

**ANÁLISIS DE RIESGO CREDITICIO EN EL OTORGAMIENTO DE  
PRÉSTAMOS**

**LENIS DURÁN ARCINIEGAS.  
NIMER IBRAHIM HOLGUIN OVALLE.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERIA FINANCIERA  
LINEA DE INVERSIONES  
BUCARAMANGA  
2005**

**ANÁLISIS DE RIESGO CREDITICIO EN EL OTORGAMIENTO DE  
PRÉSTAMOS**

**LENIS DURÁN ARCINIEGAS  
NIMER IBRAHIM HOLGUIN OVALLE**

**Trabajo de Investigación**

**Asesor**

**Docente, José Joaquín Alzate Marín.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERIA FINANCIERA  
LINEA DE INVERSIONES  
BUCARAMANGA  
2005**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, quienes fueron, son y serán un soporte en mi vida. A todos mis amigos: los que me colaboraron, con los que la pasé “maravillosamente” y a todos los que conocí en mi vida universitaria.

Un agradecimiento especial para mi abuelo: Por todo lo que significó en mi vida, por todos los consejos que me dio, por el cariño que me brindó, gracias por ser tan especial conmigo, este título siempre será suyo y sé que desde el cielo siempre me guiará.

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>1. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO A INVERSIONES D´NIM</b>	<b>8</b>
<b>1.1 INVERSIONES D´NIM (DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL DEUDOR)</b>	<b>11</b>
<b>2. RIESGO</b>	<b>13</b>
<b>3. CRÉDITO</b>	<b>15</b>
<b>3.1 CLASES DE CRÉDITO</b>	<b>15</b>
<b>3.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL CRÉDITO CON INVERSIONES D´NIM</b>	<b>17</b>
<b>4. RIESGO DE CRÉDITO</b>	<b>18</b>
<b>4.1 ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO</b>	<b>18</b>
<b>4.2 MEDICIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO</b>	<b>19</b>
<b>5. METODOLOGÍAS PARA LA MEDICIÓN DE RIESGOS DE CRÉDITO</b>	<b>20</b>
<b>6. MODELO LOGIT</b>	<b>22</b>
<b>7. MODELO ECONOMÉTRICO</b>	<b>28</b>
<b>7.1 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES</b>	<b>28</b>
<b>7.2 DESARROLLO DEL MODELO</b>	<b>29</b>
<b>8. VALIDACIÓN DEL MODELO</b>	<b>39</b>
<b>9. INTERPRETACIÓN DEL MODELO</b>	<b>41</b>

<b>10. CLASIFICACIÓN DEL CLIENTE</b>	<b>44</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>46</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>48</b>
<b>ANEXO</b>	<b>49</b>

## INTRODUCCIÓN

El riesgo se da en cualquier situación en donde no sabemos con exactitud lo que ocurrirá en el futuro, riesgo es sinónimo de incertidumbre. Las instituciones financieras toman decisiones en base de predecir el futuro y no en base de lo que se había previsto. Hay quienes se rehúsan a aceptarlos y quienes no son tan reacios, pero no siempre el riesgo es malo ya que se puede convivir con el a través de un incentivo, es decir; aceptamos mas riesgo en la medida que haya una mayor rentabilidad.

El desarrollo de modelos aplicables a las carteras de créditos, son utilizados como medios de previsión, y por lo tanto; son la base en la toma de decisiones, ya que en ellos se encuentra la recopilación de datos y las relaciones matemáticas entre dos o mas variables económicas que usan las entidades financieras para lograr información dirigida a la toma de decisiones.

El modelo de riesgo crediticio se basa en la teoría econométrica la cual se fundamenta en los sistemas logísticos y en los postulados estadísticos, para su desarrollo se debe escoger diferentes variables que admitan la observación de la probabilidad de incumplimiento por parte del cliente.

Para una entidad financiera, cuya principal actividad económica es el otorgamiento de préstamos, el desarrollo de un modelo que le permita determinar la probabilidad de incumplimiento por parte del deudor, es de vital ayuda, debido a que les permitirá impedir la disminución en sus utilidades y el acrecentamiento de la cartera morosa.

La empresa de asesorías financieras INVERSIONES D`NIM, suministró toda la información requerida para el desarrollo del modelo. La información se obtuvo de todos los créditos otorgados hasta la fecha, en donde se tomó una base de datos de 250 créditos vigentes tomando información como: monto del crédito, plazo, valor de la cuota, ingresos, tipo de garantía, género, estado civil, número de hijos y nivel de estudios.

## 1. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO A INVERSIONES D´NIM

Inversiones D´NIM se creó al observarse una oportunidad de negocio, ya que las tasas de interés en nuestro país en ese entonces (mediados del ´96) eran muy altas (llegándose a cobrar un 5% mensual), además había una necesidad de liquidez, por lo menos en el entorno en el que se movía el inversionista.

Haciendo un estudio previo (necesidades del mercado, el sector en el cual se enfocaría, competencia y la tasa de retorno comparativa con otras instituciones financieras), el inversionista observó que si el negocio se constituía, le daría retornos más altos que en las otras unidades de negocios que en ese entonces poseía.

El dinero con el que se constituyó Inversiones D´NIM, provenía de una serie de negocios heredados y creados que entre otras cosas son un hotel (el cual está a punto de ser vendido), una distribuidora de víveres, y una comercializadora de telas provenientes de Panamá.

Sin duda alguna el préstamo bajo garantía real ha sido el mejor negocio hasta ahora, según el mismo inversionista ha dicho, pero está buscando otras formas de invertir su dinero por si el negocio del préstamo se torna de alguna forma ineficiente, y además para poder diversificar su dinero en otras áreas, como lo son la renta variable y negocios como la distribución de productos importados, aun que esto signifique un sacrificio en materia de rentabilidad, esto le daría a todo su “portafolio”, por así llamarlo, una estabilidad mayor a la que actualmente tiene.

El estudio previo, mencionado anteriormente, se refiere a:



- **Necesidades del Mercado.** Eran y aun son, el hecho de tener un crédito mucho mas rápido y sencillo y con una mayor probabilidad de obtenerlo que por medio del sistema financiero tradicional, a un precio un poco mas costoso, pero compensable por el hecho de que alguna veces se necesitaba el dinero de inmediato para no desaprovechar cualquier clase de negocio que se había presentado, que es en sí el causante del préstamo.

Esto último es tomado mucho en cuenta a la hora de otorgar un crédito, y se valora según la utilización del capital que se está prestando, ya sea para inversiones en medios de transportes como buses, tractocamiones, taxis, etc., o para la compra de un local que se necesita para el desarrollo de una idea de negocio, es decir, que ese dinero sea utilizado a manera de inversión y no como un gasto.

- **Sector en el cual se enfocaría.** La mayoría de los créditos que se otorgarían serían enfocados en el sector del transporte metropolitano de Bucaramanga, tanto taxis, como buses (de las diferentes empresas prestadoras de servicios urbanos como Unitransa, transporte ciudad bonita, Piedecuesta, Cotrander, Villa de San Carlos, Transcolombia, etc.), así como también los tractocamiones.

Esto surgió a raíz de comentarios que hacían transportadores escuchados por el que posteriormente iba a crear el negocio, y que hablaba muy bien de un negocio que prestara dinero con un poco menos de trámites que el de los bancos. La minoría restante son préstamos a personas particulares con negocios que recién empiezan o que lo necesitan para una ampliación de dichos negocios a nivel de estructura, mano de obra, maquinaria, sucursales, etc. Estas personas cuentan con referencias de asesores de crédito, ya sea por el hecho de que este último conozca de antemano, o que le haya hecho el

estudio correspondiente, para saber la viabilidad económica del cliente y dar un diagnóstico de su pago futuro oportuno.

- **Competencia.** El aspecto importante en este tema radica en el hecho que el sistema financiero se tardaba mucho en la aprobación y posterior entrega del dinero que se iba a prestar, aspecto aprovechado al cobrar una tasa de interés mayor a la del mercado, y que fue aceptada muy bien entre la gente a la cual iba dirigido el negocio, ya que Inversiones D'NIM era mucho mas eficiente que la competencia (que por lo grande era mejor, pero al mismo tiempo era lenta).
- **Tasa de retorno.** Como consecuencia de lo anterior, la tasa de retorno que le daría este nuevo negocio al inversionista le aumentaría a mas del doble, pasando de un 25% anual aproximadamente a un 60% anual aproximadamente (4% mensual).

En los inicios del negocio había un estimado de 40 clientes, ya que el negocio era aun desconocido que por obvias razones (divulgación, información, referencias, etc.), no había llegado a todos los interesados. Luego de un tiempo y gracias al éxito conseguido con los primeros clientes, el negocio fue creciendo, tornándose cada vez mas importante dentro de las finanzas de su creador, lo que llevó a prestarle cada vez mas atención y a inyectarle mas capital.

Con respecto a los requerimientos no ha cambiado en nada desde ese entonces, se les exige además de la pignoración o hipoteca de algún bien, el aseguramiento del vehículo (si es el caso de la pignoración del mismo), el seguro de vida del cliente, un codeudor con finca raíz, tener ingresos sostenibles superiores al monto de la cuota mensual. Si ya ha sido cliente anteriormente, la tasa de préstamo disminuye un poco como consecuencia del menor riesgo asumido al tener buenas referencias del cliente.

