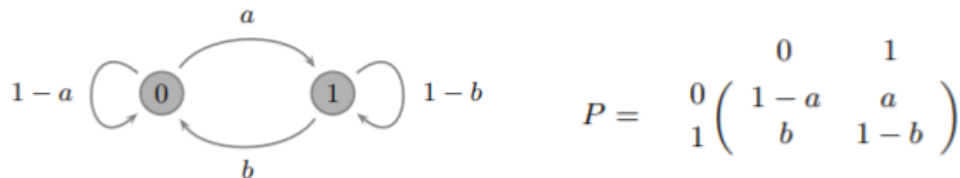


Figura 4.7 Cadena de Markov con su respectiva matriz de transición. Fuente: *Introducción a los procesos estocásticos* (p.29), por L. Rincón, 2012, Departamento de Matemáticas Facultad de Ciencias UNAM.

4.4.2.1 Clasificación de los Estados. Los estados de una cadena de Markov se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Estado absorbente: estado en el que, una vez entrado en él, no se puede salir.

$$p_{ii} = 1 \tag{3}$$

$$p_{ij} = 0 \quad (i \neq j, j = 1, \dots, m) \tag{4}$$

- Estado periódico: la probabilidad de que se regrese al estado E_i en el paso n es $p_{ii}^{(n)}$.

- Estado recurrente: se dice que un estado es recurrente si partiendo de i , llegará con probabilidad 1 en un tiempo finito nuevamente al estado i . Cumpliéndose:

$$f_i = 1 \quad (5)$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} p_{ii}^{(n)} = \infty \quad (6)$$

Donde f_i corresponde a la probabilidad de que comenzando en el estado i , el proceso vuelva a entrar alguna vez en él.

- Estado transitorio: estado en el que la probabilidad de llegar a i , partiendo desde i es menor a 1, es decir no es seguro que se regrese al estado i . Cumpliéndose:

$$f_{ii} < 1 \quad (7)$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} p_{ii}^{(n)} < \infty \quad (8)$$

4.4.2.2 Clasificación de las Cadenas de Markov. Las Cadenas de Markov se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Cadenas irreducibles: se denomina cadena irreducible a aquella en la que todos los estados son alcanzables desde cualquier otro estado de la cadena en un número finito de pasos, es decir todos los estados se comunican.
- Cadenas absorbentes: se considera que una cadena es absorbente si cuenta con al menos un estado absorbente y desde cada estado no absorbente es posible llegar al estado absorbente. La matriz de transición de las cadenas absorbentes puede ser reordenada de tal manera de obtener la matriz de **forma canónica**. Esta tiene la siguiente forma:

$$P = \begin{pmatrix} Q & R \\ 0 & I \end{pmatrix} \quad (9)$$

Donde Q corresponde a la matriz formada solo por los estados transitorios, R la matriz formada por los estados absorbentes, 0 es una matriz nula e I representa la matriz identidad.

Por otra parte, para una cadena de Markov absorbente se tiene la **matriz fundamental (N)**, que corresponde a la inversa de la matriz $I-Q$. En esta matriz, la entrada ij es el número de veces que se espera que la cadena pase por el estado j , antes de ser absorbido, dado que empieza en el estado i .

$$N = (I - Q)^{-1} \quad (10)$$

Por consiguiente, el tiempo promedio del número de pasos antes de que la cadena sea absorbida se denota por t_i , y corresponde a la suma de todos los elementos de la fila i -ésima de la matriz fundamental. Además, se puede obtener la probabilidad de absorción, que representa a la probabilidad de que una cadena absorbente que comienza en el estado transitorio s_i sea absorbida por el estado absorbente s_j , multiplicando la matriz fundamental (N) por la matriz compuesta por los estados absorbentes (R).

$$B = N * R \quad (11)$$

A continuación, se presentarán áreas donde las cadenas de Markov pueden ser aplicadas.

4.4.3 Aplicaciones

4.4.3.1 Economía y Finanzas. Se ha utilizado para el modelado de la toma de decisiones de agentes racionales, destacando modelos estocásticos de los mercados financieros de capitales, deuda y derivados (Hernández y Venegas, 2012).

4.4.3.2 Ciencias de la Salud. Predecir qué valor futuro alcanzará una variable bajo determinadas condiciones iniciales constituye una importante fuente de información para la toma de decisiones en la gestión de servicios de salud y la atención sanitaria (Ocaña, 2009). Es así como la cadena de Markov ha sido utilizada para el estudio de la evolución epidemiológica de virus como VIH o en servicios hospitalarios, determinando por ejemplo el tiempo promedio de estancia de los pacientes en una sala determinada.

4.4.3.3 Internet. El algoritmo PageRank, método que utiliza Google para clasificar las páginas web de acuerdo a su importancia, es una aplicación de las cadenas de Markov. Donde la posición de una determinada página está dada por la composición de la matriz de transición del algoritmo (Torres, 2016).

4.4.3.4 Gestión de Operaciones. Las cadenas de Markov puede ser aplicada a la gestión de inventarios, por ejemplo, para el pronóstico de demanda. También se puede aplicar en el modelamiento de flujo de procesos o mantenimiento de activos (Calderón, 2017).

Como se puede observar, existe una amplia gama de aplicaciones que se le puede dar a esta técnica de Gestión de Operaciones, ya que una de sus principales ventajas “descansa en su simplicidad para representar procesos evolutivos de sistemas complejos” (Ibarra, 2009). Dado lo anterior, es que también esta herramienta se ha utilizado para modelar el comportamiento de los estudiantes durante su periodo de educación superior, con el objetivo de estudiar la deserción estudiantil.

A continuación, se presentan ejemplos que fueron analizados para el desarrollo de este estudio.

4.4.4 Antecedentes Bibliográficos

4.4.4.1 Modelo Probabilístico para los Fenómenos de Transferencia entre Programas de Pregrado y de Deserción. En este estudio se aplica la cadena de Markov para determinar la probabilidad de transferencia de los estudiantes a otros programas de pregrado y la probabilidad de deserción en la universidad Tecnológica de Pereira. El modelo se compone de 8 estados, en que cada uno representa una carrera donde se puede encontrar el estudiante. (Giraldo et al., 2008).

4.4.4.2 Modelación de la Deserción Universitaria Mediante Cadenas de Markov. Este trabajo tiene por objetivo avanzar hacia la prevención de la deserción universitaria, mediante la formulación de indicadores que orienten el accionar de las instituciones. Es así como se desarrolla un indicador de la deserción utilizando un modelo de cadena de Markov, que estima la probabilidad de desertar en el n -ésimo semestre. Este indicador se obtiene para las facultades de Arte, Salud,

Humanidades, Educación Física, Ciencias, Ingeniería, Educación y Ciencias Sociales, a partir de una población de 5.700 estudiantes (González et al., 2020).

4.4.4.3. Modelo de Markov para la Trayectoria Académica de Estudiantes de la UJAT.

En esta investigación se estimó el tiempo promedio de egreso y el tiempo promedio de retiro de los estudiantes de licenciatura en matemáticas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, además de la probabilidad de egresar o desertar para cada semestre. Esto se realizó utilizando una cadena de Markov homogénea a tiempo discreto, los estados que conforman esta cadena son los semestres académicos y dos estados absorbentes, uno que indica que el estudiante egresó de la carrera y otro que indica que el estudiante se retiró del plan académico (Bolívar et al., 2016).

4.4.4.4. Análisis de la Retención de Estudiantes de Ingeniería Basado en la Pérdida Consecutiva de una Misma Asignatura. Un Enfoque de Cadenas de Markov.

En este artículo se analiza la intención de desertar de los estudiantes de la Pontificia Universidad Javeriana, en base al número de veces que reprueba una misma asignatura del plan de estudio. El comportamiento de los estudiantes se modeló usando cadenas de Markov, en donde cada estado representa el número de veces que un estudiante repite el mismo curso. Permitiendo a la universidad analizar cómo el nivel de dificultad de las asignaturas puede impactar en los niveles de deserción de la institución. Específicamente se analizan cuatro asignaturas, lo que comprenden un total de 8.000 registros, aproximadamente (Otero et al., 2016).

A continuación, se presenta la metodología con la que se realizará la investigación.

5. | METODOLOGÍA

5.1 Descripción del Problema

Una de las causas de la deserción en la etapa universitaria, tal como fue mencionada anteriormente, es el desempeño académico. Durante el transcurso del plan de estudio el alumno debe cursar asignaturas con distintos niveles de dificultad y diferente tiempo de dedicación, cuantificado a través de créditos universitarios. En algunas ocasiones, “los estudiantes después de haber reprobado una asignatura un número determinado de veces, pierden la motivación de seguir adelante debido al incremento en la percepción de dificultad sobre la carrera y la disminución de su propia confianza” (Otero et al., 2016), solicitando un retiro definitivo voluntario. Por otra parte, está la posibilidad de un retiro definitivo académico, según las condiciones presentadas en el Reglamento de Régimen Curricular, de la Universidad Técnica Federico Santa María.

En este estudio se busca modelar el comportamiento descrito anteriormente, a través de una cadena de Markov de estado y tiempo discreto, que represente el avance de los estudiantes a través del plan académico, donde se estime la duración real de la carrera. Y por otra parte una cadena de Markov de estado y tiempo discreto que representa la probabilidad de que un alumno abandone el programa académico según el número de veces que ha reprobado una misma asignatura, aplicado a la carrera de Ingeniería Civil Industrial, impartida en campus Casa Central Valparaíso y Santiago Vitacura.

5.2 Tipo de Estudio

Este estudio es de tipo analítico, en donde se trata de explicar la relación entre dos variables, en este caso, la cantidad de veces que un estudiante cursa una misma asignatura con la probabilidad de que este deserte de la universidad. La investigación también se clasifica como cuantitativa, dado que se utilizó una base con datos cuantificables, que permitió analizar patrones de comportamiento en los estudiantes. Por otra parte, de acuerdo con el nivel de intervención del investigador el estudio

se clasifica como observacional, ya que los datos no están sujetos al control del investigador, que no ejerce ningún control sobre ellos (Gujarati y Porter, 2010). Además, el estudio es de carácter longitudinal de cohorte, dado que se tomaron datos de los estudiantes a través del tiempo, específicamente en el periodo 2012-2019, con el fin de determinar si una determinada causa genera un efecto (Müggenburg y Pérez, 2007).

5.3 Metodología Utilizada

El informe plantea el análisis de la deserción de los estudiantes en función del semestre académico en el que se encuentran y en base a la cantidad de veces que se ha reprobado una asignatura, utilizando cadenas de Markov.

Para lograr lo anterior, se utilizó la metodología propuesta por Otero et al. (2016) en su investigación: “Análisis de la retención de estudiantes de ingeniería basado en la pérdida consecutiva de una misma asignatura. Un enfoque de Cadenas de Markov”. A continuación, se detalla el procedimiento seguido:

5.3.1 *Obtención y Trabajo de Datos*

En esta primera etapa se determina la información necesaria para realizar el estudio, identificando las variables fundamentales para el desarrollo del modelo. Luego, con la información disponible se procede a trabajar los datos. Es así como se depuran las bases, se modifican los campos y se crean nuevos campos necesarios para el modelo.

5.3.2. *Análisis Descriptivo*

Con las bases ya trabajadas, se definen las variables relevantes del estudio para realizar un análisis univariado de ellas. Este análisis incluye medidas de tendencia central, tal como media, mediana y moda. Además de medidas de dispersión como varianza y desviación estándar.

5.3.3. *Desarrollo Modelos de Markov*

El presente trabajo plantea el desarrollo de dos modelos de Markov. Para los cuales se presentan las siguientes etapas:

- Definición de la duración de un ciclo: a partir de la comprensión del sistema educativo y el contexto en el que se desarrolla el estudio se define la duración de un ciclo. Esto es relevante, ya que representa el tiempo en que se pasa desde un estado a otro.
- Definición estados de la cadena de Markov: se deben definir los estados que representen significativamente los procesos que se modelarán. En caso del Modelo 1 el avance de los estudiantes a través de los semestres académicos y para el Modelo 2 el proceso de rendir, aprobar o reprobado una asignatura en particular. En este caso se realizó una investigación para definir en que situaciones un alumno se puede enfrentar a un retiro definitivo académico, con el objetivo de definir la cantidad de estados en el modelo.
- Establecer transiciones entre estados: con los estados ya definidos se debe establecer las relaciones entre ellos, además de las características de cada uno.
- Matriz de Transición: con el fin de calcular las matrices de transición de cada modelo, en primer lugar, se deben obtener las frecuencias absolutas para cada estado de la cadena y para cada periodo en evaluación, es decir la cantidad de estudiantes que se han encontrado en esos estados. Luego se obtienen las transiciones entre estados, lo que permite definir las matrices de transición.
- Probabilidades de largo plazo: para el Modelo 1 se obtienen las probabilidades de que el modelo llegue a su estado estable, es decir la probabilidad de titularse o de desercar la carrera.

En el siguiente capítulo serán detallados y desarrollados los procedimientos mencionados anteriormente.

6. | DESARROLLO

6.1. Herramientas Utilizadas

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizarán tres herramientas que serán detalladas a continuación:

6.1.1. *Microsoft Access*

Microsoft Access corresponde a una herramienta que permite crear, gestionar y administrar bases de datos. Con él, se trabajó el modelo de datos en donde se relacionaron las bases utilizadas. Esto permite obtener la información necesaria de un forma eficiente y eficaz.

6.1.2. *Microsoft Excel*

Microsoft Excel es un programa que permite editar hojas de cálculo. Este será utilizado para obtener las matrices de transición luego de haber trabajado las bases de datos.

6.1.3. *R Studio*

R Studio es un software informático dedicado a la programación estadística. Dado lo anterior es que se utilizará para realizar el análisis univariado además de cálculos que presentan una mayor complicación en Microsoft Excel, tales como las operaciones matriciales.

6.2 Obtención y Trabajo de Datos

Las bases de datos con la que se llevó a cabo el estudio fueron obtenidas a través de la Unidad de Análisis Institucional (UDAI), unidad que cumple el rol de ser referente en estadísticas e información de la universidad, gracias al Jefe de Carrera Ingeniería Civil Industrial, Campus Casa Central Valparaíso, Rodolfo Salazar.

En total fueron proporcionados 4.649.377 registros que abarcan el periodo 2012-2021, distribuidos en cuatro bases de datos en archivos Excel .xlsx: Identificación Alumno, Ramos Cursados, Prioridad Académica y Solicitudes Académicas.

A continuación, se presenta un cuadro con las bases, los respectivos campos que las componen y la cantidad de registros que contienen:

Base de Datos	N° de Registros	Campos	Base de Datos	N° de Registros	Campos
Identificación Alumno	533.392	<ol style="list-style-type: none"> 1. Año de Matrícula 2. Semestre de Matrícula 3. Rut Alumno 4. DV Rut 5. Rol Alumno 6. DV Rol 7. Apellido Paterno 8. Apellido Materno 9. Nombres 10. Sede 11. Código Carrera 12. Nombre Carrera 13. Jornada 14. Año Ingreso Carrera 15. Año Ingreso USM 16. Carrera Ingreso USM 17. Sede Ingreso USM 	Solicitudes Académicas	198.774	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rut Alumno 2. DV Rut 3. Rol Alumno 4. DV Rol 5. Apellido Paterno 6. Apellido Materno 7. Nombres 8. Código Carrera 9. Nombre Carrera 10. Sede 11. Año Solicitud 12. Número de Solicitud 13. Nombre Solicitud 14. Fecha Solicitud 15. Año de Resolución 16. Número de Resolución 17. Fecha de Resolución 18. Resultado
Ramos Cursados	3.352.733	<ol style="list-style-type: none"> 1. Año Inscripción 2. Semestre Inscripción 3. Rut Alumno 4. DV Rut 5. Rol Alumno 6. DV Rol 7. Apellido Paterno 8. Apellido Materno 9. Nombres 10. Código Asignatura 11. Sigla Asignatura 12. Nombre Asignatura 13. Nota 14. Créditos 15. Evaluación 16. Estado Nota 17. Paralelo 18. Estado Asignatura 19. Departamento Asignatura 20. Código Carrera 21. Nombre Carrera 22. Sede 23. Jornada 	Prioridad Académica	564.478	<ol style="list-style-type: none"> 1. Año de Matrícula 2. Semestre de Matrícula 3. Rut Alumno 4. DV Rut 5. Rol Alumno 6. DV Rol 7. Apellido Paterno 8. Apellido Materno 9. Nombres 10. Sede 11. Código Carrera 12. Nombre Carrera 13. Jornada 14. Prioridad Académica 15. Última Prioridad Académica 16. Periodo Última Prioridad Académica 17. Última Calidad en Carrera 18. Fecha Última Calidad en Carrera

Tabla 6.1 Bases de datos proporcionadas por la UDAI. Fuente: Elaboración propia.

La base Identificación Alumno entrega información del estudiante que permite caracterizarlo, identificando la sede donde cursa la carrera, el año de ingreso a la universidad, y carrera de ingreso a la universidad, campo que permite identificar si el estudiante presentó un cambio de carrera dentro de la institución.

La base Ramo Cursados cuenta con todas las asignaturas inscritas por el estudiante, identificando el periodo en el que fue inscrita, el estado de la inscripción, lo que permite identificar

si el curso fue aprobado o reprobado, además de la nota de presentación y datos de identificación de la asignatura.

La base Solicitudes Académicas, permite identificar que solicitudes realizó el estudiante y durante que periodo estas fueron realizadas, esto es relevante ya que se puede identificar si el alumno solicitó, por ejemplo, la rebaja académica voluntaria.

Por último, la base Prioridad Académica entrega información de suma relevancia para el estudio, ya que gracias a ella se puede identificar el último periodo que un estudiante fue alumno regular de la institución, además de su última calidad en carrera, es decir Alumno Regular, Egresado, Titulado, Retiro Definitivo Académico, Retiro Definitivo Voluntario, entre otros.

Como se aprecia en la tabla 6.1 cada base cuenta con una gran cantidad de campos. Campos que se repiten entre ellas y campos que no entregan información relevante para el estudio realizado. De esta forma es que se realizó una depuración de la información eliminando los campos que no serán utilizados, con el objetivo de contar solo con la información necesaria.

En primer lugar, se eliminaron de todas las bases utilizadas los campos: Apellido Paterno, Apellido Materno, Nombres, RUT y DV Rut del estudiante. Esto para guardar la privacidad de cada estudiante. En su lugar, el campo Rol del estudiante fue mantenido en cada base de datos, ya que este corresponde a un número de identificación único proporcionado por la universidad.

Por otra parte, los campos Código Carrera, Nombre Carrera y Jornada fueron eliminados de las bases de datos, ya que la información proporcionada por la universidad corresponde solo a estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Industrial pertenecientes a la jornada diurna, por ende, estos campos no aportan información.

El campo Sede sólo fue conservado en la base Identificación Alumno, ya que sería redundante mantenerlo en las cuatro bases de datos. Y el campo Paralelo fue eliminado de la base Ramos_Cursados.

Finalmente, en la base Solicitudes Académicas fueron eliminados los campos Número de Solicitud y Número de Resolución, ya que no es información relevante para el análisis realizado.

Luego del procedimiento descrito anteriormente la cantidad total de registros se redujo en un 46%, pasando de 4.649.377 a 2.516.469 datos.

Además, con el fin de combinar los datos de las cuatro tablas para obtener información completa y de forma eficiente es que estas fueron relacionadas a través de una clave principal. Un campo clave principal o llave corresponde a un campo que no tiene valores nulos y además identifica de manera única cada fila de una tabla. En este caso fue seleccionado el campo Rol del Estudiante, ya que es un número único que identifica a cada estudiante de la universidad. Esto se realizó a través de la herramienta Microsoft Access.

Las tablas fueron relacionadas de la siguiente forma:

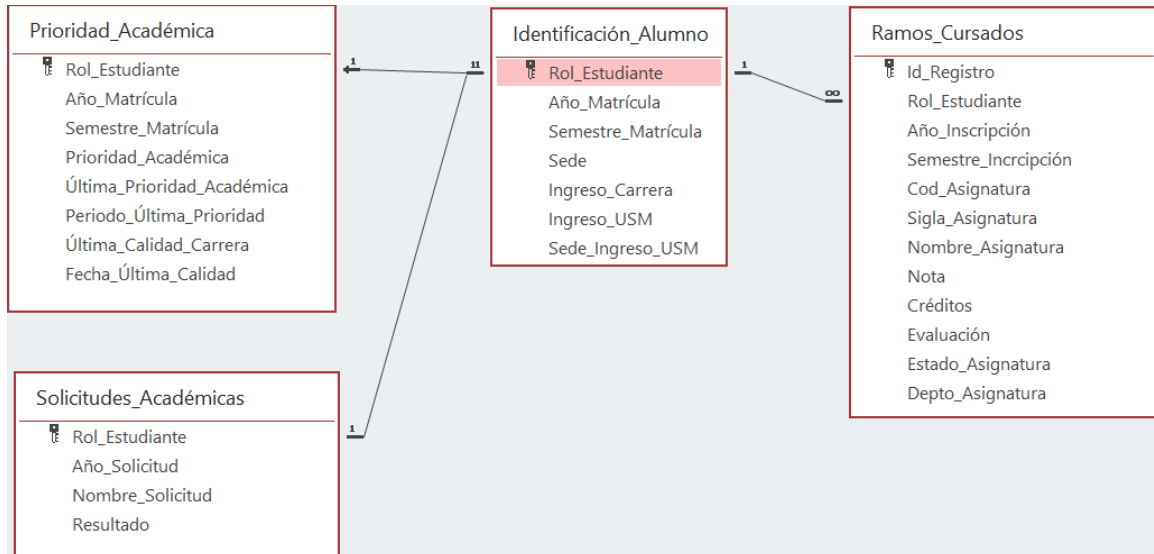


Figura 6.1 Relación de las bases de datos. Fuente: Elaboración propia.

A partir de esta información se realizó el análisis descriptivo del estudio, sin embargo, para el desarrollo del modelo de Markov fue necesaria la confección de nuevas variables relevantes para el modelo. Proceso que será descrito a continuación.

