

1.	Introducción	1
2.	Objetivos.....	2
3.	Alcances.....	3
4.	Metodología	4
5.	Estado del arte	6
5.1	Conceptos básicos	6
5.2	Pre procesamiento de imágenes digitales	7
	<i>Procedimiento de filtrado en el pre procesamiento de imágenes.</i>	8
5.3	Imágenes digitales de texturas geológicas	11
5.4	Extracción de características de textura.....	12
5.5	Aplicación sobre imágenes geológicas de rocas en usos metalúrgicos	13
6.	Procedimiento experimental	17
6.1	Configuración de la información inicial	17
6.2	Procesamiento de base de datos de muestras	19
6.3	Análisis de resultados iniciales y pre proceso de mejoramiento sobre muestras de imágenes.	24
6.4	Asignación de textura a soportes de sondaje a partir de etiquetas de muestras.	30
6.5	Mejoramiento en la asignación de textura sobre soportes de sondaje	32
6.5.1	Manipulación del clasificador secuencial en cadena	32
6.5.2	Cambio de escala de análisis.....	35
6.5.3	Afectación de la densidad de información.....	39
6.5.4	Análisis de procedimientos de mejora de resultados	42
6.6	Discusión y posible aplicación en procesos Geo minero metalúrgicos.....	43
7.	Conclusiones	45
8.	Recomendaciones.....	47
8.1	Pre procesamiento de imágenes	47
8.2	Desarrollo de clasificador n°6 o textura brecha	47
8.3	Definición del orden óptimo de los clasificadores para la clasificación secuencial en cadena	47
8.4	Nuevos campos de aplicación	47
8.5	Trabajo con nueva base de datos	47
9.	Bibliografía.....	48

10. Anexos	49
------------------	----

Índice de tablas

Tabla 1 Orden de extracción de características y etiquetado de texturas	20
Tabla 2 Generalidades de la clasificación manual de muestras	22
Tabla 3 Porcentaje de asignación de textura en proceso automatizado y manual.....	23
Tabla 4 Matriz de confusión Clasificación manual Vs. Clasificación manual de imágenes sin pre proceso.....	23
Tabla 5 Porcentaje de aparición de características generadoras de error.	25
Tabla 6 Matriz de confusión Clasificación manual Vs. Clasificación automatizada de imágenes con pre proceso.....	28
Tabla 7 Distribución de etiquetas imágenes sin pre proceso y con pre proceso	29
Tabla 8 Porcentaje de textura presente para 3 soportes de sondaje de 5m de longitud (39m-59m).....	31
Tabla 9 Nueva asignación de etiquetas para texturas estacionarias después de modificar el orden del clasificador secuencial en cadena.....	34
Tabla 10 Nueva asignación de etiquetas para texturas estructurales después de modificar el orden del clasificador secuencial en cadena.....	34
Tabla 11 Asignación de etiquetas en proceso automatizado con diferente orden de clasificadores.	35
Tabla 12 Resumen bases de datos de muestras	38
Tabla 13 Cantidad de muestras procesadas según patrón de muestreo	40

Índice de figuras

Figura 1 Condiciones de suavidad, rugosidad y continuidad en imágenes.	6
Figura 2 Disminución progresiva en la resolución de una imagen. (Gonzales, 2001).	7
Figura 3 Filtro de media	8
Figura 4 Filtro de la media ponderada	9
Figura 5 Filtro de la mediana	9
Figura 6 a) Matriz de filtrado identidad b) Matriz de filtrado menos media	9
Figura 7 a) Filtro laplaciano b) Menos filtro laplaciano.....	10
Figura 8 a) Muestra de una imagen de 3x3 b) Equivalente binario de LBP c) Peso asignado a cada pixel	13

Figura 9 Visualización del ángulo espectral.....	14
Figura 10 Medición de la longitud de escala de grises GLRL con el fin de determinar el tamaño de la muestra (Pietersen, 2011)	14
Figura 11 Asociación de niveles de gris en un radio definido (Pietersen, 2011)	15
Figura 12 Primer paso en la extracción de imágenes de la plataforma Coreshed®	17
Figura 13 Proceso de obtención de base de datos de imágenes definitivas.	18
Figura 14 Ejemplo de imagen de sondaje eliminada	18
Figura 15 Imágenes de muestra (a) Textura pura (b) Textura mezclada (c) Parte material fragmentado.....	19
Figura 16 Diagrama de flujo clasificador secuencial en cadena (Lobos, 2014)	20
Figura 17 Porcentaje de acierto en la clasificación inicial de textura sobre muestras de imágenes	24
Figura 18 Porcentaje de clasificación de textura por clase de textura en etapa de desarrollo del clasificador.....	25
Figura 19 Imagen de muestra (a) Original con histograma (b) Mejorada con histograma	27
Figura 20 Porcentaje de clasificación correcta para muestras de imágenes con y sin pre proceso	28
Figura 21 Cantidad total de imágenes no clasificadas antes y después de ser preprocesadas	29
Figura 22 Porcentaje de acierto inicial en la clasificación de textura sobre soportes de sondaje	32
Figura 23 Porcentaje de acierto en la clasificación de textura estacionaria sobre soporte de sondaje con diferente orden de clasificador.....	33
Figura 24 Porcentaje de acierto en la clasificación de textura estructural sobre soporte de sondaje con diferente orden de clasificador.....	34
Figura 25 Conformación de base de datos de muestras que representan trozos de 2cm x 2cm de sondaje.....	36
Figura 26 Conformación de base de datos de muestra que representan trozos de 3cm x 3cm de sondaje.....	36
Figura 27 Conformación de base de datos de muestra que representan trozos de 4cm x 4cm de sondaje.....	37
Figura 28 Conformación de base de datos de muestra que representan trozos de 5cm x 5cm de sondaje	37
Figura 29 Porcentaje de acierto en el etiquetado de textura para cada base de datos	38
Figura 30 Orden de numeración de imágenes de muestra	39
Figura 31 Patrón 1 y 2 de muestreo de imágenes.....	39

Figura 32 Porcentaje de acierto de asignación de textura para base de datos número 1 según densidad de muestreo	40
Figura 33 Porcentaje de acierto de asignación de textura para base de datos número 2 según densidad de muestreo	41
Figura 34 Porcentaje de acierto de asignación de textura para base de datos número 3 según densidad de muestreo	41
Figura 35 Porcentaje de acierto de asignación de textura para base de datos número 4 según densidad de muestreo	41
Figura 36 Esquema primer paso de propuesta de determinación de variables geo metalúrgicas	43
Figura 37 Características que deben cumplir las muestras GMM.....	44
Figura 38 Esquema de producto final propuesto	44

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Filtro basado en derivadas	10
Ecuación 2 Calculo de LBP	13