

# **COSTOS DE CALIDAD Y NO CALIDAD: UNA APLICACIÓN A LA MINERÍA DE CIELO ABIERTO**

## **AUTORES**

Vanessa Álvarez Echavarría

Natalia Yépes Arroyave

Mérida Ramírez Duque

## **ASESOR TEMÁTICO**

Carlos Alberto Bolívar Yépes

Universidad de Antioquia

2010

## RESUMEN

Este trabajo de investigación se dirigió al logro de los siguientes objetivos, precisar la forma como las empresas que explotan minerales calcáreos a cielo abierto en la región de Rio Claro Antioquia articulan en sus procesos productivos los costos de calidad y no calidad. Establecer las características de dichos procesos, Identificar las actividades asociadas a la calidad relacionadas con la prevención de fallos y evaluación de procesos, al igual que los costos de no calidad en que incurren, por causa de las fallas internas y externas que se presentan en su operación, esto, tomando como base la norma ISO 9001 y la filosofía TPM.

El trabajo se desarrollo por la metodología de estudio de caso múltiple, aplicando encuestas y entrevistas. Las empresas analizadas fueron Argos S.A., Sumicol S.A., Calina Ltda., Calco S.A., Cales Rioclaro y Asomineros de la Danta, las cuales son ampliamente reconocidas y tienen los volúmenes más altos de producción de la región. Analizando esta información se encontró que en las diferentes etapas de la actividad minera, desde la exploración del yacimiento hasta la refinación del material, los mineros buscan mejorar continuamente sus procesos y productos, incurriendo en costos de calidad, que tienen como objetivo mejorar la rentabilidad de la inversión y la competitividad de sus productos a nivel nacional e internacional. La actividad minera en la región cada vez se tecnifica más, avanza y gana reconocimiento, pero falta camino por recorrer, mayor compromiso, organización y formalización de la minería artesanal, para hacer la de minería, a cielo abierto, una actividad sostenible y responsable con el medio ambiente y la sociedad.

## ABSTRATC

This research is directed at achieving the following objectives, specifying how firms operating open-pit limestone minerals in the region of Antioquia Rio Claro articulate their production processes quality costs and quality. Establish the characteristics of these processes, identify the activities associated with the quality associated with fault prevention and evaluation of processes, like non-quality costs incurred, due to internal and external faults that occur in operation, that, based on ISO 9001 and TPM philosophy.

The work was developed by the methodology of multiple case study, using surveys and interviews. The companies analyzed were *Argos SA, Sumicol SA, Calina Ltda, Calco S.A, Cales Rioclaro and Asomineros of the Danta*, which are widely recognized and have higher production volumes in the region. Analyzing this information is found at different stages of mining from exploration to refining reservoir of material, miners seeking to continuously improve their processes and products, incurring costs of quality, which aim to improve the profitability of investment and the competitiveness of their products nationally and internationally. Mining activity in the region are increasingly more technologically advanced farms, moves and win recognition, but no way to go, greater commitment, organization and formalization of artisanal mining, to make mining, open pit, a sustainable and responsible business the environment and society.

**PALABRAS CLAVE:** costos de calidad, costos de no calidad, minería de cielo abierto, eficiencia, productividad, rentabilidad.

## INTRODUCCIÓN

La calidad es una exigencia actual del mercado en todos los sectores de la economía, es un requisito indispensable y atiende, además del producto final, todos los procesos, recursos y personal en la empresa. Varios autores lo plantean así y la experiencia de varias empresas a nivel mundial que se han comprometido con esta filosofía de calidad total, demuestra que comprometerse con la calidad trae consecuencias positivas como optimización de recursos, aumento de la productividad, rentabilidad de la inversión, aceptación, reconocimiento y preferencia por parte del cliente.

Llevando estas nuevas teorías a un escenario tradicionalmente rústico y poco tecnificado, como el campo de explotación minera, podría pensarse que no tiene aplicabilidad, pero no es cierto, en este sector también existe un compromiso total con la calidad, pues sus clientes son muy exigentes.

Pero, abordar un análisis de la minería en general es un trabajo muy extenso, con este trabajo de investigación aplicamos estas nuevas teorías de medición y de control de costos de calidad y no calidad, al sector minero a cielo abierto y para ello nos concentramos en la explotación de calizas que se desarrolla en la región de *Río Claro*, Magdalena Central Antioqueño, uno de los yacimientos más grandes del país, de donde parten las cadenas productivas más importantes de Colombia, como la industria Cementera y Cerámica.

El sector minero de explotación a cielo abierto, en Colombia, ha ido mejorando sus procesos productivos, con el fin de ofrecer productos de buena calidad, y con el ánimo de acceder a mercados nacionales e internacionales. Para esto implementan guías como las normas ISO 9001 y 14001 y aplican métodos, como TPM (Mantenimiento total productivo).

Se inicio entonces un trabajo de investigación con las empresas más importantes de este sector. Con el trabajo se identificaron los rubros asociados con los costos de calidad y no calidad, caracterizando los procesos productivos, identificando las inversiones que efectúan estas empresas en calidad y las fallas que pueden presentarse por la ausencia de ésta. Para cumplir con este objetivo se utilizaron la entrevista y la encuesta como instrumentos fundamentales, con el fin de obtener información de primera mano y concluir objetivamente sobre el tema.

## **COSTOS DE CALIDAD Y NO CALIDAD: UNA APLICACIÓN A LA MINERÍA DE CIELO ABIERTO**

En un ambiente globalizado y altamente competitivo para las empresas, se hace indispensable enfocar la calidad como elemento fundamental en el desarrollo de sus procesos productivos, el sector minero también es partícipe de este desarrollo. La minería superficial en Antioquia ha ido mejorando sus procesos productivos y avanzando en sus procesos de certificación con el fin de aumentar su productividad y competitividad y ofrecer productos de mejor calidad, que les permita ampliar el mercado nacional y acceder a mercados internacionales.

Por las características del sector, tradicionalmente rudimentario y con mano de obra empírica, es difícil la estandarización de procesos de cara a lograr un mejoramiento de la calidad. Para ello, se siguen modelos útiles y de gran aceptación como las normas ISO y las metodologías TPM y Six Sigma, estas guías permiten diseñar, documentar y certificar un sistema de calidad, que responda a las necesidades de las empresas mineras, para mejorar la eficiencia de los procesos y la calidad en el producto final, alcanzando así reconocimiento en el mercado.

Los costos de calidad son aquellos en los que incurre la empresa con el propósito de mejorar los procesos, productos y servicios para satisfacer las necesidades del cliente al menor costo posible. Se considera costo de calidad a las inversiones que ejecuta la empresa para diseñar e implementar un sistema de gestión de calidad que contribuya a un mejoramiento continuo o simplemente, a los esfuerzos que realiza la empresa por revelar y corregir fallas, mejorar procedimientos, prevenir y planear para conseguir mayor eficiencia, productividad y rentabilidad, siempre superando las expectativas del cliente interno tanto como externo.

Las normas ISO 9001 clasifican los costos de calidad en costos de prevención y costos de evaluación, los costos de prevención se definen como el costo del recurso humano y técnico destinados a la prevención, verificación y reducción de las fallas, costo de las acciones orientadas a eliminar las causas de las fallas y los costos de detección o evaluación se definen como los ocasionados por la verificación de la conformidad de los productos con los requisitos de calidad, costos de determinación de fallas. (Perdomo, 2004)

Las normas ISO 9001 consideran que los costos de calidad son los que crean valor, al definirlos también como aquellos costos directos e indirectos necesarios

para la producción de un bien o servicio cuya inversión debe ser directamente proporcional a la satisfacción de las necesidades del cliente, al cumplimiento de los requisitos y a la generación de beneficios para la empresa. (Perdomo, 2004)

Esta clasificación de los costos de calidad incluye además de la propia empresa a los proveedores y consumidores finales, es un enfoque sistémico, donde las entradas son los proveedores, la empresa es donde se produce la transformación y las salidas son los consumidores finales; cada uno de estos elementos debe estar comprometido con la calidad y el mejoramiento continuo.

Por su parte, la filosofía Japonesa TPM (Mantenimiento Total Productivo) constituye un nuevo concepto administrativo que relaciona a todos los empleados de la organización en los programas de mantenimiento preventivo, la innovación principal del TPM radica en que los operarios se hacen cargo del mantenimiento básico de su equipo, mantienen las máquinas en buen estado y desarrollan la habilidad de detectar problemas antes que ocasionen averías.

El término TPM fue definido en 1971 por el *Japan Institute of Plant Engineers*. Este concepto fue definido incluyendo las siguientes metas (tpm.com, 2010)

1. Maximización de la eficacia del equipo.
2. Desarrollo de un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo.
3. Integrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan o mantienen el equipo.
4. Incluye activamente a todos los empleados, desde la alta dirección, hasta los operadores de la planta.
5. Promueve el TPM desde la motivación, con actividades autónomas de pequeños grupos.