6.2.1 Trabajo de Datos Modelo de Markov

Para la formulación del modelo se trabajó con dos bases que fueron formadas a partir de la información trabajada anteriormente. Los campos utilizados fueron los siguientes:

Base	Campo	Descripción
Información del Estudiante	Código Estudiante	Identificación única para cada estudiante
	Sede	Sede donde de desarrolla el plan de estudio
	Año Ingreso	Año en que se ingresa a la carrera de ICI
	Última Calidad en Carrera	Última calidad académica
	Periodo Última Calidad	Periodo de la última calidad académica
Ramos Cursados	Código Asignatura	Identificación asignatura analizada
	Código Estudiante	Identificación única para cada estudiante
	Periodo Académico	Periodo en que se cursó la asignatura
	Estado Nota	Estado Aprobado o Reprobado
	Departamento	Departamento que dicta la asignatura

Tabla 6.2 Campos requeridos para llevar a cabo el estudio. Fuente: Elaboración propia.

Las tablas y campos fueron relacionados como se observa en la figura 6.2.

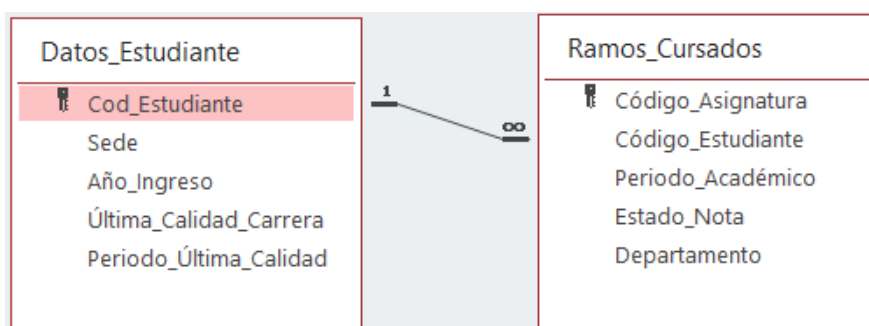


Figura 6.2 Relación inicial variables analizadas. Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo del análisis de los datos se añadieron tres variables, de las cuales dos son dicotómicas, es decir solo puede tomar dos valores, en este caso 0 o 1:

1. Cantidad_veces: indica el número de veces que el estudiante a inscrito una asignatura determinada, por lo tanto, toma valores numéricos. Fue incorporada en la tabla Ramos_Cursados.
2. Deserción: variable dicotómica que indica si el estudiante se considera desertor. Toma el valor de 1 en el caso que el estudiante haya desertado del plan de estudio y 0 en caso contrario. Esto se obtiene a través de la variable última calidad en carrera, se considera que no es desertor cuando la variable toma los valores: egresado, fallecido, condicional,

regular, regular jornada parcial, regular en intercambio o titulado. Fue añadida en la tabla Datos_Estudiante.

3. Deserción – Asignatura: variable dicotómica que indica si el estudiante desertó el mismo periodo que reprobó una determinada asignatura. Toma el valor de 1 si se cumplen tres condiciones: el estudiante se considera desertor, la variable Estado Nota toma el valor de reprobado y además el periodo de su última calidad en carrera coincide con el periodo en que cursó la asignatura estudiada. En caso de cumplir con estas condiciones el registro toma el valor de 0. La variable fue agregada a la tabla Ramos_Cursados.

Con las variables adicionales, la base de datos quedó de la siguiente forma:

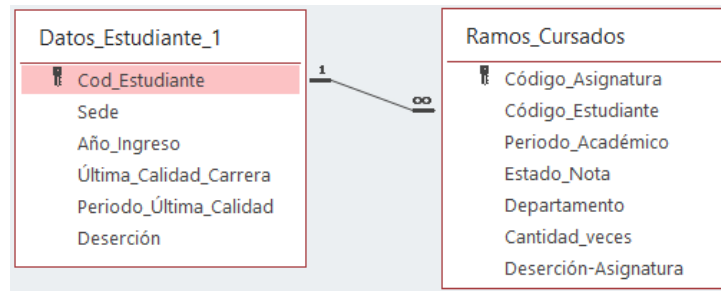


Figura 6.3 Relación final variables analizada. Fuente: Elaboración propia.

6.3 Análisis descriptivo

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de los registros, con el objetivo de caracterizar probabilísticamente el fenómeno de la reprobación de asignaturas y la deserción universitaria. Para esto se analizaron los registros de estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Industrial, impartida en los campus Casa Central y Santiago de la Universidad Técnica Federico Santa María. Como fue mencionado anteriormente la información proporcionada por la universidad comprendía el periodo 2012 – 2021, sin embargo, dada la crisis sanitaria que afectó al país debido a la pandemia de Covid-19 en los años 2020 y 2021, donde no se pudo desarrollar el programa académico de forma normal, es que estos periodos no fueron parte del estudio. Por lo tanto, se tomará en cuenta la información de 3.794 estudiantes, lo que corresponde a 2.516.469 registros.

Para el desarrollo de la estadística descriptiva se realizó un análisis univariado.

6.3.1 Definición Variables de Estudio

Las variables estudiadas fueron las siguientes:

6.3.1.1. Cantidad de Matriculados. Representa el número de estudiantes matriculados en la carrera de Ingeniería Civil Industrial en la UTFSM, durante cada semestre estudiado. Corresponde a una variable cuantitativa discreta que toma valores en el conjunto de los naturales.

6.3.1.2. Año de Ingreso. Representa el año en que el estudiante ingresó al programa de estudios de Ingeniería Civil Industrial. Permite identificar la cantidad de ingresos que tiene la carrera cada año. Corresponde a una variable cuantitativa discreta, que toma valores entre 2012 y 2019.

6.3.1.2. Sexo. Variable que indica el sexo al que pertenece cada estudiante. Es una variable cualitativa y puede tomar los valores de masculino o femenino.

6.3.1.3. Sede. Indica la sede en que el estudiante cursa el plan académico. Corresponde a una variable de tipo cualitativo y puede tomar el valor de Casa Central o Santiago.

6.3.1.4. Asignaturas Aprobadas. Corresponde a la cantidad de asignaturas aprobadas por el estudiante al momento del estudio. Es una variable cuantitativa discreta, que toma valores en el conjunto de los números naturales.

6.3.1.5. Asignaturas Reprobadas. Corresponde a la cantidad de asignaturas reprobadas por el estudiante al momento del estudio. Es una variable cuantitativa discreta, que toma valores en el conjunto de los números naturales.

6.3.1.6. Prioridad Académica. Corresponde a un indicador desarrollado por la universidad que representa el rendimiento de los estudiantes. Este indicador se obtiene en base a la nota final de cada asignatura, cantidad de créditos asignados a casa asignatura, número de semestres activos desde el ingreso a la universidad, número total de créditos inscritos desde el ingreso a la universidad, número total de créditos aprobados desde el ingreso a la universidad y un factor por el desarrollo de actividades extracurriculares. Corresponde a una variable cuantitativa continua. En este caso se considerará la última prioridad académica del estudiante al momento del desarrollo del estudio.

6.3.1.7. Deserción Académica. Variable que indica si el estudiante desertó de los estudios universitarios o no. Es una variable cuantitativa discreta y toma los valores de 0 o 1.

6.3.1.8. Tasa de Reprobación. Esta variable representa la tasa de reprobación de cada asignatura del plan académico de la Carrera de Ingeniería Civil Industrial, es decir el número de estudiantes que han reprobado una determinada asignatura, con respecto al total de estudiantes que la han inscrito. Es una variable cuantitativa continua, y toma valores entre 0 y 1.

6.3.2 Análisis Univariado

Para el desarrollo del análisis univariado, se realizó una estadística descriptiva a cada de las variables de estudio por separado. Para esto se obtuvieron medidas de tendencia central, tales como la media, mediana y moda. También se obtuvieron medidas de dispersión, como la desviación estándar y la varianza. Además, de estadísticos que dan cuenta de la forma general que asume la distribución de las variables, específicamente la simetría y curtosis. Por último, se confeccionaron gráficos que permitan visualizar la distribución de valores para una variable determinada.

6.4 Modelo de Markov

El informe plantea el análisis de la deserción de los estudiantes en base al avance en el plan académico, y en base a la cantidad de veces que se ha reprobado una asignatura, utilizando cadenas de Markov. A continuación, se detalla el procedimiento seguido para la elaboración de ambos modelos.

6.4.1 Supuestos

En primer lugar, se debe definir en qué ocasiones se considera que un estudiante desertó de la carrera analizada. Para lo anterior, es importante mencionar que se considerarán dos opciones: el estudiante abandona los estudios voluntariamente o se debe retirar por su situación académica. En cuanto a esta última, la UTFSM, define en su Reglamento General N°1 (Anexo 1) que un estudiante no podrá continuar sus estudios en la institución en los siguientes casos:

1. ART.39 Los alumnos que tengan, al finalizar el primer semestre de permanencia en el Primer Año, un rendimiento académico ponderado inferior al rendimiento académico ponderado mínimo de nivelación (MinN) no podrán continuar estudios y se les considerará alumnos eliminados.
2. ART.43 Un alumno no podrá continuar sus estudios si su Prioridad Académica es menor que 2500 al término del año. En este caso se le considerará alumno eliminado.
3. ART.45 Un alumno podrá inscribir una sola asignatura por tercera vez en su plan de carrera. El alumno que repruebe una asignatura inscrita por tercera vez no podrá continuar estudios en carreras que contengan esa asignatura como obligatoria (Universidad Técnica Federico Santa María, 2015).

A partir de lo anterior, se decidió crear una variable dicotómica “Desertor”, que tome el valor de 1 en caso de que un estudiante se considere desertor y 0 en caso contrario.

Por otro lado, para poder realizar el análisis con respecto a la relación entre desertar y la cantidad de veces que un estudiante ha rendido y reprobado una misma asignatura, se considera que el alumno se ha retirado del plan académico si cumple dos condiciones:

1. Se considere que el estudiante desertó, de acuerdo con la variable dicotómica “Desertor”.
2. El periodo en el que se cursó y reprobó la asignatura analizada coincide con el periodo de la última prioridad académica del estudiante.

6.4.2 Definición de Asignaturas por Estudiar

La carrera en estudio tiene una duración formal de 5,5 años (11 semestres académicos), donde el estudiante debe aprobar un total de 312 créditos, distribuidos en 59 asignaturas.

Para el desarrollo del modelo en Markov, en primer lugar, se definieron las asignaturas que serían parte del análisis. En este caso, la decisión se tomó en función de la tasa de reprobación de la asignatura. Analizando todas las asignaturas que tuvieran una tasa de reprobación mayor a 0%. A continuación, en la figura 6.4 se presenta el detalle del plan de estudios, indicando semestre en que

se debe cursar la asignatura, créditos y departamento que la imparte y en la figura 6.5 se observa la malla curricular, en donde se indican los requisitos para poder inscribir una asignatura.

Semestre	Nombre Asignatura	Créditos	Departamento	Semestre	Nombre Asignatura	Créditos	Departamento
1	Introducción a la Física	6	Física	7	Física General IV	8	Física
1	Programación	5	Informática	7	Probabilidad y Estadística Industrial	7	Matemática
1	Matemática I	8	Matemática	7	Gestión Energética II	6	Industrias
1	Educación Física I	2	Educación Física	7	Recursos Humanos	5	Industrias
1	Introducción a la Ingeniería	3	Dirección Gral. Docencia	7	Ingeniería Económica	5	Industrias
2	Física General I	8	Física	8	Econometría	7	Industrias
2	Humanístico I	3	Estudios Humanísticos	8	Organización Industrial	5	Industrias
2	Matemática II	7	Matemática	8	Gestión de Investigación de Operaciones	6	Industrias
2	Educación Física II	2	Educación Física	8	Sistemas de Información para la Gestión	5	Industrias
2	Química y Sociedad	5	Química	8	Ingeniería de Plantas Industriales	5	Industrias
3	Física General II	8	Física	9	Finanzas	5	Industrias
3	Taller de Ingeniería Industrial I	3	Industrias	9	Marketing	5	Industrias
3	Matemática III	7	Matemática	9	Gestión de Calidad Total	5	Industrias
3	Química de Procesos	8	Química	9	Asignatura de Especialización I	5	Industrias
3	Elementos de Mec. y Resist. de Materiales	5	Ingeniería Mecánica	9	Gestión de Operaciones	6	Industrias
4	Física General III	8	Física	9	Humanístico III	3	Estudios Humanísticos
4	Humanístico II	3	Estudios Humanísticos	10	Evaluación de Proyectos Generales	5	Industrias
4	Matemática IV	6	Matemática	10	Asignatura de Especialización II	5	Industrias
4	Taller de Ingeniería Industrial II	5	Industrias	10	Gestión Estratégica	5	Industrias
4	Electrotecnia Básica	7	Ingeniería Eléctrica	10	Humanístico IV	3	Estudios Humanísticos
4	Inglés I	3	Estudios Humanísticos	10	Gestión de Operaciones II	5	Industrias
5	Administración de Empresas	5	Industrias	10	Taller de Título I	3	Industrias
5	Taller de Ingeniería Industrial III	5	Industrias	11	Desarrollo y Control de Proyectos	5	Industrias
5	Laboratorio de Procesos Industriales	5	Industrias	11	Taller de Título II	13	Industrias
5	Termodinámica	7	Ingeniería Mecánica	11	Asignatura de Especialización III	5	Industrias
5	Microeconomía I	5	Industrias	11	Asignatura de Especialización IV	5	Industrias
5	Deportes	2	Educación Física				
6	Información y Control Financiero	5	Industrias				
6	Legislación Empresarial	5	Industrias				
6	Gestión Energética I	6	Industrias				
6	Macroeconomía I	5	Industrias				
6	Gráfica en Ingeniería	5	Ingeniería Mecánica				
6	Inglés II	3	Estudios Humanísticos				

Figura 6.4 Plan de estudios Ingeniería Civil Industrial en la UTFSM. Fuente: Elaboración propia.

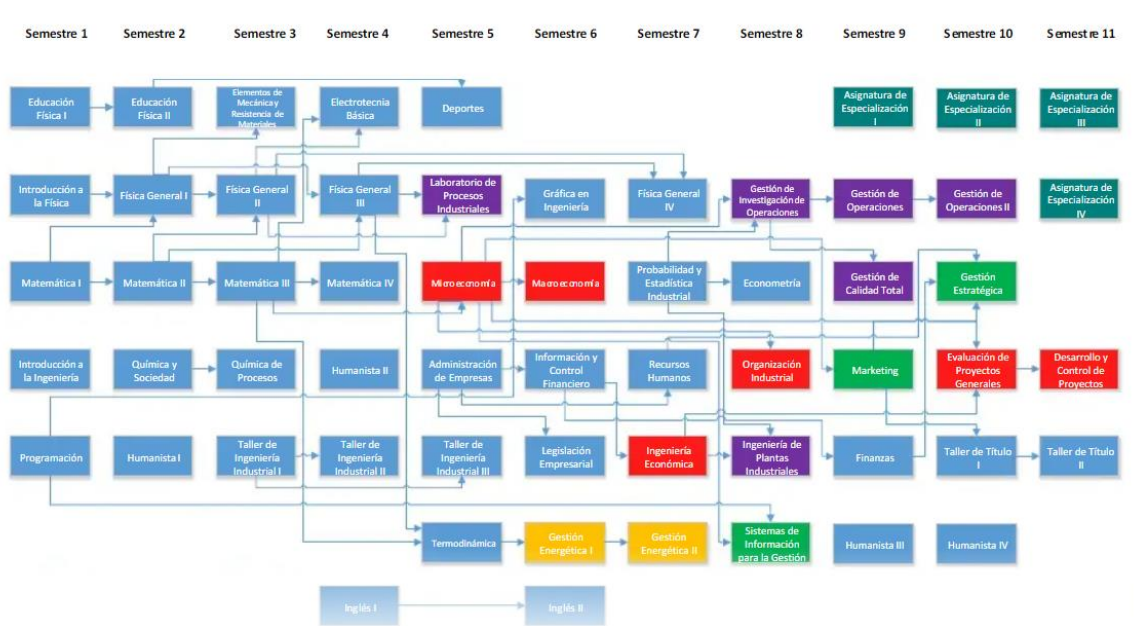


Figura 6.5 Malla Ingeniería Civil Industrial en la UTFSM.

6.4.3 Desarrollo Modelo de Markov

Antes de desarrollar el Modelo el modelo de Markov fue necesario definir una serie de atributos que representen el fenómeno a estudiar.

6.4.3.1. Duración de Ciclo. Para establecer la duración de un ciclo para el modelo de Markov propuesto, se tomó en cuenta el contexto en el que se realiza el estudio. En este caso, el plan de estudio de la carrera Ingeniería Civil Industrial en la UTFSM está ordenado cronológicamente en semestres, además todas las asignaturas que lo conforman tienen un régimen semestral, es decir, luego del transcurso de un semestre se debe contar con la nota final. Por lo tanto, los modelos desarrollados considerarán un semestre académico para obtener las transiciones entre estados.

6.4.3.2. Estados y Transiciones. En esta sección en primer lugar se presenta el desarrollo del modelo de Markov que representa el avance de los estudiantes a través del plan académico (Modelo 1) y luego el del modelo que representa la probabilidad de desertar luego de la repitencia reiterada de una misma asignatura (Modelo 2).

Modelo 1. Para definir los estados de la cadena de Markov que represente el proceso por el que pasan los estudiantes se tomó como base la malla curricular de la carrera, que se encuentra dividida en once semestres. Por lo tanto, se encontrarán once estados representando cada uno de los semestres académicos $\{1,2,3,\dots,11\}$, que tendrán la calidad de estados transitorios, ya que a partir de ellos se puede alcanzar al menos a otro estado de la cadena. También se encuentra el estado desertar $\{D\}$, el que indica que el estudiante desertó de la carrera, ya sea por un retiro definitivo voluntario o académico, este estado tiene la característica de absorbente, dado que, una vez entrado en él, no se puede salir. Por último, se presenta el estado titulación $\{T\}$, el que también se clasifica como absorbente.

En los estados $\{1,2,3,\dots,10\}$ las transiciones que se pueden realizar es avanzar al semestre siguiente, en caso de aprobar la cantidad de créditos correspondiente al semestre en curso, mantenerse en el estado actual, en caso de no aprobar la cantidad de créditos del semestre o avanzar al estado desertar. En el caso del estado $\{11\}$ en vez de avanzar al siguiente semestre se puede ir al estado Titularse.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, la cadena de Markov propuesta se representa gráficamente de la siguiente forma:

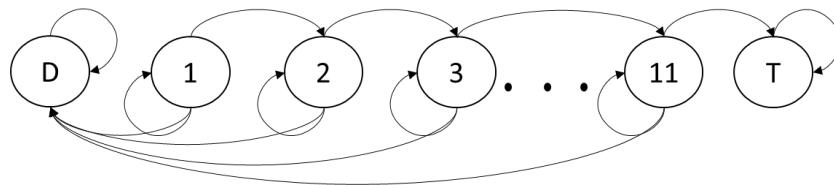


Figura 6.6 Cadena de Markov Modelo 1. Fuente: Elaboración propia

Modelo 2. Para definir los estados de este modelo se realizó una investigación para definir en que situaciones un alumno se puede enfrentar a un retiro definitivo académico, con el objetivo de definir la cantidad de estados en el modelo, además de establecer las características de cada uno y las relaciones entre ellos.

Para lo anterior hizo una revisión del reglamento de la universidad. En el ART 45 del Reglamento General N°1, se señala que un estudiante solo podrá cursar una asignatura por tercera

vez a lo largo de su plan académico y en el caso de reprobársela, no podrá seguir con el plan de estudio. Dado lo anterior es que se decidió definir tres estados que indiquen el número de veces que el estudiante ha cursado una asignatura $\{1, 2, 3\}$. Estos estados serán transitorios, ya que a partir de ellos se puede alcanzar, al menos, a otro estado de la cadena, además de cumplir con la propiedad de los estados transitorios que indica que la probabilidad de que empezando en el estado i , el proceso vuelva a pasar alguna vez por el estado i es menor a 1.

También se define el estado Aprobar, que indica que la asignatura ha sido aprobada. A este estado se puede llegar desde cualquiera de los tres estados definidos anteriormente. Este corresponde a un estado absorbente, ya que, una vez entrado en él no se puede salir de él mismo.

Por último, se define el estado Deserción, que representa si un alumno reprobó la asignatura y se retira del plan de estudio en el mismo periodo. Al igual que el anterior, se puede llegar a él a partir de los primeros tres estados descritos. Además, este estado también se considera absorbente, dado que, si se llega a él, el proceso permanecerá indefinidamente en ese estado.

Dada la naturaleza de los estados que conforman la cadena de Markov propuestas, es que se cumplen las condiciones para que esta sea considerada una cadena absorbente de Markov, lo que implica que en un tiempo finito la cadena alcanzará el estado de absorción.

Es importante mencionar que desde el estado 1 se puede avanzar hacia el estado 2, lo que indica que el estudiante reprobó la asignatura al rendirla por primera vez y la rendirá una segunda vez, otra alternativa es avanzar al estado Aprobar, que indica que se aprobó la asignatura luego de rendirla por primera vez, y por último se puede avanzar al estado Desertar, que indica que el estudiante luego de cursar y reprobársela por primera vez no ha continuado con el plan de estudio.

En el caso de encontrarse en el estado 2, se puede avanzar hacia el estado 3, Aprobar o Desertar. Y en el caso de encontrarse en el estado 3 solo se puede avanzar hacia Aprobar o Desertar. Vale destacar que en los estados transitorios no es posible volver sobre sí mismo, ya que no se puede cursar una asignatura por primera vez dos veces.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, la cadena de Markov propuesta se representa gráficamente de la siguiente forma:

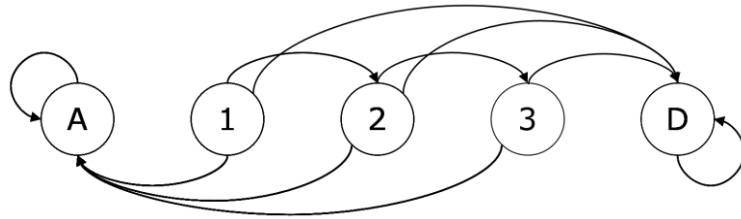


Figura 6.7 Cadena de Markov Modelo 2. Fuente: Elaboración propia

6.4.4 Matriz de transición

La matriz de transición permite representar la probabilidad de avanzar desde el estado i al estado j entre dos periodos consecutivos. Para obtener la matriz de transición de cada modelo, antes fue necesario calcular distintos indicadores.

