

LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN EN EL PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA MINERÍA DEL NÍQUEL EN CUBA

Quality of the information in the automatization process of nickel mining in Cuba

Aristides Alejandro Legrá Lobaina¹
Manuel Lores Vidal¹
Ramón Gilberto Polanco Almanza²
Juana Marcia Laborde Chacón¹

E-mail: alegra@ismm.edu.cu

¹ Instituto Superior Minero Metalúrgico,
Las Coloradas, s/n, Moa, Holguín, Cuba.

² Subdirección de Minas de la Empresa Pedro
Sotto Alba Moanickel S.A.

RESUMEN

Enfocado hacia la automatización, se analizan los aspectos cualitativos que definen la calidad de la información utilizada en las actividades de la minería cubana del níquel, y se destacan en primer lugar los criterios para la clasificación de esta información, así como los elementos por considerar a fin de definir el formato, organización y herramientas para la manipulación de la misma. En segundo lugar, son valorados los aspectos básicos que garantizan la fiabilidad de la información y la capacidad del personal técnico, geólogo y minero, para relacionarse con la información en computadoras; se argumenta la necesidad de crear en cada mina un Grupo de Gestión de Datos y de Informatización. Finalmente, se definen los conceptos de Información Disponible, Información Visible e Información Oculta, a la vez que se plantean las formas más comunes de acceso a la información y la protección de la misma.

PALABRAS CLAVE: Automatización, Informatización, Minería.

ABSTRACT

Focused toward the automation, are analyzed the aspects that define the quality of the information utilized in the activities of the Cuban mining of the nickel, standing out the criterions for the classification

of this information as well as the elements to consider in order to define the format, organization and gear for the manipulation of the same. The basic looks are valued that they guarantee the reliability of the information and the capacity of the geological and miner personnel technical in order to be related with the information in computers arguing the necessity of creating a Group of Administration of Data and Computerize in each mine. Finally, the concepts of Available Information, Visible Information and Occult Information are defined, expounding the common form of access to the information and the protection of the same.

KEY WORDS: Automation, Mining, Computerize information.

INTRODUCCIÓN

Desde hace unos quince años se ha venido imponiendo el uso intensivo de la computación (ISM, 2002; Legrá Lobaina y otros, 2002; Legrá Lobaina, 1999; Polanco Almanza, 1996; Rodríguez Ruiz, 1990) en las actividades relativas al minado de los yacimientos ferroniquelíferos de corteza de intemperismo del nordeste de la provincia de Holguín. Este proceso, al que se le ha llamado *informatización*, partió de las experiencias nacionales y del desaparecido campo socialista europeo, basadas en el uso de computadoras situadas en grandes centros de cálculo donde la en-

trada de datos se realizaba mediante tarjetas perforadas y el lenguaje de programación era generalmente una versión del FORTRAN. Con el desarrollo de las microcomputadoras y las redes, el nacimiento de la plataforma Windows, el lanzamiento del Microsoft Office y de otras aplicaciones de uso general y específico para el trabajo administrativo, económico, geológico, minero, matemático, de comunicaciones, programación, etc., se produjo un verdadero salto en la disponibilidad técnica de hardware y software en las minas que extraen el mineral níquelífero cubano. Sin embargo, el desarrollo de los recursos humanos y de la ciencia de la dirección del proceso de informatizar estas empresas, no ha logrado el ritmo impuesto por el desarrollo tecnológico y las necesidades de desarrollo del país.

Este trabajo ofrece elementos teóricos importantes para solucionar las dificultades existentes en la relación del hombre con la información en estas minas, y se basa en las experiencias del trabajo en las mismas, en el desarrollo actual y próximo de la computación en el mundo, y en la seguridad de que es posible lograr el desarrollo que se exige.