El TPM se sustenta en ocho pilares básicos, los cuales son:

- **Mejora focalizada:** eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas ocasionadas con el proceso productivo. Las pérdidas pueden ser: fallas en los equipos principales, cambios y ajustes no programados, fallas de equipos auxiliares, ocio y paradas menores, reducción de velocidad, defectos en el proceso.
- **Mantenimiento autónomo:** conserva y mejora el equipo con la participación del usuario u operador. El mantenimiento autónomo puede prevenir: contaminación por agentes externos, rupturas de ciertas piezas, desplazamientos, errores en la manipulación, con instruir al operario en: limpiar, lubricar y revisar.

- **Mantenimiento planeado:** lograra mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas.
- **Capacitación:** aumenta las capacidades y habilidades de los empleados. Aquí se define lo que hace cada quien y se ejecuta mejor cuando los que instruyen sobre lo que se hace y cómo se hace, son la misma gente de la empresa, hay que buscar asesoría externa cuando las circunstancias lo requieran.
- **Control inicial:** reduce el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento. Este control nace después de ya implantado el sistema cuando se adquieren máquinas nuevas.
- **Mejoramiento para la calidad:** toma acciones preventivas para obtener un proceso y equipo cero defectos. La meta aquí es ofrecer un producto cero defectos como efecto de una máquina cero defectos, y esto último se logra con la continua búsqueda de una mejora y optimización del equipo.
- **TPM en los departamentos de apoyo:** elimina las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia.
- **Seguridad Higiene y medio ambiente:** crea y mantiene un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación.

Estos modelos de calidad tienen diferentes enfoques, pero coinciden en aspectos como, la necesidad de satisfacer y superar las expectativas del cliente, el enfoque por procesos, la eficiencia en el uso de los recursos, la necesidad de resolver los problemas antes que aparezcan, la motivación al personal, el trabajo en equipo con la supervisión y los lineamientos de la dirección y lo más importante, la mejora continua y el compromiso con la excelencia.

Los costos de calidad también se pueden clasificar como observables u ocultos. Los costos de calidad observables son los que están disponibles desde registros contables de la organización. Los costos ocultos son costos de oportunidad que resultan de una calidad deficiente, estos caen en la categoría de fallas externas y en general no se reconocen en los registros contables.

Existen varios métodos para calcular y monitorear los costos de calidad y no calidad, los más reconocidos son los siguientes:

El método multiplicador: supone que el costo total de fallas es algún múltiplo de los costos por fallas. Costo total de las fallas externas= k (medida de los costos de las fallas externas. Donde k es el efecto multiplicador y se basa en la experiencia).

- El método de investigación de mercados: utilizan métodos formales de investigación de mercados para evaluar el efecto de una calidad deficiente sobre

las ventas y la participación de mercado. Se puede utilizar los resultados de una investigación para proyectar las pérdidas atribuibles a una calidad deficiente.

- La función de pérdida de calidad de Taguchi: la definición tradicional de cero defectos supone que los costos de calidad ocultos existen para las unidades que caen fuera de los límites superiores e inferiores de las especificaciones. La función de pérdida de Taguchi supone que cualquier variación respecto del valor meta de una característica de calidad ocasiona costos de calidad ocultos. Además éstos se incrementan en forma cuadrática a medida que el valor real se desvía del valor meta.

Se puede describir por medio de la siguiente ecuación:

$P(y) = k(y - M)^2$  Donde:  $k$ = constante de proporcionalidad que depende de la estructura de costos por fallas externas de la organización,  $y$ = valor real de una característica de calidad,  $M$ = valor meta de una característica de calidad,  $P$ = pérdida de calidad. (Mowen, 2007)

La contabilidad calcula los costos del producto al final del proceso, los costos de calidad que hacen parte de la contabilidad de gestión, aplican acciones preventivas desde la fase de diseño del producto, esto reduce aún más los costos totales de fabricación, también garantiza una mejor optimización de los recursos, por esto es importante mejorar la calidad en todas las fases, desde la concepción del producto hasta la entrega al consumidor final, es decir, hasta el servicio posventa, pues esto va a garantizar en cierta medida la permanencia del cliente. Por ello la contabilidad deberá dar cuenta de todos los recursos destinados a la calidad, la innovación, la investigación y capacitación de los empleados.

Existen muchas maneras de identificar los costos de calidad y no calidad, en los siguientes cuadros se mostrará un modelo de la presentación de un informe de estos costos:

**CUADRO 14-10** Reporte provisional del desempeño de la calidad

AMD, Inc.  
Reporte provisional del desempeño de la calidad: Costos de calidad  
para el año que terminó el 30 de junio de 2007

	Costos reales	Costos presupuestados	Variación
<b>Costos de prevención:</b>			
Capacitación en calidad	\$ 80 000	\$ 80 000	\$ 0
Ingeniería de confiabilidad	160 000	160 000	0
Total de costos de prevención	<u>\$240 000</u>	<u>\$240 000</u>	<u>\$ 0</u>
<b>Costos de evaluación:</b>			
Inspección de materiales	\$ 75 000	\$ 83 000	\$ 8 000 F
Aceptación de productos	40 000	40 000	0
Aceptación de procesos	65 000	55 000	10 000 D
Total de costos de evaluación	<u>\$180 000</u>	<u>\$178 000</u>	<u>\$ 2 000 D</u>
<b>Costos de fallas internas:</b>			
Desperdicios	\$ 50 000	\$ 44 000	\$ 6 000 D
Reprocesamientos	100 000	96 500	3 500 D
Total de costos de fallas internas	<u>\$150 000</u>	<u>\$140 500</u>	<u>\$ 9 500 D</u>
<b>Costos de fallas externas:</b>			
Quejas de los clientes	\$ 65 000	\$ 65 000	\$ 0
Garantías	78 000	68 500	9 500 D
Reparaciones	87 000	79 000	8 000 D
Total de costos de fallas externas	<u>\$230 000</u>	<u>\$212 500</u>	<u>\$17 500 D</u>
Costos de calidad totales	<u>\$800 000</u>	<u>\$771 000</u>	<u>\$29 000 D</u>
Porcentaje de las ventas reales de \$8 000 000	10.0%	9.64%	0.36% D

**CUADRO 14-14** Reporte de desempeño de la calidad a largo plazo

AMD, Inc.  
Reporte de desempeño de la calidad a largo plazo  
para el año que terminó el 30 de junio de 2007

	Costos reales	Costos meta*	Variación
<b>Costos de prevención:</b>			
<b>Fijos:</b>			
Capacitación en calidad	\$ 80 000	\$ 50 000	\$ 30 000 D
Ingeniería de confiabilidad	160 000	100 000	60 000 D
Total de costos de prevención	<u>\$240 000</u>	<u>\$150 000</u>	<u>\$ 90 000 D</u>
<b>Costos de evaluación:</b>			
<b>Variables:</b>			
Inspección de materiales	\$ 75 000	\$ 5 000	\$ 70 000 D
Aceptación de productos	40 000	0	40 000 D
Aceptación de procesos	65 000	20 000	45 000 D
Total de costos de evaluación	<u>\$180 000</u>	<u>\$ 25 000</u>	<u>\$155 000 D</u>
<b>Costos de fallas internas:</b>			
<b>Variables:</b>			
Desperdicios	\$ 50 000	\$ 0	\$ 50 000 D
Reprocesamientos	100 000	0	100 000 D
Total de costos de fallas internas	<u>\$150 000</u>	<u>\$ 0</u>	<u>\$150 000 D</u>
<b>Costos de fallas externas:</b>			
<b>Fijos:</b>			
Quejas de los clientes	\$ 65 000	\$ 0	\$ 65 000 D
<b>Variables:</b>			
Garantías	78 000	0	78 000 D
Reparaciones	87 000	0	87 000 D
Total de costos de fallas externas	<u>\$230 000</u>	<u>\$ 0</u>	<u>\$230 000 D</u>
Total de costos de calidad	<u>\$800 000</u>	<u>\$175 000</u>	<u>\$625 000 D</u>
Porcentaje de ventas reales	10%	2.2%	7.81% D

\*Con base en ventas actuales totales de \$8 000 000. Estos costos agregan valor.

Fuente: Administración de costos: Contabilidad y control, Pág.: 643



Estos modelos de presentación facilitan el análisis de los rubros que componen estos costos de calidad y no calidad y son información valiosa y confiable para la toma de decisiones por parte de los administradores del negocio.