6.4.4.1. Modelo 1. A partir de la base Ramos Cursados, se obtuvo la cantidad de créditos aprobados en cada semestre por cada estudiante. Con esta información se obtuvo para cada alumno el número de veces que rindió un semestre académico, esto en función de la cantidad de ramos aprobados. En la tabla 6.3 se encuentra el número de créditos correspondiente a cada semestre, esto según el plan de carrera. Por otra parte, con la base Datos Estudiante, específicamente con los campos Última Calidad en Carrera y Periodo Última Calidad, se obtuvo si el estudiante se tituló o desertó, junto con el semestre de este acontecimiento. Es importante mencionar que el sistema de equivalencia de créditos de la universidad cambió en el año 2021, sin embargo, esto no afecta al desarrollo de este modelo, ya que el periodo analizado comprende el periodo 2012-2019.

Semestre	Créditos
1	0-24
2	25-50
3	51-82
4	83-115
5	116-145
6	146-175
7	175-207
8	208-236
9	237-266
10	267-293
11	>293

Tabla 6.3 Créditos correspondiente a cada semestre académico. Fuente: Elaboración propia.

Luego, se obtuvo la frecuencia de las transiciones entre estados. Es importante mencionar que las transiciones ocurren entre un semestre x y el semestre que le sigue inmediatamente, ya que no es posible saltarse algún periodo. Por otra parte, para los estados Desertar y Titularse no se obtuvieron las transiciones, ya que estos corresponden a estados absorbentes.

Finalmente, se obtuvo la matriz fundamental del modelo, lo que permite identificar el tiempo esperado de permanencia en la carrera. Además, de las probabilidades de largo plazo, las cuales indican la probabilidad de titularse o desertar de la carrera en estudio.

6.4.4.2 Modelo 2. Para la obtención de la matriz de transición del modelo 2 se siguió el siguiente procedimiento:

- Frecuencias absolutas: Con los estados y transiciones definidas, se continuó con la obtención de las frecuencias absolutas para cada estado. y asignatura en estudio, es decir se calculó cuantos estudiantes se encontraban en cada estado, durante cada semestre del periodo analizado. Es importante mencionar que los estados A (aprobar) y D (desertar), al ser estados absorbentes, en sus frecuencias absolutas se encuentra un acumulado de los estudiantes que han llegado a esos estados. Con el objetivo de lograr lo anterior, para cada estudiante de la base se identificó en que semestre cursó una asignatura determinada, el estado con el que finalizó el curso y el número de veces que la ha rendido hasta el periodo en cuestión. Además,

se consideró la variable construida Deserción – Asignatura, ya que indica si el estudiante se considera desertor luego de haber reprobado la asignatura en análisis.

- **Transiciones Entre Estados:** En segundo lugar, se obtuvieron las transiciones entre los estados para cada periodo analizado. Tal como se plantea en el estudio desarrollado por Otero et al., se omiten las filas Aprobado y Desertor, ya que al ser estados absorbentes las transiciones desde estos estados a los otros son igual a cero.
- **Matriz de transición:** Finalmente, para obtener las matrices de transición de cada asignatura se utilizó la ecuación 12, que indica que el estimador de la probabilidad de transición corresponde al cociente entre la cantidad de transiciones desde el estado i al j y el total de transiciones que desde el estado i . Se desarrolló de esta manera, ya que “Anderson y Goodman (1956), demostraron que para estimar las probabilidades de una cadena de Markov, es posible utilizar el enfoque de la maximización de la función de verosimilitud” (Otero et al., 2016).

$$\hat{p}_{ij} = \frac{n_{ij}(t)}{\sum_{\forall s} n_{is}(t)} \quad (12)$$

7. | RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del análisis realizado a partir de los datos académicos de 3.794 estudiantes.

Los resultados se disponen de la siguiente manera:

En primer lugar, se muestra el análisis descriptivo de los datos trabajados, el que considera medidas de tendencia central y medidas de dispersión. Luego, se presentan los resultados con respecto a los modelos de Markov desarrollados, lo que incluye las frecuencias absolutas, transiciones entre estos y probabilidades de transición entre estados. Para el Modelo 2, los puntos de frecuencia absolutas y transiciones entre estados, solo serán expuestos para la asignatura Matemática II a modo de ejemplo, ya que este es el curso que presenta la mayor tasa de reprobación. Después se presentan las matrices de transición obtenidas para cada asignatura. Por último, se presentan los resultados del modelo diferenciado, donde se compara el modelo aplicado en estudiantes del Campus Casa Central Valparaíso y Campus Santiago Vitacura.

7.1 Análisis Descriptivo

7.1.1. Análisis Univariado

En el análisis univariado se aplicarán estadísticos descriptivos a cada una de las variables de estudio. Estos estadísticos incluyen medidas de tendencia central, medidas de dispersión y estadísticos que informan sobre la forma de la distribución de las variables.

Como fue mencionado anteriormente, el análisis se basó en la Carrera de Ingeniería Civil Industrial, régimen diurno, de la Universidad Técnica Federico Santa María, aplicada a Campus Casa Central Valparaíso y Campus Santiago Vitacura, durante el periodo 2012-1 y 2019-2. La población corresponde a 3.795 estudiantes.

7.1.1.1. Cantidad de Matriculados. La variable Cantidad de Matriculados corresponde al número de estudiantes que se encuentran matriculados en la universidad en un determinado semestre.

A continuación, se encuentran los estadísticos descriptivos de la variable.

N° de Casos	Mínimo	Máximo	Rango	Suma	Media	Mediana	Varianza	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Simetría	Curtosis
16	1.374,00	1.744,00	370,00	24.537,00	1.534,00	1.542,00	9.998,00	100,00	0,06	0,07	2,65

Tabla 7.1 Estadísticos Descriptivo Cantidad de Matriculados. Fuente: Elaboración propia.

El promedio de estudiantes matriculados en Ingeniería Civil Industrial en la UTFSM es de 1.534 por semestre, y la mediana corresponde a 1.542 estudiantes. El periodo 2012-1 corresponde al semestre con la mayor cantidad de estudiantes matriculados, con 1.744 alumnos, mientras el semestre 2019-2 fue el periodo en el que menos estudiantes se matricularon, con 1.374 alumnos. La varianza, medida que indica la dispersión de la variable con respecto a su media, es de 9.998, por tanto, se concluye que los datos se encuentran muy dispersos. El coeficiente de variación es de 0,06. Por otra parte, el sesgo que mide la simetría es de 0,07, al ser un valor mayor a 0, indica que los datos presentan una asimetría positiva, es decir hay más valores separados de la media a la derecha de la distribución. Finalmente, la curtosis, estadístico que mide la concentración de datos alrededor de la media, representando la forma de la distribución, toma un valor de 2,65. Al ser un valor menor a 3 se dice que la distribución es platicúrtica, es decir existe una menor concentración de datos en torno a la media, teniendo una forma achatada.

Por otro lado, en la figura 7.1 se encuentra la cantidad de estudiantes matriculados en cada semestre, además de la variación porcentual de matrícula entre semestres consecutivos. En esta se observa que el segundo semestre de cada año disminuye el total de matriculados con respecto al primer semestre, lo que puede ser explicado por los alumnos que se retiran del plan de estudio. En promedio, en el segundo semestre disminuye la matrícula total un 8,5%. Los años 2013 y 2019, corresponde a los periodos que presentan una mayor disminución de estudiantes matriculados entre semestres del mismo año, existiendo estacionalidad en la variable. Además, se aprecia en la línea de tendencia una disminución de la matrícula en la carrera con el paso del tiempo. Presentándose una diferencia entre el primer y último periodo analizado de 370 alumnos.

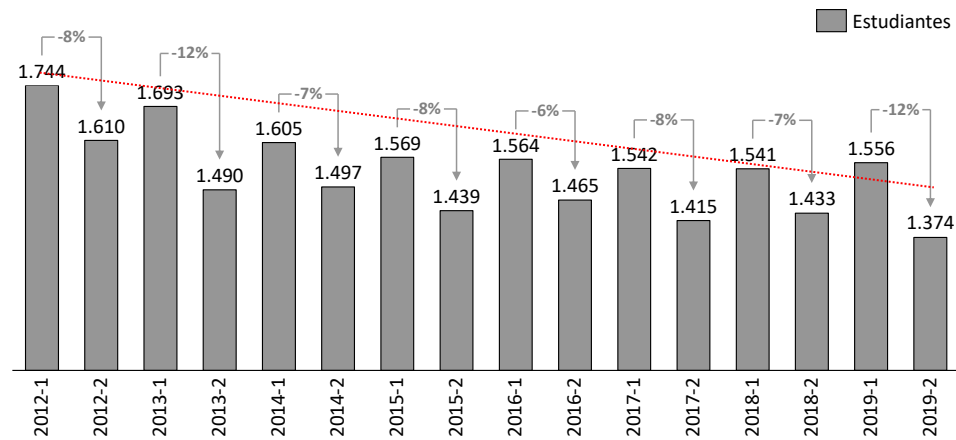


Figura 7.1 Cantidad de Matrículas por semestre. Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.2. Matriculados Primer Año. Con respecto al año de ingreso de los estudiantes al plan de estudio se observa que en promedio existe una matrícula de alumnos nuevos de 286 estudiantes, y la mediana corresponde a 287 estudiantes por año. La desviación estándar es de 13, por lo tanto, se espera que el número de estudiantes que ingresen cada año sea encuentre entre 273 y 299 alumnos. Por otra parte, la curtosis indica que los datos toman una distribución platicúrtica, teniendo una forma menos puntiaguda.

N° de Casos	Mínimo	Máximo	Rango	Suma	Media	Mediana	Varianza	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Simetría	Curtosis
8	274,00	311,00	37,00	2.316,00	285,50	287,00	162,00	12,73	0,04	0,41	1,99

Tabla 7.2 Estadísticos Descriptivos Matriculados Primer Año. Fuente: Elaboración propia.

Considerando el periodo analizado, el mayor número de alumnos que ingresan a primer año ocurre en el año 2012, con 311 estudiantes. Por el contrario, el menor número de ingresos a Ingeniería Civil Industrial se da en el año 2014, con 274 nuevas matrículas. En total, durante los ocho años estudiados se han registrado 2.316 ingresos. Por otra parte, en la figura 7.2 se observa que en el año 2014 existió una drástica baja de ingreso de nuevos estudiantes, sin embargo, a partir de ese periodo la matrícula se ha ido incrementando, en promedio en un 1,6%.

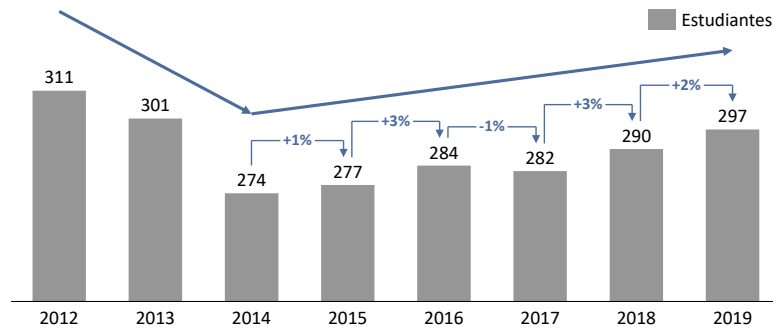


Figura 7.2 Estudiantes de Primer año. Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.3. Sexo. Como se observa en la figura 7.3, el 68% de los estudiantes de Ingeniería Civil Industrial (ICI) en la UTFSM, matriculados en el periodo 2012-2019 pertenecen al sexo masculino, mientras que el 32% pertenece al sexo femenino. Al comparar estos datos con lo que ocurre a nivel nacional, según datos del SIES durante el periodo analizado el 25% del total de matriculados en carreras pertenecientes al área de la Ingeniería, Industria y Construcción pertenecen al sexo femenino, porcentaje menor a lo que se presenta en ICI de la UTFSM. Por otra parte, dentro del universo total de estudiantes en la universidad Técnica Federico Santa María, el 24,7% corresponde a estudiantes que pertenecen al sexo femenino, lo que indica que la brecha de género en Ingeniería Civil Industrial, a pesar de ser alta, es menor a lo que ocurre en otras carreras impartidas por la universidad.

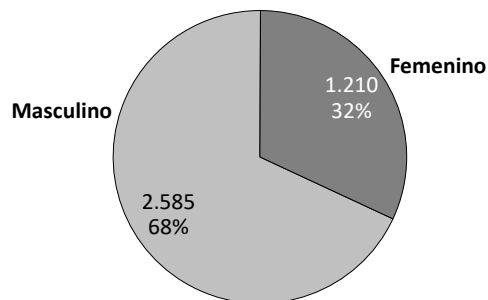


Figura 7.3 Sexo Estudiantes Ingeniería Civil Industrial en la UTFSM. Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la tendencia, en la figura 8.4 se presenta el número de estudiantes que pertenecen al sexo femenino y masculino, además del porcentaje sobre el total de la matrícula, en esta se observa que la brecha de género va en disminución con el paso de los años, llegando en el año 2019 a que 36% del total de estudiantes matriculados pertenezcan al sexo femenino.

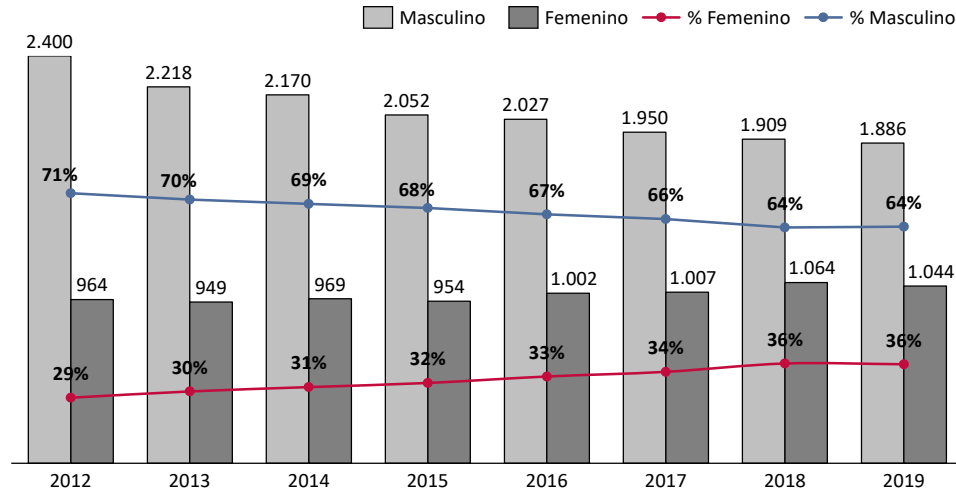


Figura 7.4 Tendencia sexo de estudiantes por año. Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.4. Sede. 1.909 estudiantes, correspondiente al 50,3% de la matrícula total, han cursado el plan de estudio en la sede Casa Central campus Valparaíso, mientras que 1.886 alumnos (49,7%), fueron matriculados en el campus Santiago, sede Vitacura.

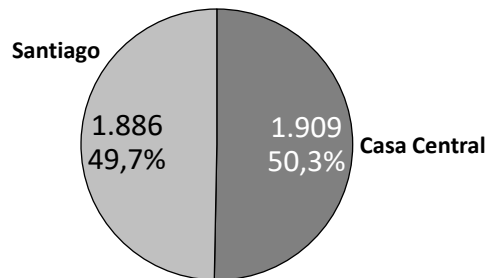


Figura 7.5 Sede de Matrícula Estudiantes Ingeniería Civil Industrial en la UTFSM. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 7.6, durante el periodo de análisis en promedio se matricula un 8% menos de estudiantes en la sede de Santiago que en Casa Central.

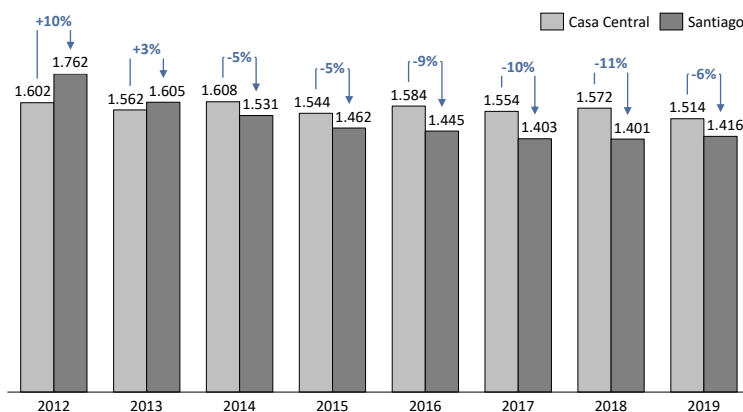


Figura 7.6 Tendencia Sede de Matrícula por año. Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.5. Asignaturas Aprobadas. El plan de estudio de la carrera de Ingeniería Civil Industrial consta de 59 asignaturas, siendo la aprobación del total de estas un requisito para poder egresar. Con respecto a esta variable, se tiene que el promedio de asignaturas aprobadas es de 24, con una desviación estándar de 18. La simetría de los datos indica que hay más valores separados de la media a la derecha de la distribución. Además, la curtosis es menor a tres, por tanto, la forma de la distribución es más achatada.

N° de Casos	Mínimo	Máximo	Rango	Suma	Media	Mediana	Varianza	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Simetría	Curtosis
3.794	1,00	65,00	64,00	101.448,00	24,00	25,00	326,80	18,08	0,68	0,32	1,85

Tabla 7.3 Estadísticos Descriptivos Asignaturas Aprobadas. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7.7 se presenta la frecuencia absoluta de estudiantes que han aprobado una cierta cantidad de asignaturas. En esta se observa que la mayor frecuencia se encuentra en el rango de 56-60 asignaturas aprobadas. Lo que probablemente se explica porque son estudiantes que han aprobado todo el plan de estudios o se encuentran próximos a terminarlo. En este análisis no se tomó en cuenta el año de ingreso de los estudiantes, por lo tanto, en la muestra se agrupan alumnos que han cursado dos semestres de carrera, a alumnos que ya han terminado su plan de estudio. Dado lo anterior es que se realizará un análisis de esta variable dependiendo del año de ingreso.

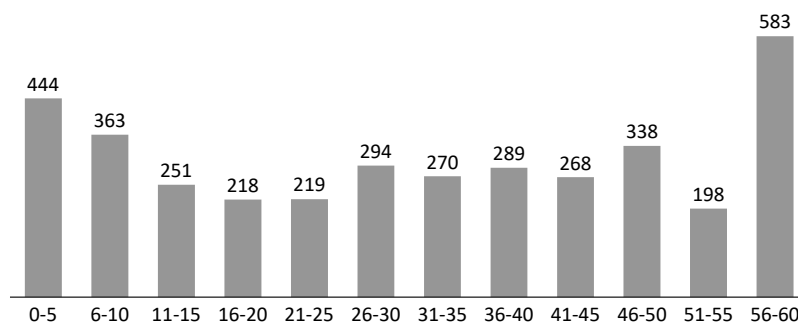


Figura 7.7 Asignaturas Aprobadas. Fuente: Elaboración propia.

Año Ingreso	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Mediana	Varianza	Desviación Estándar
2012	0	59	59	41,60	49	407,60	20,19
2013	0	59	59	40,15	48	422,21	20,55
2014	2	59	57	40,34	49	384,55	19,61
2015	0	57	57	35,22	42	303,75	17,43
2016	0	47	47	31,17	35	139,50	11,81
2017	0	37	37	23,76	26	77,59	8,81
2018	0	27	27	15,64	17	32,22	5,68
2019	0	10	10	8,25	9	5,57	2,36

Tabla 7.4 Estadísticos Descriptivo Asignaturas Aprobadas Según Año de Ingreso. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 7.4 en todos los periodos, exceptuando el año 2014, existe al menos un estudiante que no ha aprobado ninguna asignatura. Por el contrario, en los periodos 2012, 2013 y 2014 se presentan estudiantes que han completado su plan de estudio, con 59 asignaturas aprobadas. Por otro lado, para los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 no se presentan estudiantes que hayan aprobado el total de asignaturas. Además, se observa que la media de ramos aprobados disminuye en función del año de ingreso, esto se explica por el tiempo que llevan los estudiantes cursando la carrera. Por ejemplo, los estudiantes que ingresaron en el año 2019 solo llevan dos semestres dentro del plan de estudio, por lo tanto, según la malla curricular, como máximo pueden presentar 10 asignaturas aprobadas.

7.1.1.6. Asignaturas Reprobadas. En promedio los estudiantes de Ingeniería Civil Industrial presentan cuatro asignaturas reprobadas. La media corresponde a 4,7 y la variable presenta una desviación estándar de 3,7. La curtosis presenta un valor de 5,38, al ser mayor a 3 se tiene una

distribución leptocúrtica, es decir existe una gran concentración de los valores en torno a la media, por ende, la distribución toma una forma más puntiaguda.

N° de Casos	Mínimo	Máximo	Rango	Suma	Media	Mediana	Varianza	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Simetría	Curtosis
3.794	0	26,00	26,00	13.277,00	4,70	4,00	13,73	3,70	1,06	1,41	5,38

Tabla 7.5 Estadísticos Descriptivo Asignaturas Reprobadas. Fuente: Elaboración propia.

De la figura 7.8 se observa que la frecuencia absoluta más alta corresponde a los estudiantes que no han reprobado ninguna materia, sin embargo, el 76% de la población en estudio presenta al menos una asignatura reprobada a lo largo de su carrera estudiantil.

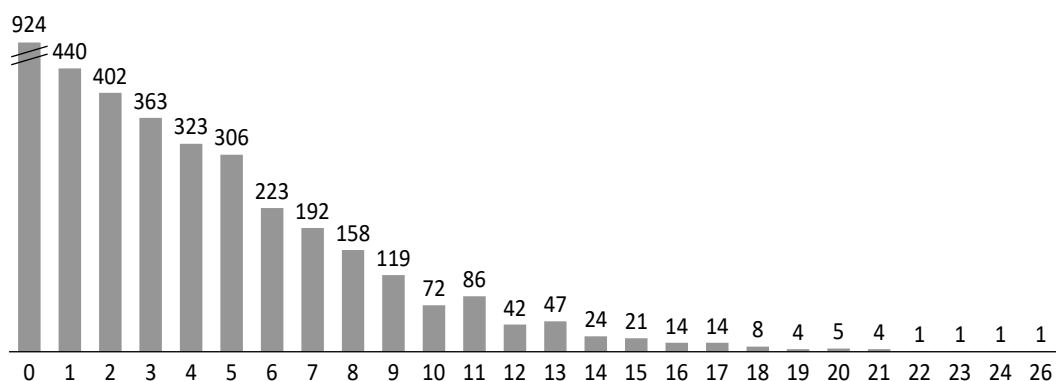


Figura 7.8 Asignaturas Reprobadas. Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.7. Prioridad Académica. La prioridad académica corresponde a un indicador desarrollado por la universidad que representa el rendimiento académico de cada estudiante. Este indicador es importante, ya que en caso de que un estudiante presente una prioridad menor a 2.500 deberá abandonar el plan de estudio. El valor mínimo que se presenta en el estudio es de 56,99 y el máximo corresponde a 11.096,63. La media corresponde a 5.749,2. Por otra parte, el estadístico que representa la simetría es de -0,51, al ser un valor negativo esto indica que hay valores más separados de la media a la izquierda de la distribución.