EL PROYECTO MINERO

Tal vez el aspecto más difícil de la confección del Proyecto Minero es definir la información necesaria para realizar la minería; esto está directamente relacionado con el lugar que ocupa el minero como eslabón intermedio entre el geólogo, que dirige el minado, y el metalúrgico, que procesa la mena. Estos tres especialistas están indisoluble y dinámicamente relacionados durante todo el trabajo de prospección, explotación y procesamiento del mineral. Cada especialista debe conocer la información que necesita y para qué la necesita, pero sólo un grupo de trabajo podrá reunir el conjunto de informaciones necesarias para obtener los resultados deseados, de manera que el proceso en su conjunto sea cada vez más eficiente, es decir, óptimo. La tarea de este grupo multidisciplinario es extremadamente compleja y aunque no es objetivo de este trabajo discutir el modo como realiza sus actividades, es conveniente mencionar dos aspectos principales del mismo:

1. Debe estar dirigido por un líder científico – técnico, con altas cualidades organizativas y de control.
2. Debe estar conformado por subgrupos de trabajo con tareas específicas que coadyuven al cumplimiento de los objetivos del Proyecto Minero.

La primera tarea de un grupo multidisciplinario para un Proyecto Minero es, precisamente, definir, obtener,

clasificar, validar, almacenar y proteger la información que necesita.

CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN NECESARIA EN LA MINERÍA A CIELO ABIERTO

La información inicial para el desarrollo informático de la mina debe incluir:

- a. Los identificadores de las variables (nombre, origen, categoría).
- b. Tipo de variable (cuantitativa o cualitativa).
- c. Sus respectivos rangos de valores esperados o valores “legales”.

Estas variables deben estar declaradas en un Proyecto Global de Muestreo (PGM) que se adjuntará al Proyecto Minero y en cada una de las etapas de este último se señalarán las variables por muestrear, las características particulares de cada una de ellas, el estudio de la racionalidad del muestreo, quiénes lo realizarán, dónde se almacenarán los resultados (datos primarios) y quiénes validarán los mismos. Es evidente que este PGM es dinámico, y su eficiencia es directamente proporcional a la calidad de los estudios de racionalización de redes de muestreo y al nivel de colegiatura que tengan las decisiones tomadas entre las partes que intervienen en el Proyecto Minero.

Las variables que contiene la información del muestreo se deben clasificar en:

- a. Variables generales.
- b. Variables de ubicación espacio-temporal y de origen.
- c. Variables de muestreo.

Antes, mientras y después de los muestreos, debe considerarse la clasificación de las informaciones sobre las variables que contienen la información del muestreo. Veamos entonces los criterios que, según nuestra opinión, definen esta clasificación:

Criterio 1: Fuentes de la información

- a. Según las ciencias que conceptualizan las características de las variables del plan de muestreo: geográficas, topográficas, físicas, químicas, hidrológicas, climáticas, biológicas, ecológicas, geológicas, económicas, mineras y metalúrgicas
- b. Según las características del instrumento de medición: sin el uso de instrumentos, con el uso de instrumentos sin automatización, con el uso de instrumentos con automatización.
- c. Según la fiabilidad de la fuente. Ésta debe asumirse mediante un rango de error permisible y tiene que

ver con la representatividad de la información. Puede considerarse la clasificación general: no fiables, poco fiables, medianamente fiables, altamente fiables, totalmente fiables.

Criterio 2: Nivel de procesamiento

- a. *Original*: Es la información tal como se tomó directamente de los fenómenos observados, y sólo tiene el procesamiento necesario para eliminar las mediciones erróneas y las innecesarias.
- b. Con *procesamiento estadístico elemental*: Se han determinado las medidas de tendencia central y de variación, histogramas y ajuste de distribuciones teóricas de cada variable. En el caso que nos ocupa, tienen especial interés las distribuciones normal y lognormal.
- c. Con *procesamiento estadístico entre variables*: Se determinan relaciones estadísticas entre diferentes variable mediante las técnicas de la Estadística Multivariada, incluyendo el Principio de los Mínimos Cuadrados y el Análisis de Componentes Principales. Se realizan pruebas de hipótesis. Se analiza la variabilidad mediante funciones de autocovarianza, autocorrelación, variogramas, zonas de influencia, etcetera.
- d. Con *procesamiento según la teoría de los errores*: Se debe precisar para cada información los rangos reales de error que se han tenido para su obtención en las mediciones y en los procesamientos. Estos errores deben ser clasificados por sus fuentes, y los mismos serán considerados y analizados desde que comienza la planificación de la toma de muestras; en los casos en que sea posible deben tomarse a tiempo las medidas para su disminución.
- e. Con *procesamiento de tipo geológico* y de sus ciencias afines: Aquí se incluyen los métodos de selección y ordenamiento, según características geográficas (zonas geológicas), espaciales (bloques y pozos), geofísicas (conductividad, magnetismo, humedad, compactación, dureza, masa volumétrica), geoquímicas (concentración química de ciertos componentes del mineral, intercambio iónico), mineralógicas (tipos de minerales, propiedades de los minerales, concentraciones de los minerales), así como la estimación de nuevos valores de estas características y de la estimación o cálculo, por medio de modelos, de parámetros geológicos.
- f. Con *procesamiento de tipo minero* y de sus ciencias afines: Aquí se incluyen los métodos de selección, ordenamiento, estimación y cálculo según características mineras tales como: rentabilidad de la extracción en cada bloque, coeficiente de destape,