## **RELACIÓN COSTOS Y CALIDAD ORIENTACIÓN AL CLIENTE**

Existe una estrecha relación entre costos y calidad. La empresa para asegurar la calidad total debe hacer inversiones significativas en el presente para que no se presenten fallas en el futuro que ocasionen sobre costos, estas inversiones tienen como finalidad reducir los costos totales de fabricación para dar cumplimiento con los requisitos del cliente, contribuyendo así a maximizar los beneficios. Es así como la calidad y no calidad se refleja en los estados financieros, con el aumento o disminución de utilidades. Aunque estas inversiones en un principio sean elevadas, se toman con el objetivo de aumentar la productividad y rentabilidad en el largo plazo.

Actualmente la calidad se enfoca en satisfacer las expectativas de los clientes, ofreciendo productos que estén acordes con sus necesidades y a precios competitivos. Dicha calidad involucra además aspectos como el cumplimiento y las garantías ofrecidas, que se traducen en un mejoramiento de la imagen de la empresa y en un mayor grado de aceptación en el mercado. El compromiso no es solo con el cliente, dentro de la compañía se deben hacer las cosas bien desde el principio, involucrando a todo el personal y recursos de la organización para eliminar los fallos internos y conseguir una reducción de costos.

Los programas de mejora de la calidad resultan en ahorros sustanciales de costos y gastos y en mayores ingresos en el mediano y largo plazo, lo que pretenden es crear especialización en los productos y los procesos. Para implementarlos con éxito el compromiso debe ser total, pero no basta con esto, también se desarrollan actividades complementarias como investigaciones, asesoría de profesionales, inversiones en tecnología y capacitación del personal, esto no es gratuito, es entonces cuando se incurre en los costos de calidad, que abarcan los costos de previsión y exanimación. De igual manera, de no ejecutarse estas actividades de "calidad" la probabilidad de fallas, retrasos y accidentes en el proceso aumenta, y se incurre entonces en los costos de no calidad, que incluyen las fallas internas y externas y se reflejan en el producto final.

Se presentan entonces dos escenarios, en el primero se obtiene un producto de excelente calidad haciendo las cosas bien desde el comienzo y previniendo la ocurrencia de fallas, por lo tanto este producto es de bajo costo, lo que significa

aumento de la rentabilidad y el tiempo de elaboración es menor al no presentarse ningún tipo de retraso, lo que aumenta la productividad.

En el segundo escenario se obtiene un producto de excelente calidad, porque se hacen las cosas bien al segundo o tercer intento, superando las dificultades que se pudieron haber prevenido. El resultado es un costo altísimo que disminuye el margen de rentabilidad y una notoria disminución de la productividad. Estos altos costos son ocasionados por retrasos en el proceso productivo que pueden ser causados por fallas en las máquinas, por la necesidad de reprocesos para que los productos cumplan los estándares de calidad; de no ser posible se obtienen desechos y esto crea un costo adicional para la empresa, todos estos son los costos de la mala calidad, de igual manera si los errores por falta de cumplimiento perduran después de que el producto ha sido entregado al cliente, esto se traducirá en mayores costos por atención de reclamaciones, así como la pérdida de confianza, del cliente.

Productividad y rentabilidad son indicadores netamente financieros, hablando de calidad, también existen otras medidas no financieras que es importante tenerlas en cuenta, como son el grado de responsabilidad y satisfacción del empleado, el impacto social y ambiental, el cumplimiento de especificaciones y tiempo de entrega como factor clave de éxito y un elemento importante de satisfacción del cliente que incide en las decisiones que este tome a la hora de elegir proveedores de bienes y servicios. Una respuesta a tiempo a la demanda del mercado es un factor competitivo clave.

La calidad es entonces un elemento fundamental en todos los macroprocesos, procesos y actividades dentro y al exterior de la empresa, de principio a fin, que involucra los recursos humano, financiero y tecnológico y tiene como objetivos, aumento de la productividad, rentabilidad y competitividad y mantener y atraer nuevos clientes.

## **COSTOS Y CALIDAD EN EL SECTOR MINERO DE CIELO ABIERTO**

La minería, en apariencia es una actividad rústica que carece de planeación, organización, estandarización de procesos y calidad, pero en la práctica todos estos aspectos sí se tienen en cuenta, pues las empresas de este sector entran también en procesos de modernización y desarrollo con miras a expandir su mercado. En las empresas de minería superficial como la explotación de calizas se puede decir que los costos y la calidad son de gran importancia debido a que

estas hacen parte de cadenas productivas de grandes empresas, por lo cual deben comprometerse siempre con la máxima calidad y los mínimos precios.

Con esta necesidad latente de reducir costos por ser una exigencia de sus clientes, que también son sus dueños, se valen de nuevas metodologías para lograr la calidad total. Los empresarios son conscientes de que la mejor manera de reducir costos es logrando calidad en todas las etapas del proceso, monitoreando constantemente y haciendo un seguimiento riguroso para determinar como estas iniciativas por el mejoramiento aumentan la productividad y la rentabilidad.

Los costos de calidad y no calidad varían según el tipo de industria, en el caso del sector minero de cielo abierto, más especialmente las empresas dedicadas a la explotación, beneficio y comercialización de Calizas, teniendo como clientes principales los sectores industrial, agrícola y de la construcción. Como cualquier otra organización, dentro de sus objetivos buscan siempre la satisfacción de las necesidades de sus clientes, previniendo y mitigando los impactos causados al ambiente, procurando el bienestar de los trabajadores y cumpliendo con la normatividad.

Ejecutar esta labor y hacerlo con calidad es una tarea que requiere muchos esfuerzos, pues por las características del sector, y por la zona geográfica en donde desarrolla sus actividades, generalmente emplea mano de obra poco o nada calificada para intervenir en actividades sumamente importantes, como lo son la operación de la maquinaria especializada y los análisis de laboratorio, que determinan la conformidad del producto. Además de esto los procesos mineros tienen un gran impacto ambiental mayormente negativo, que debe ser mitigado.

Estas Compañías deben orientar sus actividades hacia el mejoramiento continuo, mediante el compromiso y capacitación del personal, contratistas y proveedores en favor de la calidad de los productos y servicios, del uso eficiente de los recursos, de la investigación y actualización de tecnologías y métodos que contribuyan a reducir los impactos negativos al ambiente y los riesgos asociados a la seguridad industrial, mantenimiento de la maquinaria especializada y de las instalaciones, campañas especiales de motivación a los trabajadores y manejo de desperdicios, entre otros costos de calidad. Estas inversiones le garantizan a la empresa una reducción de los costos de no calidad y por lo tanto un aumento de la productividad y de la rentabilidad.

Puede pensarse tal vez que la actividad minera no requiere de programas de calidad y mejoramiento continuo, pero al contrario, por ser este sector el que provee la materia prima para sectores tan importantes como lo son el industrial, agrícola y de la construcción, se hace necesario pues un análisis minucioso de las

especificaciones de sus productos, dentro de las características más importantes con las que se debe cumplir están: tamaño de la roca o del grano, composición química, color, dureza y porosidad. Cumplir con las necesidades de los clientes debe ser el objetivo desde el inicio del proceso, no solamente al final, pues esto ocasionaría gran cantidad de desperdicio, lo que representa un sobre costo para las empresas y una disminución de las utilidades, puesto que estos desperdicios se deben ofrecer a precios inferiores e incluso, regalar.

Es por esto que para garantizar la satisfacción del cliente y no incurrir en sobre costos, las empresas de este sector deben invertir en asesoría e investigación para: determinar las características del yacimiento, los materiales y la maquinaria necesarios para la explotación, lo mismo que la capacitación al personal, programas de prevención de accidentes, mediante la formación y suministro de elementos de protección, entre otras actividades. Todos estos elementos se consideran como costos de calidad, integrados por actividades de prevención y evaluación, que de no llevarse a cabo, ocasionaría fallas en todas las etapas del proceso, apareciendo entonces costos de no calidad que solo representan pérdidas para las empresas.

## **IMPORTANCIA Y CARACTERÍSTICAS DE LA MINERÍA A CIELO ABIERTO**

Profundizando sobre la importancia y características de este sector, podemos decir que este es uno de los sectores más dinámicos y que atrae mayor inversión extranjera, lo cual también es ampliamente cuestionado, pues los recursos de los cuales nos sentimos tan orgullosos son explotados y aprovechados por compañías extranjeras. El país es rico en minerales, adicional al oro, níquel y carbón, se extraen productos que tiene gran impacto a nivel nacional y regional, como es el caso de las calizas, que son materia prima fundamental para el sector industrial, de la construcción, agrícola y farmacéutico.

El sector minero tradicional obtiene márgenes de rentabilidad muy altos y tiene prácticamente asegurada la venta de su producción por ser materias primas indispensables para los procesos industriales, por este motivo tiende a descuidar el tema de los costos y la calidad y se da el caso de empresas mineras que sobreviven en el mercado, operando casi de manera artesanal. Sin embargo, con los procesos de globalización e internacionalización de la economía, estas empresas le han empezado a prestar atención a la calidad para aumentar la productividad y atender la demanda mundial, igualmente para atraer a nuevos clientes que ahora se preocupan por negociar con empresas socialmente responsables y comprometidas con el medio ambiente, y exigen a sus

proveedores certificaciones especiales como las ISO, fomentando en el mercado mejores prácticas empresariales que representan un beneficio tanto para clientes como para proveedores.