N° de Casos	Mínimo	Máximo	Rango	Suma	Media	Mediana	Varianza	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Simetría	Curtosis
3.794	56,99	11.096,63	11.039,64	-	5.749,20	6.027,93	3.042.326,59	1.744,23	0,30	-0,51	3,27

Tabla 7.6 Estadísticos Descriptivo Prioridad Académica. Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.8. Deserción Académica. La variable Deserción Académica representa el número de estudiantes que desertaron del plan académico en un periodo determinado. En promedio 37 estudiantes se retiran del plan académico cada semestre. En el 2019-1 se presentó la mayor cantidad de estudiantes que desertaron, con un total de 67. Por el contrario, el 2015-1 corresponde al periodo en el que menos estudiantes desertaron del plan académico, con un total de 22.

N° de Casos	Mínimo	Máximo	Rango	Suma	Media	Mediana	Varianza	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Simetría	Curtosis
18	22,00	67,00	45,00	587,00	36,69	32,00	163,56	12,79	0,35	0,83	2,95

Tabla 7.7 Estadísticos Descriptivo Deserción Académica. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7.9 se presenta el número de estudiantes que desertan de la universidad en un periodo determinado, el porcentaje que representa sobre el total de la matrícula, además de la variación porcentual entre semestres del mismo año. En esta se observa que en general el segundo semestre de cada año, la cantidad de estudiantes que se consideran desertores aumenta. Por otra parte, no se observa una tendencia clara con respecto a la deserción de la carrera. Indicador que debería ir en disminución con el paso de los años.

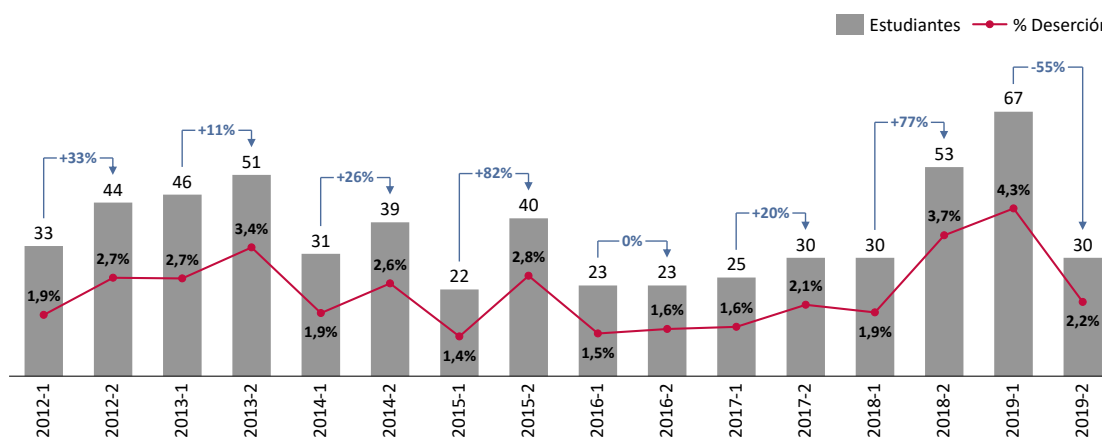


Figura 7.9 Número de Estudiantes Desertores. Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.9. Tasa de Reprobación. En primer lugar, se obtuvo la tasa de reprobación para las asignaturas estudiadas. Tal como se observa en la tabla 7.8, la asignatura con mayor tasa de reprobación corresponde a Matemática II, donde el 38,55% de los estudiantes que inscriben el ramo, reprobaban. Le siguen Matemática IV, Matemática III y Matemática I, con una tasa de reprobación de

33,15%, 33,14% y 28,78% respectivamente, es importante mencionar que estas cuatro asignaturas corresponden a los cuatro primeros semestres del plan académico.

Nombre Asignatura	Semestre	Créditos	Tasa Reprobación
Matemática II	2	7	39%
Matemática IV	4	6	33%
Matemática III	3	7	33%
Matemática I	1	8	29%
Física General II	3	8	28%
Probabilidad y Estadística Industrial	7	7	26%
Química de Procesos	3	8	24%
Información y Control Financiero	6	5	24%
Microeconomía I	5	5	22%
Gestión Energética I	6	6	20%
Elementos de Mec. y Resist. de Materiales	3	5	20%
Física General I	2	8	20%
Programación	1	5	20%
Electrotecnia Básica	4	7	16%
Física General III	4	8	15%
Gestión de Investigación de Operaciones	8	6	14%
Macroeconomía I	6	5	14%
Gestión Energética II	7	6	13%
Econometría	8	7	13%
Química y Sociedad	2	5	12%
Sistemas de Información para la Gestión	8	5	12%
Termodinámica	5	7	11%
Introducción a la Física	1	6	11%
Física General IV	7	8	11%
Legislación Empresarial	6	5	11%
Ingeniería de Plantas Industriales	8	5	10%
Gestión de Operaciones II	10	5	10%
Gestión de Calidad Total	9	5	10%
Organización Industrial	8	5	9%
Finanzas	9	5	9%
Ingeniería Económica	7	5	9%
Taller de Título II	11	13	8%
Gestión Estratégica	10	5	7%
Gestión de Operaciones	9	6	6%
Evaluación de Proyectos Generales	10	5	5%
Taller de Título I	10	3	5%
Gráfica en Ingeniería	6	5	4%
Laboratorio de Procesos Industriales	5	5	3%
Introducción a la Ingeniería	1	3	2%
Administración de Empresas	5	5	2%

Nombre Asignatura	Semestre	Créditos	Tasa Reprobación
Desarrollo y Control de Proyectos	11	5	2%
Recursos Humanos	7	5	2%
Marketing	9	5	1%

Tabla 7.8 Tasa de Reprobación asignaturas del plan de carrera. Fuente: Elaboración propia.

7.2 Modelo de Markov

A continuación, se presentan los resultados de los modelos desarrollados.

7.2.1. Modelo 1

7.2.1.1. Matriz de Transición. Para obtener la matriz de transición de este modelo, fue necesario en primer lugar, identificar la cantidad de créditos aprobados en cada semestre por cada estudiante (Anexo 2). Luego, se calculó el número de veces que cada estudiante rindió un semestre, en función de los créditos aprobados (Anexo 3). Con lo anterior, se obtuvo la frecuencia de las transiciones entre estados, es decir la cantidad de estudiantes que pasan de un semestre x al siguiente en un periodo de tiempo (Anexo 4). Con esta información, fue posible determinar la matriz de transición del modelo general como para el modelo diferenciado entre campus Casa Central y Santiago.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	T	D
1	11,85%	80,78%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,37%
2	-	18,87%	75,96%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,17%
3	-	-	22,15%	73,25%	-	-	-	-	-	-	-	-	4,61%
4	-	-	-	27,01%	70,17%	-	-	-	-	-	-	-	2,83%
5	-	-	-	-	24,33%	73,93%	-	-	-	-	-	-	1,73%
6	-	-	-	-	-	26,19%	72,69%	-	-	-	-	-	1,12%
7	-	-	-	-	-	-	26,22%	73,70%	-	-	-	-	0,08%
8	-	-	-	-	-	-	-	25,10%	74,71%	-	-	-	0,20%
9	-	-	-	-	-	-	-	-	27,48%	72,20%	-	-	0,32%
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,67%	65,21%	-	0,12%
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55,98%	43,91%	0,11%
T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100%	0,00%
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	100,00%

Tabla 7.9 Matriz de transición Modelo 1 General. Fuente: Elaboración propia.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	T	D
1	11,55%	81,72%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,72%
2	-	19,29%	75,83%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,88%
3	-	-	22,48%	72,71%	-	-	-	-	-	-	-	-	4,82%
4	-	-	-	24,88%	72,94%	-	-	-	-	-	-	-	2,18%
5	-	-	-	-	23,47%	74,67%	-	-	-	-	-	-	1,86%
6	-	-	-	-	-	27,94%	70,78%	-	-	-	-	-	1,28%
7	-	-	-	-	-	-	25,12%	74,72%	-	-	-	-	0,16%
8	-	-	-	-	-	-	-	25,60%	74,21%	-	-	-	0,19%
9	-	-	-	-	-	-	-	-	25,76%	73,83%	-	-	0,41%
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,63%	64,37%	-	0,00%
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,71%	32,29%	0,00%
T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100%	0,00%
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	100,00%

Tabla 7.10 Matriz de transición Modelo 1 Casa Central. Fuente: Elaboración propia.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	T	D
1	12,14%	79,83%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,03%
2	-	18,45%	76,09%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,46%
3	-	-	22,56%	72,89%	-	-	-	-	-	-	-	-	4,56%
4	-	-	-	28,93%	67,66%	-	-	-	-	-	-	-	3,41%
5	-	-	-	-	25,20%	73,19%	-	-	-	-	-	-	1,61%
6	-	-	-	-	-	24,25%	74,80%	-	-	-	-	-	0,94%
7	-	-	-	-	-	-	27,36%	72,64%	-	-	-	-	0,00%
8	-	-	-	-	-	-	-	24,54%	75,26%	-	-	-	0,21%
9	-	-	-	-	-	-	-	-	29,36%	70,42%	-	-	0,22%
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,59%	66,16%	-	0,25%
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,72%	48,04%	0,25%
T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100%	0,00%
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%	100,00%

Tabla 7.11 Matriz de transición Modelo 1 Santiago. Fuente: Elaboración propia.

7.2.1.2. Modelo Largo Plazo. Para obtener el tiempo de permanencia en carrera, es necesario operar la matriz de transición, de tal manera que quede de la forma de matriz fundamental, $M = (I - Q)^{-1}$. Además, del tiempo de permanencia en carrera, en este caso se obtiene de la suma de los elementos de la fila 1. Para realizar este cálculo se utilizó el programa R Studio (Anexo 5).

$$p_{11} + p_{12} + p_{13} + p_{14} + p_{15} + p_{16} + p_{17} + p_{18} + p_{19} + p_{110} + p_{111} \quad (13)$$

Con esta información, luego se obtuvo la probabilidad de llegar a uno de los estados absorbentes (B), titularse o desertar. Esto mediante la multiplicación de la matriz fundamental (N)

con la matriz S, probabilidad de transición de los estados absorbentes, que corresponden a las columnas T y D de la matriz de transición (Anexo 6).

- Modelo 1 General:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Tiempo de Permanencia
1	1,136	1,136	1,107	1,107	1,020	1,020	1,006	0,993	1,020	1,130	1,669	12,344
2	-	1,235	1,203	1,203	1,108	1,108	1,093	1,078	1,108	1,227	1,813	12,176
3	-	-	1,282	1,282	1,181	1,181	1,165	1,149	1,181	1,308	1,932	11,661
4	-	-	-	1,370	1,262	1,262	1,245	1,228	1,262	1,398	2,065	11,090
5	-	-	-	-	1,316	1,316	1,298	1,281	1,316	1,457	2,153	10,137
6	-	-	-	-	-	1,351	1,333	1,315	1,351	1,497	2,211	9,059
7	-	-	-	-	-	-	1,351	1,333	1,370	1,517	2,242	7,814
8	-	-	-	-	-	-	-	1,333	1,370	1,517	2,242	6,462
9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,370	1,517	2,242	5,129
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,538	2,273	3,811
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,273	2,273

Tabla 7.12 Matriz Fundamental para Modelo 1 General. Fuente: Elaboración propia.

	T	D
1	0,737	0,263
2	0,805	0,195
3	0,86	0,140
4	0,914	0,086
5	0,951	0,049
6	0,973	0,027
7	0,988	0,012
8	0,989	0,011
9	0,991	0,009
10	0,996	0,004
11	0,998	0,002

Tabla 7.13 Probabilidad Largo Plazo Modelo 1 General. Fuente: Elaboración propia.

- Modelo 1 Casa Central:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Tiempo de Permanencia
1	1,136	1,150	1,121	1,091	1,034	1,077	1,020	1,034	1,034	1,195	1,391	12,284
2	-	1,235	1,203	1,171	1,110	1,156	1,095	1,109	1,109	1,283	1,493	11,963
3	-	-	1,282	1,248	1,183	1,232	1,167	1,182	1,182	1,367	1,591	11,435
4	-	-	-	1,333	1,317	1,264	1,247	1,263	1,263	1,461	1,700	10,848
5	-	-	-	-	1,299	1,353	1,281	1,298	1,298	1,501	1,746	9,775
6	-	-	-	-	-	1,389	1,315	1,333	1,333	1,541	1,793	8,703
7	-	-	-	-	-	-	1,333	1,351	1,351	1,563	1,818	7,417
8	-	-	-	-	-	-	-	1,351	1,351	1,563	1,818	6,083
9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,351	1,563	1,818	4,732
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,563	1,818	3,381
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,104	2,104

Tabla 7.14 Matriz Fundamental para Modelo Casa Central. Fuente: Elaboración propia.

	T	D
1	0,749	0,251
2	0,813	0,187
3	0,864	0,136
4	0,938	0,062
5	0,949	0,051
6	0,972	0,028
7	0,99	0,01
8	0,992	0,008
9	0,995	0,005
10	1	0
11	1	0

Tabla 7.15 Probabilidad Largo Plazo Modelo 1 Casa Central. Fuente: Elaboración propia.

- Modelo 1 Santiago:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Tiempo de Permanencia
1	1,158	1,124	1,118	1,139	1,033	1,010	1,019	0,992	1,048	1,111	1,628	12,380
2	-	1,235	1,219	1,253	1,136	1,091	1,121	1,091	1,153	1,222	1,681	12,201
3	-	-	1,299	1,335	1,211	1,163	1,195	1,163	1,228	1,303	1,791	11,688
4	-	-	-	1,408	1,277	1,227	1,260	1,227	1,296	1,374	1,890	10,958
5	-	-	-	-	1,333	1,281	1,316	1,281	1,353	1,435	1,973	9,971
6	-	-	-	-	-	1,316	1,352	1,316	1,390	1,474	2,027	8,874
7	-	-	-	-	-	-	1,370	1,333	1,408	1,494	2,054	7,659
8	-	-	-	-	-	-	-	1,333	1,408	1,494	2,054	6,290
9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,408	1,494	2,054	4,956
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,515	2,083	3,598
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,083	2,083

Tabla 7.16 Matriz Fundamental para Modelo 1 Santiago. Fuente: Elaboración propia.

	T	D
1	0,719	0,281
2	0,794	0,206
3	0,852	0,148
4	0,906	0,094
5	0,952	0,048
6	0,973	0,027
7	0,985	0,015
8	0,985	0,015
9	0,988	0,012
10	0,991	0,009
11	0,995	0,005

Tabla 7.17 Probabilidad Largo Plazo Modelo 1 Santiago. Fuente: Elaboración propia.

7.2.2. Modelo 2

Con los estados y transiciones definidas en el capítulo Desarrollo, se continua con la obtención de las frecuencias absolutas para cada estado y asignatura en estudio. En las siguientes secciones se muestra el desarrollo para llegar a la matriz de transición de la asignatura Matemática II. Se ejemplificará con ella, dado que es el curso que presenta la mayor tasa de reprobación de la malla curricular.

7.2.2.1 Frecuencias Absolutas. Como fue mencionado anteriormente se mostrarán los resultados de esta sección para Matemática II, dado que es la asignatura que presenta la mayor tasa de reprobación dentro del programa académico.

En primer lugar, con el propósito de obtener las matrices de transición, se identificó la frecuencia absoluta por periodo para cada estado de la cadena. En este caso, los valores para el periodo 2012-2 son obtenidos a partir del análisis del periodo anterior 2012-1. En la tabla 7.18 se presentan los resultados, donde se aprecia que en el periodo 2012-2, 151 estudiantes se encuentran dando la asignatura por primera vez y 41 por segunda vez. Por otro lado 63 aprobaron la asignatura el periodo anterior y 10 se retiraron del programa académico en el 2012-1. Es importante mencionar que los estados A (aprobar) y D (desertar) al ser estados absorbentes en sus frecuencias absolutas se encuentra un acumulado de los estudiantes que han llegado a esos estados. Por último, se destaca que al final del periodo de estudio 1.319 estudiantes han aprobado la asignatura Matemática II, y 165 se han retirado del plan de estudio luego de reprobársela.

Periodo	A	1	2	3	D
2012-2	63	151	41	0	10
2013-1	187	67	35	9	33
2013-2	235	131	40	19	37
2014-1	358	52	38	14	52
2014-2	420	153	21	11	60
2015-1	525	48	57	5	74
2015-2	603	138	13	12	80
2016-1	698	51	50	4	90
2016-2	771	171	26	5	95
2017-1	885	41	72	8	104
2017-2	946	164	27	23	114
2018-1	1080	61	62	8	124
2018-2	1153	135	36	15	131
2019-1	1269	75	44	9	147
2019-2	1319	178	50	8	165

Tabla 7.18 Frecuencias absolutas por estado para la asignatura Matemática II. Fuente: Elaboración propia.

7.2.2.2 Transiciones entre Estados. En segundo lugar, se obtuvieron las transiciones entre los estados para cada periodo analizado. Tal como se plantea en el estudio desarrollado por Otero et al., se omiten las filas A y D, ya que al ser estados absorbentes las transiciones desde estos estados a los otros son igual a cero. Entre los resultados destacan los periodos 2013-1, 2017-1, 2018-1 y 2019-1, donde la cantidad de transiciones desde el estado 1 (rendir la asignatura por primera vez), al estado 2 (reprobar y rendir la asignatura por segunda vez) es mayor a la de aprobar el curso al rendirlo por primera vez. El detalle para cada periodo se encuentra en la tabla 7.19.

2012-2	A	1	2	3	D	2013-1	A	1	2	3	D	2013-2	A	1	2	3	D
1	107	0	36	0	8	1	28	0	39	0	0	1	90	0	37	0	3
2	17	0	0	9	15	2	15	0	0	20	0	2	17	0	0	13	9
3	0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	4	3	16	0	0	0	3
2014-1	A	1	2	3	D	2014-2	A	1	2	3	D	2015-1	A	1	2	3	D
1	25	0	23	0	4	1	80	0	58	0	12	1	31	0	10	0	4
2	25	0	0	11	2	2	16	0	0	6	0	2	43	0	0	12	2
3	12	0	0	0	2	3	9	0	0	0	2	3	4	0	0	0	1
2015-2	A	1	2	3	D	2016-1	A	1	2	3	D	2016-2	A	1	2	3	D
1	85	0	50	0	3	1	24	0	24	0	3	1	96	0	72	0	3
2	5	0	0	4	4	2	42	0	0	7	1	2	14	0	0	6	4
3	5	0	0	0	7	3	3	0	0	0	1	3	3	0	0	0	2
2017-1	A	1	2	3	D	2017-2	A	1	2	3	D	2018-1	A	1	2	3	D
1	11	0	26	0	4	1	98	0	62	0	4	1	25	0	36	0	0
2	46	0	0	24	2	2	16	0	0	7	3	2	43	0	0	15	4
3	4	0	0	0	4	3	20	0	0	0	3	3	5	0	0	0	3
2018-2	A	1	2	3	D	2019-1	A	1	2	3	D	2019-2	A	1	2	3	D
1	87	0	44	0	4	1	16	0	52	0	7	1	163	0	5	0	9
2	20	0	0	9	7	2	30	0	0	8	6	2	44	0	0	4	2
3	9	0	0	0	6	3	3	0	0	0	6	3	8	0	0	0	0

Tabla 7.19 Transiciones entre estados en cada periodo para la asignatura Matemática II. Fuente: Elaboración propia.

Luego, se consolidaron los datos de la tabla 7.20 para facilitar el análisis, a través de tres tablas donde cada una representa la frecuencia absoluta de transición desde los tres estados transitorios a los demás.

Periodo	1-A	1-1	1-2	1-3	1-D	Periodo	2-A	2-1	2-2	2-3	2-D	Periodo	3-A	3-1	3-2	3-3	3-D
2012-2	107	0	36	0	8	2012-2	17	0	0	9	15	2012-2	0	0	0	0	0
2013-1	28	0	39	0	0	2013-1	15	0	0	20	0	2013-1	5	0	0	0	4
2013-2	90	0	37	0	3	2013-2	17	0	0	13	9	2013-2	16	0	0	0	3
2014-1	25	0	23	0	4	2014-1	25	0	0	11	2	2014-1	12	0	0	0	2
2014-2	80	0	58	0	12	2014-2	16	0	0	6	0	2014-2	9	0	0	0	2
2015-1	31	0	10	0	4	2015-1	43	0	0	12	2	2015-1	4	0	0	0	1
2015-2	85	0	50	0	3	2015-2	5	0	0	4	4	2015-2	5	0	0	0	7
2016-1	24	0	24	0	3	2016-1	42	0	0	7	1	2016-1	3	0	0	0	1
2016-2	96	0	72	0	3	2016-2	14	0	0	6	4	2016-2	3	0	0	0	2
2017-1	11	0	26	0	4	2017-1	46	0	0	24	2	2017-1	4	0	0	0	4
2017-2	98	0	62	0	4	2017-2	16	0	0	7	3	2017-2	20	0	0	0	3
2018-1	25	0	36	0	0	2018-1	43	0	0	15	4	2018-1	5	0	0	0	3
2018-2	87	0	44	0	4	2018-2	20	0	0	9	7	2018-2	9	0	0	0	6
2019-1	16	0	52	0	7	2019-1	30	0	0	8	6	2019-1	3	0	0	0	6
2019-2	163	0	5	0	9	2019-2	44	0	0	4	2	2019-2	8	0	0	0	0

Tabla 7.20 Frecuencia de transiciones entre los estados transitorios y los demás estados en cada periodo, de la asignatura Matemática II. Fuente: Elaboración propia.

