

# TABLA DE CONTENIDO

<b>1. ANTECEDENTES GENERALES .....</b>	<b>12</b>
1.1 Características de la empresa .....	12
1.2 Mercado y características .....	13
<b>2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>16</b>
2.1 Ventajas del canal tradicional .....	16
2.2 Problema en la distribución .....	16
2.3 Actual motor de recomendaciones utilizado .....	17
2.4 Memoria realizada directamente relacionada.....	18
2.4.1 Hallazgos basados en la cantidad de recomendaciones por estrategia .....	18
2.4.2 Hallazgos basados en la posición que tiene una estrategia con respecto a las demás	18
2.4.3 Hallazgos basados en la implementación de un filtro colaborativo .....	20
2.5 Justificaciones adicionales .....	21
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>22</b>
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
4.1 Objetivo general.....	23
4.2 Objetivos específicos.....	23
<b>5. ALCANCES .....</b>	<b>23</b>
<b>6. RESULTADOS ESPERADOS .....</b>	<b>24</b>
<b>7. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>25</b>
7.1 Sistemas de Recomendación .....	25
7.2 Tipos de sistemas de recomendación .....	25
7.3 Tipos de filtros colaborativos .....	27
7.3.1 Filtros colaborativos basados en la memoria.....	27
7.3.2 Filtros colaborativos basados en un modelo .....	28
7.3.3 Filtros colaborativos híbridos .....	28
7.4 Modelo de recomendación SVD .....	29
7.4.1 Funcionamiento tradicional del modelo .....	29
7.4.2 Funcionamiento corregido del modelo SVD .....	33
7.5 Indicadores para medir la calidad de los modelos.....	34
7.5.1 Root mean squared error (RMSE).....	34
7.5.2 Mean absolut error (MAE) .....	35
<b>8. METODOLOGÍA .....</b>	<b>36</b>

<b>9. DESARROLLO METODOLÓGICO .....</b>	<b>39</b>
9.1 Comprensión de los datos .....	39
9.1.1 Fuente de los datos .....	39
9.1.2 Recopilación inicial de los datos.....	39
9.1.3 Análisis descriptivo .....	43
9.2 Preparación de los datos.....	50
9.2.1 Selección de datos .....	50
9.2.2 Limpieza y transformación de los datos.....	51
9.3 Modelamiento del sistema de recomendación.....	54
9.3.1 Selección de técnica de modelado y construcción.....	54
9.3.2 Descripción de la comparación con otros modelos.....	54
9.3.3 Construcción del modelo SVD .....	54
9.3.4 Comparación del modelo SVD con similares .....	55
9.3.5 Generación de recomendaciones.....	57
9.4 Diseño Experimental .....	58
9.4.1 Descripción del experimento e indicadores. ....	58
9.4.2 Descripción de la construcción de grupos de control y experimental .....	59
9.4.3 Aprendizajes de la fase de prueba del experimento .....	59
9.4.4 Hipótesis generales .....	60
9.4.5 Hipótesis referidas al rendimiento del modelo propuesto versus el utilizado por la empresa.....	62
9.4.6 Hipótesis referidas al rendimiento del modelo propuesto por perfil versus el mismo modelo ajustado de manera global.....	63
9.5 Evaluación de resultados.....	64
9.5.1 Explicación inicial de la evaluación .....	64
9.5.2 Resultados para la hipótesis que compara el modelo ajustado de manera global con el usado por la empresa.....	66
9.5.3 Resultados para las hipótesis que comparan el rendimiento de las bodegas versus los puestos de mercado. ....	67
9.5.4 Resultados del experimento cuando se alterna la posición de la estrategia.....	69
9.5.5 Resultados de las hipótesis referidas al rendimiento del modelo propuesto versus el utilizado por la empresa. ....	70
1) Resultados para el perfil Abarroteros.....	70
9.5.6 Resultados de las hipótesis referidas al rendimiento del modelo propuesto por perfil versus el mismo modelo ajustado de manera global. ....	78
<b>10. CONCLUSIONES .....</b>	<b>86</b>
<b>11. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>88</b>

