



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“EVALUACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA DEL SUPRESOR DL10 PLUS PARA CONTROL DE POLVO EN EL MANTENIMIENTO DE VÍAS INTERNAS DE MINERA YANACOCHA SRL”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera de Minas

Autor:

Sandra Pilar Alvarez Chávez

Asesor:

Ing. Victor Alvarez León

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con todo mi cariño para mi familia; de manera especial para mi hija Sofía y mis padres quienes me incentivan día a día para lograr exitosamente mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar un sincero agradecimiento, en primer lugar, a Dios por brindarme salud, fortaleza y capacidad; también hago extenso este reconocimiento a mi Coach Dante Benites; quien me ha enseñado estrategias para reconducir mis metas personales y profesionales.

Agradezco también al Ingeniero Lelis Abanto y su equipo de trabajo del área de Medio Ambiente de MY SRL., Ingeniero Francisco Cuadros, Fredi Cardenas, Freddy Tapia; gracias por la información brindada, los cuales me han servido para desarrollar mi proyecto de investigación satisfactoriamente, cumpliendo con las expectativas deseadas.

Gracias también a mi apreciada amiga Carliza Montoya por alentarme en este camino de grandes retos.

Tabla de contenidos

| | |
|--|-----------|
| DEDICATORIA | 1 |
| AGRADECIMIENTO | 3 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 5 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 7 |
| RESÚMEN | 8 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN..... | 8 |
| 1.1. Realidad problemática..... | 9 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 13 |
| 1.3. Objetivos | 13 |
| 1.3.1 Objetivo general..... | 13 |
| 1.3.2 Objetivo eespecífico..... | 14 |
| 1.4. Hipótesis..... | 14 |
| 1.4.1 Hipótesis general..... | 13 |
| 1.4.2 Hipótesis eespecífico..... | 14 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA..... | 16 |
| 2.1. Tipo de investigación | 16 |
| 2.2. Población y muestra | 16 |
| 2.2.1 Población..... | 16 |
| 2.2.2 Muestra..... | 17 |
| 2.2.3 Materiales y equipos..... | 19 |
| 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos..... | 19 |
| 2.3.1 Técnicas e instrumentos de recoleccion de datos..... | 19 |
| 2.3.2 Técnicas e instrumentos de análisis de datos.. | 20 |
| 2.4. Procedimiento..... | 21 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS..... | 23 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES..... | 33 |
| 4.1. Discusión..... | 33 |
| 4.2. Conclusiones | 50 |
| REFERENCIAS..... | 52 |
| ANEXOS | 53 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 1. | <i>Estándares de calidad ambiental para el aire.....</i> | 23 |
| Tabla 2. | <i>Vías de servicio activo – Proyectos de Capital Sostenible</i> | 27 |
| Tabla 3. | <i>Programa de recursos - N° de cisternas de agua DCS.....</i> | 27 |
| Tabla 4. | <i>Vías de acarreo activo – Operaciones Mina.....</i> | 28 |
| Tabla 5. | <i>Programa de recursos – N° de cisternas de agua Mina</i> | 29 |
| Tabla 6. | <i>Composición DL-10 Plus</i> | 31 |
| Tabla 7. | <i>Propiedades Físicas y Químicas DL-10 Plus.....</i> | 32 |
| Tabla 8. | <i>Estaciones Meteorológicas MYSRL.....</i> | 41 |
| Tabla 9. | <i>Estaciones de Monitoreo de calidad de aire MYSRL</i> | 43 |
| Tabla 10. | <i>Status reportes de sub-contratistas del consumo de agua 2016 – 2018 MYSRL.....</i> | 44 |
| Tabla 11. | <i>Áreas regadas en MYSRL – Vías de Servicio PCS</i> | 44 |
| Tabla 12. | <i>Áreas regadas en MYSRL – Vías de acarreo activo OPM.....</i> | 45 |
| Tabla 13. | <i>Longitud Total de áreas regadas en MYSRL.....</i> | 45 |
| Tabla 14. | <i>Recursos de equipos utilizados para el riego de vías en MYSRL</i> | 46 |
| Tabla 15. | <i>Resumen consumo de agua periodo 2016 - 2018 OPM & PCS.</i> | 46 |
| Tabla 16. | <i>Resumen costo del agua periodo 2016 - 2018 PCS & OPM.....</i> | 51 |
| Tabla 17. | <i>Consumo de agua más el aditivo DL10 Plus periodo 2019 OPM & PCS</i> | 58 |
| Tabla 18. | <i>Resumen costo de agua más el aditivo DL10 Plus periodo 2019 OPM & PCS.....</i> | 61 |
| Tabla 19. | <i>Consumo de agua 2016 - 2018 y agua mas el aditivo DL10 Plus 2019 PCS.....</i> | 64 |
| Tabla 20. | <i>Consumo de agua 2016 - 2018 y agua mas el aditivo DL10 Plus 2019 OPM.</i> | 66 |
| Tabla 21. | <i>Costo de equipos para el riego de las vías en MYSRL</i> | 68 |
| Tabla 22. | <i>Costo de equipos 2018 - 2019 Vías de servicio activo PCS.....</i> | 68 |
| Tabla 23. | <i>Consumo promedio y costo, solamente agua del periodo 2016 – 2018 PCS.....</i> | 69 |
| Tabla 24. | <i>Costo de riego utilizando solamente agua, periodo 2016 -2018 PCS</i> | 69 |
| Tabla 25. | <i>Consumo y costo de agua donde se utilizó aditivo DL10 Plus periodo 2019 PCS....</i> | 70 |
| Tabla 26. | <i>Costo de riego utilizando agua mas aditivo DL10 Plus periodo 2019 PCS.</i> | 70 |
| Tabla 27. | <i>Ahorro generado en la temporada seca del año 2019 PCS</i> | 70 |
| Tabla 28. | <i>Consumo promedio y costo, solamente agua del periodo 2016 – 2018 OPM.....</i> | 71 |
| Tabla 29. | <i>Costo de riego utilizando solamente agua, periodo 2016 -2018 OPM.....</i> | 71 |
| Tabla 30. | <i>Consumo y costo de agua donde se utilizó aditivo DL10 Plus periodo 2019 OPM ..</i> | 71 |
| Tabla 31. | <i>Costo de riego utilizando agua mas aditivo DL10 Plus periodo 2019 OPM.</i> | 72 |
| Tabla 32. | <i>Ahorro generado en la temporada seca del año 2019 OPM.....</i> | 72 |

ÍNDICE DE FIGURA

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1.</i> Agua en el planeta..... | 10 |
| <i>Figura 2.</i> Clave de la minería HOY | 13 |
| <i>Figura 3.</i> El agua y la minería..... | 14 |
| <i>Figura 4.</i> Uso del agua en el Perú | 16 |
| <i>Figura 5.</i> Aplicación de la Bischofita..... | 18 |
| <i>Figura 6.</i> Aplicación del producto DASAUT | 20 |
| <i>Figura 7.</i> Aplicación del producto DASAUT dosis de impacto para 12000 M ₂ | 20 |
| <i>Figura 8.</i> Grafico / Medición del material particulado..... | 20 |
| <i>Figura 9.</i> Ruta del agua para Control de Polvo..... | 25 |
| <i>Figura 10.</i> Puntos de ubicación de Garzas..... | 26 |
| <i>Figura 11.</i> Ubicación de MY SRL..... | 36 |
| <i>Figura 12.</i> Ubicación de Vías de acarreo activo OPM y Vías de servicio activo CPS MY SRL. | 38 |
| <i>Figura 13.</i> Promedio de precipitación y evaporación de las estaciones La quinua y Yanacocha. | 42 |
| <i>Figura 14.</i> Promedio multianual de las temperaturas..... | 42 |
| <i>Figura 15.</i> Tendencia consumo de agua periodo 2016..... | 47 |
| <i>Figura 16.</i> Porcentaje consumo de agua periodo 2016..... | 47 |
| <i>Figura 17.</i> Tendencia consumo de agua periodo 2017..... | 48 |
| <i>Figura 18.</i> Porcentaje consumo de agua periodo 2017..... | 48 |
| <i>Figura 19.</i> Porcentaje consumo de agua periodo 2018..... | 49 |
| <i>Figura 20.</i> Porcentaje consumo de agua periodo 2018..... | 49 |
| <i>Figura 21.</i> Tendencia consumo de agua en época seca periodo 2016 - 2018 PCS. | 50 |
| <i>Figura 22.</i> Tendencia consumo de agua en época seca periodo 2016 - 2018 OPM..... | 50 |
| <i>Figura 23.</i> Tendencia del costo del agua 2016 OPM & PCS..... | 52 |
| <i>Figura 24.</i> Porcentaje del costo del agua 2016 OPM & PCS. | 52 |
| <i>Figura 25.</i> Tendencia costo del agua 2017 OPM & PCS. | 53 |
| <i>Figura 26.</i> Porcentaje costo del agua 2017 OPM & PCS..... | 53 |
| <i>Figura 27.</i> Tendencia costo del agua 2018 OPM & PCS. | 54 |

| | |
|---|----|
| <i>Figura 28.</i> Porcentaje costo del agua 2018 OPM & PCS. | 54 |
| <i>Figura 29.</i> Resumen costo de agua en época seca periodo 2016-2018 PCS..... | 55 |
| <i>Figura 30.</i> Resumen costo de agua en época seca periodo 2016-2018 OPM. | 55 |
| <i>Figura 31.</i> Resumen meteorológico 2019..... | 57 |
| <i>Figura 32.</i> Promedio de Temperatura – Lluvias 2019..... | 57 |
| <i>Figura 33.</i> Diagrama de Temperatura MY. | 58 |
| <i>Figura 34.</i> Tendencia consumo de agua periodo 2019 OPM & PCS. | 59 |
| <i>Figura 35.</i> Porcentaje consumo agua periodo 2019 PCS & OPM. | 59 |
| <i>Figura 36.</i> Tendencia consumo de aditivo 2019 OPM & PCS. | 60 |
| <i>Figura 37.</i> Porcentaje de consumo de aditivo periodo 2019 PCS & OPM..... | 60 |
| <i>Figura 38.</i> Tendencia costo de agua mas aditivo DL10 Plus 2019 OPM & PCS. | 61 |
| <i>Figura 39.</i> Porcentaje costo de agua mas aditivo DL10 Plus 2019 OPM & PCS. | 62 |
| <i>Figura 40.</i> Tendencia costo de agua mas aditivo DL10 Plus periodo 2019 OPM & PCS..... | 62 |
| <i>Figura 41.</i> Porcentaje costo de agua mas aditivo DL10 Plus periodo 2019 OPM & PCS. | 63 |
| <i>Figura 42.</i> Tendencia consumo de agua 2016-2018 y agua mas aditivo DL10 Plus 2019 PCS. | 64 |
| <i>Figura 43.</i> Resumen consumo de agua 2016-2019 y agua mas aditivo DL10 Plus 2019 PCS..... | 65 |
| <i>Figura 44.</i> Tendencia del consumo de agua 2016-2018 y agua más aditivo DL10 Plus 2019 OPM. | 66 |
| <i>Figura 45.</i> Resumen consumo agua 2016-2018 y consumo agua más aditivo DL10 Plus 2019 OPM ... | 67 |

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal realizar la evaluación técnica - económica del supresor DL10Plus para el control de polvo particulado, en el mantenimiento de vías internas de Minera Yanacocha SRL; la que, consistió en la comparación del consumo de agua del periodo 2016 al 2018; con el propósito de demostrar que, si existe una diferencia significativa con respecto al consumo de agua del año 2019, sobre todo en temporada seca.

Se realizó una investigación cuantitativa, donde se demuestra de forma concluyente las ventajas económicas del uso del supresor DL10 Plus, tal como se puede observar en el análisis de rentabilidad de línea base y la comparación de costos en el tiempo.

La muestra en estudio consistió en dos tramos, Vías de servicio activo PCS y Vías de acarreo activo OPM.

Como resultado, en el análisis del año 2019 discriminando solo temporada seca que son los meses de junio a septiembre se ha logrado una reducción en el consumo de agua, siendo esta de un 11.78% del total del trimestre, comparado al consumo del periodo 2016 - 2018; a la vez se aprecia que el costo de los equipos se ha reducido en un 37.28% con respecto al año 2018; llegando a un ahorro total de \$40,685.54 solo en temporada seca, ahorro visible sobre todo en el área de PCS (Vías de servicio activo).

En tal sentido, se concluye que es importante contar con una tecnología innovadora para el control de polvo particulado, acción que por efecto va a generar ahorro de costos operacionales y reducción de consumo de agua siendo este último de vital importancia para la minería, ya que el ahorro de agua impacta de manera positiva en la gestión ambiental.

Palabras claves: PCS Proyecto de Capital Sostenible (Vías de servicio activo), OPM Operaciones Mina (Vías de acarreo activo).

SUMMARY

The main objective of this research is to carry out the technical-economic evaluation of the DL10 Plus suppressor for particulate dust control on the maintenance of internal roads of Minera Yanacocha SRL. This consisted of comparing water consumption from 2016 to 2018 with the aim of demonstrating if there is a significant difference from the water consumption of 2019, especially in the dry season.

Quantitative research conclusively demonstrated the economic benefits of using the DL10 Plus suppressor, as can be seen in baseline profitability analysis and cost comparison over time. The study areas consisted of two sections: PCS Active Duty Routes and OPM Active Haul Tracks.

As a result, in the analysis of 2019 only during the dry season from June to September, the use of DL10 Plus suppressant achieved a 11.78% reduction in water consumption during the quarter, compared to consumption in the period 2016 - 2018. At the same time the cost of equipment operation was reduced by 37.28% (compared to 2018) reaching a total savings of \$40,685.54 in dry season alone. The savings were mostly achieved in the area of PCS (Active Duty Roads).

In conclusion, it is important to have an innovative technology for the control of particulate dust, an action that by effect will generate savings of operational costs and reduce water consumption; the latter of vital importance for mining by providing a positive impact on environmental management.

Keywords: PCS Sustainable Capital Project (Active Service Ways), OPM Operations Mine (Active Haul Routes).

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El 71% del agua en la tierra se encuentra en los mares y océanos, cubriendo el 71% de la superficie del globo, el 97% de toda el agua existente es agua de mar el 3% restante corresponde a agua dulce, alrededor del 2% está congelada en los polos el resto es agua dulce natural líquida, (1% del total) que en gran parte se encuentra en acuíferos muy profundos difíciles de aprovechar; la limitada disponibilidad de agua dulce, se agrava por su distribución desigual en las superficies continentales, generando zonas de abundancia y zonas de escasez (Chaparro, 2009).

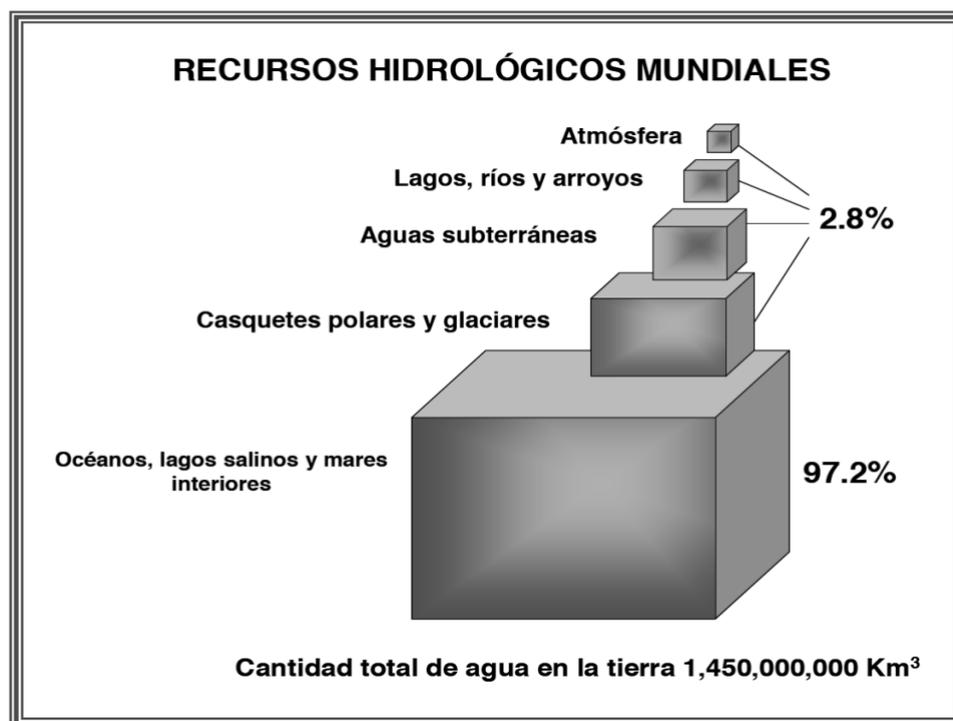


Figura 1. Agua en el planeta

Fuente: Eduardo Chaparro Avila CEPA/DRNI

A partir del estudio se exige realizar gestión del agua con fines preventivos debido a que los sectores industrial y agrícola acaparan la gran parte del agua que se consume en la sociedad actualmente; en el sector agrícola se desaprovecha más del 60% de la cantidad del agua por una mala gestión, infraestructuras ineficientes o en mal estado; por su parte, en la industria los problemas vienen por parte de su gestión, ya que la gran parte del agua que se emplea es impactada sin ser depurada o potabilizada de nuevo. (ISO 14001, 2015)

