



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**MODELO DE ÁRBOL DE PROBABILIDADES PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS
PAGOS ANUALES POR LA GARANTÍA ESTATAL AL FINANCIAMIENTO DE
ESTUDIOS SUPERIORES, DE ACUERDO A LA
LEY 20.027**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL INDUSTRIAL

MARÍA FERNANDA ALDEA LÓPEZ

**PROFESOR GUÍA:
RICARDO ANTONIO SAN MARTÍN ZURITA**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
JOSÉ ARTURO MOSQUERA CÁDIZ
JOSÉ MIGUEL CRUZ GONZÁLEZ**

**SANTIAGO DE CHILE
ENERO 2010**

RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL INDUSTRIAL
POR : MARÍA FERNANDA ALDEA LÓPEZ
FECHA: 21/01/10
PROF. GUÍA: SR. RICARDO SAN MARTÍN

MODELO DE ÁRBOL DE PROBABILIDADES PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS PAGOS ANUALES POR LA GARANTÍA ESTATAL AL FINANCIAMIENTO DE ESTUDIOS SUPERIORES, DE ACUERDO A LA LEY 20.027

La garantía estatal a los créditos de financiamiento de estudios superiores, establecida por la Ley 20.027 del año 2005, corresponde a un pasivo contingente del Estado. Un pasivo contingente es una obligación de pago que puede ser exigida o no según ocurran ciertos hechos, por lo que su valoración se hace difícil y se debe recurrir a métodos más elaborados para poder conocer los montos que se deben pagar por dichos pasivos; éste es el caso del sistema de financiamiento de estudios superiores.

El objetivo general de este trabajo es mejorar el proceso de fijación del presupuesto anual asociado a la garantía estatal al sistema de financiamiento de estudios superiores. Adicionalmente se han establecido los siguientes objetivos específicos:

1. Generar el primer análisis de los factores involucrados en la activación de la garantía.
2. Disminuir el margen entre presupuesto anual y pago real para este pasivo contingente, minimizando el capital inmovilizado y el riesgo de default.
3. Mantener la factibilidad en el modelo para seguir operándolo en el futuro.

La metodología utilizada para cumplir estos objetivos es el modelamiento del sistema del crédito mediante árboles de probabilidades, que permiten relacionar distintos periodos junto con las probabilidades de ocurrencia de cada situación de activación de la garantía estatal. Para su simulación se ha empleado el método de Montecarlo, generándose para cada modelo caminos aleatorios a través del árbol, entregando los montos a pagar cada año.

El modelo generado permite obtener una distribución de los pagos que deberá desembolsar el Estado cada año. Se determinó para cada año un monto de pago más probable, calculado como el promedio de los pagos de cada año y además se estimó un valor máximo de presupuesto. La diferencia entre el pago promedio y el valor máximo se estableció como capital de seguridad para minimizar el riesgo de default. El monto promedio obtenido para el año 2010 es de \$ 63.734 millones y el capital de seguridad es de \$38.994 millones. El presupuesto total estimado por el modelo es de \$102.728 millones. En la ley de presupuesto para el año 2010 se ha fijado un presupuesto máximo para cubrir esta garantía de \$242.524 millones, superando en más de la mitad al monto obtenido con el modelo. El modelo ha sido elaborado en base a escenarios pesimistas, por lo que se considera que el presupuesto obtenido representa la realidad; de ser así, se podría realizar una asignación más eficiente de los recursos del estado para esta garantía, pues la diferencia de casi \$140.000 millones podría destinarse a otros programas del gobierno que lo necesiten. A fines del año 2010 se podrá determinar la veracidad del modelo una vez que se conozca el monto real desembolsado para el pago de esta garantía estatal.

Agradecimientos

La elaboración de este trabajo de título ha sido posible gracias al aporte y los consejos de mis profesores, agradezco enormemente su apoyo, en especial del profesor José Miguel Cruz, quien me dio los lineamientos para realizar este modelo. Agradezco también a Rodrigo Morales que me enseñó a programar.

Aprovecho esta instancia para agradecer a quienes me han acompañado en mis años de estudio. Agradezco a Dios por darme inteligencia, salud y mucho amor, sin estos vitales elementos no estaría terminando esta etapa. A mis padres, gracias por su apoyo, por sus palabras de aliento, por sus consejos y por darme un hogar maravilloso que me permitió hacer más fácil mi vida de estudiante. A mis hermanas Andrea, Daniela y Carolina y mi hermano Diego que siempre han estado conmigo, han sido un pilar fundamental en mi carrera. A mi sobrino Tomás, gracias por hacerme reír en esos momentos en que al volver de clases quise llorar, por darme diariamente la posibilidad de volver a ser niña. A mi sobrino Cristóbal, gracias por esa preciosa sonrisa que me motivó a seguir adelante. A mi pololo Jorge que me ha acompañado por casi seis años, gracias por tu apoyo, por ayudarme en los momentos difíciles y por aguantarme en los periodos en que la universidad me consumía, por subirme siempre el ánimo y compartir conmigo mis penas y alegrías. Finalmente, agradezco a todos mis familiares y amigos; soy muy afortunada de estar rodeada de tantas personas que han sido un aporte importante en mi crecimiento.

Índice

I.- Antecedentes Generales	1
1.1 Introducción	1
1.1.1 Contexto	1
1.1.2 Pasivos Contingentes	1
1.1.3 Garantía estatal a los créditos para el financiamiento de estudios superiores	2
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.2.1 Problema	3
1.2.2 Características del Crédito con Garantía Estatal	3
1.2.3 Situación actual de los créditos de financiamiento de estudios superiores.....	7
1.3 Justificación	8
1.4 Objetivos.....	9
1.4.1 Objetivo General	9
1.4.2 Objetivos Específicos	10
II.- Marco Conceptual	10
2.1 Pasivos Contingentes en Chile.....	10
2.1.1 Teoría sobre elaboración de modelos para pasivos contingentes.....	11
2.2 Distribuciones de probabilidad	13
2.3 Árbol Binomial	13
2.4 Simulación de Monte Carlo	15
III.- Metodología.....	17
IV.- Descripción del modelo	20
4.1 Casos de activación de la garantía estatal.....	20
4.1.1 Deserción Académica	20
4.1.2 Incumplimiento Justificado.....	23
4.1.3 Incumplimiento sin justificación	26
4.2 Agrupación.....	31
4.3 Modelamiento	37
4.4 Simulación	41
V.- Análisis de Resultados	43
5.1 Pagos esperados	43
5.2 Probabilidades de fracaso para cada grupo.....	47
VI.- Análisis de Sensibilidad del modelo	49
6.1 Variación en las probabilidades de deserción.....	49
6.2 Variación en probabilidades de incumplimiento de desertores	51
6.3 Variación en probabilidades de incumplimiento de egresados.....	52
VII.- Conclusiones	53
7.1 Sobre los resultados del modelo.....	53
7.2 Sobre el análisis general del sistema del crédito.....	55
7.3 Mejoras al modelo	55
7.3.1 Corrección de datos	56
7.3.2 Duración real de cada carrera.....	56
7.3.3 Tasa de renovación de los créditos.....	56
7.3.4 Probabilidad de incumplimiento de egresados.....	57
7.4 Consideraciones para la operación del modelo a futuro.....	57
VIII.- Bibliografía y fuentes de información.....	58

Anexos.....	59
Anexo A: IES participantes del sistema de créditos con garantía estatal.....	59
Anexo B: Aranceles de referencia por carrera.....	60
Anexo C: Probabilidades de deserción y desviación estándar por grupo	64
Anexo D: Estimación de la tasa de deserción de años superiores para carreras tipo 3.....	64
Anexo E: Datos relevantes por grupo para el modelamiento.	67
Anexo F: Parte del código de programación para la simulación de carreras tipo 3	68
Anexo G: Parte de los modelos diseñados para cada grupo y sus principales características....	69
Anexo H: Resultados de simulación por grupo (gráficos en pesos)	78
Anexo I: Resultados del modelo total	86

I.- Antecedentes Generales

1.1 Introducción

1.1.1 Contexto

El Ministerio de Hacienda es el organismo gubernamental encargado de administrar responsablemente la política fiscal de acuerdo al contexto macroeconómico, para fomentar el potencial de crecimiento de largo plazo y contribuir con ello a mejorar la calidad de vida de chilenos y chilenas, especialmente de los sectores más postergados y vulnerables. Dentro de sus objetivos se encuentra coordinar los servicios y organismos dependientes del sector Hacienda para maximizar su contribución al crecimiento económico del país.

Entre estos organismos dependientes se encuentra la Dirección de Presupuesto (DIPRES), cuya misión es velar por la eficiente asignación y uso de los recursos públicos en el marco de la política fiscal, mediante la aplicación de sistemas e instrumentos de gestión financiera, programación y control de gestión.

Lo anterior implica formular la Ley de Presupuestos, realizar modificaciones al presupuesto vigente por medio de decretos, elaborar los programas de caja mensuales y registrar el gasto mensual, efectivo y devengado por institución.

La Dirección de Presupuestos está subdividida en distintos departamentos, siendo uno de ellos la división de Finanzas Públicas, cuyo objetivo es el manejo de los activos y pasivos financieros del Fisco, la revisión y aprobación de los presupuestos de caja, inversión y endeudamiento de empresas públicas y la coordinación y ejecución del presupuesto. Dentro de esta división hay un área específica dedicada a los Pasivos Contingentes y Concesiones del Estado que se encarga de monitorear estos elementos de las finanzas públicas. En el área de los Pasivos Contingentes del Estado se centra el trabajo de esta memoria.

1.1.2 Pasivos Contingentes

En una dimensión, los pasivos se pueden clasificar como directos o contingentes. Los pasivos tradicionales o directos son obligaciones cuyos resultados son previsibles, es decir, se conoce cuánto se debe pagar y cuándo. Un ejemplo de ellos es el pago de un crédito a una entidad financiera, en el que se conocen el valor de la cuota, la tasa de interés y la fecha en que se debe cancelar cada una. Los pasivos contingentes, por otro lado, son obligaciones que pueden o no llegar a ser exigibles, según ocurran o no ciertos hechos o si variables subyacentes toman ciertos valores o se encuentran dentro de cierto rango. Las variables que controlan los pasivos contingentes, tanto en su ocurrencia como en su magnitud, pueden ser de naturaleza exógena con respecto a la gestión del Estado (por ejemplo, si están vinculados a una catástrofe natural) o endógena a ésta (por ejemplo, si dependen de decisiones de política pública)¹.

¹ Dirección de Presupuestos. Informe de Pasivos Contingentes. Noviembre 2008

En otra dimensión, los pasivos se pueden clasificar como explícitos, ya sean contingentes o directos, cuando son obligaciones concretas, creadas por ley o contrato, o como pasivos implícitos, cuando representan obligaciones morales o cargas que, si bien no están impuestas por la ley o contrato, probablemente deben ser asumidas por el Estado debido a las expectativas de la opinión pública o del mercado.

El análisis tradicional de la posición Fiscal se concentra en los pasivos directos explícitos del Estado. Éstos incluyen principalmente los pagos de la deuda soberana, los gastos presupuestarios correspondientes al ejercicio en curso y los gastos a más largo plazo estipulados por la ley. Los pasivos contingentes han quedado por varios años fuera del análisis fiscal y se pasó por alto por mucho tiempo el efecto de ellos en las cuentas fiscales.

1.1.3 Garantía estatal a los créditos para el financiamiento de estudios superiores

En junio de 2005 se promulgó la Ley N° 20.027, que establece un Sistema de Financiamiento de Estudios de Educación Superior. Ésta fija las normas y características en las que el Estado, por medio del Fisco, garantiza el 90% del capital más intereses de los créditos destinados a financiar estudios de educación superior.

Cualquier sistema de crédito se basa en su capacidad para recuperar los mismos (cobranza). En esa dirección apuntan las restricciones para otorgarlos y los sistemas de evaluación de ese riesgo son claves.

En el caso de créditos a estudiantes además, se debe enfrentar dos riesgos:

- 1) el riesgo de que el joven no termine sus estudios y por tanto, eleve su probabilidad de morosidad.
- 2) el riesgo que al terminar, no tenga ingresos para servir su deuda.

Es por esto que se diseñó este mecanismo de financiamiento como un sistema que de tranquilidad y sea atractivo para quien decida invertir en ellos, es decir, para las entidades financieras que los otorguen. Así se establecieron las siguientes garantías:

Riesgo académico: Las instituciones de educación superior responden por aquellos créditos de estudiantes que no egresan.

Riesgo Económico: El Estado responde si se produce la mora o cesan los pagos durante el período de pago.

El Estado al garantizar los créditos destinados a financiar estudios superiores, debe responder en caso de incumplimiento de los pago de las cuotas frente a las instituciones financieras que los otorgan. Este pago se transforma así en un pasivo contingente, pues son obligaciones que pueden o no llegar a ser exigibles, según ocurran o no las variables que activan esta garantía. Según la definición vista en el punto anterior, éste corresponde a un pasivo contingente explícito, pues está creado por ley.

El sistema ha operado sólo desde 2006 y recién se están apreciando los primeros datos de su comportamiento. Debido al poco tiempo de su funcionamiento, aún no se cuenta con datos precisos respecto al ejercicio de esta garantía y actualmente se realizan estimaciones de los pagos en función de los desertores, egresados y de los montos totales asignados, no contando con un mecanismo más preciso y eficiente de asignación del presupuesto para cubrir la garantía cada año.

Es por esto que se hace necesario crear un modelo de estimación de los pagos anuales por concepto de este pasivo contingente del Estado, apuntando a la asignación eficiente de los recursos del estado y la elaboración del presupuesto cada año.

Esta necesidad es la que origina el trabajo de esta memoria, que se enfoca en evaluar el sistema de garantías al crédito de financiamiento de estudios superiores, las variables que gatillan dichas garantías y la confección de una herramienta con la que se puedan estimar los pagos anuales futuros de este pasivo contingente.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema

La Dirección de Presupuestos tiene como eje central velar por la eficiente asignación y uso de los recursos públicos, objetivo difícil de cumplir con los pasivos contingentes, pues su estimación está sujeta a la ocurrencia de distintas variables. Sin embargo es necesario destinar recursos cada año para asegurar el pago de estos pasivos por el riesgo que existe de que se hagan exigibles. Los recursos destinados a estos pagos pueden ser mayores o menores al monto real pagado finalmente. Ambas situaciones tienen un costo asociado; si el monto que se había presupuestado es menor al pago real, hay un costo para el Estado por no cumplir con esa obligación y si el presupuesto es mayor al pago real, hay un costo de oportunidad del capital que se mantuvo inmovilizado durante ese periodo, pues por tratarse de recursos del Estado, dichos montos podrían ser utilizados ya sea para invertirlo en alguna herramienta financiera, crear un programa social, incluso podría significar un nuevo colegio u hospital, si la diferencia entre lo presupuestado y el pago real es muy alta.

La garantía estatal al financiamiento de estudios superiores es un pasivo contingente para el estado y por ello se debe presupuestar cada año el monto total para cubrir esta garantía. Por lo tanto, existe un problema para determinar qué monto se necesitará cada año para cumplir con esta obligación, sin que esto represente un costo muy alto para el Estado. Este es el problema a resolver con este trabajo; el desconocimiento de los pagos que debe hacer el Estado por concepto del pasivo contingente asociado a la garantía al sistema de financiamiento de estudios superiores.

1.2.2 Características del Crédito con Garantía Estatal

La Ley 20.027 dispone que las instituciones de educación superior (IES) deben garantizar el riesgo académico de deserción de sus estudiantes, el sector financiero debe aportar los recursos,

el Estado debe contribuir con garantías que reduzcan el riesgo de los créditos y los estudiantes deben asumir responsablemente el cumplimiento de las obligaciones financieras contraídas.

Esta ley estipula las condiciones y requisitos que deben cumplir tanto alumnos beneficiarios como las instituciones de educación superior partícipes del sistema. Además establece los casos de activación de las garantías, los montos garantizados, las condiciones en que se hace efectivo el cobro y todo lo referido a los mecanismos de cobro una vez egresado el beneficiario. Junto a esta ley se encuentra el Reglamento que establece las normas para el financiamiento de estudios de educación superior, entregando las características y detalles para el buen funcionamiento del sistema.

El sistema de financiamiento de estudios superiores está dirigido por la Comisión Administradora del Sistema de Créditos para Estudios Superiores, creada también por la ley 20.027, cuyo objetivo es definir y evaluar políticas para el desarrollo e implementación de instrumentos de financiamiento para estudios de educación superior, celebrar los convenios con entidades públicas o privadas, nacionales o extranjeras, necesarios para su puesta en marcha y administrar el sistema de créditos de educación superior con garantía estatal.²

i) Características de las instituciones de educación superior

La garantía estatal opera sólo para créditos destinados a financiar total o parcialmente estudios de educación superior que se realicen en las instituciones que cumplan los requisitos planteados en el Artículo 7° de las Ley 20.027. Entre ellos destacan que las IES deben ser autónomas y acreditadas según el sistema de aseguramiento de calidad. Además de cumplir con los requisitos definidos en este artículo, éstas deben garantizar el riesgo de deserción académica de sus alumnos.

Se entiende por deserción académica para objeto de esta Ley, cuando el alumno sin justificación abandona los estudios durante doce meses consecutivos. Este plazo se contabiliza desde la fecha correspondiente a la última asistencia registrada, o desde la última evaluación rendida por el alumno. El Reglamento de esta Ley establece como causas y condiciones bajo las cuales un alumno pueda abandonar sus estudios sin que esto constituya deserción académica la enfermedad grave temporal del alumno y la ocurrencia de un accidente invalidante.

La garantía de la IES debe cubrir hasta el 90% del capital más intereses del saldo vigente de la totalidad de los créditos que sean otorgados a los alumnos para financiar el primer año de estudios, hasta el 70% del capital más intereses del saldo vigente de la totalidad de los créditos para alumnos de segundo año, y un 60% para los alumnos de tercer año en adelante.

Para determinar el monto garantizado que se exige a cada institución, la Comisión debe realizar una estimación en base al total de los créditos asignados el primer año, la cantidad de alumnos que tenga en cada uno de sus niveles y que postulen al crédito, los aranceles de referencia y los reajustes, intereses y eventuales costos asociados a dichos créditos.

² Ley 20.027

Además cada IES debe poner anualmente a disposición de la Comisión una boleta de garantía bancaria, póliza de seguro u otro instrumento aprobado por ésta, con el objeto de garantizar el riesgo esperado de deserción académica. El monto que debe cubrir este instrumento se determina para cada IES considerando el total de créditos otorgados multiplicado por el índice de deserción del nivel académico respectivo y multiplicado por el porcentaje de garantía que debe cubrir la IES según el año académico que cursen los alumnos.

En los casos en que la garantía de la IES es inferior al 90%, le corresponde al Estado garantizar la diferencia para completar el 90% requerido.

En caso que se haga exigible el pago de las garantías por deserción académica y la IES no pague dentro de los 30 días corridos a contar de la fecha en que se haya requerido este pago por parte de la entidad acreedora, ésta podrá solicitar a la Comisión la ejecución o cobro de la boleta de garantía bancaria o póliza de seguro. Además la IES que incumpla sus obligaciones de pago será excluida del sistema de créditos con garantía estatal. Esta exclusión se mantendrá hasta el pago completo de lo adeudado.

Actualmente hay 63 IES que participan del sistema de financiamiento, que por ende cumplen con los requisitos mencionados. Éstas se presentan en el anexo A.

ii) Características de los beneficiarios

Sólo podrá otorgarse la garantía estatal a los créditos concedidos para financiar los estudios cursados por alumnos que reúnan los requisitos planteados en el Artículo 9° de la Ley 20.027. Entre ellos se encuentran:

- Que sean chilenos o extranjeros con residencia definitiva.
- Que se encuentren matriculados como alumnos regulares en carreras de pregrado que imparta alguna de las instituciones indicadas en el Artículo 7° de la Ley 20.027.
- Que las condiciones socioeconómicas de su grupo familiar justifiquen el otorgamiento de un crédito para financiar sus estudios de educación superior.

Las características para evaluar y determinar los alumnos que cumplen con los requisitos establecidos por la ley están detallados en el párrafo 2° del Reglamento de la Ley 20.027.

Una vez egresado el alumno y pasados 18 meses desde la fecha de egreso, el beneficiario deberá proceder al pago de las cuotas del crédito a la institución financiera correspondiente. El crédito, que se otorga en UF, se paga hasta en 20 años, con una tasa de interés fija para todo el plazo de cada uno de los créditos otorgados.

iii) Activación de la garantía estatal y funcionamiento del sistema

La garantía estatal se hace efectiva en dos casos; por deserción académica, cuando el alumno desertor no cumple con las obligaciones de pago de las cuotas a la institución financiera correspondiente y en caso que el alumno ya egresado no cumpla con los pagos. Este incumplimiento del pago del egresado puede ser justificado o no. Cabe destacar que la garantía

cubre hasta un 90% del capital asignado más los intereses, excluyéndose otros costos adicionales, como por ejemplo la comisión por créditos definida por cada institución financiera.

- **Garantía por deserción académica:** La deserción académica es garantizada tanto por la IES como por el Estado. La IES garantiza un porcentaje dependiendo del año cursado por el alumno desertor y el Estado garantiza la diferencia para completar el 90% del capital más los intereses. La tabla 1 presenta el porcentaje garantizado por cada entidad según el año académico en que se encuentre el alumno desertor.

Tabla 1: Porcentajes garantías por deserción académica

Año académico	Garantía IES	Garantía Estado
Primer año	90%	0%
Segundo año	70%	20%
Tercer año en adelante	60%	30%

Fuente: Ley 20.027

El evento de deserción académica hace exigible desde ese momento las obligaciones del estudiante beneficiario del crédito, habilitando a la institución acreedora para, en caso de incumplimiento por parte de éste, hacer efectiva las garantías de la IES y del Estado.

Para efectos del pago de las garantías, se entiende que el beneficiario ha dejado de cumplir con la obligación de pago toda vez que, agotadas las acciones de cobranza prejudiciales por parte de la entidad financiera respectiva, el alumno no haya pagado a lo menos 3 cuotas consecutivas de su crédito.

Para que proceda el pago de esta garantía, la entidad financiera debe acreditar ante la Comisión lo siguiente:

- El agotamiento de las acciones prejudiciales de cobranza
- El incumplimiento de no pago del deudor en los términos señalados
- La presentación ante tribunal competente de las acciones judiciales tendientes al cobro del crédito adeudado.

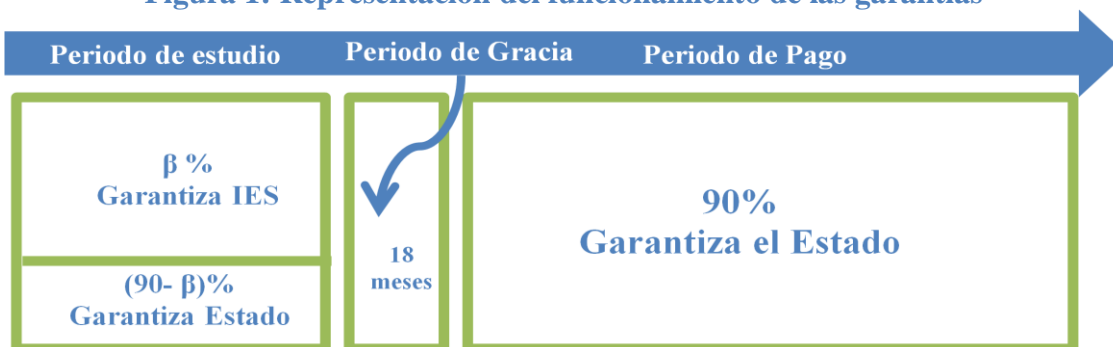
- **Garantía por incumplimiento de pagos:** La garantía estatal se hace efectiva en los casos en que el beneficiario del crédito una vez egresado de su carrera, deje de cumplir con la obligación de pago de éste. Se entiende que el beneficiario ha dejado de cumplir con la obligación de pago toda vez que, agotadas las acciones de cobranza prejudiciales por parte de la entidad financiera respectiva, el alumno no haya pagado a lo menos 3 cuotas consecutivas. Para que proceda el pago de la garantía estatal, la entidad financiera debe acreditar ante la Comisión los mismos antecedentes que en caso de deserción escolar.

El pago de las obligaciones de los créditos es exigible a partir del mes 19 a contar desde la fecha referencial de término del plan de estudios correspondiente al beneficiario, la que concierne a la fecha en que se hayan aprobado todos los cursos contemplados en la malla curricular del plan de estudios.

- **Situación de incumplimiento justificado:** La obligación de pago del crédito puede ser suspendida temporalmente en caso de incapacidad de pago producto de cesantía del deudor, debidamente calificada por la comisión. Para que opere esta suspensión, el alumno debe informar oportunamente a la Comisión que se encuentra en esta situación por carecer de cualquier actividad remunerada, para ello debe presentar una declaración jurada. Además se entiende por incapacidad de pago toda vez que el valor de la cuota del crédito a pagar por el deudor representa más del 50% de sus ingresos líquidos mensuales, salvo que dicho ingreso sea superior a 18 unidades de fomento.

La Comisión evalúa en un plazo de 30 días, la situación de cada deudor que solicita esta suspensión de la obligación de pago y resuelve el plazo de ésta, no pudiendo exceder los 12 meses. Además si se aprueba esta suspensión, la Comisión emite un certificado para dar cuenta de ello y solicita al Estado (por medio de la Tesorería General de la República) que efectúe los pagos de las cuotas para las que se ha efectuado la suspensión. Las cuotas impagas del deudor no prescriben y el Estado debe proceder al cobro de ellas una vez terminado el plazo de suspensión. El mecanismo de funcionamiento de estas garantías se representa en la figura 1.

Figura 1: Representación del funcionamiento de las garantías



Fuente: Elaboración propia

1.2.3 Situación actual de los créditos de financiamiento de estudios superiores

El sistema de financiamiento de estudios superiores comenzó a regir a partir del año 2006, con los alumnos tanto nuevos como antiguos matriculados ese año. Se cuenta con información desde ese año del total de beneficiarios del crédito con garantía estatal por tipo de IES, presentado en la tabla 2.

Tabla 2: Beneficiarios del crédito por año

Tipo IES	2006	2007	2008	2009	Total
U. del Consejo de Rectores	5.611	4.573	5.801	13.238	29.223
U. Privadas	10.279	13.970	17.643	31.234	73.126
Institutos Profesionales	3.782	11.533	13.121	25.194	53.630
Centros de Formación Técnica	1.579	4.959	6.131	10.887	23.556
Total	21.251	35.035	42.696	80.553	179.535

Fuente: Comisión Administradora del Crédito

El registro de los alumnos egresados cada año se presenta en la tabla 3, agrupados según cohorte³ y año de egreso.

Tabla 3: Egresados por Cohorte

Cohorte	Egresados 2006	Egresados 2007	Egresados 2008	Total Egresados
2006	490	1.629	1.101	3.220
2007		496	1.674	2.170
2008			677	677
Total Egresados	490	2.125	3.452	6.067

Fuente: Comisión Administradora del Crédito

Si se toma un arancel promedio de \$1.200.000 se puede calcular la exposición máxima. Ésta correspondía el año 2008 a \$167.000 millones (aproximadamente 0,18% del PIB de ese año). En la Ley de Presupuestos 2009 se consideró como máximo de garantía estatal un total de \$179.589 millones. Dicho monto debe seguir aumentando en la medida que los alumnos que acceden al sistema avancen en sus carreras y otros nuevos se incorporen. Se estima que el sistema debería alcanzar su estado estacionario aproximadamente entre 2010 y 2011, con un monto total garantizado estimado de entre \$600.000 millones a \$750.000 millones⁴.

1.3 Justificación

La necesidad de contar con este mecanismo de estimación del presupuesto anual para esta garantía se fundamenta principalmente en la necesidad del Estado de realizar una asignación y uso eficiente de los recursos cada año. El presupuesto elaborado anualmente debe considerar los montos asociados a cubrir los pagos de cada uno de los pasivos contingentes del estado, para lo que es necesario valorizar cuál es el mejor monto a destinar para cubrir la obligación en caso de hacerse efectiva. Esta cuantificación no es directa, haciéndose más complicada dependiendo de la diversidad de variables y factores que determinan si se hace o no efectivo el pago.

Si el monto presupuestado excede al pago real efectuado, se asume un costo de oportunidad de tener capital inmovilizado. Si la diferencia entre estos montos es muy alta, el costo es aún mayor, pues se está dejando de utilizar esos recursos con un fin más productivo. Si por el contrario el monto presupuestado es menor, existe el costo por no cumplir con la obligación, perjudicándose principalmente la credibilidad del sistema asociado a dicho pasivo contingente. En el caso del crédito de estudios superiores, la falta de recursos para cumplir con la garantía total de un año, podría motivar a las instituciones financieras a no seguir participando del sistema, perjudicándose el funcionamiento de éste con la reducción del total de créditos otorgados. Es muy importante entonces poder contabilizar de manera más precisa los montos a presupuestar

³ Cohorte en educación es un grupo de alumnos que inician al mismo tiempo sus estudios en un programa educativo, es decir, en el mismo periodo escolar (la misma generación). En este caso se refiere al grupo de alumnos a los que se ha otorgado el crédito el mismo año.

⁴ Este monto total corresponde al total de créditos otorgados, asumiendo que se debería pagar garantías por cada uno de ellos.

cada año por cada pasivo contingente, con el fin de hacer un uso más eficiente de los recursos del Estado y evitar los costos asociados a una mala asignación.

En segundo, lugar los pasivos contingentes impactan la posición fiscal, pues éstos representan una eventual disminución de los fondos a futuro. Cada año el Estado asume mayor riesgo por concepto de pasivos contingentes, tales como las garantías a los ingresos mínimos de concesiones, garantía a las pensiones mínimas y la garantía estatal al financiamiento de estudios superiores. Cada año estas garantías aumentan y por lo tanto es necesario poder establecer una estimación de los pagos futuros, para poder tener un mejor control de los recursos necesarios para cumplir con dichos pagos y poder tomar medidas financieras para anticiparse a ellos, por ejemplo, invirtiendo en instrumentos financieros a largo plazo y poder contar con los recursos para cumplir con los pagos futuros esperados.

Otro factor que justifica la realización de este trabajo es la imagen internacional de estabilidad económica del país. No basta con analizar el equilibrio presupuestario y el nivel de deuda pública del Fisco para garantizar la estabilidad futura de las finanzas públicas. Por el contrario, un análisis integral requiere considerar todo programa no monetario que implique un riesgo fiscal contingente y prever el costo fiscal potencial de los programas presupuestarios.

El Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial consideran resultados fiscales deseables los siguientes:

- La estabilidad macroeconómica.
- El control de la política sobre el tamaño del Estado y la asignación de recursos públicos a las prioridades estratégicas y operativas dentro del proceso presupuestario.
- La promoción de la eficiencia y la eficacia en la prestación de servicios públicos.

En este contexto es clave que el sistema de gestión fiscal genere datos que permitan realizar una evaluación fiable de la sustentabilidad fiscal del país en el largo plazo. Esto exige un presupuesto global, una cobertura total de la situación financiera del Fisco en sus cuentas, información sobre todas las operaciones extrapresupuestarias y la divulgación de la naturaleza e importancia fiscal de los pasivos contingentes.

Estos motivos justifican y avalan la necesidad de contar con un mecanismo para contabilizar cada pasivo contingente, entre los que se incluye el generado por la garantía estatal a los créditos de estudios superiores.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Con el desarrollo de este trabajo se espera:

Mejorar el proceso de fijación del presupuesto anual asociado al pasivo contingente generado por la garantía estatal al sistema de financiamiento de estudios superiores.

1.4.2 Objetivos Específicos

Junto al objetivo general, se pretenden lograr los siguientes objetivos específicos:

1. Generar el primer análisis de los factores involucrados en la activación de la garantía estatal.
2. Disminuir el margen entre presupuesto anual y pago real para este pasivo contingente, minimizando el capital inmovilizado y el riesgo de default.
3. Mantener la factibilidad en el modelo para seguir operándolo en el futuro.