## 1.1 INVERSIONES D´NIM (DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL DEUDOR)

Factores ó condicionantes de la elección de Inversiones D´Nim como fuente de financiación:

- Cantidad máxima a financiar: La elección de la fuente de financiación dependerá en el monto que necesite el deudor. Inversiones D´Nim como política está dispuesto, bajo estudio previo, a prestar el 40% del valor comercial de la garantía real.
- Plazo de amortización: “Tratándose de financiación ajena, se refiere a aquel periodo en el cual es posible la devolución de las cantidades exigibles”.<sup>1</sup> Inversiones D´Nim ofrece plazos desde 6 hasta 48 meses, en casos especiales ha dado créditos con plazo hasta de 60 meses.
- Costo: “Es uno de los factores que más influyen. Resulta determinante a la hora de decidir si una inversión debe efectuarse o no, ya que si su coste previsto supera el rendimiento esperado, implicará, normalmente, y salvo que primen otras consideraciones no económicas, que aquélla no se lleve a cabo. En el coste suelen incluirse tanto el tipo de interés, que representa, estrictamente hablando, el precio a pagar por la financiación recibida, como las comisiones (de estudio, de apertura, etc.) y otros gastos colaterales (gastos de formalización, de cancelación de la operación, etc.)”.<sup>2</sup>

Inversiones D´Nim deja este factor bien claro desde el principio al cobrar un interés expresado en una cuota fija durante el plazo del crédito, a demás de cobrar por un estudio de crédito que consta de revisar que todos los papeles

---

<sup>1</sup> [www.administracion.es/portadas/perfiles/empresa/financiacion/fuentes\\_de\\_financiacion/seleccion.html](http://www.administracion.es/portadas/perfiles/empresa/financiacion/fuentes_de_financiacion/seleccion.html)

<sup>2</sup>[http://www.administracion.es/portadas/perfiles/empresa/financiacion/fuentes\\_de\\_financiacion/seleccion.html](http://www.administracion.es/portadas/perfiles/empresa/financiacion/fuentes_de_financiacion/seleccion.html)

estén en orden, de mirar que el bien otorgado en garantía este valorado de forma tal que el crédito esté bien respaldado, este estudio es cobrado sobre el monto del préstamo en un 3% por lo general. También hay seguros que debe costear el deudor como lo son el seguro del carro, si es este el bien en garantía, el seguro de vida en caso de una muerte inesperada.

- Periodo de tramitación: Inversiones D´Nim tiene un periodo de tramitación que promedia la semana, por lo general si ya ha sido o es cliente y necesita una ampliación, solo lleva de dos a cuatro días, esto se debe a que es, a comparación de un banco, extremadamente pequeño y por ende mas ágil.

Garantías exigidas: Inversiones D´Nim exige garantía real, como Hipoteca y/o Pignoración.

Inversiones D´NIM a causa de una eventual puesta en marcha del transporte masivo en Bucaramanga, ha estado trasladando capital que tenía destinado a transporte metropolitano, a otras áreas, también del sector transportador como lo son los tractocamiones (o mas comúnmente “mulas”), que operan intermunicipal mente.

El transporte masivo afecta a las empresas de buses de Bucaramanga por obvias razones de competencia, y aunque estos van a tener por ley una participación en las eventuales ganancias que este nuevo sistema de transporte en Bucaramanga pueda generar, el resultado para ellos va a ser negativo, sin embargo Inversiones D´NIM ya tiene en ese sector muchos clientes consolidados que conocen y saben que no solo tienen el transporte como su único negocio.

## 2. RIESGO

“La palabra riesgo proviene del latín risicare, que significa atreverse o transitar por un sendero peligroso”.<sup>3</sup>

La palabra riesgo suele emplearse incluso en el caso de que la probabilidad no sea medible, confundiéndola con el concepto de incertidumbre.

Por tal razón es acertado hacer una distinción entre ambos términos. Incertidumbre designaría algo genérico y comprensible de la posibilidad de que ocurra un suceso, cuya probabilidad sea o no medible y el riesgo es una clase determinada de incertidumbre. Entonces, la incertidumbre es una condición permanentemente existente pero no riesgosa en cambio toda situación que genere riesgo es por la tanto incierta.

Existen diferentes clases de riesgos financieros entre los cuales podemos nombrar:

- **Riesgo de Mercado:** Probabilidad que tiene el inversionista de incurrir en pérdidas debido a las variaciones en las condiciones del mercado, dichas variaciones pueden ser dadas por los cambios en las tasas de interés o tipos de cambio.
- **Riesgo Operacional:** Probabilidad de incurrir en pérdidas como resultado de una administración o controles inadecuados.

---

<sup>3</sup> DE LARA HARO, Alfonso. Medición y control de riesgos financieros. Limusa Noriega Editores. Pág. 13.

- **Riesgo de Liquidez:** Probabilidad que tiene una entidad en incurrir en pérdidas al requerir una mayor cantidad de recursos para su financiación a un costo superior.
- **Riesgo de Crédito:** Probabilidad de incurrir en pérdidas debido al incumplimiento de una de las partes que no cumple con sus compromisos de pago.
- **Riesgo Tipo de Cambio:** Probabilidad de incurrir en pérdidas debido a las variaciones en el tipo de cambio de las divisas afectando así el rendimiento de las inversiones.
- **Riesgo Económico:** Esta asociado con la pérdida de ventaja competitiva debido a los movimientos en el tipo de cambio.
- **Riesgo Soberano.** “Refleja los potenciales efectos adversos originados por la condiciones políticas de un país. Difiere del riesgo de crédito porque depende de la condición financiera del gobierno, mas que de la contraparte en sí misma.”<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> MADURA, Jeff. Mercados e Instituciones Financieras. Thomson Learning Editores. Pág. 386.

### 3. CRÉDITO

“Operación en virtud de la cual el cliente o deudor tiene a su disposición fondos hasta un límite determinado y durante un plazo igualmente determinado. Únicamente se adeudan al acreedor las cantidades de las que efectivamente se disponga, las efectivamente utilizadas. Y sólo sobre esas cantidades se aplican los correspondientes intereses. Del mismo modo, según la clase de crédito podrá pactarse con el concedente la devolución de intereses periódica o al final de la vigencia del crédito.”<sup>5</sup>

#### 3.1 CLASES DE CRÉDITO

- **Según el otorgante:**

- Bancario: Bancos, Instituciones crediticias.
- No Bancario: Prestamistas particulares.

- **Según el beneficiario:**

- Público: La Constitución Nacional autoriza al gobierno a contraer préstamos y operaciones de crédito.
- Privado: Los particulares y las empresas tienen libertad para recurrir al préstamo bancario o no.

---

<sup>5</sup>[www.administracion.es/portadas/perfiles/empresa/financiacion/recursos\\_financieros/credito.html](http://www.administracion.es/portadas/perfiles/empresa/financiacion/recursos_financieros/credito.html)

- **Según el destino:**

- De producción: Crédito aplicado a la agricultura, ganadería, pesca, comercios, industrias y transporte de las distintas actividades económicas.
- De consumo: Se concede para facilitar la adquisición de bienes.

- **Según el plazo:**

- A corto y mediano plazo
- A largo plazo

- **Según la garantía:**

- Personal
- Real: Como por ejemplo las hipotecas.

Para aterrizar lo anterior, la modalidad utilizada por Inversiones D´Nim, es el otorgamiento de crédito, efectuando el cliente su compra o inversión y con la promesa (Pagaré) de devolución del dinero en el futuro mas unos intereses previamente pactados.

El crédito prestado por Inversiones D´Nim, es No bancario, es decir, que es un prestamista particular y no una institución crediticia como tal, el beneficiario siempre ha sido de carácter privado, por dos razones la primera es que el propietario del negocio no desea invertir en ese campo y la segunda razón que es la mas importante es que no se ha presentado la oportunidad de negocio.



El destino del préstamo en la mayoría de los casos ha sido de producción ya que es aplicado al comercio, por ejemplo para la compra o mejoramiento de un Bus o un Taxi, el emprendimiento de un negocio, etc.

El plazo se adapta a las necesidades del cliente y de los retornos que el piense que va a tener en un determinado periodo de tiempo y La garantía que pide Inversiones D´Nim es real: Hipotecas y/o Pignoración.

### **3.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL CRÉDITO CON INVERSIONES D´NIM**

- Ventajas:
  - Los intereses se aplican a la cantidad efectivamente prestada.
  - Tiene un uso muy amplio, al permitir pactarse a largo y corto plazo.
  
- Inconvenientes:
  - Presenta un costo adicional al del sistema financiero tradicional.
  - Debilita la posición Financiera del deudor (por razones inherentes al crédito, no por algo en particular de Inversiones D´Nim)

## **4. RIESGO DE CRÉDITO**

“El riesgo de crédito se define como la pérdida potencial que se registra por el motivo de incumplimiento de una contraparte en una transacción financiera. También se concibe como un deterioro en la calidad crediticia de la contraparte o en la garantía o colateral pactada originalmente.”<sup>6</sup>

El riesgo de crédito es generado por el financiamiento de corto y largo plazo, créditos, notas de créditos, bienes o servicios de propiedad del deudor y otras formas de contrato fuera del balance.

### **4.1 ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO**

La administración de riesgos financieros es una rama especializada de las finanzas corporativas, que se dedica al manejo de la cobertura de los riesgos financieros. A su vez, se centra en un conjunto de aspectos que difieren con los administradores del riesgo de mercado. “Primero, el VAR se ocupa sólo del riesgo del mercado, mientras que el riesgo de crédito aborda el efecto combinado del riesgo de mercado y de incumplimiento. Segundo, los límites de riesgo se aplican a unidades diferentes. Para el VAR, los niveles se aplican a niveles en la organización operativa; para el riesgo de crédito se aplican a la exposición total, bruta o neta, para cada contraparte. Tercero, el horizonte de tiempo es generalmente muy distinto, usualmente muy corto (días) en el caso de medidas del VAR, pero mucho más largo (años) al considerar el incumplimiento potencial. Cuarto, los aspectos legales son muy importantes para la evaluación del riesgo de crédito, mientras que no son aplicables para el riesgo de mercado”.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> DE LARA HARO, Alfonso. Medición y control de riesgos financieros. Limusa Noriega Editores. Pág. 163

El objetivo de la administración de riesgo crediticio se centra en: “asegurarse de que una institución o inversionista no sufra pérdidas económicas inaceptables (no tolerables) y en mejorar el desempeño financiero de dicho agente económico, tomando en cuenta el rendimiento ajustado por riesgo. El proceso de la administración de riesgos financieros implica la identificación del riesgo, la cuantificación del riesgo y la modificación o nulificación de dichos riesgos a través de disminuir la exposición al riesgo.”<sup>8</sup>

Por esta razón, un administrador de riesgos financieros se encarga del asesoramiento y manejo de la exposición ante el riesgo que asumen las empresas a través del uso de instrumentos financieros derivados.