Actualmente se estima que la agricultura consume el 70% y la industria el 20% del consumo mundial de agua, lamentablemente las previsiones apuntan a un aumento en las necesidades de agua en la industria; en tal sentido se advierte la aplicación del Programa Mundial de los Recursos Hídricos que, si no se toman medidas a tiempo, le será muy difícil al planeta hacer frente al déficit de agua en un 40% para los próximos 15 años; insistiendo en que el agua y las aguas residuales son importantísimas para alcanzar muchos de los objetivos del desarrollo sostenible. (ONU - Unesco, 2004)

Cifras en la gestión de la industrial indican que en la mayoría de las empresas industriales se utiliza agua, en mayor o menor medida; es muy difícil encontrar una industria que actualmente no funcione con agua; el volumen utilizado constituye entre un 10% y un 20%, sin embargo, estas actividades ejercen una gran presión sobre todos los recursos hídricos, no tanto por el consumo, si no por los impactos ambientales derivados de dichas actividades, como vertidos e impactos. (ONU - Unesco, 2004)

La producción industrial sigue en crecimiento, y paralelamente a esta, también lo hace el consumo de agua para estas prácticas; aunque los niveles de consumo en los países en desarrollo se está comenzando a estabilizar e incluso en algunos ha empezado a descender, estos casos aun son muy escasos; lógicamente, en la actualidad, el industrial es un sector muy importante en el desarrollo de los países, ya que juega un papel fundamental en el progreso económico de estos. (ONU - Unesco, 2004)

Dentro de la industria también encontramos al sector minero quien también consume agua en sus distintos procesos; en estos últimos años la minería ha producido un gran impacto ambiental debido al incremento de equipos empleados para el transporte interno del material, es por ello que el sector de la minería debe afrontar un compromiso permanente relacionado a mejorar las practicas mineras a fin de prevenir condiciones anormales de la biosfera, en tal sentido el consumo de agua incluye todas aquellas actividades en las que el uso de agua produce perdidas en relación a la cantidad inicial suministrada. (Chaparro, 2009)

Uno de los procesos en la minería, que requiere el uso de agua es la del riego de vías internas para reducir el material particulado en suspensión esta actividad se realiza de forma preventiva a fin de evitar mayor impacto al aire; cifras disponibles indican que el agua utilizada en riego de caminos puede variar entre 0 y el 15% del consumo total de agua de una operación minera (Chaparro, 2009)

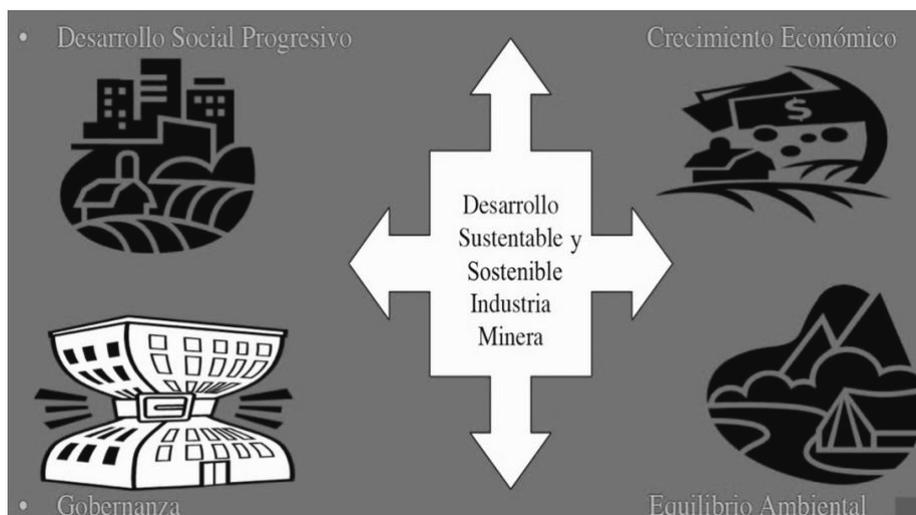


Figura 2. Clave de la minería HOY

Fuente: Eduardo Chaparro Avila CEPA/DRNI

La minería en el Perú con respecto al uso del agua esta sujeto al cumplimiento de los requisitos ambientales a fin de demostrar que sus procesos utilizan el agua de una manera consiente y sostenible; artículo 90.- Del recurso agua continental: El Estado promueve y controla el aprovechamiento sostenible de las aguas continentales a través de la gestión integrada del recurso hídrico, previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran; regula su asignación en función de objetivos sociales, ambientales y económicos; y promueve la inversión y participación del sector privado en el aprovechamiento sostenible del recurso. (Ley General del Ambiente N°28611, 2005)

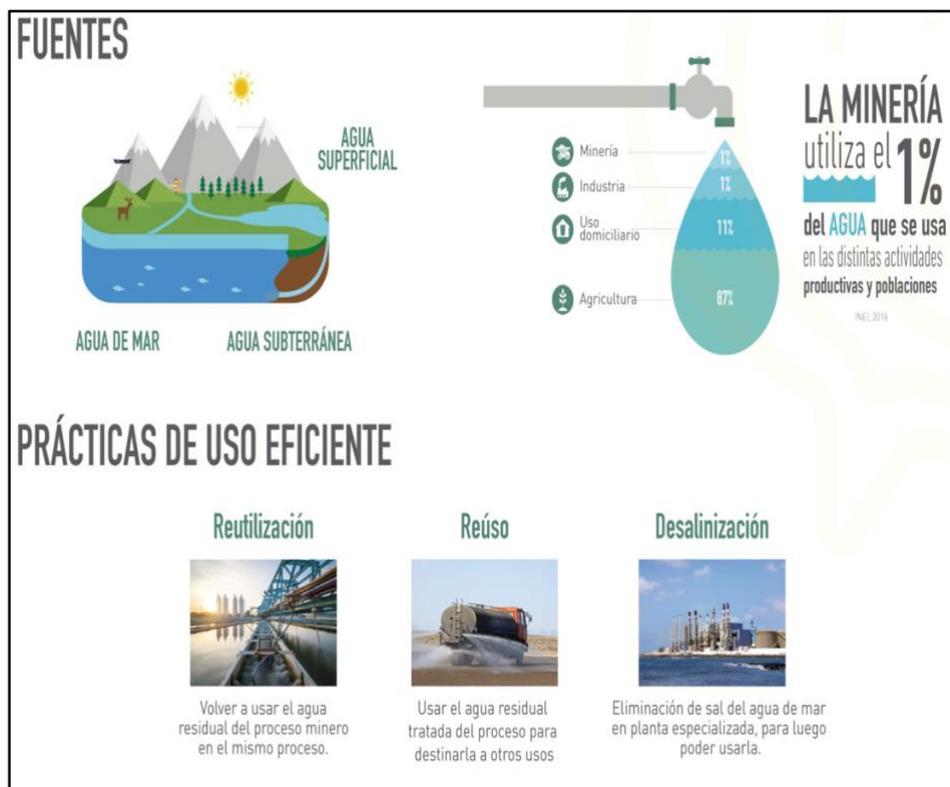


Figura 3. El agua y la minería

Fuente: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía

Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación; el estado es soberano en su aprovechamiento en tal sentido por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. (Congreso Constituyente Democrático, 1993)

Los procesos mineros tienen por compromiso lograr lo siguiente: (i) El compromiso de los altos funcionarios, técnicos, operarios y de toda la organización, que tiene a su cargo social de la misma. (ii) La adopción voluntaria de prácticas de responsabilidad social y nuevas tecnologías, complementarias a los requerimientos legales, que

maximicen los impactos positivos y minimicen los impactos negativos de la actividad minera. (Ministerio de Energía y Minas, 2014)

En la gestión del ambiente sus componentes, se sustentan en la integración equilibrada de los aspectos sociales, ambientales y económicos del desarrollo nacional, así como en la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones (Ministerio del Ambiente, 2005)

Aquí la generación ambiental tiene como objetivos prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental; cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptan las medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación, que correspondan. (Ministerio del Ambiente, 2005)

Por ende, el riego de vías es el control para el polvo particulado, esperando de una manera preventiva la solución del problema a nivel mundial en minas y canteras, y siendo el agua y la energía claves para el desarrollo futuro, la escasez de ambos recursos incrementa el costo operacional y determina la capacidad de cumplir con los requerimientos y objetivos de producción. (Propio, 2019)

En la actualidad ya se cuenta con sistemas de control de polvo con regado de agua en base a supervisión visual, alto consumo de agua, sistemas de regado ineficientes, accidentes e incidentes por presencia de polvo, a lo que se suma que no existe monitoreo de la condición de los caminos, expresó. (Antezano, 2015)

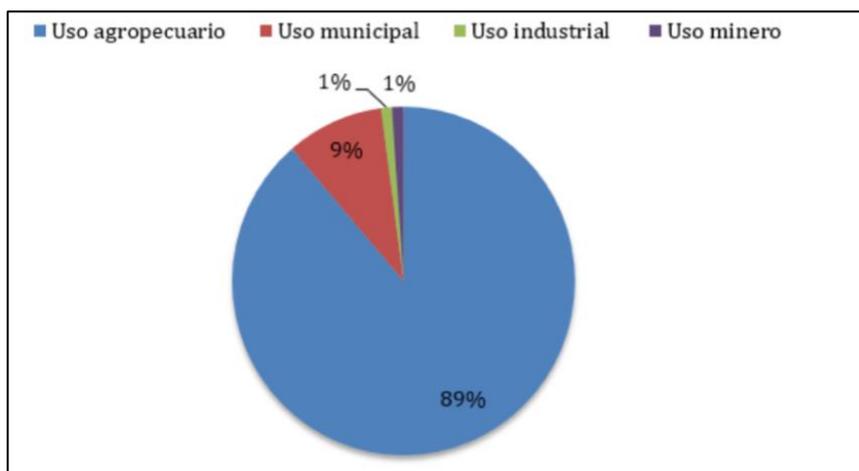


Figura 4. Uso del agua en el Perú

Fuente: ONU para la AA (FAO), 2015

La protección de los recursos hídricos y el saneamiento, permite a las empresas reducir costos operativos, proteger a la empresa del estrés hídrico y mejorar la imagen de la empresa frente a los consumidores, sus inversores y las comunidades cercanas, en tal sentido las operaciones mineras modernas hoy en día aplican prácticas sostenibles y a la vez rentables enfocados en el aprovechamiento eficiente de los recursos como por ejemplo el agua. (Propio, 2019)

En el proceso de riego de vías dentro de la minería, se ha identificado que el consumo de agua se incrementa en temporada seca, la minería moderna aplica hoy en día la adición de supresores a fin de reducir el consumo de agua en temporada seca, así de esta manera se da paso al ahorro del recurso natural y energía. (Propio, 2019)

Practica ambiental aplicada en minera Southern Perú - Cuajone; reducción de consumo de agua y el manejo del control de polvos mediante la aplicación de “Bischofita”, practica orientada a la supresión y control de polvo en caminos no pavimentados y de alto tránsito vehicular (en cantidad y peso), denominado DustMag®; el servicio consta de cuatro pilares; el primero se refiere al suministro del supresor de polvo (Bischofita, a granel o en soluciones líquidas ya preparadas); el segundo, en tanto, es la preparación del supresor. “Si el producto llega a faena a granel, la solución líquida puede ser preparada in situ, en planta”; la preparación es el primer paso para cerciorar la dosificación adecuada para los caminos, se asegura la óptima saturación; el tercer paso corresponde a la aplicación del supresor, etapa que requiere de un riego tecnificado y a presión. “Esto es aplicar tasas de riego (en litros por metro cuadrado de camino) para lograr una dosis de aplicación, según las condiciones y requerimientos de los caminos; lograr controlar las tasas de riego permite determinar las próximas aplicaciones en un mismo metro cuadrado”; de acuerdo a datos de la empresa, (una de las más importantes del sector) dentro de los beneficios cuantitativos del servicio, se encuentra una reducción del polvo superior al 70%, una menor resistencia a la rodadura (sobre 1%), ahorro en neumáticos (sobre 2%) y ahorro de agua superior al 90 por ciento; por último, el cuarto pilar permite planificar los riegos y aplicaciones de manera segura y con una alta eficiencia y bajo costo”, el control de estos 4 pilares permite asegurar el cumplimiento de los KPI’s demostrando (eficiencia en la supresión de polvo, ahorro de agua, ahorro en el uso de equipos, seguridad) con la mejor relación costo/eficiencia. (Southern Perú, 2019)



Figura 5. Aplicación de la Bischofita

Fuente: Southern Perú, 2019

Práctica ambiental aplicada en Minera Shahuindo – Tahoe Perú; Ubicado en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca; a una altura entre 2400 y 3600 msnm; área considerada vías de acarreo tajo (*Rampa Paola hacia DME Sur*), camino 1Km de vía no pavimentada, se realiza seguimiento desde el 29 de mayo del 2018 al 06 de junio del 2018; área total de aplicación 12,000 m²; consideraciones de temperatura 7°C a 24°C; velocidad del viento 3 a 11 KM/h; humedad relativa 40%. (Invetisa, 2019)

En la minería las labores de extracción, transporte y procesos generan partículas en diversos tamaños las cuales son liberadas al medio ambiente ocasionando diversos

problemas, entre estos: daños a la salud humana y animal principalmente por inhalación, cobertura del follaje de la flora reduciendo drásticamente la fotosíntesis, reducción de la visibilidad en los caminos con pérdidas en horas/hombre y horas/maquina, obstrucción y daño de equipos de trabajo; ante esta problemática la compañía Industrial Vetsi Internacional S.A. - INVETISA ha desarrollado un producto orgánico con el fin de suprimir el polvo formado, sin ocasionar ningún impacto negativo en el medio ambiente. Por ello se ha elaborado un protocolo de aplicaciones con el producto con el fin de reducir la polución de polvo y demostrar su eficiencia en una prueba la cual se detalla en el presente informe. (Invetisa, 2018)

Descripción del DASAUT supresor orgánico para el control de polvo: Es un producto orgánico, a base de polisacáridos de alto peso molecular extraídos de diversas especies vegetales. La naturaleza de estos polisacáridos es aglutinar, aglomerar, adherir, las pequeñas partículas de polvo y lograr que estas aumenten en volumen y peso evitando así su fácil levantamiento a partir del suelo. Los polisacáridos son biomoléculas formadas por gran cantidad de monosacáridos. Los principales polisacáridos son la celulosa, el almidón, la quitina y el glucógeno. La celulosa es el polisacárido que forma parte de la pared celular de los vegetales, junto a la lignina que constituye los troncos de los árboles y arbustos. Dado que es un producto orgánico, no genera ningún peligro para las personas, animales, equipos o medio ambiente y es el único supresor en el mundo con certificado EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos); Metodología de aplicación, el abastecimiento de cisternas con agua y DASAUT, se procede a llenar la cisterna con 2500 Gal. de agua, en el transcurso del llenado se vierte el producto DASAUT con la finalidad de conseguir una mezcla homogénea. (Invetisa, 2018)



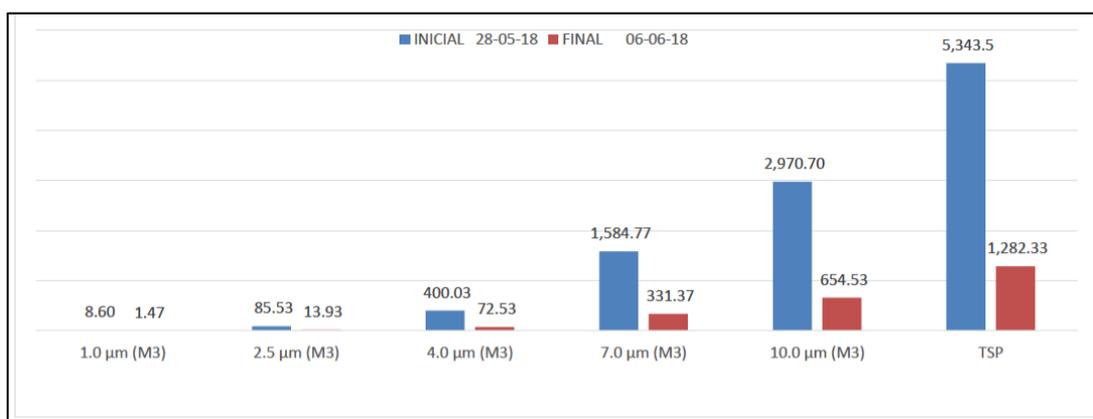
Figura 6. Aplicación del producto DASAUT

Fuente: Shahuindo / TahoePerú, 2018

| Día | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 24 litros de DASAUT / 12,000 litros de agua | 09:00 am | | | | | | | | | | |
| | 12:00 m | | | | | | | | | | |
| | 3:00 pm | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 09:00 am |
| | | | | | | 12:00 m |
| 12 litros de DASAUT / 12,000 litros de agua | | | | | | 3:00 pm |

Figura 7. Aplicación del producto DASAUT dosis de impacto para 12000 M².