<b>12. TRABAJO FUTURO .....</b>	<b>89</b>
<b>13. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>90</b>
<b>14. ANEXOS.....</b>	<b>93</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Efectividad según posición para la estrategia frecuentes. ....	19
Tabla 2: Efectividad según posición para la estrategia perfil. ....	19
Tabla 3: Efectividad según posición para la estrategia asociados. ....	19
Tabla 4: Primera semana de experimentos de la implementación de un filtro colaborativo. ....	20
Tabla 5: Segunda semana de experimentos de la implementación de un filtro colaborativo. ....	20
Tabla 6: Tercera semana de experimentos de la implementación de un filtro colaborativo. ....	20
Tabla 7: Cuarta semana de experimentos de la implementación de un filtro colaborativo. ....	21
Tabla 8: Matriz de valoraciones de los clientes por los productos del dataset completo. Fuente: Elaboración propia. ....	51
Tabla 9: Información de los datos de cada perfil. Fuente: Elaboración propia. ....	53
Tabla 10: MAE de cada modelo en cada perfil. Elaboración propia. ....	56
Tabla 11: RMSE de cada modelo en cada perfil. Elaboración propia. ....	56
Tabla 12: Códigos de productos recomendados para el perfil panadería. Elaboración propia. ....	57
Tabla 13: Resumen resultados modelo SVD vs Modelo utilizado por la empresa. ....	78
Tabla 14: Resumen de calibración global vs específica. ....	85
Tabla 15: Test t para venta PS entre Bodegas y Puestos de Mercado. ....	98
Tabla 16: Test t para Efectividad entre Bodegas y Puestos de Mercado. ....	99
Tabla 17: Test t para el indicador Productos Distintos entre Bodegas y Puestos de Mercado. ....	100
Tabla 18: Test t para Venta PS entre la posición 1 y la posición 2. ....	102
Tabla 19: Test t para Efectividad entre la posición 1 y la posición 2. ....	102
Tabla 20: Test t para Productos distintos entre la posición 1 y la posición 2. ....	103
Tabla 21: Test t para Venta PS entre la posición 2 y la posición 3. ....	103
Tabla 22: Test t para Efectividad entre la posición 2 y la posición 3. ....	103
Tabla 23: Test t para Productos distintos entre la posición 2 y la posición 3. ....	104
Tabla 24: Test t para Venta PS utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Abarroteros. ....	106
Tabla 25: Test t para Venta PS utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Abarroteros y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	106
Tabla 26: Test t para Efectividad utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Abarroteros. ....	106
Tabla 27: Test t para Efectividad utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Abarroteros y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	107

Tabla 28: Test t para Productos Distintos utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Abarroteros .....	107
Tabla 29: Test t para Productos Distintos utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Abarroteros y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	107
Tabla 30: Test t para Venta PS utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica al perfil abarroteros en m1g1 y de manera global en m1g2. ....	108
Tabla 31: Test t para Venta PS utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica al perfil abarroteros en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados.....	108
Tabla 32: Test t para Efectividad utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica al perfil abarroteros en m1g1 y de manera global en m1g2. ....	108
Tabla 33: Test t para Efectividad utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica al perfil abarroteros en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados.....	109
Tabla 34: Test t para Productos Distintos utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica al perfil abarroteros en m1g1 y de manera global en m1g2.....	109
Tabla 35: Test t para Productos Distintos utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica al perfil abarroteros en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados.....	109
Tabla 36: Test t para Venta PS utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Food Service .....	111
Tabla 37: Test t para Venta PS utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Food Service y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	111
Tabla 38: Test t para Efectividad utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Food Service.....	112
Tabla 39: Test t para Efectividad utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Food Service y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	112
Tabla 40: Test t para Productos Distintos utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Food Service.....	112
Tabla 41: Test t para Productos Distintos utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Food Service y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	113
Tabla 42: Test t para Venta PS utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Food Service en m1g1 y de manera global en m1g2.....	113
Tabla 43: Test t para Venta PS utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados. ....	113
Tabla 44: Test t para Efectividad utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Food Service en m1g1 y de manera global en m1g2. ....	114
Tabla 45: Test t para Efectividad utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Food Service en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados.....	114
Tabla 46: Test t para Productos distintos utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Food Service en m1g1 y de manera global en m1g2. ....	114
Tabla 47: Test t para Productos Distintos utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Food Service en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados.....	115