#### **4.2 MEDICIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO**

El riesgo de crédito depende de una serie de factores: el valor actual del contrato, la exposición crediticia futura, las amortizaciones de los créditos y los acuerdos de pago pueden disminuir la exposición y la probabilidad de incumplimiento por parte del cliente.

“El riesgo de crédito debe medirse, mediante el cálculo de probabilidades de incumplimiento de la contraparte. En instrumentos derivados debe medirse el riesgo actual y el riesgo potencial de crédito. El riesgo actual es el valor de mercado de las posiciones vigentes. El riesgo potencial mide la probable pérdida futura que pueda registrar un portafolio en caso de que la contraparte de la operación incumpla.”<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> PHILIPPE, Jorion. Valor en riesgo. Limusa Noriega Editores. Pág. 269.

<sup>8</sup> DE LARA HARO, Alfonso. Medición y control de riesgos financieros. Limusa Noriega Editores. Pág. 17.

<sup>9</sup> DE LARA HARO, Alfonso. Medición y control de riesgos financieros. Limusa Noriega Editores. Pág. 22.

## 5. METODOLOGÍAS PARA LA MEDICIÓN DE RIESGOS DE CRÉDITO

Actualmente son utilizadas diferentes teorías relacionadas con el cálculo de las probabilidades del incumplimiento crediticio, algunas de estas teorías son las desarrolladas basadas en técnicas econométricas, en instrumentos tecnológicos o científicos como las redes neuronales y los modelos ya establecidos para la medición del riesgo de crédito.

- **Modelos Econométricos:** Forman parte de estos modelos “el análisis de discriminantes lineal y de regresión lineal múltiple (modelo de Altman), modelos logit y probit para determinar probabilidades de incumplimiento y el credit portfolio view (CPV). En estos modelos las variables independientes son razones financieras y otros indicadores, así como variables externas que miden los efectos macroeconómicos”.<sup>10</sup>
- **Redes Neuronales:** “Son sistemas por computadores que intentan imitar el proceso de aprendizaje humano emulando una red de neuronas interconectadas entre sí”.<sup>11</sup>
- **Modelo KMV y Moody`s:** Fue desarrollado a inicios de la década de los noventa por la calificadora Moody y es una extensión del modelo de Merton para tomar en cuenta el comportamiento crediticio de los deudores.

“Aplica la teoría de opciones para determinar probabilidades de incumplimiento y la valuación del préstamo. Este modelo se basa en que es

---

<sup>10</sup> DE LARA HARO, Alfonso. Medición y control de riesgos financieros. Limusa Noriega Editores. Pág. 168.

<sup>11</sup> Ibid., Pág. 169.

posible simular el comportamiento de un préstamo mediante una opción put y las acciones como una opción call".<sup>12</sup>

- **Modelo Z-Score de Altman:** Modelo financiero desarrollado por Edward Altman, denominado calificación "Z" (Z score), que se ha utilizado por más de 30 años para "predecir" cuando una empresa se acerca a un problema de insolvencia.

El Z-score "es un modelo econométrico que se constituye a partir de razones financieras. Dichas razones financieras se combinan linealmente con un peso específico para cada una, a fin de obtener como resultado final una calificación (z-score) que discrimina a las empresas que incumplen con sus compromisos crediticios. Es un modelo de regresión lineal múltiple, donde la variable dependiente de la regresión es 0 (empresa esta incumpliendo) ò 1 (la empresa no está incumpliendo) y las variables independientes son las razones financieras que mejor explican el incumplimiento de la empresa".<sup>13</sup>

- **Modelo Credit Portfolio View (CPV):** Fue desarrollado por la firma McKinsey. "El CPV estima empíricamente la relación entre la probabilidad de default y variables macroeconómicas explicativas usando modelos de regresión logística. Una vez el modelo es estimado, se realizan simulaciones de Monte Carlo introduciendo choques aleatorios en las variables macro."<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> DE LARA HARO, Alfonso. Medición y control de riesgos financieros. Limusa Noriega Editores. Pág. 169.

<sup>13</sup> Ibid., Pág. 169.

<sup>14</sup> Ibid., Pág. 171.

## 6. MODELO LOGIT

Joseph Berkson en 1944, fue quien estuvo al frente por décadas en la exposición y demostración del modelo. “En econometría, un modelo de elección cualitativa consiste en determinar la probabilidad de que un individuo que tiene ciertos atributos pertenezca a uno o dos grupos (por ejemplo; empresas que pertenezcan al grupo de cartera vigente y empresas que estén en el grupo de cartera vencida). En nuestro caso, se trata de determinar la probabilidad de que un acreditado que tiene ciertos atributos (razones financieras) se declare en incumplimiento o degrade su calificación crediticia”.<sup>15</sup>

“De manera más general, se trata de determinar el conjunto de atributos (razones financieras) que explican el incumplimiento del acreditado y obtener mediante un modelo, la probabilidad de que dicho acreditado que hoy pertenece al grupo de cartera vigente, con el tiempo pertenezca al grupo de cartera vencida. Para éste propósito, los modelos de elección cualitativa asumen que la probabilidad de incumplimiento es una función lineal de múltiples variables independientes (razones financieras) que consideran el nivel de capital contable, apalancamiento financiero, liquidez, rentabilidad, etc.”<sup>16</sup>

El modelo se expresa de la siguiente manera:

$$P_i = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n = a_0 + \sum a_ix_i$$

---

<sup>15</sup> DE LARA HARO, Alfonso. Medición y control de riesgos financieros. Limusa Noriega Editores. Pág.171.

<sup>16</sup> Pág. 171

$P_i$ : Es la probabilidad de incumplimiento del acreditado  $i$ , que solo puede adquirir valores entre 0 y 1.

$a$ : Coeficientes del modelo

$x$ : Razones financieras que se obtienen de los estados financieros del acreditado.

La función logística, ha sido utilizada extensamente en el análisis de fenómenos de crecimiento y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$P_i = E(Y = 1 | X_i) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_1 + \beta_2 X_i)}} \quad (1)$$

para facilidad de la exposición, se escribe (1) como

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} \quad (2)$$

donde  $Z_i = \beta_1 + \beta_2 X_i$  representan la función que se conoce como función de distribución logística (acumulativa).

“Es fácil verificar que a medida que  $Z_i$  se encuentra dentro de un rango de  $-\alpha$  a  $+\alpha$ ,  $P_i$  se encuentra dentro de un rango de 0 a 1 y que  $P_i$  no está linealmente relacionado con  $Z_i$  (es decir con  $X_i$ ) satisfaciendo así los dos requerimientos anteriores. Pero parece que al satisfacer estos requerimientos, se ha creado un problema de estimación porque  $P_i$  es no lineal no solamente con  $X$  sino también los  $\beta$ , como puede verse claramente a partir de (1). Esto significa que no se puede utilizar el procedimiento de Mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para

estimar los parámetros. Pero este problema es más aparente que real porque (1) es intrínsecamente lineal, lo cual puede verse de la siguiente manera”.<sup>17</sup>

“Si  $P_i$  la probabilidad de que ocurra un hecho, está dado por (2), entonces  $(1 - P_i)$ , la probabilidad de que no ocurra es

$$1 - P_i = \frac{1}{1 + e^{-z_i}} \quad (3)$$

Por consiguiente se puede escribir

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = \frac{1 + e^{z_i}}{1 + e^{-z_i}} = e^{z_i}$$

Ahora  $P_i / (1 - P_i)$  es sencillamente la razón de probabilidades a favor de que ocurra un hecho menos la razón de la probabilidad de que ocurra un hecho a la probabilidad de que no ocurra. Así, si  $P_i = 0.8$ , significa que las probabilidades son 4 a 1 a favor de que ocurra un hecho”.<sup>18</sup>

“Ahora si se toma el logaritmo natural de (4), se obtiene un resultado muy interesante a saber,

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = z_i \quad (5)$$

$$= \beta_1 + \beta_2 X_i$$

<sup>17</sup> GUJARATI, Damodar N. Econometría, 3ra ed. Mc Graw Hill. Pág. 543.

<sup>18</sup> Pág. 543.



es decir,  $L$ , el logaritmo de la razón de probabilidad no es solamente lineal en  $X$ , sino también (desde el punto de vista de estimación) lineal en los parámetros.  $L$  es llamado logit y de aquí el nombre del modelo logit para modelos como (5).

“Obsérvense las siguientes características:

- A medida que  $P$  va de 0 a 1 (es decir, a medida que  $Z$  varía de  $-\alpha$  a  $+\alpha$ ), el logit  $L$  va de  $-\alpha$  a  $+\alpha$ . Es decir, aunque las probabilidades (por necesidad) se encuentran entre 0 y 1, los logit no están limitados en esa forma.
- Aunque  $L$  es lineal en  $X$ , las probabilidades en sí mismas no lo son. Esta propiedad hace contraste con el modelo MLP en donde las probabilidades aumentan linealmente con  $X$ .
- La interpretación del modelo logit es la siguiente:  $\beta_2$ , la pendiente, mide el cambio en  $L$  ocasionado por un cambio unitario en  $X$ . El intercepto  $\beta_1$  es el valor del logaritmo de las probabilidades a favor de que ocurra un hecho si  $X = 0$ . Al igual que la mayoría de las interpretaciones de intercepto, esta interpretación puede no tener significado físico alguno.
- Dado un nivel determinado de  $X$ , por ejemplo,  $X^*$ , si realmente se desea estimar la probabilidad misma de que ocurra un hecho, y no las probabilidades a favor de que ocurra un hecho, esto puede hacerse directamente a partir de (1) una vez se disponga de las estimaciones de  $\beta_1$  y  $\beta_2$ .
- Mientras que el MLP supone que  $P_i$  está linealmente relacionado con  $X_i$ , el modelo logit supone que el logaritmo de la razón de probabilidades está relacionado linealmente con  $X_i$ <sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> GUJARATI, Damodar N. Econometría, 3ra ed. Mc Graw Hill. Pág. 544.