Fuente: Shahuindo / TahoePerú, 2018



| MEDICIÓN | 1.0 µm (M3) | 2.5 µm (M3) | 4.0 µm (M3) | 7.0 µm (M3) | 10.0 µm (M3) | TSP |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|----------|
| INICIAL 28-05-18 | 8.60 | 85.53 | 400.03 | 1,584.77 | 2,970.70 | 5,343.5 |
| FINAL 06-06-18 | 1.47 | 13.93 | 72.53 | 331.37 | 654.53 | 1,282.33 |
| PORCENTAJE (%) | -82.95 | -83.71 | -81.87 | -79.09 | -77.97 | -76.00 |

Figura 8. Grafico / Medición del material particulado.

Fuente: Shahuindo / TahoePerú, 2018

DASAUT ha sido reconocido por la División de Diseño para el medio ambiente (*Design for Environment*) de la EPA (*agencia de protección ambiental*) como un producto exitoso e innovador para la mitigación del polvo en suspensión felicitando el hecho de que no contenga productos químicos peligrosos ni adhesivos tóxicos. (*Se transcribe carta de la EPA de USA*); gracias a la buena disposición del área de Operaciones Mina y a la completa colaboración de los operadores de cisterna se pudo realizar la prueba de manera eficiente, comprobando en la zona de prueba grandes cambios referentes a la supresión de polvo, La medición del flujo de camiones arrojó un promedio por hora de 15 camiones de 35 toneladas y 7 camionetas pick up; La humedad promedio del ambiente es de 40% y la velocidad del viento alcanza un promedio de entre 0 y 11 km/h; Se observó que la máxima evaporación del agua regada ocurre durante el intervalo de las 11:00 a 13:00 horas; se concluye con las siguientes ventajas en la primera etapa para la formación de una capa estable de polisacárido orgánico, requiere de 4 a 7 días como mínimo, esto dependerá del tráfico en cada camino; una vez formada, se observarán cambios en el comportamiento del polvo; en el caso específico de la zona de pruebas, esta etapa se alcanzó desde el 7mo día; DASAUT funcionó dentro de la expectativa planeada por Industrial Vetsi International SA. - Invetisa; es necesario mantener un programa de operación permanente que incluya riego y aplicación de producto; DASAUT es un coadyuvante para la acción humectante de agua, ayuda a conservar la humedad de 3 a 5 horas reactivándose en cada nueva humectación; en tal sentido se ha tenido muy buenos resultados en la reducción de material particulado; el uso de DASAUT permite a Mina Shahuindo tener una operación más segura y saludable manteniendo los límites de PM10 por debajo de los límites del máximo permitido. (Invetisa, 2018)

Problemática de Minera Yanacocha; (MYSRL) cumple sistemáticamente con las leyes y reglamentos tanto nacionales como internacionales en los temas de cuidado del medio ambiente, estableciendo un adecuado cierre de minas, creando activos ambientales; Es aquí que nace la necesidad de aplicar controles ambientales innovadores y sostenibles debido a que, en el año 2001, mediante DS N° 074-2001-PNM, se aprobaron por primera vez en el país los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire. En este instrumentos normativo se establecieron valores ECA para seis parámetros; en el año 2017, con el objetivo de actualizar y unificar la normativa en materia de ECA para Aire, se aprobó el DS N° 003-2017-MINAM, a través del cual se actualizan los ECA para Aire, quedando establecidos diez parámetros, en tal sentido en el presente desarrollo de investigación solo tomaremos en cuenta el Material particulado con menor a 10 micras (PM10) y Material particulado con menor a 2,5 micras (PM2,5). (PNM ECA, 2017)

La generación de material particulado dentro de Minera Yanacocha, fue identificado como uno de los aspectos ambientales de mayor escala durante las operaciones mineras como perforación, voladura, transporte por vías de servicio, carguío y acarreo; aspecto que puede afectar la calidad del aire de la mina y de las zonas aledañas, dificultando las actividades y a la vez deteriorando la maquinaria o provocando enfermedades, por ende es importante prestar atención, ya que la situación se agudiza por temporada seca y el agua no es suficiente para la utilización en el proceso productivo del proyecto Mantenimiento de Vías Internas de Minera Yanacocha, teniendo en cuenta que por necesidad se definió la utilización de un producto supresor de polvo DL-10Plus en temporadas secas. (Minera Yanacocha, 2017)

En tal sentido analizaremos los resultados y ventajas ambientales, económicas y a la vez generación del ahorro en el consumo de agua. En tal sentido se desarrollará la investigación analizando la toma de datos de línea base que incluye información de la cantidad de metros cúbicos (m³) de agua consumida y la definición de las áreas impactadas al inicio del proyecto; comparando esta información con el uso actual de un nuevo producto como nueva tecnología aplicada para la reducción de generación de material particulado, aportando de esta manera en el alineamiento con respecto al estándar de calidad ambiental para aire. (PNM ECA, 2017)

Tabla 1.
Estándares de calidad ambiental para el aire

| Parámetros | | | Período | Valor [µg/ m ³] | Criterios de Evaluación | Método de Análisis [1] |
|---|--------------------------------------|-----|----------|--------------------------------|-----------------------------|--|
| Material diámetro (PM _{2,5}). | Particulado menor a 2,5 micras | con | 24 horas | 50 | NE más de 7 veces al año | Separación inercial/filtración (Gravimetría) |
| | | | Anual | 25 | Media aritmética anual | |
| Material diámetro (PM ₁₀). | Particulado menor a 10 micras | con | 24 horas | 100 | NE más 7 veces al año | Separación inercial/filtración (Gravimetría) |

Fuente: Decreto Supremo 003-2017

Practica ambiental aplicada en Minera Yanacocha, todas las vías existentes en Minera Yanacocha han sido construidas con materiales propios, producto del minado o con materiales de las canteras para relleno y lastre de vías; en consecuencia, es usual que se genere polvo debido al tránsito de los diferentes equipos de carguío y acarreo y/o cualquier otro tipo de vehículo que transita por las diferentes áreas de la operación; la más importante medida adoptada para mitigar la generación de polvo, es el riego con agua no potable de las diferentes vías. Este proceso de riego demanda el uso de agua, que se ve incrementado durante la época seca del año (mayo a octubre); debido

a que los puntos de agua superficial autorizados para abastecimiento de agua para riego en la época seca disminuye su volumen, se viene usando como principal fuente de agua para el riego de vías, el excedente de agua que se genera en las plantas de tratamiento AWTP y EWTP; además, se tiene proyectado utilizar para riego de vías (*accesos interior tajo*) el agua superficial y de dewatering que es almacenada en pozas temporales en el interior de los tajos, de estas pozas se extraerá el agua para conducir las hacia las garzas. (Minera Yanacocha, 2018)

El propósito es tener un eficiente control del polvo que se genera en MYSRL, debido al tránsito de vehículos livianos y pesados, en concordancia con las regulaciones aplicables vigentes y las regulaciones ambientales de MYSRL, con la finalidad de evitar o prevenir efectos adversos al medio ambiente (flora y fauna) y la salud humana de los empleados y comunidades vecinas. (Minera Yanacocha, 2018)

Plan de Gestión de Polvo; MYSRL cuenta con un plan integral de control de polvo el cual es actualizado cada año; el plan de control considera: Facilidades para el riego de vías (ubicación de garzas en puntos estratégicos para el abastecimiento de las cisternas); equipos cisternas para realizar el riego; uso de aditivo DL10 Plus; Demandas y oferta de agua. El área que tiene a su cargo la mayor cantidad de vías por controlar es operaciones mina; en esta área además del control de polvo mediante riego con agua y aditivo se ha definido: Reducir la velocidad de los camiones y/o vehículos, cuando la vía se encuentre sin riego, parar o reasignar las flotas de acarreo hasta controlar la generación de polvo; como parte complementaria pero relacionada al plan

de control de polvos, se continuará con el cierre progresivo de facilidades como depósitos y de vías de acarreo; restricción de las vías en desuso o uso esporádico.

Áreas que requieren hacer control de polvo; el plan involucra a las siguientes áreas: área de operaciones mina carguío y acarreo; área de proyectos de capital sostenible. (Minera Yanacocha, 2018)

Además, señaló que el proyecto contempló el uso de aditivos supresores de polvo con la finalidad de extender los periodos de regado. “El periodo de efectividad del aditivo supresor será monitoreado en base a la capacidad de emisión de polvo de una vía tratada con este aditivo”, detalló, el esquema general de la ruta del agua para el control de polvo. (Propio, 2019)

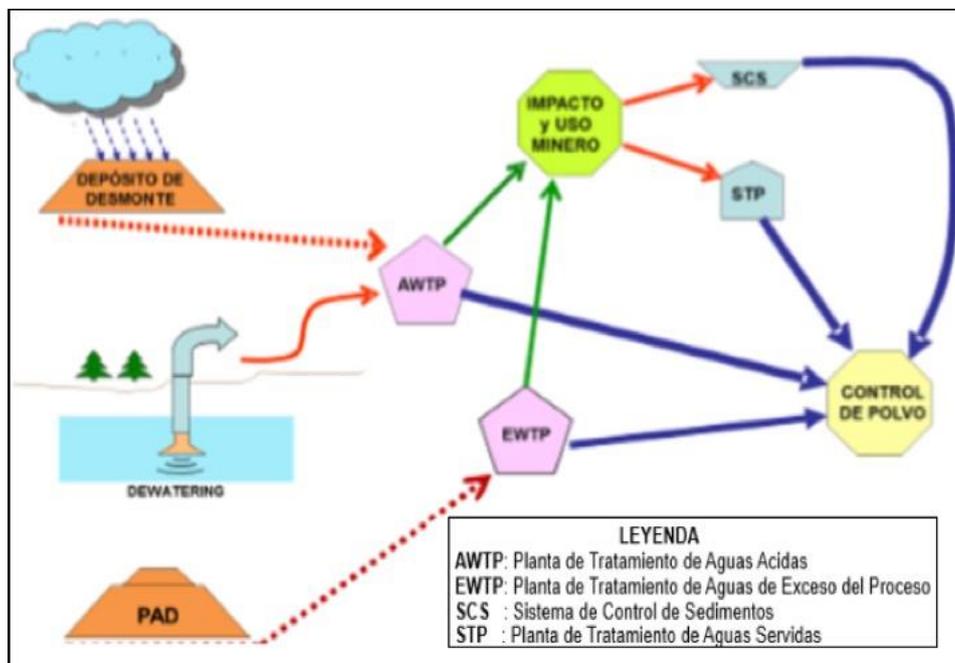


Figura 9. Ruta del agua para Control de Polvo

Fuente: Minera Yanacocha, 2018

Puntos de abastecimiento disponibles; los puntos de abastecimientos principales son las garzas distribuidas estratégicamente; hasta el periodo del 2019 se consideran las siguientes garzas: Garza Nelly, Garza Enriqueta, Garza Chaquicocha, Garza Tres Marías, Garza Rebeca, Garza Cristina, Garza Giuliana, Garza Miluzka, Garza Morales; adicionalmente se cuenta con pozas de sedimentación ubicados en MY que colectan agua de lluvia de acuerdo a las RD N° 1208-2018. (ANA-AAA. JZ-V, 2018)

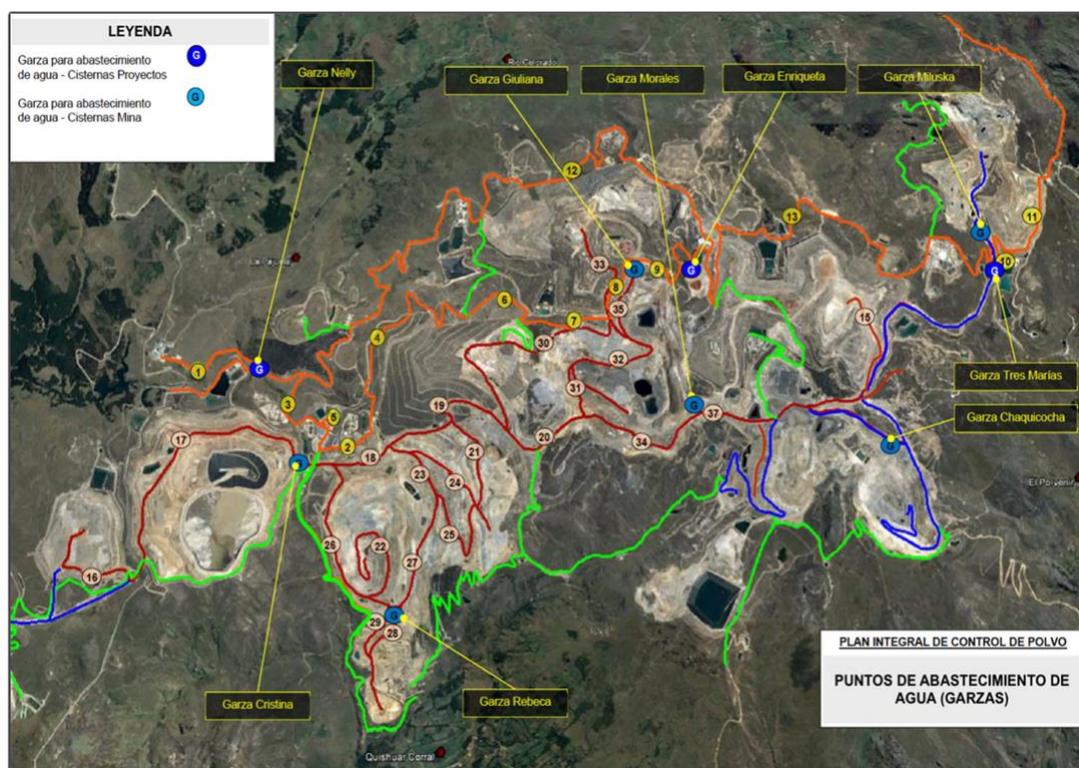


Figura 10. Puntos de ubicación de Garzas

Fuente: Minera Yanacocha, 2018

Vías de servicio activo: Se detalla en el cuadro las vías y las garzas de abastecimiento para el control de polvos desde 2016 - 2019 y de acuerdo al inventario de vías de servicio activo la cantidad de cisternas; teniendo un área total de 339840 M² de vía e servicio activo. (Minera Yanacocha SRL, 2016)

Tabla 2.
Vías de servicio activo – Proyectos de Capital Sostenible

| Nº | NOMBRE | LONGITUD (Km) | GARZA | Nº DE CISTERNAS | ANCHO DE VIA (m) |
|--|--|---------------|-------------------------|--------------------------|------------------|
| VIAS DE SERVICIO (PROYECTOS CS) | | | | | |
| 1 | Acceso campamento operadores Km 37 | 1.00 | Garza Nelly | | |
| 2 | Vía Aglomerador | 1.40 | Garza Nelly | | |
| 3 | Vía Oficina LA Quinua | 1.68 | Garza Nelly | | |
| 4 | Vía Paleosuelos | 3.00 | Garza Nelly | | |
| 5 | Vía Plataforma oficina La Quinua. | 0.40 | Garza Nelly | | |
| 6 | Vía Pachacutec | 1.30 | Garza Enriqueta | | |
| 7 | Vía Fase 5 | 1.10 | Garza Enriqueta | 3 Cisternas de 9000 Gal. | 8.00 |
| 8 | Vía Pasamayo | 0.90 | Garza Enriqueta | 1 Cisternas de 5000 Gal. | |
| 9 | Vía Fase Cero | 2.00 | Garza Enriqueta | | |
| 10 | Vía Planta Maqui Maqui | 0.30 | Garza Tres Marías | | |
| 11 | Vía variante Maqui Maqui | 3.30 | Garza Tres Marías | | |
| 12 | Vía de servicios | 13.00 | Garza Nelly / Enriqueta | | |
| 13 | Vía Mirador Yanacocha-Ingreso pad MqMq | 5.59 | Garza Tres Marías | | |
| 14 | Vía Garita Pongo - China Linda | 7.51 | Garza Tres Marías | | |

Fuente: Minera Yanacocha, 2016

Tabla 3.
Programa de recursos - Nº de cisternas de agua DCS

| DESCRIPCIÓN | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Cisterna de 9000 Gal. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Cisterna de 5000 Gal. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Fuente: Minera Yanacocha, 2019

Vías de acarreo activo operaciones mina: en el cuadro se detalla las vías y las garzas de abastecimiento para el control de polvos designadas desde 2016 - 2019; de acuerdo al inventario de las vías de acarreo la cantidad de cisternas según el detalle; teniendo un área total de 1 321 920 M² de vía e acarreo activo. (Minera Yanacocha SRL, 2016)