7.2.2.3 Matriz de transición. Para obtener las matrices de transición se utilizó la ecuación 13, que indica que el estimador de la probabilidad de transición corresponde al cociente entre la cantidad de transiciones desde el estado i al j y el total de transiciones desde el estado i . Se desarrolló de esta manera, ya que “Anderson y Goodman (1956), demostraron que para estimar las probabilidades de una cadena de Markov, es posible utilizar el enfoque de la maximización de la función de verosimilitud” (Otero et al., 2016).

$$\hat{p}_{ij} = \frac{n_{ij}(t)}{\sum_{\forall s} n_{is}(t)} \quad (13)$$

A continuación, se encuentran las matrices de transición de todas las asignaturas que forman parte del estudio. Las matrices se encuentran ordenadas según la tasa de reprobación, presentándose en primer lugar las asignaturas con una mayor tasa de reprobación.

Matemática II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	60,1%	0,0%	35,7%	0,0%	4,2%
2	64,5%	0,0%	0,0%	25,5%	10,0%
3	70,7%	0,0%	0,0%	0,0%	29,3%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Matemática III	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	65,6%	0,0%	32,6%	0,0%	1,9%
2	72,1%	0,0%	0,0%	20,3%	7,6%
3	89,4%	0,0%	0,0%	0,0%	10,6%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Física General II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	68,7%	0,0%	29,3%	0,0%	2,1%
2	83,7%	0,0%	0,0%	10,5%	5,8%
3	87,0%	0,0%	0,0%	0,0%	13,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Química de Procesos	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	72,3%	0,0%	25,2%	0,0%	2,5%
2	82,8%	0,0%	0,0%	11,9%	5,2%
3	96,8%	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Microeconomía	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	77,0%	0,0%	22,3%	0,0%	0,8%
2	80,8%	0,0%	0,0%	13,9%	5,3%
3	95,5%	0,0%	0,0%	0,0%	4,5%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Elementos de Mecánica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	79,6%	0,0%	18,0%	0,0%	2,4%
2	89,2%	0,0%	0,0%	5,4%	5,4%
3	88,2%	0,0%	0,0%	0,0%	11,8%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Matemática IV	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	65,6%	0,0%	32,8%	0,0%	1,6%
2	74,8%	0,0%	0,0%	21,0%	4,1%
3	97,2%	0,0%	0,0%	0,0%	2,8%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Matemática I	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	69,3%	0,0%	28,7%	0,0%	2,0%
2	78,6%	0,0%	0,0%	8,5%	12,9%
3	73,0%	0,0%	0,0%	0,0%	27,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Prob. y Estad. Industrial	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	70,3%	0,0%	28,2%	0,0%	1,5%
2	81,6%	0,0%	0,0%	16,2%	2,1%
3	94,7%	0,0%	0,0%	0,0%	5,3%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Inf. y Control Financiero	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	73,9%	0,0%	24,0%	0,0%	2,1%
2	85,5%	0,0%	0,0%	8,6%	6,0%
3	85,7%	0,0%	0,0%	0,0%	14,3%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Gestión Energética I	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	79,8%	0,0%	19,0%	0,0%	1,2%
2	78,2%	0,0%	0,0%	17,9%	3,9%
3	92,1%	0,0%	0,0%	0,0%	7,9%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Física General I	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	80,5%	0,0%	16,3%	0,0%	3,3%
2	85,5%	0,0%	0,0%	4,2%	10,4%
3	70,0%	0,0%	0,0%	0,0%	30,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Programación	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	78,8%	0,0%	16,3%	0,0%	5,0%
2	89,4%	0,0%	0,0%	6,0%	4,6%
3	83,3%	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Física General III	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	86,4%	0,0%	11,7%	0,0%	1,9%
2	86,4%	0,0%	0,0%	8,6%	5,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Macroeconomía	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	85,4%	0,0%	14,1%	0,0%	0,5%
2	87,6%	0,0%	0,0%	10,3%	2,2%
3	94,1%	0,0%	0,0%	0,0%	5,9%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Econometría	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	87,4%	0,0%	12,4%	0,0%	0,2%
2	88,4%	0,0%	0,0%	7,0%	4,5%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Sist. de Inf. para la Gestión	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	87,9%	0,0%	11,8%	0,0%	0,3%
2	92,3%	0,0%	0,0%	5,7%	2,1%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Introducción a la Física	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	88,0%	0,0%	10,7%	0,0%	1,3%
2	85,1%	0,0%	0,0%	2,7%	12,2%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Electrotecnia Básica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	83,5%	0,0%	15,4%	0,0%	1,1%
2	89,0%	0,0%	0,0%	9,9%	1,1%
3	95,8%	0,0%	0,0%	0,0%	4,2%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Gestión Inv. Operaciones	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	85,2%	0,0%	14,5%	0,0%	0,2%
2	93,4%	0,0%	0,0%	5,4%	1,2%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Gestión Energética II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	86,7%	0,0%	13,1%	0,0%	0,2%
2	90,9%	0,0%	0,0%	7,7%	1,4%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Química y Sociedad	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	87,5%	0,0%	10,8%	0,0%	1,6%
2	79,1%	0,0%	0,0%	9,6%	11,3%
3	80,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Termodinámica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	80,2%	0,0%	18,6%	0,0%	1,2%
2	86,9%	0,0%	0,0%	8,2%	4,9%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Física General IV	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	89,1%	0,0%	10,1%	0,0%	0,8%
2	92,0%	0,0%	0,0%	5,7%	2,3%
3	90,0%	0,0%	0,0%	0,0%	10,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Legislación Empresarial	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	89,9%	0,0%	9,6%	0,0%	0,5%
2	89,7%	0,0%	0,0%	7,7%	2,6%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Ing. de Plantas Industriales	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	89,9%	0,0%	9,8%	0,0%	0,4%
2	90,1%	0,0%	0,0%	6,4%	3,5%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

GEO II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	89,9%	0,0%	10,0%	0,0%	0,1%
2	89,6%	0,0%	0,0%	8,0%	2,5%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Gestión Calidad Total	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	96,7%	0,0%	3,3%	0,0%	0,1%
2	87,0%	0,0%	0,0%	9,3%	3,7%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Organización Industrial	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	89,9%	0,0%	9,6%	0,0%	0,5%
2	93,2%	0,0%	0,0%	6,2%	0,7%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Finanzas	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	91,4%	0,0%	8,2%	0,0%	0,4%
2	86,1%	0,0%	0,0%	11,5%	2,5%
3	90,9%	0,0%	0,0%	0,0%	9,1%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Ingeniería Económica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	90,9%	0,0%	8,6%	0,0%	0,5%
2	89,7%	0,0%	0,0%	7,4%	2,9%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Taller Título II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	88,7%	0,0%	8,1%	0,0%	3,2%
2	79,3%	0,0%	0,0%	8,3%	12,4%
3	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Gestión Estratégica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	93,0%	0,0%	6,7%	0,0%	0,3%
2	91,9%	0,0%	0,0%	7,1%	1,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

GEO	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	95,0%	0,0%	4,9%	0,0%	0,1%
2	87,5%	0,0%	0,0%	8,8%	3,8%
3	85,7%	0,0%	0,0%	0,0%	14,3%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Evaluación de Proyectos	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	95,1%	0,0%	4,9%	0,0%	0,1%
2	90,9%	0,0%	0,0%	9,1%	0,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Taller Título I	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	96,2%	0,0%	3,5%	0,0%	0,3%
2	86,2%	0,0%	0,0%	6,9%	6,9%
3	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Gráfica en Ingeniería	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	96,1%	0,0%	3,3%	0,0%	0,6%
2	91,7%	0,0%	0,0%	2,1%	6,3%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Introducción a la Ingeniería	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	97,5%	0,0%	2,5%	0,0%	0,0%
2	50,0%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Desarrollo y Control de Proyectos	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	97,6%	0,0%	2,2%	0,0%	0,1%
2	97,2%	0,0%	0,0%	2,8%	0,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Marketing	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	98,7%	0,0%	0,8%	0,0%	0,4%
2	93,3%	0,0%	0,0%	0,0%	6,7%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Laboratorio de Procesos Industriales	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	96,9%	0,0%	2,9%	0,0%	0,2%
2	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Administración de Empresas	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	97,6%	0,0%	1,5%	0,0%	0,9%
2	91,7%	0,0%	0,0%	4,2%	4,2%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Recursos Humanos	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	98,4%	0,0%	1,1%	0,0%	0,5%
2	94,7%	0,0%	0,0%	0,0%	5,3%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Tabla 7.21 Matrices de Transición de Modelo de Markov. Fuente: Elaboración propia.

7.2.2.4 Modelo 2 Diferenciado. Realizando el mismo procedimiento descrito anteriormente, se obtuvieron las matrices de transición para cada asignatura, en este caso separando el análisis entre Campus Casa Central y Santiago.

Casa Central

Matemática II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	63,4%	0,0%	32,6%	0,0%	3,9%
2	61,5%	0,0%	0,0%	27,9%	10,6%
3	62,3%	0,0%	0,0%	0,0%	37,7%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Matemática IV	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	69,3%	0,0%	29,4%	0,0%	1,3%
2	77,0%	0,0%	0,0%	18,1%	4,8%
3	95,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Matemática III	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	69,6%	0,0%	29,2%	0,0%	1,3%
2	68,7%	0,0%	0,0%	22,4%	8,9%
3	93,6%	0,0%	0,0%	0,0%	6,4%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Matemática I	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	75,8%	0,0%	22,2%	0,0%	2,0%
2	73,6%	0,0%	0,0%	10,4%	15,9%
3	58,8%	0,0%	0,0%	0,0%	41,2%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Física General II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	80,2%	0,0%	18,4%	0,0%	1,4%
2	85,5%	0,0%	0,0%	6,6%	7,9%
3	88,9%	0,0%	0,0%	0,0%	11,1%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Santiago

Matemática II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	56,5%	0,0%	38,8%	0,0%	4,7%
2	67,7%	0,0%	0,0%	23,1%	9,2%
3	80,3%	0,0%	0,0%	0,0%	19,7%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Matemática IV	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	61,2%	0,0%	36,9%	0,0%	1,9%
2	72,9%	0,0%	0,0%	23,4%	3,6%
3	98,5%	0,0%	0,0%	0,0%	1,5%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Matemática III	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	61,3%	0,0%	36,1%	0,0%	2,5%
2	75,0%	0,0%	0,0%	18,5%	6,5%
3	83,3%	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Matemática I	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	62,9%	0,0%	35,0%	0,0%	2,1%
2	81,5%	0,0%	0,0%	7,4%	11,1%
3	85,0%	0,0%	0,0%	0,0%	15,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Física General II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	57,0%	0,0%	40,2%	0,0%	2,8%
2	82,9%	0,0%	0,0%	12,3%	4,8%
3	86,5%	0,0%	0,0%	0,0%	13,5%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Casa Central					
Prob. y Estad. Industrial	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	64,9%	0,0%	33,7%	0,0%	1,4%
2	76,7%	0,0%	0,0%	20,2%	3,1%
3	92,9%	0,0%	0,0%	0,0%	7,1%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Química de Procesos	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	72,3%	0,0%	25,0%	0,0%	2,7%
2	83,8%	0,0%	0,0%	11,9%	4,3%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Inf. y Control Financiero	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	73,1%	0,0%	24,5%	0,0%	2,4%
2	82,1%	0,0%	0,0%	7,2%	10,8%
3	90,9%	0,0%	0,0%	0,0%	9,1%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Microeconomía	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	84,5%	0,0%	15,0%	0,0%	0,5%
2	86,6%	0,0%	0,0%	8,4%	5,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Gestión Energética I	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	72,7%	0,0%	26,4%	0,0%	1,0%
2	73,0%	0,0%	0,0%	23,2%	3,8%
3	90,6%	0,0%	0,0%	0,0%	9,4%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Elementos de Mecánica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	79,5%	0,0%	18,7%	0,0%	1,8%
2	85,6%	0,0%	0,0%	8,0%	6,4%
3	84,6%	0,0%	0,0%	0,0%	15,4%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Santiago					
Prob. y Estad. Industrial	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	75,4%	0,0%	22,9%	0,0%	1,6%
2	89,8%	0,0%	0,0%	9,6%	0,5%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Química de Procesos	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	72,2%	0,0%	25,5%	0,0%	2,3%
2	81,8%	0,0%	0,0%	11,9%	6,3%
3	94,4%	0,0%	0,0%	0,0%	5,6%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Inf. y Control Financiero	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	74,5%	0,0%	23,5%	0,0%	2,0%
2	88,9%	0,0%	0,0%	10,1%	1,1%
3	82,4%	0,0%	0,0%	0,0%	17,6%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Microeconomía	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	69,6%	0,0%	29,3%	0,0%	1,0%
2	78,2%	0,0%	0,0%	16,0%	5,9%
3	94,4%	0,0%	0,0%	0,0%	5,6%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Gestión Energética I	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	86,1%	0,0%	12,6%	0,0%	1,3%
2	88,9%	0,0%	0,0%	7,1%	4,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Elementos de Mecánica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	79,6%	0,0%	17,2%	0,0%	3,2%
2	93,9%	0,0%	0,0%	2,5%	3,7%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Casa Central

Santiago

Física General I	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	88,2%	0,0%	8,6%	0,0%	3,2%
2	75,3%	0,0%	0,0%	9,9%	14,8%
3	71,4%	0,0%	0,0%	0,0%	28,6%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Física General I	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	72,4%	0,0%	24,3%	0,0%	3,3%
2	89,4%	0,0%	0,0%	1,9%	8,7%
3	66,7%	0,0%	0,0%	0,0%	33,3%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Programación	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	75,7%	0,0%	19,2%	0,0%	5,0%
2	89,5%	0,0%	0,0%	5,6%	4,8%
3	83,3%	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Programación	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	81,9%	0,0%	13,2%	0,0%	4,9%
2	89,0%	0,0%	0,0%	6,6%	4,4%
3	83,3%	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Electrotecnia Básica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	88,0%	0,0%	11,2%	0,0%	0,8%
2	93,6%	0,0%	0,0%	6,4%	0,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Electrotecnia Básica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	78,4%	0,0%	20,1%	0,0%	1,4%
2	86,3%	0,0%	0,0%	11,9%	1,8%
3	94,4%	0,0%	0,0%	0,0%	5,6%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Física General III	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	80,6%	0,0%	17,1%	0,0%	2,3%
2	82,5%	0,0%	0,0%	10,6%	6,9%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Física General III	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	92,6%	0,0%	5,9%	0,0%	1,5%
2	96,7%	0,0%	0,0%	3,3%	0,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

GIO	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	78,8%	0,0%	20,8%	0,0%	0,4%
2	91,3%	0,0%	0,0%	7,0%	1,7%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

GIO	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	91,6%	0,0%	8,3%	0,0%	0,1%
2	98,5%	0,0%	0,0%	1,5%	0,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Macroeconomía	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	82,2%	0,0%	17,2%	0,0%	0,5%
2	88,6%	0,0%	0,0%	9,1%	2,3%
3	90,0%	0,0%	0,0%	0,0%	10,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Macroeconomía	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	89,7%	0,0%	9,8%	0,0%	0,5%
2	90,6%	0,0%	0,0%	8,2%	1,2%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Casa Central

Gestión Energética II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	84,0%	0,0%	16,0%	0,0%	0,0%
2	89,3%	0,0%	0,0%	9,2%	1,5%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Econometría	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	83,1%	0,0%	16,8%	0,0%	0,1%
2	88,1%	0,0%	0,0%	8,9%	3,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Química y Sociedad	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	88,9%	0,0%	9,4%	0,0%	1,7%
2	77,8%	0,0%	0,0%	7,4%	14,8%
3	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Sist. De Inf. Para la Gestión	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	90,6%	0,0%	9,0%	0,0%	0,4%
2	92,3%	0,0%	0,0%	6,2%	1,5%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Termodinámica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	75,8%	0,0%	22,6%	0,0%	1,6%
2	84,3%	0,0%	0,0%	9,9%	5,8%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Introducción a la Física	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	90,0%	0,0%	8,4%	0,0%	1,6%
2	81,0%	0,0%	0,0%	1,7%	17,2%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Santiago

Gestión Energética II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	89,4%	0,0%	10,2%	0,0%	0,4%
2	93,3%	0,0%	0,0%	5,3%	1,3%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Econometría	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	91,6%	0,0%	8,1%	0,0%	0,3%
2	88,9%	0,0%	0,0%	3,2%	7,9%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Química y Sociedad	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	86,2%	0,0%	12,3%	0,0%	1,5%
2	80,3%	0,0%	0,0%	11,5%	8,2%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Sist. De Inf. Para la Gestión	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	85,5%	0,0%	14,3%	0,0%	0,2%
2	92,9%	0,0%	0,0%	4,8%	2,4%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Termodinámica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	85,6%	0,0%	13,6%	0,0%	0,8%
2	93,0%	0,0%	0,0%	4,2%	2,8%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Introducción a la Física	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	86,0%	0,0%	12,9%	0,0%	1,0%
2	87,8%	0,0%	0,0%	3,3%	8,9%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Casa Central

Física General IV	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	92,5%	0,0%	7,3%	0,0%	0,3%
2	88,9%	0,0%	0,0%	11,1%	0,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Legislación Empresarial	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	86,2%	0,0%	13,3%	0,0%	0,4%
2	89,4%	0,0%	0,0%	7,1%	3,5%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Ing. De Plantas Industriales	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	93,3%	0,0%	6,3%	0,0%	0,4%
2	87,5%	0,0%	0,0%	7,1%	5,4%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

GEO II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	84,6%	0,0%	15,4%	0,0%	0,0%
2	89,1%	0,0%	0,0%	10,1%	0,8%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Gestión Calidad Total	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	95,0%	0,0%	4,9%	0,0%	0,1%
2	94,7%	0,0%	0,0%	5,3%	0,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Organización Industrial	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	92,5%	0,0%	6,8%	0,0%	0,7%
2	92,8%	0,0%	0,0%	5,8%	1,4%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Santiago

Física General IV	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	86,1%	0,0%	12,7%	0,0%	1,3%
2	93,3%	0,0%	0,0%	3,4%	3,4%
3	75,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Legislación Empresarial	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	93,4%	0,0%	6,0%	0,0%	0,6%
2	90,7%	0,0%	0,0%	9,3%	0,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Ing. De Plantas Industriales	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	86,5%	0,0%	13,1%	0,0%	0,4%
2	91,2%	0,0%	0,0%	6,1%	2,6%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

GEO II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	95,0%	0,0%	4,8%	0,0%	0,2%
2	90,9%	0,0%	0,0%	2,3%	6,8%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Gestión Calidad Total	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	98,3%	0,0%	1,7%	0,0%	0,0%
2	66,7%	0,0%	0,0%	20,0%	13,3%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Organización Industrial	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	88,6%	0,0%	11,2%	0,0%	0,1%
2	92,6%	0,0%	0,0%	6,3%	1,1%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Casa Central

Finanzas	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	87,4%	0,0%	12,1%	0,0%	0,5%
2	83,9%	0,0%	0,0%	13,8%	2,3%
3	88,9%	0,0%	0,0%	0,0%	11,1%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Ingeniería Económica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	91,4%	0,0%	7,7%	0,0%	0,9%
2	89,7%	0,0%	0,0%	6,9%	3,4%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Taller Título II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	86,8%	0,0%	9,3%	0,0%	3,8%
2	85,1%	0,0%	0,0%	9,0%	6,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	40,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Gestión Estratégica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	94,8%	0,0%	4,9%	0,0%	0,3%
2	97,0%	0,0%	0,0%	3,0%	0,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

GEO	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	94,0%	0,0%	5,9%	0,0%	0,1%
2	88,2%	0,0%	0,0%	7,8%	3,9%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Evaluación de Proyectos	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	96,1%	0,0%	3,9%	0,0%	0,0%
2	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Santiago

Finanzas	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	95,0%	0,0%	4,6%	0,0%	0,4%
2	90,6%	0,0%	0,0%	6,3%	3,1%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Ingeniería Económica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	90,4%	0,0%	9,5%	0,0%	0,1%
2	89,7%	0,0%	0,0%	7,7%	2,6%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Taller Título II	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	90,3%	0,0%	7,0%	0,0%	2,6%
2	72,2%	0,0%	0,0%	7,4%	20,4%
3	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	66,7%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Gestión Estratégica	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	91,2%	0,0%	8,4%	0,0%	0,4%
2	89,4%	0,0%	0,0%	9,1%	1,5%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

GEO	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	96,0%	0,0%	3,9%	0,0%	0,1%
2	86,2%	0,0%	0,0%	10,3%	3,4%
3	66,7%	0,0%	0,0%	0,0%	33,3%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Evaluación de Proyectos	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	94,1%	0,0%	5,8%	0,0%	0,1%
2	85,4%	0,0%	0,0%	14,6%	0,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Casa Central

Taller Título I	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	97,0%	0,0%	3,0%	0,0%	0,0%
2	90,9%	0,0%	0,0%	4,5%	4,5%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Gráfica en Ingeniería	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	95,7%	0,0%	3,8%	0,0%	0,5%
2	93,1%	0,0%	0,0%	3,4%	3,4%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Laboratorio de Procesos Industriales	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	94,8%	0,0%	4,8%	0,0%	0,4%
2	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Introducción a la Ingeniería	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	97,3%	0,0%	1,9%	0,0%	0,8%
2	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Administración	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	98,3%	0,0%	1,1%	0,0%	0,6%
2	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Desarrollo y Control Proyectos	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	96,2%	0,0%	3,6%	0,0%	0,1%
2	96,4%	0,0%	0,0%	3,6%	0,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Santiago

Taller Título I	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	95,5%	0,0%	4,1%	0,0%	0,5%
2	82,9%	0,0%	0,0%	8,6%	8,6%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Gráfica en Ingeniería	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	96,4%	0,0%	2,8%	0,0%	0,8%
2	89,5%	0,0%	0,0%	0,0%	10,5%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Laboratorio de Procesos Industriales	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	99,0%	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%
2	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Introducción a la Ingeniería	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	97,4%	0,0%	2,1%	0,0%	0,5%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Administración	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	96,9%	0,0%	3,1%	0,0%	0,0%
2	85,7%	0,0%	0,0%	14,3%	0,0%
3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Desarrollo y Control Proyectos	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	99,0%	0,0%	0,9%	0,0%	0,1%
2	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Casa Central						Santiago					
Recursos Humanos	A	1	2	3	D	Recursos Humanos	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	99,3%	0,0%	0,5%	0,0%	0,2%	1	97,4%	0,0%	1,8%	0,0%	0,8%
2	75,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	2	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Marketing	A	1	2	3	D	Marketing	A	1	2	3	D
A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	A	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
1	98,3%	0,0%	1,0%	0,0%	0,6%	1	99,1%	0,0%	0,6%	0,0%	0,3%
2	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2	87,5%	0,0%	0,0%	0,0%	12,5%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

Tabla 7.22 Matrices de Transición de Modelo de Markov Diferenciado. Fuente: Elaboración propia.

8. | ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta sección se realizará un análisis de los resultados presentados anteriormente.

8.1 Modelo 1

El objetivo de este modelo es representar el avance de los estudiantes a lo largo del plan curricular, diferenciando tres escenarios. En primer lugar, se caracterizó el programa en general, es decir, el consolidado entre los alumnos pertenecientes al campus Casa Central y el campus Santiago, y luego se desarrolló el modelo diferenciando a los estudiantes, según el campus donde se desarrolló, con el fin de identificar diferencias entre ellos.

De forma general se puede identificar que a medida que se avanza en los semestres del programa académico las probabilidades de desertar de la carrera disminuyen, comenzando en un 7,37% el primer semestre, hasta llegar al 0,11% en el séptimo semestre. Es importante mencionar que en los semestres donde la probabilidad de desertar de la universidad es prácticamente nula, por malla curricular, mayoritariamente corresponden a asignaturas impartidas por el departamento de industrias, a diferencia de lo que ocurre en los primeros semestres, donde las asignaturas corresponden a cursos del plan común de Ingeniería Civil, tales como matemática y física. A continuación, se presenta la tendencia de la probabilidad de desertar, según el semestre académico en el que se encuentre el estudiante.

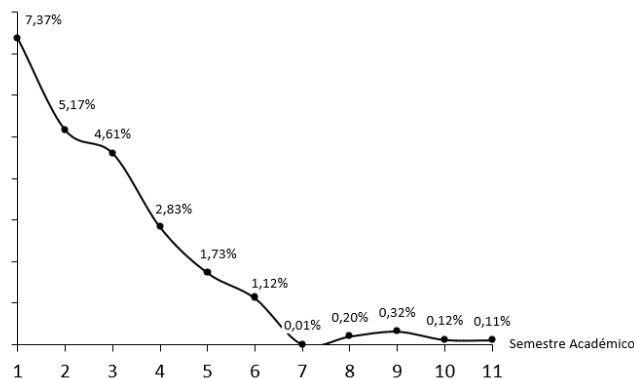


Figura 8.1 Tendencia probabilidad de deserción. Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, a pesar de que la probabilidad de desertar disminuye la probabilidad de no avanzar al siguiente semestre académico, porque no se aprobó la cantidad de créditos necesarios, aumenta. Comenzando en un 11,85% el primer semestre, hasta llegar al 55,98% en el último semestre. Es decir, probablemente, más de la mitad de los estudiantes que se encuentran cursando el último semestre de la carrera no se titulen en ese periodo. Una de las posibles explicaciones es que generalmente en este semestre es cuando se rinde el curso de Taller de Título II, asignatura donde se desarrolla el trabajo de título de cada estudiante y que presenta una tasa de reprobación del 8%. Este resultado es relevante, ya que corresponde al último paso para obtener el título, por ende, se debería poner foco en este semestre, ya que podría ser un punto al que atacar con el fin de disminuir la duración real de la carrera. Según datos del Servicio de Información de Educación Superior (SIES), la UTFSM corresponde a la institución de carreras profesionales con la mayor duración real, llegando en el año 2022 a 17,4 semestres, lo que representa un aumento de 1,9 semestres con respecto al año anterior. Entre el 2011 y 2022 la universidad presenta en promedio una duración real de 15,9 semestres, 4,9 semestres más que la duración formal de las carreras profesionales que imparte la universidad (11 semestres).

Al analizar el Modelo 1 diferenciado por la sede en la que se cursa el plan de estudio, se nota que en términos generales ocurre lo mismo que fue mencionado anteriormente para el modelo consolidado. Pero existen diferencias entre las probabilidades de transición. Entre las que llaman la

atención se encuentra que la probabilidad de desertar en el primer semestre es mayor en Santiago con un 8,03%, en cambio en Valparaíso esta probabilidad es de 6,72%. Por otra parte, también es relevante la diferencia que se produce en la probabilidad de mantenerse en el semestre 11, en Santiago es del 51,72% y en Valparaíso esta probabilidad aumenta al 67,71%. Sin embargo, a pesar de que la probabilidad de mantenerse en el último semestre académico sea mayor en Valparaíso, en esta sede la probabilidad de desertar estando en ese estado es nula, por el contrario de lo que pasa en Santiago donde es de 0,11%.

Luego de aplicar el modelo a largo plazo, se obtuvo el tiempo de permanencia en la carrera, lo que representa la duración real, además de las probabilidades de titularse o desertar. Del modelo consolidado se obtuvo que la duración real de la carrera es de 12,3 semestres, 1,3 semestres más que la duración formal. Segregando los modelos por la sede, se tiene que en Santiago el tiempo de permanencia es mayor al de Valparaíso, con 12,4 semestres, a diferencia de lo que ocurre en Casa Central que presenta una duración de 12,3 semestres. A pesar de que la duración real de la carrera sea menor a la que presenta la universidad en general, este es un indicador en el que se puede trabajar. No prestando atención solo en los primeros semestres de carrera, sino que, en la finalización de esta, por ejemplo, en el último semestre, donde la permanencia en él es de 2,27 semestres.

A partir de lo anterior, es importante mencionar la variación que se produce con el tiempo de permanencia en el semestre 11, donde, tal como se presenta en la matriz de transición, se espera que en Casa Central se demore 2,104 semestres en pasar a alguno de los dos estados absorbentes del modelo (titularse o desertar). En Santiago el tiempo de espera en el semestre 11 es levemente menor, llegando a 2,084 semestres.

Finalmente, para el Modelo 1 se obtuvieron las probabilidades de titularse o desertar. Dando como resultado, que del total de estudiantes que ingresan en primer año a la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la UTFSM, 73,7% de ellos se titulará y en 26,3% desertará del plan de estudio. Al comparar este resultado con lo que pasa en la realidad se tiene lo siguiente:

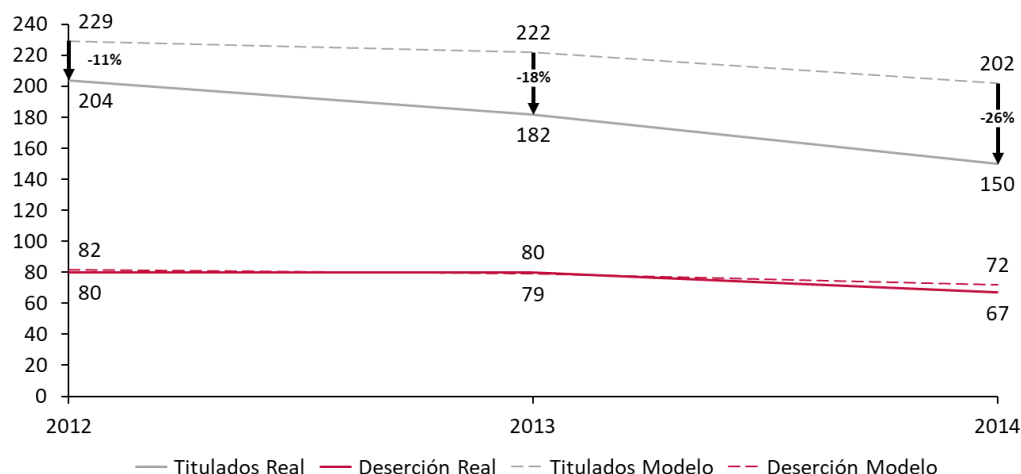


Figura 8.2 Comparación Modelo 1 vs Realidad. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8.2 se observa que la diferencia entre el modelo y la realidad para los estudiantes que desertan es mínima, a diferencia de lo que pasa con los estudiantes titulados, donde se tiene una diferencia entre el 11% y el 26%. Esta diferencia va en aumento, lo que se puede originar por los estudiantes que aún se encuentran en calidad a Alumno Regular, y, por lo tanto, aún no pasan a alguno de los estados presentados.

La comparación entre el resultado del modelo y la realidad solo se realizó para los periodos 2012, 2013 y 2014, ya que, dada la duración formal de la carrera de 11 semestres, el año 2019 (último periodo al que se aplicó el estudio) se deberían titular los estudiantes que ingresaron en el 2014.

8.2 Modelo 2

A partir del Modelo 2 fue posible obtener la probabilidad de desertar del plan de estudios a partir de la repitencia de una misma asignatura. A continuación, se presenta una tabla resumen con la probabilidad de desertar luego de cursar n número de veces cada asignatura en estudio.

Asignatura	Departamento	Tasa de Reprobación	Prob. Desertación luego de rendir n veces la asignatura		
			1	2	3
Matemática II	Matemática	39,0%	4,23%	10,02%	29,33%
Matemática IV	Matemática	33,0%	1,58%	4,14%	2,75%
Matemática III	Matemática	33,0%	1,86%	7,58%	10,64%
Matemática I	Matemática	29,0%	2,02%	12,89%	27,03%
Física General II	Física	28,0%	2,09%	5,76%	13,04%

Asignatura	Departamento	Tasa de Reprobación	Prob. Deserción luego de rendir <i>n</i> veces la asignatura		
			1	2	3
Prob. y Estad. Industrial	Matemática	26,0%	1,52%	2,11%	5,33%
Química de Procesos	Química	24,0%	2,53%	5,23%	3,23%
Inf. y Control Financiero	Industrias	24,0%	2,14%	5,97%	14,29%
Microeconomía	Industrias	22,0%	0,76%	5,29%	4,55%
Gestión Energética I	Industrias	20,0%	1,16%	3,86%	7,89%
Elementos de Mecánica	Ingeniería Mecánica	20,0%	2,42%	5,38%	11,76%
Física General I	Física	20,0%	3,27%	10,38%	30,00%
Programación	Informática	20,0%	4,95%	4,63%	16,67%
Electrotecnia Básica	Ingeniería Eléctrica	16,0%	1,10%	1,14%	4,17%
Física General III	Física	15,0%	1,89%	5,00%	0,00%
Gestión Inv. Operaciones	Industrias	14,0%	0,24%	1,24%	0,00%
Macroeconomía	Industrias	14,0%	0,50%	2,16%	5,88%
Gestión Energética II	Industrias	13,0%	0,20%	1,44%	0,00%
Econometría	Industrias	13,0%	0,19%	4,52%	0,00%
Química y Sociedad	Química	12,0%	1,60%	11,30%	20,00%
Sist. de Inf. para la Gestión	Industrias	12,0%	0,31%	2,06%	0,00%
Termodinámica	Ingeniería Mecánica	11,0%	1,23%	4,92%	0,00%
Introducción a la Física	Física	11,0%	1,29%	12,16%	100,00%
Física General IV	Física	11,0%	0,78%	2,29%	10,00%
Legislación Empresarial	Industrias	11,0%	0,54%	2,56%	0,00%
Ing. de Plantas Industriales	Industrias	10,0%	0,36%	3,49%	0,00%
GEO II	Industrias	10,0%	0,13%	2,45%	0,00%
Gestión Calidad Total	Industrias	10,0%	0,06%	3,70%	0,00%
Organización Industrial	Industrias	9,0%	0,47%	0,68%	0,00%
Finanzas	Industrias	9,0%	0,44%	2,46%	9,09%
Ingeniería Económica	Industrias	9,0%	0,51%	2,94%	0,00%
Taller Título II	Industrias	8,1%	3,21%	12,40%	50,00%
Gestión Estratégica	Industrias	7,0%	0,32%	1,01%	0,00%
GEO	Industrias	6,0%	0,13%	3,75%	14,29%
Evaluación de Proyectos	Industrias	5,0%	0,06%	0,00%	0,00%
Taller Título I	Industrias	4,7%	0,25%	6,90%	50,00%
Gráfica en Ingeniería	Ingeniería Mecánica	4,0%	0,62%	6,25%	0,00%
Lab. de Procesos Ind.	Industrias	3,1%	0,20%	0,00%	0,00%
Introd. a la Ingeniería	Dir. Gral. Docencia	3,0%	0,00%	0,00%	0,00%
Adm. de Empresas	Industrias	2,5%	0,90%	4,17%	0,00%
Des. y Control Proyectos	Industrias	2,4%	0,13%	0,00%	0,00%
Recursos Humanos	Industrias	2,0%	0,53%	5,26%	0,00%
Marketing	Industrias	2,0%	0,45%	6,67%	0,00%

Tabla 8.1 Resumen Probabilidad de desertar según la repitencia reitera de una asignatura. Fuente:

Elaboración propia.

Del cuadro anterior se desprende que las asignaturas que presentan una mayor tasa de deserción luego de reprobarlas por primera vez corresponden a Programación, Matemática II, Física General I y Taller de Título II. De estas, las tres primeras se cursan durante el primer año académico, Programación el primer semestre y Matemática II y Física General I pertenecen al segundo semestre académico. Esto refleja lo presentado en el Modelo 1, donde se obtuvo que los primeros semestres presentan la probabilidad de desertar más alta. Esto es relevante, ya que por parte de la universidad se puede poner foco en estas asignaturas con el objetivo de aumentar la tasa de retención del primer año

Por otra parte, llama la atención que la cuarta asignatura con mayor tasa de deserción luego de reprobar por primera vez sea Taller de Título II, ramo que pertenece al departamento de Industrias y corresponde al último semestre de la malla curricular, semestre en el que según el Modelo 1 se tienen una probabilidad muy baja de desertar (0,11%). Otra asignatura que corresponde a este periodo es Desarrollo y Control de Proyectos con una tasa de reprobación de 2,4% y una probabilidad de deserción del 0,13%. Por tanto, se puede inferir, dada la baja probabilidad de deserción de Desarrollo y Control de Proyectos, que académicamente Taller de Título II tiene un alto impacto en la deserción de los estudiantes durante su último semestre académico. Además, reforzando lo anterior, también se obtiene como resultado para esta asignatura, que a medida que se vuelve a reprobar las probabilidades de desertar aumentan, llegando a un 50% luego de rendirla por tercera vez.

Al analizar las asignaturas que presentan la mayor tasa de deserción luego de cursarlas por tercera vez se encuentran: Introducción a la Física (100%), Taller Título II (50%), Taller Título I (50%), Física General I (30%), Matemática II (29%) y Matemática I (27%). Nuevamente la mayoría de los ramos corresponden al primer año académico a excepción de Taller de Título I y II. En este caso llama la atención lo que ocurre con Introducción a la Física, una asignatura que presenta una tasa de reprobación del 11%, pero que en el caso de que se tenga que cursar por tercera vez la probabilidad de desertar de la universidad es de un 100%, convirtiéndose en una asignatura crítica para el programa.

De manera general, las asignaturas impartidas por el departamento de Industrias no presentan una alta probabilidad de deserción luego de reprobarlas, en promedio esta corresponde a un 0,57%. Siendo Taller de Título II, Información y Control Financiero y Gestión Energética I, las únicas que tienen una probabilidad mayor al 1%, 3,2%, 2,1% y 1,2% respectivamente. Para las asignaturas impartidas por el departamento de Física esta probabilidad es en promedio de 1,87%. Y para el departamento de Matemática esta probabilidad es aún mayor, siendo en promedio de 2,2%.

Al analizar la probabilidad de desertar luego de rendir una asignatura por tercera vez, estas probabilidades aumentan considerablemente. Para el departamento de Industrias es de 6,2%, el de Matemática 15,0% y el de Física 30,6%. Esto es un dato relevante, ya que demuestra que la repitencia reiterada de una asignatura si influye en la deserción de los estudiantes, por lo tanto, se debería poner foco en los alumnos que rinden por segunda vez una asignatura con el objetivo de evitar que la reprueben nuevamente.

El Modelo 2 también se aplicó diferenciadamente, dependiendo de la sede en la que se cursaron las asignaturas. A continuación, se encuentra el resumen:

Nombre Asignatura	Prob. Deserción luego de rendir <i>n</i> veces la asignatura					
	Casa Central			Santiago		
	1	2	3	1	2	3
Matemática II	3,9%	10,6%	37,7%	4,7%	9,2%	19,7%
Matemática IV	1,3%	4,8%	5,0%	1,9%	3,6%	1,5%
Matemática III	1,3%	8,9%	6,4%	2,5%	6,5%	16,7%
Matemática I	2,0%	15,9%	41,2%	2,1%	11,1%	15,0%
Física General II	1,4%	7,9%	11,1%	2,8%	4,8%	13,5%
Prob. y Estad. Industrial	1,4%	3,1%	7,1%	1,6%	0,5%	0,0%
Química de Procesos	2,7%	4,3%	0,0%	2,3%	6,3%	5,6%
Inf. y Control Financiero	2,4%	10,8%	9,1%	2,0%	1,1%	17,6%
Microeconomía	0,5%	5,0%	0,0%	1,0%	5,9%	5,6%
Gestión Energética I	1,0%	3,8%	9,4%	1,3%	4,0%	0,0%
Elementos de Mecánica	1,8%	6,4%	15,4%	3,2%	3,7%	0,0%
Física General I	3,2%	14,8%	28,6%	3,3%	8,7%	33,3%
Programación	5,0%	4,8%	16,7%	4,9%	4,4%	16,7%
Electrotecnia Básica	0,8%	0,0%	0,0%	1,4%	1,8%	5,6%
Física General III	2,3%	6,9%	0,0%	1,5%	0,0%	0,0%

Nombre Asignatura	Prob. Deserción luego de rendir <i>n</i> veces la asignatura					
	Casa Central			Santiago		
	1	2	3	1	2	3
Gestión Inv. Operaciones						
Macroeconomía	0,5%	2,3%	10,0%	0,5%	1,2%	0,0%
Gestión Energética II	0,0%	1,5%	0,0%	0,4%	1,3%	0,0%
Econometría	0,1%	3,0%	0,0%	0,3%	7,9%	0,0%
Química y Sociedad	1,7%	14,8%	50,0%	1,5%	8,2%	0,0%
Sist. de Inf. para la Gestión	0,4%	1,5%	0,0%	0,2%	2,4%	0,0%
Termodinámica	1,6%	5,8%	0,0%	0,8%	2,8%	0,0%
Introducción a la Física	1,6%	17,2%	100,0%	1,0%	8,9%	100,0%
Física General IV	0,3%	0,0%	0,0%	1,3%	3,4%	25,0%
Legislación Empresarial	0,4%	3,5%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%
Ing. de Plantas Industriales	0,4%	5,4%	0,0%	0,4%	2,6%	0,0%
GEO II	0,0%	0,8%	0,0%	0,2%	6,8%	0,0%
Gestión Calidad Total	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	13,3%	0,0%
Organización Industrial	0,7%	1,4%	0,0%	0,1%	1,1%	0,0%
Finanzas	0,5%	2,3%	11,1%	0,4%	3,1%	0,0%
Ingeniería Económica	0,9%	3,4%	0,0%	0,1%	2,6%	0,0%
Taller Título II	3,8%	6,0%	40,0%	2,6%	20,4%	66,7%
Gestión Estratégica	0,3%	0,0%	0,0%	0,4%	1,5%	0,0%
Gestión de Operaciones	0,1%	3,9%	0,0%	0,1%	3,4%	33,3%
Evaluación de Proyectos	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
Taller Título I	0,0%	4,5%	100,0%	0,5%	8,6%	0,0%
Gráfica en Ingeniería	0,5%	3,4%	0,0%	0,8%	10,5%	0,0%
Laboratorio de Procesos Industriales	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Introducción a la Ingeniería	0,8%	50,0%	0,0%	0,5%	100,0%	0,0%
Administración de Empresas	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Desarrollo y Control Proyectos	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
Recursos Humanos	0,2%	25,0%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%
Marketing	0,6%	0,0%	0,0%	0,3%	12,5%	0,0%

Tabla 8.2 Resumen Probabilidad de desertar según la repitencia reitera de una asignatura según sede. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que existen diferencias en las probabilidades de desertar según la sede en la que se cursó la asignatura. Estas diferencias se producen principalmente en la probabilidad de desertar al rendir por tercera vez la asignatura.

En el caso de las asignaturas de Matemáticas, destacan Matemática I y II, donde en Casa Central se tiene una probabilidad de desertar del 41,2% y 37,7% respectivamente, esto representa más de veinte puntos porcentuales más de lo que ocurre en Santiago.

También llama la atención que existan asignaturas donde la diferencia es de 100 puntos porcentuales, es decir en una sede la probabilidad de desertar es nula y en la otra es de 100%. Esto ocurre en los casos de Gestión Energética I, Elementos de Mecánica, Macroeconomía, Química y Sociedad y Taller de Título 1, donde la probabilidad de desertar al rendir por tercera vez el ramo en Santiago es de 0% pero en Casa Central es de 100%. Por el contrario, en el caso de Microeconomía, Electrotecnia Básica, Física General IV y Gestión de Operaciones en Casa Central la probabilidad de desertar es nula y en Santiago es de 100%. Esto puede tener su origen en las diferencias que existen en el programa de cada asignatura, ya que no son asignaturas coordinadas, por lo tanto, la exigencia puede ser distinta.

9. | CONCLUSIONES

La deserción universitaria es un fenómeno que genera un alto impacto financiero, tanto a las familias como a las instituciones de educación superior y al estado. Por lo tanto, para las universidades es importante identificar las causas de éste. En el caso del presente estudio se analizó el fenómeno desde una perspectiva académica, lo que permitirá a la casa de estudios gestionar su programa académico con el fin de disminuir las tasas de deserción estudiantil.

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que es posible modelar, utilizando cadenas de Markov, el comportamiento de los estudiantes a lo largo del plan académico, identificando la duración real de la carrera, además del comportamiento al repetir una asignatura repetidamente, identificando la probabilidad de abandonar el plan de estudios.