“Ahora se describen los siguientes pasos para la estimación de la regresión logit:

1. Para cada nivel de la variable explicativa  $X_i$ , calcule la probabilidad estimada como  $\hat{P}_i = n_i/N_i$ .
2. Por cada  $X_i$ , obtenga el logit mediante

$$\hat{L}_i = \ln \left( \frac{\hat{P}_i}{1 - \hat{P}_i} \right) \quad (6)$$

3. Para resolver el problema de heteroscedasticidad, se transforma la ecuación (3) de la siguiente manera:

$$\sqrt{w_i} L_i = \beta_1 \sqrt{w_i} + \beta_2 \sqrt{w_i} X_i + \sqrt{w_i} u_i \quad (7)$$

que se escribe como

$$L_i^* = \beta_1 \sqrt{w_i} + \beta_2 X_i^* + v_i \quad (8)$$

Donde las ponderaciones  $w_i = N_i \hat{P}_i (1 - \hat{P}_i)$ ;  $L_i^* = L_i$  transformada o ponderada;  $X_i^* = X_i$  transformada o ponderada; y  $v_i =$  término de error transformado. Es fácil verificar que el término de error transformado  $v_i$  es homoscedástico, teniendo en mente que la varianza de error original es  $\sigma_u^2 = 1/[N_i P_i (1 - P_i)]$ .

4. Estímese (7) mediante MCO – recuérdese que MCP es MCO aplicado sobre la información transformada. Obsérvese que en (5) no hay término de intercepto introducido explícitamente. Por consiguiente, se tendrá que utilizar el procedimiento de regresión a través del origen para estimar (7).”<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> GUJARATI, Damodar N. Econometría, 3ra ed. Mc Graw Hill. Pág. 546-547.

## **7. MODELO ECONOMETRICO**

Para poder desarrollar el modelo, fue necesario acudir a la información que se nos fue suministrada por Inversiones D`Nim, en donde tomamos una base de datos de 250 clientes donde se tuvieron en cuenta variables como: crédito, cuotas, valor de la cuota, tasa, ingresos, tipo de garantía, mora, género, estado civil, edad, número de hijos, tipo de cliente y nivel de estudios.

Para la obtención del modelo econométrico fue utilizado el método logit corrido a través de E-Views, por ser el más preciso ya que contiene una mezcla de variables cualitativas y cuantitativas, el cual se denomina modelo de análisis de covarianza, ANCOVA.

### **7.1 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES**

- Variable Dependiente: Como variable dependiente para el desarrollo de este modelo se escogió el riesgo de incumplimiento, dicha variable es dicótoma, exigida por el modelo logístico. Esta variable tomará valores entre 0 si el cliente es cumplido ó 1 si presenta morosidad en sus pagos.
- Monto del Crédito
- Plazo
- Valor de la Cuota
- Ingresos

- Egresos
- Género: Tomará el valor de 0 si el solicitante del crédito es de género femenino en caso contrario tomara el valor de 1.
- Tipo de Garantía: Esta variable es dicótoma y tomará el valor de 0 si el solicitante del crédito tiene como garantía una pignoración y tomará el valor de 1 si su crédito esta respaldado por una hipoteca.
- Estado Civil: Esta variable es dicótoma, tomara el valor de 0 cuando el solicitando del crédito o cliente se encuentre casado y el valor de 1 cuando su estado civil sea el de soltero.
- Nivel de Estudios: Variable dicótoma. Se le asignará el valor de 0 cuando el solicitante del crédito sea profesional y el valor de 1 si no lo es.
- Edad
- Personas a Cargo

## **7.2 DESARROLLO DEL MODELO**

El modelo logit desarrollara un tratamiento de riesgo de crédito para la línea de consumo mediante la aplicación de variables dicotomas dependientes, tomando en cuenta todas las variables independientes que posiblemente afecten el riesgo de incumplimiento de los clientes de la empresa Inversiones D´Nim, los resultados obtenidos son los siguientes:

Equation: LOGITINICIAL Workfile: LOGITLENISNIMER1

View Procs Objects Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RIESGODICOTOMO  
Method: ML - Binary Logit (Quadratic hill climbing)  
Date: 10/13/05 Time: 15:40  
Sample(adjusted): 1 250  
Included observations: 250 after adjusting endpoints  
Convergence achieved after 36 iterations  
Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
CREDITO	3.74E-07	1.11E-07	3.376618	0.0007
EDAD	-0.027170	0.084279	-0.322383	0.7472
ESTADO_CIVIL01	-1.593973	1.804368	-0.883397	0.3770
ESTUDIOS	1.207693	1.280980	0.942788	0.3458
GENERO	0.744135	0.999374	0.744601	0.4565
INGRESOS	-7.87E-08	3.56E-07	-0.221241	0.8249
MORA	53.39765	17859229	2.99E-06	1.0000
PERSONAS_CARG...	0.628230	0.623527	1.007543	0.3137
PLAZO	0.883307	0.207988	4.246912	0.0000
TASA	2.813186	2.495546	1.127283	0.2596
TIPO_CLIENTE01	-3.085435	2.890216	-1.067545	0.2857
VALOR_ESTUDIO01	-1.11E-05	1.74E-05	-0.637478	0.5238
C	-36.12922	10.88130	-3.320303	0.0009

Mean dependent var	0.608000	S.D. dependent var	0.489176
S.E. of regression	0.127177	Akaike info criterion	0.246416
Sum squared resid	3.833259	Schwarz criterion	0.429532
Log likelihood	-17.80199	Hannan-Quinn criter.	0.320115
Restr. log likelihood	-167.4086	Avg. log likelihood	-0.071208
LR statistic (12 df)	299.2132	McFadden R-squared	0.893661
Probability(LR stat)	0.000000		

Obs with Dep=0	98	Total obs	250
Obs with Dep=1	152		

Generado el primer modelo constituido por 12 variables independientes se procede a la depuración, que consiste en la eliminación una a una de las variables no significativas, las cuales fueron: mora, genero, tipo cliente, estudios, valor estudio, estado civil, edad; tomando como prueba sus z estadísticos los cuales no son mayores que el z crítico 1,96 a un nivel de confianza de 95%, lo que indica

que no se puede rechazar la hipótesis nula de  $B_0 = 0$ . Por lo tanto el modelo es el siguiente:

Después de establecer que todas las variables son significativas a un nivel de confianza 95%, se obtiene un segundo modelo y se le realizan las siguientes pruebas para la validación del modelo:

- Multicolinealidad
- Autocorrelación
- Heterocedasticidad

Dependent Variable: RIESGODICOTOMO  
Method: ML - Binary Logit  
Date: 10/12/05 Time: 12:15  
Sample(adjusted): 1 250  
Included observations: 250 after adjusting endpoints  
Convergence achieved after 13 iterations  
Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
CREDITO	6.62E-08	2.58E-08	2.564377	0.0103
INGRESOS	-2.04E-07	9.09E-08	-2.240804	0.0250
PERSONAS_CARGO	0.469327	0.205133	2.287922	0.0221
PLAZO	0.182855	0.026291	6.955135	0.0000
TASA	1.294571	0.339581	3.812254	0.0001
C	-8.879736	1.419551	-6.255314	0.0000

Mean dependent var	0.608000	S.D. dependent var	0.489176
S.E. of regression	0.363756	Akaike info criterion	0.833858
Sum squared resid	32.28561	Schwarz criterion	0.918373
Log likelihood	-98.23219	Hannan-Quinn criter.	0.867872
Restr. log likelihood	-167.4086	Avg. log likelihood	-0.392929
LR statistic (5 df)	138.3528	McFadden R-squared	0.413219
Probability(LR stat)	0.000000		

Obs with Dep=0	98	Total obs	250
Obs with Dep=1	152		

En el caso de la Inversiones D´NIM la información es llamada de corte transversal lo que indica que no existen series de tiempo, por lo tanto las dos últimas pruebas de validación pierden toda importancia, pero aun así se realizaran para cumplir con los todos supuestos establecidos para la validación del modelo.

- **Multicolinealidad**

En este caso la multicolinealidad estaría presente si por ejemplo la variable crédito tuviera alguna relación lineal con ingresos o con la variable plazo, ya que esta consiste en el análisis de las correlaciones que pueden existir entre cada una de la variables independientes.<sup>21</sup>

Cuando existe multicolinealidad los errores estándar de los coeficientes se alteran y ello implicaría una menor precisión para su estimación y la no posible aceptación de su influencia ya que su “z” estadístico no sería significativo.

Para identificar si existe multicolinealidad entre las variables independientes se genera la matriz de correlaciones donde si el coeficiente de correlación parcial entre las variables es mayor que 0,8 existe problema.<sup>22</sup>

- **Matriz de Correlaciones**

	CREDITO	INGRESOS	PLAZO	TASA	PERSONAS
CREDITO	1.000000	0.599284	0.315238	-0.140991	0.144123
INGRESOS	0.599284	1.000000	0.031233	-0.071276	0.117113
PLAZO	0.315238	0.031233	1.000000	0.105965	0.166760
TASA	-0.140991	-0.071276	0.105965	1.000000	-0.113382
PERSONAS	0.144123	0.117113	0.166760	-0.113382	1.000000

<sup>21</sup> GUJARATI, Damodar, Econometria, Cuarta edición, 2003., capitulo 10, pag 327.