Tabla 4.
Vías de acarreo activo – Operaciones Mina

| N° | NOMBRE | LONGITUD (Km) | GARZA | N° DE CISTERNAS | ANCHO DE VIA (m) |
|-------------------------------|-------------------------|------------------|----------------------------------|---------------------|------------------------|
| VIAS DE ACARREO (Mina) | | | | | |
| 15 | Vía Carachugo 8 | 0.80 | Garza Chaquicocha/ Morales | | |
| 16 | Vía La Quinoa 8 | 1.80 | Garza Cristina | | |
| 17 | Vía Cristina | 3.46 | Garza Cristina | | |
| 18 | Vía Isabella | 1.81 | Garza Cristina | | |
| 19 | Vía Zorro | 1.10 | Garza Cristina | | |
| 20 | Vía Rosa Loca | 1.00 | Garza Cristina | | |
| 21 | Vía Lift 12 | 1.50 | Garza Rebeca | | |
| 22 | Vía Tapado | 1.34 | Garza Rebeca | | |
| 23 | Vía Tijera | 0.70 | Garza Rebeca | | |
| 24 | Vía Backfill Norte | 1.50 | Garza Rebeca | | |
| 25 | Vía Backfill Sur | 1.80 | Garza Rebeca | | |
| 26 | Vía Jota | 1.90 | Garza Cristina/Rebeca | | |
| 27 | Vía Chino | 2.00 | Garza Cristina/Rebeca | 2 Waer truck 785 | 36.00 |
| 28 | Vía Shortcut Gravas | 0.80 | Garza Rebeca | | |
| 29 | Vían Gravas | 1.30 | Garza Rebeca | | |
| 30 | Vía Shortcut Yan 6-7 | 3.40 | Garza Giuliana | | |
| 31 | Vía Pinos | 1.50 | Garza Morales / Giuliana | | |
| 32 | Vía Nelly | 1.10 | Garza Giuliana | | |
| 33 | Rampa Yan 6-7 | 1.81 | Garza Giuliana | | |
| 34 | Vía Katia | 1.30 | Garza Giuliana | | |
| 35 | Vía Pasa Mayo | 1.50 | Garza Giuliana | | |
| 36 | Vía Quecher | 1.30 | Garza Chaquicocha | | |
| 37 | Vía 2001 | 2.00 | Garza Chaquicocha | | |

Fuente: Minera Yanacocha, 2016

Tabla 5.
Programa de recursos – N° de cisternas de agua Mina

| DESCRIPCIÓN | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Water truck Cat785 (25000 Gal) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Fuente: Minera Yanacocha, 2019

Aditivo utilizado en el riego de vías internas de MYSRL; es el supresor de polvo DL10 Plus compuesto a base de resina poliméricas modificadas de origen natural con excelentes propiedades aglomerantes destinadas al control de polvo en caminos no pavimentados y otras áreas sujetas a emisión de material particulado. N° CAS 9005-53-2 compuesto de lignina una clase de polímeros orgánicos complejos que forman materiales estructurales importantes en los tejidos de soporte de plantas vasculares y de algunas algas; las lignina es particularmente importante en la formación de las paredes celulares, especialmente en la madera y la corteza, ya que prestan rigidez y no se pudren fácilmente. Químicamente la lignina es polímero fenólicos reticulado; la lignina está formada por la extracción irreversible del agua de los azúcares, creando compuestos aromáticos. Los polímeros de lignina son estructuras tráns-conectadas con un peso molecular de 10.000 u. (Ralph, J; Ene 2019)

Se caracteriza por ser un complejo aromático (no carbohidrato) del que existen muchos polímeros estructurales. Resulta conveniente utilizar el término lignina en un sentido colectivo para señalar la fracción lignina de la fibra. Después de los polisacáridos, la lignina es el polímero orgánico más abundante en el mundo vegetal. Es importante destacar que es la única fibra no polisacárido que se conoce. Posee además propiedades

para estabilizar suelos produciendo una superficie resistente y durable puede ser usado en taludes y como protección contra la erosión en zonas rurales y desérticas. (Ralph, J; Ene 2019)

El uso que se le da al supresor es el siguiente: En caminos de tierra y grava, mejoramiento de caminos no pavimentado rurales (suelos) como desérticos (arenas), taludes y pilas de almacenamiento, transporte de material en camiones o ferrocarril; dentro de las características y ventajas del supresor DL10 Plus tenemos: Forma una superficie compacta y firmemente aglomerada, mejorando la tracción, confort y seguridad de los vehículos que la transitan; aglomera las partículas eliminando las nubes de polvo, mejorando drásticamente las condiciones de seguridad debido a mayor visibilidad de conducción y disminución de emisiones de material particulado potencialmente nocivo a las personas y la comunidad; aumenta el rendimiento del agua por área tratada y disminuye la frecuencia de aplicación, minimizando el consumo total de agua y la demanda de equipos, combustible y personal para el control de polvo en la faena, disminuye costos de mantención de equipos minimizando el daño provocado por la contaminación por polvo; incrementa la capacidad de soporte de todo tipo de suelos en climas secos o húmedos, disminuyendo el consumo de combustible y desgaste de neumáticos de los vehículos; disminuye los riesgos de proyección de los áridos sueltos por aglomeración de estos en el suelo del camino con una superficie dura resistente al deslizamiento, minimizando incidentes de impacto en personas, parabrisas y equipos; otra de sus propiedades es disminuir la permeabilidad del camino reduciendo la formación de pozas y barro, mejorando la seguridad en la conducción y disminuyendo costos de mantención; minimiza la pérdida de material valioso desde pilas de almacenamiento o contenedores abiertos sujetos a la acción del viento; los

caminos tratados con supresor de polvo pueden ser usados inmediatamente después su aplicación, permitiendo máxima disponibilidad y mínima alteración del tráfico; puede ser aplicado fácil y económicamente con mismos equipos usados en la mantención regular de caminos. (Multiservicios de Ingeniería 1A SA, 2017)

Supresor DL-10 Plus, ficha técnica Supresor DL-10 Plus; agente de humectación, por penetración, supresor de polvo y estabilizador de caminos; uso del productor disminuye las emisiones de material particulado en el ambiente (polvo); estabiliza la superficie, creando una película de rodadura sin afectar la tracción de los vehículos en el terreno, mantiene humectada la superficie por mucho tiempo, genera ahorro en el consumo de agua, no genera superficies deslizantes e inestables, producto identificado al 100% biodegradable; a continuación se detalla la composición. (Multiservicios de Ingeniería 1ª SA, 2017)

Tabla 6.
Composición DL-10 Plus

| INFORMACIÓN DE COMPOSICIÓN | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----|---------------|
| COMPONENTES | # CAS | % W/W | ACGIH | | UNIDAD |
| Resinas poliméricas modificadas | 9005-53-2 | 40 | N/A | N/A | N/A |
| Excipientes | N/A | 60 | N/A | N/A | N/A |

Fuente: Multiservicios de Ingeniería 1ª SA, 2017

Tabla 7.
Propiedades Físicas y Químicas DL-10 Plus

| PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS | | | |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------|
| Estado físico | Líquido viscoso | Gravedad Específica | 1.0 – 1.1 |
| Solubilidad en Agua | 100 % | pH | 8.5 +/- 0.5 |
| Color | Ambar | Olor | Dulce. |
| Punto de ebullición | 100 °C | | |

*Los resultados descritos representan los valores típicos de producción y no constituyen especificaciones.

Fuente: Multiservicios de Ingeniería 1A, 2017

Información adicional; DL-10 Plus es un producto amigable con el medio ambiente, diluido puede ser vertido en el sistema de alcantarillado para aguas y lluvias según regulaciones de cada lugar; se recomienda para una adecuada manipulación consultar la MSDS de este producto. (Multiservicios de Ingeniería 1A SA, 2017)

Advertencia; el producto DL-10 Plus ha sido desarrollado con altos estándares de calidad de acuerdo con una amplia experiencia; bajo criterios de su grupo de investigación; los productos de Multiservicios de Ingeniería 1A, tal como se ofrecen, cumplen con los propósitos para los cuales han sido fabricados. (Multiservicios de Ingeniería 1A, 2017)

1.2. Formulación del problema

¿El uso del supresor DL10 Plus, para controlar la generación de material particulado en el mantenimiento de vías internas de Minera Yanacocha, es más eficiente en costos que el riego normal con agua?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la aplicación técnica – económica del uso de agua más el supresor DL10Plus para el control de polvo particulado, en el mantenimiento de vías internas de Minera Yanacocha.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar técnica y económicamente el riego convencional de las vías internas de Minera Yanacocha, mediante el uso exclusivo de agua.
- Evaluar técnica y económicamente el riego de las vías internas de Minera Yanacocha, mediante el uso del supresor DL10 Plus.
- Realizar una comparación técnica – económica del riego de las vías internas de Minera Yanacocha, entre un riego convencional solo con agua y un riego utilizando el aditivo supresor DL10 Plus.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La utilización de un nuevo producto para el control de material particulado en el mantenimiento de vías internas de Minera Yanacocha impactará de manera positiva en la sostenibilidad, rentabilidad y prevención de impacto ambiental

gracias a la aplicación de una práctica innovadora el cual incidirá en la reducción de costos del consumo de agua.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La generación de material particulado generará consumo de agua impactando de manera significativa los costos de inversión.
- A menor consumo de agua, se incidirá positivamente a la reducción de costos y al uso sostenible del agua.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación o metodología cuantitativa es el procedimiento que busca cuantificar los datos y en general aplicar alguna forma de análisis estadístico señalar, entre ciertas alternativas, usando magnitudes numéricas que pueden ser tratadas mediante herramientas del campo de la estadística. Por eso la investigación cuantitativa se produce por la causa y efecto de las cosas. Para que exista metodología cuantitativa se requiere que entre los elementos del problema de investigación exista una relación cuya naturaleza sea representable por algún modelo numérico ya sea lineal, exponencial o similar. Es decir, que haya claridad entre los elementos de investigación que conforman el problema, que sea posible definirlo, limitarlos y saber exactamente dónde se inicia el problema, en qué dirección va y qué tipo existe entre elementos. (Mendoza, Rudy; 2006)

En el desarrollo de la Tesis la investigación a realizar será de tipo de estudio cuantitativo, ya que se mostrará causa y efecto de una alternativa que por su naturaleza se definirá, delimitará para saber exactamente las ventajas técnicas y económicas.

Respecto al diseño de la investigación este será concluyente, consiste básicamente en el análisis de rentabilidad de línea base y la comparación de costos en un tiempo real. Obteniendo de esta manera un análisis técnico – económico.

Las fuentes que se emplearán en la investigación son directas, representadas por informes, reportes y datos técnicos proporcionados por la compañía minera; así como indirectos, representados por las fuentes de investigación bibliográfica.

2.2. Población y muestra

2.2.1 Población

Minera Yanacocha S.R.L (Minera Yanacocha) es una empresa minera ubicada en la Provincia y Departamento de Cajamarca, aproximadamente a 45 kilómetros (km) al norte de la ciudad de Cajamarca, por carretera. Las instalaciones de Minera Yanacocha abarcan un área de 125 km² en un área con elevaciones que van desde los 3,500 hasta los 4,100 msnm Minera Yanacocha inició operaciones en el año 1993, actualmente opera dos tajos (Yanacocha y La Quinua).

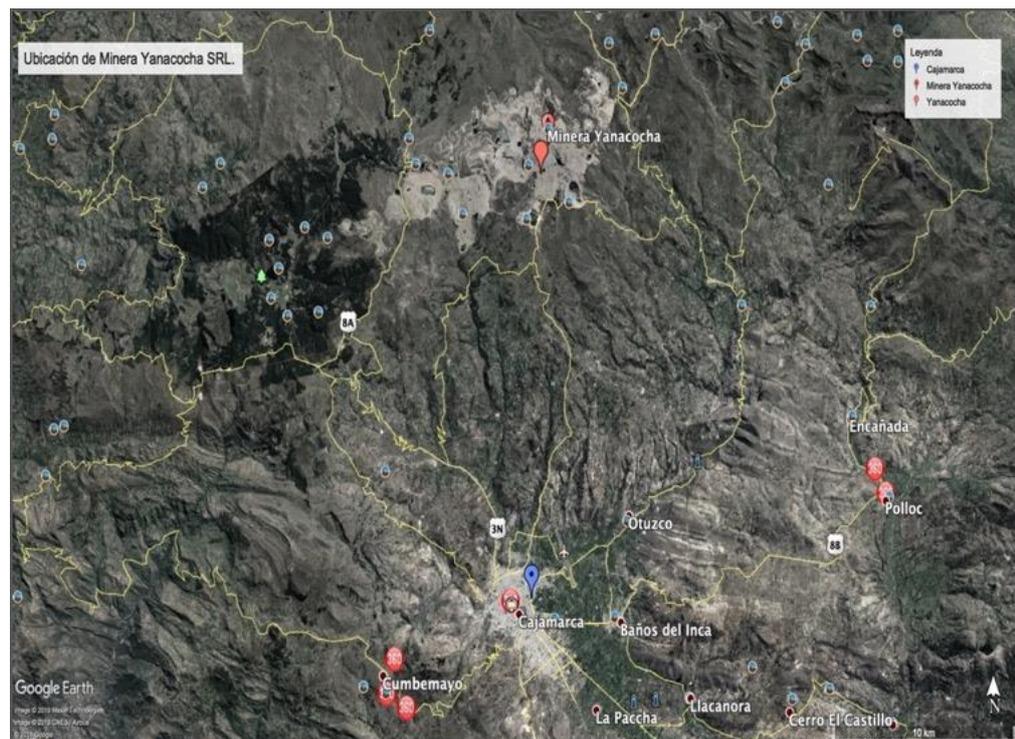


Figura 11. Ubicación de MY SRL.

Fuente: Google Earth Pro, 2019

2.2.1 Muestra

El tipo de muestra será por racimos, técnica que divide la población principal en varias secciones y el análisis se lleva a cabo en una muestra que consta de múltiples parámetros, como datos demográficos, hábitos, antecedentes o cualquier otro atributo de la población que pueda ser el foco de la investigación realizada. (Questionpro.com/blog/es/muestreo-por-racimos, 2019)

Una variable a considerar será la cantidad de agua utilizada al inicio del proyecto cuando aún no se contaba con un producto supresor.

La otra variable será las vías existentes en Minera Yanacocha que han sido construidas con materiales propios, producto del minado o con materiales de las canteras para relleno y lastre de vías.

Además, se tiene proyectada utilizar para riego de vías (acceso interior tajo) el agua superficial y de dewatering que es almacenada en pozas temporales en el interior de los tajos, de estas pozas se extraerá el agua para conducir las hacia las garzas; y finalmente la otra variable a considerar será el aditivo utilizado a fin de reducir costos y consumo de agua. Esta investigación se realizará considerando dos (02) vías internas de MYSRL.

- Vías de servicio activo (42480.00 Km.
- Vías de acarreo activo (36720.00 Km.).

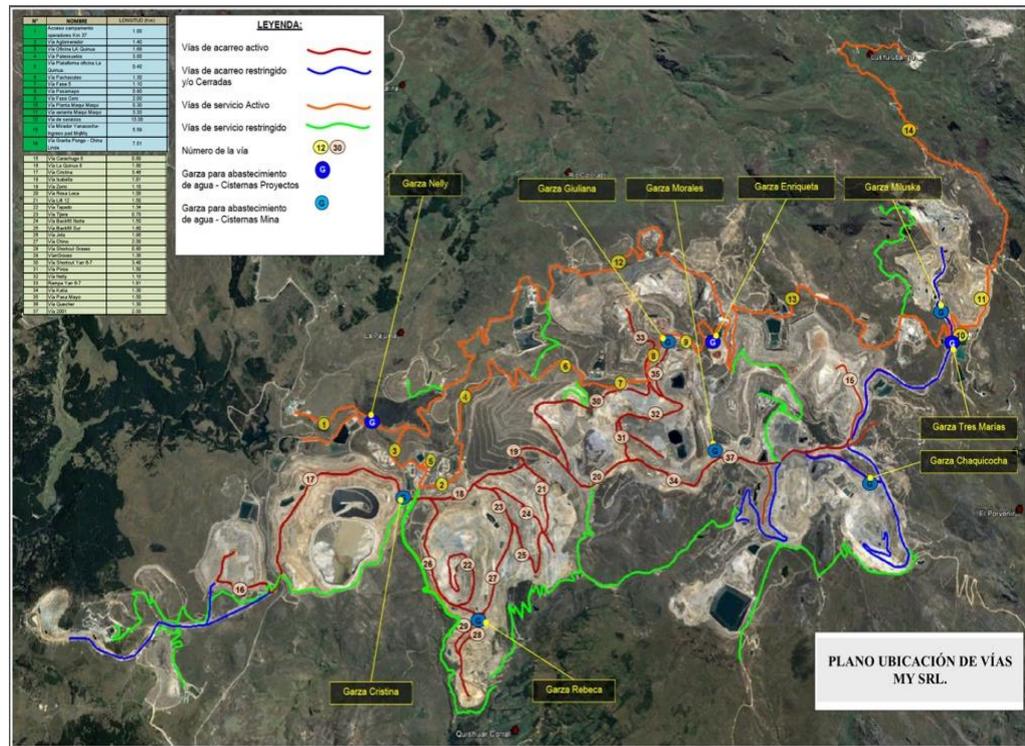


Figura 12. Ubicación de Vías de acarreo activo OPM y Vías de servicio activo CPS MY SRL.

Fuente: Google Earth Pro, 2019

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1 Técnicas

- Visitas de campo, observación de riego de vías.
- Recolección de datos y análisis documental.