Como principales características del sector minero Colombiano podemos mencionar las siguientes: (Supersociedades, 2007).

Los costos de explotación y exploración son elevados y están representados en depreciaciones, amortizaciones, mantenimiento y costos diversos que son considerados como indirectos, los cuales se van reduciendo a medida que avanza la explotación.

Los costos de personal son bajos, debido a que es un sector intensivo en capital; es decir, requiere y utiliza maquinaria que desplaza mano de obra y permite reducir costos de personal.

Las empresas del sector es poco lo que invierten en mercadeo y ventas porque generalmente tienen mercados asegurados y pocos pero grandes clientes, y las ventas son en su mayoría de contado.

En el sector se hacen grandes inversiones en activos fijos pues las empresas se preocupan por renovar continuamente la maquinaria y equipo, para ser más rentables.

Las empresas tienen un bajo endeudamiento con el sector financiero y mayor endeudamiento con sus proveedores, existe también un gran componente de capital extranjero pues las explotaciones requieren de grandes inversiones y altos niveles de tecnología. El crecimiento de estas empresas se da en gran parte porque reinvierten en ellas mismas los recursos que originan en sus operaciones.

Según el autor, Elkin Vargas, el sector se caracteriza por proponer planes de desarrollo con metas sofisticadas y los métodos más ingeniosos, incluyendo palabras como productividad, competitividad y sostenibilidad, sin importar su significado y contenido, si el costo del proceso es alto y su utilidad precaria.

## **MINERIA A CIELO ABIERTO EN RÍO CLARO - ANTIOQUIA**

La minería en Colombia es una de las actividades más antiguas y el sector ha ido evolucionando, pasando de una concentración en la explotación de minerales valiosos en vetas subterráneas a la explotación a cielo abierto de yacimientos de menor calidad. Este último tipo de explotación minera remueve la capa superficial de la tierra para acceder al mineral, usando modernos equipos y técnicas de excavación.

En Antioquia, desde hace más de medio siglo se abrieron las explotaciones a cielo abierto de caliza y otros no metálicos para las industrias cementera y cerámica, es el caso de la región de Río claro, en donde inician las más importantes cadenas productivas del país, como lo son Argos, Corona y O-I Peldar, todos con minas propias para la explotación de Calizas, materia prima, fundamental para sus procesos industriales.

La caliza es una roca sedimentaria compuesta por carbonato de calcio, magnesio y pequeñas cantidades de minerales como arcilla, hematita, siderita y cuarzo, que determinan el color y las propiedades de la roca. (Ingeominas, 2009) cuando posee alta concentración de magnesio se le llama Dolomita. Según sus cualidades físicas, se clasifican en piedra fría, piedra semidura, piedra firme, piedra semifirme, piedra blanda y piedra muy blanda. (quiminet.com, 2008). En una misma cantera pueden existir varias franjas de diferente aspecto y calidad.

Los principales derivados de la caliza son la cal, cal viva, cal hidratada, cal hidráulica y carbonato de calcio (quiminet.com, 2008), Por sus características físicas y químicas estos productos son utilizados como materia prima en el sector industrial, agrícola y de la construcción, para la producción de cemento, vidrio, plástico, artículos de aseo, cosméticos y fármacos. También se usa en la metalurgia y en la industria alimenticia, entre muchas otras aplicaciones. El producto final presenta distintas granulometrías y composición química según las necesidades del cliente.

Al suroriente del departamento, en el Magdalena central antioqueño se destaca la región de *Río Claro* como uno de los yacimientos de caliza más importantes del país, en donde tienen presencia grandes empresas, al igual que mineros artesanales. En esta región se llevan a cabo operaciones de extracción, procesamiento y comercialización de roca caliza.

Es una región selvática con altos niveles de pluviosidad, y un clima húmedo tropical” (Cornare, 2009). Aunque es una región privilegiada por su ubicación, extensión, fertilidad y potencial existente en el suelo y subsuelo, presenta altos índices de pobreza, el 42.4% de la población es pobre y el 51.60% vive en condiciones de miseria, hay un alto índice de desempleo y falta de formación para el trabajo en especial para la población joven y poca visión empresarial. (gobant.gov.co, 2009). Con el desarrollo de proyectos y apoyo del gobierno que buscan aprovechar el potencial de la región, se proyecta un crecimiento socioeconómico de la zona y la subregión, que contribuirá al bienestar de la población.

La minería, a cielo abierto para la explotación y beneficio de calizas, es la actividad económica más importante en la región de *Río claro*, la mayoría de la población económicamente activa, trabaja en las diferentes empresas mineras y los municipios y sus instituciones se ven beneficiados por las regalías y ayudas que esta actividad proporciona. La segunda actividad más importante es el ecoturismo, que a su vez se ve amenazado por la actividad minera que tiende a ser agresiva con el medio ambiente, contaminando por medio de ruido fuerte, deforestación, erosión de terrenos, liberación de material particulado y transformación del paisaje.

La estructura básica de costos de una operación minera a cielo abierto, en *Río Claro* es similar en todas las empresas, incluye las siguientes etapas:

### **1. Exploración de yacimientos**

Para preparar una explotación minera a cielo abierto se debe iniciar una valoración económica del yacimiento mediante investigaciones especializadas, que permitan conocer características como extensión, profundidad, geometría, espesor y dureza del material, con el fin de determina la mejor técnica, materiales y maquinaria necesaria para llevar a cabo la explotación (uclm.es, 2007). Otros de los factores importantes que se deben tener en cuenta es la localización, para la valoración de los costos de transporte que se deben asumir.

### **2. Destape**

Consiste en remover la capa vegetal de la zona del yacimiento, para acceder a la roca, en esta fase se utiliza maquinaria especializada para la tala de árboles y la remoción de tierra. También ha de tenerse en cuenta los costos de construcción de carreteras, que faciliten el acceso y transporte del material removido son altos y los de mano de obra bajos, aunque no se necesita personal calificado.

### **3. Explotación**

Incluye las actividades de perforación, carga de barrenos con explosivos y voladura. En esta fase se utiliza maquinaria de perforación, la cual puede operar con combustible fósil y la más especializada funciona con energía eléctrica y produce menor contaminación.

Para la carga de barrenos es necesaria mano de obra especializada y supervisión de un ingeniero de minas, aunque en algunas empresas se ejecuta de forma empírica. La voladura consiste en detonar el explosivo, deben tomarse precauciones para prevenir accidentes.

### **4. Arranque**

Esta fase incluye las actividades de desabombe (separación) y machado (picar). Según el tipo de voladura efectuado, la piedra queda de diferentes tamaños. En la mayoría de los casos es necesaria una reducción de tamaño, que se logra con maquinaria especializada, como retroexcavadoras o martillos de perforación sencillos o con herramientas simples, utilizando la fuerza humana.

### **5. Clasificación**

Consiste en separar de la pila el material no conforme, para llevarlo a la escombrera.

### **6. Manejo de escombreras**

No todo el material cumple con las especificaciones, por esto, en las minas se destina un espacio en donde se arroja la piedra que no cumple con especificaciones físicas y químicas.

### **7. Transporte interno**

Una de las características de la región de *Río Claro*, es que las empresas tienen sus plantas de procesamiento a las orillas de la carretera, para facilitar el despacho del producto terminado y las minas están ubicadas en las veredas, lejos de la carretera principal, aproximadamente, la distancia entre mina y planta es de 10 a 20 Km, lo cual representa un alto costo de transporte y mantenimiento de vías para que no se detenga el proceso.

### **8. Tratamiento de los minerales**

La piedra se lleva a la planta de procesamiento en donde se reduce de tamaño, usando trituradoras mecánicas, molinos, zarandas y ciclones, hasta convertirse en



polvo. La granulometría depende de las necesidades del cliente. En esta fase la planta equipada con mejor tecnología es la más productiva. Es entonces cuando se toman muestras continuamente, del producto terminado y se analizan en un laboratorio, para confirmar sus características químicas y cumplirle al cliente.

## **9. Almacenamiento**

El producto terminado se almacena en silos o se empaca en bultos, según las necesidades del cliente. En esta etapa son muy importantes las básculas para pesaje de bultos y básculas camioneras cuando se despacha a granel.

## **10. Comercialización**

Negociaciones con clientes, venta del producto.

## **11. Transporte externo**

La mayoría de las empresas venden el producto puesto en planta y evitando así mayores costos de transporte, otras subcontratan este servicio y entregan el producto en el domicilio del cliente.