<sup>22</sup> Ibid, pag 345.



Al observar los coeficientes de correlación de las variables explicativas encontramos que ninguno es mayor que 0,8, por lo tanto se puede afirmar que el modelo no tiene problema de multicolinealidad, lo que significa que las variables independientes son eficientes en la medición de los cambios de la variable dependiente, en este caso si explican el riesgo al cual se puede enfrentar la empresa en el momento de otorgar un crédito a un determinado cliente.

- **Autocorrelación**

“La Autocorrelacion existe cuando hay correlación entre observaciones de tiempo, dando como resultado un efecto negativo en los coeficientes estimadores volviéndolos no significativos, donde se viola otro de los supuestos del modelo clásico de regresión lineal, el cual deduce que no debe haber relación entre las perturbaciones (errores) de una observación con relación a otra.”<sup>23</sup>

Se realiza la prueba del Q estadístico<sup>24</sup>, la cual se utiliza con el objetivo de analizar si los errores están correlacionados, mediante dos hipótesis:

Ho :  $\rho_k = 0$

Hi : al menos un  $\rho_k$  es diferente de cero

El Q estadístico maneja una distribución Ji Cuadrado con m grados de libertad. Donde si el Q calculada excede el valor de Q crítico al nivel de significancia seleccionado, se puede rechazar la hipótesis nula de que todos los  $\rho_k$  son iguales a cero o que por lo menos algunos de ellos deben ser diferentes de cero. Además se puede observar gráficamente que los coeficientes de Autocorrelacion se encuentran dentro del intervalo donde no son significativos.

---

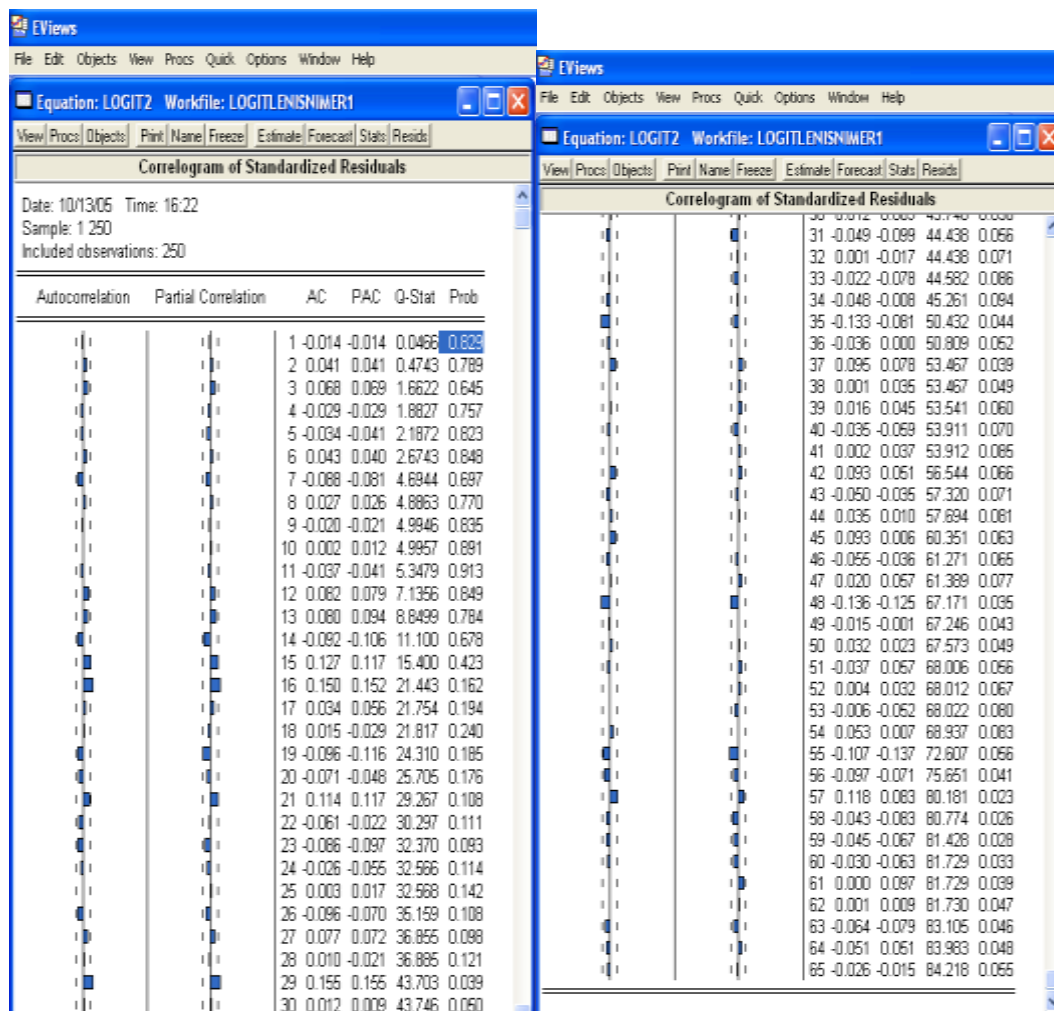
<sup>23</sup> Ibid, pag 425.

<sup>24</sup> Ibid, pag 787.

Para nuestro caso, el Q estadístico planteado es de 84.218 que al compararlo con el Q crítico de la tabla X2 (tabla chi cuadrado) de 84.8206 (con 65 grados de libertad y 95% de confianza), podemos deducir que no se rechaza la hipótesis nula de que todos los pk son iguales a cero, en definitiva, no existe autocorrelación en el modelo.

Para observar que no existe problema de autocorrelación en los errores se realiza la prueba del correlograma<sup>25</sup> basada en los residuos estimados.

- **Correlograma**



<sup>25</sup> Ibid, pag 785.

- **Heteroscedasticidad**

La prueba de Heteroscedasticidad, puede existir en el modelo logit, lo importante es que no altere significativamente los coeficientes de estimación de las variables explicativas, y se puedan analizar y aplicar correctamente.

La heteroscedasticidad se obtiene mediante el cálculo de los errores estándar robustos white. En este caso por medio de eviews se puede calcular estos errores robustos de white<sup>26</sup> y con ello deducir si la Heteroscedasticidad es muy grave o no para el modelo:

- **Prueba de White**

Equation: PRUEBAWHITE Workfile: LOGITLENISNIMER1

View Procs Objects Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RIESGODICOTOMO  
 Method: ML - Binary Logit  
 Date: 10/12/05 Time: 11:08  
 Sample(adjusted): 1 250  
 Included observations: 250 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 13 iterations  
 QML (Huber/White) standard errors & covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
CREDITO	6.62E-08	2.24E-08	2.956537	0.0031
INGRESOS	-2.04E-07	9.14E-08	-2.230285	0.0257
PERSONAS_CARGO	0.469327	0.216878	2.164012	0.0305
PLAZO	0.182855	0.025478	7.176942	0.0000
TASA	1.294571	0.366734	3.529996	0.0004
C	-8.879736	1.437688	-6.176399	0.0000

Mean dependent var	0.608000	S.D. dependent var	0.489176
S.E. of regression	0.363756	Akaike info criterion	0.833858
Sum squared resid	32.28561	Schwarz criterion	0.918373
Log likelihood	-98.23219	Hannan-Quinn criter.	0.867872
Restr. log likelihood	-167.4086	Avg. log likelihood	-0.392929
LR statistic (5 df)	138.3528	McFadden R-squared	0.413219
Probability(LR stat)	0.000000		

Obs with Dep=0	98	Total obs	250
Obs with Dep=1	152		

<sup>26</sup> Ibid, pag 402.

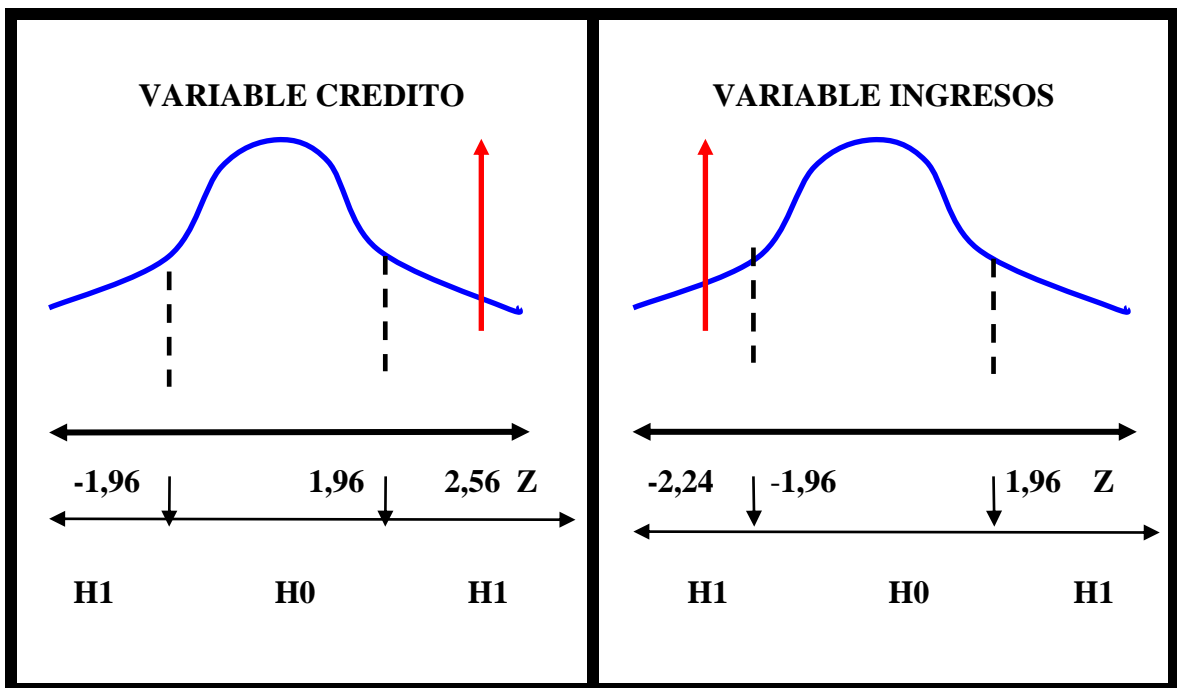
Los errores estándar bajo la prueba de Heteroscedasticidad de white, resultan muy similares a los calculados por el modelo logit, donde los t estadísticos de cada variable independiente, se mantienen significativos; concluyendo que el problema de heteroscedasticidad es casi nulo y que todas las variables del modelo estimado son altamente significativas a un nivel de confianza del 95%.