2.3.2 Instrumentos y Equipo

- Data línea base.
- Registro de control de cargas con el supresor.
- Reportes de dosificación del DL10 Plus.
- Procesar información.
- Cuadros de monitoreo de polvo.
- Reporte de monitoreo de calidad de aire.
- Cámara fotográfica.
- Laptop

2.3.3 Procedimientos

- Registrar información de línea base referente al consumo de agua inicial.
- Recopilación de información meteorológica para definir estaciones o tiempo a usarse el producto supresor.
- Toma de datos en campo (cantidad de producto utilizado, cantidad de agua, rendimiento por m³ de agua, tiempo)
- Cuantificación y costeo de inversión con y sin producto.
- Evaluación de costos optimizados (ahorrados) vs costo de línea base
- Análisis del monitoreo del polvo particulado – calidad de aire.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Evaluación técnica y económicamente el riesgo convencional de las vías internas de Minera Yanacocha SRL, mediante el uso exclusivo de agua.

3.1.1 Ubicación del área de muestra.

Vías internas de Minera Yanacocha SRL.

3.1.2 Ubicación geográfica

| | | |
|-----------------------|---|--|
| Lugar | : | Distrito de La Encañada, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca. |
| Área | : | Entre 3400 y 4200 m.s.n.m. |
| Camino | : | 79 200 m de vía no pavimentada. |
| Fecha de inicio | : | Enero 2016 |
| Fecha de culminación: | | Diciembre 2018 |
| Longitud | : | Vía de servicio activo/PCS 42.48 km Vía de acarreo activo/OM 36.72 km |
| Ancho | : | Vía de servicio activo/PCS 8m Vía de acarreo activo/OM 36m |

3.1.3 Datos meteorológicos

El área del proyecto se caracteriza por un clima frío y húmedo, con periodos secos y lluviosos diferenciados. La estación de lluvias se presenta habitualmente desde octubre hasta abril y la estación seca desde mayo hasta setiembre. Para la evaluación meteorológica y climática del área del proyecto se han tomado en cuenta los registros de las estaciones de La Quinua y Yanacocha de manera referencial.

Tabla 1.
Estaciones Meteorológicas MYSRL

| Estación | Descripción | Periodo de Registro | Tipo de Estación | Parámetros | Frecuencia |
|---------------------------------|--|----------------------------|------------------|--|--------------------|
| La Quinua (antigua estación) | Ubicación: 771066 E 9228538 N Altitud: 3615 msnm | octubre 2001 en adelante | | PM-10 | Cada 6 días |
| | | diciembre 2001 en adelante | Calidad del Aire | As, Hg, Pb | Cada 6 días |
| Huandoy (La Quinua) | Ubicación: 769157 E 9227493 N Altitud: 3475 msnm | enero 1999 a abril 2003 | | Precipitación, temperatura, velocidad y dirección de viento evaporación. | Monitoreo Continuo |
| | | mayo 2003 en adelante | Meteorológica | Precipitación, temperatura, velocidad y dirección de viento, evaporación | Monitoreo Continuo |
| Cerro Yanacocha | Ubicación: 772617 E 9229180 N Altitud: 3817 msnm | abril 2000 a mayo 2003 | | PM-10 | Cada 6 días |
| | | marzo 2002 a mayo 2003 | Calidad de Aire | As, Hg,Pb | Cada 6 días |
| Km24 | Ubicación: 765473 E 9220342 N Altitud: 3600 msnm | enero 1998 en adelante | Meteorológica | Precipitación, temperatura, - velocidad y dirección de viento, evaporación | Monitoreo Continuo |
| | | julio 2004 en adelante | Calidad de Aire | PM-10, As,Hg,Pb | Cada 6 días |
| | | agosto 2003 en adelante | Meteorológica | Precipitación, temperatura, velocidad y dirección de viento, evaporación | Monitoreo Continuo |

Notas:

Para efectos del análisis los datos se han considerado hasta junio del 2005.

Fuente: EIA Suplementario Yanacocha Oeste, 2006

3.1.4 Evaporación

Los datos de evaporación acumulada del periodo analizado indican que la evaporación es ligeramente mayor durante los meses con precipitación mínima. De esta manera la mayor tasa de evaporación ocurre entre julio y agosto, como se puede observar en el Grafico 3.1. La evaporación acumulada mensual en la estación La Quinua varia entre aproximadamente 42mm (mayo) y 63mm (agosto) mientras que el promedio acumulado anual es de 613mm. En la estación Yanacocha la evaporación acumulada mensual fluctúa entre aproximadamente 55mm (enero) y 104mm (agosto), con un promedio acumulado anual de 893mm. *(Datos Meteorológicos y de Calidad de Aire, 2006)*

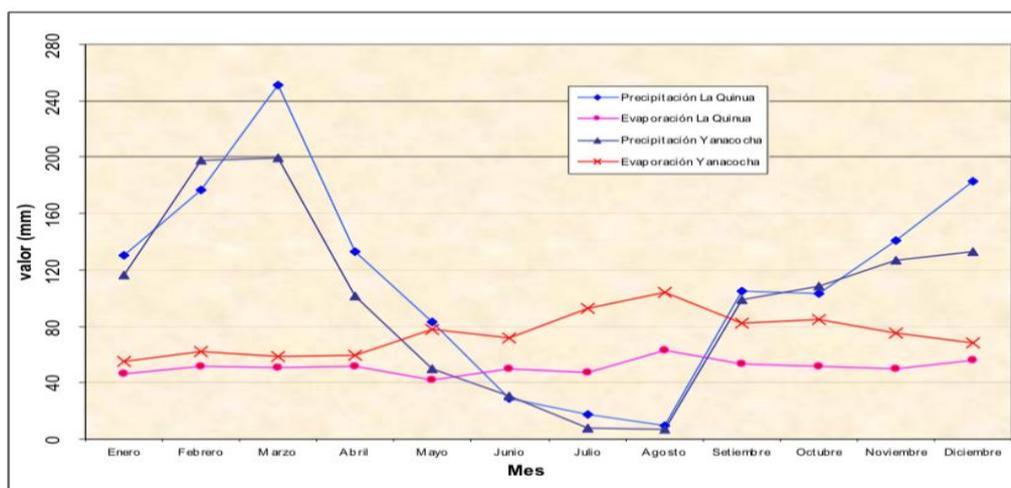


Figura 13. Promedio de precipitación y evaporación de las estaciones La quinua y Yanacocha.

Fuente: EIA Suplementarios Yanacocha Oeste, 2006

3.1.5 Temperatura

Las temperaturas registradas indican una variación considerable entre las temperaturas máximas y mínimas, según se muestra en el Figura 11, *Promedio Multianual de las Temperaturas*. Los meses más cálidos son habitualmente los de verano, entre setiembre y abril.

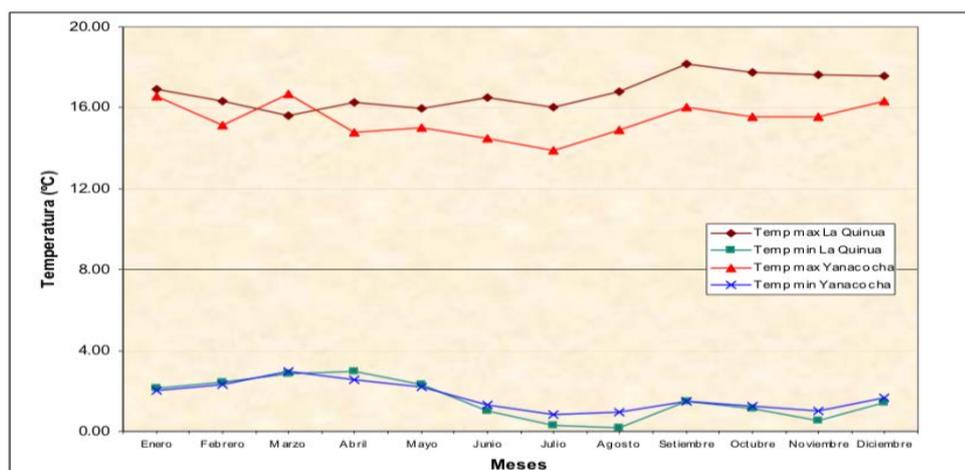


Figura 14. Promedio multianual de las temperaturas

Fuente: EIA Suplementarios Yanacocha Oeste, 2006

3.1.6 Monitoreo PM10 - PM2.5

El monitoreo atmosférico tiene el objetivo general de determinar la calidad del aire dentro del área de influencia de Minera Yanacocha, antes de la implementación de la vía segregada para el transporte masivo.

Tabla 2.
Estaciones de Monitoreo de calidad de aire MYSRL

| Estaciones de Monitoreo PM10 - PM2.5 | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|--|-------------------------|---|--|-------|---|---------|--------|------|
| CACOL | Air Quality | Trimestral | Exploraciones | 2ITS EIASd Colorado, RD N° 059-2019/MEM-DGAAM | En dirección Norte ya aguas debajo de las facilidades de carachugo, margen izquierdo de la Qda.Honda. | LEGAL | EIASd CO: PM10, PM2.5, Pb y As en PM10, CO, Nox, SO2, O3, HT, H2S | 9231358 | 775855 | 3877 |
| CAK24 | Air Quality | Mensual (quincenal) / Trimestral | Sulfuros | MEIA-Sulfuros RD N° 00049-2019-SENACE-PE/DEAR | Ubicado al interior de las oficinas administrativas del KM24.5 | LEGAL | MEIA Sulfuros: Mensual PM10, PM2.5, As y Pb en PM10, Trimestral SO2, NO2, CO, Hg gaseoso | 9220184 | 765313 | 3627 |
| CALQ (AQSP-LQ) | Air Quality | Mensual (quincenal) / Trimestral / Semestral | Exploraciones | MEIA-Sulfuros RD N° 00049-2019-SENACE-PE/DEAR | Ubicado al Nor Oeste del depósito La Quimua y a 20m del serpentín La Quimua. Sorbimento de la dirección del viento | LEGAL | EIASd LQ: PM10, PM2.5, Pb y As en PM10, CO, NO2, SO2. | 9228139 | 770907 | 3600 |
| | | | Sulfuros | EIASd La Quimua - 1er ITS (RD N° 162-2018-MEM-DGAAM) | AQSP-LQ (Codigo asignado a Cierre) | | EIASd MQ MQ: PM10, PM2.5, Pb y As en PM10, CO, NO2, SO2 | | | |
| | | | Cierre | 3a MEIASd Maqui Maqui (RD N° 1323-2018-MEM-DGAAM) | | | MEIA Sulfuros: Mensual PM10, PM2.5, As y Pb en PM10, Trimestral SO2, NO2, CO, Hg gaseoso | | | |
| | | | | 2Act Plan de Cierre de Minas RD N° 333-2017-MEM/DGAAM | | | Cierre: PM10, Pb, As (24 horas) | | | |
| CAMQM2 CAMQM3 | Air Quality | Cada 06 días /Mensual (quincenal) / Trimestral / Semestral | Exploraciones | MEIA-Sulfuros RD N° 00049-2019-SENACE-PE/DEAR | A barlovento de la dirección de viento. Al este de la pila de lixiviación maqui Maqui | LEGAL | EIASd MQ MQ: PM10, PM2.5, Pb y As en PM10, CO, NO2, SO2 | 9228923 | 780507 | 4112 |
| | | | Sulfuros | 3a MEIASd Maqui Maqui (RD N° 1323-2018-MEM-DGAAM) | | | EIASd SJ2: PM10, PM2.5, Pb y As en PM10, SO2, CO, NO2, H2S, O3 (PM, As y Pb cada 06 días) | | | |
| | | | | EIASd San José 2 (RD N° 046-2018-MEM/DGAAM) | | | 2ITS-EIASd CO: PM10, PM2.5 y gases (CO, NO2, SO2, H2S y O3) Pb y As en PM10 (PM10 cada 06 días) | | | |
| | | | | 2ITS EIASd Colorado, RD N° 059-2019/MEM-DGAAM | | | MEIA Sulfuros: Mensual PM10, PM2.5, As y Pb en PM10, Trimestral SO2, NO2, CO, Hg gaseoso | | | |
| CAQSHR | Air Quality | Cada 06 días / Trimestral | Exploraciones | EIASd San José 2 (RD N° 046-2018-MEM/DGAAM) | ubicado en dirección sur del tajo La Quimua y el reservorio Quishuar la Quimua | LEGAL | EIASd LQ: PM10, PM2.5, Pb, y As en PM10, CO, NO2, SO2. | 9224629 | 772526 | 3668 |
| | | | | EIASd La Quimua - 1er ITS (RD N° 162-2018-MEM-DGAAM) | | | EIASd SJ2: PM10, PM2.5, Pb y As en PM10, SO2, CO, NO2, H2S, O3 (PM, As y Pb cada 06 días) | | | |
| EU1 | Air Quality | 5 días continuos por mes / Trimestral / Semestral | Operaciones China Linda | MEIA China Linda RD N° 110-2009-MEM/AAM | Ubicada en la zona norte de la escuela de Cushurobamba en la zona de China Linda la cual se encuentra a 950m. de la planta de cal. | LEGAL | EIA CHL: PM10 (24 horas cada 6 días), As y Pb en PM10, Pm2.5, SO2, Nox, CO, O3 (trimestral) | 9233843 | 778300 | 3881 |
| | | | Cierre | 2Act Plan de Cierre de Minas RD N° 333-2017-MEM/DGAAM | | | Cierre: PM10, Pb, As (24 horas) | | | |
| EU2 | Air Quality | Trimestral | Operaciones China Linda | MEIA China Linda RD N° 110-2009-MEM/AAM | Ubicada al Sur de la Planta China Linda a 15m del río Cushuro | LEGAL | EIA CHL: PM10, As y Pb en PM10, Pm2.5, SO2, Nox, CO, O3 (trimestral) | 9233307 | 779362 | 3883 |
| EU3 | Air Quality | 5 días continuos por mes / Trimestral | Operaciones China Linda | MEIA China Linda RD N° 110-2009-MEM/AAM | Ubicada al este de la planta de cal, margen derecho del acceso, hacia la cantera China Linda | LEGAL | EIA CHL: PM10 (24 horas cada 6 días), As y Pb en PM10, Pm2.5, SO2, Nox, CO, O3 (trimestral) | 9233876 | 780195 | 3978 |
| EU5 | Air Quality | 5 días continuos por mes / Trimestral | Operaciones China Linda | MEIA China Linda RD N° 110-2009-MEM/AAM | Ubicada a 140m en dirección este de planta de cal China Linda | LEGAL | EIA CHL: PM10 (24 horas cada 6 días), As y Pb en PM10, Pm2.5, SO2, Nox, CO, O3 (trimestral) | 9233926 | 779828 | 3932 |
| EU6 | Air Quality | Trimestral | Operaciones China Linda | MEIA China Linda RD N° 110-2009-MEM/AAM | Ubicada al Sur de la Planta China Linda a 15m del río Cushuro Recomendado por OEFA | LEGAL | EIA CHL: PM10, As y Pb en PM10, Pm2.5, SO2, Nox, CO, O3 (trimestral) | 9234357 | 780531 | 3883 |
| LCAGP / CAGP (Cerro Negro) | Air Quality | Trimestral | Exploraciones | 1MEIASd Cerro Negro RD N° 084-2019-MEM/DGAAM | Al sur oeste de Cerro Negro, en la cabaña de Granja Porcon | LEGAL | 1MEIASd CN: PM10, PM2.5, As y Pb en PM10, SO2, CO, NO2 | 9222658 | 761106 | 3265 |

Fuente: Minera Yanacocha SRL. / Área de Medio Ambiente, 2018

3.1.7 Desarrollo técnico-económico del consumo del agua en un riego convencional en MY SRL.

Tabla 3.
Status reportes de sub-contratistas del consumo de agua 2016 – 2018 MYSRL

| CONSUMO DE AGUA PLAN DE CONTROL DE POLVO 2016 (M ³) | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| MES | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO * | JULIO * | AGOSTO * | SEP. * | OCTUBRE | NOV. | DIC. | TOTAL |
| Proyecto de Capital Sostenible | 18,564.32 | 15,151.40 | 19,318.70 | 23,062.07 | 35,121.10 | 43,662.56 | 46,973.85 | 64,660.77 | 51,642.30 | 27,696.88 | 42,954.17 | 14,753.98 | 403,562 |
| Operaciones Mina | 183,074.00 | 96,569.00 | 159,918.00 | 221,743.00 | 186,790.00 | 173,541.00 | 244,765.00 | 213,187.00 | 185,080.00 | 232,190.00 | 235,082.00 | 230,840.00 | 2,362,779 |
| TOTAL | 201,638 | 111,720 | 179,237 | 244,805 | 221,911 | 217,204 | 291,739 | 277,848 | 236,722 | 259,887 | 278,036 | 245,594 | 2,766,341 |

| CONSUMO DE AGUA PLAN DE CONTROL DE POLVO 2017 (M ³) | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| MES | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO * | JULIO * | AGOSTO * | SEP. * | OCTUBRE | NOV. | DIC. | TOTAL |
| Proyecto de Capital Sostenible | 11,203.64 | 10,700.23 | 6,903.79 | 11,869.80 | 19,933.08 | 102,357.82 | 27,899.29 | 21,169.13 | 38,459.47 | 20,215.75 | 16,223.32 | 21,962.52 | 308,898 |
| Operaciones Mina | 133,437 | 117,841 | 106,003 | 62,327 | 116,738 | 177,647 | 204,235 | 203,950 | 185,204 | 187,445 | 196,822 | 187,451 | 1,879,100 |
| TOTAL | 144,641 | 128,541 | 112,907 | 74,197 | 136,671 | 280,005 | 232,134 | 225,119 | 223,663 | 207,661 | 213,045 | 209,413 | 2,187,998 |

| CONSUMO DE AGUA PLAN DE CONTROL DE POLVO 2018 (M ³) | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|------------------|
| MES | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO * | JULIO * | AGOSTO * | SEP. * | OCTUBRE | NOV. | DIC. | TOTAL |
| Proyecto de Capital Sostenible | 7,199.09 | 9,254.34 | 10,751.06 | 14,852.39 | 11,942.69 | 38,516.80 | 26,662.16 | 75,326.56 | 38,982.98 | 21,673.56 | 9,367.99 | 19,046.48 | 283,576 |
| Operaciones Mina | 206,770 | 154,178 | 76,032 | 121,097 | 128,164 | 190,736 | 207,221 | 230,444 | 172,844 | 77,438 | 34,829 | 65,547 | 1,665,301 |
| TOTAL | 213,969 | 163,432 | 86,783 | 135,949 | 140,107 | 229,253 | 233,883 | 305,771 | 211,827 | 99,112 | 44,197 | 84,594 | 1,948,877 |

