

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Motivación del trabajo.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.1.1. Objetivo general.....	3
1.1.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Alcances.....	3
1.5. Metodología de trabajo.....	4
1.6. Contenidos del trabajo de memoria.....	5
CAPÍTULO 2: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. Introducción.....	6
2.2. Teoría del comportamiento de la dilución.....	6
2.2.1. Elementos que influyen en la entrada y comportamiento de la Dilución.....	6
2.2.2. Modelo de comportamiento de dilución de Laubscher.....	8
2.2.3. Modelo de Susaeta.....	12
2.2.4. Mecanismos de entrada de dilución.....	16
2.3. Herramientas de simulación como método de predicción.....	20
2.3.1. Herramientas actualmente empleadas.....	20
2.3.2. Métricas de clasificación por matrices de contingencia.....	20
2.3.3. Estudios con herramientas actuales.....	22
2.4. Regresión Logística.....	26
2.4.1. Fundamentos de las Regresiones Logísticas.....	27
2.4.2. Ajuste de Regresión Logística.....	28
2.4.3. Odds Ratio.....	29
2.4.4. Análisis ROC.....	29

2.4.5. Usos actuales de Regresión logística.....	30
2.5. Conclusiones del capítulo	31
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.....	33
3.1. Introducción.....	33
3.2. Metodología.....	33
Etapa 1: Back Análisis	35
Etapa 2: Preparación de base de datos. Construcción, calibración y validación.....	35
Etapa 3: Análisis y recomendaciones.....	38
3.3. Conclusiones del capítulo	39
CAPÍTULO 4: BACK ANÁLISIS.....	40
4.1. Introducción.....	40
4.2. Estudio exploratorio de base de datos.....	40
4.2.1. Descripción de base de datos.....	40
4.2.2. Análisis de entrada de dilución en el Cluster Parrillas	42
4.2.3. Análisis de entrada de dilución en el Cluster LHD	45
4.2.4. Hipótesis de ingreso de dilución.....	49
4.2.5. Variables de los modelos.....	51
4.3. Conclusiones del capítulo	58
CAPÍTULO 5: CONSTRUCCIÓN DE MODELOS MULTIVARIABLES	59
5.1. Introducción.....	59
5.2. Preparación de base de datos	59
5.3. Construcción de modelos.....	60
5.3.1. Modelo Generalizado, Cluster LHD.....	62
5.3.2. Modelo de Mecanismo Vertical, Cluster LHD.....	63
5.3.3. Modelo de Mecanismo Lateral, Cluster LHD	64
5.4. Calibración de modelos	66

5.4.1.	Modelo Generalizado, Cluster LHD.....	67
5.4.2.	Modelo Interactivo, Cluster LHD.....	68
5.5.	Validación de modelos.....	70
5.5.1.	Modelo Generalizado, Cluster LHD.....	70
5.5.2.	Modelo Interactivo Cluster LHD.....	71
5.6.	Conclusiones del capítulo	76
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		77
6.1.	Conclusiones generales.....	77
6.2.	Conclusiones de modelos multivariantes.....	78
6.3.	Recomendaciones y trabajos futuros	79
BIBLIOGRAFÍA		81
ANEXO A		83
ANEXO B		87
ANEXO C		90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología general de trabajo de memoria.....	4
Figura 2. Fenómeno de Rilling. DeWolfe, 1981.	8
Figura 3. Altura de Interacción. Laubscher, 1994.	9
Figura 4. Factor de Control de Tiraje (DFC). Laubscher, 1994.	10
Figura 5. Ejemplo de Modelo de Mezcla de Laubscher.	11
Figura 6. Comportamientos de dilución según modelo de flujo, adaptado de Susaeta (2004). Paredes, 2012.....	14
Figura 7. Relación entre el I.U y el Pedza para el sector de Parrillas de Andina. Susaeta, 2004. .	16
Figura 8. Perfiles de secuencia de mecanismos de ingreso de dilución vertical. Paredes, 2012...	17
Figura 9. Perfiles de secuencia de mecanismos de ingreso de dilución lateral. Paredes, 2012.	18
Figura 10. Secuencia de eventos de colapso y air blast al comienzo de la secuencia. De Nicola y Fishwick, 2000.	18
Figura 11. Vista en planta de la ubicación espacial de los clusteres de dilución. Paredes, 2012.	19
Figura 12. Matriz de Contingencia.	20
Figura 13. Inca Central Oeste: Resultados Matriz de contingencia según punto de extracción. Valencia, 2013.....	23
Figura 14. Comparación PED medio entre FlowSim, Rebo y datos mina. Valencia, 2013.	23
Figura 15. Comparación de Desviación Estándar del PED con error cuadrático medio entre FlowSim, Rebo y datos mina. Valencia, 2013.	24
Figura 16. Ejemplo de Curva ROC.	30
Figura 17. Clusteres de dilución y vista en planta de los puntos de extracción del Panel II de Andina. Paredes, 2012.....	34
Figura 18. Construcción de base de datos para eventos raros.	36
Figura 19. Pasos para la construcción de modelos.	38
Figura 20. Vista Isométrica. Disposición de clusteres y elementos diluyentes, Panel III Andina.	41
Figura 21. Vista en planta de secuencia de extracción del Panel III de Andina. Paredes, 2012. ..	42
Figura 22. Dilución promedio Cluster Parrillas.....	43
Figura 23. Histograma dilución acumulada, Parrillas.	44
Figura 24. Secuencia de explotación y entrada de dilución acumulada (3%), Parrillas.....	45
Figura 25. Dilución promedio Cluster LHD.....	46
Figura 26. Histograma dilución acumulada, LHD.	47