La forma como se explota la cantera, en bancos, paredes, atacando la base y atacando la copa de la montaña, las figuras geométricas que se utilizan para la perforación y voladura de la roca, son aspectos fundamentales que son tarea de especialistas, pues de una correcta planeación en este sentido depende la seguridad de los trabajadores, la maquinaria y equipos, la eficiencia en la extracción y aprovechamiento máximo del yacimiento.

Esta actividad minera a cielo abierto es considerada como agresiva para el medio ambiente, pues como se describió anteriormente, parte del proceso consiste en talar grandes extensiones de árboles y cavar cráteres de gran profundidad, adicional a esto se producen grandes volúmenes de desechos y se puede presentar la contaminación de fuentes de agua.

La gravedad del impacto en el ambiente está directamente relacionada con el tamaño de la explotación, la localización, proximidad a fuentes de agua, los métodos de explotación y el tratamiento a que se debe someter el material extraído.

El aspecto más importante para determinar la gravedad del impacto es el método utilizado. Los principales impactos ambientales causados por la minería a cielo abierto en su fase de explotación son los siguientes:

- Afecta la superficie, modifica la morfología del terreno, apila y deja al descubierto grandes cantidades de material estéril y puede alterar cursos de aguas.
- Transforma radicalmente el entorno, cambia el paisaje y se ve afectado por el ruido producido en las distintas operaciones.
- Contamina el aire con impurezas sólidas y gaseosas como polvo y combustibles tóxicos o inertes, capaces de penetrar hasta los pulmones, provenientes de diversas fases del proceso.
- Afecta las aguas superficiales con los residuos sólidos y finos provenientes del área de explotación, lo que puede dar lugar a una elevación de la capa de sedimentos en los ríos de la zona.
- Elimina el suelo en el área de explotación, produciendo resecaamiento del suelo en la zona circundante, así como una disminución del rendimiento agrícola y agropecuario.
- Elimina la vegetación en el área de las operaciones, destruye parcialmente o modifica la flora en el área circunvecina.
- La fauna se ve perturbada o ahuyentada por el ruido y la contaminación del aire y del agua, la erosión y el amontonamiento de residuos estériles.
- Puede causar cambios en el microclima y provocar una multiplicación de agentes patógenos en charcos y áreas cubiertas por aguas estancadas.
- Una vez agotado el yacimiento y finalizada la explotación se dejan profundos cráteres en el paisaje, su eliminación puede conllevar costos tan elevados, que puedan impedir la explotación misma.

Todos estos impactos ambientales son producidos por la explotación de Calizas en canteras a cielo abierto, aunque por ser minerales no metálicos requieren poco tratamiento físico, únicamente trituración y molienda, y no requieren ningún tratamiento químico lo que reduce en parte, la contaminación. (Biodisol.com, 2009)

La calidad y cantidad de yacimientos en la región de *Río Claro* hace que la minería pueda desarrollarse de manera rústica, artesanal y sin el más mínimo cuidado ambiental, sin una estructura de costos bien definida y con cero calidad, y aun así ser una actividad rentable, que tiene clientes asegurados para sus productos. En esta región sobreviven al lado de las grandes empresas, agrupaciones de pequeños mineros que explotan el mineral con una infraestructura poco favorable, pero se mantienen en el mercado.

En materia ambiental también falta mucho camino por recorrer, no solo en minería de cielo abierto, en todo el sector minero colombiano. A los mineros, desde el siglo pasado se les otorga el derecho a explotación aun en detrimento del bienestar común, al respecto ha sido amplia la normatividad emitida y los esfuerzos de varios grupos ambientalistas con cabida en el gobierno por hacer de la minería una actividad responsable con el medio ambiente, mas ésta es una tarea difícil porque para los empresarios significa más costos, cumplir con las leyes de protección al medio ambiente, representa un costo más de calidad para los mineros en *Río Claro* y en todas las regiones del país, aun siendo la extracción de caliza una de las actividades mineras menos agresivas.

El cuidado ambiental no es una exigencia clara en Colombia, en la planeación minera se tiene en cuenta como cumplimiento de un requisito de forma, pero de fondo la labor es muy deficiente.

## **COSTOS DE CALIDAD Y NO CALIDAD – MINERIA A CIELO ABIERTO EN RÍO CLARO**

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente podemos tomar los costos de calidad como costos evitables, los cuales se pueden eliminar y la mina sigue operando en condiciones normales, inclusive originando excedentes mínimos, pero que le permiten sostenerse. Mas la probabilidad de que aparezcan los costos de la no calidad es muy alta, el negocio estará en riesgo permanente de que se presenten fallas que tienen consecuencias negativas en todo el proceso y que deben ser atendidas y el costo de esa atención es el costo de la no calidad.

Para conocer la región a profundidad y determinar los rubros que componen los costos asociados a la calidad y no calidad en el sector minero de cielo abierto en *Río Claro* se estudiaron las características de los procesos productivos, identificando las inversiones que ejecutan las empresas del sector en costos de calidad relacionados con la prevención de fallos y evaluación de sus procesos productivos, así como los costos de no calidad en que incurren, por causa de las fallas internas y externas que se presentan en dichos procesos y determinando la relación existente entre los costos de calidad y los de no calidad y el impacto en los índices de productividad y rentabilidad de las empresas del sector.

Este análisis se desarrolló directamente con seis empresas, las más importantes de la región, con mina propia y registro minero para su explotación, cuya operación en conjunto representa el 70% del volumen actual de explotación de la subregión, y con sede administrativa en Medellín, estas son: Argos S.A., Sumicol

S.A.- Corona, Calina Ltda.- O-I Peldar, Calco S.A., Cales Rioclaro y Mineros de la Danta. Y teniendo en cuenta tres explotaciones menores con licencia minera ASOMADANT, Caldesa S.A. y Dolomitas de Antioquia. A cada una de las cinco empresas principales se les entrevisto y aplico una encuesta y se indagó sobre las características de las demás.

(Ver Anexo a Artículo de Investigación Tabulación Encuestas y Entrevistas)

**De las entrevistas y encuestas aplicadas se obtuvo los siguientes resultados:**

Con la información obtenida por medio de entrevistas se analizaron aspectos como las características del proceso y que tanto se tiene en cuenta la calidad en éste. Teniendo en cuenta la descripción del proceso minero a cielo abierto, se encontró que todas las compañías entrevistadas mencionan estas mismas etapas, es decir, el proceso es el mismo, pero se desarrolla en distintas escalas, dependiendo del tamaño y necesidades de la empresa. También se encuentran variaciones en cuanto a infraestructura y tecnología utilizada para la explotación, se destaca *Argos* como la empresa más grande, explota a gran escala, utilizando equipo especializado y personal altamente capacitado, por lo cual es altamente productiva. El volumen de la explotación y la técnica utilizada depende también del cliente objetivo, las empresas de este sector extraen el mismo mineral pero todas le dan un uso distinto. *Argos* produce para si mismo, Industria Cementera, *Sumicol* produce para *Corona*, Industria Cerámica y de la Construcción, *Calina* produce para *Peldar*, Industria del Vidrio y *Promical*, cales industriales y agrícolas, El principal cliente de *Cales Rioclaro* es el sector Agrícola y *Calco* integra sector agrícola y la industria química farmacéutica.

El proceso se describe de manera sencilla, consta de las siguientes fases: desarrollo minero, remoción de la capa vegetal, perforaciones por bancos y voladura. La piedra se reduce de tamaño según las necesidades de la empresa, para esto las grandes empresas utilizan maquinaria especializada, aunque algunas como *Sumicol* optan por hacerlo manualmente y así propiciar mayor empleo en la región. Luego de la reducción se pasa a la planta de procesamiento, en esta etapa se encuentran muchas diferencias entre las empresas, pues sus clientes son distintos, como se explico anteriormente. *Argos*, *Sumicol*, *Calco* y *Calina* tienen instaladas líneas de producción muy eficientes. La complejidad del proceso productivo depende del cliente objetivo, algunas empresas trituran y muelen y otras adicionan procesos de calcinación y alta purificación.

Encontramos entonces que la mayoría de las empresas entrevistadas son intensivas en maquinaria, una convencional y otra de ultima tecnología, pero la

mano de obra no deja de ser también un elemento muy importante del costo total de producción.

En cuanto a costos de calidad y no calidad en el proceso se destaca que las grandes empresas (*Argos y Sumicol*) invierten significativamente en prevención y evaluación de riesgos y fallas internas y externas, las empresas medianas (*Calina, Calco*) no tienen una fuerte planeación y control de estos costos de calidad, mas lo hacen, no de una manera organizada y bien estructurada, sino de acuerdo con la experiencia.