- **Prueba Estadística de Coeficientes**

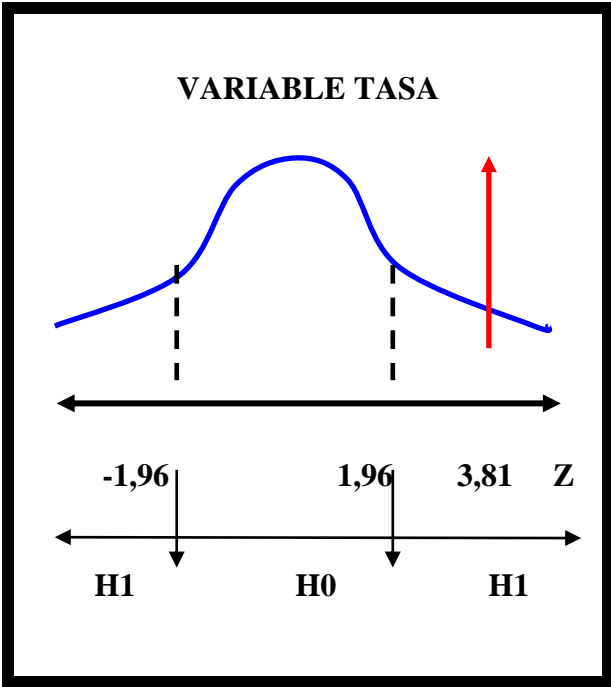
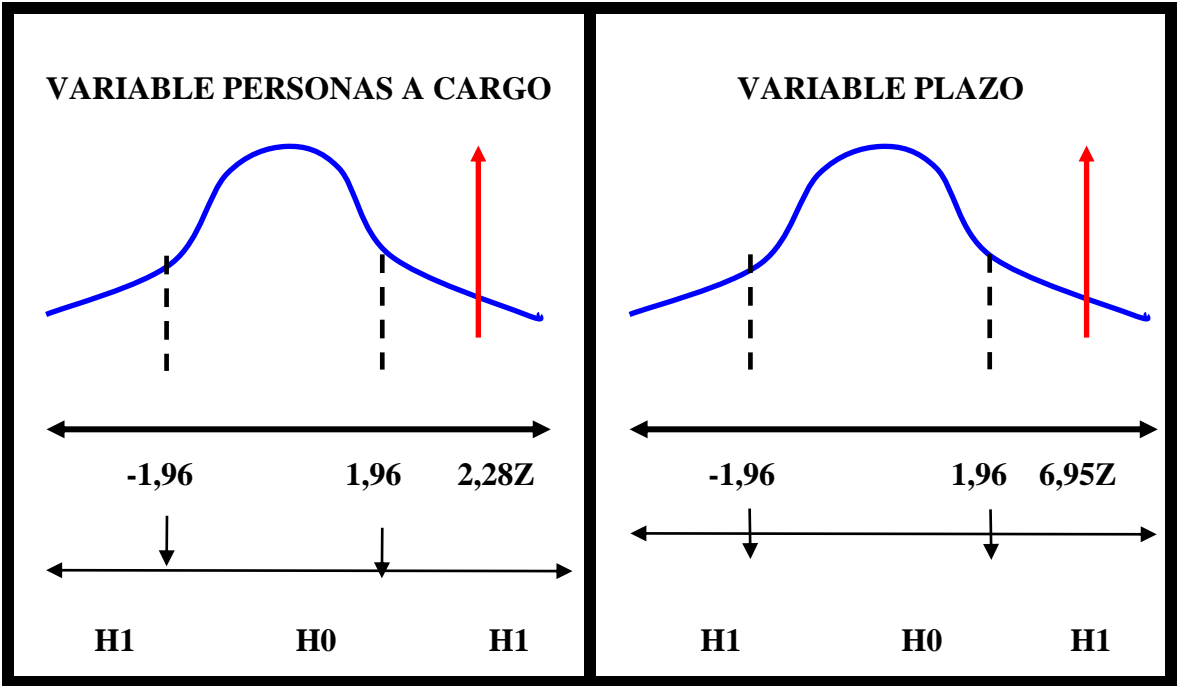
**H<sub>0</sub>:** (No existe relación entre la variable explicativa y la dependiente)

**H<sub>1</sub>:** (Si existe relación entre la variable explicativa y la dependiente)

La z calculada que proporciona el modelo se compara con el valor crítico de z que se obtiene de la tabla de la distribución normal. Si la z calculada es mayor que la z crítico, se rechaza H<sub>0</sub>, es decir, la variable es influyente en el riesgo de crédito con cierto nivel de confianza.<sup>27</sup>



<sup>27</sup> Ibid, pag 584



Como se puede observar el Z estadístico de cada una de las variables explicativas de riesgo es mayor que el Z crítico de 1,96 a un nivel de confianza del 95%, entonces podemos concluir que se rechaza la hipótesis nula  $B_0 = 0$  y que definitivamente las variables examinadas si influyen en el comportamiento de la variable dependiente.

## 8. VALIDACIÓN DEL MODELO

Se debe probar modelo en forma general después de haber establecido que el modelo desarrollado anteriormente es eficiente en el momento de estimar el riesgo de crédito mediante sus variables independientes las cuales son altamente significativas para la predicción del mismo.

La primera prueba que se realiza al modelo es utilizando el (RV) o estadístico de razón de verosimilitud el cual es equivalente al fisher en un modelo lineal, “sigue una distribución ji cuadrado y los grados de libertad que se utilizan para el calculo es igual al numero de variables explicativas suministradas por el modelo”.<sup>28</sup>

Esta prueba desarrolla una verificación de todos los coeficientes poblacionales que poseen las variables independientes de la regresión para analizar si son significativos o no, encontrándose significativos podemos decir que el modelo sirve, evaluando la siguiente hipótesis:

H0:  $B_2, B_3, B_4, B_5 = 0$

H1: al menos algún coeficiente  $B_t \neq 0$  ( $t = 2, 3, 4, 5, 6, 7$ )

Conociendo la hipótesis aplicamos la prueba de comparación del  $X^2$  estadístico frente al  $X^2$  crítico dado por la tabla, con grados de libertad igual al número de variables explicativas.

---

<sup>28</sup> Ibíd. Pp. 585.

Para el modelo logit de riesgo de crédito, la RV se obtiene observando en el modelo el LR estadístico (5 df) que en este caso es de 138,35 siendo mayor que el crítico de 11,0705 con 5 grados de libertad y un nivel de confianza del 95%, por lo tanto analizamos que se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta  $H_1$ , encontrando que los coeficientes de las variables independientes si son significativos a un nivel de confianza del 95%, estableciendo que el modelo es bueno.

Finalmente realizamos la prueba del coeficiente de determinación o R cuadrado de un modelo lineal, que en este caso equivale a la cuenta  $R^2$  que consiste en calcular el riesgo estimado y compararlo con el riesgo real establecido para cada uno de los clientes de la muestra (ver anexo1), esta se obtendrá dividiendo el total de predicciones correctas por el modelo entre el número total de observaciones tomadas en la muestra.

La prueba de este modelo sería:

$$\begin{aligned} R^2 &= 207 / 250 \\ &= 0.8280 \end{aligned}$$

Esto significa que 207 fueron las predicciones correctas, lo que quiere decir que este fue el total de coincidencias encontradas al realizar la comparación con los 250 valores reales tomados inicialmente, donde el estimado si es mayor de 0,6080 se asume 1 (incumple) y si es menor de 0,6080 es 0 (cumple).

El resultado de la prueba establece un nivel de confiabilidad en la predicción o un porcentaje de explicación del riesgo por parte de las variables independientes del modelo de 0,8280.



## 9. INTERPRETACIÓN DEL MODELO

Después de realizar las pruebas generales del modelo, se procede a realizar la explicación de la ecuación:

- **Ecuación del modelo**

```
EViews
File Edit Objects View Procs Quick Options Window Help
Equation: LOGIT2 Workfile: LOGITLENISNIMER1
View Procs Objects Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids
Estimation Command:
=====
BINARY(D=L) RIESGODICOTOMO CREDITO INGRESOS
PERSONAS_CARGO01 PLAZO TASA C

Estimation Equation:
=====
RIESGODICOTOMO = 1-@LOGIT(-(C(1)*CREDITO + C(2)
*INGRESOS + C(3)*PERSONAS_CARGO01 + C(4)*PLAZO + C
(5)*TASA + C(6)))

Substituted Coefficients:
=====
RIESGODICOTOMO = 1-@LOGIT(- (6.620976508e-08*CREDITO -
2.037528949e-07*INGRESOS + 0.4693272476
*PERSONAS_CARGO01 + 0.1828550458*PLAZO +
1.294570531*TASA - 8.879736087))
```

**RIESGO = 0.0000000662 (crédito) – 0.000000204 (ingresos) + 0.469327 (personas a cargo) + 0.182855 (plazo) + 1.294571 (tasa) + 0,05277543558 (plazo) – 8.879736**

“El coeficiente cada una de las variables mide el cambio en el logit estimado observando un cambio en una unidad de cada una de las variables explicativas”<sup>29</sup> manteniendo constantes las demás variables independientes. La explicación para cada uno de los coeficientes es la siguiente:

La variable crédito tiene un coeficiente de **0,000000662**. Significa que al mantener todos los demás factores constantes, si se aumenta en un peso el valor del crédito, entonces en promedio, el logit estimado del riesgo aumenta en **0,000000662** unidades, es decir existe una relación positiva.