coeficiente de explotación de los equipos de extracción en cada pozo, así como la estimación de nuevos valores de estas características y de la estimación o cálculo, mediante modelos, de nuevos parámetros mineros.

- g. Con *procesamiento de tipo tecnológico* y de *transformación* y de sus ciencias afines: Aquí se incluyen los métodos de selección, ordenamiento, estimación y cálculo, según las características de la transformación que se le realizará al mineral (en muchos casos se trata de aplicaciones de las Ciencias Metalúrgicas), así como la estimación de nuevos valores de estas características y de la estimación o cálculo, mediante modelos, de nuevos parámetros tecnológicos.

Criterio 3: Importancia de la información en la calidad de la ejecución de las tareas

- a. Información indispensable para ejecutar una tarea (sin tener en cuenta la calidad).
- b. Información indispensable para ejecutar una tarea con una calidad aceptable.
- c. Información indispensable para ejecutar una tarea con una calidad excelente.
- d. Información complementaria para ejecutar una tarea en los niveles anteriores.

Criterio 4: Papel de la información con respecto a las tareas

- a. Información que define la planificación de tareas.
- b. Información que chequea el desarrollo de tareas.
- c. Información que controla los resultados de tareas.

Criterio 5: Capacidad del usuario promedio para la manipulación de la información

- a. Usuario no calificado sin medios externos de manipulación.
- b. Usuario no calificado con medios externos semi-automáticos de manipulación.
- c. Usuario no calificado con medios externos automáticos de manipulación.
- d. Usuario semicalificado sin medios externos de manipulación.
- e. Usuario semicalificado con medios externos semiautomáticos de manipulación.
- f. Usuario semicalificado con medios externos automáticos de manipulación.
- g. Usuario calificado sin medios externos de manipulación.
- h. Usuario calificado con medios externos semi-automáticos de manipulación.
- i. Usuario calificado con medios externos automáticos de manipulación.

Criterio 6: Clasificación de la información por niveles y vinculación horizontal entre informaciones de un mismo nivel y vinculación vertical entre informaciones de diferentes niveles

De la misma manera en que la información obtenida de la prospección geológica con fines de cálculo de recursos se organiza por yacimientos, dominios, zonas, bloques y pozos o por los estadios del trabajo que se realiza, etc., se hace necesario definir para el conjunto de informaciones (que pueden coincidir con las informaciones mencionadas) que delimitan las actividades propiamente mineras, cuáles tienen carácter primario o de primer nivel. A partir de éstas se definirán las de niveles superiores, estableciendo los vínculos horizontales entre informaciones de un mismo nivel y los vínculos verticales entre informaciones de diferentes niveles, los cuales pueden ser contiguos o no. Los niveles, para el caso de la minería, pueden establecerse a partir de las tareas que se tracen. En este trabajo se propone que los niveles se definan a partir de los principales planes y tareas, siguiendo el orden lógico de la explotación del yacimiento:

- a. Planes para toda la vida útil del yacimiento.
- b. Planes de minería para largos plazos.
- c. Planes de minería para medianos plazos.
- d. Planes para la construcción de caminos y transporte.
- e. Planes de desbroce y de destape.
- f. Planes de solución de problemas hidrogeológicos.
- g. Planes de minería para cortos plazos.
- h. Planes de minería para muy cortos plazos.
- i. Planes de rehabilitación.
- j. Planes de reintegración de las zonas minadas.