II.- Marco Conceptual

2.1 Pasivos Contingentes en Chile

Los pasivos contingentes reconocidos actualmente por el Estado se presentan en la tabla 4, junto con la base legal de cada uno y la naturaleza.

Tabla 4: Pasivos Contingentes del Estado de Chile

Pasivo Contingente	Base Legal	Naturaleza
Aportes fiscales asociados al Sistema de Pensiones	DL N° 3.500 de 1980 y Ley N° 20.255	Fiscal
Ingresos mínimos garantizados de las concesiones de obras públicas	Decreto MOP N° 900 que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del DFL MOP N° 164 de 1991	Fiscal
Deuda garantizada de las empresas públicas	Leyes N° 18.482, 19.170, 19.847 y 19.767	Fiscal
Garantía fiscal a los créditos para el financiamiento de estudios superiores	Ley N° 20.027	Fiscal
Garantía estatal a los depósitos	DFL N° 252 de 1960	Fiscal
Demandas contra el Fisco	Constitución Política de la República	Fiscal
Situación patrimonial del Banco Central	Ley N° 18.840	Cuasi Fiscal
Fondo de cobertura de riesgo CORFO	Ley N° 19.842	Fiscal
Fondo de garantía para Pequeños Empresarios	DL N° 3.472 de 1980	Fiscal
Fondo de Contingencia de desempleo	Ley N° 20.128	Fiscal
Seguro de remate del sistema de Subsidio Habitacional	DS N° 40 de 2004 del MINVU	Fiscal
Fondos de Estabilización del precio de los combustibles	Leyes N° 19.030 y 20.063	Fiscal Implícito

Fuente: Dirección de Presupuestos

La estimación del presupuesto para estos pasivos contingentes tiene distinto tratamiento en la actualidad, pues para algunos ya se han elaborado modelos de estimación, como es el caso de los aportes fiscales al sistema de pensiones y el pasivo asociado a los ingresos mínimos garantizados de las concesiones de obras públicas.

2.1.1 Teoría sobre elaboración de modelos para pasivos contingentes

Para la cuantificación y valoración de un pasivo contingente, el análisis debe considerar dos ámbitos:

- Estimar la máxima exposición de riesgo, lo que implica reconocer cuánto es el compromiso involucrado en la garantía.
- Incorporar alguna medida de valor esperado, lo que implica considerar las probabilidades de ocurrencia de los eventos que activan el pago de un compromiso contingente.

El primer punto corresponde al peor escenario que en la mayoría de los casos es de fácil estimación, por ende se debe enfocar en el segundo punto, con la finalidad disponer de un modelo de valoración que incorpore las probabilidades de ocurrencia de los distintos escenarios. Este análisis es más complejo, pero más pertinente para la toma de decisiones.

El Estado hoy cuenta con modelos de estimación para algunos de los pasivos contingentes como el ingreso mínimo garantizado para las concesiones.

El caso de la elaboración del modelo de los ingresos garantizados para las concesiones se toma en este trabajo como ejemplo de método de elaboración de modelos para pasivos contingentes, trabajo que ha desarrollado el Banco Mundial, por petición del Estado de Chile.

Ejemplo: Modelo de cuantificación de los ingresos mínimos de las concesiones⁵

El sistema de concesiones de carreteras tiene asociada la garantía de ingresos mínimos por tráfico para la concesionaria. En algunos casos se cuenta además con garantía por tipo de cambio.

Los principales resultados de la modelación realizada por el Banco Mundial para este caso son los siguientes:

- El valor esperado (promedio) de los pagos que el gobierno debe hacer o recibir cada año de las concesiones como resultado de las garantías de ingresos de tráfico y de divisas;
- La variabilidad de los pagos, incluidas las estimaciones de toda la distribución de probabilidad de los pagos y un indicador del pago máximo (una medida del riesgo del flujo de caja);
- El valor presente de los pagos, teniendo en cuenta las estimaciones del tiempo y riesgo.

⁵ Dirección de Presupuestos. Management of Contingent Liabilities from Transport Concessions, Appendix 5. Documento elaborado por el Banco Mundial.

A grandes rasgos, el modelamiento involucra los siguientes pasos:

- Analizar las variables que activan la garantía por ingreso mínimo de tráfico. Para ello, se basaron en la información presentada en las fichas elaboradas por Hacienda (resumen de los aspectos clave de concesión), el anexo de Gómez-Lobo, 1997, y varios archivos electrónicos del MOP y Hacienda (para las fechas, el tráfico y los ingresos de tráfico, peajes, entre otras). En algunos casos, también se examinaron los documentos propios de cada concesión.
- La creación de modelos estocásticos de los ingresos del tráfico y el tipo de cambio, es decir, modelos con tendencias y uno o más elementos aleatorios, que pueden ser utilizados para las proyecciones.
- La combinación de los dos primeros elementos en una simulación de Monte Carlo para obtener estimaciones de las distribuciones de probabilidad de los futuros pagos, a partir de valores esperados y otras medidas que pueden ser derivadas.
- La valoración de los pagos esperados, haciendo los ajustes pertinentes de las características de tiempo y riesgo asociados. Para las garantías de ingresos por tráfico requirió la ejecución de otra simulación en paralelo, mientras que para la garantía de tipo de cambio, los valores se pudieron calcular analíticamente.

Para elaborar el modelo principal de pagos por ingreso mínimo garantizado se utilizó la información de 20 carreteras concesionadas.

El modelado se realiza en Excel, utilizando un programa complementario llamado Crystal Ball para ejecutar las simulaciones.

El desarrollo del modelo se llevó a cabo eligiendo un modelo estocástico de ingresos por tráfico, tomando las variables que se consideraron relevantes para este caso. Se plantearon 3 modelos desde uno sencillo a uno más complejo: un modelo estadístico, un modelo económico global y un modelo económico desagregado. El modelo estadístico se inicia con niveles de ingresos por tráfico y hace suposiciones sobre la forma en que evolucionan estos ingresos con el tiempo, las tasas de crecimiento, la volatilidad de los ingresos de tráfico y las correlaciones entre los ingresos en las diferentes carreteras. No intenta explicar los cambios en términos de cualquier otra cosa y por lo tanto es relativamente simple. El modelo económico global se inicia con un nivel de ingresos de tráfico y hace suposiciones acerca de cómo va a cambiar el total de los ingresos con los cambios en el PIB, el precio de la gasolina y el tiempo, por lo que hace suposiciones sobre la forma en que el PIB y el precio de la gasolina evolucionarán con el tiempo. Por lo tanto tiene más parámetros que el modelo estadístico. Por último el modelo económico desagregado es como el modelo económico global, excepto que parte con los niveles de los peajes para cada categoría de tráfico y, para cada uno, hace suposiciones acerca de cómo los niveles de tráfico van a cambiar con el PIB. Por lo tanto, tiene más parámetros que el modelo económico global.

2.2 Distribuciones de probabilidad

Para entender qué es y para qué es útil una distribución de probabilidad, se debe comenzar por entender qué es una Variable Aleatoria. Ésta es una función que asocia un número real con cada elemento del espacio muestral, es decir, se asocia con cada elemento del conjunto de todos los resultados posibles de un experimento estadístico. Existen variables aleatorias discretas, si se puede contar su conjunto de resultados posibles, y variables aleatorias continuas, cuando puede tomar valores en una escala continua. En este caso se hará énfasis al estudio de variables aleatorias discretas, pues se deberá trabajar con probabilidades de ocurrencia o no de ciertos hechos, lo que genera un espacio de sólo dos resultados posibles. Las variables aleatorias se denotan con letras mayúsculas, por ejemplo, la variable aleatoria X .

Dados los eventos $E_1, E_2, \dots, E_n \in S$, se dice que X es una variable aleatoria, si a cada valor de x_i que asume cada E_i , se le asocia su probabilidad de ocurrencia y cumple con las siguientes condiciones:

a) La probabilidad para todo valor que asuma la variable aleatoria x_i , será mayor o igual a cero pero menor que uno.

$$0 \leq P(x_i) \leq 1 \text{ para todo } x_i$$

b) La suma de todas las probabilidades asociadas a todos los valores que toma la variable x , es igual a la unidad.

$$\sum_{i=1}^n p(x_i) = 1$$

La distribución de probabilidad para una variable aleatoria discreta puede ser:

1. Una relación teórica de resultados y probabilidades que se puede obtener de un modelo matemático y que representa algún fenómeno de interés.
2. Una relación empírica de resultados y sus frecuencias relativas observadas.
3. Una relación subjetiva de resultados relacionados con sus probabilidades subjetivas o artificiales que representan el grado de convicción del encargado en tomar decisiones sobre la probabilidad de posibles resultados.

2.3 Árbol Binomial

Para realizar el modelo objeto de este trabajo se utilizarán árboles binomiales, por lo que se presenta en este marco conceptual los principales aspectos de este tipo de herramienta.

La técnica de construcción de árboles binomiales es utilizada para estudiar distintos tipos de problemas, siendo los más usados los árboles de decisión (teoría de decisión) y valoración de opciones u otros activos subyacentes por árboles binomiales.

El primer paso para resolver problemas complejos es descomponerlos en subproblemas más simples. Los árboles ilustran la manera en que se pueden desglosar los problemas y la secuencia del proceso en estudio. Por ejemplo, para la toma de decisiones, el árbol estructura las etapas consecutivas involucradas en dicho proceso de toma de decisión y en el caso de la valoración de una opción, el árbol representa los posibles estados en que podría estar el valor de ejercer o no la opción en un cierto periodo. Independiente del objetivo para el que se utilizará un árbol, la metodología de trabajo es siempre igual; un árbol está compuesto de nodos y ramas.

- Un nodo es un punto de unión.
- Una rama es un arco conector.
- La secuencia temporal se desarrolla de izquierda a derecha.
- Un pago es la consecuencia que resulta de la combinación de una alternativa elegida (variable de decisión) y la ocurrencia de un particular estado de la naturaleza

En el caso de árboles de decisión existen nodos en los que se debe tomar una decisión y se representa con un cuadrado. Además existen nodos que representan los estados de la naturaleza, que corresponden a eventos o variables no controlables.

En el caso de este estudio no existen nodos de decisión pues todas las situaciones corresponden a eventos ligados a una probabilidad, por ende el árbol a utilizar sólo contendrá nodos de estados de la naturaleza.

De un nodo de estado de la naturaleza salen ramas de estado de la naturaleza que representan los posibles resultados provenientes de eventos inciertos sobre los cuales no se tiene control y cada nodo terminal tiene asociado un pago. Las ramas que llegan a un nodo desde la izquierda ya ocurrieron. Las ramas que salen hacia la derecha todavía no ocurrieron. Las probabilidades se indican en las ramas de estado de la naturaleza.

Las probabilidades involucradas en este tipo de árbol corresponden a probabilidades de eventos dependientes, esto es, la probabilidad de que ocurra un evento A depende de que haya o no ocurrido un evento B. A este tipo de probabilidades se les llama probabilidad condicional y se denota como:

$$P(A/B)$$

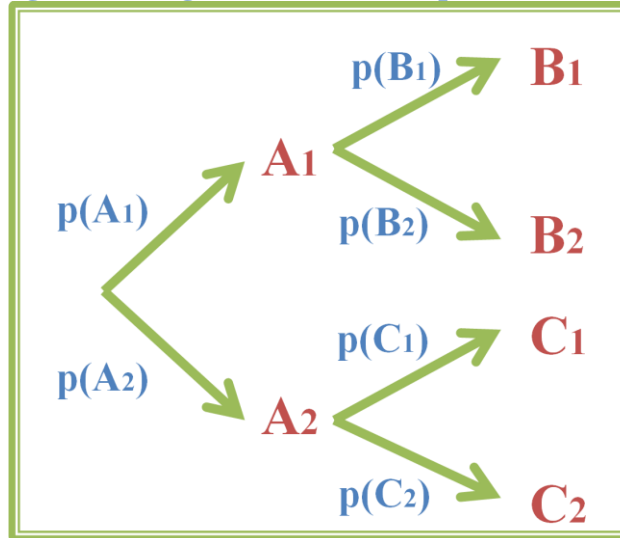
Si se tiene un árbol como el que se presenta en la figura 2, se debe cumplir que:

$$\begin{aligned} P(B_1) &\rightarrow P(B_1/A_1) \\ P(B_2) &\rightarrow P(B_2/A_1) \\ P(C_1) &\rightarrow P(C_1/A_2) \\ P(C_2) &\rightarrow P(C_2/A_2) \end{aligned}$$

Además las probabilidades de cada grupo de ramas deben sumar 1, es decir:

$$\begin{aligned} P(A_1) + P(A_2) &= 1 \\ P(B_1) + P(B_2) &\rightarrow P(B_1/A_1) + P(B_2/A_1) = 1 \\ P(C_1) + P(C_2) &\rightarrow P(C_1/A_2) + P(C_2/A_2) = 1 \end{aligned}$$

Figura 2: Diagrama de árbol de probabilidades



Fuente: Elaboración propia

Trabajando de atrás hacia adelante en el árbol, se calcula el valor esperado para cada nodo de estado de la naturaleza. El Valor Esperado es la suma ponderada de los pagos correspondientes a las alternativas del nodo. El factor de ponderación de cada pago es la probabilidad de ocurrencia del estado de la naturaleza asociado a ese pago.

En este trabajo no se busca llegar a una solución óptima ni buscar aquella alternativa que entregue la mejor utilidad esperada, como es el objetivo de un árbol de decisión, por ende el resultado del Valor Esperado en este caso corresponderá al monto esperado a pagar por la garantía al crédito de financiamiento de estudios superiores. Sin embargo, no se calculará el valor esperado a pagar con el cálculo ponderado de atrás hacia adelante clásico, sino que se realizará una simulación de Monte Carlo.

2.4 Simulación de Monte Carlo

La simulación de Monte Carlo (MC) es una técnica cuantitativa que hace uso de la estadística y los computadores para imitar, mediante modelos matemáticos, el comportamiento aleatorio de sistemas reales no dinámicos. Por lo general, cuando se trata de sistemas cuyo estado va cambiando con el paso del tiempo, se recurre bien a la simulación de eventos discretos o bien a la simulación de sistemas continuos.

La clave de la simulación MC consiste en crear un modelo matemático del sistema, proceso o actividad que se quiere analizar, identificando aquellas variables (inputs del modelo) cuyo comportamiento aleatorio determina el comportamiento global del sistema. Una vez identificados dichos inputs o variables aleatorias, se lleva a cabo un experimento consistente en:

1. Generar con ayuda de un computador muestras aleatorias (valores concretos) para dichos inputs.
2. Analizar el comportamiento del sistema ante los valores generados.

Tras repetir n veces este experimento, se dispondrá de n observaciones sobre el comportamiento del sistema, lo cual será de utilidad para entender el funcionamiento del mismo. El análisis será más preciso cuanto mayor sea el número n de experimentos que se lleven a cabo.

Los orígenes de esta técnica están ligados al trabajo desarrollado por Stan Ulam y John Von Neumann a finales de los 40 en el laboratorio de Los Álamos, cuando investigaban el movimiento aleatorio de los neutrones. En años posteriores, la simulación de Monte Carlo se ha aplicado a una infinidad de ámbitos como alternativa a los modelos matemáticos exactos o incluso como único medio de estimar soluciones para problemas complejos. Así, en la actualidad es posible encontrar modelos que hacen uso de simulación MC en las áreas informática, empresarial, económica, industrial e incluso social. En otras palabras, la simulación de Monte Carlo está presente en todos aquellos ámbitos en los que el comportamiento aleatorio o probabilístico desempeña un papel fundamental. Precisamente, el nombre de Monte Carlo proviene de la famosa ciudad de Mónaco, donde abundan los casinos de juego y donde el azar, la probabilidad y el comportamiento aleatorio conforman todo un estilo de vida.

Los árboles binomiales pueden utilizarse junto con la simulación de Monte Carlo, como es el caso de la valoración de derivados⁶. La técnica consiste en crear, una vez construido el árbol, caminos aleatorios a lo largo de éste. En lugar de moverse desde el final hacia el principio (como es la técnica de valor esperado), se trabaja hacia delante a lo largo del árbol. El procedimiento es el siguiente:

1. Se genera al azar un número entre 0 y 1 en el primer nodo
2. Si el número generado está entre 0 y p (con p la probabilidad de que ocurra un determinado evento), se toma la rama superior (correspondiente a dicho evento). Si el número está entre p y 1, se toma la rama inferior.
3. El procedimiento se repite hasta en el nodo al que se ha llegado en el paso anterior y así en todos los siguientes nodos hasta llegar a un nodo terminal del árbol.
4. Se obtiene el pago bruto de seguir el camino generado (en lugar del valor esperado del árbol).
5. Se lleva a cabo varias repeticiones siguiendo el mismo procedimiento.
6. La estimación final será la media aritmética de todos los pagos brutos obtenidos.

Son muchos los autores que han apostado por utilizar hojas de cálculo de Excel para realizar simulación MC. La potencia de las hojas de cálculo reside en su universalidad, en su facilidad de uso, en su capacidad para re calcular valores y, sobre todo, en las posibilidades que ofrece con respecto al análisis de escenarios. Las últimas versiones de Excel incorporan, además, un lenguaje de programación propio, el *Visual Basic for Applications*, con el cual es posible crear auténticas aplicaciones de simulación destinadas al usuario final. En el mercado existen de hecho varios complementos de Excel (Add-Ins) específicamente diseñados para realizar simulación MC, siendo los más conocidos: @Risk, Crystall Ball, Insight.xla y SimTools.xla.

⁶ John C. Hull. Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones. 2002. Capítulo 17.

III.- Metodología

Para solucionar el problema planteado se ha analizado distintas alternativas, considerando las características principales del sistema en estudio. Existen diversos mecanismos que podrían utilizarse para lograr estimar el presupuesto anual para la garantía del crédito de estudios superiores, entre ellos se encuentran:

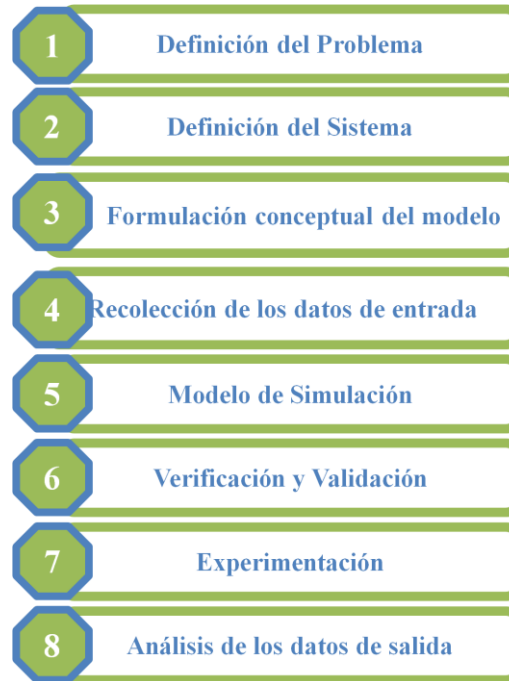
- Metodologías de estimación de provisiones asociadas a seguros.
- Simulación del sistema como un problema de gestión de operaciones en un programa como Arena, que permite representar el sistema como un proceso de llegadas de individuos y decisiones asociadas a cada evento.
- Estimación por medio de la confección de una matriz de riesgos, en la que se puede evaluar cada tipo de beneficiario según sus características y asignarle una puntuación de riesgo de cumplir o no cumplir con los pagos.

Sin embargo, se ha seleccionado la estimación de los pagos futuros por medio de la confección de árboles de probabilidades, que permiten representar cada periodo de evaluación con las distintas alternativas asociadas a dicho periodo y pagos asociados a cada rama. Como la garantía está sujeta a diversas probabilidades, un modelamiento como árbol de probabilidad permite representar cada hecho de activación o no de la garantía en un nodo y cada rama representa la ocurrencia o no de una determinada situación que determina finalmente el pago esperado de cada caso.

Junto con los árboles de probabilidad, se seleccionó como mecanismo de simulación el método de Monte Carlo, pues este permite generar distintos caminos a través del árbol por medio de la generación de caminos aleatorios.

Para el desarrollo de este trabajo se necesita utilizar como eje central la metodología y pasos asociados a Modelamiento y Simulación, que corresponde a las herramientas centrales a utilizar para poder crear el modelo. Los pasos para este trabajo se presentan en la figura 3.

Figura 3: Pasos para creación del modelo



Fuente: Elaboración propia

1- Definición del problema: El problema es desarrollar un modelo de estimación de los pagos que se deben realizar por la garantía estatal al financiamiento de estudios superiores.

2.- Definición del sistema: El sistema está definido en base a las características de cada situación de activación de la garantía, estableciendo los supuestos y consideraciones relevantes de cada caso. En esta etapa se analizarán en base a literatura y estudios ya existentes las variables y datos para poder determinar las probabilidades a considerar, además de establecer las distintas situaciones a modelar para lograr mayor precisión y veracidad de los resultados.

3.- Formulación conceptual del modelo: Se definirán los componentes, las variables y las interacciones lógicas de las distintas situaciones a modelar.

4.- Recolección de los datos de entrada: Los datos de entrada de cada caso serán recolectados de las bases de datos del Ministerio de Educación, la Comisión Administradora del Crédito y otros organismos del gobierno involucrados en el sistema. Los datos a utilizar en todos los casos incluirán:

- Número de beneficiarios del crédito por cohorte, tipo de institución y carrera
- Montos otorgados en créditos
- Montos estimados de cuotas y tasas de interés
- Aranceles de referencia por carrera

Además se utilizarán como datos de entrada las probabilidades asociadas a cada caso y alguna otra variable definida en las etapas anteriores.

5.- Modelo de simulación: Se diseñará en cada caso el árbol de probabilidades asociado con sus ramas y nodos y se establecerá el mecanismo de entrada de los datos y el proceso de simulación. Es posible realizar varias simulaciones, cada una siguiendo distintos caminos aleatorios dentro de cada árbol, para poder obtener distribuciones de pagos y obtener un promedio de ellos. Esto se realizará mediante Excel utilizando además una Simulación de Montecarlo programada en Visual Basic. Cabe destacar que se crearán tantos árboles como casos sean definidos, es decir, se deberán construir árboles con distintos periodos, montos a pagar y tipos de individuos, pues de este modo se puede modelar la realidad de manera más completa.

6.- Verificación y validación: El termino validación se aplica a aquellos procesos que buscan determinar si una simulación es correcta o no respecto al sistema real, es decir, la validación trata de responder a la pregunta ¿se está construyendo el sistema correcto?, mientras que la verificación responde a ¿se está construyendo correctamente el sistema?. La verificación comprueba que la implementación del modelo de simulación (programa) corresponde al modelo, mientras que la validación comprueba que el modelo corresponde con la realidad.

Para verificar el modelo se recurrirá a comprobaciones visuales; ejecutando el modelo y viendo cómo se comporta cada elemento se puede comprobar su comportamiento tanto desde el punto de vista de lógica como de resultados frente al sistema real. Algunas ideas son:

- Crear condiciones extremas, como una tasa de llegadas muy elevada, para comprobar si el modelo se comporta de la forma esperada.
- Explicar el modelo implementado a los expertos para conseguir su opinión respecto al funcionamiento.

Para validar el modelo no se dispone de datos o información histórica del comportamiento de los pagos para comprobar si el modelo entrega resultados similares a la realidad. Por este motivo se utilizará como método de validación el juicio experto, presentando el modelo y sus resultados a las personas con mayor conocimiento y relación con el sistema del crédito, estableciendo de manera más intuitiva si los resultados representan la realidad esperada.

7.- Experimentación: Se realizarán varias corridas del modelo con el fin de establecer la sensibilidad de éste, analizando las variables cuyos cambios afecten los resultados.

La base para la realización de cada modelo se sustenta en la utilización de probabilidades, pues se pretende estimar los montos a pagar por un pasivo contingente, que depende de la ocurrencia o no de ciertos hechos.

El tipo de modelo implementado es de árbol de probabilidades o árbol binomial, donde cada rama representa la probabilidad de ocurrencia o no de un hecho y cada nodo representa el valor o costo asociado.

Cabe señalar que se creará un modelo agregado, en el que se toman todos los datos para todos los cohortes del crédito y se agrupan en segmentos de individuos homogéneos según las principales variables. Luego se confeccionan los modelos y se hacen las estimaciones y supuestos para cada segmento.

IV.- Descripción del modelo

4.1 Casos de activación de la garantía estatal

Para elaborar el modelo general se han identificado las situaciones que activan la garantía estatal. Cada uno de estos factores ha sido analizado para establecer su relevancia en el sistema del crédito y obtener los datos y variables a considerar en el modelamiento. A continuación se presenta el análisis de cada factor de activación de la garantía estatal.

4.1.1 Deserción Académica

La deserción se puede definir como el proceso de abandono, voluntario o forzoso de la carrera en la que se matricula un estudiante, por la influencia positiva o negativa de circunstancias internas o externas a él o ella⁷. Otros autores definen la deserción en la educación superior en forma más operativa como la cantidad de estudiantes que abandona el sistema de educación superior entre uno y otro período académico (semestre o año).

La calidad de desertor universitario es de por sí transitoria, y puede revertirse siempre que el individuo decida hacerlo, en la medida que no haya impedimento alguno para retomar los estudios abandonados en algún momento.

Según algunos analistas se pueden identificar tres períodos críticos para la deserción en la trayectoria de los estudiantes⁸:

- La transición entre el nivel medio superior y la licenciatura que se caracteriza por el paso de un ambiente conocido a un mundo en apariencia impersonal, lo que implica serios problemas de ajuste para los estudiantes.
- El proceso de admisión, cuando el estudiante se forma expectativas equivocadas sobre las instituciones y las condiciones de la vida estudiantil, que al no satisfacerle, pueden conducir a decepciones tempranas y, por consiguiente, a la deserción.
- Cuando el estudiante no logra un adecuado rendimiento académico en las asignaturas del plan de estudios y la institución no le proporciona las herramientas necesarias para superar las deficiencias académicas.

Las causas de la deserción universitaria son múltiples y complejas, ya que existe alta correlación entre algunas de las variables que la determinan. Existen diferentes causas dependiendo de las universidades, carreras, complejidad, métodos de enseñanza y aprendizaje, entre otras dimensiones. Sin embargo, algunos hechos estilizados son válidos para la mayoría de las universidades, lo cual permite definir un perfil general de estudiantes más vulnerables a la

⁷ Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe. Estudio sobre la repitencia y deserción en la educación superior chilena. 2005

⁸ Íbid

deserción sobre la base de: falta de claridad vocacional de los estudiantes, su situación económica, y rendimiento académico⁹.

Cálculo de probabilidades

Se ha obtenido de la base de datos del Consejo Superior de Educación (CSE) estimaciones de las tasas de retención a nivel agregado, en el sistema de educación superior, del seguimiento de las cohortes 2004, 2005, 2006 y 2007. Gracias a la colaboración de un grupo importante y creciente de instituciones, la Secretaría Técnica del CSE ha desarrollado un seguimiento a las cohortes de los años 2004 al 2007, en un proceso piloto cuyos resultados agregados se encuentran disponibles en su sitio Web.

En este estudio se calculó la tasa de retención para cada año de cohorte, con las instituciones que proporcionaron datos en cada año y que cumplían con los siguientes requisitos:

1. Instituciones Abiertas.
2. Sedes que funcionan normalmente.
3. Carreras y programas regulares de pregrado (técnico, bachillerato, plan común profesional, licenciatura y profesional con licenciatura), con estados de carrera: “funciona normalmente” y “no admite alumnos nuevos”.

La retención es calculada como la fracción de los alumnos de una determinada cohorte que se matricularon en la institución el año siguiente, conservando su calidad de alumno regular.

De estos datos es posible obtener las tasas de deserción, que corresponde a aquellos alumnos que no continuaron estudiando como alumnos regulares en la misma institución, utilizando la fórmula:

$$D_i = 1 - R_i$$

Donde D_i corresponde a la tasa de deserción i y R_i es la tasa de retención asociada. Así se han calculado las tasas de deserción para distintos casos, considerando tipo de institución, carrera y año.

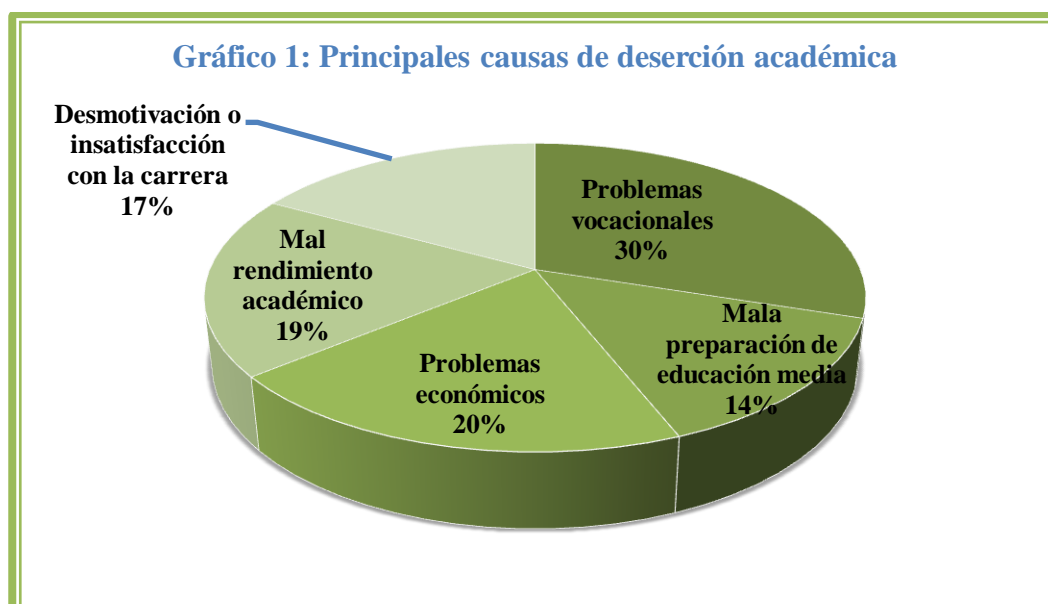
Se han seleccionado para este trabajo los datos de deserción para el cohorte 2004, pues para ellos se cuenta con datos para 4 años progresivos, lo que permite capturar y modelar la situación para periodos más largos.

Las tasas de deserción pueden ser tomadas como la probabilidad de que un alumno perteneciente a una determinada carrera y que cursa un determinado año deserte. Sin embargo es necesario hacer algunas consideraciones adicionales antes de aplicar estas probabilidades al modelo, pues el tipo de deserción que se considera en el sistema de crédito con garantía estatal es distinto. Los datos obtenidos del CSE corresponden a cifras de alumnos que no se matricularon al año siguiente en la misma institución y en la misma carrera, pero es muy probable que un alumno

⁹ Centro de Microdatos del Departamento de Economía, U. de Chile. Informe final estudio sobre causas de la deserción universitaria. 2008.

considerado desertor en dicho caso, al año siguiente se haya matriculado en otra carrera u otra institución. Esta situación no es considerada deserción para el sistema del crédito, pues como ya se mencionó se considera deserción a la situación en que un alumnos deje de estudiar y no se haya matriculado en otra institución por un periodo de 12 meses a contar de la última fecha registrada de asistencia en su institución de educación.

Es necesario agregar una nueva variable asociada a la probabilidad de que un alumno desertor en un determinado año no se matricule al año siguiente en una institución de educación superior. Este sería el caso de un alumno que se retira de la universidad y comienza a trabajar, situación que es más factible en aquellos casos en que el motivo de deserción sea problemas económicos. Así lo demuestra el estudio sobre causas de la deserción universitaria realizado por el Centro de Microdatos de la Facultad de Economía de la Universidad de Chile, estudio encargado por la CSE el año 2008. El gráfico 1 muestra las principales causas de deserción académica en la educación superior chilena, resultando un 20% que deserta por problemas económicos.