Según lo presentado en los capítulos 7 y 8 se puede concluir a partir del Modelo 1 que las mayores probabilidades de deserción se encuentran en los primeros dos semestres del plan académico. Académicamente esto puede tener su origen a la reprobación de las asignaturas que se deben cursar estos semestres. Sin embargo, existen otros factores que influyen en el abandono estudiantil temprano, como, por ejemplo, razones vocacionales.

A partir del tercer semestre la probabilidad de desertar va disminuyendo hasta llegar a un 0,2% en el último semestre académico. Esto se puede deber a que con el paso del tiempo el compromiso de los estudiantes aumenta, así como los lazos con el entorno educativo se fortalecen, además de avanzar en la curva de aprendizaje, por ejemplo, reconociendo el método de estudio que es más efectivo para cada alumno.

Por otra parte, la duración real de la carrera es de 12,3 semestres, 1,3 semestres más que la duración formal. Indicador que se puede trabajar para disminuir, ya que permanecer un semestre más representa un gasto tanto para la universidad como para el estudiante.

El Modelo 1, también fue aplicado diferenciadamente según la sede en la que se cursó el plan de estudios. En términos generales, el comportamiento en campus Santiago y Valparaíso no presenta mayores diferencias del modelo general.

Es así como se ratifica que el primer año de ingreso a la carrera es un periodo crítico para los estudiantes. Por tanto, programas de acompañamiento académico, tal como el Centro Integrado de Aprendizaje en Ciencias (CIAC), se vuelven fundamentales. Es de suma importancia para la institución y el departamento de Industrias fomentar la participación del alumnado en estas instancias, especialmente en aquellos que presenten la desaprobación de alguna asignatura durante los dos primeros semestres de carrera. Sin embargo, la prevención debería ser un principal foco al que prestar atención. Para ello se propone implementar el modelo propuesto, añadiendo distintas variables sociales, económicas, académicas que permitan caracterizar al estudiantado con el fin de identificar los atributos previos que puedan impactar en el rendimiento académico de cada uno.

Por otra parte, también se debería invertir en un programa de acompañamiento a partir del tercer semestre de la carrera, con el objetivo de fomentar la titulación oportuna de los estudiantes, dado que no hay como asegurar que no se presentarán dificultades durante ese proceso. Esto se evidencia en el modelo, ya que, a pesar de que la probabilidad de desertar de la carrera con el transcurso de los semestres va en disminución, la permanencia en el mismo semestre académico va en aumento. Una de las explicaciones a esto puede ser la reprobación de asignaturas, mayoritariamente pertenecientes al departamento de Industrias de la universidad, ya que a medida que se avanza en el plan académico este es el departamento que imparte la mayoría de las asignaturas. Entre las cuales se encuentran, por ejemplo, Información y Control Financiero, Microeconomía y Gestión Energética I, las que presentan una tasa de reprobación mayor al 20%.

Del Modelo 2, en el que se obtuvo la probabilidad de deserción luego de la repitencia reiterada de una misma asignatura se puede concluir que las asignaturas que presentan una mayor probabilidad de deserción corresponden a los cursos correspondientes a plan común de Ingeniería, tal como matemáticas o física. En particular, Matemática II y Matemática I son las asignaturas con una

mayor tasa de deserción luego de rendirlas por tercera vez, ambas pertenecientes al primer año del plan académico, lo que se complementa con lo obtenido en el Modelo 1, donde se plantea que este periodo es el más crítico. Por tanto, se recomienda prestar mayor atención a los estudiantes que se encuentren en esta situación.

Dados los resultados, también se puede concluir que las asignaturas de Matemática pertenecientes al plan común de Ingeniería Civil corresponden a ramos de una complejidad alta. Ya que las tasas de reprobación que presentan son las mayores del plan académico, y además la probabilidad de desertar luego de rendir estas asignaturas también son las más altas. Especialmente al rendirlas por tercera vez, donde la probabilidad de desertar de la carrera llega a un 29% en Matemática II.

Por otra parte, al analizar en conjunto la malla curricular con las tasas de reprobación, se tiene que durante el tercer semestre académico se debería inscribir las siguientes asignaturas: Matemática III, Física General II y Química de Procesos. Estas asignaturas presentan una tasa de reprobación del 33%, 28% y 24%, encontrándose entre las siete asignaturas con mayor tasa de reprobación. Esto puede tener su origen en la dificultad de los ramos en cuestión, que al cursarlos de manera simultánea puede generar una sobrecarga académica. Con el fin de disminuir la tasa de reprobación y por consiguiente la probabilidad de abandono de la carrera, posible medida que se puede aplicar es mover una de estas asignaturas más adelante del plan académico. Esto además permitirá contribuir para que los estudiantes presenten una titulación oportuna, disminuyendo la brecha entre duración formal y real de la carrera.

Otra asignatura que llama la atención es Taller de Título II, ramo que pertenece al último semestre académico, y que presenta una probabilidad de deserción del 50% al rendirla por tercera vez. Esto es relevante, ya que desertar luego de haber cursado todo el plan académico representa un costo hundido, tanto para la institución como para el estudiante. Este costo no es solamente económico, sino que también en tiempo, dado que para poder cursar este ramo al menos deberían transcurrir 5 años desde el ingreso a la carrera. Por otra parte, además de la probabilidad de abandono,

también es de atención el hecho de que el último semestre académico es el que presenta un mayor tiempo de permanencia. Teniendo la asignatura en cuestión estrecha relación con el fenómeno mencionado. Es común que los estudiantes no finalicen su trabajo de título el mismo semestre que fue inscrito por primera vez, lo que aumenta la duración real de la carrera y también trae consigo costos económicos para los estudiantes, ya que esto implica, por ejemplo, la matrícula en el siguiente semestre. Para mitigar este hecho, ya se han tomado medidas, por ejemplo, limitando a que esta asignatura solo pueda permanecer un semestre con la calidad de pendiente. Otra alternativa que se podría implementar es la homogeneización de los paralelos. Lo que ocurre actualmente, es que en cada paralelo se tiene una metodología diferente de trabajo. Normar esta metodología e igualarla para todos los estudiantes puede apuntar hacia el objetivo propuesto de disminuir el tiempo real de la carrera.

Este modelo también se aplicó diferenciadamente según la sede en que se cursaron las asignaturas. En este caso si existen diferencias considerables entre sedes para algunas asignaturas. Esto puede tener su origen en las diferencias entre los métodos de evaluación o programa que sigue cada asignatura, ya que dependen de cada profesor que las dictan. En el caso de los ramos que corresponde a asignaturas coordinadas y presentan diferencias, como es en el caso de los cursos de Matemáticas, esto se puede deber a la forma en que son expuestos los contenidos. En este caso también una propuesta es la estandarización de los programas, lo que permitiría igualar dificultades y con ello disminuir la sensación de injusticia que puedan sentir los estudiantes que cursan una misma asignatura, pero se percibe con distinta dificultad.

Una limitación que presenta este estudio es el periodo para el cual se realiza el análisis, ya que este abarca el periodo 2012-2019, dado que en los años posteriores se presentaron condiciones extraordinarias, por la pandemia de COVID-19 que afectó al mundo. Esto generó que el desarrollo del plan académico de fuera de forma remota, por lo tanto, los resultados podrían ser impactados por este factor. Dado lo anterior, es que sería de interés desarrollar este estudio con información actualizada, o también implementar los modelos para el periodo 2020-2022, con el fin de identificar

en que magnitud impactaron en el rendimiento académico las condiciones extraordinarias en que se desarrolló el programa académico

Para profundizar los resultados del presente estudio se plantea realizar el análisis de modelos diferenciados, pero considerando otros factores, tales como sexo, nivel socioeconómico, o tipo de establecimiento educacional de procedencia. Por otra parte, también se puede aplicar el análisis desarrollado a otros planes de estudios impartidos por la Universidad Técnica Federico Santa María.

10. | REFERENCIAS

- Anderson, T. y Goodman, L. (1957). Statistical Inference about Markov Chains. *The Annals of Mathematical Statistics*, 28, 89-110. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177707039>
- Berger, J. y Braxton, J. REVISING TINTO'S INTERACTIONALIST THEORY OF STUDENT DEPARTURE THROUGH THEORY ELABORATION: Examining the Role of Organizational Attributes in the Persistence Process, *Research in Higher Education*, 39, 103-119. <https://doi.org/10.1023/A:1018760513769>
- Bolívar, A., Notario, C. y Pérez, A. (2016). Modelos de Markov para la trayectoria académica de estudiantes de la UJAT. *Miscelánea Matemática*, 62, 29-43. https://miscelaneamatematica.org/welcome/default/download/tbl_articulos.pdf2.8c525e9a283566e3.363230332e706466.pdf
- Calderón, S. (2017). *Modelo de cadena de Markov para minimizar costos de inventario de demanda probabilística en la empresa de transporte Fabian Express SAC*. (Tesis de licenciatura). Universidad Privada del Norte. Lima, Perú.
- Canales, A. y De los Ríos, D. (2007). Factores explicativos de la deserción universitaria. *Calidad en la Educación*, 26, 273-201. <http://dx.doi.org/10.31619/caledu.n26.239>
- Cardeño, L. (2020). *Introducción a los procesos estocásticos*. Editorial Universidad de Antioquia. https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=bsraDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=proceso+estoc%C3%A1stico&ots=NazQYNVt-A&sig=JHRaGJKVHaJ9SShOmx-6eguWjQ&redir_esc=y#v=onepage&q=proceso%20estoc%C3%A1stico&f=false
- Carvajal, C., González, J. y Sarzoza, S. (2018). Variables sociodemográficas y académicas explicativas de la deserción de estudiantes en la facultad de ciencias naturales de la Universidad de Playa Ancha (Chile). *Formación Universitaria*, 11(2). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000200003>

- Dávila, R., Agüero, E., Portillo, H. y Quimbita, O. (2022). Deserción universitaria de los estudiantes de una universidad peruana. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 421-427. https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Davila-Moran/publication/361160889_Desercion_universitaria_de_los_estudiantes_de_una_universidad_peruana/links/62a009dea3fe3e3df86689a0/Desercion-universitaria-de-los-estudiantes-de-una-universidad-peruana.pdf
- Decreto de Rectoría N° 070/2015, de abril de 2015, promulga modificación al Reglamento General N°1, que indica y fija texto refundido y actualizado. https://autoservicio.usm.cl/docs/usmtransparente/reglamentos/070.2015_DECRETO_Mod_Regl_Gral_N%C2%B01_refundido_ok.pdf
- Díaz, C. (2008). Modelo conceptual para la deserción estudiantil universitaria chilena. *Estudio pedagógico*, 34(2), 65-86. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052008000200004>
- Donoso, S. y Schiefelbein, E. (2007). Análisis de los modelos explicativos de retención de estudiantes en la universidad: una visión desde la desigualdad social. *Estudios pedagógicos*, 33(1), 7-27. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052007000100001>
- Espinosa, J., Hernández, J. y Mariño, L. (2020). Estrategias de permanencia universitaria. *Avft-archivos venezolanos de farmacología y terapéutica*, 39(1), 88-97. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4065045>
- Fishbein, M. y Ajzen, I. (1977). Attitude-Behavior Relations: A Theoretical Analysis and Review of Empirical Research. *Psychological Bulletin*, 84(5), 888-918. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.84.5.888>
- Fuentealba, A. (2019). Análisis estratégico y económico para la implementación del programa de apoyo integral CARE. [Título Profesional, Universidad Técnica Federico Santa María]. Repositorio Académico de la UTFSM. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/49759>

- Giraldo, A., Zapata, C. y Toro, E. (2008). Modelo probabilístico para los fenómenos de transferencias entre programas de pregrado y de deserción estudiantil. *Scientia et Technica*, 14(39), 212-217. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920503038>
- González, C., Carvajal, C. y Aspeé, J. (2020). Modelación de la deserción universitaria mediante cadenas de Markov. *UNICIENCIA*, 34(1), 129-146. <https://doi.org/10.15359/ru.34-1.8>
- González, L., Jorquera, D. y González, S. (2005). Estudio sobre la repitencia y deserción en la educación superior chilena. *Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000140087?>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (quinta edición). México: Mc. Graw Hill. <https://fvela.files.wordpress.com/2012/10/econometria-damodar-n-gujarati-5ta-ed.pdf>
- Hernández, O. y Venegas, F. (2012). Toma de decisiones de agentes racionales con procesos markovianos. Avances recientes en economía y finanzas. *El trimestre Económico*, 79(316), 733-779. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X2012000400733
- Himmel, E. (2002). Modelos de Análisis de la Deserción Estudiantil en la Educación Superior. *Calidad de la Educación*, 17, 91-108. <http://dx.doi.org/10.31619/caledu.n17.409>
- Ibarra, L. (2009). Predicciones de Markov Aplicadas en el Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). *Actualidad y Nuevas Tendencias*, 1(2), 39-51. <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215016874004.pdf>
- Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe. (2006). Informe sobre la educación superior en América Latina y el Caribe 2000-2005: La metamorfosis de la educación superior. <http://www.sela.org/es/centro-de-documentacion/base-de-datos-documental/bdd/30934/informe-sobre-la-educacion-superior-en-america-latina-y-el-caribe-2000-2005-la-metamorfosis-de-la-educacion-superior>

- Lugo, B.(2013). La deserción estudiantil: ¿realmente es un problema social? *Revista de Postgrado FACE-UC*, 7(12), 289-309. <http://www.arje.bc.uc.edu.ve/arj12/art17.pdf>
- Mifuturo.cl. (2022). Bases de datos matriculados en Educación superior. <https://www.mifuturo.cl/bases-de-datos-de-matriculados/>
- Ministerio de Educación. (s.f.). Objetivos y Organización de la Educación Superior. Consultado el 25 de agosto de 2022. <https://www.ayudamineduc.cl/ficha/objetivos-y-organizacion-de-la-educacion-superior-5#:~:text=Las%20instituciones%20de%20educaci%C3%B3n%20superior%2C%20son%20las%20principales%20responsables%20de,cient%C3%ADfico%20y%20tecnol%C3%B3gico%20de%20Chile.>
- Müggenburg, V. y Pérez, M. (2007). Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *Enfermería Universitaria*, 4(1), 35-38.
- Ocaña-Riola, R. (2009). Modelo de Markov aplicados a la investigación en ciencias de la salud. *INCI*, 34(3). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000300004
- Otero, R., Bolívar, S. y Palacios, J. (2016). Análisis de la retención de estudiantes de ingeniería basado en la pérdida consecutiva de una misma asignatura. Un enfoque de Cadenas de Markov. *Actualidad y Nuevas Tendencias*, 5(16), 7-18. <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215048805002.pdf>
- Porto, A. y Gresia, L. (2004). Rendimiento de estudiantes universitarios y sus determinantes. *Revista de Economía y Estadística*, 42(1), 93-113. <https://doi.org/10.55444/2451.7321.2004.v42.n1.3800>
- Riffo, M. (2017). *Análisis de la retención académica en los estudiantes de primer año de la UTFS e impacto del nuevo plan de apoyo integral*. (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica Federico Santa María. Santiago, Chile.

- Rincón, L. (2012). Introducción a los procesos estocásticos. Departamento de Matemáticas Facultad de Ciencias UNAM. <https://lya.fciencias.unam.mx/lars/libros/procesos2012.pdf>
- Seminara, M. (2020). La deserción universitaria: resiliencia como posibilidad de logro. *Revista Digital Universitaria*, 21(5). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2020.21.5.11>
- Servicio de Información de Educación Superior. (2021). Informe 2021 Retención de 1er año de pregrado, Cohortes 2016-2020. https://www.mifuturo.cl/wp-content/uploads/2021/08/Informe_Retencion_SIES_2021.pdf
- Servicio de Información de Educación Superior. (2022). Matrícula en Educación Superior en Chile. https://www.mifuturo.cl/wp-content/uploads/2022/07/Matricula_Educacion_Superior_2022_SIES.pdf
- Sotomayor, P. y Rodríguez, D. (2020). Factores explicativos de la deserción académica en la Educación Superior Técnico Profesional: el caso de un centro de formación técnica. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 19 (41). <http://dx.doi.org/10.21703/rexe.20201941sotomayor11>
- Spady, W. (1970). Dropouts from higher education: An interdisciplinary review and synthesis. *Interchange*, 1, 64-85. <https://doi.org/10.1007/BF02214313>
- Tijms, H. (2003). A first course in syochastic models. Wiley. https://www.ctanujit.org/uploads/2/5/3/9/25393293/_a_first_course_in_stochastic_models_by_darksiderg.pdf
- Tinto, V. (1975). Definir la deserción: una cuestión de perspectiva. *Revista de la Educación Superior*, 71. <http://publicaciones.anui.es.mx/revista/71/1/3/es/definir-la-desercion-una-cuestion-de-perspectiva>
- Tinto, V. (1987). Leaving College. Chicago: The University of Chicago Press. <https://eric.ed.gov/?id=ED283416>

Torres, M. (2016). Cadenas de Markov aplicadas al ordenamiento de páginas web. (Tesis para obtener el título de licenciada en matemáticas aplicadas). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla de Zaragoza, México.

Universidad Técnica Federico Santa María. (s.f.). Indicadores Institucionales. Consultado el 25 de mayo del 2022. <https://usm.cl/admision/indicadores-institucionales/>

Zabala, M., Álvarez, M., Vásquez, M., González, I. y Bazán, A. (2018). Factores internos, externos y bilaterales asociados con la deserción en estudiantes universitarios. *Revista de Avances en Psicología*, 4(1), 59-69. <https://doi.org/10.24016/2018.v4n1.103>

Vásquez, J., Castaño, E., Gallón, S. y Gómez, K. (2003). Determinantes de la Deserción Estudiantil en la Universidad de Antioquia. Universidad de Antioquia. https://www.researchgate.net/publication/4831747_Determinantes_de_la_desercion_estudiantil_en_la_Universidad_de_Antioquia/link/584735a208ae61f75ddfe871/download

11. | ANEXOS

ANEXO 1

REGLAMENTO GENER I No. 1

REGLAMENTO DEL REGIMEN CURRICULAR DE LA CASA CENTRAL

INTRODUCCION

Los estudios conducentes a la obtención de un título profesional o bien un grado académico, están organizados en planes de estudios compuestos por conjuntos de asignaturas y actividades, obligatorias y electivas, sujetos a las disposiciones contenidas en el presente reglamento.

TITULO I

DEFINICIONES OPERACIONALES

- ART. 1 **RÉGIMEN CURRICULAR**, es El conjunto de todas las disposiciones reglamentarias destinadas a organizar y controlar el desarrollo de los planes de estudio que conducen a la obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales otorgados por la Universidad Técnica Federico Santa María.
- ART. 2 **ALUMNO REGULAR**, es aquél que está incorporado a un plan de Estudio de una carrera determinada, sujeto al cumplimiento de requisitos y exigencias que se señalan en el presente reglamento.
- ART.3 **ALUMNO REGULAR DE DEDICACIÓN PARCIAL**, es aquél que ha sido autorizado por la Vicerrectoría Académica para inscribir menos de 10 créditos en un semestre académico regular. Esta autorización no podrá ser extendida por más de cuatro semestres académicos regulares, durante la permanencia del alumno en la Universidad.
- ART.4 **ALUMNO AUSENTE**, es aquel que ha sido autorizado por la Vicerrectoría Académica para suspender sus estudios. Esta autorización no podrá ser extendida por más de cuatro semestres académicos regulares, durante la permanencia del alumno en la Universidad.
- ART.5 **ALUMNO ESPECIAL DE UNA ASIGNATURA O ACTIVIDAD**, es aquella persona que solo inscribe la asignatura o actividad que le interesa y se somete a todas las exigencias y evaluaciones correspondientes, obteniendo una nota final o calificación en ella. La calidad de alumno especial de asignatura estará regulada por la reglamentación pertinente. (Reglamento. Gral. No 39)
- ART.6 **OYENTE** de una asignatura o actividad es aquella persona que solo asiste a ella sin derecho a evaluaciones, no teniendo derecho académico alguno por esta asistencia. su ingreso está debidamente reglamentado. (Reglamentó Gral. N.39).

- ART.7 **PLAN DE ESTUDIO**, es el conjunto de asignaturas y actividades obligatorias y electivas, de una gama especificada de opciones, ordenadas cronológicamente en semestres, que conforma los estudios sistemáticos requeridos para la obtención del Grado Académico o del Título Profesional correspondiente. Incluye además las Prácticas universitarias, la Memoria de Título o tesis de Grado cuando corresponda.
- ART.8 **ASIGNATURA**, es un conjunto de conocimientos, criterios y destrezas, organizados en un programa, con objetivos y contenidos específicos, que se desarrollan a lo largo de un semestre. Excepcionalmente puede haber asignaturas con régimen anual.
- ART.9 **ACTIVIDAD**, es un conjunto de trabajos específicos, organizados en formas diversas y diseñados para apoyar, complementar e incrementar la formación integral del alumno.
- ART.10 **ASIGNATURA CURSADA** es aquella debidamente inscrita por el alumno, en la que se sometió a todas las exigencias y evaluaciones correspondientes, pero que reprobó con nota final igual o superior a 40.
- ART.11 **PRERREQUISITOS** de una asignatura o actividad, son las condiciones establecidas en el programa de una asignatura o actividad, que aseguran un flujo armónico de conocimientos hacia el alumno y que se traduce en la indicación de asignaturas o actividades previas que deben haber sido aprobadas o cursadas por los alumnos y de cualquier otra indicación que se estime adecuada y que contribuya a su mejor aprovechamiento.
- ART.12 **PROGRAMA**, es /a descripción de /os objetivos, contenidos y otras características, según corresponda, de una asignatura o actividad, elaborada por el Departamento responsable de ella y aprobada por el Comité de Coordinación y Desarrollo Docente.
- ART.13 **CALIFICACION**, es una expresión del nivel del logro alcanzado por un alumno en una actividad.
- ART.14 **NOTA FINAL**, es una medida que permite evaluar el rendimiento del alumno una vez completada la enseñanza y las evaluaciones de una asignatura.
- ART.15 **MEMORIA DE TITULO**, es un trabajo dentro del Plan de Estudios, debidamente reglamentado, cuyo objetivo fundamental es enfrentar al estudiante a un problema de su especialidad y en cuya solución él debe hacer uso de los conocimientos adquiridos y habilidades desarrolladas en el transcurso de su carrera.
- ART.16 **EXAMEN DE TITULACION**, examen oral de calificación de la Memoria de Título, para optar a un título profesional.
- ART.17 **TESIS DE GRADO**, es un trabajo personal, debidamente reglamentado en el cual el postulante deberá mostrar creatividad al aplicar en forma eficiente los conocimientos adquiridos. Este trabajo deberá tener un claro valor académico en concordancia con el Grado al cual se aspira.
- ART.18 **EXAMEN DE GRADO**, examen oral de calificación general para la obtención de un grado académico en Ciencia o ingeniería.