En la práctica la relación entre el desarrollo de las actividades mineras y la información disponible y necesaria, está supeditada a dos criterios principales:

1. Costo de la información en su obtención y en cada uno de los niveles de procesamiento.
2. El peso (lo que aporta) para el cumplimiento y para la calidad de la ejecución de las tareas.

Por ello es que se recomienda definir en todas las etapas del desarrollo del proyecto minero, cuáles son las informaciones (catalogadas según los Criterios 1 y 2) utilizables según el Criterio 4 en todos los niveles del Criterio 6 y los tipos del Criterio 3. A continuación, deberán valorarse los costos de cada información y crearse para cada una de las tareas una tabla que relacione el costo de la información y la calidad de éxito de la tarea. Sobre esta tabla se toma la decisión acerca de cuál información se utilizará en

cada etapa del desarrollo de cada tarea y la calidad esperada, teniendo en cuenta el Criterio 5.

Esta estructura informativa obtenida no es definitiva, pues como se mostrará más adelante el manejo de la información, además de su carácter fundamental, tiene un marcado carácter dinámico.

FORMATO, ORGANIZACIÓN Y MANIPULACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Varias son las formas que tiene disponibles el ser humano para el almacenamiento de la información, éstas pueden dividirse en: memorizaciones (en ocasiones mnemotécnicas), descripciones textuales y simbólicas, tablas, gráficos, fórmulas y combinaciones de varias de estas formas. Cada una de las formas mencionadas tiene sus ventajas y desventajas. Citaremos algunas de ellas:

Descripciones: Se utilizan principalmente para dar información cualitativa, aunque puede incluir información cuantitativa y mezclarse con otros tipos de información. Su mayor desventaja es que al no tener formato predeterminado, su procesamiento automático se hace muy complejo.

Tablas: Guardan básicamente información cuantitativa. Mantienen la calidad de la información. Pueden ser de difícil interpretación.

Gráficos: Reflejan información general y particular, cualitativa y cuantitativa. No siempre mantienen toda la calidad de la información. Son, en general, de fácil interpretación y permiten mostrar rápidamente algunas de las regularidades del fenómeno.

Fórmulas: Son una abstracción de la información primaria. No siempre mantienen toda la calidad de la información. Son generalmente de fácil interpretación y muestran las regularidades del fenómeno.

En la actualidad, la información que no se memoriza puede guardarse en dos tipos principales de soportes: papel e informático (magnético u óptico). Hoy en día la información puede y debe almacenarse con alta fiabilidad y bajos costos en soporte magnético, pero debido a la situación especial de nuestro país con respecto a la energía eléctrica y la situación mundial de permanente emergencia que existe ante la profusión de virus informáticos es recomendable guardar también la información primaria en soporte de papel.

En particular, entre los diferentes formatos de las tablas que se guardan en soporte informático, el más usado en Cuba para los yacimientos lateríticos ha sido históricamente el Dbase; en la actualidad emplean, además, formatos Excel y Access de Microsoft, Paradox y FormulaOne de la antigua compañía Borland, WK1 de Lotus 1-2-3, TXT, DAT, PCF, GRD,

etcétera; los tres últimos son usados con frecuencia en software vinculados con la geología y la minería. En este trabajo se recomienda utilizar para guardar la información primaria aquel formato que puede ser considerado (en su uso y accesibilidad) el más sencillo y universal de todos: el texto separado por tabuladores. Sin embargo, esta información y otra que se genere en el procesamiento de la información primaria, se guardará en los formatos y estructuras requeridos por los programas que la manipulen y procesen (por ejemplo: SQL, Oraclcs, etc.).

Las fórmulas pueden guardarse en archivos textos, usando la sintaxis y la semántica de un lenguaje de programación tal como Pascal, Basic, Fortran o C. Si no es una verdadera necesidad, no es recomendable guardar gráficos como mapas de bit (ya que ocupan grandes espacios), es preferible guardar las tablas o fórmulas que les generan o estructuras especiales como la de los archivos SRF, JPG o GIF.