Fuente: Centro de Estudios de Microdatos

Este mismo estudio señala en su resumen lo siguiente:

Ante disminuciones en el ingreso familiar, debido a cesantía del padre, o cualquier razón que disminuya abruptamente sus niveles de ingreso, algunos estudiantes optarían por desertar de la educación superior, para ingresar a la fuerza de trabajo y contribuir a financiar su mantención. En las universidades del CRUCH¹⁰ aproximadamente un 43% de los estudiantes pertenecen a los 3 primeros quintiles de ingresos, mientras que en las universidades privadas el porcentaje alcanza un 28%.

¹⁰ Consejo de Rectores de Universidades Chilenas.

Se observa además que los otros motivos de deserción académica no son factores que imposibiliten el volver a matricularse ya sea en otra carrera u otra institución, sino más bien corresponden a casos en que el alumno desertor busca una nueva carrera y/o institución para volver a matricularse.

Se puede interpretar según lo planteado que la probabilidad de que un alumno desertor no vuelva al sistema educacional es de **20%**. Ésta es por tanto la probabilidad condicional siguiente:

$$P(\text{no volver a matricularse/desertó}) = P(N/D)$$

Para el caso de estudio se necesita obtener la probabilidad de que un alumno deserte y no se vuelva a matricular, es decir:

$$P(\text{no volver a matricularse} \cap \text{desertó}) = P(N \cap D)$$

Esta probabilidad se calcula finalmente como:

$$P(N \cap D) = P(N/D) * P(D)$$

Se han calculado las probabilidades para cada carrera de que un alumno deserte y no se vuelva a matricular, obteniéndose así las probabilidades de deserción para el sistema del crédito. Se ha multiplicado cada tasa de deserción ($P(D)$) por $P(N/D) = 0.2$ para todos los casos.

La última probabilidad que se debe considerar para poder desarrollar el modelo es la de incumplimiento del pago de las cuotas correspondientes, pues un alumno que deserta del sistema puede cumplir o no con el pago del crédito.

Se puede afirmar que a menor ingreso familiar, mayor es la probabilidad de que no se pague el monto adeudado, pues hay un impedimento económico de hacerlo. Es por este motivo que se ha calculado la probabilidad de incumplimiento de los alumnos desertores del sistema en base al percentil de ingresos al que pertenecen los beneficiarios, seleccionando el porcentaje de alumnos pertenecientes al primer quintil. Este porcentaje se puede interpretar como la probabilidad de encontrar un beneficiario que pertenece al primer quintil. Para cada tipo de carrera se ha calculado esta probabilidad como:

$$P(\text{Incumplimiento Desertores}) = \frac{N^{\circ} \text{ beneficiarios primer quintil}}{\text{Total beneficiarios}}$$

4.1.2 Incumplimiento Justificado

El sistema de crédito de financiamiento de estudios superiores tiene considerado que una vez egresado un beneficiario éste pueda incumplir en los pagos de las cuotas a la entidad financiera por encontrarse cesante, lo que corresponde a un incumplimiento justificado. La Ley 20.027 establece que se suspenderá temporalmente del pago de las cuotas al beneficiario que acredite no estar trabajando, lo que debe ser calificado por la Comisión. En este caso es el Estado

que debe realizar los pagos de las cuotas por el periodo establecido de suspensión, el que no puede ser mayor a 12 meses.

Para que opere esta suspensión de la obligación de pago por cesantía, el deudor debe informar oportunamente a la Comisión que se encuentra en situación de incapacidad de pago por carecer de cualquier tipo de actividad remunerada, presentando una declaración jurada.

Se establece además que existe incapacidad de pago cuando el valor de la cuota del crédito representa más del 50% de los ingresos líquidos mensuales percibidos por el deudor, salvo que dicho ingreso supere las 18 U.F.

La declaración jurada que debe presentar el deudor debe ser acompañada de los antecedentes que acrediten los ingresos totales percibidos por el deudor y su grupo familiar durante los últimos 3 meses. La comisión evalúa dentro de un plazo de 30 días la situación de cada deudor que realiza esta solicitud y sobre los antecedentes se determinará el periodo por el cual se hará efectiva la suspensión.

Se entiende por Cesantía a la carencia de cualquier tipo de actividad remunerada, y esta condición puede producirse durante todo el plazo de pago del crédito. Así es posible identificar dos situaciones en las que podría hacerse efectiva la garantía del estado.

- Beneficiario egresado que no ha encontrado trabajo durante los 18 meses posteriores a su egreso en los que no se hace efectivo el cobro de las cuotas, es decir, al mes 19 cuando se debe comenzar a pagar las cuotas a la entidad financiera, el alumno acredita no estar trabajando.
- Beneficiario que ha tenido trabajo durante algún periodo y ha pagado las cuotas correspondientes, pero pierde el trabajo.

Cálculo de probabilidades

Para estimar las probabilidades asociadas a este caso se podría revisar la literatura en relación a cesantía y las estadísticas del país en temas de desempleo. Sin embargo, si bien existe mucha información al respecto, los índices de desempleo del país se calculan en base a la fuerza laboral total del país y se puede encontrar información desagregada de estos indicadores por sector económico o productivo, quintil de ingresos, región u otras variables demográficas. Para el sistema en estudio esta información no es significativa y no permite modelar con mejor precisión la situación real.

Es necesario establecer la tasa de desempleo observando el segmento de personas con estudios superiores, en base a las diferencias que existen entre el mercado laboral de un profesional u otro, pues la probabilidad de que un médico quede cesante es muy distinta a la de un arquitecto o un profesor. Hay dependencia además si la persona es recién egresada o ya tiene experiencia.

Se ha recolectado y agrupado las tasas de empleabilidad ρ carrera y duración de éstas para el primer y segundo año desde el egreso¹¹ y se ha asignado una medida de riesgo de cesantía según el siguiente criterio:

Tabla 5: Riesgo de cesantía

Nivel de riesgo	Tramo tasa de empleabilidad
Alto	$0\% \leq \rho \leq 35\%$
Medio	$35\% < \rho \leq 70\%$
Bajo	$\rho > 70\%$

Fuente: Elaboración propia

El número de niveles ha sido elegido considerando una cantidad que permita establecer diferencias entre una carrera y otra, pero manteniendo un número de niveles mínimo para evitar que la dimensión total del problema (variables y niveles por cada una) sea muy alta. Con esta separación del riesgo de cesantía en tres niveles se logra este objetivo.

Se debe considerar además el caso en que no hay cesantía, pero el valor de la cuota supera la mitad del ingreso del beneficiario, salvo que éste sea mayor que 18 UF. Considerando los datos de ingresos promedio por carrera, obtenidos de la base de datos del Ministerio de Educación¹² es posible determinar aquellos casos en que hay mayor probabilidad de ocurrencia de esta situación. En la tabla siguiente se presentan los datos utilizados para el análisis:

Tabla 6: Valores considerados en el análisis

Sueldo máximo para justificación (U.F.)	18
Valor U.F (30-09-2009)	20.834
Sueldo máx. al que existe justificación (\$)	375.012

Fuente: Elaboración propia

Se han establecido 3 niveles de ingresos, siendo el nivel más bajo aquellos ingresos menores o iguales a 18 U.F. el nivel medio el intervalo de ingresos entre 18 y 36 U.F. y el nivel alto los ingresos sobre las 36 U.F.

El caso de incumplimiento justificado permite la suspensión por hasta 12 meses del pago de las cuotas, periodo en el que el Estado se hace cargo del pago a la entidad financiera. Una vez cumplido el periodo de gracia, el beneficiario tiene que volver a pagar las cuotas y debe devolver al Estado lo que éste desembolsó. Se puede representar este caso como la extensión del periodo de pago de la deuda en un año más. Los criterios considerados para extender el plazo del pago son aquellos en que se cumple simultáneamente las características presentadas en la tabla 7,

¹¹ Fuente: www.futurolaboral.cl

¹² Fuente: www.futurolaboral.cl.

Tabla 7: Casos con mayor probabilidad de Justificación

Nivel de Ingresos	Riesgo de Cesantía
Bajo	Alto
Medio	Alto
Alto	Alto
Bajo	Medio
Bajo	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Estos casos consideran las situaciones en que con mayor probabilidad se podría solicitar la suspensión del pago del crédito, ya sea por cesantía o porque la cuota supera la mitad del ingreso, caso sólo aplicable a ingresos menores a 18 U.F. (nivel de ingresos bajo).

4.1.3 Incumplimiento sin justificación

Como en todo crédito, existe riesgo de que no se cumpla con los pagos de las cuotas asociadas a éste, a pesar de los mecanismos de cobro y castigo que para el sistema de crédito en estudio existen. Es por esto que se debe considerar la probabilidad en el largo plazo del pago o no de las cuotas. Hay varios factores que determinan el pago de un crédito, siendo el principal el nivel de ingresos de las personas, pues es evidente que a mayores ingresos, mayor es la posibilidad de pagar las cuotas.

Cálculo de probabilidades

Se utilizó como medida de riesgo para este caso el nivel de ingresos de los beneficiarios una vez egresados de sus respectivas carreras. Se ha obtenido de la base de datos del Ministerio de Educación¹³ los ingresos promedios de cada carrera, para el primer y quinto año de haber egresado. Al igual que en el caso de cesantía, se ha clasificado el riesgo en cada caso según la siguiente condición:

Tabla 8: Riesgo de Incumplimiento Injustificado

Nivel de riesgo	Tramo de Ingresos
Alto	$\text{Ingreso} \leq \rho \leq 18 \text{ U.F.}$
Medio	$18 \text{ U.F.} < \text{Ingreso} \leq 36 \text{ U.F.}$
Bajo	$\text{Ingreso} > 36 \text{ U.F.}$

Fuente: Elaboración propia

¹³ Fuente: www.futurolaboral.cl

Los valores tomados como límites responden al nivel de ingreso crítico asociado a la justificación de incumplimiento por bajo ingreso (18 U.F.) que equivale a \$375.012¹⁴, considerado como un ingreso bajo y de alto riesgo.

Al igual que en el caso de incumplimiento justificado se han seleccionado tres niveles para lograr una clasificación representativa del total de los casos, sin caer en una dimensión muy elevada del problema general, que si bien un mayor número de niveles aportan información más detallada, la dimensión final del problema haría muy difícil su manejo, modelamiento y obtención de resultados.

Estos tres niveles son sólo un indicador del riesgo de incumplimiento, pero no son la probabilidad de que esto ocurra. Para poder estimar la probabilidad de que un individuo egresado incumpla en el pago de alguna de las cuotas del crédito que le fue otorgado, se recurrió a la información de riesgo de créditos disponible en el informe financiero mensual de la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras (SBIF)¹⁵. De dicho informe se ha extraído el riesgo asociado a los créditos de consumo y a los créditos hipotecarios.

Dado que el plazo de pago de los créditos va de 15 a 20 años, se utilizó el riesgo de créditos de consumo como indicador de riesgo al año 5 del plazo de pago, pues los créditos de consumo por lo general tienen plazos de pago menores. El riesgo de créditos hipotecarios se utilizó como medida de riesgo del año 20, debido a que son créditos a largo plazo. Estos valores corresponden a **2,68%** para créditos de consumo y **5,45%** para créditos de vivienda. Estos valores se interpretan como el porcentaje acumulado de incumplimiento cada año para cada tipo de crédito, es decir, partiendo de un nivel de 0% de incumplimientos el año 0, luego el año 5 el porcentaje acumulado de créditos morosos es un 2,68% y así para cada año, hasta llegar a un porcentaje acumulado de incumplimientos de 5,45% el año 20, dicho de otro modo, el año 20 hay un 5,45% del total de créditos que no han sido pagados.

Estos valores se consideran como el riesgo medio de incumplimiento, debiéndose estimar valores para los niveles bajo y alto a partir de ellos. Así se estimó un valor mínimo y uno máximo de manera que el promedio de ellos sea igual al riesgo medio, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Riesgo Bajo} = 2 * \text{Riesgo Medio} - \text{Riesgo Alto}$$

Realizando este cálculo para distintos valores de riesgo alto (tomado como variable) se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 9.

¹⁴ Valor U.F. \$20.834 al 30 de Septiembre del 2009

¹⁵ Reporte de información financiera mensual, Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras, Octubre 2009.

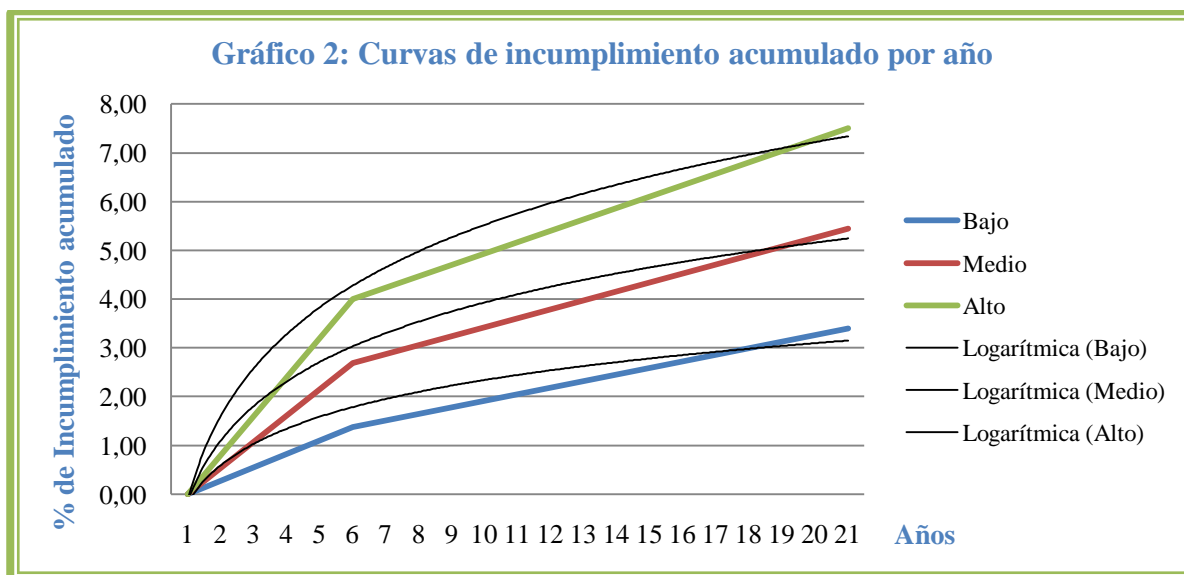
Tabla 9: Estimación de riesgo alto y bajo a partir del riesgo medio

Vivienda		Consumo	
Riesgo Alto	Riesgo Bajo	Riesgo Alto	Riesgo Bajo
6,00	4,89	3,00	2,37
6,50	4,39	3,50	1,87
7,00	3,89	4,00	1,37
7,50	3,39	4,50	0,87
8,00	2,89	5,00	0,37
8,50	2,39	5,50	-0,13
9,00	1,89	6,00	-0,63

Fuente: Elaboración propia

Se han seleccionado para el año 5 (consumo) un riesgo bajo de 1,37% y un riesgo alto de 4%, mientras que para el año 20 (vivienda) se seleccionaron los valores de 3,39% y 7,5% para riesgos bajo y alto respectivamente.

Para cada nivel de riesgo se han graficado en Excel los dos valores de riesgo acumulado (años 5 y 20), junto con el valor 0 al año 0 y se asignó una línea de tendencia logarítmica, pues con ella se obtienen curvas con un crecimiento tenue. Las curvas obtenidas para cada nivel de incumplimiento se presentan en el gráfico 2. Cabe destacar que el eje horizontal (años) comienza en el valor 1 para poder calcular la función logarítmica, por lo que se han desplazado en un año los valores.



Fuente: Elaboración propia

Las funciones de las líneas de tendencia obtenidas de cada nivel, que representan el comportamiento de cada curva, son las siguientes:

- Nivel Bajo:

$$f(x) = 2,4476 * \ln(x) - 0,1124$$

$$R^2=0,996$$

- Nivel Medio:

$$f(x) = 1,7689 * \ln(x) - 0,1416$$

$$R^2=0,9879$$

- Nivel Alto:

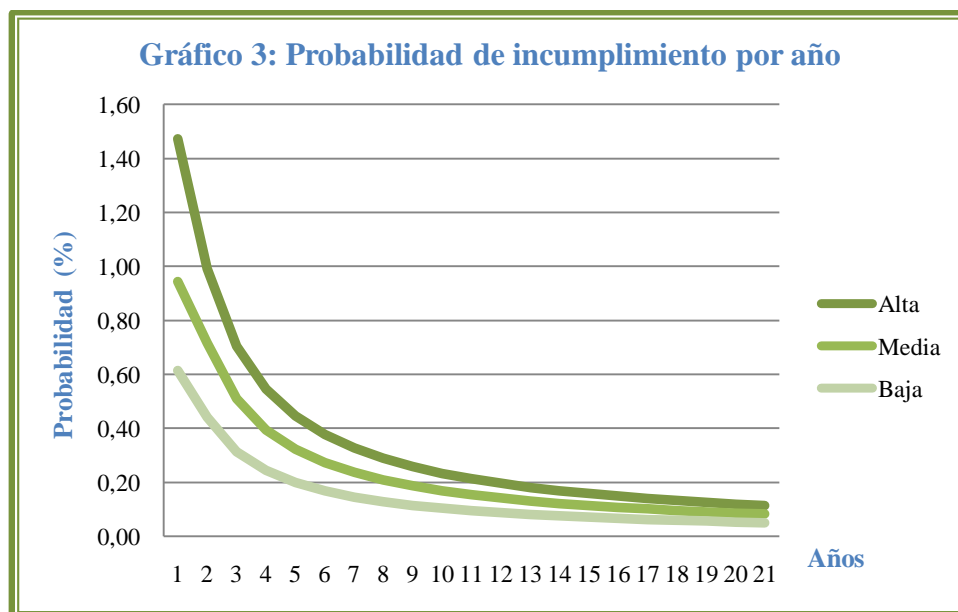
$$f(x) = 1,0904 * \ln(x) - 0,1702$$

$$R^2=0,9555$$

Los valores de R^2 obtenidos en cada caso reflejan un buen ajuste de la curva a los datos entregados. Con estas funciones se calcularon las probabilidades acumuladas de incumplimiento para cada año, desde el año 1 al año 21. Una vez obtenidas estas probabilidades se calculó la probabilidad exacta de incumplir un año determinado, pues como ya se mencionó, las curvas obtenidas con las funciones logarítmicas representan probabilidades acumuladas.

Para calcular la probabilidad de incumplir cada año dado que el año anterior se cumplió con el pago, se utilizó la diferencia simple entre el riesgo acumulado el año i menos el riesgo acumulado al año $(i-1)$. Esto debido a que la diferencia entre las probabilidades acumuladas se puede interpretar como el riesgo de que exactamente haya incumplimiento un determinado año, lo que puede ocurrir sólo en el caso de que el año anterior no hubiera incumplimiento, es decir, se cumplió con el pago del crédito.

Las probabilidades acumuladas y las exactas para cada año se presentan en la tabla 10 y el gráfico 3 presenta el comportamiento de las probabilidades exactas para cada año.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Probabilidades de incumplimiento acumuladas y exactas para cada año

Año	Riesgo acumulado (%)			Probabilidad de Incumplimiento (%)		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
1	1,584	1,085	0,586	1,47	0,94	0,52
2	2,577	1,802	1,028	0,99	0,72	0,44
3	3,281	2,311	1,341	0,70	0,51	0,31
4	3,827	2,705	1,585	0,55	0,39	0,24
5	4,273	3,028	1,784	0,45	0,32	0,20
6	4,650	3,301	1,952	0,38	0,27	0,17
7	4,977	3,537	2,097	0,33	0,24	0,15
8	5,266	3,745	2,226	0,29	0,21	0,13
9	5,523	3,931	2,341	0,26	0,19	0,11
10	5,757	4,100	2,444	0,23	0,17	0,10
11	5,970	4,254	2,539	0,21	0,15	0,09
12	6,166	4,396	2,627	0,20	0,14	0,09
13	6,347	4,527	2,707	0,18	0,13	0,08
14	6,516	4,649	2,783	0,17	0,12	0,08
15	6,674	4,763	2,853	0,16	0,11	0,07
16	6,822	4,870	2,919	0,15	0,11	0,07
17	6,962	4,971	2,981	0,14	0,10	0,06
18	7,094	5,067	3,040	0,13	0,10	0,06
19	7,220	5,158	3,096	0,13	0,09	0,06
20	7,339	5,244	3,150	0,12	0,09	0,05
21	7,453	5,326	3,200	0,11	0,08	0,05

Fuente: Elaboración propia

Las probabilidades de incumplimiento para cada año están calculadas para los tres niveles de riesgo definidos anteriormente. La probabilidad de cumplir con el pago cada año, dado que el año anterior se cumplió es:

$$P(\text{cumplir año } i) = 1 - P(\text{incumplir año } i)$$

Así, si se define el evento A_i como “incumplir el año i ” y B_i como “cumplir el año i ”, entonces para las ramas que salen de cada nodo se tiene que:

$$P(A_i/B_{i-1}) + P(B_i/B_{i-1}) = 1$$

Es necesario aclarar que cada una de las probabilidades consideradas en los modelo corresponden a la probabilidad condicional de que ocurra A_i dado que ocurrió $A(i-1)$, es decir, al pararse en un nodo cualquiera la probabilidad asociada a pasar al siguiente nodo corresponde a esta probabilidad condicional. En el caso de deserción se tiene que la probabilidad de que un

alumno deserte en un año determinado es la probabilidad de que dado que no desertó en el periodo anterior, lo haga en el periodo actual. A su vez, la probabilidad de que pague o no pague corresponde en realidad a la probabilidad que dado que el beneficiario desertó, éste no pague. Esta distinción es relevante pues para que el árbol de probabilidades tenga sentido, las probabilidades asociadas a cada rama debe ser la probabilidad condicional asociada a dicha rama.

4.2 Agrupación

Como primera variable de clasificación, se debe distinguir entre los distintos tipos de institución de educación superior, que como ya se ha mencionado corresponden a Universidades, Institutos Profesionales (IP) y Centros de Formación Técnica (CFT). Sin embargo para la elaboración de los modelos es importante la duración de cada carrera, por lo que se ha utilizado la siguiente clasificación:

- **Carreras tipo 1:** Carreras técnicas de hasta 6 semestres
- **Carreras tipo 2:** Carreras profesionales de 8 semestres sin licenciatura
- **Carreras tipo 3:** Carreras profesionales de más de 8 semestres

En el modelo se debe considerar el arancel de referencia de cada carrera y estimar un promedio del porcentaje de crédito otorgado a los beneficiarios, pues estos montos van desde \$200.000 y el máximo es el 100% del arancel de referencia, establecido anualmente por el Ministerio de Educación para cada carrera e institución. Normalmente el arancel de referencia es menor que el arancel real de la carrera.

El arancel de referencia es distinto para cada carrera e institución de educación superior, encontrándose para la misma carrera, aranceles de referencia distintos entre una institución y otra.

Los datos de aranceles de referencia se obtuvieron del sitio Web del ministerio de educación destinado a la información de becas y créditos para estudios superiores.¹⁶ Estos datos se encuentran disponibles por institución de educación superior y para cada programa de estudios. Se obtuvo información de más de 6.000 programas, cada uno con un arancel de referencia distinto. Estos datos fueron agrupados en primer lugar por tipo de carrera (tipo 1, tipo 2 y tipo 3) y luego fueron agrupadas por carrera y/o área de estudios.

Estos aranceles de referencia fueron a su vez agrupados en 4 tramos, con el objetivo de determinar los plazos de pago de los créditos. El plazo de pago de los créditos es fijo y depende del tipo de carrera cursada, del tramo del arancel de referencia de la carrera y del año cursado al momento de recibir el beneficio. Existen tres plazos de pago; 10, 15 o 20 años.

El plazo de pago de los créditos según el tramo de arancel de referencia, tipo de carrera y año cursado al momento de la asignación se presenta en la siguiente tabla.

¹⁶ www.becasycreditos.cl

Tabla 11: Plazos de pago de Créditos

Tramo	Tramo de arancel de referencia (UF)		Carreras Técnicas (Tipo 1)		Profesional sin licenciatura (Tipo 2)		Profesional con Licenciatura (Tipo 3)	
	Mínimo	Máximo	Nivel de estudios	Plazo (años)	Nivel de estudios	Plazo (años)	Nivel de estudios	Plazo (años)
I	0	40	1°	15	1° y 2°	15	1° y 2°	15
	0	40	2° en adelante	10	3° en adelante	10	3° en adelante	10
II	41	70	1°	15	1° y 2°	15	1° y 2°	20
	41	70	2° en adelante	10	3° en adelante	10	3° en adelante	15
III	71	100	1°	20	1° y 2°	20	1°, 2°, 3°y 4°	20
	71	100	2° en adelante	15	3° en adelante	15	5° en adelante	15
IV	101	155	1°	20	1° y 2°	20	1°, 2°, 3°y 4°	20
	101	155	2° en adelante	15	3° en adelante	15	5° en adelante	15

Fuente: www.ingresa.cl

En el anexo B se presentan los aranceles de referencia promedio para cada tipo de carrera, además del tramo de arancel al que pertenece¹⁷.

Al clasificar los aranceles de referencia promedio obtenidos según los cuatro tramos de la tabla 14 se logró establecer los posibles plazos de pago para cada tipo de carrera, reduciendo esta dimensión de 9 (3 tipos de carrera por tres plazos de pago) a 7. Los plazos posibles para cada tipo de carrera se presentan en la tabla 12.

Tabla 12: Plazos posibles de pago por tipo de carrera

	Tramos de Arancel	Plazos posibles (años)
Carreras tipo 1	I y II	10 y 15
Carreras tipo 2	II y III	10, 15 y 20
Carreras tipo 3	II, III y IV	15 y 20

Fuente: Elaboración propia

¹⁷ Los tramos se han calculado en base al valor de la U.F. del 30 de Septiembre del 2009.

El plazo final a utilizar en cada modelo dependerá del año cursado al momento de asignación del crédito y del tramo del arancel de referencia de cada carrera.

Para la confección del modelo general son muchas las variables y parámetros a considerar, por este motivo se formaron grupos de carreras que compartieran similares características para luego armar para cada grupo un modelo de árbol distinto. Se logró formar estos grupos utilizando los siguientes criterios de agrupación:

- Tipo de carrera
- Tramo de arancel de referencia
- Riesgo de Cesantía (primer y segundo año desde el egreso)
- Riesgo de Incumplimiento (primer y quinto año desde el egreso)

A las carreras ya separadas por tipo (1, 2 o 3) se les completó los datos de riesgos de cesantía y de incumplimiento y el tramo del arancel de referencia. Así fue posible obtener 16 grupos homogéneos en estas variables, presentados en la siguiente tabla

Tabla 13: Grupos para modelos y sus características

Grupo	Áreas	Tramo Arancel	Riesgo de Incumplimiento		Riesgo de Cesantía	
			Primer año	Quinto año	Primer año	Segundo año
1	Técnico en Arquitectura	I	Alto	Alto	Alta	Media
	Párvulo					
	Secretariado					
	Trabajo social					
2	Agrícola y ganadera	II	Alto	Alto	Alta	Media
	Audiovisual					
	Diseño					
	Relaciones públicas/publicidad					
	Tec. Dental/Laboratorista					
Turismo						
3	Alimentos	II	Alto	Alto	Baja	Baja
	Farmacia					
	Ginecología y obstetricia					
	Tec. Enfermería					
4	Administración de Empresas	II	Medio	Medio	Baja	Baja
	Administración y gestión					
	Climatización y refrigeración					
	Comercio/ventas					
	Contabilidad y finanzas					
	Electricidad					
	Electrónica					
Topografía						

5	Análisis de sistemas	II	Medio	Medio	Medio	Medio
	Construcción					
	Fotografía					
	Mantenimiento/mecánica industrial					
	Prevención de Riesgos					
6	Acuicultura	II	Alto	Medio	Media	Baja
	Agropecuaria					
	Cocina y gastronomía					
	Computación e informática					
	Control de calidad/control industrial					
	Dibujo técnico/proyectista					
	Judicial					
	Mecánica					
Programación						
7	Computación e informática	II	Medio	Bajo	Baja	Baja
	Contabilidad y auditoría					
	Prevención de Riesgos					
	Ing. Mecánica/industrial					
8	Diseño	II	Alto	Medio	Media	Baja
	Pedagogía/Educación					
9	Comunicación	II	Medio	Medio	Media	Baja
	Relaciones públicas					
	Ing. Administración y Gestión					
10	Bibliotecología	II	Medio	Medio	Bajo	Bajo
	Contabilidad y auditoría					
	Educación diferencial					
	Pedagogía					
	Relaciones públicas					
Trabajo social						
11	Medicina	IV	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Odontología					
12	Derecho	III	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Geología					
	Ing. Civil					
	Ing. Comercial					
	Química y farmacia					

13	Agronomía	III	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
	Arquitectura					
	Bioquímica					
	Adm. Pública y Ciencias políticas					
	Construcción					
	Enfermería					
	Fonoaudiología					
	Ing. Forestal					
	Ingeniería en alimentos					
	Psicología					
	Sociología					
	Tecnología médica					
	Veterinaria					
	Kinesiología y terapia ocupacional					
14	Artes	III	Medio	Medio	Medio	Medio
	Biología y Química					
	Diseño					
	Teatro					
	Licenciatura					
15	Antropología	III	Medio	Medio	Bajo	Bajo
	Biología Marina					
	Geografía					
	Nutrición					
	Obstetricia y puericultura					
	Periodismo					
16	Psicopedagogía	III	Alto	Medio	Medio/Bajo	Bajo
	Párvulos					
	Traducción e interpretación					

Fuente: Elaboración propia

Los grupos 1 a 6 corresponden a carreras tipo 1, los grupos 7, 8 y 9 son carreras tipo 2 y los restantes 7 grupos (10 a 16) pertenecen a carreras tipo 3. Las carreras o áreas pertenecientes a cada grupo contienen a su vez varios programas de estudio de las distintas instituciones de educación superior.

Una vez armados los grupos, se incorporó en ellos la probabilidad de deserción y el arancel de referencia de cada carrera perteneciente al grupo y se obtuvo el promedio simple de ellos.

Para establecer finalmente el plazo de pago de cada grupo es necesario conocer el nivel cursado de cada carrera al momento de asignación del crédito, información con la que no se dispone a ese nivel de detalle. Sin embargo se analizó para cada grupo, según su arancel de referencia promedio, el valor futuro de las cuotas para el menor y mayor plazo. Cabe destacar que para todos los tipos de carrera el plazo mínimo de pago se otorga a los créditos que han sido asignados en los años finales de la carrera, por lo que los montos totales adeudados son menores. Se realizó un análisis de las situaciones límites, asumiendo distintos porcentajes de crédito

asignado y una tasa de interés fija de 5.8% anual, obteniéndose los datos presentados en las tablas 14 y 15.