Fuente: Minera Yanacocha SRL. / Área de Medio Ambiente, 2018

Tabla 4.
Áreas regadas en MYSRL – Vías de Servicio PCS

| Nº | NOMBRE | LONGITUD (Km) | GARZA | NUMERO DE CISTERNAS | ANCHO DE VIA (m) |
|--|--|------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|
| VIAS DE SERVICIO (PROYECTOS CS) | | | | | |
| 1 | Acceso campamento operadores Km 37 | 1.00 | Garza Nelly | | |
| 2 | Vía Aglomerador | 1.40 | Garza Nelly | | |
| 3 | Vía Oficina LA Quinua | 1.68 | Garza Nelly | | |
| 4 | Vía Paleosuelos | 3.00 | Garza Nelly | | |
| 5 | Vía Plataforma oficina La Quinua. | 0.40 | Garza Nelly | | |
| 6 | Vía Pachacutec | 1.30 | Garza Enriqueta | | |
| 7 | Vía Fase 5 | 1.10 | Garza Enriqueta | 3 Cisternas de 9000 Gal. | 8.00 |
| 8 | Vía Pasamayo | 0.90 | Garza Enriqueta | 1 Cisternas de 5000 Ga. | |
| 9 | Vía Fase Cero | 2.00 | Garza Enriqueta | | |
| 10 | Vía Planta Maqui Maqui | 0.30 | Garza Tres Marias | | |
| 11 | Vía variante Maqui Maqui | 3.30 | Garza Tres Marias | | |
| 12 | Vía de servicios | 13.00 | Garza Nelly / Enrique | | |
| 13 | Vía Mirador Yanacocha-Ingreso pad MqMq | 5.59 | Garza Tres Marias | | |
| 14 | Vía Grarita Pongo - China Linda | 7.51 | Garza Tres Marias | | |
| LONGITUD TOTAL (Km) | | 42.48 | | | |
| LONGITUD TOTAL (m) | | 42480 | | | |

Fuente: Minera Yanacocha SRL. / Área de Medio Ambiente, 2018

Tabla 5.
Áreas regadas en MYSRL – Vías de acarreo activo OPM

| Nº | NOMBRE | LONGITUD (Km) | GARZA | NUMERO DE CISTERNAS | ANCHO DE VIA (m) |
|---|------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------|------------------|
| VIAS DE ACARREO (Operaciones Mina) | | | | | |
| 15 | Vía Carachugo 8 | 0.80 | Garza Chaquicocha/ Morales | | |
| 16 | Vía La Quinua 8 | 1.80 | Garza Cristina | | |
| 17 | Vía Cristina | 3.46 | Garza Cristina | | |
| 18 | Vía Isabella | 1.81 | Garza Cristina | | |
| 19 | Vía Zorro | 1.10 | Garza Cristina | | |
| 20 | Vía Rosa Loca | 1.00 | Garza Cristina | | |
| 21 | Acceso campamento operadores Km 37 | 1.50 | Garza Rebeca | | |
| 22 | Vía Tapado | 1.34 | Garza Rebeca | | |
| 23 | Vía Tijera | 0.70 | Garza Rebeca | | |
| 24 | Vía Backfill Norte | 1.50 | Garza Rebeca | | |
| 25 | Vía Backfill Sur | 1.80 | Garza Rebeca | | |
| 26 | Vía Jota | 1.90 | Garza Cristina/Rebeca | 2 waer truck 785 | 36.00 |
| 27 | Vía Chino | 2.00 | Garza Cristina/Rebeca | | |
| 28 | Vía Shortcut Gravas | 0.80 | Garza Rebeca | | |
| 29 | VianGravas | 1.30 | Garza Rebeca | | |
| 30 | Vía Shortcut Yan 6-7 | 3.40 | Garza Giuliana | | |
| 31 | Vía Pinos | 1.50 | Garza Morales / Giuli | | |
| 32 | Vía Nelly | 1.10 | Garza Giuliana | | |
| 33 | Rampa Yan 6-7 | 1.81 | Garza Giuliana | | |
| 34 | Vía Katia | 1.30 | Garza Giuliana | | |
| 35 | Vía Pasa Mayo | 1.50 | Garza Giuliana | | |
| 36 | Vía Quecher | 1.30 | Garza Chaquicocha | | |
| 37 | Vía 2001 | 2.00 | Garza Chaquicocha | | |
| LONGITUD TOTAL (Km) | | 36.72 | | | |
| LONGITUD TOTAL (m) | | 36720 | | | |

Fuente: Minera Yanacocha SRL. / Área de Medio Ambiente, 2018

Tabla 6.
Longitud Total de áreas regadas en MYSRL

| Longitud | Área | Uni. Med. |
|-----------------|-------------|------------------|
| 42480.00 | 339840 | M ² |

| Longitud | Área | Uni. Med. |
|-----------------|-------------|------------------|
| 36720.00 | 1321920 | M ² |

| DESCRIPCIÓN | 2016 | 2017 | 2018 |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| AREA REGADADA VIAS DE SERVICIO (m2) | 339840 | 339840.00 | 339840.00 |
| AREA REGADADA VIAS DE ACARREO (m2) | 1321920 | 1321920.00 | 1321920.00 |

Fuente: Minera Yanacocha SRL. / Área de Medio Ambiente, 2018

Tabla 7.
Recursos de equipos utilizados para el riego de vías en MYSRL.

| Riego de Vías | | Cisterna 9000 | Cisterna 5000 |
|----------------|--------|---------------|---------------|
| Recursos | | | |
| Epoca Verano | May 18 | 5.0 | 1.0 |
| | Jun 18 | 5.0 | 1.0 |
| | Jul 18 | 5.0 | 1.0 |
| | Ago 18 | 5.0 | 1.0 |
| | Sep 18 | 5.0 | 1.0 |
| | Oct 18 | 5.0 | 1.0 |
| Epoca Ivinerno | Nov 18 | 3.0 | 1.0 |
| | Dic 18 | 3.0 | 1.0 |
| | Ene 19 | 3.0 | 1.0 |
| | Feb 19 | 3.0 | 1.0 |
| | Mar 19 | 3.0 | 1.0 |
| | Abr 19 | 3.0 | 1.0 |
| Epoca Verano | May 19 | 3.0 | 1.0 |
| | Jun 19 | 3.0 | 1.0 |
| | Jul 19 | 3.0 | 1.0 |
| | Ago 19 | 3.0 | 1.0 |
| | Sep 19 | 3.0 | 1.0 |
| | Oct 19 | 2.0 | 1.0 |
| Epoca Ivinern | Nov 19 | 2.0 | 1.0 |
| | Dic 19 | 2.0 | - |
| | Ene 20 | 2.0 | - |

Fuente: Minera Yanacocha SRL. / Área de Medio Ambiente, 2018

* Riego promedio de lunes a viernes en época de verano; el riego sábados y domingos es 02 riegos por vía.

3.1.8 Consumo de agua

Tabla 8.
Resumen consumo de agua periodo 2016 - 2018 OPM & PCS.

| | | 2016 | | 2017 | | 2018 | |
|--|--------------|--|--------------------------------|--|--------------------------------|--|--------------------------------|
| ITEM | MES | PROYECTO DE CAPITAL SOSTENIBLE (vías de servicio activo) | OPE.MINA (Vías acarreo activo) | PROYECTO DE CAPITAL SOSTENIBLE (vías de servicio activo) | OPE.MINA (Vías acarreo activo) | PROYECTO DE CAPITAL SOSTENIBLE (vías de servicio activo) | OPE.MINA (Vías acarreo activo) |
| | | VOLUMEN (m3) | VOLUMEN (m3) | VOLUMEN (m3) | VOLUMEN (m3) | VOLUMEN (m3) | VOLUMEN (m3) |
| 001 | ENERO | 18,564.32 | 183,074.00 | 11,203.64 | 133,437.01 | 7,199.09 | 206,770.00 |
| 002 | FEBRERO | 15,151.40 | 96,569.00 | 10,700.23 | 117,841.27 | 9,254.34 | 154,178.00 |
| 003 | MARZO | 19,318.70 | 159,918.00 | 6,903.79 | 106,003.36 | 10,751.06 | 76,032.00 |
| 004 | ABRIL | 23,062.07 | 221,743.00 | 11,869.80 | 62,327.49 | 14,852.39 | 121,096.74 |
| 005 | MAYO | 35,121.10 | 186,790.00 | 19,933.08 | 116,737.62 | 11,942.69 | 128,164.39 |
| 006 | JUNIO * | 43,662.56 | 173,541.00 | 102,357.82 | 177,647.50 | 38,516.80 | 190,735.74 |
| 007 | JULIO * | 46,973.85 | 244,765.00 | 27,899.29 | 204,234.90 | 26,662.16 | 207,221.34 |
| 008 | AGOSTO * | 64,660.77 | 213,187.00 | 21,169.13 | 203,950.00 | 75,326.56 | 230,444.00 |
| 009 | SEPTIEMBRE * | 51,642.30 | 185,080.00 | 38,459.47 | 185,204.00 | 38,982.98 | 172,844.37 |
| 010 | OCTUBRE | 27,696.88 | 232,190.00 | 20,215.75 | 187,445.00 | 21,673.56 | 77,437.97 |
| 011 | NOVIEMBRE | 42,954.17 | 235,082.00 | 16,223.32 | 196,821.78 | 9,367.99 | 34,829.41 |
| 012 | DICIEMBRE | 14,753.98 | 230,840.00 | 21,962.52 | 187,450.53 | 19,046.48 | 65,547.14 |
| TOTAL ANUAL | | 403,562.08 | 2,362,779.00 | 308,897.84 | 1,879,100.46 | 283,576.09 | 1,665,301.10 |
| GRAN TOTAL | | 2,766,341.08 | | 2,187,998.30 | | 1,948,877.18 | |
| % DE REDUCCION DE CONSUMO DE AGUA CON RESPECTO AL AÑO ANTERIOR | | NO DATA | NO DATA | 23.46 | 20.47 | 8.20 | 11.38 |

Fuente: Minera Yanacocha SRL. / Área de Medio Ambiente, 2018

* Meses de época seca según identificación meteorológica (*)

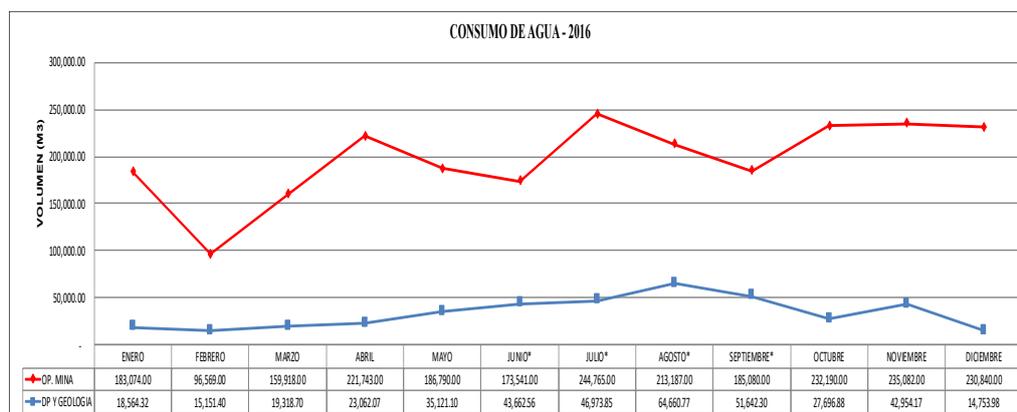


Figura 15. Tendencia consumo de agua periodo 2016.

Fuente: Minera Yanacocha, 2016

* Gráfico del consumo mensual de agua en el año 2016 tanto en Operaciones Mina y Proyectos de Capital Sostenible.

* Teniendo como máximo consumo en el mes de Julio en Operaciones Mina y Agosto en Proyectos de Capital Sostenible.

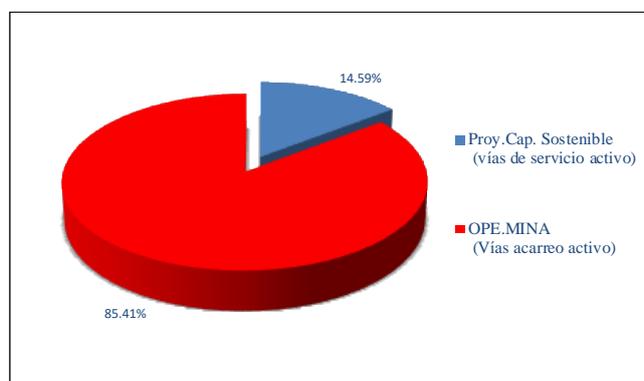


Figura 16. Porcentaje consumo de agua periodo 2016.

Fuente: Minera Yanacocha, 2016

* Se puede apreciar que, del total del consumo de agua por año, el 14.59% se utilizó en el área de Proyectos de Capital Sostenible y el 85.41 % en el área de Operaciones Mina.

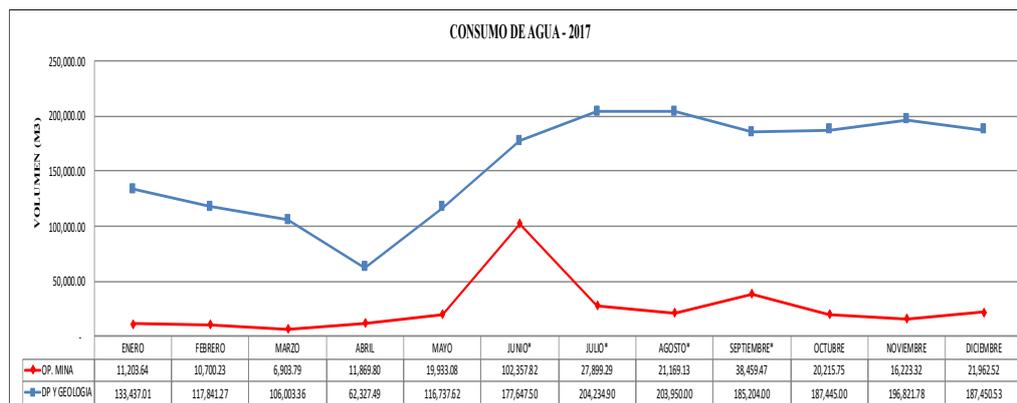


Figura 17. Tendencia consumo de agua periodo 2017.

Fuente: Minera Yanacocha, 2017

* Gráfico del consumo mensual de agua en el año 2017 tanto en Operaciones Mina y Proyectos de Capital Sostenible.

* Teniendo como máximo consumo en el mes de junio en Operaciones Mina y Julio en Proyectos de Capital Sostenible

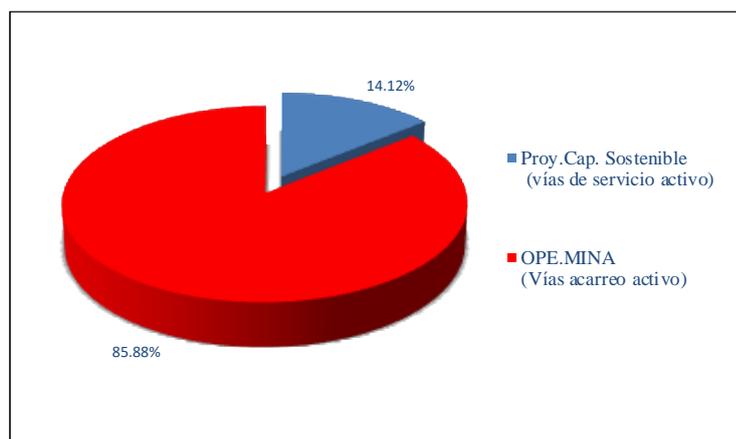


Figura 18. Porcentaje consumo de agua periodo 2017.

Fuente: Minera Yanacocha, 2017

* Se puede apreciar que, del total del consumo de agua por año, el 14.12% se utilizó en el área de Proyectos de Capital Sostenible y el 85.88 % en el área de Operaciones Mina.