El diseño, la organización y la manipulación del sistema de Bases de Datos que contiene la información son indispensables para lograr eficiencia en su uso. Los principios que se recomiendan son:

1. No-redundancia y no-contradicción.
2. Características estructurales y relacionales.
Normalización.
3. Clasificación.
4. Indización.
5. Visualización.
6. Actualización y transformación.
7. Manipulación para el análisis que se requiera.
8. Importación y exportación
9. Protección.
10. Compactación.

En la actualidad revisten especial interés los Sistemas de Información Geográfica, que permiten un trabajo integrado de las bases de datos con proyecciones particulares en las especialidades técnicas que las usan.

FIABILIDAD Y REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN

La fiabilidad de la información es tan importante como su disponibilidad y, de cierta manera, están entrelazadas. Esta propiedad de la información puede valorarse a partir de los criterios siguientes:

1. Nivel de representatividad de las muestras, según el tipo de distribución temporal, espacial o de otro carácter que aceptamos que tiene cada parámetro medido. La variabilidad espacial de los parámetros tiene fundamental importancia para valorar la representatividad de los datos.

2. Rangos de errores teóricos o posibles de cada variable, según los métodos de captación de datos utilizados. Generalmente aquí se les ha dado considerable importancia a los errores relacionados con los instrumentos, pero en la práctica también tienen singular peso los errores humanos. Un aspecto importante es combinar un adecuado control de los resultados con una adecuada retribución económica y espiritual de los obreros y técnicos, como una manera de evitar los fraudes y los errores por omisión.

3. Calidad de los sistemas de control de la captación de información y de su manipulación. En este aspecto se contemplan los elementos siguientes:

- a) Verificación periódica del estado técnico de los instrumentos de toma, preparación y análisis de muestras; de almacenamiento de información y de procesamiento de la información.
- b) Control periódico visual de la calidad de la ejecución del trabajo del personal encargado de tomar, preparar y analizar las muestras, verificando que las muestras de referencia estén correctamente elaboradas.
- c) Control periódico del análisis de las muestras, por ejemplo, mediante el reenvío (cambiando las etiquetas) de parte de éstas al mismo laboratorio y la validación de los resultados de los análisis, enviando parte de las muestras a otros laboratorios de igual o mayor categoría.
- d) Determinación de los errores sistemáticos de los valores informados mediante técnicas estadísticas.
- e) Obtención, en los casos necesarios, de modelos de corrección de datos de muestras a partir de muestreos repetidos y analogías.

Debe llamarse la atención sobre la información geoquímica, que desempeña en la actualidad un especial papel en la mayoría de las decisiones que se toman durante la preparación y desarrollo del proyecto minero, pues en ocasiones ha presentado dificultades. A modo de ejemplo, veamos a continuación un caso donde se presentan criterios que hacen dudar de la fiabilidad de algunos datos geoquímicos.

Para el yacimiento Punta Gorda, situado en Moa, provincia Holguín, Cuba, y que es explotado en la actualidad por la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, se analizaron datos de 40 pozos criollos tomados de la pared que coincide con su correspondiente pozo de exploración. A estos datos se les calcularon medias aritméticas y desviaciones estándar por pozos. Al determinarse los coeficientes de correlación y covarianzas se obtuvieron como medidas de tendencia central y dispersión los valores expresados en la Tabla 1.

TABLA 1. MEDIAS ARITMÉTICAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LAS MEDIAS DE CADA COMPONENTE

Parámetro	Pozo criollo			Pozo de exploración		
	Ni	Fe	Co	Ni	Fe	Co
Media aritmética	1,089	39,02	0,09	1,11	38,50	0,09
Desviación estándar	0,377	5,93	0,18	0,38	5,75	0,132

El análisis de las magnitudes mostradas en la Tabla 1 arrojó que la media aritmética de los valores absolutos de las diferencias de los contenidos medios de los elementos en los pozos criollos y los pozos de la red de exploración, representa para el níquel 0,14 (12,73 % del valor medio de este elemento en los pozos criollo y de exploración); para el hierro, 2,01 (5,17 %), y para el cobalto 0,079 (75,24 %). De esto se infiere que las mediciones en los contenidos de níquel y cobalto en los pozos de exploración, presentan un error relativo elevado (12,73 % y 75,24 %, respectivamente), lo cual influye negativamente en el cálculo de la reserva de mena y en la planificación de la minería, por lo que no debe descartarse la existencia de errores sistemáticos, y entre las opciones para tener en cuenta está la de estudiar una metodología para la corrección o rectificación de las mediciones de los pozos de exploración.