Tabla 14: Valor aproximado de cuotas para plazo mínimo de pago, según porcentaje de crédito asignado

Grupo	Arancel de referencia	Años de cobertura	Plazo mínimo (años)	Valor de Cuota (\$)				
				Mínimo ¹⁸	25%	50%	75%	100%
1	783.173,7	2	10	7.939,7		11.640,2	17.460,3	23.280,4
2	993.672,7	2	10	5.945,1	7.384,4	14.768,8	22.153,2	29.537,7
3	960.541,9	2	10	5.945,1	7.138,2	14.276,4	21.414,6	28.552,8
4	1.004.437,8	2	10	5.945,1	7.464,4	14.928,8	22.393,2	29.857,7
5	985.251,4	2	10	5.945,1	7.321,8	14.643,7	21.965,5	29.287,3
6	1.015.435,7	2	10	5.945,1	7.546,1	15.092,3	22.638,4	30.184,6
7	1.160.755,9	2	10	5.945,1	8.626,1	17.252,2	25.878,3	34.504,3
8	1.068.339,9	2	10	5.945,1	7.939,3	15.878,6	23.817,9	31.757,2
9	1.169.670,5	2	10	5.945,1	8.692,3	17.384,7	26.077,0	34.769,3
10	1.247.613,9	3	15	7.939,7	12.382,1	24.764,2	37.146,4	49.528,5
11	2.599.640,9	3	15	7.939,7	25.800,5	51.601,0	77.401,5	103.202,0
12	1.838.013,7	2	15	5.293,1	12.161,1	24.322,2	36.483,3	48.644,3
13	1.751.912,0	2	15	5.293,1	11.591,4	23.182,8	34.774,2	46.365,6
14	1.603.598,7	1	15	2.646,6	5.305,0	10.610,1	15.915,1	21.220,2
15	1.700.372,5	1	15	2.646,6	5.625,2	11.250,4	16.875,6	22.500,8
16	1.416.245,9	1	15	2.646,6	4.685,2	9.370,5	14.055,7	18.741,0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Valor aproximado de cuotas para plazo máximo de pago, según porcentaje de crédito asignado

Grupo	Arancel de referencia	Años duración carrera	Plazo máximo (años)	Valor aproximado de Cuota (\$)				
				Mínimo	25%	50%	75%	100%
1	783.173,7	3	15	7.939,7		15.545,4	23.318,2	31.090,9
2	993.672,7	3	15	7.939,7	9.861,8	19.723,7	29.585,5	39.447,4
3	960.541,9	3	15	7.939,7	9.533,0	19.066,1	28.599,1	38.132,1
4	1.004.437,8	3	15	7.939,7	9.968,7	19.937,4	29.906,1	39.874,7
5	985.251,4	3	15	7.939,7	9.778,3	19.556,5	29.334,8	39.113,1
6	1.015.435,7	3	15	7.939,7	10.077,8	20.155,7	30.233,5	40.311,3
7	1.160.755,9	4	15	10.586,3	15.360,1	30.720,2	46.080,3	61.440,5
8	1.068.339,9	4	15	10.586,3	14.137,2	28.274,4	42.411,6	56.548,7
9	1.169.670,5	4	15	10.586,3	15.478,1	30.956,2	46.434,2	61.912,3
10	1.247.613,9	5	20	13.254,3	20.670,3	41.340,6	62.010,9	82.681,2
11	2.599.640,9	7	20	18.556,0	60.298,7	120.597,5	180.896,2	241.194,9
12	1.838.013,7	6	20	15.905,2	36.542,4	73.084,8	109.627,1	146.169,5
13	1.751.912,0	6	20	15.905,2	34.830,6	69.661,1	104.491,7	139.322,2
14	1.603.598,7	5	20	13.254,3	26.568,2	53.136,4	79.704,7	106.272,9
15	1.700.372,5	5	20	13.254,3	28.171,6	56.343,1	84.514,7	112.686,2
16	1.416.245,9	5	20	13.254,3	23.464,2	46.928,4	70.392,6	93.856,7

Fuente: Elaboración propia

¹⁸ El monto mínimo corresponde a \$200.000 de crédito asignado.

En la tabla 14 se observa que el plazo mínimo de pago se otorga para plazos que van de 1 a 3 años, pues dichos plazos corresponden a los créditos asignados los últimos años de carrera. En estos casos, el valor de las cuotas es bajo para los distintos porcentajes de crédito asignados, incluso para el 100% de asignación, siendo el mayor valor el del grupo 11. Sin embargo, a este grupo pertenecen las carreras de medicina y odontología, cuyos ingresos esperados son altos y sus niveles de cesantía son bajos, por lo que es posible asumir que el riesgo de incumplimiento en este caso es muy bajo. Se puede despreciar del modelo general el análisis para los plazos mínimos de pago, pues los montos considerados no representan un riesgo alto de activación de la garantía.

Distinta es la situación observada en la tabla 15, donde los plazos máximos de pago corresponden a créditos otorgados los primeros años de carrera. Considerando créditos asignados el primer año de carrera se han obtenido los datos de cuotas de esta tabla, pudiéndose observar que para los montos menores de crédito asignado (mínimo y 25%), los valores futuros de las cuotas siguen siendo bajos, no significando un riesgo importante para la activación de la garantía. Para los casos de 50% y 75% las cuotas son mayores que \$30.000 para los grupos 7 en adelante y para el caso del 100% de asignación las cuotas superan los \$30.000 en todos los casos.

Se considerará para el modelo un porcentaje de 100% del arancel de referencia asignado a cada beneficiario, por ser este el escenario más riesgoso de activación de la garantía estatal para todos los grupos.

A partir de los datos de deserción de carreras de mayor duración fue necesario hacer una estimación de las probabilidades de deserción para los grupos que incluyen estas carreras, pues los datos obtenidos del CSE sólo contaban con información hasta el cuarto año. Por eso se debió proyectar la probabilidad de deserción para quinto y sexto año para carreras tipo 3 por medio de estimación de líneas de tendencia y su respectiva ecuación. Los resultados de este análisis se presentan en el anexo D. Las probabilidades por tipo de carrera y grupo además de las desviaciones estándar de cada caso, utilizadas para el posterior análisis de sensibilidad, se presentan en el anexo C.

Los datos relevantes para el modelamiento de cada grupo se presentan en el anexo E, incluyen los aranceles promedio por cada grupo, la duración de las carreras pertenecientes a cada grupo, el número de beneficiarios estimados por cada grupo, el porcentaje de éste sobre el total de beneficiarios y el plazo establecido de pago del crédito según el tramo del arancel, asumiendo que los créditos se han otorgado a partir del primer año de carrera.

4.3 Modelamiento

Para cada grupo conformado se ha confeccionado un modelo de árbol de probabilidades según las características de cada uno. Cada árbol incluye otras variables relevantes en el sistema, como son el año de egreso del beneficiario y el año cursado de aquellos no egresados.

Como primer supuesto importante, se asume que cada beneficiario ingresó al sistema el primer año de su carrera, es decir, el crédito le fue otorgado en ese periodo. Además se asume

que a cada beneficiario se le asignó el 100% del arancel de referencia, según lo analizado en el capítulo anterior, pues ahí se concentra el mayor riesgo de activación de la garantía estatal.

Cada modelo se ha desarrollado con información de los beneficiarios de las cohortes 2006, 2007 y 2008, excluyendo del análisis los beneficiarios del 2009 por no contar con información completa de este año. Además, por activarse la garantía (para el caso de los egresados) 18 meses después de egresar de su carrera, los casos de egreso del 2009 se deberán incluir en el análisis para el año 2011. Lo mismo sucede con alumnos que se encuentran cursando carreras el 2009, pues el caso de deserción de ellos activa la garantía luego de 12 meses sin que se haya vuelto a matricular en otra carrera y/o institución. En cambio para los alumnos de las cohortes 2006 a 2008 la garantía si se activa para el año 2010, por ejemplo, un alumno egresado el 2008 a mediados del 2010 deberá comenzar a pagar las cuotas a la institución financiera, pudiendo caer en incumplimiento.

El espacio temporal en el que se asume la situación a modelar es Diciembre de 2008. Con los datos de las cohortes mencionadas es posible estimar los pagos a realizar por concepto de la garantía estatal el año 2010, pues ese año se podría activar la garantía para alumnos desertores el 2008 y egresados entre el 2006 y el 2008.

Cada modelo tiene asociado por lo tanto los siguientes parámetros:

- Número de beneficiarios del grupo
- Probabilidades de deserción para cada año de estudio
- Probabilidad de incumplimiento de alumnos desertores
- Probabilidad de incumplimiento por cada año para alumnos egresados
- Arancel de referencia promedio
- Duración de la carrera
- Plazo de pago del crédito

Además cada grupo tiene asociado dos niveles de incumplimiento; un nivel para los primeros 4 años desde el egreso y otro nivel a partir del quinto año en adelante. Estos niveles determinan qué valores de las probabilidades de incumplimiento de los egresados por año se debe utilizar en cada tramo. En algunos casos no hay diferencia en los niveles de incumplimiento, y en aquellos en que si hay diferencia, siempre se pasa de un nivel mayor a uno menor. No hay situaciones en que se pase de un nivel menor a uno mayor.

Se ha determinado además un año adicional en el plazo del pago para los casos presentados en la tabla 7. Así los plazos de pago varían de 15 a 16 años para los grupos 1 a 9 y 20 a 21 años para los grupos 10 a 16.

Un segmento del modelo elaborado para cada grupo, junto con las características relevantes de cada uno se presenta en el anexo G.

Otro dato de entrada para cada modelo es la tasa de interés de cobro del crédito. Ésta es constante para todo el periodo del pago del crédito. Para los créditos de años anteriores (2006 a 2008), la tasa de interés final es de aproximadamente un 5.8% anual.

Para los casos de deserción se debe considerar el año cursado por el beneficiario, pues en cada uno el porcentaje garantizado por el Estado es distinto, cubriendo la mayor parte la IES. El año en que ocurre la deserción es relevante pues de éste depende el monto total adeudado (arancel de referencia multiplicado por el número de años cursados). El plazo en el que se podría pagar el crédito adeudado en el caso de deserción se pacta directamente con la institución financiera y depende de factores como el ingreso familiar y el monto total adeudado. Por no contar con información sobre estos plazos de pago, se ha considerado en el modelo que un alumno desertor que no cumple con el pago, lo hace por un periodo largo, adeudando una cantidad significativa del monto total. Esto se justifica en que el alumno desertor que no vuelve a matricularse lo hace principalmente por problemas económicos y pertenece al primer quintil de ingresos. Según esto se utiliza como supuesto que del total adeudado por el alumno desertor no se pagaría el 50%.

El valor de pago en cada periodo para los casos de deserción se calculó con la siguiente fórmula:

$$Pago = ARef * \text{Años Cursados} * \%Pago\ Estado * (1 + r) * 0.5$$

Donde *ARef* corresponde al arancel de referencia del grupo, *%Pago Estado* corresponde al porcentaje garantizado por el estado según el año de deserción, *r* es la tasa de interés y el factor 0,5 es por el monto estimado que no se pagaría.

Para los montos a pagar por los alumnos egresados se asume que un beneficiario que incumple en el pago lo hace por a lo más un año, pues los mecanismos de cobranza que posee este sistema de financiamiento son tales que es muy difícil que un beneficiario que incumplió una vez lo vuelva a hacer. Sin embargo se considera en cada caso de incumplimiento que el monto adeudado es igual las cuotas de un año completo.

El valor de la cuota para cada año del plazo de pago se calculó como:

$$Pago_i = \frac{ARef * Duración * 90\% * (1 + r)^i}{Plazo}$$

Donde *Pago_i* es el pago en el año *i* del plazo, *Duración* es el número de años que dura la carrera, *90%* corresponde al porcentaje garantizado por el Estado en el caso de los egresados y *r* es la tasa de interés anual.

A partir de los datos de asignación de créditos obtenidos del sitio web de la comisión administradora del crédito¹⁹ se han establecido el número de beneficiarios por cada tipo de carrera. Esta información se encuentra a nivel agregado y no detallado por carreras, por lo que se ha debido estimar el número de beneficiarios pertenecientes a cada grupo. Esta estimación se ha hecho en base al total de beneficiarios por tipo de carrera, dividido por el total de carreras de ese

¹⁹ www.ingresa.cl

tipo y luego multiplicando ese promedio por el número de carreras de cada grupo. El número de beneficiarios de cada grupo junto con el porcentaje del total de beneficiarios del sistema se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 16: Número de beneficiarios por grupo y porcentajes sobre el total

Grupo	Número de Beneficiarios	Porcentaje sobre el total	Porcentaje sobre el total por tipo de carrera
1	2.368	2,39%	Carreras tipo 1 21,53%
2	3.553	3,59%	
3	2.368	2,39%	
4	4.737	4,79%	
5	2.960	2,99%	
6	5.329	5,38%	
7	10.061	10,16%	Carreras tipo 2 22,87%
8	5.030	5,08%	
9	7.546	7,62%	
10	8.053	8,14%	Carreras tipo 3 55,60%
11	2.684	2,71%	
12	6.711	6,78%	
13	18.791	18,98%	
14	6.711	6,78%	
15	8.053	8,14%	
16	4.027	4,07%	
Total	98.982	100%	

Fuente: Elaboración propia

Se cuenta con los datos reales de número de beneficiarios por año, nivel de estudio y tipo de carrera presentados en la tabla 17.

Tabla 17: Número de beneficiarios por tipo de carrera, año y nivel de estudios.

Año	Nivel de Estudio	Tipo de carrera		
		Técnico	Profesional sin Licenciatura	Profesional con Licenciatura
2006	Primer Año	2.348	2.365	8.965
	Curso Superior	633	816	6.124
2007	Primer Año	6.856	6.455	10.906
	Curso Superior	1.544	2.693	6.581
2008	Primer Año	8.326	7.233	13.996
	Curso Superior	1.608	3.075	8.458

Fuente: Elaboración propia

En base a los datos de la tabla 17 se debió establecer para cada modelo los porcentajes de beneficiarios de cada caso considerado en el modelo, es decir, porcentaje de alumnos egresados el 2006, egresados el 2007, egresados el 2008 y cursando cada nivel de estudios (primer año, segundo año, tercer año, etc.). El cálculo de este porcentaje se hizo en función de dos criterios.

Primero con los datos reales de número de alumnos egresados por año (ver tabla 3) se obtuvieron los porcentajes de alumnos de estas características pertenecientes a cada tipo de carrera, multiplicando el total de alumnos egresados cada año por el porcentaje que representa cada tipo de carrera sobre el total (presentados en tabla 16).

Para el número de alumnos cursando primer año se consideró el número de beneficiarios con crédito asignado el 2008 y en primer año de carrera. Para los demás casos se estableció el total en base a los restantes niveles y años de asignación, logrando finalmente establecer el número de beneficiarios por cada caso y tipo de carrera presentados en la tabla 18.

Tabla 18: estimación del número de beneficiarios por casos y tipo de carrera.

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Total
Egresados 2008	743	789	1.919	3.452
Egresados 2007	458	486	1.181	2.125
Egresados 2006	106	112	272	490
Cursando primer año	8.326	7.233	13.996	29.555
Cursando segundo año	7.660	6.455	10.906	25.021
Cursando tercer año	4.023	4.052	8.965	17.040
Cursando cuarto año		3.509	7.837	11.346
Cursando quinto año			5.972	5.972
Cursando sexto año			3.981	3.981
Total Real	21.315	22.637	55.030	98.982

Fuente: Elaboración propia

Estos datos fueron pasados a porcentajes para ser utilizados en la simulación de cada modelo. Las carreras tipo 1 separa a los beneficiarios en 6 estados posibles: egresados el 2006, egresados el 2007, egresados 2008, cursando primer año, cursando segundo año y cursando tercer año. Las carreras tipo dos hacen esta separación de sus beneficiarios totales en 7 casos: egresados 2006, egresados 2007, egresados 2008, cursando primer año, cursando segundo año, cursando tercer año y cursando cuarto año. Por último las carreras tipo 3 separan a los individuos en 8 o 9 casos distintos, a los mismos casos de las carreras tipo 2 se agregan los caso de cursando 5 año y cursando sexto año, este último sólo para aquellas carreras que tienen esa duración. En el caso del grupo 11 cuya duración de la carrera es de 7 años, no se considera el séptimo año en este análisis debido a que la probabilidad de deserción en ese año estimada a partir de los datos de deserción de los otros años es nula. (Ver anexo D).

4.4 Simulación

La simulación de cada modelo se ha realizado en base a simulación de Monte Carlo, que consistente en generar caminos aleatorios a través del árbol con el fin de establecer los pagos esperados a realizar cada año.

Esta simulación tiene como datos de entrada las probabilidades asociadas a cada modelo; deserción por cada año de estudio, incumplimiento de desertores e incumplimiento de egresados para cada año del plazo de pago. La probabilidad de que un alumno pertenezca a alguno de los casos del modelo (egresado algún año o cursando algún nivel) se presentan en la tabla 19 como

probabilidades acumuladas, pues para la simulación es necesario que estén de ese modo para poder determinar en base a números aleatorios entre 0 y 1 qué camino se deberá seguir dentro del árbol.

Se entrega además como input del modelo el número de simulaciones a realizar, valores que se han determinado en base al porcentaje del total de beneficiarios con los que aporta cada modelo multiplicado por 100.000, así se logra representar con el número de simulaciones el aporte de cada caso al sistema completo. El número de simulaciones realizadas para cada modelo se presentan en la tabla 20.

Tabla 19: Probabilidad acumulada de pertenencia a cada caso.

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Egresados 2008	3,49%	3,49%	3,49%
Egresados 2007	5,63%	5,63%	5,63%
Egresados 2006	6,13%	6,13%	6,13%
Cursando primer año	45,19%	38,08%	31,56%
Cursando segundo año	81,13%	66,60%	51,38%
Cursando tercer año	100,00%	84,50%	67,67%
Cursando cuarto año		100,00%	81,91%
Cursando quinto año			92,77%
Cursando sexto año			100,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Número de simulaciones para cada grupo

Grupo	Porcentaje sobre el total	Número de Simulaciones
1	2,39%	2.390
2	3,59%	3.590
3	2,39%	2.390
4	4,79%	4.790
5	2,99%	3.000
6	5,38%	5.380
7	10,16%	10.160
8	5,08%	5.080
9	7,62%	7.620
10	8,14%	8.140
11	2,71%	2.710
12	6,78%	6.780
13	18,98%	19.000
14	6,78%	6.780
15	8,14%	8.140
16	4,07%	4.070

Fuente: Elaboración propia

El output de cada simulación es el valor del pago para un año determinado. Este valor puede ser cero (casos en que el alumno cumple con el pago) o mayor que cero si el resultado es que el alumno no paga su obligación, monto que depende el año y del caso dentro del árbol (nodo).

El mecanismo de simulación es el siguiente:

- 1.- Se genera un número aleatorio entre 0 y 1
- 2.- Se compara este número con las probabilidades acumuladas de pertenecer a cada caso. Por ejemplo para un grupo de las carreras tipo 1, si el número aleatorio está entre 0.613 y 0.4519 entonces el camino que se sigue es el de “cursando primer año”.
- 3.- Una vez determinado el camino que sigue según el punto 2, se genera un segundo número aleatorio entre 0 y 1, ahora se compara con un rango de 2 valores, pues para los demás nodos del árbol salen sólo dos caminos posibles. Si la probabilidad de que ocurra la situación A es P_a , el camino que se debe seguir se determina por el siguiente criterio:
 - a) Si $N \text{ aleatorio} \leq P_a \rightarrow$ Se cumple A
 - b) Si $P_a \leq N \text{ aleatorio} \leq 1 \rightarrow$ No se cumple A

Es decir, si P_a es la probabilidad de incumplir en algún periodo, si $N \text{ aleatorio} \leq P_a$ entonces se cae en incumplimiento y por lo tanto el pago es mayor que cero.

- 4.- Se entrega el valor del pago correspondiente al nodo de término del camino, guardando además el año en que este se realiza.
- 5.- Si se cumple b) entonces se pasa al siguiente nodo y se repite 3, hasta llegar a un nodo terminal del árbol.

Este mecanismo de simulación ha sido programado en *Visual Basic for Applications* de Excel. El código programado para carreras tipo 1 se presenta en el anexo F²⁰. Se confeccionaron 3 códigos distintos de programación, uno para cada tipo de carrera, pues existen diferencias en los plazos y número de nodos entre los grupos de un tipo de carrera y otra. La estructura del código es la misma.

V.- Análisis de Resultados

5.1 Pagos esperados

De la simulación de cada modelo se obtuvo el promedio de los pagos a realizar cada año. Los resultados promedio obtenidos por grupo se presentan en el anexo H, junto con su respectivo gráfico.

Estos valores promedio se multiplicaron por el número total de beneficiarios pertenecientes a cada grupo, obteniéndose así el valor total de pagos estimados por grupo para cada año. Por último se sumaron los montos obtenidos de cada grupo para obtener la distribución total de pagos por año.

²⁰ Por extensión de los códigos sólo se incluye un fragmento del correspondiente a carreras tipo 1.

La curva obtenida corresponde a los pagos esperados a pagar cada año por concepto de la garantía estatal al crédito de estudios superiores. Estos pagos esperados corresponden al monto más probable que deberá pagar el estado cada año.

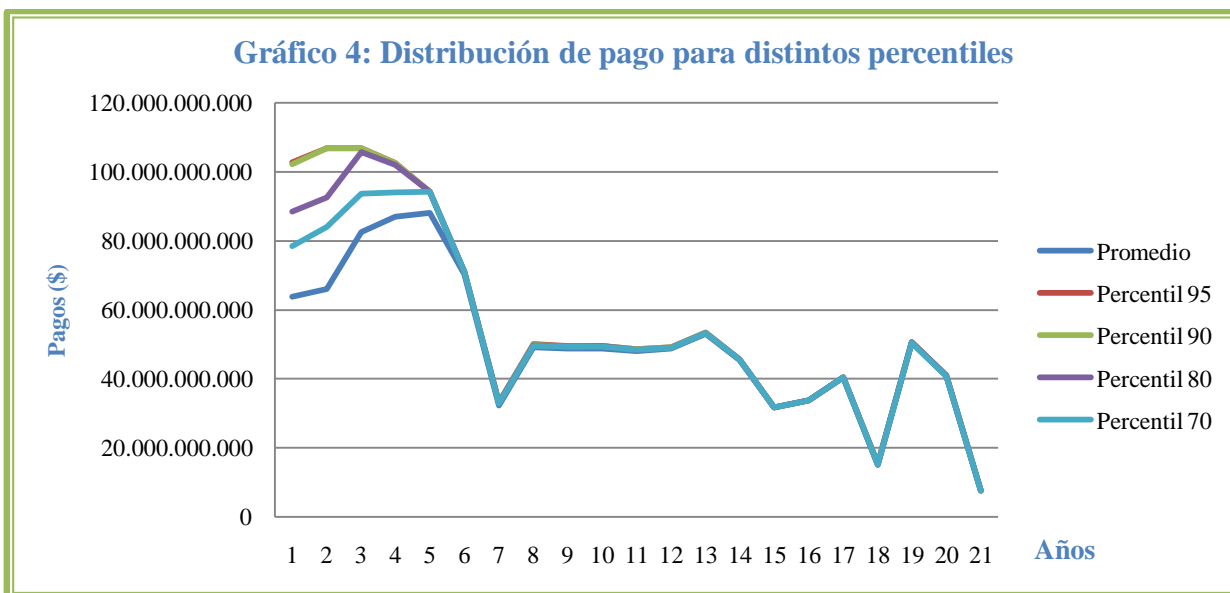
Sin embargo, dado que los pagos están sujetos a distintas probabilidades de activación de la garantía, se debe provisionar cada año un monto mayor al valor promedio, con el fin de no enfrentarse a un déficit de recursos para cumplir con el pago de las garantías en un caso más extremo.

Para determinar el monto máximo a presupuestar se ha analizado el comportamiento de los montos obtenidos por año y grupo según distintos percentiles de distribución de pagos. Esto se ha realizado tomando todos los montos obtenidos por año y grupo, ordenándolos de mayor a menor y luego utilizando la función *percentil(matriz; k)* de Excel, donde *matriz* es la matriz de pagos y *k* es el percentil buscado. Se ha analizado para los valores k de 70%, 80%, 90% y 95% y los resultados se han multiplicado por el número de beneficiarios de cada grupo. Los resultados obtenidos de este análisis se presentan en la tabla 21 y se puede observar estas distribuciones en el gráfico 4. Estos valores de percentiles encontrados corresponden a la distribución de probabilidad de los pagos, es decir, con qué probabilidad se espera que la garantía a pagar cada año esté bajo un determinado valor.

Tabla 21: Distribución de pagos para distintos percentiles.

Distribución de pagos para distintos percentiles (pesos)					
Año	Pagos Promedio	Pagos percentil 95	Pagos percentil 90	Pagos percentil 80	Pagos percentil 70
1	63.767.265.850	102.728.791.858	102.285.864.216	88.499.872.423	78.509.261.893
2	65.963.466.557	106.835.701.632	106.835.701.632	92.566.691.388	83.984.898.723
3	82.645.602.816	106.835.701.632	106.835.701.632	105.728.382.527	93.760.313.767
4	87.088.730.282	102.568.499.759	102.545.595.898	102.013.914.474	94.031.124.112
5	88.074.341.892	94.321.537.214	94.311.844.301	94.302.151.387	94.277.702.491
6	70.385.071.964	71.108.209.243	71.067.793.741	71.027.378.239	70.976.707.634
7	32.250.754.617	33.231.195.281	33.131.368.384	32.984.750.359	32.751.052.705
8	49.207.708.828	50.085.925.003	49.887.914.407	49.689.903.810	49.494.853.711
9	48.756.483.316	49.490.578.064	49.420.339.438	49.350.100.812	49.312.808.068
10	48.788.801.303	49.565.813.856	49.565.813.856	49.565.813.856	49.414.689.787
11	47.995.293.004	48.632.185.412	48.559.479.077	48.486.772.741	48.394.523.690
12	48.820.611.519	49.150.234.502	49.107.673.383	49.065.112.265	49.036.934.297
13	53.032.350.376	53.403.164.950	53.367.581.525	53.331.998.099	53.296.414.674
14	45.502.620.872	45.632.118.046	45.632.118.046	45.632.118.046	45.632.118.046
15	31.695.649.193	31.696.105.955	31.696.105.955	31.696.105.955	31.696.105.955
16	33.752.163.946	33.752.163.946	33.752.163.946	33.752.163.946	33.752.163.946
17	40.363.208.651	40.363.208.651	40.363.208.651	40.363.208.651	40.363.208.651
18	15.109.007.911	15.355.512.107	15.306.211.268	15.256.910.428	15.207.609.589
19	50.416.396.964	50.677.198.404	50.625.038.116	50.572.877.828	50.520.717.540
20	40.847.832.530	40.957.684.696	40.935.794.238	40.913.903.780	40.892.013.322
21	7.534.862.493	7.534.862.493	7.534.862.493	7.534.862.493	7.534.862.493

Fuente: Elaboración propia

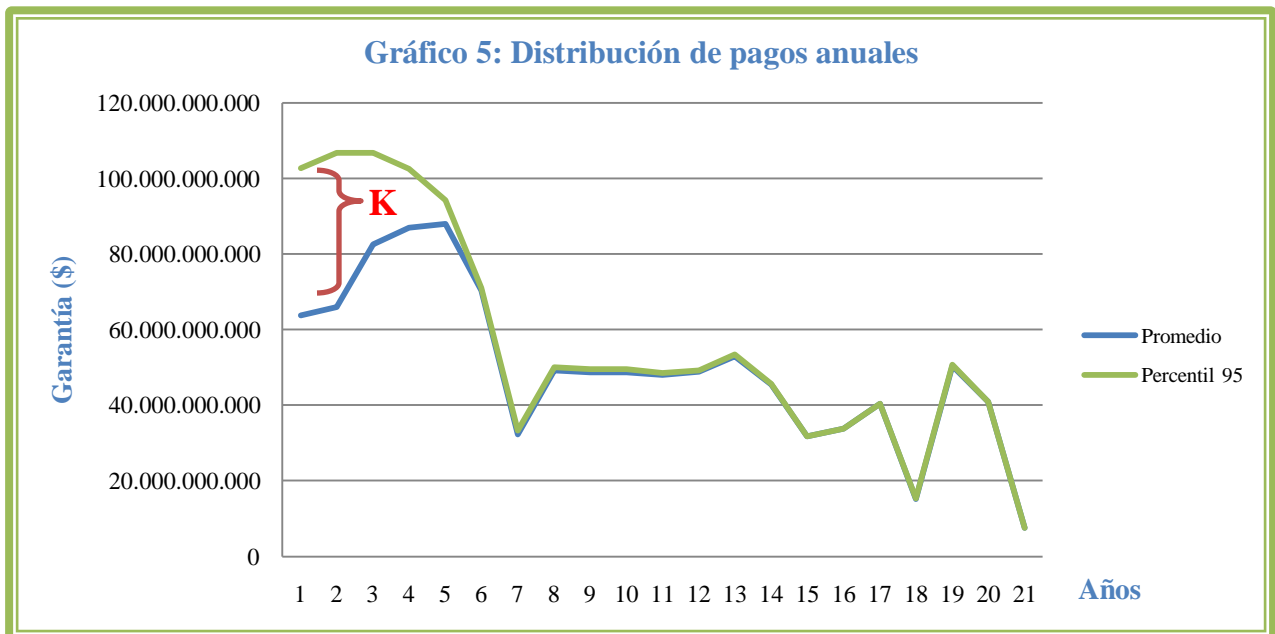


Fuente: Elaboración propia

Se observa que hay variaciones en los primeros años de la distribución, donde hay diferencias importantes entre los montos a pagar, mientras que a partir del año 6 estas diferencias no son significativas. Las diferencias entre los percentiles 95 y 90 son casi mínimas. Esta diferencia mayor en los primeros años se debe a que en ese periodo se debe responder a pagos tanto de alumnos desertores como de los egresados, mientras que a contar del año 6 o 7 sólo se mantiene la garantía por los egresados.

Dado que no se cuenta con información histórica del comportamiento de este sistema, es difícil determinar cuál es el mejor nivel de pago máximo óptimo, con el que se garantice menor riesgo de default y se minimice el capital inmovilizado. Es por esto que para mantener un buen capital de seguridad, minimizando el riesgo de incumplir con los pagos de las garantías en un escenario pesimista, se ha seleccionado como nivel de seguridad el percentil 95 superior, que garantiza que con probabilidad del 95% el monto a pagar estará bajo el valor presupuestado, asegurándose así que se tendrán los recursos para responder al pago de las garantías. En un análisis posterior, ya contando con más información del comportamiento de este sistema, será posible utilizar un nivel de seguridad menor, con el que se pueda minimizar el capital inmovilizado.

Por lo tanto, el monto a presupuestar cada año está compuesto de dos partes; una que corresponde al monto promedio obtenido para cada año, que corresponde al pago más probable y otra que corresponde al capital de seguridad con el que se garantiza con 95% de probabilidad que el monto a pagar estará por debajo de lo presupuestado. Ambas curvas de pagos se presentan en el gráfico 5 y los datos completos se presentan en el anexo I.



Fuente: Elaboración propia

Se tienen así dos valores a considerar en el presupuesto anual por este pasivo contingente:

- **Garantía total esperada por año:** Suma de los montos promedio de cada grupo por año, Gt
- **Garantía máxima:** Suma de los montos del percentil 95 de cada grupo por año, Gm

Se espera que cada año el Estado deberá pagar un monto igual a Gt , dejando provisionado además un monto $K = (Gm - Gt)$ por concepto de cobertura en una situación de máximo riesgo.

El Estado por tanto tiene dos costos asociados a este pasivo contingente. El primer costo está asociado al monto a pagar cada año, es decir Gt . El segundo costo es el de tener capital inmovilizado K como provisión de seguridad en caso de un riesgo mayor al esperado. Para valorizar este costo total del Estado se ha calculado el valor presente de los pagos anuales para determinar costo actualizado y el costo del capital inmovilizado. Se ha calculado el valor presente de dicho capital ponderado por su costo de oportunidad, pues éste tiene asociado el costo de tener ese dinero inmovilizado. El costo de oportunidad del capital puede obtenerse de la rentabilidad esperada de la inversión financiera a la que se renuncia por invertir en un proyecto económico de riesgo similar. Por tratarse de capital del Estado, se consideró como costo de oportunidad la tasa de interés de papeles del estado, es decir, bonos del Banco Central.

Se utilizó la tasa de un BCP (Bono del Banco Central en pesos) por estar trabajando con montos en pesos. Hay BCP a 2 y 5 años, y se ha utilizado el valor de la tasa de interés de un BCP-5 para evaluar el costo de los pagos a realizar todos los años. Para descontar estos flujos y llevarlos a valor presente se ha utilizado la tasa de política monetaria promedio hasta noviembre del año 2009, cuyo valor es **2,14%**²¹. La tasa promedio obtenida del BCP-5 es **6,89%**²². Con

²¹ Fuente: Tasas de interés de referencia de política monetaria, base de datos estadísticos Banco Central de Chile.