Todas las empresas de la región se preocupan por obtener la certificación ISO 9001, al sistema de gestión de la calidad e ISO 14001, al sistema de gestión medioambiental, esto con el fin de alcanzar reconocimiento y atraer nuevos clientes, escriben programas de manejo ambiental para cumplir con la normatividad en esta materia, mas no se llevan a cabo de manera exitosa. En todas hay un departamento o sección de calidad, un sistema de gestión integral y en la planta es requisito fundamental un laboratorio para monitorear las características físicas y químicas del mineral y cumplirle al cliente. Esto no se presenta en las pequeñas empresas que operan de forma artesanal, en estas la calidad la determinan los operarios según su experiencia, identificando propiedades especiales en las rocas según su color, brillo y dureza.

En todas las empresas hay planes de inversión en maquinaria y equipo especializado para mejorar la productividad y diseñar métodos y procesos más seguros para proteger siempre la vida de los trabajadores. Como se menciono antes, *Argos* se destaca en este aspecto, tiene definido un tipo de inversiones en equipos y en tecnología, denominados CAPES, que busca obtener un optimo rendimiento y ejecuta mantenimientos intensivos después de cierto tiempo de operación para lograr restablecer sus condiciones normales.

Sumicol por su parte hace varios años ha venido implementando con éxito la filosofía Japonesa, TPM, con la cual ha obtenido excelentes resultados y ha mejorado significativamente sus niveles de productividad y rentabilidad, logrando dos objetivos fundamentales, la satisfacción del cliente y del empleado.

En la parte de costos de no calidad se encontró que los empresarios son consientes de que estos se presenta, los controlan y eliminan según la experiencia, algunos utilizan métodos claramente definidos y aplicadas como TPM y otros de manera empírica. Los directivos conocen las debilidades de su empresa en cuanto a maquinaria, falta de normalización y estandarización, condiciones de seguridad en los procesos, uso de materiales ineficientes y falta de capacitación a la mano de obra.

Cabe aclarar en este punto, que los costos de calidad y no calidad son excluyentes es decir, si una empresa invierte en calidad elimina los costos de no calidad y viceversa, si la empresa invierte cero en calidad incurre en costos de no calidad. Teniendo en cuenta lo anterior, en las empresas del sector minero a cielo abierto destacan que los programas de mejoramiento que emprenden y las inversiones en calidad que ejecutan les han arrojado excelentes resultados y les han permitido mejorar aspectos como el manejo ambiental, la seguridad de los trabajadores y en general sus índices de productividad y rentabilidad. Algunas más comprometidas que otras, pero todas con la iniciativa y el compromiso con la calidad.

Del análisis de las encuestas se concluyó en cuanto a costos de calidad, relacionados con actividades de prevención y evaluación que el 100% de las empresas encuestadas tienen definidos los criterios para hacer una adecuada selección de proveedores y consideran como más importantes la calidad y el cumplimiento, seguido del precio, es evidente que las empresas buscan calidad desde el inicio del proceso, en la compra de materiales e insumos para el resto del ciclo. El 75% tiene diseñado un plan de capacitación a todo el personal para lograr un mejor desempeño en su puesto de trabajo, estos planes de capacitación buscan desarrollar las habilidades y destrezas del trabajador para desempeñarse de una mejor manera en su puesto de trabajo y además, lo concientizan de la importancia de la calidad en cada etapa del proceso, para lograr la calidad total en el producto terminado. Estos programas de capacitación se ejecutan de manera satisfactoria en todas las empresas que los conforman.

Por ser una actividad de alto riesgo, que requiere de prevención y elementos de protección adecuados, el 100% de las empresas entrenan a sus trabajadores en prevención y atención de accidentes, para atender de manera rápida y adecuada las emergencias que se puedan presentar. El 100% de las empresas diseñan un plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo, que busca prevenir fallos que alteren el ritmo normal de producción, estos planes se ejecutan de manera satisfactoria en el 75% de las empresas.

Todas las empresas preparan un cronograma de producción mensual o quincenal, algunas de forma más organizada que otras, y la mayoría de ellas presentan un presupuesto al inicio del año, para planear de una mejor manera sus actividades. La programación de la producción se hace teniendo en cuenta principalmente las necesidades de los clientes, la capacidad explotación minera y de la planta de procesamiento. Este cronograma se cumple la mayoría de las veces, las desviaciones se pueden presentar por factores externos como el clima, el comportamiento del mercado.

La mayoría de las empresas implementan diversas metodologías para medir el impacto ambiental de la operación minera que desarrollan y toman medidas correctivas para mitigarlo, esto se hace en parte por una conciencia ambiental, pero la razón más importante es por cumplir con la normatividad ambiental aplicable. Las grandes empresas invierten en asesoría especializada e investigación y desarrollo para conocer las características del yacimiento, antes de iniciar la explotación minera, las medianas y pequeñas lo hacen de una manera empírica, asociando características como el color y la dureza con calidad y no calidad del yacimiento. Las grandes empresas investigan y contratan personal capacitado para mejorar los métodos y técnicas de producción. Las inversiones que aportan en este campo representan alrededor de un 5% de sus ingresos, pero se destaca la gran inversión de la empresa más importante del sector, *Argos*, que está cerca del 10% de sus ingresos y esto es mucho.

En el 100% de las empresas el control de calidad con miras a detectar fallas se hace en todas las etapas del proceso, partiendo de la recepción de materias primas e insumos, en donde se verifica que los productos solicitados al proveedor, cumplan con los requisitos preestablecidos y pactados al momento de la compra.

Otro aspecto fundamental que asegura la calidad es la existencia de Manuales de procedimiento, en algunas empresas para cada etapa del proceso e inclusive para cada cargo, en otras un poco más general para el macroproceso y los subprocesos, adicional a esto se llevan a cabo auditorías periódicas o cuando se requiera para asegurarse de que las actividades se desarrollan de acuerdo a lo estipulado en el manual o en los casos en que se mejoren los procedimientos en la práctica, se incluye también en el Manual.

Por las características de los productos terminados y especialmente del cliente objetivo, el control de calidad al final es estricto y riguroso, pues los minerales son materia prima indispensable para muchas otras industrias y debe asegurarse al cliente que, cumple con las propiedades físicas y químicas exactas para certificarle que su producto, también tiene insumos de calidad.

En cuanto a costos de no calidad relacionados con fallas interna y externas, se encontró que en el 100% de las empresas en algunas ocasiones se han presentado accidentes laborales y señalan como la causa el incumplimiento de normas de seguridad por parte de los trabajadores. Estos accidentes no tienen gran impacto en el proceso, el 75% de las empresas buscan un reemplazo y el proceso continúa normalmente, el 25% paga horas extras a los demás trabajadores para cumplir con los objetivos de producción. En el caso en que el accidente que se presente sea por causa de fallas por parte de la empresa, en

cuanto a seguridad, normas y procedimientos se paga la respectiva indemnización al trabajador, por los daños y perjuicios causados, pero estos casos se presentan esporádicamente.

El clima organizacional es adecuado en todas las compañías y no se nota desmotivación en los trabajadores, su rendimiento en el 50% de las empresas se considera alto y el 50% es esperado. Por la efectividad de las políticas de seguridad y control interno en la compañía, sumado al compromiso de los trabajadores; no son frecuentes los robos entre compañeros, ni acciones que atenten contra de la infraestructura y la filosofía de la compañía.

Las reparaciones correctivas se presentan la mayoría de las veces por el desgaste normal, debido al trabajo pesado que ejecuta, no por malos manejos por parte de los operarios o falta de mantenimiento. Los retrasos en la producción se presentan por situaciones especiales como accidentes o fallos de la maquinaria, pero no son comunes ni frecuentes. La mayoría de las veces se analizan las causas para prevenir reiteraciones.

Por las características de la operación y las estrictas condiciones de calidad que deben cumplir los productos terminados siempre se obtendrá producto no conforme, pero éste representa un porcentaje mínimo de la producción total, al cual el 90% se le encuentra un uso y se vende como imperfecto o se regala. Los escombros resultantes de la operación minera se desechan en un lugar adecuado, en donde no representen peligro para la integridad de las maquinas y trabajadores, aunque esto si tiene un impacto negativo en el ambiente. En el proceso no se utilizan productos químicos peligrosos altamente contaminantes y los residuos que arrojan no son en grandes cantidades, pues se analizan pequeñas muestras, (estos residuos se eliminan de forma adecuada minimizando el impacto negativo que puedan causar al ambiente).

El cumplimiento al cliente, con calidad, tiempos de entrega y precios es el compromiso más importante de todas las empresas, los incumplimientos, devoluciones de mercancía no se presentan muy a menudo.

Los retrasos en la producción se presentan de acuerdo con la planeación que organiza la empresa, a veces no es una planeación acertada y se presentan imprevistos, en la mayoría de las empresas se planea de forma pertinente por lo cual se presentan retrasos muy pocas veces en el año, y estos obedecen a causas ajenas, tanto a la empresa como al proveedor, como altibajos de la economía, problemas de orden público e inclemencias climáticas.