Tabla 48: Test t para Venta PS utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Golosineros.....	117
Tabla 49: Test t para Venta PS utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Golosineros y además eliminando productos vistos y no comprados.....	117
Tabla 50: Test t para Efectividad utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Golosineros .....	118
Tabla 51: Test t para Efectividad utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Golosineros y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	118
Tabla 52: Test t para Productos Distintos utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Golosineros .....	118
Tabla 53: Test t para Productos Distintos utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Golosineros y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	119
Tabla 54: Test t para Venta PS utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Golosineros en m1g1 y de manera global en m1g2. ....	119
Tabla 55: Test t para Venta PS utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica en m1g1 a Golosineros y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados. Fuente: Elaboración propia. ...	119
Tabla 56: Test t para Efectividad utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Golosineros en m1g1 y de manera global en m1g2.....	120
Tabla 57: Test t para Efectividad utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Golosineros en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados.....	120
Tabla 58: Test t para Productos Distintos utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Golosineros en m1g1 y de manera global en m1g2. Fuente: Elaboración propia. ....	120
Tabla 59: Test t para Productos Distintos utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Golosineros en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados.....	121
Tabla 60: Test t para Venta PS utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Limpieza .....	123
Tabla 61: Test t para Venta PS utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Limpieza y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	124
Tabla 62: Test t para Efectividad utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Limpieza.....	124
Tabla 63: Test t para Efectividad utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Limpieza y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	124
Tabla 64: Test t para Productos Distintos utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Limpieza.....	125
Tabla 65: Test t para Productos Distintos utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Limpieza y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	125
Tabla 66: Test t para Venta PS utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Limpieza en m1g1 y de manera global en m1g2.....	125
Tabla 67: Test t para Venta PS utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Limpieza en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados. ....	126
Tabla 68: Test t para Efectividad utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Limpieza en m1g1 y de manera global en m1g2. ....	126

Tabla 69: Test t para Efectividad utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Limpieza en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados. ....	127
Tabla 70: Test t para Productos Distintos utilizando el modelo SVD calibrado de manera a Limpieza específica en m1g1 y de manera global en m1g2. ....	127
Tabla 71: Test t para Productos Distintos utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Limpieza en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados. ....	128
Tabla 72: Test t para Venta PS utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Panaderías .....	130
Tabla 73: Test t para Venta PS utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Panaderías y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	131
Tabla 74: Test t para Efectividad utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Panaderías .....	131
Tabla 75: Test t para Efectividad utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Panaderías y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	131
Tabla 76: Test t para Productos Distintos utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Panaderías .....	132
Tabla 77: Test t para Productos Distintos utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Panaderías y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	132
Tabla 78: Test t para Venta PS utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica al perfil Panaderías en m1g1 y de manera global en m1g2. ....	132
Tabla 79: Test t para Venta PS utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Panaderías en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados. ....	133
Tabla 80: Test t para Efectividad utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Panaderías en m1g1 y de manera global en m1g2. ....	133
Tabla 81: Test t para Efectividad utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Panaderías en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados. ....	133
Tabla 82: Test t para Productos Distintos utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Panaderías en m1g1 y de manera global en m1g2. ....	134
Tabla 83: Test t para Productos Distintos utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Panaderías en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados. ....	134
Tabla 84: Test t para Venta PS utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Panaderías Bodega .....	136
Tabla 85: Test t para Venta PS utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Panaderías Bodega y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	136
Tabla 86: Test t para Efectividad utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Panaderías Bodega. ....	137
Tabla 87: Test t para Efectividad utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Panaderías Bodega y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	137
Tabla 88: Test t para Productos Distintos utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Panaderías Bodega. ....	137
Tabla 89: Test t para Productos Distintos utilizando modelo SVD calibrado específicamente al perfil Panaderías Bodega y además eliminando productos vistos y no comprados. ....	138

Tabla 90: Test t para Venta PS utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Panaderías Bodega en m1g1 y de manera global en m1g2.....	138
Tabla 91: Test t para Venta PS utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Panaderías Bodega en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados.....	138
Tabla 92: Test t para Efectividad utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Panaderías Bodega en m1g1 y de manera global en m1g2. ....	139
Tabla 93: Test t para Efectividad utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Panaderías Bodega en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados.....	139
Tabla 94: Test t para Productos Distintos utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Panaderías Bodega en m1g1 y de manera global en m1g2. ....	139
Tabla 95: Test t para Productos Distintos utilizando el modelo SVD calibrado de manera específica a Panaderías Bodega en m1g1 y de manera global en m1g2. Además de eso, el modelo presenta ayuda eliminándolos productos vistos y no comprados.....	140

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1: Modelo de distribución de la empresa. ....	13
Ilustración 2: Ejemplo de una bodega en el Perú. ....	14
Ilustración 3: Ejemplo de un puesto de mercado del Perú. ....	14
Ilustración 4: Proceso de venta con pedido sugerido .....	17
Ilustración 5: Descomposición de la matriz R en valores singulares. ....	31
Ilustración 6: Descomposición de la Matriz R luego de reducción de valores nulos de S en su diagonal.....	31
Ilustración 7: Simplificación de la descomposición SVD. ....	32
Ilustración 8: Resumen de la metodología de trabajo. Fuente: Elaboración propia. ....	36