En la tabla 2 se puede observar que en 26 ocasiones (65 %) el coeficiente de correlación para el níquel superó el valor de 0,75; es decir, existe una correlación que puede considerarse de buena, y en 35 ocasiones (87,5 %) el valor superó la magnitud de 0,5. En el caso del cobalto el valor del coeficiente superó en 22 oportunidades (55 %) la magnitud de 0,75, y en 33 ocasiones (82,5 %) superó el valor de 0,5. El coeficiente de correlación para el hierro fue mayor que 0,75 en 25 ocasiones (62 %) y superó el valor de 0,5 en 31 oportunidades (77,5 %).

TABLA 2. COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA DE LOS COEFICIENTES DE CORRELACIÓN LINEALES ENTRE LAS MEDIAS DE CADA COMPONENTE DE POZO CRIOLLO Y POZO DE EXPLORACIÓN

Intervalo	Ni	%	Fe	%	Co	%
Negativos	2	5	3	7,5	2	5
0 a 0,5	5	12,5	6	15	5	12,5
0,5 a 0,6	4	10	1	2,5	4	10
0,6 a 0,75	5	12,5	5	12,5	7	17,5
0,75 a 1	26	65	25	62	22	55

Se puede apreciar que existe una correlación elevada entre los contenidos determinados en los dos pozos (criollo y de exploración), ello indica la posibilidad de realizar un estudio con el fin de establecer, por el método de los mínimos cuadrados, un modelo adecuado para la corrección de los valores de los pozos de la red de

exploración. Este aspecto merece ser estudiado atendiendo a las posiciones geométricas de los pozos y las características geológicas de diferentes zonas del yacimiento.

Si consideramos que los datos obtenidos mediante el muestreo en los pozos criollos son confiables; entonces, las diferencias sistemáticas entre los valores medidos en estos pozos y los valores medidos en los pozos de exploración, indican que la fiabilidad de los datos de estos últimos es baja. Una posible vía para resolver esta situación es corregir los datos de los pozos de exploración a partir de la correlación entre éstos y los datos de la red de pozos criollos.

Se conoce (Rodríguez Ruiz, 1990) que las dificultades principales que han atentado contra la fiabilidad de la información de la red de exploración son: la ausencia de controles sistemáticos de la captación; almacenamiento y manipulación matemática de la información; el trabajo atropellado debido al gran cúmulo de información para controlar, procesar e interpretar; las deficiencias metodológicas en el manejo general de los datos, el uso inadecuado de la información; la ineficiencia de la carga informativa de los datos, y la realización de cálculos y toma de decisiones sin la validación e interpretación adecuadas de los datos.

Aunque en la actualidad la incorporación de la técnica computacional en las minas y la revisión paulatina y exhaustiva de las bases de datos, con el fin de eliminar los posibles errores, han permitido eliminar muchos de los problemas planteados, no deja de ser preocupante el hecho de que las bases de datos de redes de exploración y pozos criollos disponibles para algunos yacimientos adolezcan aún de los defectos originados por las dificultades planteadas.