La variable ingresos tiene un coeficiente de **- 0,000000204**, significa que al mantener todos los demás factores constantes, si se aumenta en un peso el valor de los ingresos, entonces en promedio, el logit estimado del riesgo disminuye en **0,000000204** unidades, es decir existe una relación negativa.

La variable personas a cargo tiene un coeficiente de **0,439327**, significa que al mantener todos los demás factores constantes, si se aumenta en una persona a cargo, entonces en promedio, el logit estimado del riesgo aumenta en **0,439327** unidades, es decir existe una relación positiva.

La variable plazo tiene un coeficiente de **0,182855**, significa que al mantener todos los demás factores constantes, si aumenta en un mes el plazo, entonces en promedio, el logit estimado del riesgo aumenta en **0,182855** unidades, es decir existe una relación positiva.

La variable tasa tiene un coeficiente de **1,294571**, significa que al mantener todos los demás factores constantes, si aumenta en una unidad el porcentaje de la tasa del crédito, entonces en promedio, el logit estimado del riesgo aumenta en **1,294571** unidades, es decir existe una relación positiva.

---

<sup>29</sup> Ibíd. Pp. 585.

Para estimar la probabilidad de riesgo de un crédito para un nuevo cliente es preciso tener en cuenta esto:

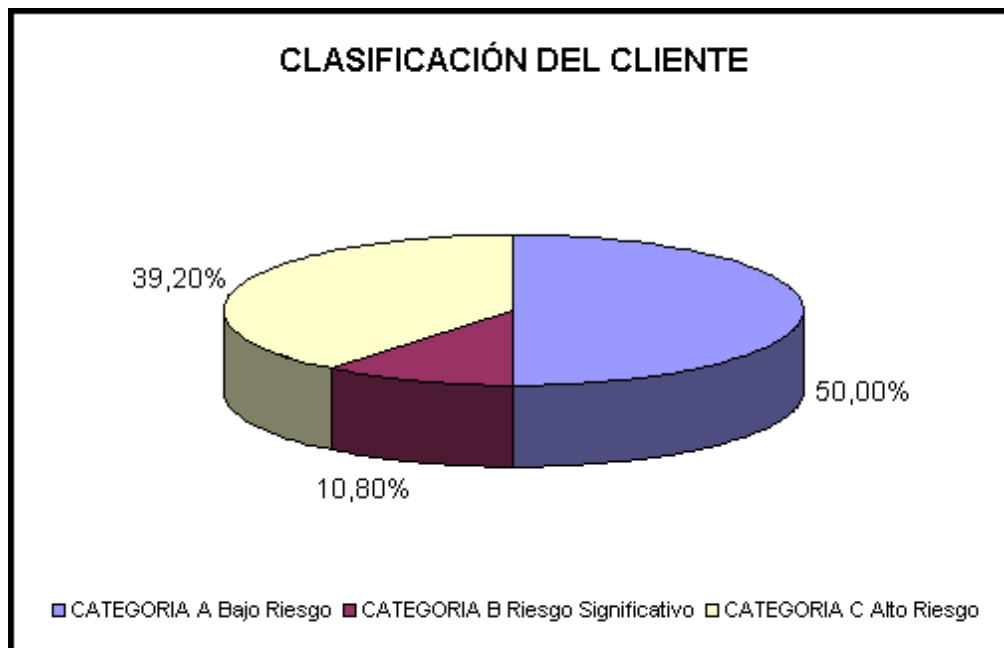
- Reemplazar los valores de las variables independientes del nuevo cliente en el modelo o ecuación dada.
- Se estima el valor logit para el cliente.
- Finalmente, para poder hallar la probabilidad, se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Probabilidad} = \frac{1}{1 + e^{-(b_1 + b_2X_2 + \dots + b_3X_3)}}$$

## 10. CLASIFICACIÓN DEL CLIENTE

Los rangos que se tomaron para la clasificación del cliente fueron:

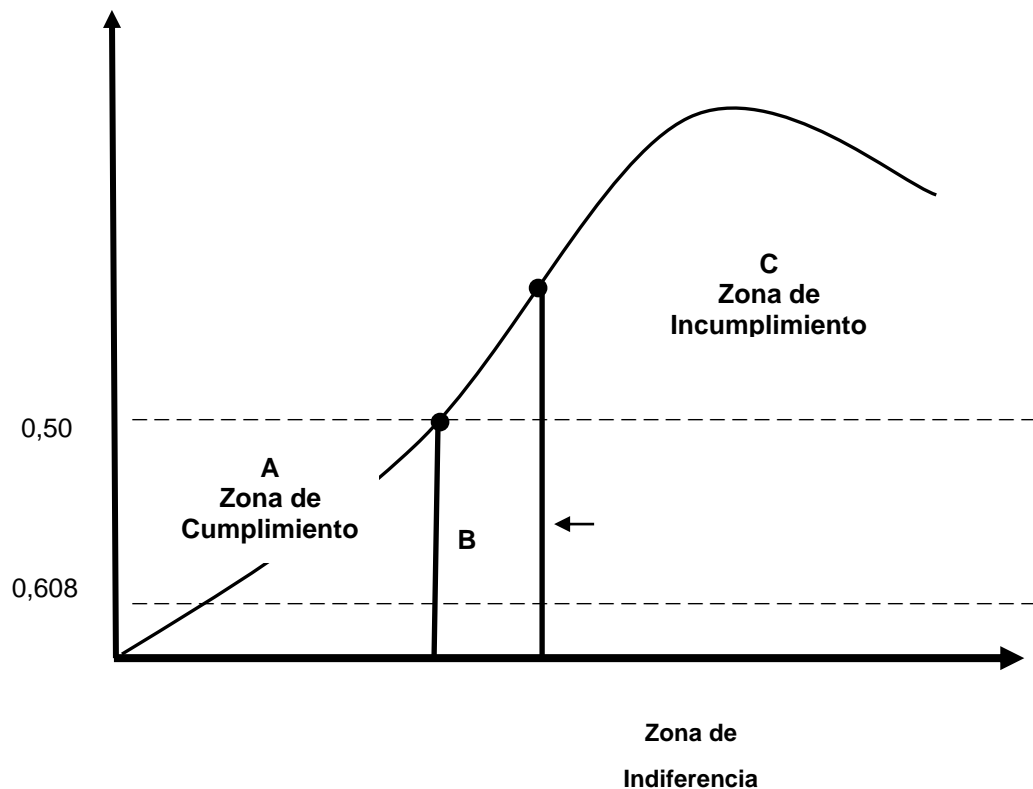
<b>CATEGORÍA A</b>	Bajo Riesgo	Menor o igual a 0,5	50,00%
<b>CATEGORIA B</b>	Riesgo Significativo	$0,50 < x < 0,608$	10,80%
<b>CATEGORIA C</b>	Alto Riesgo	$0,608 < x < 1$	39,20%



Los puntos de separación de una categoría a otra fueron los resultados de:

- a) 60.8%, es el Mean Dependent Var que arroja el logit al correrlo en un software como es el E-views y que indica el punto en el que un cliente es potencialmente moroso si lo sobrepasa.

- b) 50.0%, es la probabilidad inherente de incumplimiento, ya que un cliente puede ser cumplido o puede ser incumplido.
- c) El 10.8%, es la zona de indiferencia, en la cual el otorgamiento de un préstamo queda a criterio de los evaluadores de crédito de la empresa, donde se solicitará al cliente garantías adicionales como pignoración de un vehículo, hipoteca de una finca raíz o una persona (fiador) que respaldaría la deuda, lo anterior con el fin de no desechar a clientes que tienen la capacidad de cumplir con sus obligaciones financieras y desechar a aquellos que no cumplen con los requisitos necesarios para el otorgamiento de un crédito.



## CONCLUSIONES

- Mediante variables obtenidas de la base de datos de la empresa (Inversiones D'NIM), se logró crear un modelo econométrico que la ayudará a otorgar créditos basado, no solamente, en la intuición y en la garantía dada (que respalda el monto del crédito en su totalidad en caso de no pago), sino también en un modelo que toma en cuenta errores y aciertos históricos.
- Es recomendable utilizar todas las herramientas posibles para evaluar la situación del solicitante y poder pronosticar su comportamiento financiero futuro, de acuerdo a las condiciones internas de la entidad financiera y la situación externa.
- La construcción de una herramienta econométrica, para Inversiones D'NIM, bajo un modelo LOGIT, arrojó un 82.80 % de confiabilidad, cumpliendo con las expectativas por parte del prestamista y de nosotros como realizadores del proyecto.
- Las variables significativas dan un panorama de riesgo crediticio previo al diagnóstico del modelo en sí, es decir, que estas variables no solo sirven para diagnosticar y automatizar el otorgamiento de créditos, sino del entendimiento del mismo.
- El modelo permite por medio de un porcentaje o probabilidad de incumplimiento, que le asigna a los clientes, clasificar a los potenciales deudores, y mediante esto otorgar, rechazar u otorgar bajo condiciones especiales el crédito.

- Para la clasificación del cliente se tomó en cuenta el 50.0% conocido como el punto de probabilidad inherente y el 60.8% denominado como el Mean Dependent Var lo cual indica el punto de probabilidad de incumplimiento del solicitante del crédito.
- La principal ventaja de este modelo crediticio, radica en que se trata de una herramienta de fácil implementación con bajos costos y veracidad en los resultados obtenidos.
- Este modelo para el análisis de riesgo crediticio, necesita actualizarse debido a que la información es histórica, aunque es sumamente importante en la predicción de futuros otorgamientos de crédito, además en el formulario podría incluirse variables que fueron pocas significativas para el modelo y tomarse como información que en un futuro puede ser relevante para la validación del modelo.