Figura 27. Secuencia de explotación y entrada de dilución acumulada (3%), LHD.....	48
Figura 28. Alturas de columna al momento de iniciar la explotación en los clústeres de dilución en estudio.....	48
Figura 29. Interacción de modelo vertical y lateral ante ingreso de dilución.....	50
Figura 30. Alturas de columna, Parrillas.....	52
Figura 31. Alturas de columna, LHD.....	53
Figura 32. Evolución de vecinos diluidos Parrillas y LHD.....	54
Figura 33. Porcentaje de columna extraída al ingreso de dilución, Parrillas y LHD.....	55
Figura 34. Velocidades promedio de extracción, sectores Parrillas y LHD.....	56
Figura 35. Uniformidad promedio por punto, sectores Parrillas y LHD.....	57
Figura 36. Calibración teórica modelo generalizado, LHD.....	67
Figura 37. Errores y nube de dispersión del modelo generalizado, Cluster LHD.....	68
Figura 38. Calibración teórica vertical y lateral, LHD.....	69
Figura 39. Errores y nube de dispersión del modelo interactivo, Cluster LHD.....	70
Figura 40. Tonelajes extraídos al punto de entrada de dilución acumulada (3%), dato real LHD.....	73
Figura 41. Tonelajes extraídos y diferencias al punto de entrada de dilución acumulada (3%), modelos LHD.....	74
Figura 42. Gráfica de riesgo de dilución acumulada al 3%.....	75
Figura 43. Comportamiento dilución acumulada LHD.....	83
Figura 44. Comportamiento dilución acumulada Parrillas.....	84
Figura 45. Histogramas de ingreso de dilución según mecanismo, LHD.....	85
Figura 46. Curva de porcentaje de eventos para cada variable independiente de los modelos.....	87
Figura 47. Curva ROC modelo generalizado.....	89
Figura 48. Curva ROC modelo vertical y asilado.....	89
Figura 49. Secuencia de ocurrencia de eventos simulados, Cluster LHD.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros que afectan la dilución según Laubscher (2000).	7
Tabla 2. Matriz de Uniformidad, adaptada de Susaeta (2004).	15
Tabla 3. Sectores de Andina y Mecanismos de entrada de entrada de dilución.	19
Tabla 4. Simulaciones Paredes (2012).	22
Tabla 5. Simulaciones Armijo (2013).	24
Tabla 6. Análisis crítico de métodos empleados para estimar la dilución.	25
Tabla 7. Variables independientes y su tipo para el fenómeno en estudio.	31
Tabla 8. Comportamientos esperados de las variables.	32
Tabla 9. Descripción de Información recolectada por Paredes (2012).	34
Tabla 10. Número de puntos por sector a analizar.	42
Tabla 11. Estadísticas de extracción Parrillas.	43
Tabla 12. Resumen de ingreso de dilución acumulada (3%) para Parrillas.	44
Tabla 13. Estadísticas de extracción LHD.	45
Tabla 14. Resumen de ingreso de dilución acumulada (3%) para LHD.	46
Tabla 15. Número de ocurrencia de eventos por modelo.	50
Tabla 16. Alturas de columna, Parrillas.	52
Tabla 17. Alturas de columna, LHD.	53
Tabla 18. Variables a analizar en la construcción de modelos.	58
Tabla 19. Análisis univariable, resumen modelo generalizado.	60
Tabla 20. Análisis univariable, resumen modelo vertical.	61
Tabla 21. Análisis univariable, resumen modelo lateral.	61
Tabla 22. Variables modelo generalizado.	63
Tabla 23. Variables modelo vertical.	64
Tabla 24. Variables modelo lateral.	64
Tabla 25. Odds Ratio para variables de los modelos.	65
Tabla 26. Resumen de Modelos.	66
Tabla 27. Calibración teórica modelo generalizado, IHD.	67
Tabla 28. Calibraciones modelo generalizado.	68
Tabla 29. Calibración teórica modelo generalizado, LHD.	69
Tabla 30. Calibraciones modelo interactivo.	69
Tabla 31. Ingreso de dilución modelo generalizado y datos mina, LHD.	71

Tabla 32. Comparación modelo generalizado y simulaciones Rebop.....	71
Tabla 33. Ingreso de dilución modelo interactivo y datos mina, LHD.	72
Tabla 34. Comparación modelo interactivo y simulaciones Rebop.	72
Tabla 35. Matriz de uniformidad adaptada de Susaeta.....	85
Tabla 36. Resumen de estadísticas de variables Cluster LHD.	86
Tabla 37. Calibración en torno a tonelajes, modelo generalizado.....	90
Tabla 38. Errores modelo generalizado.....	91
Tabla 39. Calibración en torno a tonelajes, modelo interactivo.	91
Tabla 40. Errores modelo interactivo.	92