²² Tasa promedio año 2008, fuente: Tasas de interés de los pagarés y bonos licitados por el Banco Central de Chile, Base de datos estadísticos Banco Central de Chile

estos datos se han obtenido el valor presente del costo asociado a los pagos totales que deberá hacer el estado por concepto de la garantía, además del costo del capital que se deberá dejar inmovilizado, por medio de la fórmula:

$$\text{Costo Total} = VP(\text{presupuestos anuales}) + VP(K \text{ anual} * r_f)$$

Donde r_f es el costo de oportunidad del capital y K es el capital de seguridad. En la tabla 22 se presentan los resultado del cálculo del costo total del Estado para la garantía de todos los años de evaluación, además del costo asociado al primer año de evaluación.

Tabla 22: Costos del Estado por la Garantía Estatal al sistema de créditos de estudios superiores

	Pago anual esperado	Provisión de seguridad
VAN total (millones)	\$ 856.536,98	\$ 161.886,35
Costo total (millones)	\$ 1.018.423,33	
VAN año 1 (millones)	\$ 62.398,71	\$ 40.808,19
Costo año 1 (millones)	\$ 103.206,90	

Fuente: Elaboración propia

5.2 Probabilidades de fracaso para cada grupo

Se ha determinado una medida de probabilidad de fracaso para cada grupo, considerado como las situaciones en que un beneficiario cae en incumplimiento del pago, lo que significa un fracaso en el funcionamiento del sistema de créditos de estudios superiores. El éxito es por tanto la probabilidad de que un beneficiario cumpla con todos los pagos del crédito que le fue asignado.

De las simulaciones realizadas de cada modelo se ha obtenido la probabilidad total de fracaso para cada grupo, calculada como el número de fracasos totales por grupo (número de simulaciones con pagos mayor que cero) dividido por el total de simulaciones de cada grupo. Así es posible determinar cuáles son los grupos más riesgosos y aquellos que representan un riesgo menor para el sistema del crédito. Estos datos se presentan en la tabla 23.

Tabla 23: Probabilidad de fracaso por grupo

Grupo	Probabilidad de Fracaso
1	10,21%
2	21,31%
3	20,25%
4	7,43%
5	5,79%
6	9,54%
7	6,86%
8	6,69%
9	7,34%
10	5,27%
11	2,66%
12	8,04%
13	7,62%
14	6,46%
15	5,43%
16	6,36%

Fuente: Elaboración propia

Si bien en todos los grupos la probabilidad de fracaso es menor que la probabilidad de éxito (1 - P (fracaso)), se puede observar que existen grupos con alto riesgo de fracaso, superando el 20%. El grupo con menor riesgo de incumplimientos es el 11, con una probabilidad de 2,66%, mientras que los grupos con un mayor riesgo son el 2 y 3, con probabilidades de 21,31% y 20,25% respectivamente.

Al grupo de mayor riesgo (grupo 2) pertenecen carreras técnicas de las áreas; agrícola y ganadera, audiovisual, diseño, publicidad y relaciones públicas, técnico dental y trabajo social. La probabilidad de que un beneficiario perteneciente a alguna de estas carreras técnicas incumpla en el pago de sus cuotas una vez egresado o que en caso de deserción no pague el monto adeudado es alta. El siguiente grupo con alta probabilidad de fracaso es el 3, que también está formado por carreras técnicas. Las áreas pertenecientes a dicho grupo son alimentos, farmacia, obstetricia y enfermería.

Al grupo de menor riesgo pertenecen las carreras de medicina y odontología, carreras que a pesar de tener el mayor arancel de referencia promedio y la mayor duración (7 años), y por ende las cuotas a pagar por este crédito son las más altas, corresponden al grupo de carreras con la menor probabilidad de incumplir en el pago del crédito.

Este análisis de las probabilidades de fracaso por cada grupo permitiría adoptar una mejor estrategia de asignación de créditos o de mejoramiento de las condiciones establecidas para el pago de ellos una vez egresados los beneficiarios.

VI.- Análisis de Sensibilidad del modelo

Se ha realizado un análisis de sensibilidad del modelo con el fin de establecer las variables a cuyos cambios el modelo sufre cambios significativos. Por tratarse de modelos de árboles de probabilidades es lógico establecer rangos en los que se debe mover cada probabilidad debido a que éstas se han obtenido en base a supuestos y estimaciones a partir de datos agregados. Las probabilidades más relevantes a considerar son las asociadas a la activación de la garantía, es decir, las probabilidades de deserción e incumplimiento.

6.1 Variación en las probabilidades de deserción

Las probabilidades de deserción de cada grupo se obtuvieron promediando las probabilidades de incumplimiento de las carreras pertenecientes a cada uno. Al calcular estas probabilidades se obtuvo la desviación estándar de cada caso y con estos valores se ha realizado dos escenarios pesimistas: uno con probabilidades de deserción igual al promedio más una desviación estándar y uno más pesimista, con probabilidades de deserción igual al promedio más dos desviaciones estándar. Los valores de deserción para cada año por grupo y sus respectivas desviaciones estándar se encuentran en el anexo C. Cabe destacar que para las carreras tipo 3 a las que se realizó una estimación de las tasas de deserción para los años sin datos, se debió además estimar las probabilidades máximas realizando el mismo procedimiento que el caso promedio, pero utilizando esta vez las curvas de datos máximos.

Al realizar simulaciones con los valores máximos de estas probabilidades para cada grupo, se obtiene como resultado valores promedio similares al caso normal, si bien la nueva situación arroja valores mayores al promedio obtenido en el caso normal, las diferencias no son significativas.

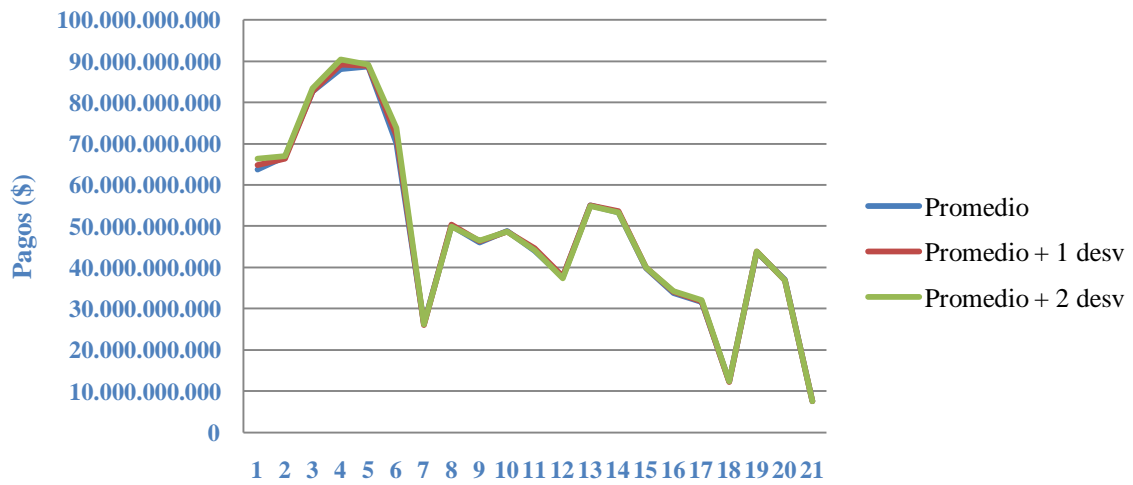
La prueba con valores de las probabilidades de deserción promedio más dos desviaciones estándar, nuevamente arrojó valores de pagos muy cercanos a la situación original.

Los resultados de este análisis se pueden observar en el gráfico 6, donde las tres curvas de resultados no presentan diferencias en su comportamiento y es casi imperceptible la diferencia entre ellas. Los valores obtenidos de cada caso se presentan en la tabla 24.

Este resultado es predecible pues si bien las probabilidades de deserción son importantes para el modelo, estas finalmente no determinan si se hace o no el pago, sólo determinan si el alumno deserta o no de la carrera, dando paso al siguiente evento probabilístico de cumplir o no con el pago, que entrega los resultados del modelo.

Si la variación de esta probabilidad fuese mayor, se lograría más trayectorias dentro de cada simulación que terminen en un nodo de deserción del alumno, pero en ese caso debe actuar la probabilidad de cumplir o no con el pago.

Gráfico 6: Análisis sensibilidad probabilidad deserción



Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Resultados análisis de sensibilidad para probabilidades de deserción

Promedio + 1 desviación	Promedio + 2 desviaciones	Promedio
64.869.339.908	66.343.178.046	63.734.043.871
66.361.372.772	66.937.839.926	66.777.796.456
82.651.851.526	83.511.884.863	82.712.940.310
89.261.505.452	90.485.006.580	88.109.990.324
88.841.502.575	89.163.648.178	88.784.792.605
71.885.668.911	73.754.924.331	70.131.045.036
26.036.553.125	26.210.521.646	26.291.440.804
50.428.407.633	49.882.046.035	50.102.465.870
46.318.528.623	46.519.728.432	46.096.661.115
48.608.282.069	48.617.545.945	48.756.902.950
44.632.891.434	44.121.417.962	44.067.444.390
37.807.475.080	37.300.539.439	37.732.982.229
55.008.216.551	54.876.194.702	54.997.990.632
53.569.687.841	53.335.425.475	53.271.137.485
40.062.849.456	39.976.494.503	39.904.274.633
34.072.786.444	34.176.032.176	33.752.163.946
31.783.585.389	32.133.993.496	31.678.482.935
12.136.721.834	12.390.996.592	12.313.594.339
43.869.839.763	43.848.265.811	43.685.021.118
36.838.230.941	36.813.910.714	36.964.563.222
7.534.862.493	7.534.862.493	7.534.862.493

Fuente: Elaboración propia

6.2 Variación en probabilidades de incumplimiento de desertores

Según lo observado en el análisis de las probabilidades de deserción, resulta más significativo para el modelo realizar pruebas para distintos valores de las probabilidades de incumplimiento. Una combinación de mayores probabilidades de deserción junto a una mayor probabilidad de incumplimiento debería entregar información significativa de las diferencias entre el caso promedio y un caso más desfavorable.

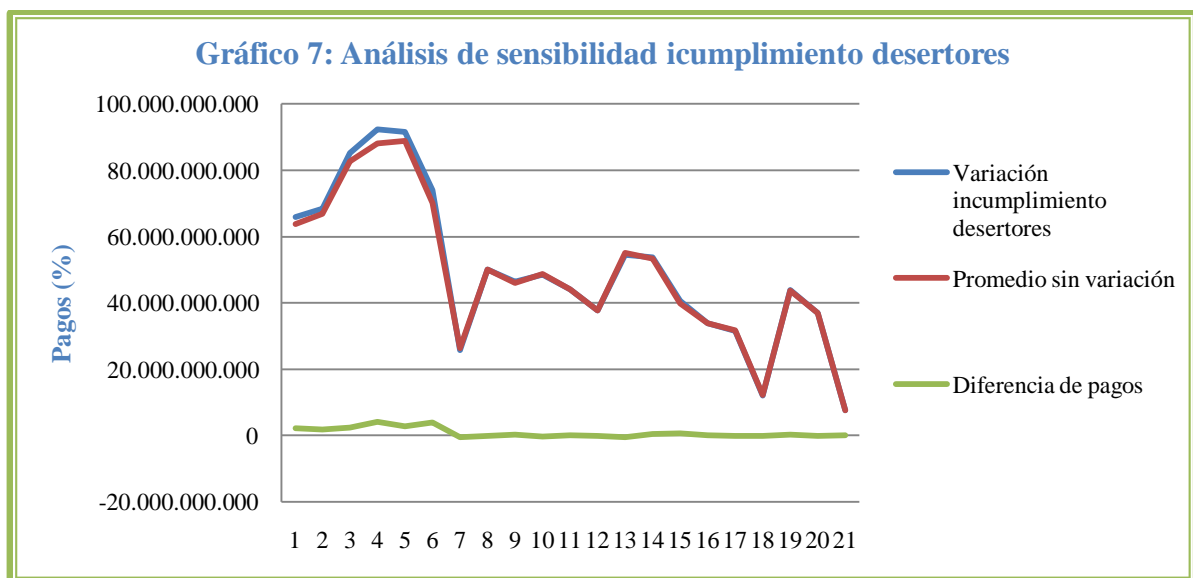
Las probabilidades de incumplimiento de alumnos desertores se obtuvo de la razón entre beneficiarios del primer quintil y el total de beneficiarios de cada tipo de carrera. Si ahora se toma para esta probabilidad un caso extremo, considerando los beneficiarios del primer y segundo quintil de ingresos, las probabilidades serían las siguientes:

Tabla 25: Probabilidad de incumplimiento de desertores

Tipo carrera	Probabilidad
Tipo 1	0,77
Tipo 2	0,67
Tipo 3	0,47

Fuente: elaboración propia

Las probabilidades obtenidas son muy altas en los tres casos. Si se mantienen las condiciones de probabilidades de deserción iguales al promedio más dos desviaciones estándar, además de aumentar las probabilidades de incumplimiento de cada tipo de carrera a las presentadas en la tabla 25, los resultados obtenidos entregan diferencias en el promedio de los primeros 6 años de evaluación, lo que es lógico pues los eventos de deserción e incumplimiento del pago en esos casos se efectúan durante los primeros años del modelo. Esta diferencia es pequeña en comparación a los montos totales, pero no deja de ser un costo elevado. Los resultados de este análisis se presentan en la tabla 26 y el gráfico 7.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Resultados análisis incumplimiento desertores y deserción

Variación en Incumplimiento Deserción	Sin variaciones	Diferencia de pagos
65.845.368.493	63.734.043.871	2.111.324.622
68.487.754.296	66.777.796.456	1.709.957.840
85.152.847.070	82.712.940.310	2.439.906.760
92.317.343.429	88.109.990.324	4.207.353.105
91.596.825.620	88.784.792.605	2.812.033.015
74.074.802.225	70.131.045.036	3.943.757.189
25.717.310.610	26.291.440.804	-574.130.194
49.971.864.460	50.102.465.870	-130.601.410
46.369.867.379	46.096.661.115	273.206.264
48.524.595.489	48.756.902.950	-232.307.461
44.144.927.489	44.067.444.390	77.483.099
37.648.351.171	37.732.982.229	-84.631.058
54.525.623.666	54.997.990.632	-472.366.966
53.779.953.852	53.271.137.485	508.816.367
40.617.101.806	39.904.274.633	712.827.173
33.789.282.037	33.752.163.946	37.118.091
31.526.975.104	31.678.482.935	-151.507.831
12.127.268.858	12.313.594.339	-186.325.481
43.943.483.846	43.685.021.118	258.462.728
36.887.245.089	36.964.563.222	-77.318.133
7.534.862.493	7.534.862.493	0

Fuente: Elaboración propia

6.3 Variación en probabilidades de incumplimiento de egresados

Al igual que en el caso de incumplimiento de desertores es relevante para el sistema total analizar los resultados si se varían las probabilidades de incumplimiento de los egresados. Estas probabilidades fueron obtenidas en base a estimación a partir de la construcción de una curva de incumplimiento agregado (ver tabla 15). Para analizar la sensibilidad del modelo frente a cambios en estas probabilidades, se ha ponderado cada curva de probabilidades por 2, quedando cada nivel de probabilidad en el doble de su valor original.

Se han dejado los demás valores de probabilidad constantes (deserción e incumplimiento de egresados) y los resultados obtenidos no reflejan diferencias significativas en los pagos promedio a pagar cada año. Este fenómeno se debe a que el modelo final obtiene el promedio de todas las simulaciones realizadas para cada año para el total de grupos. En cada periodo (año) hay a lo más 9 pagos distintos para las carreras tipo 3 en el primer año y este número se reduce a 3 para los años en que no se contabilizan estudiantes y sólo se estiman pagos de egresados. Si las probabilidades de incumplimiento de los egresados aumentan, entonces para esos años el promedio de pagos no sufre variaciones significativas, pues lo que aumenta es el número de casos de fracaso en dichos periodos. Esto se puede observar en la tabla 27 que presenta las probabilidades de fracaso de la situación base y las obtenidas de este análisis de sensibilidad.

Tabla 27: Comparación probabilidades de fracaso caso base y caso variación incumplimiento de egresados.

Grupo	Probabilidad de Fracaso	Probabilidad de Fracaso con variaciones en Incumplimiento egresados	Aumento en la probabilidad de fracaso
1	10,21%	13,24%	3,03%
2	21,31%	29,56%	8,25%
3	20,25%	29,12%	8,87%
4	7,43%	18,71%	11,28%
5	5,79%	19,14%	13,35%
6	9,54%	10,77%	1,23%
7	6,86%	10,54%	3,68%
8	6,69%	23,57%	16,88%
9	7,34%	22,70%	15,36%
10	5,27%	11,70%	6,43%
11	2,66%	9,46%	6,80%
12	8,04%	21,75%	13,71%
13	7,62%	20,01%	12,39%
14	6,46%	16,08%	9,62%
15	5,43%	16,48%	11,05%
16	6,36%	13,40%	7,04%

Fuente: Elaboración propia.

Lo mismo ocurre en los casos de variación de la probabilidad de incumplimiento de desertores junto con las probabilidades de deserción, la probabilidad total de fracaso aumenta.

Por lo tanto, si bien la variación de estos parámetros no afecta de manera relevante el resultado final, si se hace más probable que el monto promedio presupuestado sea utilizado y se aumenta la probabilidad de ocupar el capital inmovilizado, destinado a cubrir estos eventos.

VII.- Conclusiones

7.1 Sobre los resultados del modelo

La ley de presupuestos para el año 2010 ya tiene contemplado el monto destinado para cubrir la garantía de los créditos de estudios superiores. Estos montos son calculados en base al total de beneficiarios del sistema, realizando una estimación de los potenciales desertores y de los egresados que recurrirían a la suspensión del pago por cesantía y se considera para todos los casos un arancel promedio de \$1.200.000²³.

El proyecto de ley de presupuesto para el año 2010 del Ministerio de Educación señala²⁴:

²³ Fuente: Resumen exploratorio 2010 de estimación de las garantías elaborado por la Comisión Ingresos

²⁴ Proyecto de ley de Presupuestos año 2010, Ministerio de Educación, Subsecretaría de Educación Superior.

Para efectos de lo dispuesto en el inciso segundo del artículo 2° de la Ley N° 20.027, el monto máximo de garantía estatal que el Fisco podrá otorgar durante el año 2010, será de \$ **242.524.602** miles.

El artículo 2° a que se hace referencia, a su vez señala lo siguiente²⁵:

El monto garantizado por el Estado en cada año no podrá exceder el máximo de recursos que determine la Ley de Presupuestos respectiva.

El modelo elaborado para mejorar la fijación de presupuesto cada año por concepto de esta garantía estatal, entrega resultados favorables comparados con el monto presupuestado para el próximo año. Con la elaboración de este modelo, en el que se han analizado las principales variables que influyen en la activación de la garantía estatal y utilizando supuestos que sobre estiman el monto promedio de pagos en todos los años, se estimó un monto esperado a pagar el año 2010 de \$ 63.734,04 millones, además de un capital de seguridad de \$38.994,75 millones. El monto máximo de garantía estatal que el Fisco podría otorgar durante el año 2010 según este modelo es de **\$102.728,8 millones**. La diferencia entre este monto y el monto presupuestado es significativa; el modelo entrega un monto inferior a la mitad del monto presupuestado para el año 2010. La diferencia entre ambos presupuestos es de **\$139.795,81 millones**, monto muy elevado y cuyo costo de oportunidad es muy alto. Con ese dinero es posible financiar muchos otros programas del gobierno, se pueden destinar a becas de educación, mejora de infraestructura de colegios o cualquier otra necesidad tanto del Ministerio de Educación como de otro organismo público.

Los resultados obtenidos por este modelo se basan en supuestos poco optimistas del cumplimiento de los pagos y de los montos totales adeudados. Este modelo más bien corresponde a un escenario pesimista, pues considera por ejemplo, que para el total de beneficiarios del sistema se ha otorgado el 100% del arancel de referencia de su carrera. Además se considera que un alumno que deja de cumplir con sus obligaciones del pago, lo hace por un periodo de un año.

Se ha determinado el capital de seguridad para prever un eventual caso de aumento de los pagos, considerando un nivel del 95% de los pagos superiores, que en algunos casos correspondía al pago máximo, que es un escenario aún más pesimista.

Según estos resultados se puede concluir que si bien el modelo no rescata todos los posibles casos de la situación real, pese a estar elaborado de manera más pesimista, entrega valores de pagos esperados inferiores al presupuesto, reflejado en el caso del año 2010.

El modelo permitiría por lo tanto cumplir con el objetivo general de este trabajo, que es el de mejorar el proceso de fijación del presupuesto anual asociado al pasivo contingente generado por la garantía estatal al sistema de financiamiento de estudios superiores, pues el mecanismo de fijación actual está considerando un presupuesto muy elevado. Este modelo logra presupuestar un monto de manera más eficiente, además de asegurar el riesgo de default.

Para poder establecer que tan efectivo es el modelo se deberá comparar el pago promedio obtenido con el pago real que se realice el año 2010, sólo ahí se podría determinar con certeza si

²⁵ Ley N° 20.027, artículo 2, inciso 2°.

este modelo es un fiel representante de la situación real del sistema de financiamiento de estudios superiores.

7.2 Sobre el análisis general del sistema del crédito

El análisis realizado del sistema completo del financiamiento de estudios superiores ha permitido establecer algunas conclusiones sobre su comportamiento. Del estudio general se ha podido establecer cuáles son las carreras que aportan con mayor riesgo a la activación de la garantía y cuales significan un riesgo menor. Esto es medible por las probabilidades de fracaso obtenidas de las simulaciones de cada modelo y que determinaron que existen carreras para las que la probabilidad de fracaso (que incumplan en algún periodo) son muy altas.

Dado que se trata de un sistema de crédito administrado por el Estado y cuyo objetivo es aumentar las alternativas de financiamiento de estudios superiores y abrir mayores oportunidades principalmente para los alumnos de los quintiles de ingresos más bajos, no se puede adoptar como medida para minimizar este riesgo la eliminación del sistema de las carreras más riesgosas, una medida así iría en contra del objetivo principal con que fue creado este crédito. Para estas carreras más riesgosas se podrían tomar algunas medidas para minimizar este riesgo, tales como:

- Aumentar el plazo de pago de los créditos, con el fin de obtener cuotas más bajas, que sean más fáciles de pagar por aquellos beneficiarios con menores ingresos.
- Permitir la suspensión de pago por más de 12 meses, hasta que el beneficiario alcance un nivel de ingresos mayor o extender el periodo de gracia del pago de las cuotas por más de 18 meses para los beneficiarios más riesgosos, así proceder a los pagos una vez que se haya alcanzado una mejor estabilidad económica, en especial para las carreras con bajas tasas de empleabilidad y con ingresos esperados bajos.
- Mejorar el sistema de acreditación de carreras para el sistema del crédito, exigiendo a las IES que las carreras dictadas tengan campo laboral y evitando que las instituciones abran carreras que se encuentran con mayor tasa de desempleo y con una sobre oferta laboral.

7.3 Mejoras al modelo

Al modelo desarrollado para estimar los pagos por concepto de la garantía objeto de este estudio, es posible realizar varias mejoras con el fin de establecer mayor precisión de los resultados y lograr una asignación más eficiente de los recursos del Estado. Existen algunos factores importantes en la determinación de los pagos de la garantía al financiamiento de estudios superiores que no han sido incluidos en este modelo para no aumentar la dimensión del problema. Sin embargo en un futuro análisis y ya con la base de este modelo es posible considerar los siguientes factores:

7.3.1 Corrección de datos

En primer lugar es posible mejorar el modelo con los datos reales de beneficiarios pertenecientes a cada grupo, pues en el modelo desarrollado esta información se debió estimar en base a datos a nivel agregado. Con datos detallados del número de beneficiarios por tipo de carrera, además de los montos asignados a cada uno y el nivel de estudios cursado al momento de la asignación sería posible obtener resultados con mayor cercanía a la situación real.

Otra consideración para mejorar este modelo de fijación del presupuesto anual es conocer los plazos que se dan para el pago de los créditos de los alumnos desertores, pues en este modelo no se ha representado y se ha considerado como pago el 50% de la deuda total del beneficiario al momento de desertar. Con información sobre estos plazos de pago se podría extender en nuevos nodos y ramas los casos de deserción según el número de años destinados a pagar estos montos, tal como se ha hecho con los casos de alumnos egresados. Esta repartición de los pagos en un plazo específico permitiría rescatar para cada año montos más cercanos a la realidad.

7.3.2 Duración real de cada carrera

Cada carrera tiene un alto porcentaje de estudiantes que demora más del plazo real en obtener su título profesional, debido a factores de rendimiento académico, congelamiento de los estudios u otros factores. El sistema de financiamiento de estudios superiores considera que para cada beneficiario se puede financiar el total de años que dure la carrera más un periodo extra que depende del tipo de carrera. Estos periodos son:

- Carreras tipo 1: Se financia el total de años de duración más un año
- Carreras tipo 2: Se financia el total de años de duración más dos años
- Carreras tipo 3: Se financia el total de años de duración más tres años.

Es necesario considerar esta situación para mejorar el modelo, pues para los casos en que se alarga la duración de la carrera los montos totales adeudados aumentan, aumentando por ende la garantía estatal.

Existen estudios sobre la duración real de las carreras que aportan información valiosa para realizar este análisis, como es el caso del estudio realizado por el Sistema de Información de la Educación Superior de la división de Educación Superior del Ministerio de Educación. El estudio titulado “Informe sobre duración real de las carrera y/o programas de estudios, Titulados 2007” recopila información muy útil para considerar en el modelo.

7.3.3 Tasa de renovación de los créditos

Este es otro factor importante a considerar como mejora sustancial del modelo, pues del 100% de los créditos otorgados cada año existe un porcentaje que no son renovados el año siguiente. Por lo tanto existe una tasa de renovación de los créditos que reduce el total de beneficiarios por año. Esta información es posible recopilar a partir de los datos de créditos que

cada año son renovados, pero por ser el sistema aún nuevo no se cuenta con mucha información histórica de las tasas de renovación como para hacer proyecciones de renovación de créditos a futuro. Sin embargo, es posible hacer supuestos y considerar en un análisis más detallado las tasas de renovación de los créditos por cada año.

7.3.4 Probabilidad de incumplimiento de egresados

Este tema ha sido abordado en este trabajo de manera muy predictiva y en base a supuestos basados en tasas de riesgo y otros. Para poder perfeccionar este parámetro es posible realizar un estudio de campo sobre el riesgo real de incumplimiento de los créditos financieros que se semejan al crédito de estudios superiores. Este estudio puede realizarse entrevistando a diversas entidades financieras, en especial a aquellas que están otorgando créditos de estudio superior y observar las probabilidades de incumplimiento que presentan dichos créditos. Un análisis de este tipo estaría más cercano a la realidad de lo que se encuentra el análisis realizado en este trabajo. Estos valores de probabilidades, junto con las probabilidades de deserción e incumplimiento de los desertores deben ser perfeccionados a medida que se cuente con información histórica del funcionamiento del sistema del crédito, datos con los que hoy no se cuenta por ser éste un sistema nuevo.

7.4 Consideraciones para la operación del modelo a futuro

Para utilizar el modelo los siguientes años se debe agregar en cada caso una nueva rama inicial correspondiente a los egresados el año anterior al año de estudio, es decir, para hacer la estimación de los pagos para el año 2011 se debe agregar una rama de los egresados el año 2009. Se debe agregar al código de programación este nuevo caso, siguiendo la misma estructura de los casos de egresados el 2006, 2007 y 2008, pues la programación de cada uno de ellos varía en un solo nodo.

Se deben incluir además a los beneficiario el año 2009 y agregar a los datos el número de beneficiarios pertenecientes a cada grupo. Se debe volver a determinar el porcentaje de alumnos por grupo que pertenece a cada caso o rama primera de división del modelo (egresados algún año o estudiando en algún nivel) y en base a estos datos determinar el número de simulaciones para cada grupo.

Es necesario también revisar los datos disponibles de retención académica, ingresos esperados y tasas de empleabilidad que se han utilizado para la elaboración de los grupos, pues estos datos pueden ser actualizados y es importante revisar y actualizar esta información.

Se debe considerar la actualización de los aranceles de referencia promedio por grupo y la tasa de interés.