La capacidad del personal técnico geólogo y minero para relacionarse con la información en computadoras es otro importante punto para considerar. Es significativo el hecho de que en las minas lateríticas cubanas, durante mucho tiempo, el acceso, actualización y manipulación de la información, y los cálculos, han estado a cargo de muy pocas personas (en algunos casos, de una sola), lo cual no ha permiti-

do la normal y necesaria fiscalización de este trabajo y, por tanto, su perfeccionamiento. Es alentador observar que esta situación está cambiando y esto, a corto plazo, posibilitará la informatización de estas minas. Una solución estratégicamente correcta deberá considerar la creación en cada mina de un Grupo de Gestión de Datos y de Informatización, adscripto a la dirección central de la mina y formado por personal altamente calificado en informática, con capacidad técnica para comunicarse con especialistas de otras ramas. Las responsabilidades de este grupo serían:

1. Crear políticas efectivas para lograr la creación y mantenimiento de las bases de datos y el desarrollo de todo el sistema informático local a partir de las directivas de la dirección de la mina.
2. Garantizar el desarrollo particular en la mina de los cuatro aspectos principales de la informatización: Hardware, Software, Orgware y Humanware (Legrá Lobaina y otros, 2002). Aquí se incluye la compra de equipamiento, y su mantenimiento y reparación, la compra y desarrollo de aplicaciones incluyendo los aspectos legales, el diseño, desarrollo y mantenimiento de las bases de datos, y la superación del personal para lograr la explotación óptima de los sistemas informáticos de la mina.
3. Interactuar exclusivamente con las entidades internas y externas que le dan algún tipo de servicio de base de datos e informático a la mina.

La contratación externa de actividades de alta especialización informática y de bases de datos, deberá estar garantizada por la existencia misma de este grupo. Salta a la vista, además, que la dirección de éste debe estar en manos de personal creativo, con formación directiva y conocimientos técnicos amplios que le permitan la comunicación efectiva con el personal de la mina.

Se puede colegir que, aunque desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, es complejo determinar en cuáles categorías están situadas las informaciones dadas, es indispensable aproximar la categoría de las cualidades de la información que se usa. Se puede asumir que la clasificación de la información en uno u otro nivel de fiabilidad es un proceso necesario y es el colectivo técnico de la mina el que debe hacerla periódicamente, mediante el análisis de los factores considerados en este trabajo, sin descartar otros que pudieran ser útiles.

La fiabilidad, propiedad dinámica de la información, está en dependencia de su constante comprobación y actualización, y de las pruebas de validación directa y cruzada durante el ejercicio diario colectivo

de la actividad geológica y minera en el campo y en el gabinete bajo una correcta supervisión informática.

INFORMACIÓN DISPONIBLE, VISIBLE Y OCULTA

El acceso a la información disponible es otro de los aspectos de la relación Hombre - Información, que también es importante. La disponibilidad de una información está dada por:

a. Existencia de la información.

b. Soporte actual de la información: La información puede estar soportada en el sistema material natural que la originó o la contiene, en un sistema de captación y almacenamiento de información o en un sistema de conocimientos.

c. Visibilidad de la información: La visibilidad es una propiedad de la información que existe; está dada por el modo en que se accede a ella y puede clasificarse en: visibilidad imposible o de incertidumbre, visibilidad aproximada por técnicas heurísticas y criterios empíricos, visibilidad aproximada por técnicas probabilísticas y estadísticas, y visibilidad exacta o determinística.

La información, cuando existe, puede ocultarse (o sea, disminuir el nivel de acceso) debido a su pobre nivel de visibilidad, a las características del soporte que la contiene (por las insuficientes posibilidades de relacionarse con ella) y debido al desconocimiento del aparato teórico (si éste existe) que permita acceder a la misma; esto puede llevar a la falsa creencia de que la información es escasa.

Es correcto afirmar entonces que una tarea importante, para los que diseñan los sistemas informativos en los proyectos mineros, es conocer si existen las informaciones relacionadas con un proyecto, el soporte en que se tiene y en el que se aspira a tener, y el nivel de visibilidad de las mismas considerando siempre las características del usuario de la información.

ACCESO A LA INFORMACIÓN DISPONIBLE SOBRE ESTOS YACIMIENTOS

Las formas de acceso a la información se definen en función de las necesidades que tenga el usuario y a su calificación.

Criterios para estas definiciones pueden ser:

1. Por la cantidad de información a la que se accede:
 - a. Sin acceso.
 - b. Acceso parcial.
 - c. Acceso total.

2. Los criterios de clasificación vistos al principio y otros tipos de filtros.
3. Las formas de visualizar la información. En este caso sólo es posible mencionar algunas de las más conocidas. De hecho, cualquier persona puede crear otras a partir de sus necesidades particulares y de su imaginación
 - a. Tablas bidimensionales (estáticas o dinámicas).
 - b. Libros o tablas tridimensionales (estáticas o dinámicas).