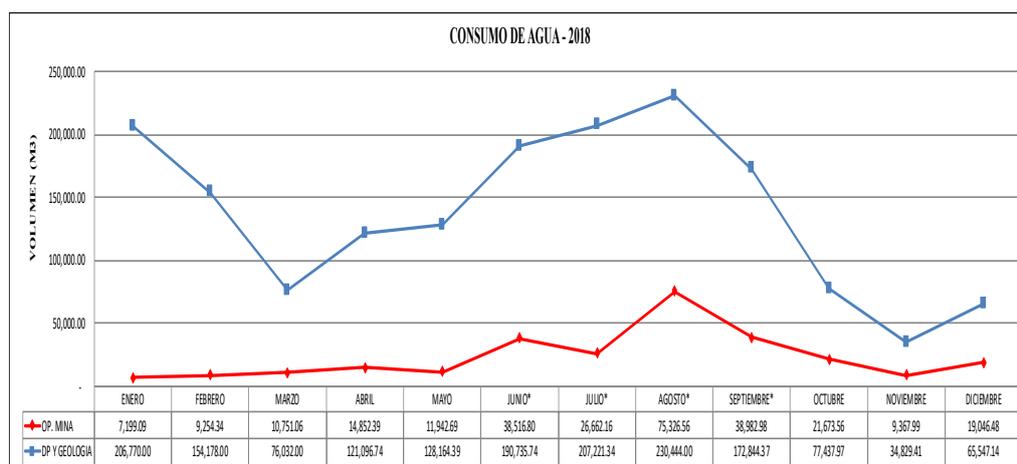


Figura 19. Porcentaje consumo de agua periodo 2018.

Fuente: Minera Yanacocha, 2017

* Se puede apreciar que, del total del consumo de agua por año, el 14.12% se utilizó en el área de Proyectos de Capital Sostenible y el 85.88 % en el área de Operaciones Mina.

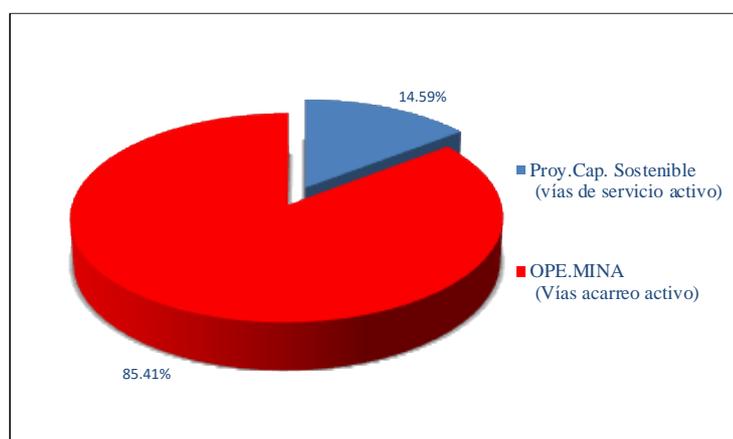


Figura 20. Porcentaje consumo de agua periodo 2018.

Fuente: Minera Yanacocha, 2018

* Se puede apreciar que, del total del consumo de agua por año, el 14.59% se utilizó en el área de Proyectos de Capital Sostenible y el 85.41 % en el área de Operaciones Mina.

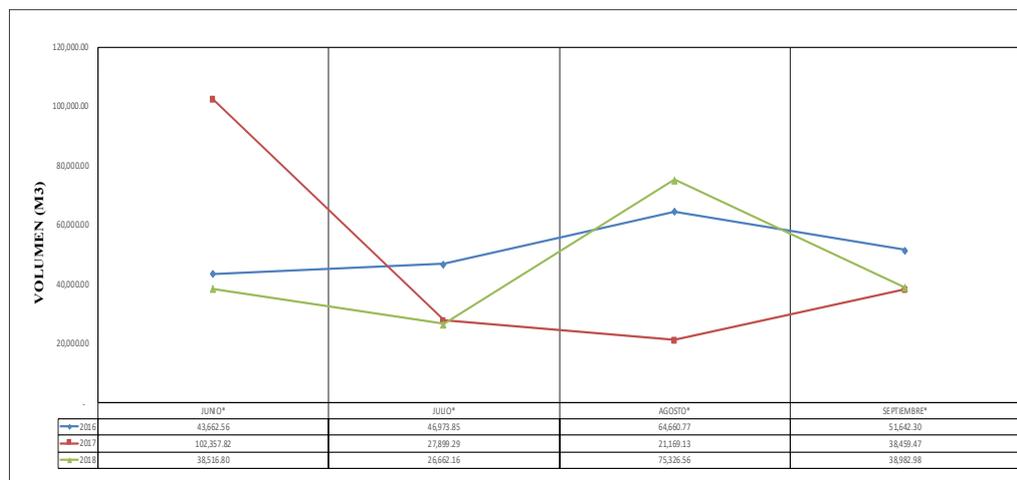


Figura 21. Tendencia consumo de agua en época seca periodo 2016 - 2018 PCS.
Fuente: Minera Yanacocha, 2018

* Del gráfico se puede apreciar que el máximo consumo de agua es en el mes de junio del 2017 y el mínimo consumo es en el mes de agosto del 2017

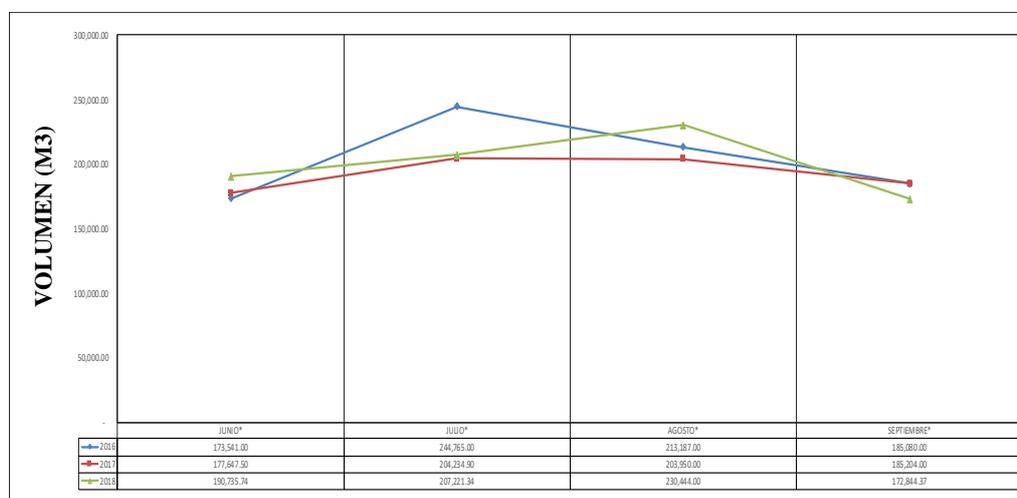


Figura 22. Tendencia consumo de agua en época seca periodo 2016 - 2018 OPM.
Fuente: Minera Yanacocha, 2018

* Del gráfico se puede apreciar que el máximo consumo de agua es en el mes de julio del 2016 y el mínimo consumo es en el mes de setiembre del 2018.

3.1.9 Costo del consumo de agua

Tabla 9.
Resumen costo del agua periodo 2016 - 2018 PCS & OPM.

| ITEM | MES | 2016 | | 2017 | | 2018 | |
|--|--------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| | | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) | OPE.MINA (Vías acarreo activo) | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) | OPE.MINA (Vías acarreo activo) | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) | OPE.MINA (Vías acarreo activo) |
| | | COSTO (\$) | COSTO (\$) | COSTO (\$) | COSTO (\$) | COSTO (\$) | COSTO (\$) |
| 001 | ENERO | 13,366.31 | 131,813.28 | 8,066.62 | 96,074.65 | 5,183.34 | 148,874.40 |
| 002 | FEBRERO | 10,909.00 | 69,529.68 | 7,704.17 | 84,845.71 | 6,663.12 | 111,008.16 |
| 003 | MARZO | 13,909.46 | 115,140.96 | 4,970.73 | 76,322.42 | 7,740.76 | 54,743.04 |
| 004 | ABRIL | 16,604.69 | 159,654.96 | 8,546.26 | 44,875.79 | 10,693.72 | 87,189.65 |
| 005 | MAYO | 25,287.19 | 134,488.80 | 14,351.82 | 84,051.09 | 8,598.74 | 92,278.36 |
| 006 | JUNIO * | 31,437.04 | 124,949.52 | 73,697.63 | 127,906.20 | 27,732.10 | 137,329.73 |
| 007 | JULIO * | 33,821.17 | 176,230.80 | 20,087.49 | 147,049.13 | 19,196.75 | 149,199.37 |
| 008 | AGOSTO * | 46,555.75 | 153,494.64 | 15,241.77 | 146,844.00 | 54,235.12 | 165,919.68 |
| 009 | SEPTIEMBRE * | 37,182.46 | 133,257.60 | 27,690.82 | 133,346.88 | 28,067.74 | 124,447.94 |
| 010 | OCTUBRE | 19,941.76 | 167,176.80 | 14,555.34 | 134,960.40 | 15,604.96 | 55,755.34 |
| 011 | NOVIEMBRE | 30,927.00 | 169,259.04 | 11,680.79 | 141,711.68 | 6,744.95 | 25,077.17 |
| 012 | DICIEMBRE | 10,622.86 | 166,204.80 | 15,813.01 | 134,964.38 | 13,713.46 | 47,193.94 |
| TOTAL ANUAL | | 290,564.70 | 1,701,200.88 | 222,406.44 | 1,352,952.33 | 204,174.78 | 1,199,016.79 |
| GRANTOTAL | | | 1,991,765.58 | | 1,575,358.77 | | 1,403,191.57 |
| % DE REDUCCION DE COSTO DE AGUA CON RESPECTO AL AÑO ANTERIOR | | NO DATA | NO DATA | 23.46 | 20.47 | 8.20 | 11.38 |

Fuente: Minera Yanacocha SRL /Área Medio Ambiente, 2019

* El agua que se puede utilizar para el control de polvo particulado en las instalaciones de Minera Yanacocha proviene del agua que se trata en sus AWTPs y EWTPs, agua que se descarga para el cumplimiento de compromisos en canales de riego y el excedente de agua se utiliza para el control de polvo.

$$ECP = \frac{0.72 \text{ Precio Unitario del agua (\$/m}^3\text{)}}{1}$$

$$ECP = TAT - UC - DMA - DC$$

ECP: Excedente para control de polvo

TAT: Total Agua Tratada

UC: Uso Consuntivo (Plantas y laboratorios)

DMA: Descarga al Medio Ambiente

DC: Descarga a canales



Figura 23. Tendencia del costo del agua 2016 OPM & PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* El gráfico muestra el costo mensual de agua en el año 2016 tanto en Operaciones Mina y Proyectos de Capital Sostenible.

* Teniendo como máximo costo en el mes de Julio en Operaciones Mina y Agosto en Proyectos de Capital Sostenible

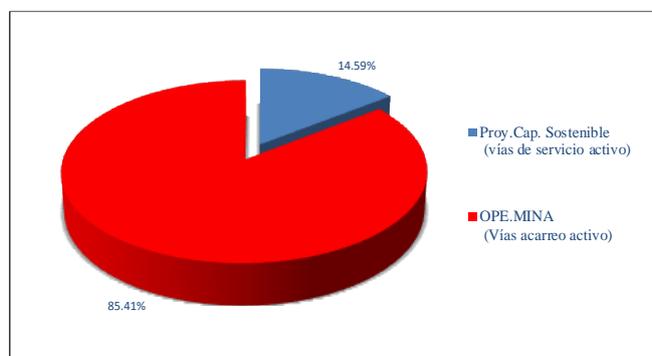


Figura 24. Porcentaje del costo del agua 2016 OPM & PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Se puede apreciar que, del total del costo del agua por año, el 14.59% se gastó en el área de Proyectos de Capital Sostenible y el 85.41 % en el área de Operaciones Mina.

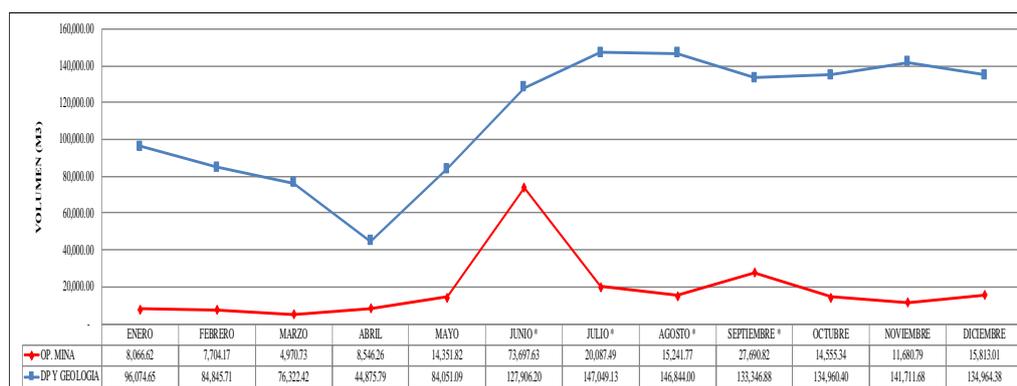


Figura 25. Tendencia costo del agua 2017 OPM & PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* El gráfico muestra el costo mensual de agua en el año 2017 tanto en Operaciones Mina y Proyectos de Capital Sostenible.

* Teniendo como máximo costo en el mes de junio en Operaciones Mina y Julio en Proyectos de Capital Sostenible

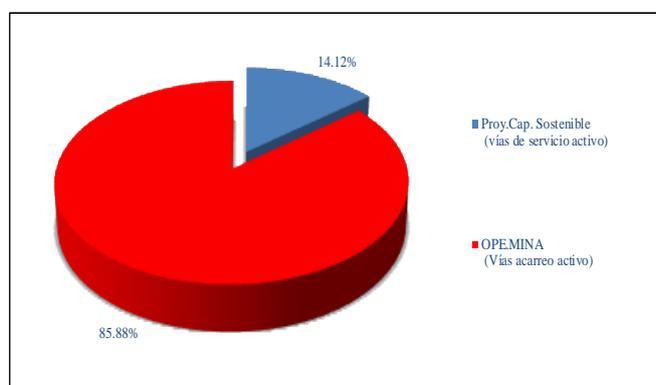


Figura 26. Porcentaje costo del agua 2017 OPM & PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Se puede apreciar que, del total del consumo de agua por año, el 14.12% se gastó en el área de Proyectos de Capital Sostenible y el 85.88 % en el área de Operaciones Mina.

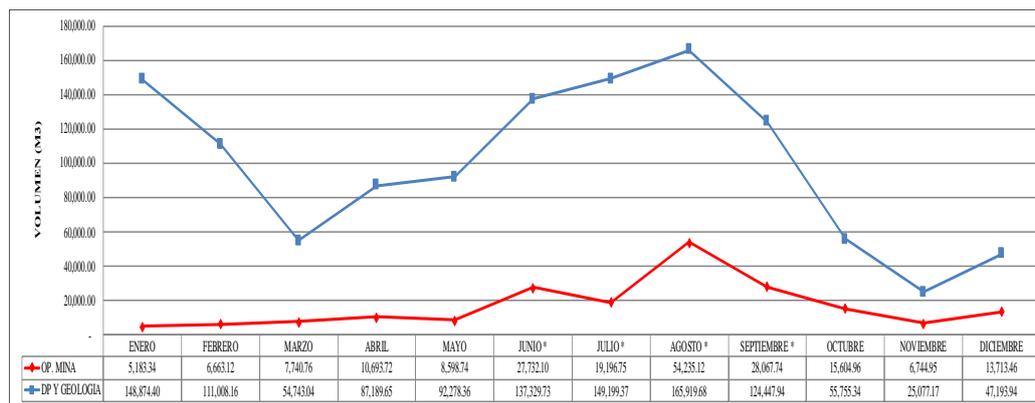


Figura 27. Tendencia costo del agua 2018 OPM & PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* La tendencia muestra el costo mensual de agua en el año 2018 tanto en Operaciones Mina y Proyectos de Capital Sostenible

* Teniendo como máximo costo en el mes de agosto en Operaciones Mina y Proyectos de Capital Sostenible.

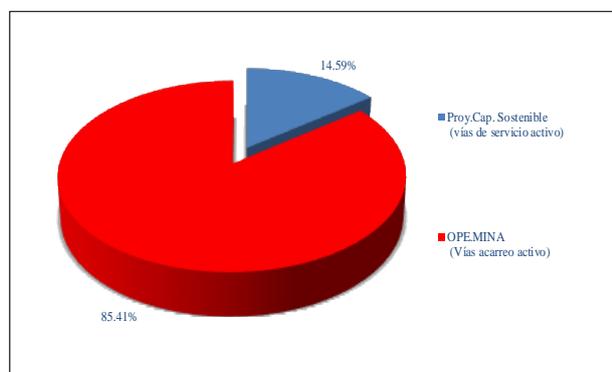


Figura 28. Porcentaje costo del agua 2018 OPM & PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Se puede apreciar que, del total del consumo de agua por año, el 14.59% se gastó en el área de Proyectos de Capital Sostenible y el 85.41 % en el área de Operaciones Mina.