Debido a los programas de prevención y adecuado cumplimiento de la normatividad ambiental, ninguna de las empresas ha causado emergencias ambientales en la zona donde operan, por la naturaleza de la actividad se presentan alteraciones al paisaje, lo que tiene gran impacto en el turismo, que representa también una fuente económica importante para la comunidad.

Como en todas las empresas, el cliente es lo más importante, estas empresas mineras se preocupan también por brindar una oportuna y adecuada atención a las quejas y reclamos, por garantías y servicios, este servicio de posventa hace parte de la calidad que ofrecen a los clientes. Por el compromiso con la calidad y mejora continua, las empresas mantienen una buena imagen y reconocimiento en el mercado.

Anotamos que existen muchas diferencias entre las grandes y pequeñas empresas de la región, como las mencionadas anteriormente en cuanto a infraestructura, maquinaria y quipo, personal capacitado, manejo ambiental y condiciones de seguridad, a esto podemos agregar y resaltar un aspecto importante en cuanto a la forma de explotación, que mencionaron con preocupación los entrevistados y es el hecho de que en las pequeñas empresas como ASOMADANT las condiciones de seguridad de los trabajadores son muy precarias, la explotación de la montaña se inicia desde abajo, lo cual representa un gran peligro para la vida humana y la maquinaria está en riesgo permanente. Una de las formas recomendadas para este tipo de explotación es atacar la montaña desde arriba, para mantenerla estable, no desde la base, porque se forman cuevas y cráteres que dejan en riesgo la vida humana.

En esta región existen empresas que solo tienen esa mina y otras, como el caso de *Sumicol* y *Argos* que tienen muchas otras, en varias regiones del país, para estas empresas es muy difícil el cálculo de los costos ya que las diferentes minas producen a diferentes escalas y materiales diferentes, por esta razón manejan una estructura de costos compleja que requiere de mucha atención, ya que para asignarle a cada producto los costos de la extracción de las toneladas en las minas se requiere sumar la totalidad del material de todas las minas del país y luego dividirla, por lo cual la determinación de los costos no es tan sencilla como lo sería si se tuviera una sola mina, en la cual se extrae solo un material y se le asigna un costo directo al producto final.

Por las características del mercado actual, apertura, competitividad, las empresas se ven obligadas a mantener los precios fijos e intentar rebajarlos para no castigar el margen de utilidad y para esto se vale de variadas estrategias. Muestra de esto es que en esta región están ubicadas empresas como *Sumicol*, perteneciente al

grupo *Corona*, *Calina* al grupo *O-I Peldar* y *Agros*, son empresas que pertenecen a grupos económicos y fueron constituidas buscando una disminución de los costos de materia prima en la cadena productiva. Por esta razón, estas empresas buscan desarrollar sus operaciones al menor costo posible, manteniendo un punto de equilibrio, logrando así, vender a sus dueños, que son sus principales clientes, a precios muy por debajo de la competencia.

Como estas empresas fueron concebidas por sus dueños para producir a costo, este es el elemento que más atención demanda, y lo controlan insistentemente para mantener un punto de equilibrio y lograr, mediante políticas y estrategias de calidad, reducirlo al máximo, al mismo tiempo que aumentan la calidad del producto que entregan a sus clientes.

Las compañías antes mencionadas, junto con *Calco* y *Cales Rioclara* son las empresas más grandes de la región y están en crecimiento constante, igualmente son las que más invierten en calidad, los procesos que llevan a cabo son muy similares y sus estrategias para mejorarlos también lo son, al coincidir en que la mejor estrategia para reducir los costos de no calidad es invertir en actividades de prevención, evaluación y detección de fallas internas y externas, capacitaciones al personal y estandarización, para el logro de procesos al primer intento y no incurrir en sobrecostos por reprocesos o fallas en la cadena. En las empresas pequeñas hace falta un mayor compromiso con la calidad y visión empresarial, esto se debe en gran parte también a la falta de formalización de la minería artesanal y falta de apoyo del gobierno y sus instituciones en cuanto a recursos económicos, asesoría especializada y capacitación que haga que la actividad de estos mineros sea sostenible y responsable, son muchos los esfuerzos que se han sostenido pero poco lo que se ha logrado en esta materia, esta es una cuestión que vale la pena profundizar en futuros trabajos de investigación.

En síntesis, en el sector minero de cielo abierto, como en otros sectores de la economía, es claro para los empresarios que, si la calidad se mejora, entonces la satisfacción del cliente aumenta; si esto sucede, entonces la participación de mercado crecerá y si ésta es mayor, los ingresos serán más altos; además, si la calidad mejora, entonces los costos operativos también disminuirán. Por lo tanto, el mejoramiento de la calidad puede incrementar la participación del mercado y las ventas, a la vez que disminuye de manera simultánea los costos. El efecto general mejora la posición financiera y competitiva de la empresa. A medida que las empresas implementan programas de mejoramiento de la calidad, surge la necesidad de vigilar y de hacer reportes sobre el progreso de estos programas. (Mowen, 2007). Por esto, en la economía de hoy la calidad total es el objetivo más importante.

Si bien es claro que las empresas entrevistadas tienen un sistema de gestión de la calidad con la certificación ISO 9001 y en general, es creciente el interés en costos de calidad, solo una Sumicol, tiene implementado el programa TPM para asegurar la calidad total en todos los ámbitos de la organización, lo que da excelentes resultados y Argos, que sin tener diseñado un programa, opera de manera que no se presentan fallas en su proceso.

## CONCLUSIONES

En las diferentes etapas de la actividad minera, desde la exploración del yacimiento hasta la refinación y transformación de minerales, se incurre en costos básicos, propios de esta actividad minera. Con el objetivo de garantizar desde el inicio de este proceso la mejor calidad, los mineros aportan inversiones adicionales, en actividades e infraestructura, lo que representa un incremento de sus costos operacionales, pero que buscan eliminar la probabilidad de que ocurran fallas que representarían un costo mucho mayor. Estos esfuerzos están encaminados a mejorar la rentabilidad de la inversión y la competitividad de sus productos a nivel nacional e internacional.

La actividad minera en la región de *Río Claro* Antioquia cada vez se tecnifica más con miras a ser una actividad sostenible y responsable en materia social y ambiental. Considerando las etapas del sector minero a cielo abierto y las características de la zona en cuanto a calidad del yacimiento, recurso humano e infraestructura, podemos identificar como costos de calidad las actividades de prevención y evaluación relacionadas con:

- Investigación y desarrollo, evaluación previa de los yacimientos, asesoría especializada para determinar la mejor forma de explotación, materiales y maquinaria a utilizar.
- Inversiones en maquinaria y equipo más eficiente que permita un mayor rendimiento de la producción, así como un adecuado mantenimiento que garantice un funcionamiento óptimo.
- Capacitación permanente al personal para obtener un mejor desempeño en su puesto de trabajo, en prevención y atención de accidentes y concientización de la importancia de la calidad en todo el proceso.
- Un compromiso total con la calidad, involucrando en el proceso a proveedores, trabajadores, clientes y la comunidad a la cual pertenece la empresa.

Sin estas actividades la actividad se puede desarrollar y ser rentable, mas no en óptimas condiciones y los resultados no serán los más anhelados por los inversionistas, pues la probabilidad de incurrir en sobrecostos por fallas internas y externas aumenta y pueden presentarse continuamente paros en la producción,

accidentes, averías en la maquinaria, reprocesos, gran volumen de desechos, desmotivación del personal y en general bajo rendimiento de la operación minera.

Mediante la implementación de un sistema de costos de calidad y no calidad acorde con los procesos y necesidades de la organización, se puede apuntar a la satisfacción del cliente quien es en última instancia el que decide la aceptación o no de los productos, una empresa que no invierta en calidad seguramente pierde participación en el mercado, ingresos y utilidades, por ello las empresas se esfuerzan cada vez más por reducir los costos desde el mejoramiento continuo, lo cual garantiza además mayores utilidades.

El compromiso con el ambiente es el que más hay que fortalecer, pues los costos de la degradación ambiental no se ven reflejados en el precio de venta de los minerales.

Hay guías valiosas e importantes que han sido aplicadas con éxito en muchas empresas, como las normas ISO y la filosofía Japonesa, TPM. Pero la implantación y control de costos de calidad y no calidad requiere de un gran compromiso y de muchas ganas de querer hacer las cosas de otra manera, además requiere de una cultura y una filosofía de empresa, que busque y se comprometa con a mejorar cada día todos los procesos.

## RECOMENDACIONES

Las empresas de minería a cielo abierto en *Río Claro* deberán continuar con sus procesos de mejora de la calidad, de tal forma que esto les asegure la permanencia en el mercado nacional e internacional.

Deberá existir más compromiso y organización en las empresas para avanzar en los procesos de formalización de la minería artesanal, con miras a aumentar la productividad.