- ART.19 **CREDITO**, es una unidad de medida del trabajo académico, permite cuantificar la dedicación de tiempo requerido por cada asignatura o actividad del plan de estudios. El número de créditos de una asignatura o actividad será obtenido estimando juiciosamente el número total de horas (60 minutos) dedicadas semanalmente a la asignatura o actividad. Esta suma se divide por tres, se aproxima al entero más cercano y se obtiene el número de créditos que se asignará a una asignatura o actividad.
- ART.20 **SEMESTRE REGULAR**, período de tiempo básico para el ordenamiento del trabajo académico. Su inicio y fin estarán indicados en el Calendario Académico de la Vicerrectoría Académica, donde también se indicará el período de inscripción y desinscripción de asignaturas y otras fechas o plazos relevantes.
- ART.21 **SEMESTRE DE NIVELACION**, programa que tiene como objetivo ayudar a los alumnos aceptados en él, a superar las deficiencias mostradas en su desempeño, hábitos y técnicas de estudio en el primer semestre. Este programa semestral contendrá un conjunto coordinado e integrado de actividades y asignaturas en Ciencias Básicas, Lenguaje Oral y Escrito, Técnicas de Trabajo intelectual y Educación Física. Su elaboración, evaluación y periódica actualización será responsabilidad de la Vicerrectoría Académica.
- ART.22 **INDICADORES ACADÉMICOS** son números representativos del desempeño general de los alumnos. Sirven para comparar desempeños y para ayudar en decisiones de permanencia, prioridades, excepciones, distinciones, entre otras situaciones. Su definición y fórmulas de cálculo aparecen en el apéndice de este Reglamento, su uso y actualización son responsabilidad de la VRA.
- ART.23 **PRÁCTICAS UNIVERSITARIAS**, son actividades obligatorias, debidamente reglamentadas, destinadas a relacionar al alumno con la realidad laboral y profesional futura.
- ART.24 **EGRESADO** de un Plan de Estudio, es aquel alumno que ha cumplido con todos los requisitos académicos para obtener el título o grado correspondiente, salvo aprobar la Memoria de Título, Tesis de Grado o Examen de Grado o Titulación según corresponda.
- ART.25 **ADMISIÓN A NIVELES INTERMEDIOS** es una posibilidad, debidamente reglamentada, que tienen los alumnos de carreras afines de similar nivel y propósito de otras universidades, nacionales o extranjeras, para ingresar a una de las carreras de la Universidad Técnica Federico Santa María. (Reglamento Gral. No 42).

TITULO II

DE LOS PLANES DE ESTUDIO, PROGRAMAS Y PRERREQUISITOS

- ART. 26 El Plan de Estudio de cada carrera y sus eventuales modificaciones serán aprobados por el consejo Académico de la universidad en base a /as proposiciones formuladas por el Departamento Académico del cual depende la carrera.

ART. 27 La coordinación en la elaboración de los programas de las asignaturas y actividades será responsabilidad del Departamento Académico o Docente que las dicta. Se deberá contemplar la participación de los Departamentos asociados con la asignatura como operantes o solicitantes. El programa elaborado deberá contar con la aprobación del Comité de Coordinación y Desarrollo Docente.

ART.28 Casa programa deberá contener:

- a) Nombre y sigla de la asignaturas o actividad correspondiente.
- b) Número de créditos asignados.
- c) Número de horas semanales de cátedra, laboratorios, ayudantías, talleres y otros.
- d) Prerrequisitos.
- e) Sistema de evaluación de la asignatura o actividad.
- f) Objetivos
- g) Contenido de materias.
- h) Bibliografía y texto Guía cuando corresponda.
- i) Método de trabajo, cuando corresponda.
- j) Indicaciones particulares de la asignatura

Deberá existir una versión extendida del contenido de materias. con indicación de distribución de tiempo.

TITULO III

DE LAS EVALUACIONES DE ASINGATURAS Y ACTIVIDADES

ART.29 Las notas en una asignatura se expresarán en términos de una escala de 0 a 100.

Para aprobar una asignatura el alumno deberá obtener en ella una nota final igual o superior a 55. En caso contrario el alumno será reprobado.

ART.30 En las actividades se usarán las calificaciones de aprobada (S) o reprobada (R), según el alumno haya o no cumplido con las obligaciones determinadas para tal actividad. En caso de reprobación deberá repetirla. En las actividades de Educación Física y Deportes, el alumno que sea eximido por razones médicas será calificado como sigue.

X= Eximido definitivamente

M= Eximido transitoriamente. En este caso, el alumno deberá haber cumplido, al término de su carrera, con las exigencias impuestas por las actividades dentro de su respectivo plan de estudio.

ART.31 El sistema de evaluación que se aplicará en cada asignatura o actividad para la obtención de la nota final o calificación será fijado e informado a los alumnos por el profesor correspondiente, dentro del plazo señalado en el Calendario Académico. Copia de esta información será entregada al Director del Departamento responsable de la asignatura o actividad y estará públicamente disponible.

ART.32 Si la asignatura tiene régimen anual, la nota final será la nota obtenida al término del período anual correspondiente, la nota indicada al término del primer semestre será utilizada sólo para el cálculo de los indicadores académicos correspondientes.

- ART.33 El alumno que por motivos justificados no haya podido ser calificado en una asignatura determinada en el período lectivo normal, podrá ser calificado por el profesor, previa consulta al Director del Departamento que dicta la asignatura, con nota I (incompleto). El profesor en ese mismo acto establecerá una fecha prudente para cumplir las exigencias que faltasen y entregar la nota final.
- ART.34 En aquellas asignaturas y actividades en que la participación del alumno es consustancial con el cumplimiento de los objetivos, se establecerá un requisito de asistencia para su aprobación, esto debe quedar consignado en el programa respectivo.
- ART.35 Los alumnos que se retiren definitivamente de la Universidad con anterioridad a 30 días o más del término de un semestre regular, no tendrán notas finales ni calificaciones en dicho semestre. La fecha límite estará establecida en el Calendario Académico de la Vicerrectoría Académica.
- ART.36 Un alumno podrá interrumpir sus estudios temporalmente con la aprobación de la Vicerrectoría Académica, adquiriendo la condición de alumno ausente. Este período no será considerado para el cómputo del tiempo indicado en el Art. 46.

TITULO IV

DEL PRIMER AÑO

- ART.37 El alumno que ingresa al Primer Año, es seleccionado mediante un proceso de admisión cuyas características y requisitos son sancionados por la Vicerrectoría Académica.
- ART.38 El Vicerrector Académico establecerá al inicio del Primer Semestre de cada año académico:
- a) el rendimiento académico ponderado mínimo que habilite al estudiante para continuar estudios durante el segundo semestre (MinC) y aquél que le permita postular a una vacante en el Semestre de Nivelación (MinN).
 - b) el número de vacantes disponibles en el Semestre de Nivelación; estas vacantes se llenarán por orden decreciente del rendimiento académico ponderado, considerando solo las asignaturas que efectivamente han sido comunes a todos estos estudiantes.

Esta información será entregada a los estudiantes que ingresan al Primer Año en las dos primeras semanas de clases.

- ART.39 Los alumnos que tengan, al finalizar el primer semestre de permanencia en el Primer Año, un rendimiento académico ponderado inferior al rendimiento académico ponderado mínimo de nivelación (MinN) no podrán continuar estudios y se les considerará alumnos eliminados.
- ART.40 Los alumnos, excluidos los de Arquitectura, que tengan al finalizar el primer semestre de permanencia en el Primer Año un rendimiento académico ponderado mayor al rendimiento académico ponderado mínimo de nivelación (MinN), pero inferior al mínimo exigido para continuar (MinC), no podrán continuar estudios regulares durante el segundo semestre.

Estos alumnos podrán postular a una vacante en el Semestre de Nivelación, si su egreso de la enseñanza media corresponde al año calendario anterior. En caso de no ser aceptado o no postular al Semestre de Nivelación, estos alumnos no podrán continuar y deberán retirarse. Este retiro no los inhabilita para postular en el proceso nacional de admisión del año siguiente, manteniendo su historia académica para los efectos reglamentarios que correspondan.

Los alumnos que tengan un rendimiento académico ponderado inferior al mínimo para postular al Semestre de Nivelación al término de su primer semestre de permanencia en el Primer Año no podrán continuar y se /es considerará como alumnos eliminados

- ART.41 Los alumnos que aprueben todas las asignaturas y actividades y exigencias del semestre de Nivelación se reincorporarán al Primer semestre de su Plan de Estudios, considerándose que toman todas /as asignaturas y actividades por primera vez.
- ART.42 Los alumnos aceptados en el Semestre de Nivelación y que no lo aprueben deberán retirarse y se /es considerará alumnos eliminados.

TITULO V

DE LA PERMANENCIA Y AVANCE

- ART.43 Al término de cada año académico se establecerá una Lista de Honor con aquellos alumnos que alcancen índices académicos de excelencia, que corresponden a los alumnos que tengan una Prioridad Académica > 8000 (Ver Apéndice).
- Un alumno no podrá continuar sus estudios si su Prioridad Académica es menor que 2500 al término del año. En este caso se le considerará alumno eliminado.
- ART.44 Los alumnos que reprobren una asignatura deberán cursarla en la oportunidad inmediatamente siguiente en que se dicte en la Carrera respectiva.
- ART.45 Un alumno podrá inscribir una sola asignatura por tercera vez en su plan de carrera. El alumno que reprobre una asignatura inscrita por tercera vez, no podrá continuar estudios en carreras que contengan esa asignatura como obligatoria.
- ART.46 El alumno cuya permanencia exceda en 50% al tiempo de duración especificada en el correspondiente Plan de Estudio para ser egresado, no podrá continuar en él. Si no fuera aceptado dentro del semestre siguiente en un plan alternativo deberá retirarse.
- ART.47 Un alumno, al no poder continuar en su carrera de origen, no estando eliminado, podrá ser autorizado por una sola y única vez para cambiar de carrera.
- ART.48 Un alumno eliminado no puede reingresar por medio del sistema nacional de admisión.

TITULO VI

DE LAS PRACTICAS UNIVERSITARIAS

- ART.49 Las prácticas universitarias son actividades, de carácter obligatorio, sujetas a calificación.
- ART.50 Las prácticas universitarias estarán regidas por disposiciones del Reglamento General de Vicerrectoría Académica, referente a Prácticas Universitarias.

TITULO VII

DE LOS GRADOS Y TITULOS

- ART.51 Un alumno que posea el Grado de Licenciado en Ciencias de la ingeniería o en Ciencias podrá optar a ingresar a un programa de Magister de acuerdo a la Reglamentación General pertinente.
- ART.52 El examen de grado o titulación que un egresado de la Universidad Técnica Federico Santa María deba rendir para optar a un Grado Académico o a un Título Profesional, será público, oral y ante una comisión especialmente constituida para tal fin.
- ART.53 La inscripción, aprobación de temas, presentación del trabajo y evaluación de Tesis de Grado y Memoria de Título, estarán regidos por un Reglamento especial de la Vicerrectoría Académica.
- ART.54 El alumno que haya cumplido con todas las exigencias establecidas en el Plan de Estudio de su carrera haya aprobado el correspondiente Examen de Grado o Titulación y cumpla con las otras exigencias que la Universidad establezca, recibirá el Grado o el Título Profesional a que opta.

TITULO VIII

DE LA INTERPRETACION DEL PRESENTE REGLAMENTO

- ART.55 Corresponde a la Vicerrectoría Académica resolver las dudas que pueda plantear la aplicación del presente reglamento y sus posibles vacíos, previa recomendación del Comité de Coordinación y Desarrollo Docente.

APÉNDICE AL REGLAMENTO GENERAL N°1

Sobre Indicadores Académicos.

I. Nomenclatura usada:

- CT** número total de créditos inscritos desde el ingreso del alumno a la Universidad.
CA número total de créditos aprobados desde el ingreso del alumno a la Universidad.
CK número de créditos asignados a una asignatura o actividad "K".
NK nota final obtenida en la asignatura "K"
S número de semestres activos desde el ingreso a la Universidad. (no se consideran semestres de ausencia, tampoco el año de Nivelación).
FAE Factor de Actividades Extracurriculares, según Circular DGD N°200/2003.

II.- Indicadores:

- RAP**, Rendimiento Académico Ponderado,
IA, Índice Académico,
AA, Avance Académico y
PA, Prioridad Académica

III.- Fórmulas de cálculo de estos indicadores:

$$RAP = \frac{\sum(NK \cdot CK)}{\sum CK}$$

$$PA = 100 \cdot \left[\frac{\sum(NK \cdot CK)}{14 \cdot S^{1,06}} \right] \cdot \frac{CA}{CT} \cdot FAE$$

Estas sumas deben incluir todas las asignaturas y cuantas veces se hayan inscrito.

$$IA = RAP \cdot \frac{CA}{CT}$$

$$AA = \frac{CA}{S}$$

ANEXO 2**Créditos Aprobados**

ROL	Ultima Calidad en Carrera	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		Total
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
201051XXX	Titulado	16	19	10		26	25	12	18	26	11	25	31	20	26	28	24	317
201103XXX	Titulado	24	25	37	27	27	28	21	28	29	26	18	23					313
201103XXX	Titulado	16	10	24	27	10	20	17	29	15	24	27	31	29	25			304
201103XXX	Titulado	31	33	34	37	32	29	30	28	22								276
201104XXX	regular jornada parcial	16	24	13	28	10	35	20	10	24	18	22	10	23	18	22	5	298
201160XXX	Abandona Estudios	22	15															37
201204XXX	Retiro Definitivo Académico			3	8	0												11
201260XXX	Titulado	24	28	39	34	33	33	34	30		29	23						307
201260XXX	Titulado	24	25	37	31	32	32	28	31	24	13		10	5	13			305
201260XXX	Retiro Definitivo Voluntario	24	25	0														49
201260004	Titulado	24	30	39	34	10	24	28	33	29	31	28						310
201260005	Titulado	24	30	42	29	32	33	34	33	33	18	5						313
201260006	Titulado	24	25	20	25	13	25	15	25	19	28	22	13	30	30			314
201260007	Regular	24	30	40	35	32	33	32	34	59		10	3	0				332
201260008	Titulado	24	25	37	31	32	31	34		28	29	23						294
201260009	Titulado	24	18	21	27	24	31	24	27	29	26	24	23	13				311
201260010	Titulado	24	25	33	33	32	33	33			31	27	25					296
201260011	Titulado	24	25			31	30	32	23		31			25	28	26	24	299
201260012	Titulado	24	18	35	33	32	21	28	28	29	22	31			7			308
201260013	Titulado	24	25	42	34	32	33	32	33		23	13						291
201260014	Retiro Definitivo Académico	24	10	19	22	18	13	15	0									121
201260015	Titulado	24	25	38	25	32	12	28	32	32	27	18	18					311
201260017	Retiro Definitivo Voluntario	24																24
201260018	Regular	24	10	22	25	35	25	11	20	19	28	28	30	22				299

ANEXO 3**Cantidad de periodos rindiendo un semestre académico.**

ROL	Ultima Calidad en Carrera	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
201051XXX	Titulado		1	3	1	2	1	2	1	1	2	1	1
201103XXX	Titulado		1	1	0	2	1	1	1	1	1	2	1
201103XXX	Titulado		1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1
201103XXX	Titulado		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
201104XXX	regular jornada parcial		1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	5
201160XXX	Abandona Estudios		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
201204XXX	Retiro Definitivo Académico		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
201260XXX	Titulado		1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1
201260XXX	Titulado		1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1
201260XXX	Retiro Definitivo Voluntario		1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
201260XXX	Titulado		1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1
201260XXX	Titulado		1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2
201260XXX	Titulado		1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1
201260XXX	Regular		1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	5
201260XXX	Titulado		1	1	0	1	1	1	1	2	1	1	1
201260XXX	Titulado		1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
201260XXX	Titulado		1	1	1	1	0	1	1	3	1	1	1
201260XXX	Titulado		1	3	1	1	1	2	3	1	1	1	2
201260XXX	Titulado		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4
201260XXX	Titulado		1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	0
201260XXX	Retiro Definitivo Académico		1	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0
201260XXX	Titulado		1	1	0	2	1	1	1	1	1	2	1
201260XXX	Retiro Definitivo Voluntario		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
201260XXX	Regular		1	1	2	0	2	2	1	1	1	1	1

ANEXO 4

Frecuencia de Transiciones

ROL	Ultima Calidad en Carrera	1-1	1-2	1-D	2-2	2-3	2-D	...	11-1:11-D	11-T	
201051XXX	Titulado	0	1	0	2	1	0	...	4	0	1
201103XXX	Titulado	0	1	0	0	1	0	...	8	0	1
201103XXX	Titulado	0	1	0	1	1	0	...	6	0	1
201103XXX	Titulado	0	1	0	0	1	0	...	0	0	1
201104XXX	regular jornada parcial	0	1	0	0	1	0	...	5	0	0
201160XXX	Abandona Estudios	0	1	0	0	0	1	...	0	0	0
201204XXX	Retiro Definitivo Académico	4	0	1	0	0	0	...	0	0	0
201260XXX	Titulado	0	1	0	0	1	0	...	0	0	1
201260XXX	Titulado	0	1	0	0	1	0	...	0	0	1
201260XXX	Retiro Definitivo Voluntario	0	1	0	1	0	1	...	0	0	0
201260XXX	Titulado	0	1	0	0	1	0	...	0	0	1
201260XXX	Titulado	0	1	0	0	1	0	...	1	0	1
201260XXX	Titulado	0	1	0	0	1	0	...	0	0	1
201260XXX	Regular	0	1	0	0	1	0	...	5	0	0
201260XXX	Titulado	0	1	0	0	1	0	...	0	0	1
201260XXX	Titulado	0	1	0	0	1	0	...	1	0	1
201260XXX	Titulado	0	1	0	0	1	0	...	0	0	1
201260XXX	Titulado	0	1	0	2	1	0	...	1	0	1
201260XXX	Titulado	0	1	0	0	1	0	...	3	0	1
201260XXX	Titulado	0	1	0	0	1	0	...	0	0	1
201260XXX	Retiro Definitivo Académico	0	1	0	0	1	0	...	0	0	0
201260XXX	Titulado	0	1	0	0	1	0	...	1	0	1
201260XXX	Retiro Definitivo Voluntario	0	0	1	0	0	0	...	0	0	0
201260XXX	Regular	0	1	0	0	1	0	...	1	0	0

ANEXO 5

Código R Studio Modelo Largo Plazo

```

1 library(markovchain)
2 Q<-matrix(data= 0.12,0.80,0,0.1,0.46),nrow = 11,byrow = TRUE)
3 I=diag(1,nrow = 11)
4 install.packages("Matrix")
5 library(Matrix)
6 S=I-Q
7 H=solve(S)
8 write.table(Mdef,"matriz.txt")

```

ANEXO 6

Obtención Probabilidades Largo Plazo

• Modelo General

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	T	D
1	1,136	1,136	1,107	1,107	1,020	1,020	1,006	0,993	1,020	1,130	1,669	-	0,074
2	-	1,235	1,203	1,203	1,108	1,108	1,093	1,078	1,108	1,227	1,813	-	0,052
3	-	-	1,282	1,282	1,181	1,181	1,165	1,149	1,181	1,308	1,932	-	0,046
4	-	-	-	1,370	1,262	1,262	1,245	1,228	1,262	1,398	2,065	-	0,028
5	-	-	-	-	1,316	1,316	1,298	1,281	1,316	1,457	2,153	X	0,017
6	-	-	-	-	-	1,351	1,333	1,315	1,351	1,497	2,211	-	0,011
7	-	-	-	-	-	-	1,351	1,333	1,370	1,517	2,242	-	0,001
8	-	-	-	-	-	-	-	1,333	1,370	1,517	2,242	-	0,002
9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,370	1,517	2,242	-	0,003
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,538	2,273	-	0,001
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,273	0,439	0,001

• Casa Central

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	T	D
1	1,136	1,150	1,121	1,091	1,034	1,077	1,020	1,034	1,034	1,195	1,391	-	0,067
2	-	1,235	1,203	1,171	1,110	1,156	1,095	1,109	1,109	1,283	1,493	-	0,049
3	-	-	1,282	1,248	1,183	1,232	1,167	1,182	1,182	1,367	1,591	-	0,048
4	-	-	-	1,333	1,264	-	1,247	1,263	1,263	1,461	1,700	-	0,022
5	-	-	-	-	1,299	1,353	1,281	1,298	1,298	1,501	1,746	X	0,019
6	-	-	-	-	-	1,389	1,315	1,333	1,333	1,541	1,793	-	0,013
7	-	-	-	-	-	-	1,333	1,351	1,351	1,563	1,818	-	0,002
8	-	-	-	-	-	-	-	1,351	1,351	1,563	1,818	-	0,002
9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,351	1,563	1,818	-	0,004
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,563	1,818	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,818	0,323	-

• Santiago

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	T	D	
1	1,158	1,124	1,118	1,139	1,033	1,010	1,019	0,992	1,048	1,111	1,628	-	0,080	
2	-	1,235	1,219	1,253	1,136	1,091	1,121	1,091	1,153	1,222	1,681	-	0,055	
3	-	-	1,299	1,335	1,211	1,163	1,195	1,163	1,228	1,303	1,791	-	0,046	
4	-	-	-	1,408	1,277	1,227	1,260	1,227	1,296	1,374	1,890	-	0,034	
5	-	-	-	-	1,333	1,281	1,316	1,281	1,353	1,435	1,973	X	-	0,016
6	-	-	-	-	-	1,316	1,352	1,316	1,390	1,474	2,027	-	0,009	
7	-	-	-	-	-	-	1,370	1,333	1,408	1,494	2,054	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	1,333	1,408	1,494	2,054	-	0,002	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,408	1,494	2,054	-	0,002	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,515	2,083	-	0,003	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,083	0,480	0,002	