

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción, Justificación y Objetivos</b>	<b>1</b>
1.1. Características generales de la empresa . . . . .	1
1.2. Mercado . . . . .	4
1.3. Desempeño organizacional . . . . .	6
1.4. Empresa cliente . . . . .	8
1.5. Información del área de la empresa . . . . .	8
1.6. Predicción de pago de deuda: Justificación de la oportunidad . . . . .	9
1.7. Por qué redes neuronales . . . . .	10
1.8. Hipótesis del trabajo . . . . .	10
1.9. Objetivos generales . . . . .	11
1.10. Objetivos específicos . . . . .	11
1.11. Alcances y resultados esperados . . . . .	11
<b>2. Marco Conceptual y Metodológico</b>	<b>13</b>
2.1. Metodologías de mejora en la cobranza . . . . .	13
2.2. Modelos predictivos para el pago de deuda . . . . .	14
2.2.1. Algoritmos de modelamiento y herramientas de optimización . . . . .	14
2.2.2. Estado del arte para la predicción de deuda: GBDT . . . . .	15
2.2.3. GBDT . . . . .	15
2.2.4. LightGBM . . . . .	16
2.3. Redes neuronales . . . . .	16
2.3.1. Características del nodo . . . . .	16
2.3.1.1. Función sigmoide . . . . .	17
2.3.1.2. Función tangente hiperbólica . . . . .	18
2.3.1.3. Función ReLU . . . . .	18
2.3.2. Topología de red . . . . .	19
2.3.2.1. Redes feedforward . . . . .	19
2.3.2.2. Redes feedback . . . . .	20
2.3.3. Reglas de aprendizaje . . . . .	20
2.3.3.1. SGD . . . . .	21
2.3.3.2. RMSProp . . . . .	21
2.3.3.3. Adam . . . . .	21
2.3.4. Generalización de redes neuronales . . . . .	21
2.3.4.1. Dropouts . . . . .	21
2.3.4.2. Regularización de capas . . . . .	22
2.3.4.3. Normalización de lotes . . . . .	23
2.3.5. Ejecución de redes neuronales: Tensorflow y Keras . . . . .	23

2.4.	Métricas de evaluación . . . . .	23
2.4.1.	Matriz de confusión . . . . .	24
2.4.2.	Precisión y Recall . . . . .	24
2.4.3.	Exactitud . . . . .	25
2.4.4.	F1 . . . . .	25
2.5.	Metodología . . . . .	25
2.5.1.	Proceso CRISP-DM . . . . .	25
2.5.2.	Metodología de optimización de modelo: PANDA . . . . .	26
<b>3.</b>	<b>Desarrollo del Modelo</b>	<b>27</b>
3.1.	Análisis empresarial de los datos . . . . .	27
3.1.1.	Definición de base a utilizar . . . . .	27
3.1.2.	Insights del negocio en la data . . . . .	29
3.1.3.	Métricas de evaluación . . . . .	29
3.1.4.	Análisis de datos . . . . .	29
3.1.5.	Preprocesamiento de los datos . . . . .	33
3.1.5.1.	Estandarización de los datos . . . . .	33
3.1.5.2.	Base final . . . . .	34
3.2.	Modelamiento . . . . .	36
3.2.1.	Modelo base . . . . .	36
3.2.2.	Modelo de redes neuronales . . . . .	36
3.2.2.1.	Modelo inicial . . . . .	36
	Parámetros fijos . . . . .	37
	Topología . . . . .	37
	Hiperparámetros . . . . .	38
3.2.2.2.	Dropouts, regularizaciones y normalización de lotes . . . . .	39
3.2.2.3.	Modelo final . . . . .	39
<b>4.</b>	<b>Análisis de Resultados y Aplicabilidad</b>	<b>41</b>
4.1.	Resultados por modelo . . . . .	41
4.2.	Comparación de modelos . . . . .	43
4.2.1.	Análisis monetario: Simulación . . . . .	43
4.3.	Aplicabilidad . . . . .	44
4.3.1.	Elección de modelo . . . . .	44
4.3.2.	Aplicaciones de modelo elegido . . . . .	45
4.3.2.1.	Control de gasto en gestiones . . . . .	45
4.3.2.2.	Reportería y utilización de predicción como variable . . . . .	46
4.3.2.3.	Segmentación de cartera . . . . .	46
<b>5.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>47</b>
5.1.	Conclusiones generales . . . . .	47
5.2.	Trabajo futuro . . . . .	47
5.2.1.	Mejora de base utilizada . . . . .	48
5.2.2.	Integración de historial de cliente . . . . .	48
5.2.3.	Resto de cartera y otros clientes . . . . .	48
5.2.4.	Implementación . . . . .	49
	<b>Bibliografía</b>	<b>50</b>

Anexo A. Código

52

Anexo B. Tablas

55