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Peso en porcentaje de ventas del canal tradicional en la región.....	15
Gráfico 2: Proyección de la distribución socioeconómica del Perú (2016). ....	15
Gráfico 3: Evolución de las ventas por tipo de transacción.....	43
Gráfico 4: Porcentaje de aporte PS a la venta total. Fuente: Elaboración propia. ....	43
Gráfico 5: Monto total vendido por año por cada perfil, año 2017 hasta mediados de octubre.....	44
Gráfico 6: Participación de las ventas totales de cada perfil en el año 2016.....	45
Gráfico 7: Participación de cada perfil en el año 2017.....	45
Gráfico 8: Cantidad de boletas emitidas por perfil y año. ....	46
Gráfico 9: Participación de cada perfil en el número de boletas durante año 2016. ....	47
Gráfico 10: Participación de cada perfil en el número de boletas durante año 2017.....	47
Gráfico 11: Número de clientes por perfil y año.....	48

Gráfico 12: Monto total vendido por cada boca de salida hasta agosto del año 2017.....	49
Gráfico 13: Participación en ventas de cada boca de salida en el año 2017. ....	49
Gráfico 14: Porcentaje de clientes por cada boca de salida en el año 2017. ....	50
Gráfico 15: Corrección de outliers del dataset global. Fuente: Elaboración propia. ....	53
Gráfico 16: Corrección de outliers del perfil abarroteros. ....	93
Gráfico 17: Corrección de outliers del perfil aderezos. ....	94
Gráfico 18: Corrección de outliers para el perfil food service. ....	94
Gráfico 19: Corrección de outliers para el perfil golosinero. ....	95
Gráfico 20: Corrección de outliers para el perfil limpieza. ....	95
Gráfico 21: Corrección de outliers para el perfil panaderías bodega. ....	96
Gráfico 22: Corrección de outliers para el perfil panaderías.....	96
Gráfico 23: Corrección de outliers para el perfil varios.....	97
Gráfico 24: Corrección de outliers para el perfil sin etiqueta. ....	97
Gráfico 25: Promedio semanal del indicador de venta PS para una muestra de bodegas y puestos de mercado. ....	98
Gráfico 26: Promedio semanal de la tasa de efectividad para bodegas y puestos de mercado. ....	99
Gráfico 27: Promedio semanal del indicador de productos distintos para bodegas y puestos de mercado. ....	100
Gráfico 28: Promedio semanal del indicador de venta PS cuando se utilizan distintas posiciones. ....	101
Gráfico 29: Promedio semanal de la tasa de efectividad cuando se utilizan distintas posiciones. ....	101
Gráfico 30: Promedio semanal del indicador de productos distintos cuando se utilizan distintas posiciones. ....	102
Gráfico 31: Promedio semanal del indicador de venta PS para los grupos del perfil abarroteros. ....	104
Gráfico 32: Promedio semanal de la tasa de efectividad de los grupos del perfil abarrotero. ....	105
Gráfico 33 Promedio semanal de la cantidad de productos vendidos distintos de los grupos del perfil abarrotero. ....	105
Gráfico 34: Promedio semanal del indicador de venta PS en el perfil Food Service. ....	110
Gráfico 35: Promedio semanal de la tasa de efectividad en el perfil Food Service. ....	110
Gráfico 36: Promedio semanal de la cantidad de productos PS vendidos distintos en el perfil Food Service.....	111
Gráfico 37: Promedio semanal del indicador de venta PS del perfil Golosineros.....	116
Gráfico 38: Promedio semanal de la tasa de efectividad del perfil Golosineros. ....	116
Gráfico 39: Promedio semanal de la cantidad de productos vendidos distintos del perfil Golosineros.....	117
Gráfico 40: Promedio semanal del indicador de venta PS para el perfil Limpieza. ....	122
Gráfico 41: Promedio semanal de la tasa de efectividad para el perfil Limpieza.....	122
Gráfico 42: Promedio semanal de la cantidad de productos distintos en el perfil Limpieza que no se habían vendido en las 12 semanas previas. ....	123
Gráfico 43: Promedio semanal del indicador de ventas PS del perfil Panaderías. ....	129
Gráfico 44: Promedio semanal de la tasa de efectividad del perfil Panaderías. ....	129
Gráfico 45: Promedio semanal de la cantidad de productos PS vendidos distintos en perfil Panaderías. ....	130
Gráfico 46: Promedio semanal del indicador de venta PS del perfil Panaderías Bodega. ....	135



Gráfico 47: Promedio semanal de la tasa de efectividad del perfil Panaderías Bodega. 135  
Gráfico 48: Promedio semanal de la cantidad de productos PS vendidos distintos para el perfil Panaderías Bodega. Fuente: Elaboración propia. .... 136