VIII.- Bibliografía y fuentes de información

1. BANCO MUNDIAL. Asistencia Técnica para la Gestión de los Pasivos Contingentes de las Concesiones de Transporte. 2003. "Management of Contingent Liabilities from Transport Concessions". Apéndice 5,
2. CHILE. Ministerio de Educación. 2005. Ley 20.027: Establece normas para el financiamiento de estudios de educación superior. 32p.
3. CHILE. Ministerio de Educación. 2005. Reglamento de la Ley 20.027: Establece normas para el financiamiento de estudios de educación superior. Septiembre 2005. 24p.
4. COMISIÓN INGRESA Sistema de Crédito de Estudio Superiores. Características [en línea] <http://ww2.ingresa.cl/caracteristicas/> [consulta: 20 Mayo 2009].
5. DIRECCIÓN DE PRESUPUESTOS Ministerio de Hacienda. 2008. Informe de pasivos contingentes. Chile. 85p.
6. DIRECCIÓN DE PRESUPUESTOS. Acerca del Dipres. [en línea] <http://www.dipres.cl/572/propertyvalue-2128.html> [consulta 20 Mayo 2009].
7. FTP. Mecesus. Centro de Microdatos Departamento de Economía U. de Chile. 2008. Informe Final Causas de Deserción Escolar en Chile. [en línea] http://www.mecesu.com/portal/component/option,com_docman/task,cat_view/gid,1/dir,DESC/order,date/Itemid,35/limit,5/limitstart,25/lang,spanish/ [consulta: 21 agosto 2009].
8. FTP. Secretaría Técnica Consejo Superior de Educación. Datos Estadísticas Retención. http://www.cse.cl/public/Secciones/seccionestadisticas/estadisticas_sistema_retencion_2009.aspx [Consulta: 21 agosto 2009].
9. FTP. Futuro Laboral. Ministerio de Educación. Ingresos y Empleabilidad. <http://www.futurolaboral.cl/FuturoLaboral/carreras/index.html>
10. FTP. Becas y Créditos. Ministerio de Educación. Arancel de referencia. <http://www.becasycreditos.cl/aranceles/index.html>
11. FTP. Banco Central de Chile. Tasa de política monetaria y Tasas de los pagarés y bonos licitados por el Banco Central de Chile. http://si2.bcentral.cl/Basededatoseconomicos/951_713.ASP?cap=020
12. HULL, JOHN C. 2002. Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones. 4ª ed. Madrid, Prentice Hall. 576p.
13. PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA PARA INGENIEROS. 1999. Por Ronald E. Walpole "et al". 6ª ed. México, Prentice Hall Hispanoamericana

Anexos

Anexo A: IES participantes del sistema de créditos con garantía estatal

Institución
Pontificia Universidad Católica De Chile
Pontificia Universidad Católica De Valparaíso
Universidad Arturo Prat
Universidad Austral De Chile
Universidad Católica De La Santísima Concepción
Universidad Católica Del Maule
Universidad Católica Del Norte
Universidad Católica De Temuco
Universidad De Antofagasta
Universidad De Atacama
Universidad De Chile
Universidad De Concepción
Universidad De La Frontera
Universidad Del Bío-bío
Universidad De Los Lagos
Universidad De Magallanes
Universidad De Santiago De Chile
Universidad De Talca
Universidad De Tarapacá
Universidad De Valparaíso
Universidad La Serena
Universidad Playa Ancha De Ciencias De La Educación
Universidad Técnica Federico Santa María
Universidad Academia De Humanismo Cristiano
Universidad Adolfo Ibáñez
Universidad Alberto Hurtado
Universidad Autónoma De Chile
Universidad Bernardo Ohiggins
Universidad Católica Cardenal Raúl Silva Henríquez
Universidad Central De Chile
Universidad De Las Américas
Universidad Del Desarrollo
Universidad De Los Andes
Universidad Del Pacífico
Universidad De Viña Del Mar
Universidad Diego Portales
Universidad Finis Terrae
Universidad Iberoamericana De Ciencia Y Tecnología
Universidad Mayor
Universidad Nacional Andrés Bello
Universidad San Sebastián
Universidad Santo Tomás
Universidad Tecnológica De Chile Inacap
Universidad Uniacc
Instituto De Estudios Bancarios Guillermo Subercaseaux

Instituto Profesional Aiep
Instituto Profesional De Arte Y Comunicación Arcos
Instituto Profesional De Chile
Instituto Profesional Duoc
Instituto Profesional Inacap
Instituto Profesional La Araucana
Instituto Profesional Los Leones
Instituto Profesional Providencia
Instituto Profesional Santo Tomás
Instituto Profesional Virginio Gómez
Ceduc Ucn
Centro De Formación Técnica Andrés Bello
Centro De Formación Técnica Duoc
Centro De Formación Técnica Inacap
Centro De Formación Técnica Inacap Antofagasta
Centro De Formación Técnica Instituto Tecnológico De Chile Itc
Centro De Formación Técnica San Agustín
Centro De Formación Técnica Santo Tomás
Total = 63 IES

Fuente: www.ingresa.cl

Anexo B: Aranceles de referencia por carrera

B1: Aranceles de referencia para carreras tipo 1

Carreras Tipo 1	Arancel promedio 2009 (\$)	Desviación Estándar (\$)	Tramo
Acuicultura	857.469,6	206.161,1	II
Administración de Empresas	1.011.532,3	188.703,3	II
Administración y gestión	909.089,1	91.817,9	II
Agrícola y ganadera	945.983,6	157.018,3	II
Agropecuaria	996.681,1	192.359,2	II
Alimentos	893.701,3	229.909,0	II
análisis de sistemas	1.002.674,2	100.208,7	II
Arquitectura	822.714,3	175.114,0	I
Audiovisual	1.126.397,5	139.032,3	II
Biotechnología	1.031.900,0	45.850,8	II
Climatización y refrigeración	1.187.722,2	115.574,3	II
Cocina y gastronomía	1.170.451,1	136.930,7	II
Comercio/ventas	914.275,5	105.035,0	II
Computación e informática	907.025,1	167.969,1	II
Construcción	878.185,9	154.946,8	II
Contabilidad y finanzas	951.964,4	169.642,6	II
Control de calidad/industrial	1.068.363,2	146.268,9	II
Deporte	947.805,8	84.081,3	II
Dibujo técnico/proyectista	1.054.127,0	130.017,4	II
Diseño	1.044.830,8	166.380,0	II

Educación diferencial	804.047,4	70.376,6	I
Electricidad	1.099.292,6	109.491,2	II
Electrónica	1.041.731,1	175.992,2	II
Farmacia	981.103,0	117.379,2	II
Fotografía	1.077.969,0	0,0	II
Geología	996.171,5	108.662,6	II
Gestión pública	1.098.160,0		II
Ginecología y obstetricia	928.000,0	41.626,9	II
Idiomas	1.034.731,5	179.775,3	II
Judicial	843.493,2	131.127,9	II
Logística y transporte	928.302,9	157.987,4	II
Mantenimiento/mecánica industrial	1.075.937,0	174.157,8	II
Mecánica	1.169.013,1	99.188,4	II
Minería	1.024.016,2	119.035,0	II
Óptica	963.000,0	36.000,0	II
Párvulo	778.687,8	128.966,4	I
Podología	841.948,3	56.846,1	II
Prevención de Riesgos	891.491,2	194.278,4	II
Producción de eventos	1.090.000,0	77.968,9	II
Programación	1.074.613,9	147.219,9	II
Química	1.040.221,7	115.693,2	II
Radiodiagnóstico	1.052.603,0	37.849,3	II
Recursos naturales y medio ambiente	1.029.729,1	252.041,7	II
Registro y estadística	852.594,3	110.481,0	II
Relaciones públicas/publicidad	842.562,9	67.261,4	II
Restauración	1.050.000,0		II
Secretariado	748.484,8	154.272,6	I
Sonido	1.076.709,9	84.082,1	II
Tec. Dental/Laboratorista	1.004.897,0	76.455,9	II
Tec. Enfermería	1.039.363,4	64.651,2	II
Terapia y rehabilitación	940.944,6	99.518,5	II
Topografía	918.735,1	110.087,7	II
Trabajo social	782.808,0	81.637,4	I
Turismo	997.364,5	189.038,9	II
Veterinaria	1.050.000,0		II
Vinicultura	988.965,2	163.139,6	II

Fuente: www.becasycreditos.cl²⁶

²⁶ Datos obtenidos a partir de los datos detallados de arancel de referencia por cada programa de cada IES obtenidos de ese sitio Web

B2: Aranceles de referencia para carreras tipo 2

Carreras tipo 2	Arancel promedio 2009 (\$)	Desviación Estándar (\$)	Tramo
Computación e informática	1.242.553,3	236.759,8	II
Comunicación	1.319.522,9	350.952,7	II
Construcción	1.126.174,4	156.959,0	II
Contabilidad y auditoría	1.043.023,9	131.907,1	II
Criminalista	866.140,0	86.572,8	II
Diseño	1.165.165,3	224.695,2	II
electricidad/electrónica	1.297.398,9	136.700,5	II
Estadística	1.389.070,7	176.791,4	II
Fonoaudiología	1.206.802,0	0,0	II
Fotografía	1.047.840,0	291.106,2	II
Gastronomía	1.633.939,0	0,0	III
Geomensura	1.383.353,5	228.738,4	II
Ing. Administración y Gestión	1.155.498,8	194.670,6	II
Ing. Agrícola/agroindustria	1.261.690,3	209.056,5	II
Ing. Ejecución	1.275.121,7	249.330,9	II
Ing. Mecánica/industrial	1.273.573,9	161.318,0	II
Mecánica automotriz	1.240.786,6	122.483,8	II
Medio ambiente	1.440.171,3	296,8	II
Minería	1.207.995,7	26.110,0	II
Nutrición	1.220.052,8	205.720,5	II
Pedagogía/Educación	971.514,5	141.747,4	II
Prevención de Riesgos	1.083.872,6	185.614,5	II
Publicidad	1.167.437,1	336.321,0	II
Relaciones públicas	1.033.989,7	198.585,9	II
Servicio social	952.948,8	153.649,3	II
Sist. de salud	998.000,0		II
Sociología	1.956.207,2	59.542,5	III
Sonido	1.378.979,7	145.503,8	II
Teatro	1.592.875,5	371.260,0	III

Fuente: www.becasycreditos.cl

B3: aranceles de referencia para carreras tipo 3

Carrera tipo 3	Arancel promedio 2009 (\$)	Desviación Estándar (\$)	Tramo
Adm. Pública y Ciencias políticas	1.474.586,6	140.507,3	III
Agronomía	1.830.589,6	223.380,6	III
Antropología	1.797.154,6	389.970,6	III
Arquitectura	1.929.873,0	230.815,2	III
Artes	1.693.692,8	197.173,1	III
Astronomía	2.213.096,0	3.947,3	IV
Bachillerato	1.678.526,0	275.822,2	III
Bibliotecología	1.201.514,0		II
Biología Marina	1.701.979,2	289.737,5	III
Biología y Química	1.576.575,6	247.952,2	III
Bioquímica	1.894.850,5	231.570,0	III
Biotecnología	1.780.564,5	95.955,2	III
Cine y comunicación	2.011.142,5	210.677,4	III

Construcción	1.580.394,7	547.473,2	III
Contabilidad y auditoría	1.382.077,6	157.759,2	II
Derecho	1.892.642,4	113.503,3	III
Diseño	1.602.143,5	193.734,5	III
Educación diferencial	1.141.793,2	197.006,5	II
Enfermería	1.795.755,0	133.495,2	III
Fonoaudiología	1.768.328,7	104.995,6	III
Geofísica	1.726.743,7	239.699,1	III
Geografía	1.761.515,6	227.462,5	III
Geología	1.777.784,0	111.508,2	III
Ing. Civil	1.873.320,8	244.976,4	III
Ing. Comercial	1.767.574,8	216.636,8	III
Ingeniería en alimentos	1.756.168,9	222.954,8	III
Ingeniería forestal	1.773.652,7	349.148,8	III
Kinesiología y terapia ocupacional	1.667.914,2	124.005,9	III
Licenciatura	1.657.745,9	292.466,0	III
Medicina	2.641.419,4	230.955,4	IV
Nutrición	1.557.376,4	95.848,0	III
Obstetricia y puericultura	1.616.078,7	183.812,5	III
Odontología	2.557.862,3	117.098,0	IV
Párvulos	1.284.439,1	125.436,1	II
Pedagogía	1.309.865,1	178.349,2	II
Periodismo	1.768.130,9	135.826,3	III
Piloto comercial	2.112.178,0		IV
Plan común	1.836.080,4	387.922,8	III
Psicología	1.787.809,2	110.569,1	III
Psicopedagogía	1.496.497,7	19.418,6	III
Química y farmacia	1.878.746,7	103.344,0	III
Relaciones públicas	1.177.465,2	156.647,1	II
Sociología	1.621.899,7	218.410,3	III
Teatro	1.487.835,7	163.834,2	III
Tecnología médica	1.693.744,6	45.049,5	III
Trabajo social	1.228.510,1	170.538,8	II
Traducción e interpretación	1.447.800,8	253.843,5	II
Veterinaria	1.951.200,8	78.035,3	III

Fuente: www.becasycreditos.cl

Anexo C: Probabilidades de deserción y desviación estándar por grupo

C1: Carreras tipo 1

Grupo	% de Deserción promedio			Desviación Estándar		
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Primer año	Segundo año	Tercer año
1	5,49%	8,34%	8,99%	1,88%	3,62%	2,08%
2	6,32%	9,75%	10,97%	1,26%	1,46%	1,49%
3	6,46%	7,69%	8,44%	1,07%	0,10%	0,44%
4	7,05%	10,71%	11,35%	1,54%	1,26%	1,54%
5	6,92%	9,32%	9,83%	1,54%	1,53%	0,42%
6	8,37%	10,98%	11,86%	1,90%	1,74%	1,62%

C2: Carreras tipo 2

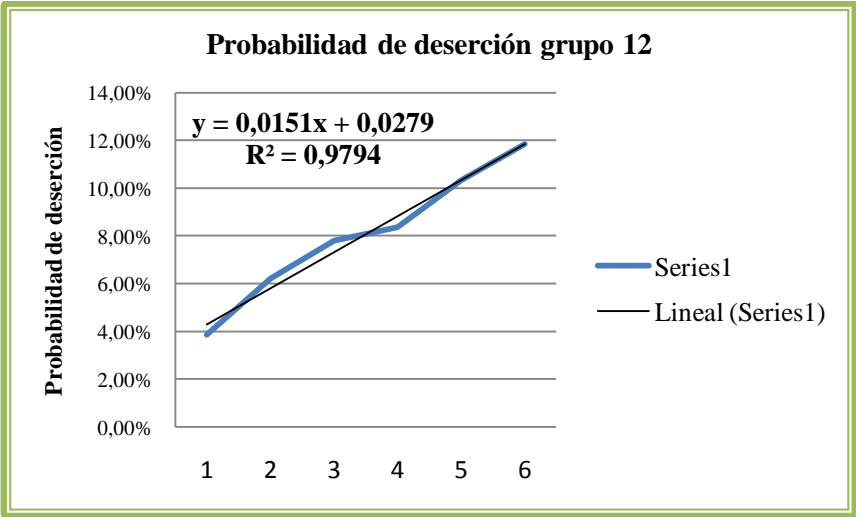
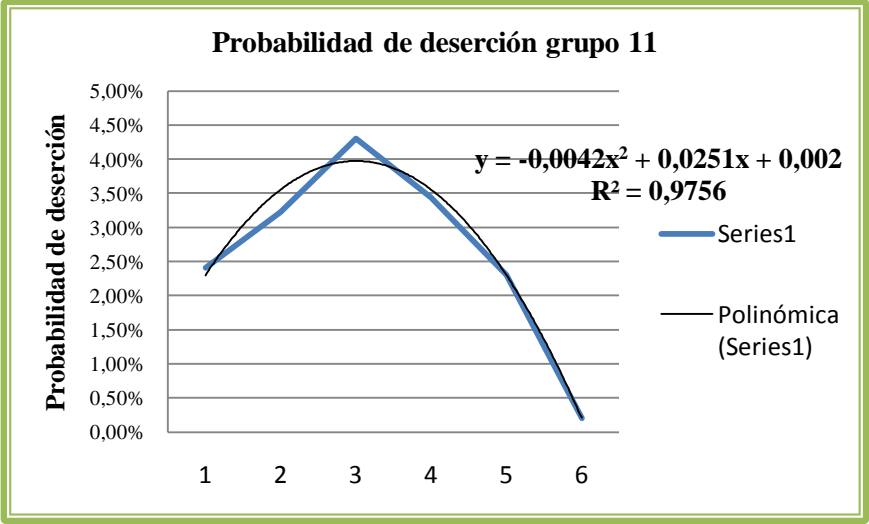
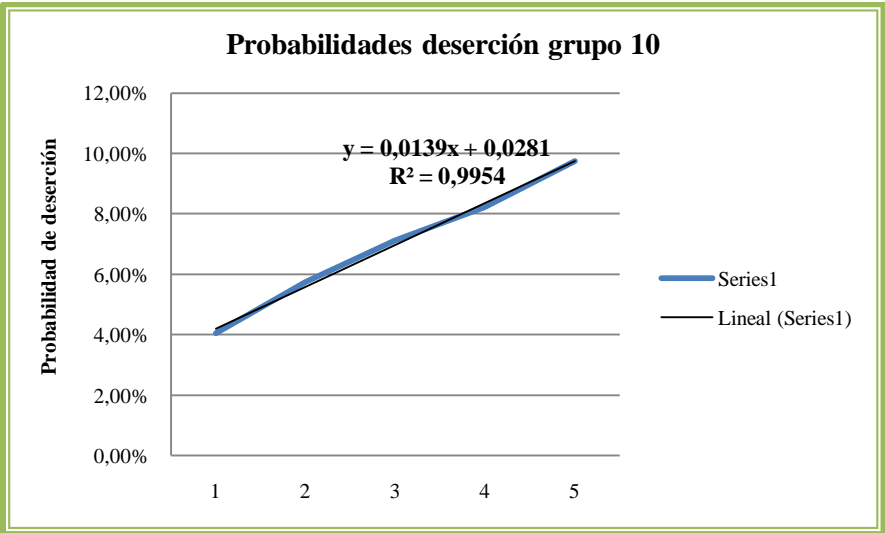
Grupo	% Deserción promedio				Desviación estándar			
	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año
1	7,19%	10,55%	11,30%	13,38%	0,72%	0,78%	0,89%	1,54%
2	6,95%	9,51%	10,85%	11,42%	1,19%	3,07%	2,44%	0,85%
3	7,67%	10,41%	11,72%	14,83%	1,01%	2,43%	2,92%	0,39%

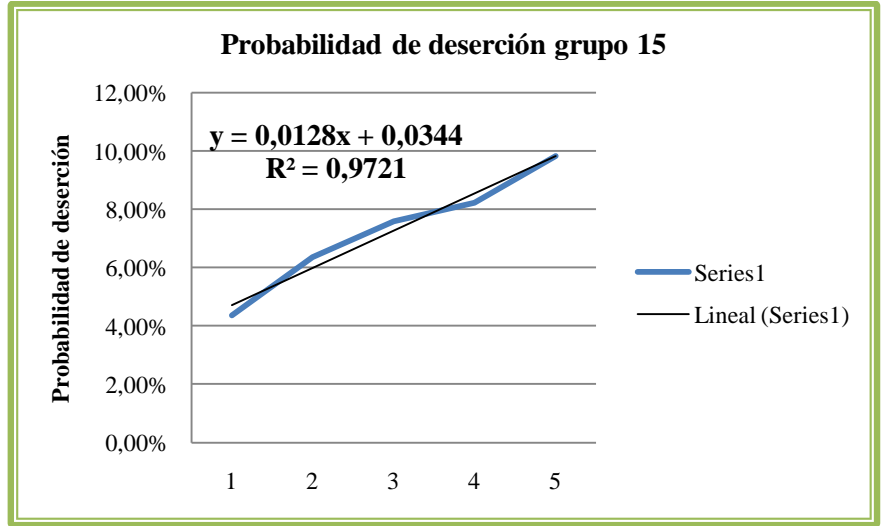
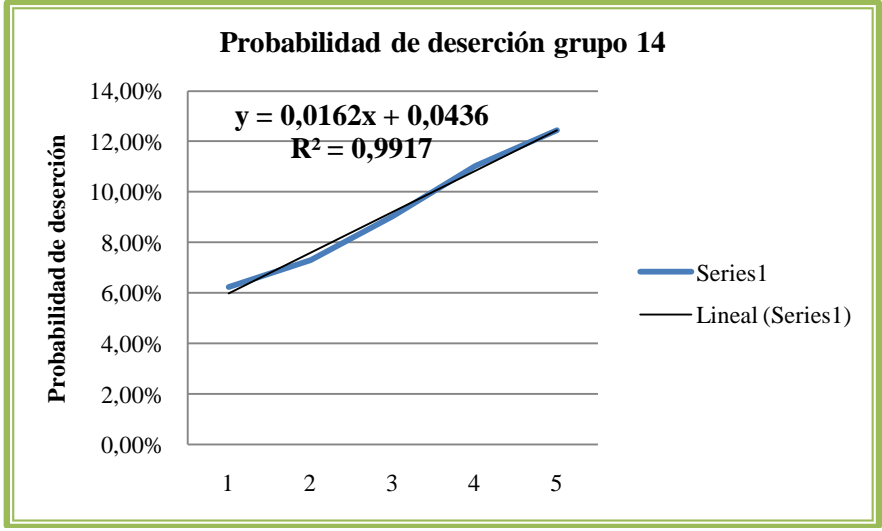
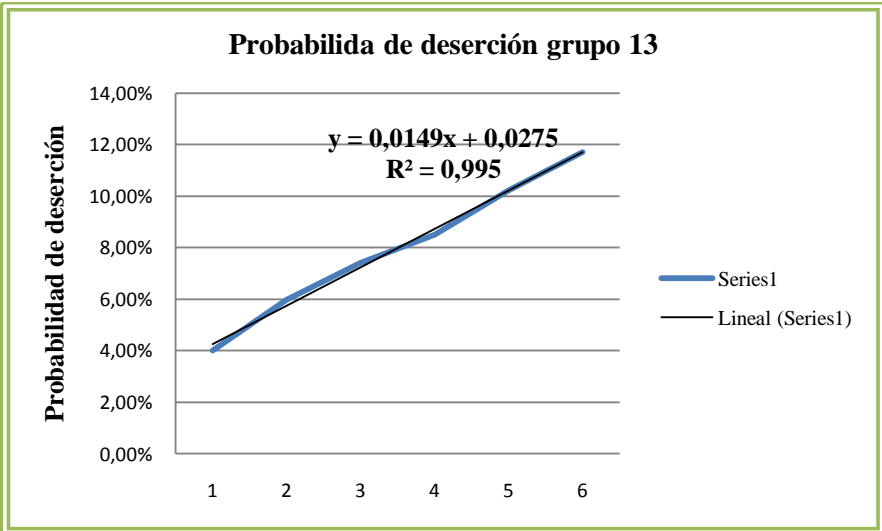
C3: Carreras tipo 3

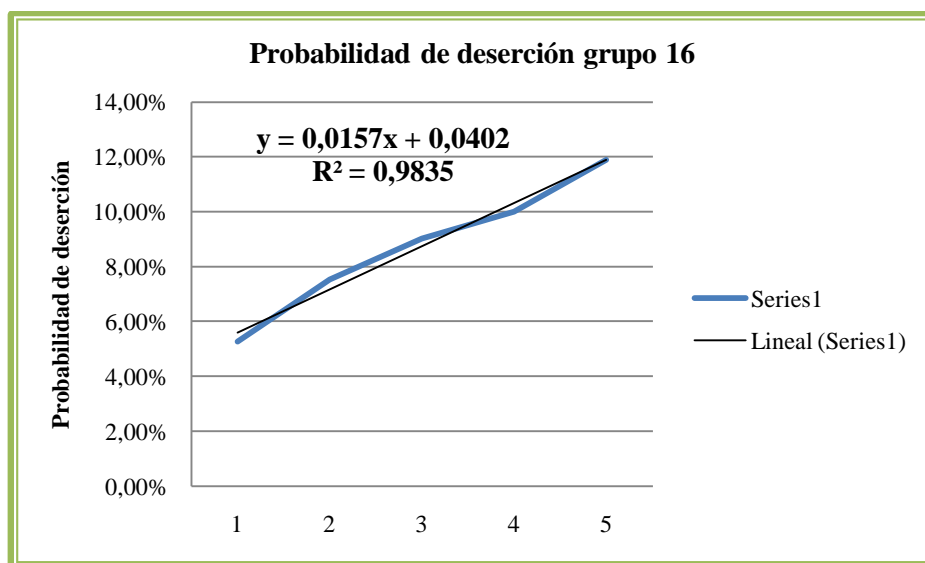
Grupo	% Deserción promedio						Desviación estándar					
	1º año	2º año	3º año	4º año	5º año	6º año	1º año	2º año	3º año	4º año	5º año	6º año
10	4,04%	5,74%	7,12%	8,21%	9,75%		1,19%	1,52%	1,57%	1,07%	0,20%	
11	2,40%	3,23%	4,30%	3,44%	2,30%	0,21%	1,22%	1,62%	1,80%	1,77%	1,53%	1,08%
12	3,85%	6,22%	7,81%	8,35%	10,33%	11,83%	1,90%	2,18%	2,28%	2,99%	3,71%	4,69%
13	4,01%	5,98%	7,42%	8,50%	10,20%	11,69%	1,09%	1,52%	1,63%	2,43%	3,19%	4,17%
14	6,23%	7,29%	9,06%	11,03%	12,44%		2,83%	0,98%	1,61%	1,50%	3,05%	
15	4,36%	6,35%	7,58%	8,21%	9,81%		1,01%	1,88%	2,42%	3,44%	4,15%	
16	5,26%	7,52%	9,03%	10,00%	11,88%		1,17%	1,58%	1,49%	2,40%	1,82%	

Anexo D: Estimación de la tasa de deserción de años superiores para carreras tipo 3.

Los datos de probabilidades de deserción de primer a cuarto año de cada grupo (10 a 16) se graficaron y para cada curva obtenida se estimó una línea de tendencia que mejor representara a la curva, esto gracias a las funciones de Excel para ello. Se obtuvo además la función de cada línea de tendencia y por medio de esta función evaluada en el año 5 (y 6 para los grupos con carreras de mayor duración) se obtuvo el dato faltante. En el caso del grupo 11 cuyas carreras duran 7 años la probabilidad de deserción para ese año dio un valor negativo, por lo que se descartó del análisis el séptimo año de carrera por tener una probabilidad de deserción estimada en cero. A continuación se presentan los gráficos asociados a las deserciones de cada grupo, junto a su respectiva línea de tendencia y la ecuación que mejor la representa.







Anexo E: Datos relevantes por grupo para el modelamiento.

Grupo	Arancel de referencia (\$)	duración carreras (años)	Plazo de Pago (años)	Nº de Beneficiarios*	% sobre el sistema total
1	783.174	3	16	2.368	2,39%
2	993.673	3	16	3.553	3,59%
3	960.542	3	16	2.368	2,39%
4	1.004.438	3	15	4.737	4,79%
5	985.251	3	15	2.960	2,99%
6	1.015.436	3	15	5.329	5,38%
7	1.160.756	4	15	10.061	10,16%
8	1.068.340	4	16	5.030	5,08%
9	1.169.670	4	15	7.546	7,62%
10	1.247.614	5	20	8.053	8,14%
11	2.599.641	7	20	2.684	2,71%
12	1.838.014	6	20	6.711	6,78%
13	1.751.912	6	20	18.791	18,98%
14	1.603.599	5	21	6.711	6,78%
15	1.700.373	5	20	8.053	8,14%
16	1.416.246	5	21	4.027	4,07%

Anexo F: Parte del código de programación para la simulación de carreras tipo 3

Sub simularTipo1()

```

prob1 = Cells(69, 3)
prob2 = Cells(70, 3)
prob3 = Cells(71, 3)
prob4 = Cells(72, 3)
prob5 = Cells(73, 3)
prob6 = Cells(74, 3)
des1 = Cells(55, 3)
des2 = Cells(56, 3)
des3 = Cells(57, 3)
incump1 = Cells(58, 3)
p1 = Cells(77, 3)
p2 = Cells(78, 3)
p3 = Cells(79, 3)
p4 = Cells(80, 3)
p5 = Cells(81, 3)
p6 = Cells(82, 3)
p7 = Cells(83, 3)
p8 = Cells(84, 3)
p9 = Cells(85, 3)
p10 = Cells(86, 3)
p11 = Cells(87, 3)
p12 = Cells(88, 3)
p13 = Cells(89, 3)
p14 = Cells(90, 3)
p15 = Cells(91, 3)
p16 = Cells(92, 3)
N = Cells(93, 3)

```

Se especifica posición donde se ubican las distintas probabilidades: prob1 a prob6 son las probabilidades acumuladas de pertenencia de los beneficiarios del grupo a una determinado caso (egresado algún año o estudiando en algún nivel). Des1 a des3 son las probabilidades de deserción para cada año de duración de la carrera. Incump1 es la probabilidad de incumplimiento de un desertor y p1 a p16 son las probabilidades de incumplimiento para cada año del plazo de pago. N entrega el número de simulaciones de cada modelo.

```

Range("D103:S5882").Select
Selection.ClearContents
Range("A4:A4").Select

```

For i = 1 To N → comienzan las simulaciones

```

aleatorio1 = Rnd(1)
'-----'
'Probabilidad 1 '
'-----'
If (aleatorio1 <= prob1) Then
aleatorio2 = Rnd(1)
If (aleatorio2 <= p1) Then
pago = Cells(10, 6)
Cells(102 + i, 4) = pago
GoTo Salir_If
Else
aleatorio3 = Rnd(1)
If (aleatorio3 <= p2) Then
pago = Cells(10, 8)
Cells(102 + i, 5) = pago
GoTo Salir_If
Else
aleatorio4 = Rnd(1)
If (aleatorio4 <= p3) Then

```

Se genera el primer número aleatorio que será comparado con cada probabilidad de pertenencia a cada rama principal

Caso de Egresados: Por cada nodo del árbol se genera un nuevo número aleatorio y se compara con las probabilidades de las ramas que salen de dicho nodo para determinar por qué camino seguir. Si el número aleatorio está entre cero y la probabilidad de incumplimiento P_i , se entrega el valor del pago de ese periodo y se anota en la celda especificada para ello. Esto se repite para los egresados de cada año, reduciéndose en cada caso el número de nodos.

```

    pago = Cells(10, 10)
'-----'
' Probabilidad 5 '
'-----'
If (aleatorio1 > prob4) And (aleatorio1 <= prob5) Then
aleatorio54 = Rnd(1)
If (aleatorio54 <= des2) Then
aleatorio544 = Rnd(1)
If (aleatorio544 <= incump1) Then
pago = Cells(35, 7)
Cells(102 + i, 4) = pago
GoTo Salir_If
Else
pago = ""
Cells(102 + i, 4) = pago
GoTo Salir_If
End If
End If
aleatorio55 = Rnd(1)
If (aleatorio55 <= des3) Then
aleatorio555 = Rnd(1)
If (aleatorio555 <= incump1) Then
pago = Cells(35, 9)
Cells(102 + i, 5) = pago
GoTo Salir_If
Else
pago = ""
Cells(102 + i, 5) = pago
GoTo Salir_If
End If
End If
End If
End If

pago = ""
Salir_If:
Next i

End Sub`

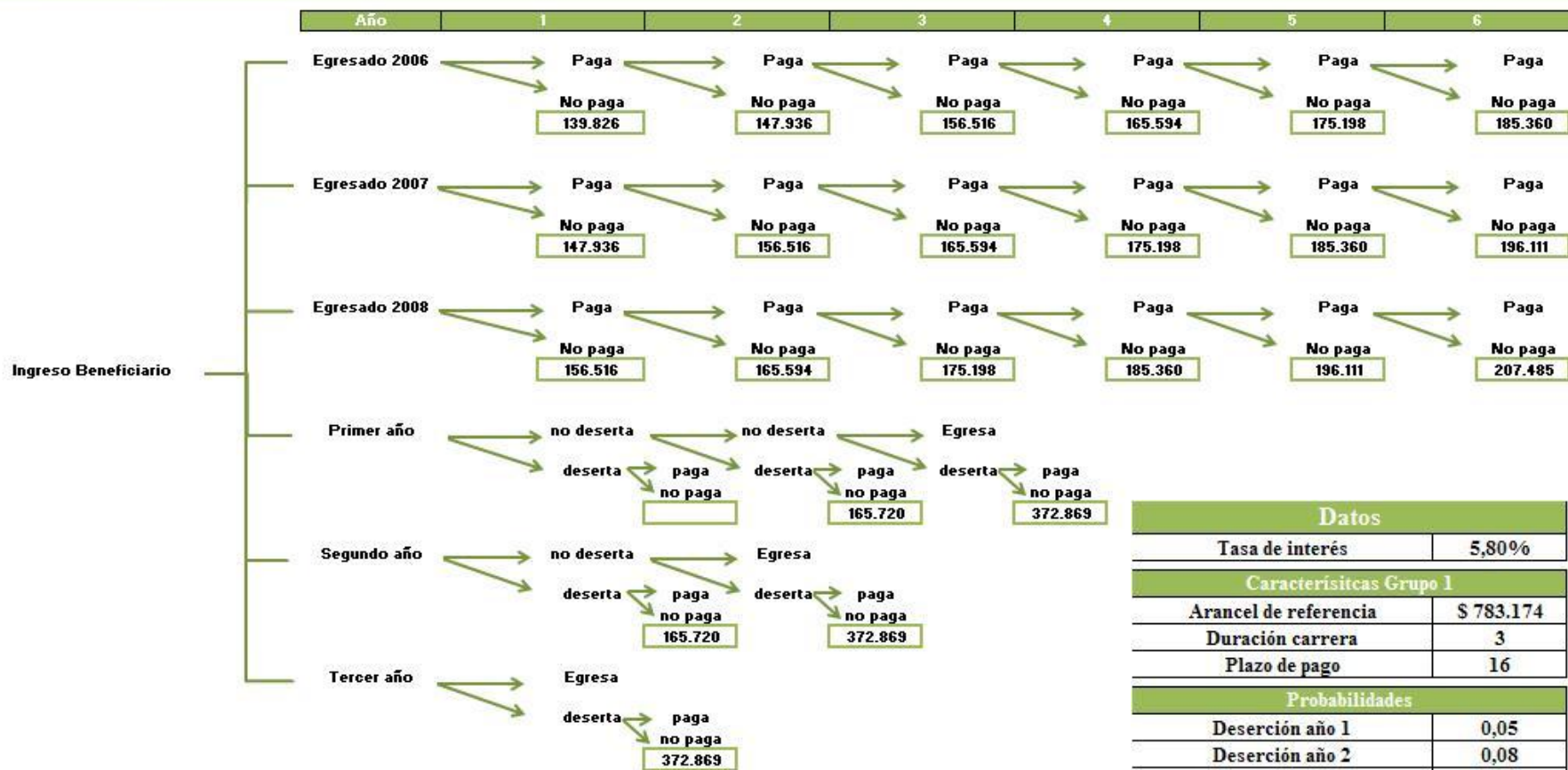
```

Caso de estudiantes: Si se cae en este caso, se genera un número aleatorio para determinar si deserta o no deserta y luego se genera un nuevo número aleatorio para determinar si paga o no paga.

Termina la simulación i y se pasa a la i+1 hasta llegar al número N de simulaciones.