La dimensión de una tabla no debe confundirse con el número de variables. Una tabla bidimensional tiene como dimensiones las filas y las columnas y un Libro es una "tabla" de tablas bidimensionales; por tanto tiene, además, la dimensión tabla (por ejemplo los libros del Microsoft Excel).

- c. Gráficos unidimensionales.
- d. Gráficos bidimensionales.
- e. Gráficos tridimensionales.
- f. Resultados cuantitativos calculados mediante herramientas matemáticas.
- g. Resultados cualitativos deducidos mediante los conceptos, principios y reglas científicas.
- h. Modelos de diferentes tipos (por ejemplo: descripciones, fórmulas matemáticas, regularidades, principios).

Como puede inferirse de lo expuesto, la calificación del usuario es esencial ya que el acceso a la información visible tiene como objetivo fundamental obtener conocimiento sobre un objeto, fenómeno o problema, a fin de llegar a conclusiones, tomar decisiones y acceder a información oculta.

PROTECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La protección de la información se refiere a ocho aspectos principales:

- a. Clasificación o compartimentación de la información, atendiendo a diferentes niveles de posibles accesos.
- b. Establecimiento del control al acceso físico a los archivos, aplicaciones, locales, equipos, etcétera.
- c. Definición del nivel de acceso informático del personal autorizado y calificado: sin acceso, listado, lectura, modificación, borrado y creación de información, y al uso de las opciones de las aplicaciones.
- d. Control de los accesos a la información y a las aplicaciones del personal autorizado.
- e. Sistemas de protección contra virus informáticos.

- f. Sistemas de protección contra accesos no autorizados a cada computadora, en el caso de tenerse conexiones con redes, sistemas externos.
- g. Establecer sistemas de protección contra eventos magnéticos, eléctricos, hídricos, de cambios de temperatura y humedad, sísmicos, que pueden dañar los equipos y la información.
- h. Sistemas de copias de seguridad.

En la práctica, la protección óptima de la información se logra, además, con organización y disciplina en el cumplimiento de los aspectos anteriores.

CONCLUSIONES

El análisis cuantitativo de la información, basado principalmente en la aplicación de métodos matemáticos, no es suficiente para garantizar una utilización óptima de la información disponible e incluso no siempre permite detectar en qué momentos o aspectos la información es insuficiente. Es necesario considerar también el análisis cualitativo de la información, y se entiende como tal: clasificación, formato, organización, manipulación, fiabilidad, accesibilidad y protección.

Un elemento importante es la creación en cada mina de un Grupo de Gestión de Datos y de Informatización que, adscrito a la dirección central de la mina y formado por personal altamente calificado en informática y con capacidad técnica para comunicarse con especialistas de otras ramas, asuma las responsabilidades tácticas y ejecutivas en el manejo de las bases de datos y en la informatización de las actividades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ISMMM, 2002: Tierra. Versión 2.0 Manual de Usuarios, Moa, Holguín.
- LEGRÁ LOBAINA, A., 1999: "Metodología para el pronóstico, planificación y control integral de la minería en yacimientos lateríticos", ISPJAE, Departamento de Geofísica, Ciudad de La Habana. (Tesis doctoral), 140 pp.
- LEGRÁ LOBAINA, A., R. POLANCO Y J. BATISTA, 2002: "Informatización de la minería en la industria cubana del níquel", *Minería y Geología* XIX (3-4):67-75.
- POLANCO ALMANZA, R.G., 1996: "Dirección de los flujos de mineral en los yacimientos lateríticos", ISMMM, Departamento de Minas (Tesis doctoral), 130 pp.
- RODRÍGUEZ RUIZ, HÉCTOR J., 1990: "Premisas geológicas para la automatización integral de los trabajos de prospección en yacimientos niquelíferos de intemperismo", ISMM, Departamento de Geología Aplicada, Moa (Tesis doctoral), 100 pp.