Las empresas deberán sistematizar sus procesos de implementación de costos de calidad con sus respectivos análisis, ya que esto les permitirá realimentar su conocimiento base buscando siempre el mejoramiento continuo.

Las empresas deben procurar por estructurar programas y planes de explotación y procesamiento concretos, debidamente presupuestados.

En materia ambiental falta mucho por lograr, no solo en la región de Río Claro, en general en todo el sector minero Colombiano: la minería debe procurar un desarrollo sostenible, mitigar el deterioro ambiental, propiciar bienestar y reducir la inequidad social, lo cual no se presenta en la actualidad.

## BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, J. (1996). Contabilidad de gestión avanzada. España: Mc. Graw-Hill.
- Amat, O. (2005). Costos de calidad y de no calidad. Barcelona: Gestión 2000.
- Corral, G. (2001). Competitividad del sector minero colombiano. Bogotá: UPME.
- Cuervo, M. (2001). Costos de Calidad. Cuadernos de contabilidad, N° 12, p. 34-77.
- Vargas Pimiento, Elkin (2005). Apuntes históricos, jurídicos y políticos sobre el sector minero. Bogotá: Editorial El Tiempo.
- Chauvet, S, Palacios, A y Guzman, C. El Enfoque de los Costos de la no calidad. (s.m.d). Extraído de:  
<http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CD%20INTERACTIVOS/NOA2002/Enfoques%20costos%20no%20calidad.pdf>. (3/11/09)
- García, M, Quispe, C, y Ruez, L. (2002). Costo de la calidad y la mala calidad. Extraído de:  
[http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/Publicaciones/indata/v05\\_n1/calidad.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/Publicaciones/indata/v05_n1/calidad.htm). (29/11/09)
- Horngren, C, Foster, G y Datar, S. (2002). Contabilidad de costos. Mexico: Pearson Educación.
- Jiménez, R. Instituto mexicano de ejecutivos en finanzas. Extraído de:  
[http://www.elprisma.com/apuntes/administracion\\_de\\_empresas/costodecalidadnociiones/default.asp](http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/costodecalidadnociiones/default.asp). (31/10/09)
- Mowen, M, Hansen, D. (2007). Administración de costos: Contabilidad y control. Mexico.
- Pagella, N. Consultor Ingeniero y Especialista en Calidad. Extraído de:  
[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/costosdecalidadgestion/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/costosdecalidadgestion/).(15/11/09)
- Perdomo Burgos.(2004) Administración de los costos de la Calidad, Bogota ICONTEC.

Ripoll, V. (2002). La contabilidad de gestión en los procesos de gestión y reducción de los costes de la calidad. Revista Legis del contador, N° 11, p. 150-174.

Ruiz, M. Costos de calidad. (s.m.d). Extraído de: <http://www.uv.mx/iiesca/revista/documents/costos2002-1.pdf>. (22/11/09)

Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica. México: Limusa S.A.

Tompson, I. (2005). La Satisfacción del cliente. Extraído de: <http://www.promonegocios.net/mercadotecnia/satisfaccion-cliente.htm>. (27/11/09).

[http://www.icontec.org/BancoConocimiento/N/normas\\_y\\_publicaciones/normas\\_y\\_publicaciones.asp?CodIdioma=ESP&codMenu=60&codSubMenu=429&codItem=0](http://www.icontec.org/BancoConocimiento/N/normas_y_publicaciones/normas_y_publicaciones.asp?CodIdioma=ESP&codMenu=60&codSubMenu=429&codItem=0)  
(20/01/2010)

[http://www.articulosinformativos.com/Costos\\_de\\_la\\_No\\_Calidad-a1154074.html](http://www.articulosinformativos.com/Costos_de_la_No_Calidad-a1154074.html)  
(01/02/2010)

<http://www.indumil.gov.co/> (20/06/2010)

<http://www.imcportal.com/contenido.php?option=showpagecat&scat=17>(02/02/2010)

<http://www.ingeminas.gov.co/>(02/07/2010)

<http://www.tecnologiaycalidad.galeon.com/calidad/6.htm> (03/02/2010)

[http://www.eticayempresa.com/monografias\\_rec/historiacalidad.pdf](http://www.eticayempresa.com/monografias_rec/historiacalidad.pdf) (03/02/2010)

M.A.S.V <http://emprendimiento.elevatusideas.org/content/view/332771/HISTORIA-DE-LA-CALIDAD.html>). Enviado el 03/12/2008. (02/02/2010)

Lic. Yileivys Cruz Suárez, Lic. Deglis Arias Reyna, Lic. Arianna Rodríguez Méndez, Lic. Semassa Pierre Avoce y Dra. Lidia María Crestelo Martínez, Evolución histórica de los costos de calidad. Extraído de <http://www.gestiopolis.com/finanzas-contaduria/evolucion-historica-de-los-costos-de-calidad.htm>. (02/06/2009)

[http://enciclopedia.us.es/index.php/Organizaci%C3%B3n\\_Internacional\\_para\\_la\\_Normalizaci%C3%B3n](http://enciclopedia.us.es/index.php/Organizaci%C3%B3n_Internacional_para_la_Normalizaci%C3%B3n) (05/06/2010)

Gutarra Montalvo Víctor Alberto, Implementación de los círculos de calidad en el instituto superior tecnológico Itec. Extraído de:



[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/Gutarra\\_M\\_V/Cap2.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/Gutarra_M_V/Cap2.pdf)  
(24/05/2010)

<http://www.mitecnologico.com/Main/FilosofiaDePhilipBCrosby>(25/01/2010)

Cabreja Jorge, Ávila Pérez Iraidá, Procedimiento Para el Cálculo de Los Costos de Calida. Extraído de liudmilajc@ult.edu.cu (02/02/2010)

<http://www.eumed.net/ce/2009a/jcap.htm>(04/04/2010)

Poveda Ramos Gabriel La Minería Colonial Y Republicana, Cinco siglos de variantes y desarrollos, Tomado de: Revista Credencial Historia. (Bogotá - Colombia). Edición 151 Julio de 2002. Extraído de <http://www.lablaa.org/blaavirtual/revistas/credencial/julio2002/lamineria.htm>(01/02/2010)

<http://www.mailxmail.com/curso-sistema-gestion-calidad-iso-9001/que-es-sistema-gestion-calidad> (06/02/2010)

<http://canales.solucionesong.org/detalle/?id=73&idi=2>.(03/02/2010)

<http://www.revistavirtualpro.com/revista/index.php?ed=2005-04-01&pag=9>(01/04/2010)

[http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/Publicaciones/indata/v05\\_n1/calidad.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/Publicaciones/indata/v05_n1/calidad.htm)  
(04/02/2010)

Características del sector minero Colombiano. Supersociedades, 2007 Extraído de <http://sirem.supersociedades.gov.co/SIREM/files/estudios/SECTORMINERO.pdf>  
(02/02/2010)

<http://www.uclm.es/users/higueras/yymm/YM15.html>(03/02/2010)

Minería a Cielo Abierto, no existe otra actividad industrial tan agresiva ambiental, social y culturalmente. Extraído de <http://www.biodisol.com/medio-ambiente/mineria-a-cielo-abierto-no-existe-otra-actividad-industrial-tan-agresiva-ambiental-social-y-culturalmente-medio-ambiente-contaminacion/>(03/02/2010)

[http://www.ingeminas.gov.co/component/option,com\\_glossary/func,display/letter,C/Itemid,124/catid,82/limit,20/limitstart,140/](http://www.ingeminas.gov.co/component/option,com_glossary/func,display/letter,C/Itemid,124/catid,82/limit,20/limitstart,140/)(04/02/2010)

[http://www.quiminet.com/ar2/ar\\_AAaszgtarm-pizarra-arenisca-cuarcita-caliza-y-marmol-tipos-de-piedra-para-construccion.htm](http://www.quiminet.com/ar2/ar_AAaszgtarm-pizarra-arenisca-cuarcita-caliza-y-marmol-tipos-de-piedra-para-construccion.htm)(05/02/2010)

[http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi\\_rocas/caliza.htm](http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_rocas/caliza.htm)(05/02/2010)

<http://www.cornare.gov.co/web2009/index.php/la-region>

([http://planeacion.gobant.gov.co/descargas/instructivos/puerto\\_triunfo.pdf](http://planeacion.gobant.gov.co/descargas/instructivos/puerto_triunfo.pdf))(05/02/2010)

Pagella Nelson H, El sistema de costos de calidad: una forma de medir la gestión en la empresa. Extraído de:  
[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/costosdecalidadgestion/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/costosdecalidadgestion/)(05/02/2010)

[http://www.aimecuador.org/capacitacion\\_archivos\\_pdf/Explotaci%C3%B3n%20de%20canteras.pdf](http://www.aimecuador.org/capacitacion_archivos_pdf/Explotaci%C3%B3n%20de%20canteras.pdf)(05/02/2010)