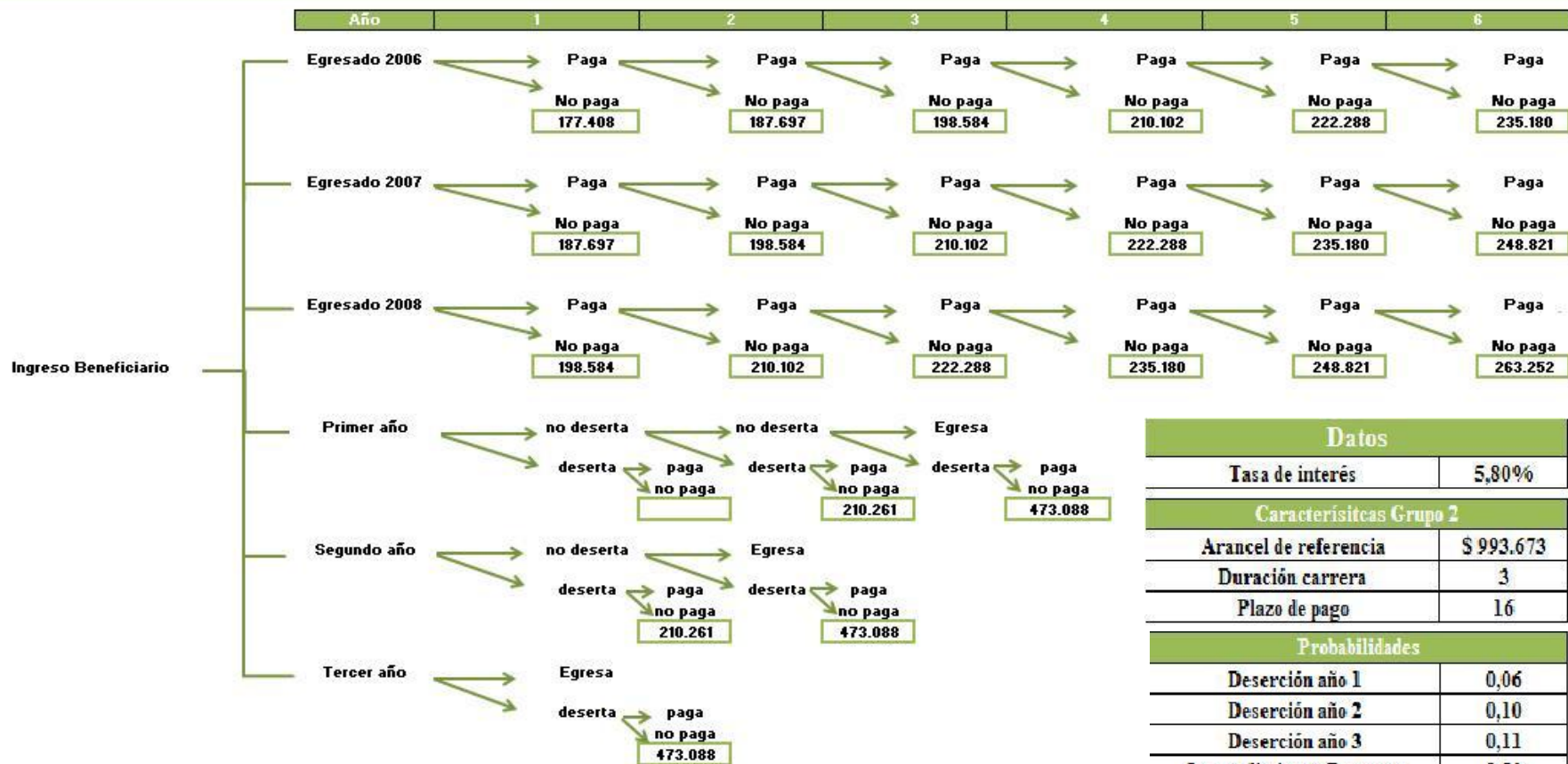
Anexo G: Parte de los modelos diseñados para cada grupo y sus principales características.

Modelo grupo 1



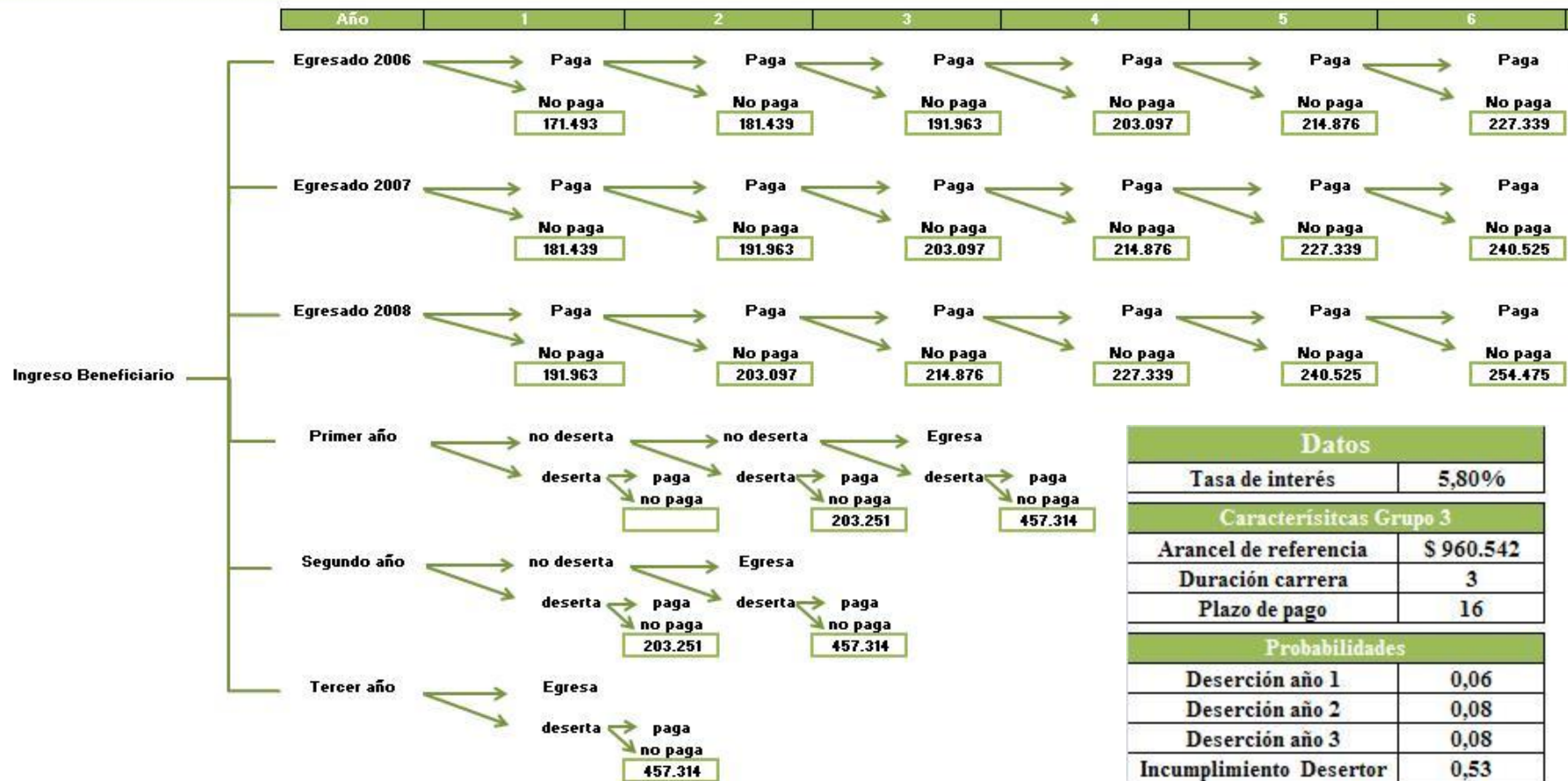
Datos	
Tasa de interés	5,80%
Características Grupo 1	
Arancel de referencia	\$ 783.174
Duración carrera	3
Plazo de pago	16
Probabilidades	
Deserción año 1	0,05
Deserción año 2	0,08
Deserción año 3	0,09
Incumplimiento Desertores	0,53
Incumplimiento 1 (1° a 4° año)	Alto
Incumplimiento 2 (5° en adelante)	Alto
% Beneficiarios	
Egresados 2008	0,03
Egresados 2007	0,06
Egresados 2006	0,06
Primer año	0,45
Segundo año	0,81
Tercer año	1,00

Modelo grupo 2



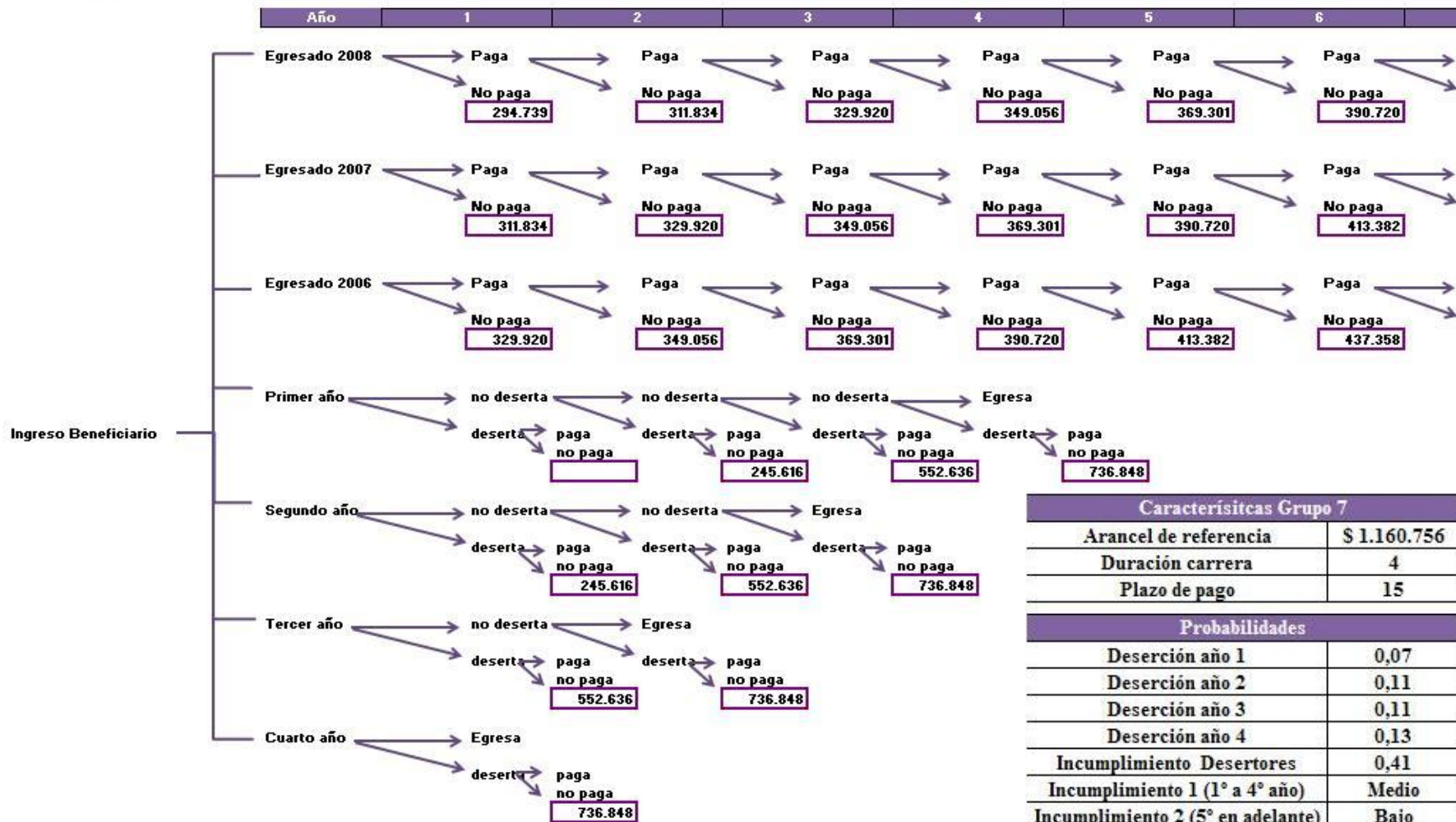
Datos	
Tasa de interés	5,80%
Características Grupo 2	
Arancel de referencia	\$ 993.673
Duración carrera	3
Plazo de pago	16
Probabilidades	
Deserción año 1	0,06
Deserción año 2	0,10
Deserción año 3	0,11
Incumplimiento Desertor	0,53
Incumplimiento 1 (1° a 4° año)	Alto
Incumplimiento 2 (5° en adelante)	Alto
% Beneficiarios	
Egresados 2008	0,15
Egresados 2007	0,30
Egresados 2006	0,50
Primer año	0,80
Segundo año	0,95
Tercer año	1,00

Modelo grupo 3



Datos	
Tasa de interés	5,80%
Características Grupo 3	
Arancel de referencia	\$ 960.542
Duración carrera	3
Plazo de pago	16
Probabilidades	
Deserción año 1	0,06
Deserción año 2	0,08
Deserción año 3	0,08
Incumplimiento Desertor	0,53
Incumplimiento 1 (1° a 4° año)	Alto
Incumplimiento 2 (5° en adelante)	Alto
% Beneficiarios	
Egresados 2008	0,15
Egresados 2007	0,30
Egresados 2006	0,50
Primer año	0,80
Segundo año	0,95
Tercer año	1,00

Modelo grupo 7

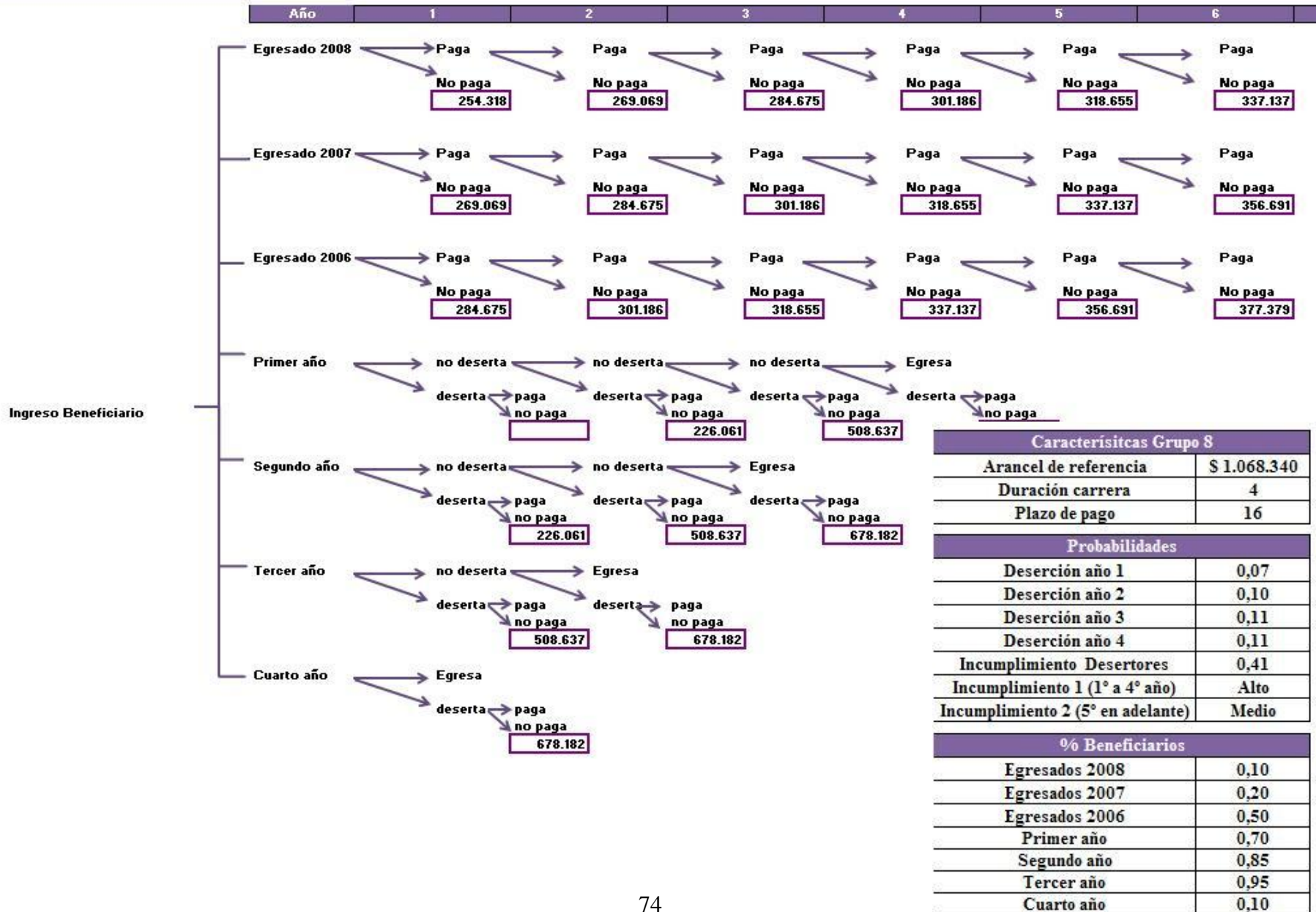


Características Grupo 7	
Arancel de referencia	\$ 1.160.756
Duración carrera	4
Plazo de pago	15

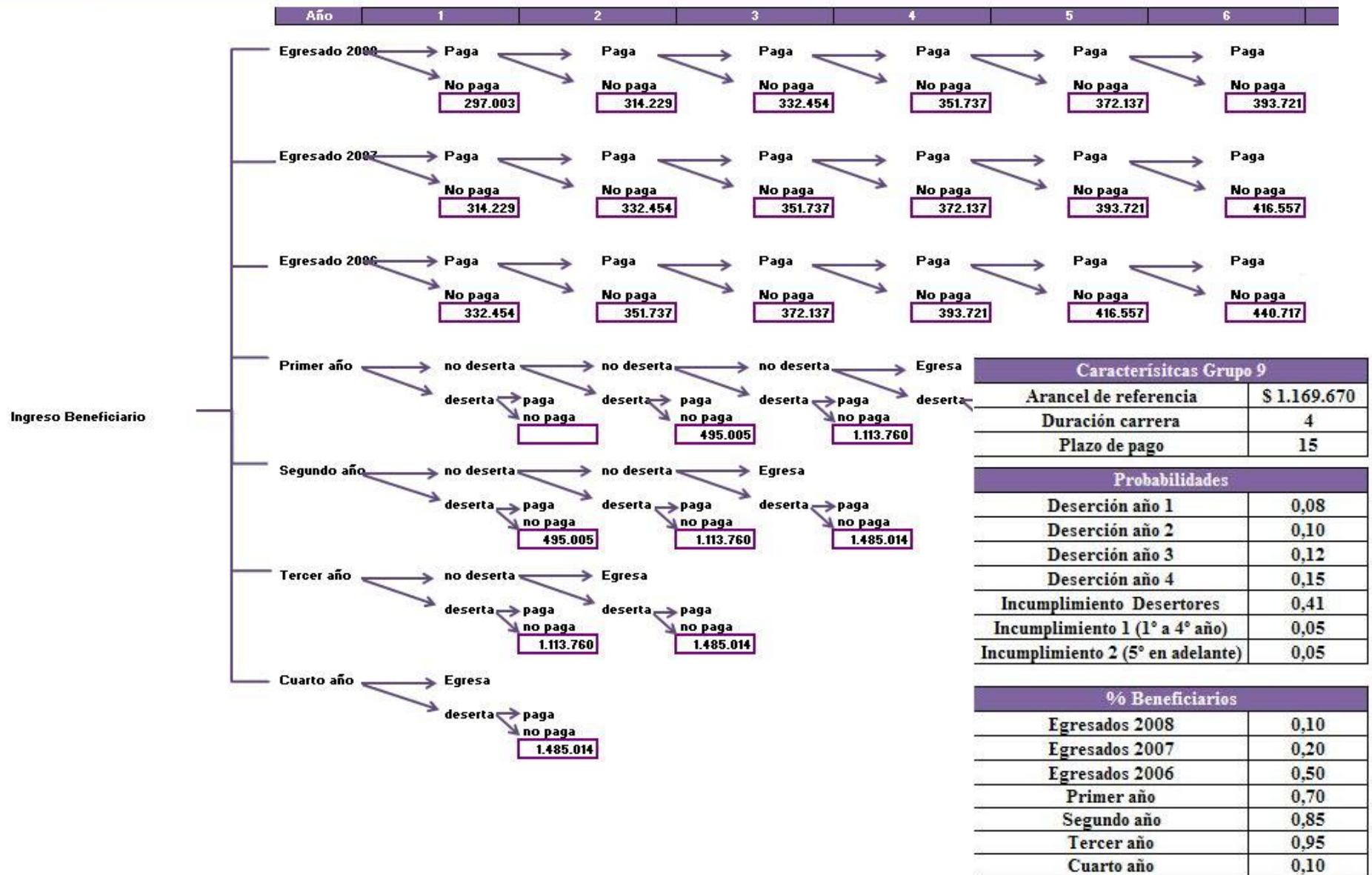
Probabilidades	
Deserción año 1	0,07
Deserción año 2	0,11
Deserción año 3	0,11
Deserción año 4	0,13
Incumplimiento Desertores	0,41
Incumplimiento 1 (1° a 4° año)	Medio
Incumplimiento 2 (5° en adelante)	Bajo

% Beneficiarios	
Egresados 2008	0,10
Egresados 2007	0,20
Egresados 2006	0,50
Primer año	0,70
Segundo año	0,85
Tercer año	0,95
Cuarto año	0,10

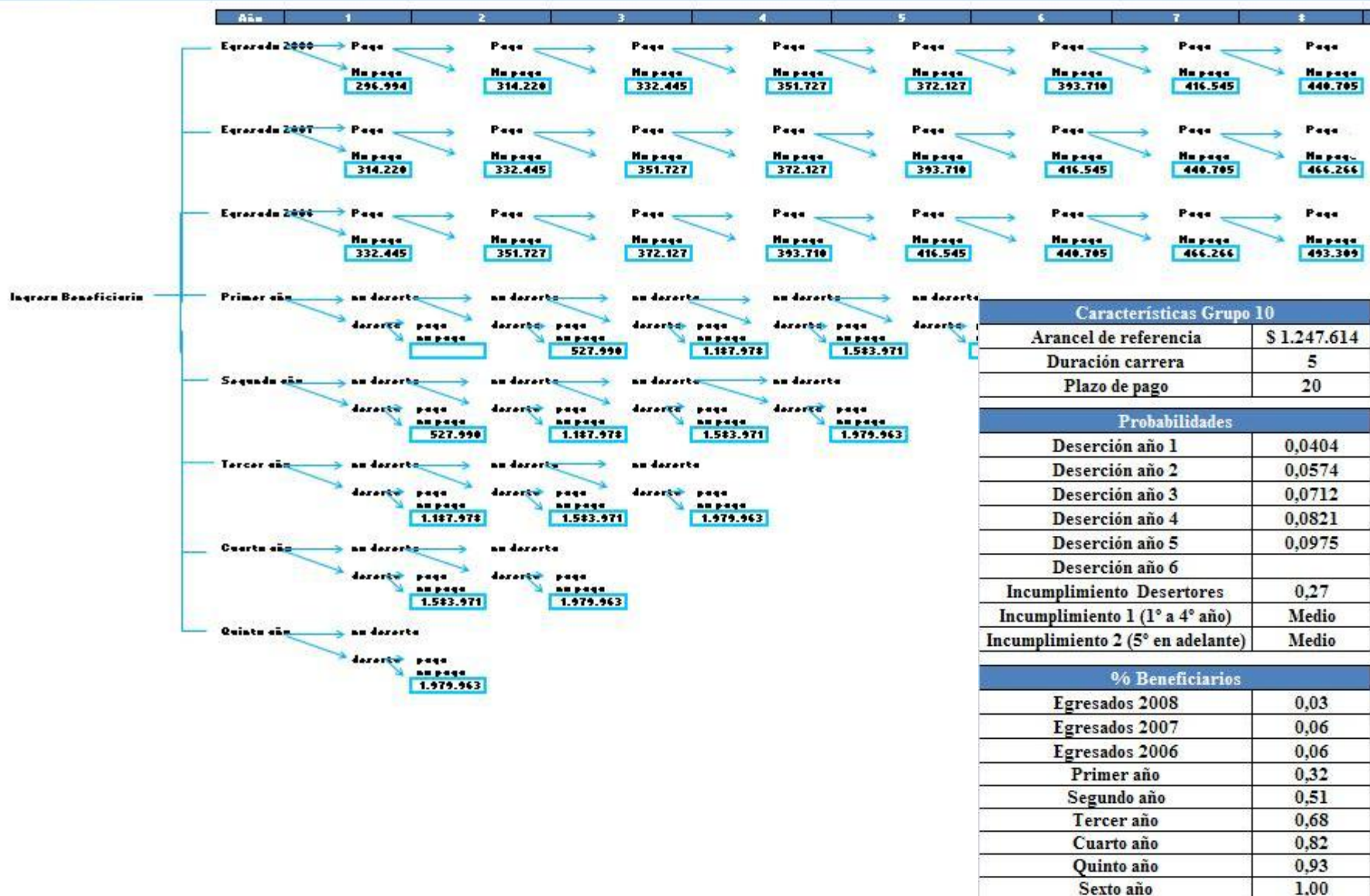
Modelo grupo 8



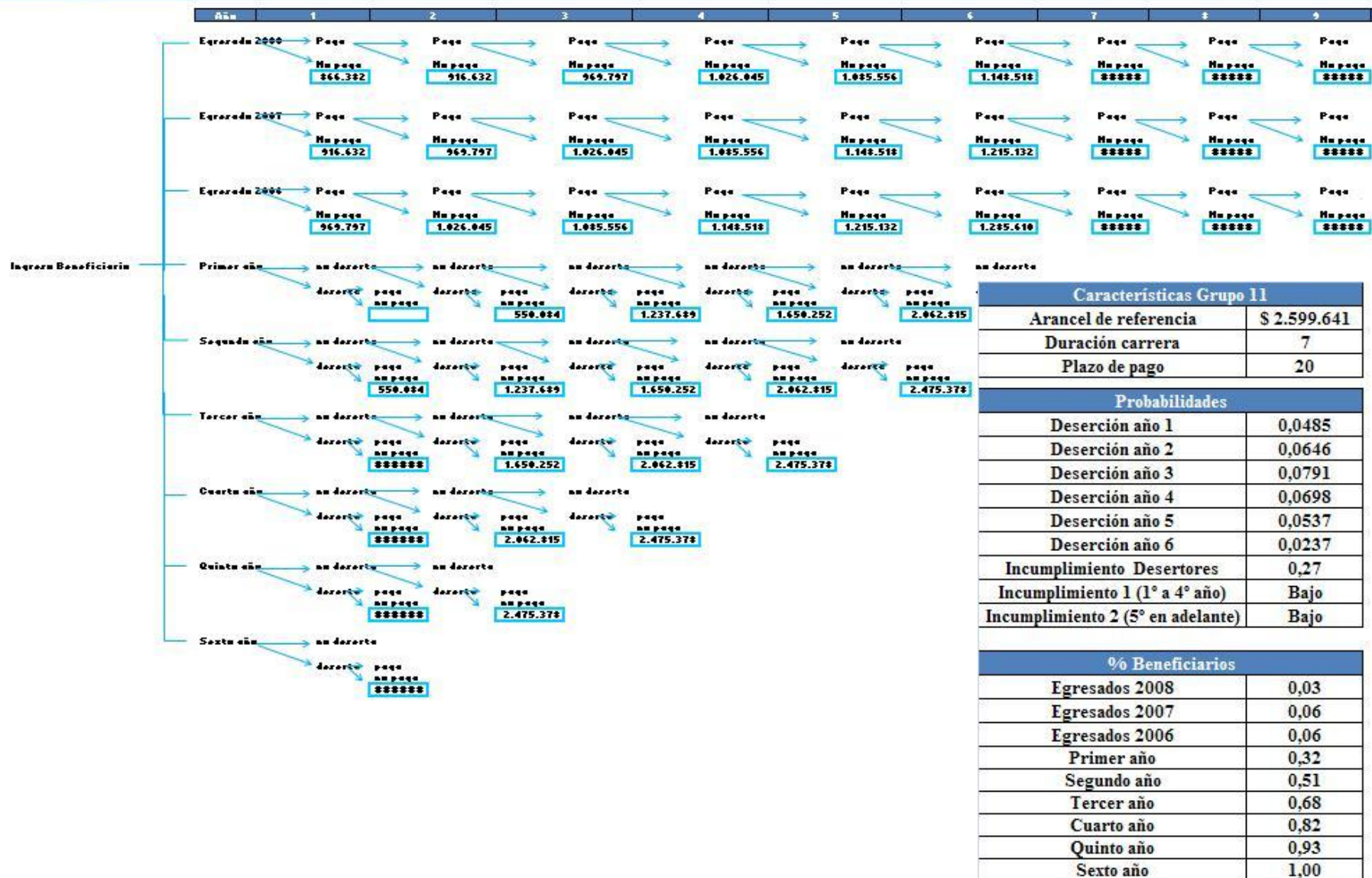
Modelo grupo 9



Modelo grupo 10

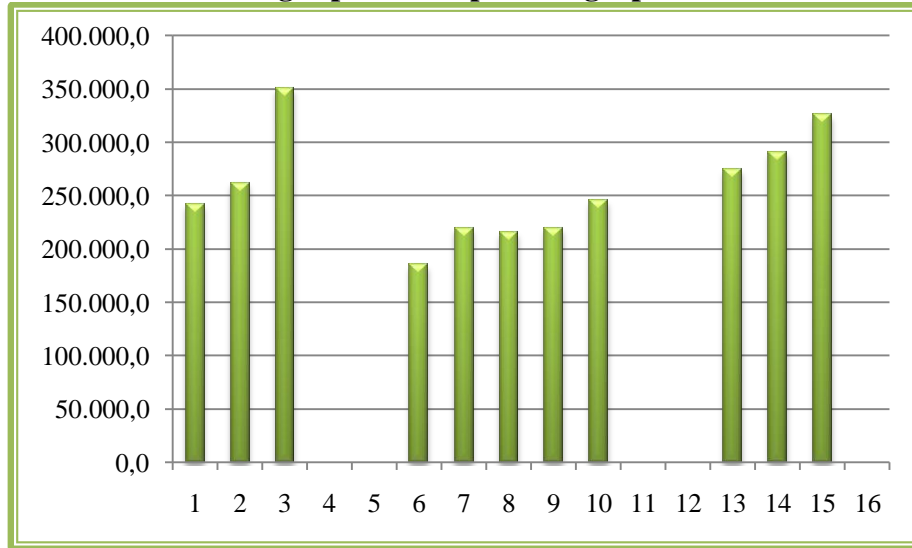


Modelo grupo 11



Anexo H: Resultados de simulación por grupo (gráficos en pesos)

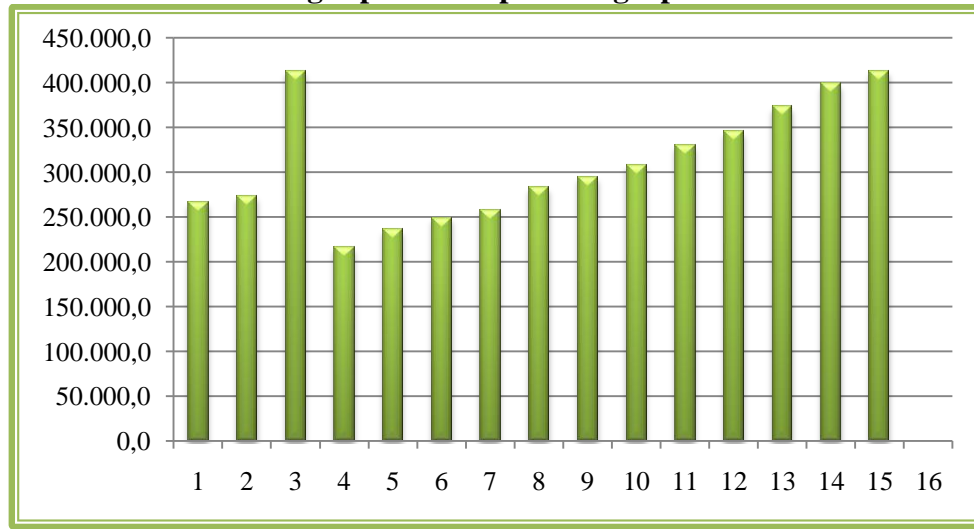
Pagos promedio por año grupo 1



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
242.037,8	262.505,9	351.233,7	0,0	0,0	185.359,9	219.519,4	215.740,7

Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16
219.519,4	245.722,1	0,0	0,0	275.052,5	291.005,5	325.741,1	0,0

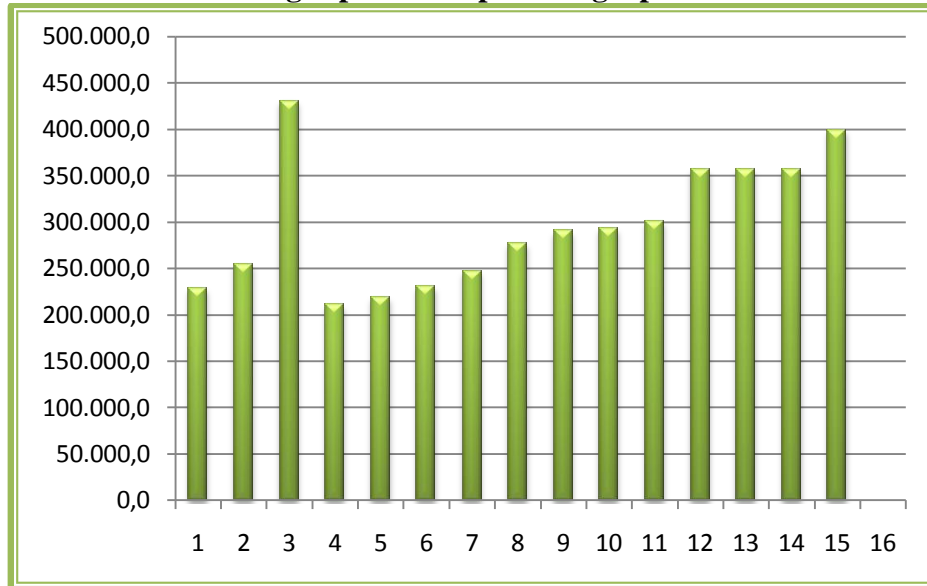
Pagos promedio por año grupo 2



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
266.371,9	273.555,3	412.537,3	216.312,6	235.429,7	249.137,3	257.479,8	282.781,1

Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16
294.675,4	307.493,7	329.849,0	345.375,9	373.181,5	398.602,2	413.246,7	0,0

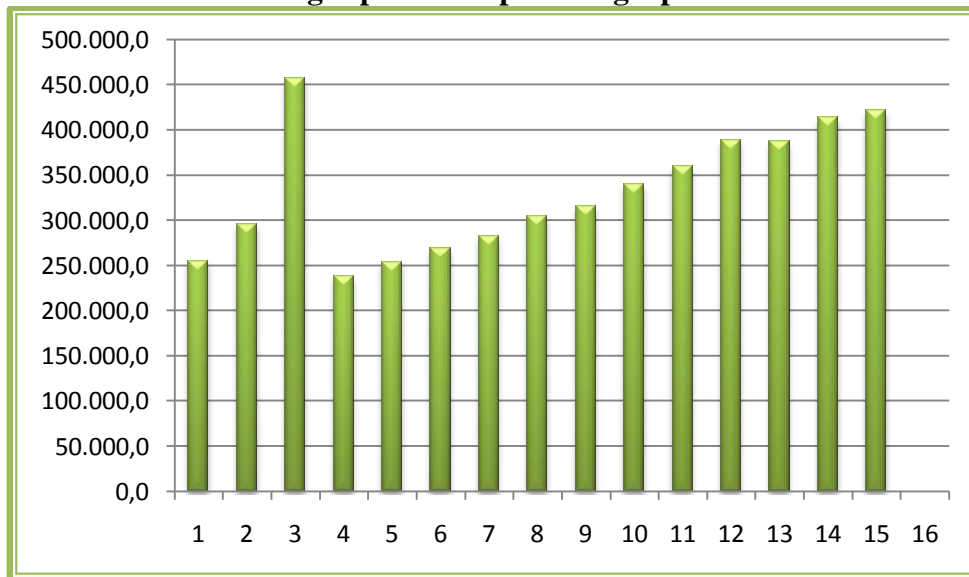
Pagos promedio por año grupo 3



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
228.879,1	254.555,0	430.588,3	210.949,7	219.030,5	230.635,5	247.500,0	277.042,6

Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16
290.357,5	293.111,0	301.371,7	356.910,6	357.288,9	356.910,6	399.512,9	0,0

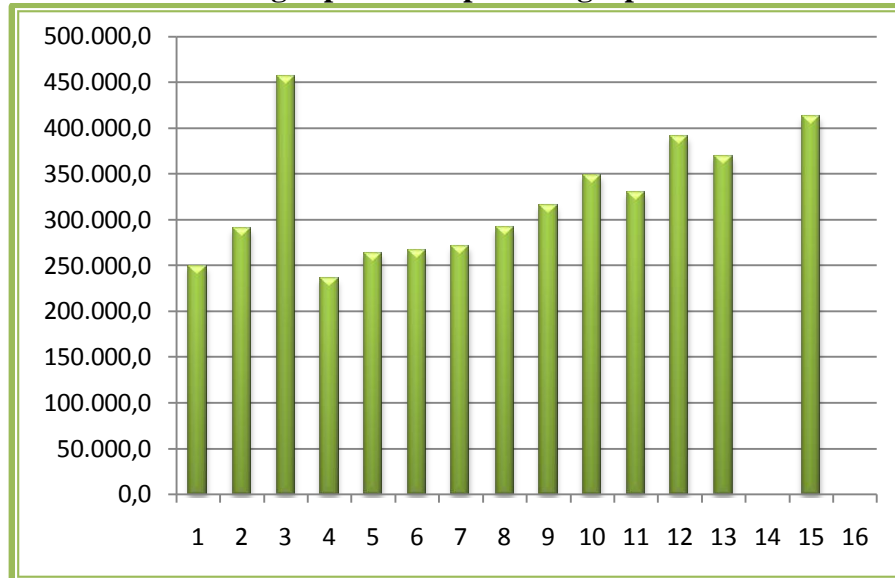
Pagos promedio por año grupo 4



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
254.329,6	295.747,4	457.658,3	237.425,3	253.576,8	268.568,6	282.316,4	304.173,3

Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16
314.991,0	339.244,3	360.002,3	388.749,3	387.190,4	413.495,8	421.192,4	0,0

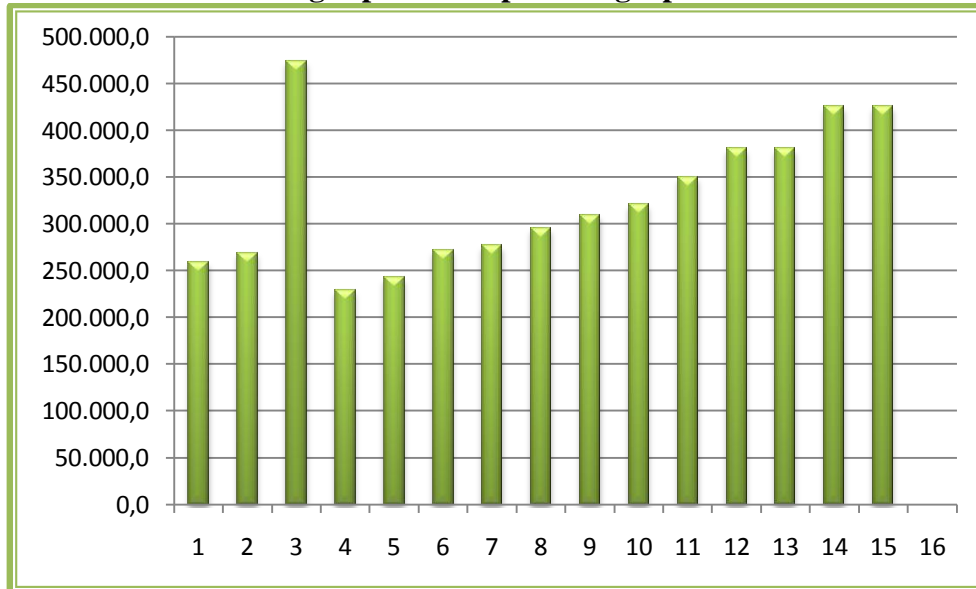
Pagos promedio por año grupo 5



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
248.904,4	289.725,5	456.763,4	235.377,8	263.159,6	265.982,4	270.791,3	290.768,4

Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16
315.470,0	348.857,1	329.732,6	390.498,1	369.090,8	0,0	413.147,0	0,0

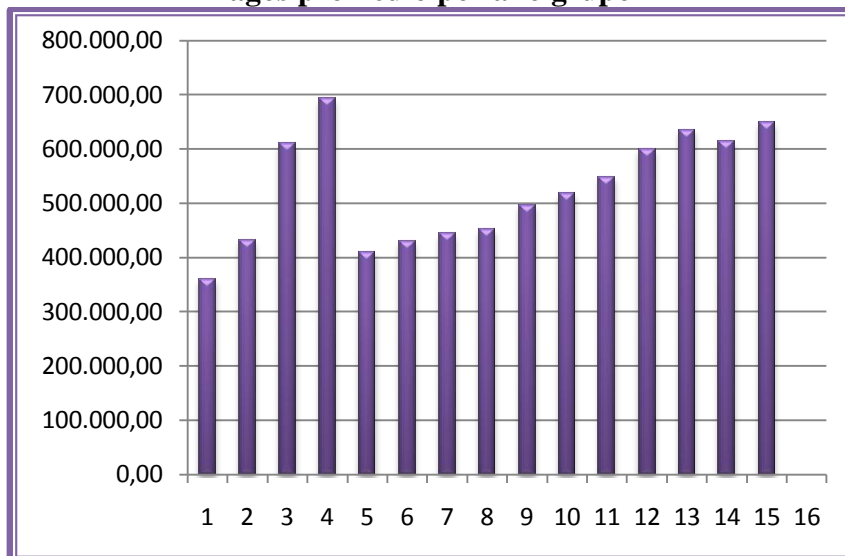
Pagos promedio por año grupo 6



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
259.007,3	268.439,4	474.089,6	229.016,9	242.299,9	271.653,0	276.465,4	295.274,3

Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16
309.465,5	321.204,5	349.689,6	380.398,4	380.398,4	425.804,2	425.804,2	0,0

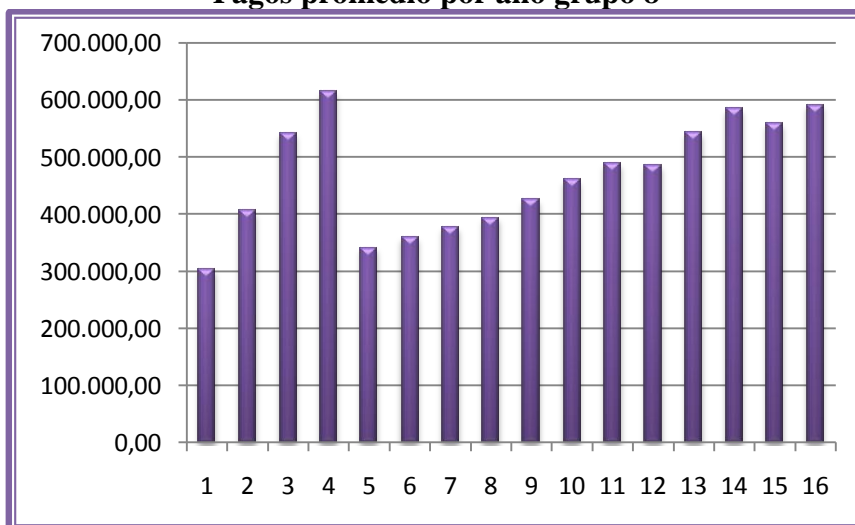
Pagos promedio por año grupo 7



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
359.124,13	431.856,98	609.456,40	693.026,28	410.549,52	429.366,36	443.873,94	452.872,74

Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16
497.051,09	518.506,90	548.870,70	600.328,63	635.890,85	613.410,91	648.988,74	0,00

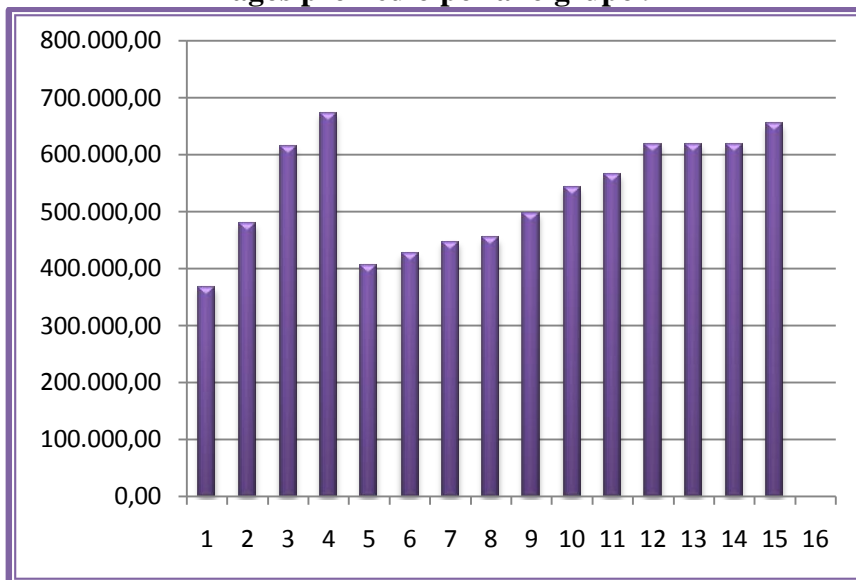
Pagos promedio por año grupo 8



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
303.807,47	405.928,63	541.290,57	614.442,09	341.720,19	359.970,06	377.978,59	394.111,98

Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16
426.955,21	459.885,47	489.602,03	486.558,83	544.636,44	584.345,15	559.985,77	592.464,94

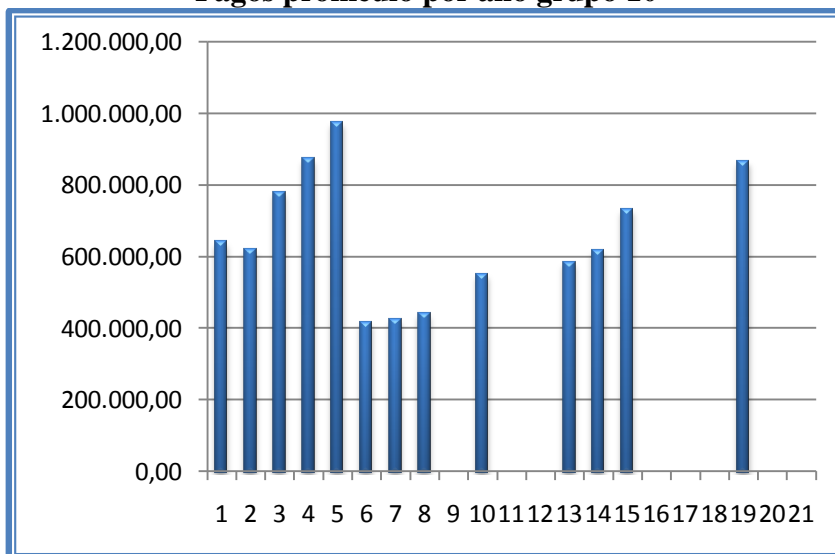
Pagos promedio por año grupo 9



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
366.003,00	479.063,34	614.393,61	672.055,13	405.139,09	426.256,97	446.553,37	453.498,12

Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16
496.494,64	542.117,35	565.370,50	618.121,88	618.121,88	618.121,88	653.972,95	0,00

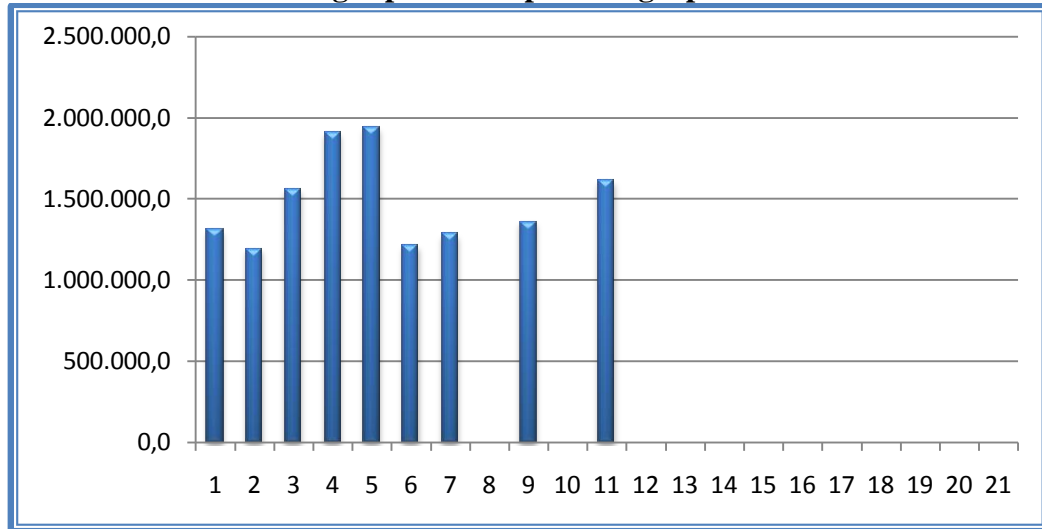
Pagos promedio por año grupo 10



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
640.862,62	620.910,75	779.092,64	874.302,05	975.270,79	416.545,45	424.598,66	440.705,08	0,00	552.192,79

Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21
0,00	0,00	584.219,97	618.104,73	732.013,46	0,00	0,00	0,00	866.914,11	0,00	0,00

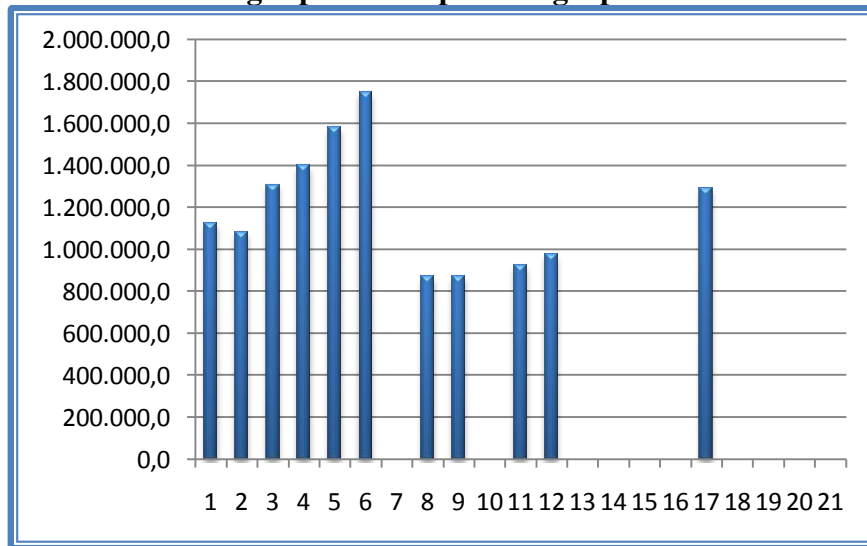
Pagos promedio por año grupo 11



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
1.311.033,5	1.194.261,3	1.558.571,4	1.908.103,9	1.940.657,7	1.215.132,3	1.285.610,0	0,0	1.360.175,4	0,0

Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21
1.610.838,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

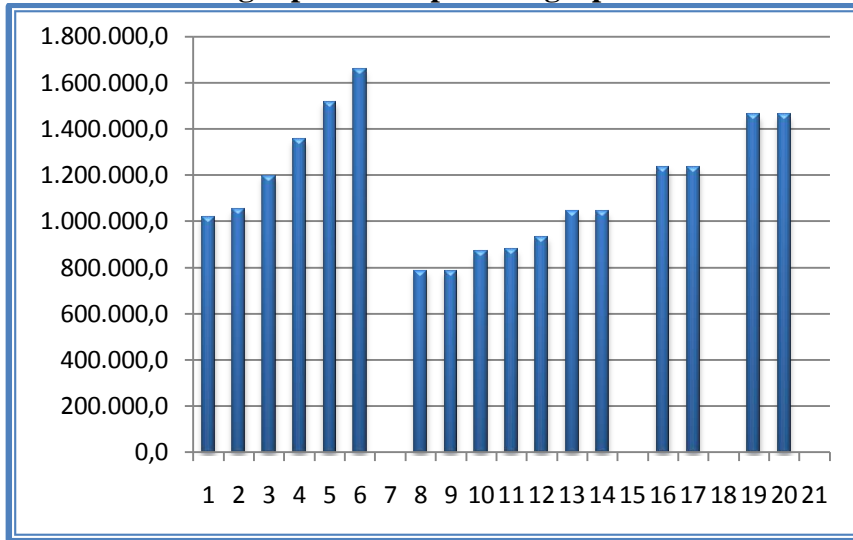
Pagos promedio por año grupo 12



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
1.125.350,0	1.083.899,4	1.308.857,7	1.397.561,0	1.580.774,5	1.750.156,7	0,0	872.105,8	872.105,8	0,0

Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21
922.688,0	976.203,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1.294.103,1	0,0	0,0	0,0	0,0

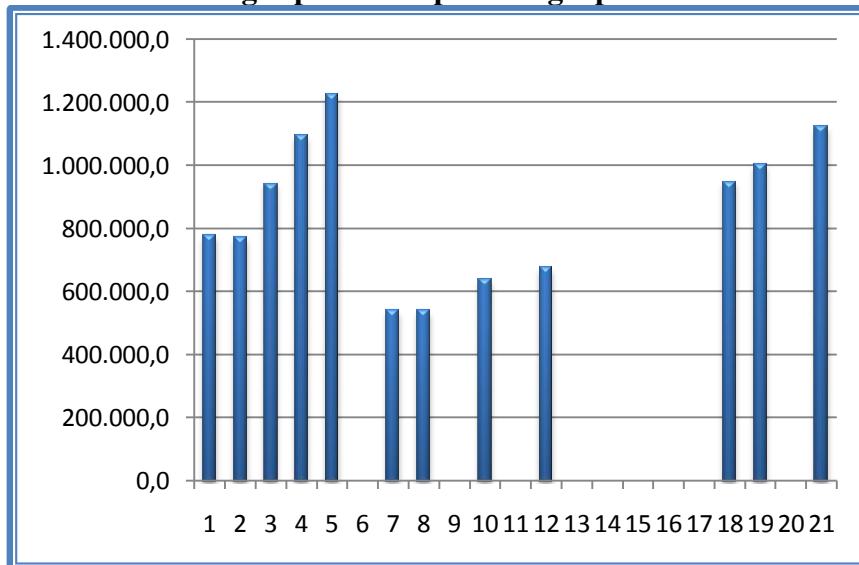
Pagos promedio por año grupo 13



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
1.019.622,2	1.049.180,8	1.196.913,9	1.354.885,2	1.517.722,2	1.658.507,9	0,0	785.682,5	785.682,5	867.411,5

Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21
879.464,7	930.473,6	1.041.538,7	1.041.538,7	0,0	1.233.480,8	1.233.480,8	0,0	1.460.795,4	1.460.795,4	0,0

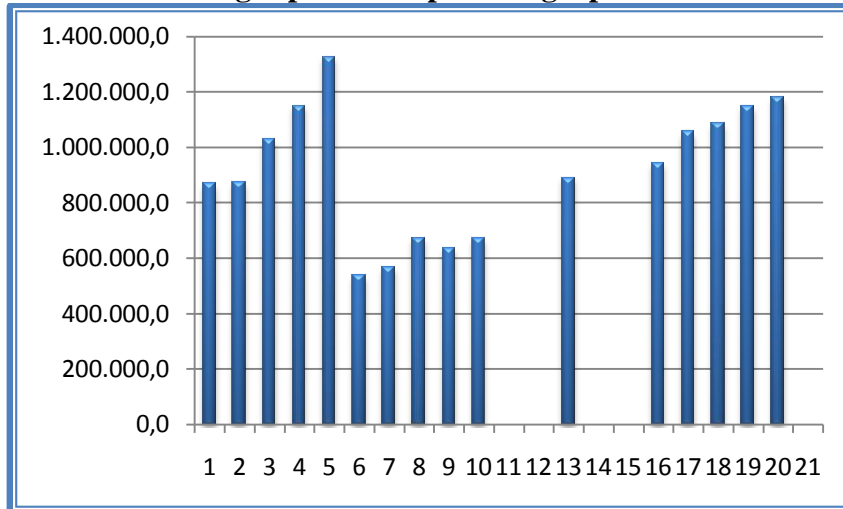
Pagos promedio por año grupo 14



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
779.631,5	771.619,6	942.741,0	1.096.565,1	1.223.096,9	0,0	540.336,3	539.478,6	0,0	638.897,6

Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21
0,0	675.953,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	948.049,3	1.003.036,2	0,0	1.122.763,0

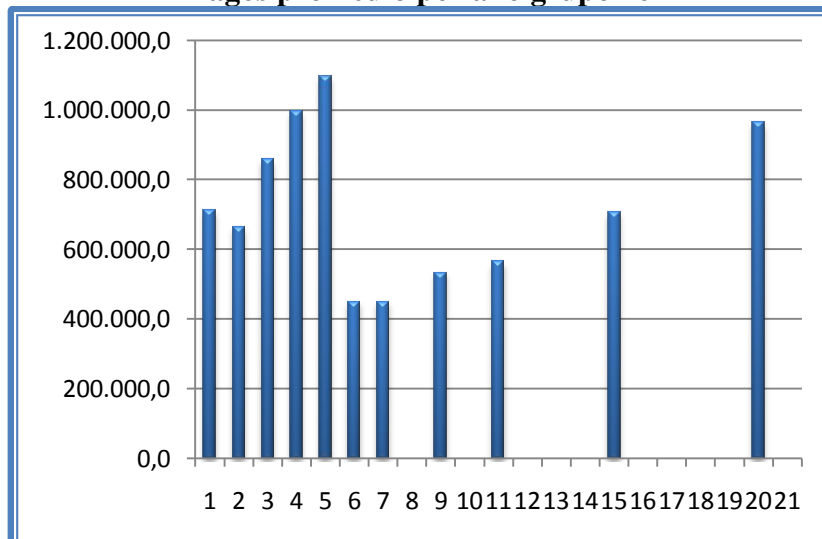
Pagos promedio por año grupo 15



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
867.611,6	872.558,4	1.028.033,4	1.151.610,2	1.327.085,8	536.587,6	567.709,6	672.331,2	635.473,7	672.331,2

Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21
0,0	0,0	891.274,8	0,0	0,0	942.968,7	1.055.525,2	1.086.135,5	1.149.131,3	1.181.516,9	0,0

Pagos promedio por año grupo 16



Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
712.807,8	664.700,1	857.750,7	996.017,9	1.098.023,9	450.330,7	450.330,7	0,0	533.320,8	0,0

Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21
564.253,4	0,0	0,0	0,0	706.995,9	0,0	0,0	0,0	0,0	964.407,5	0,0

Anexo I: Resultados del modelo total

I 1: Resultado total promedio y percentil 95 por año

Totales en millones de pesos		
Año	Promedio de pagos	Garantía máxima
1	63.734,04	102.728,79
2	66.777,80	106.835,70
3	82.712,94	106.835,70
4	88.109,99	102.960,63
5	88.784,79	94.736,41
6	70.131,05	76.559,23
7	26.291,44	32.420,84
8	50.102,47	53.488,88
9	46.096,66	49.172,28
10	48.756,90	52.010,61
11	44.067,44	46.939,31
12	37.732,98	39.965,74
13	54.997,99	58.214,98
14	53.271,14	56.070,96
15	39.904,27	41.899,97
16	33.752,16	35.439,77
17	31.678,48	33.262,41
18	12.313,59	13.188,49
19	43.685,02	46.143,11
20	36.964,56	38.812,79
21	7.534,86	7.911,61

I2: Resultados por grupo y año

Pagos anuales totales por grupo en millones de pesos																
Año	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10	Grupo 11	Grupo 12	Grupo 13	Grupo 14	Grupo 15	Grupo 16
1	554,1	946,4	542,0	1.204,8	736,8	1.380,2	3.613,1	1.528,2	2.761,9	5.160,9	3.518,8	7.343,8	19.159,7	5.760,7	6.986,9	2.535,8
2	595,7	971,9	602,8	1.401,0	857,6	1.430,5	4.344,9	2.041,8	3.615,0	5.000,2	3.205,4	7.368,0	19.715,2	5.760,5	7.026,7	2.840,6
3	872,6	1.465,7	1.019,6	2.167,9	1.352,0	2.526,4	6.131,7	2.722,7	4.636,2	6.274,0	4.183,2	8.482,7	22.491,2	6.617,3	8.278,8	3.490,7
4	392,1	768,6	499,5	1.124,7	696,7	1.220,4	6.972,5	3.090,6	5.071,3	7.040,8	5.121,4	9.919,4	25.459,6	7.485,2	9.273,9	3.973,2
5	414,9	836,5	518,7	1.201,2	779,0	1.291,2	4.130,5	1.718,9	3.057,2	7.853,9	4.242,5	10.607,8	28.519,5	8.539,4	10.687,0	4.386,7
6	438,9	885,2	546,1	1.272,2	787,3	1.447,6	4.319,9	1.810,6	3.216,5	3.354,4	3.261,4	11.590,7	31.165,0	0,0	4.321,1	1.713,9
7	0,0	914,8	586,1	1.337,3	801,5	1.473,3	4.465,8	1.901,2	3.369,7	3.419,3	3.450,6	0,0	0,0	0,0	4.571,8	0,0
8	0,0	1.004,7	656,0	1.440,9	860,7	1.573,5	4.556,4	1.982,4	3.422,1	3.549,0	0,0	5.228,6	14.763,8	3.620,4	5.414,3	2.029,7
9	0,0	1.047,0	687,6	1.492,1	933,8	1.649,1	5.000,8	2.147,6	3.746,5	0,0	3.650,7	0,0	14.763,8	3.830,4	5.117,5	2.029,7
10	550,0	1.092,5	694,1	1.607,0	1.032,6	1.711,7	5.216,7	2.313,2	4.090,8	4.446,8	0,0	0,0	16.299,5	4.287,6	5.414,3	0,0
11	0,0	1.172,0	713,6	1.705,3	976,0	1.863,5	5.522,2	2.462,7	4.266,3	0,0	4.323,5	0,0	16.526,0	4.536,3	0,0	0,0
12	0,0	1.227,1	845,2	1.841,5	1.155,9	2.027,1	6.039,9	2.447,4	4.664,3	0,0	0,0	0,0	17.484,5	0,0	0,0	0,0
13	0,0	1.325,9	846,1	1.834,1	1.092,5	2.027,1	6.397,7	2.739,5	4.664,3	4.704,7	0,0	0,0	19.571,6	0,0	7.177,4	2.617,0
14	689,1	1.416,2	845,2	1.958,7	0,0	2.269,1	6.171,5	2.939,3	4.664,3	4.977,6	0,0	0,0	19.571,6	5.077,8	0,0	2.690,7
15	771,4	1.468,3	946,0	1.995,2	1.222,9	2.269,1	6.529,5	2.816,7	4.934,9	5.894,9	0,0	8.208,6	0,0	0,0	0,0	2.846,8
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.980,1	0,0	0,0	0,0	0,0	23.178,3	0,0	7.593,7	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23.178,3	0,0	8.500,1	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8.746,6	3.566,9
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6.981,3	0,0	0,0	27.449,8	0,0	9.254,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27.449,8	0,0	9.514,8	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7.534,9	0,0	0,0