## BIBLIOGRAFÍA

DE LARA HARO, Alfonso. Medición y Control de Riesgos Financieros. 3º Edición. Limusa Noriega Editores.

GRINBLATT, Mark. Mercados Financieros y Estrategia Empresarial. M<sup>c</sup> Graw Hill Editores.

GUJARATI, Damodar N. Econometría Básica. 3º Edición. M<sup>c</sup> Graw Hill Editores.

MADURA, Jeff. Mercados e Instituciones Financieras. Thomson Learning Editores.

PÉREZ VALENCIA, Gonzalo. Pedagogía de una crisis y derroteros en el siglo XXI. Ediciones Coopetrol.

PHILIPPE, Jorion. El nuevo paradigma para el control de riesgos en derivados. Valor en riesgo. Limusa Noriega Editores.

RODRÍGUEZ TABORDA, Eduardo. Administración del riesgo. Alfaomega Editores.

[www.administracion.es/portadas/perfiles/empresa/financiacion/fuentes\\_de\\_financiacion](http://www.administracion.es/portadas/perfiles/empresa/financiacion/fuentes_de_financiacion).

[www.answermath.com/redes\\_neuronales\\_o\\_neurales.htm](http://www.answermath.com/redes_neuronales_o_neurales.htm).



## ANEXOS

OBS	RIESGO REAL	ESTIMADO	ESTIMADO APROXIMADO	TOTAL DE ACIERTOS		
1	0	0,3995	0	1	Acertos	207
2	1	0,4428	0	0		0,8280
3	1	0,9846	1	1		
4	1	0,9186	1	1		
5	1	0,9153	1	1		
6	1	0,9521	1	1		
7	0	0,5881	0	1		
8	0	0,8264	1	0		
9	0	0,8745	1	0		
10	0	0,3580	0	1		
11	0	0,5627	0	1		
12	1	0,9375	1	1		
13	1	0,9393	1	1		
14	1	0,9240	1	1		
15	1	0,9930	1	1		
16	1	0,8092	1	1		
17	1	0,8958	1	1		
18	1	0,9809	1	1		
19	0	0,3074	0	1		
20	1	0,9070	1	1		
21	1	0,9237	1	1		
22	0	0,5892	0	1		
23	1	0,9748	1	1		
24	0	0,5134	0	1		
25	1	0,7739	1	1		
26	0	0,5153	0	1		
27	1	0,9358	1	1		
28	0	0,1328	0	1		

29	1	0,9712	1	1
30	1	0,4138	0	0
31	1	0,1503	0	0
32	1	0,9849	1	1
33	0	0,0624	0	1
34	1	0,7881	1	1
35	1	0,9912	1	1
36	1	0,7743	1	1
37	1	0,9139	1	1
38	1	0,9841	1	1
39	0	0,3077	0	1
40	1	0,9316	1	1
41	1	0,9698	1	1
42	0	0,0121	0	1
43	1	0,3929	0	0
44	1	0,9732	1	1
45	0	0,4267	0	1
46	0	0,0054	0	1
47	1	0,5971	0	0
48	1	0,9955	1	1
49	1	0,9783	1	1
50	1	0,9960	1	1
51	1	0,9402	1	1
52	1	0,9316	1	1
53	1	0,8557	1	1
54	0	0,0337	0	1
55	1	0,9540	1	1
56	0	0,0350	0	1
57	1	0,9733	1	1
58	1	0,9550	1	1
59	1	0,9833	1	1
60	1	0,8755	1	1
61	0	0,1481	0	1
62	0	0,3694	0	1
63	1	0,7061	1	1

64	1	0,8648	1	1
65	1	0,9643	1	1
66	0	0,2549	0	1
67	1	0,9831	1	1
68	1	0,1045	0	0
69	1	0,8566	1	1
70	1	0,9150	1	1
71	1	0,8106	1	1
72	1	0,9807	1	1
73	1	0,3810	0	0
74	1	0,9692	1	1
75	0	0,6065	0	1
76	1	0,6695	1	1
77	1	0,9637	1	1
78	0	0,2739	0	1
79	1	0,9946	1	1
80	1	0,3407	0	0
81	1	0,5922	0	0
82	1	0,4973	0	0
83	0	0,7299	1	0
84	1	0,7563	1	1
85	1	0,9077	1	1
86	1	0,9742	1	1
87	1	0,7551	1	1
88	1	0,8343	1	1
89	1	0,9887	1	1
90	1	0,9540	1	1
91	1	0,7475	1	1
92	0	0,6071	0	1
93	1	0,2691	0	0
94	1	0,9986	1	1
95	1	0,9729	1	1
96	1	0,8885	1	1
97	1	0,0264	0	0
98	0	0,0422	0	1

99	0	0,1297	0	1
100	1	0,8737	1	1
101	0	0,3041	0	1
102	0	0,0474	0	1
103	1	0,4482	0	0
104	0	0,4567	0	1
105	1	0,7858	1	1
106	0	0,1714	0	1
107	0	0,2738	0	1
108	0	0,0385	0	1
109	1	0,3739	0	0
110	1	0,9500	1	1
111	0	0,2550	0	1
112	1	0,4146	0	0
113	0	0,0364	0	1
114	0	0,3939	0	1
115	0	0,1786	0	1
116	0	0,2663	0	1
117	0	0,1006	0	1
118	1	0,2579	0	0
119	0	0,2945	0	1
120	0	0,3480	0	1
121	0	0,1398	0	1
122	0	0,5747	0	1
123	0	0,8291	1	0
124	1	0,2728	0	0
125	0	0,0401	0	1
126	1	0,9716	1	1
127	0	0,2663	0	1
128	0	0,4227	0	1
129	0	0,5979	0	1
130	1	0,9980	1	1
131	0	0,4700	0	1
132	0	0,1280	0	1
133	1	0,9966	1	1

134	1	0,9247	1	1
135	0	0,1727	0	1
136	0	0,0150	0	1
137	0	0,1705	0	1
138	1	0,1049	0	0
139	1	0,8167	1	1
140	0	0,0575	0	1
141	0	0,1669	0	1
142	0	0,0283	0	1
143	1	0,8483	1	1
144	0	0,1302	0	1
145	0	0,8046	1	0
146	1	0,7918	1	1
147	1	0,9472	1	1
148	0	0,0522	0	1
149	1	0,3770	0	0
150	0	0,0970	0	1
151	0	0,3859	0	1
152	0	0,1591	0	1
153	0	0,8362	1	0
154	1	0,0881	0	0
155	0	0,3382	0	1
156	1	0,9589	1	1
157	0	0,1073	0	1
158	0	0,0940	0	1
159	1	0,8485	1	1
160	0	0,2648	0	1
161	0	0,0661	0	1
162	1	0,9174	1	1
163	0	0,1160	0	1
164	1	0,9184	1	1
165	1	0,9070	1	1
166	0	0,4440	0	1
167	1	0,9222	1	1
168	0	0,7907	1	0

169	1	0,9735	1	1
170	1	0,9801	1	1
171	0	0,0054	0	1
172	1	0,9708	1	1
173	0	0,2741	0	1
174	0	0,6922	1	0
175	1	0,9801	1	1
176	1	0,3406	0	0
177	1	0,9101	1	1
178	1	0,5857	0	0
179	1	0,3856	0	0
180	1	0,9276	1	1
181	1	0,3585	0	0
182	1	0,9660	1	1
183	1	0,8831	1	1
184	0	0,4592	0	1
185	1	0,9982	1	1
186	1	0,9610	1	1
187	0	0,5588	0	1
188	1	0,8286	1	1
189	0	0,6028	0	1
190	1	0,9719	1	1
191	1	0,9992	1	1
192	1	0,9721	1	1
193	1	0,8377	1	1
194	1	0,9801	1	1
195	0	0,7207	1	0
196	1	0,6223	1	1
197	1	0,9725	1	1
198	0	0,0156	0	1
199	1	0,9914	1	1
200	0	0,4375	0	1
201	1	0,9696	1	1
202	0	0,8028	1	0
203	0	0,1034	0	1

204	1	0,6402	1	1
205	0	0,3853	0	1
206	1	0,5996	0	0
207	1	0,7515	1	1
208	1	0,1963	0	0
209	1	0,7467	1	1
210	0	0,2454	0	1
211	1	0,9847	1	1
212	0	0,4554	0	1
213	0	0,5153	0	1
214	0	0,0714	0	1
215	0	0,4706	0	1
216	0	0,0795	0	1
217	0	0,4490	0	1
218	1	0,8063	1	1
219	1	0,8695	1	1
220	1	0,9788	1	1
221	0	0,1302	0	1
222	0	0,3934	0	1
223	1	0,3318	0	0
224	0	0,1701	0	1
225	1	0,7019	1	1
226	1	0,9793	1	1
227	1	0,9545	1	1
228	1	0,9742	1	1
229	1	0,9594	1	1
230	1	0,9658	1	1
231	0	0,7616	1	0
232	1	0,9831	1	1
233	1	0,3845	0	0
234	0	0,2939	0	1
235	1	0,8167	1	1
236	1	0,2518	0	0
237	0	0,4616	0	1
238	1	0,8479	1	1

239	1	0,4327	0	0
240	1	0,7835	1	1
241	1	0,7278	1	1
242	1	0,3639	0	0
243	1	0,9836	1	1
244	1	0,9515	1	1
245	1	0,8348	1	1
246	1	0,9774	1	1
247	0	0,5240	0	1
248	1	0,6114	1	1
249	0	0,1756	0	1
250	1	0,4820	0	0