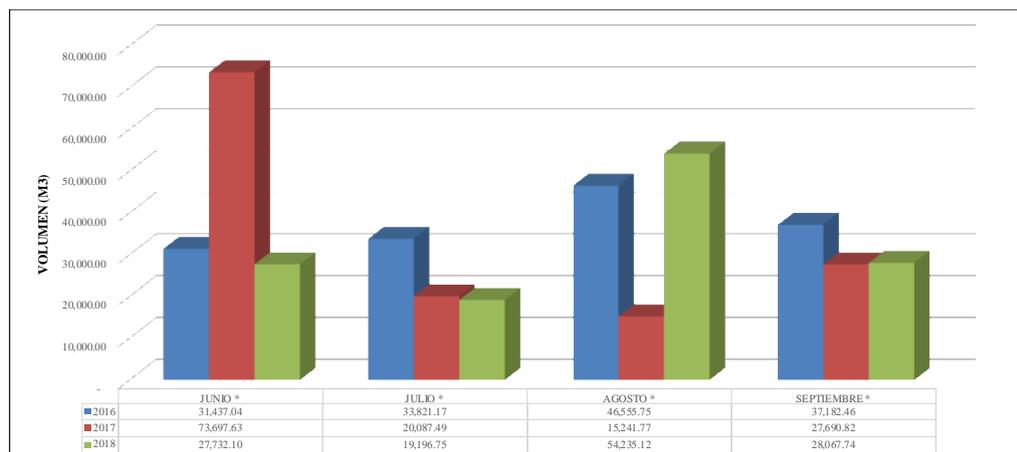


Figura 29. Resumen costo de agua en época seca periodo 2016-2018 PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Data discriminando solo época seca

* Del gráfico se puede apreciar que el máximo costo de agua es en el mes de junio del 2017 y el mínimo costo es en el mes de agosto del 2017

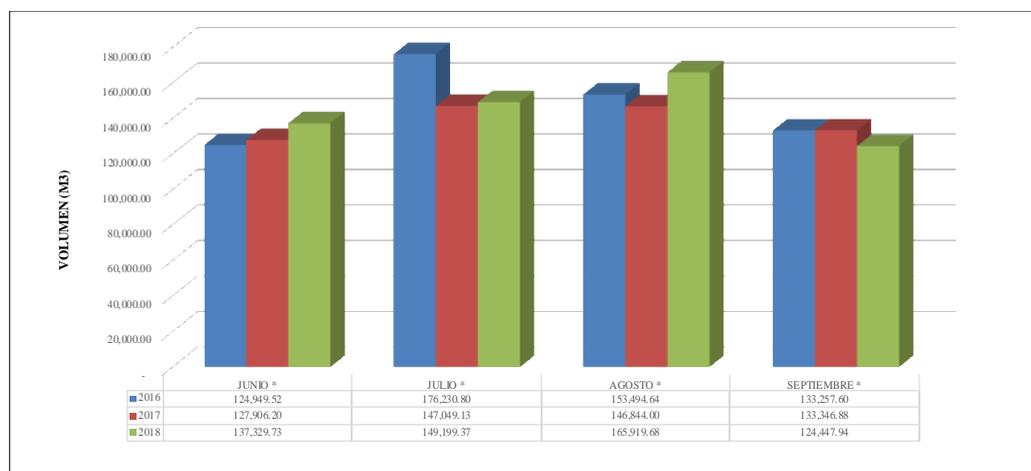


Figura 30. Resumen costo de agua en época seca periodo 2016-2018 OPM.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Data discriminando solo época seca

* Del gráfico se puede apreciar que el máximo costo de agua es en el mes de julio del 2016 y el mínimo costo es en el mes de setiembre del 2018

3.2 Evaluamos técnica y económicamente el riego de las vías internas de Minera Yanacocha SRL., mediante el uso del supresor DL10 Plus.

3.2.1 Ubicación del área de muestra.

Vías internas de Minera Yanacocha SRL.

3.2.2 Ubicación geográfica

Lugar : Distrito de La Encañada, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca.

Área : Entre 3400 y 4200 m.s.n.m.

Camino : 79 200 m de vía no pavimentada.

Fecha de inicio : Enero 2016

Fecha de culminación : Diciembre 2018

Longitud : Vía de servicio activo/PCS 42.48 km

Vía de acarreo activo/OM 36.72 km

Ancho : Vía de servicio activo/PCS 8m

Vía de acarreo activo/OM 36m

3.2.3 Datos meteorológicos 2019

En Cajamarca en el año 2019 se ha considerado como temperatura: máxima: 23°C / mínima: 8°C.

Para Minera Yanacocha SRL en el año 2019, el mes con temperatura más alta es setiembre (22.2°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (4.9°C); y llueve con mayor intensidad en el mes de marzo (118.78 mm/mes).

| Mes | Temperatura Máxima °C | Temperatura Mínima °C | Precipitación (Lluvia) ML |
|-----------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| Enero | 21,5 | 9,3 | 79 |
| Febrero | 21,2 | 9,7 | 106 |
| Marzo | 21,2 | 9,6 | 119 |
| Abril | 21,5 | 9 | 73 |
| Mayo | 21,9 | 7 | 28 |
| Junio | 21,9 | 5,6 | 10 |
| Julio | 21,7 | 4,9 | 6 |
| Agosto | 22,1 | 5,6 | 8 |
| Setiembre | 22,2 | 7,1 | 29 |
| Octubre | 22 | 8,2 | 66 |
| Noviembre | 22,1 | 8 | 67 |
| Diciembre | 21,9 | 8,9 | 78 |

Figura 31. Resumen meteorológico 2019.

Fuente: Senamhi / Ministerio del Ambiente, 2019

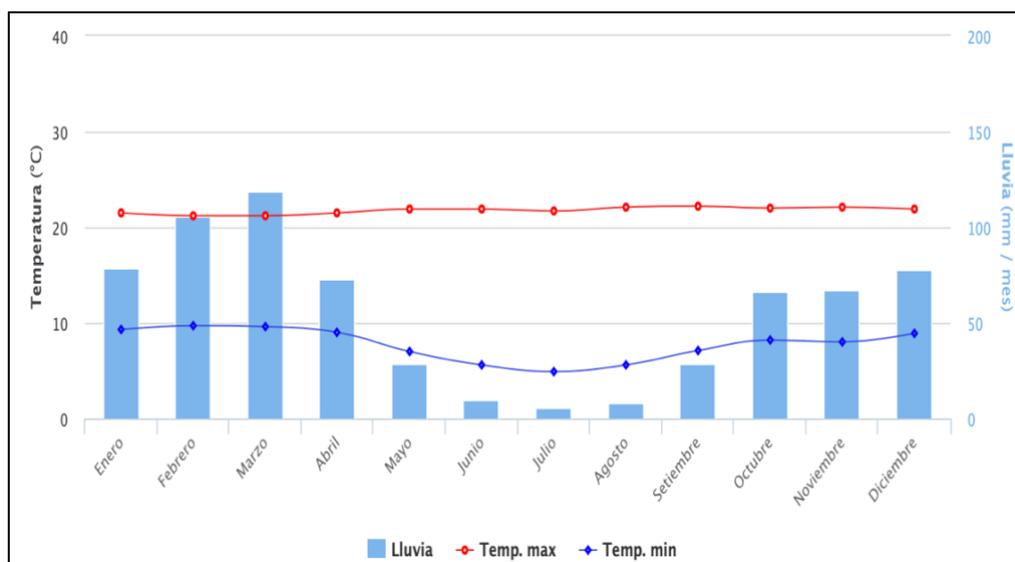


Figura 32. Promedio de Temperatura – Lluvias 2019.

Fuente: Senamhi / Ministerio del Ambiente, 2019

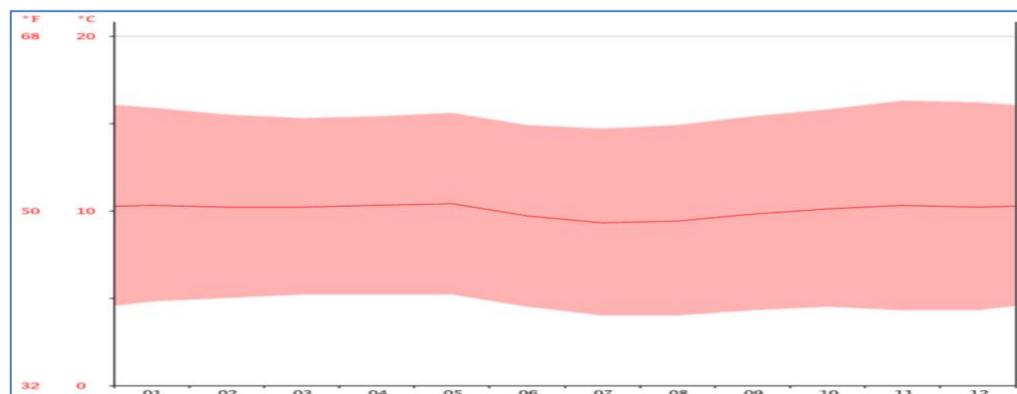


Figura 33. Diagrama de Temperatura MY.

Fuente: Minera Yanacocha, 2019

* El mes más caluroso del año con un promedio de 10.4 °C de mayo. El mes más frío del año es de 9.3 °C en el medio de julio.

3.2.4 Desarrollo Técnico – Económico del consumo de agua más aditivo DL10

Plus en MYSRL.

3.2.5 Consumo agua más el aditivo DL10 Plus

Tabla 10.

Consumo de agua más el aditivo DL10 Plus periodo 2019 OPM & PCS

| ITEM | MES | 2019 | | 2019 | |
|----------------------------|--------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| | | AGUA | ADITIVO | AGUA | ADITIVO |
| | | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) | OPE.MINA (Vías acarreo activo) | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) | OPE.MINA (Vías acarreo activo) |
| | | VOLUMEN (m ³) | VOLUMEN (m ³) | VOLUMEN (Litros) | VOLUMEN (Litros) |
| 001 | ENERO | 20,431.80 | 87,342.89 | - | - |
| 002 | FEBRERO | 9,867.53 | 56,079.45 | - | - |
| 003 | MARZO | 6,890.62 | 51,472.00 | - | - |
| 004 | ABRIL | 9,916.73 | 42,297.00 | - | - |
| 005 | MAYO | 20,855.78 | 110,761.64 | - | - |
| 006 | JUNIO * | 33,910.27 | 168,359.68 | 9,469.50 | 47,014.74 |
| 007 | JULIO * | 29,035.43 | 134,183.47 | 8,108.20 | 37,470.97 |
| 008 | AGOSTO * | 33,431.84 | 155,932.57 | 9,335.90 | 43,544.45 |
| 009 | SEPTIEMBRE * | 17,617.55 | 157,668.69 | 4,919.73 | 44,029.26 |
| 010 | OCTUBRE | - | - | - | - |
| 011 | NOVIEMBRE | - | - | - | - |
| 012 | DICIEMBRE | - | - | - | - |
| TOTAL ANUAL | | 181,957.56 | 964,097.39 | 31,833.34 | 172,059.42 |
| GRAN TOTAL | | | 1,146,054.96 | | 203,892.76 |
| 1/946 Dosificación Aditivo | | * 20 litros por cada 5000 galones de agua. | | | |

Fuente: Minera Yanacocha SRL /Área Medio Ambiente, 2019

- Se ha discriminado por año ya que en el 2019 ya se utilizó el aditivo DL10 Plus.

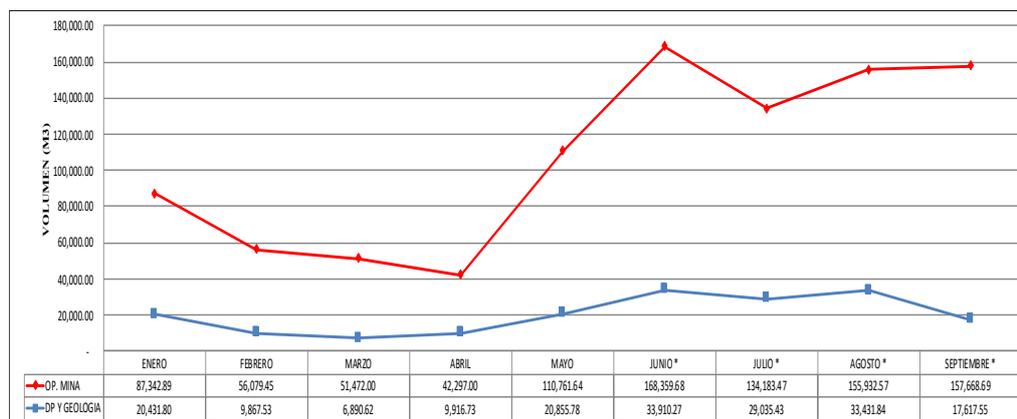


Figura 34. Tendencia consumo de agua periodo 2019 OPM & PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Gráfico del consumo mensual de agua en el año 2019 en OPM y PCS.

* Teniendo como máximo consumo en el mes de junio en OPM y en PCS.

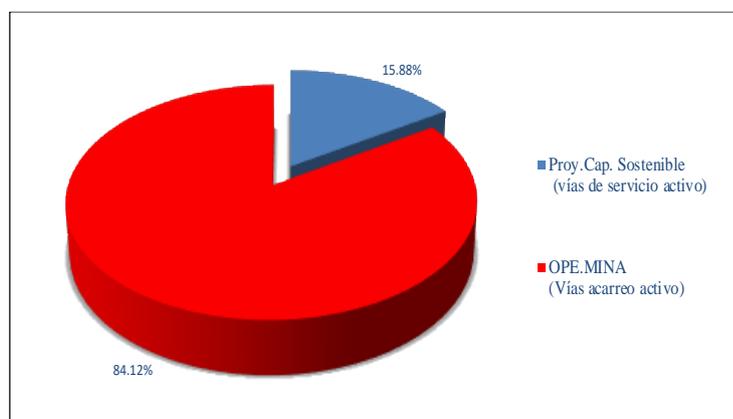


Figura 35. Porcentaje consumo agua periodo 2019 PCS & OPM.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Se puede apreciar que, del total del consumo de agua por año, el 15.88% se utilizó en el área de Proyectos de Capital Sostenible y el 84.12 % en el área de Operaciones Mina.

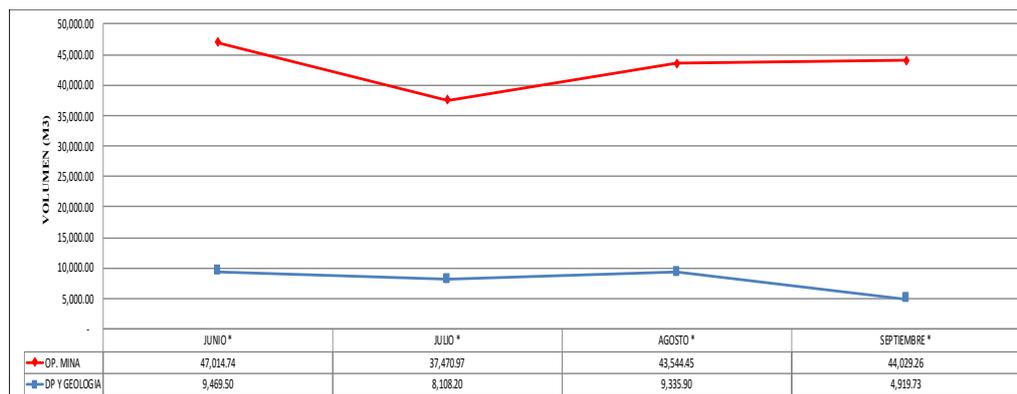


Figura 36. Tendencia consumo de aditivo 2019 OPM & PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Gráfico del consumo mensual de aditivo en el año 2019 tanto en Operaciones Mina y Proyectos de Capital Sostenible.

* Teniendo como máximo consumo en el mes de junio en Operaciones Mina y en Proyectos de Capital Sostenible

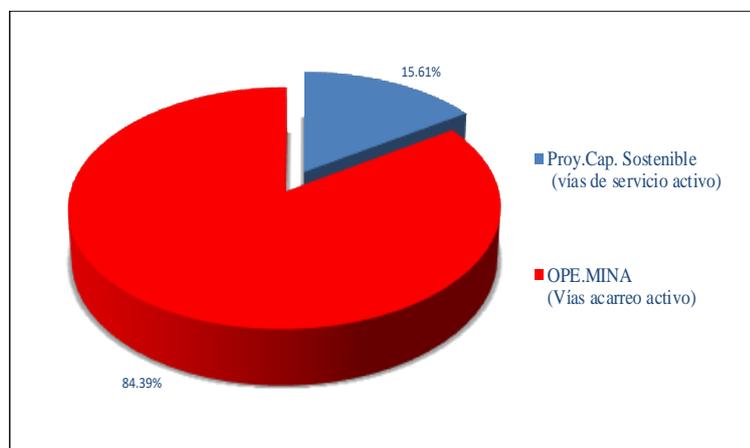


Figura 37. Porcentaje de consumo de aditivo periodo 2019 PCS & OPM.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Se puede apreciar que, del total del consumo de aditivo por año, el 15.61% se utilizó en el área de Proyectos de Capital Sostenible y el 84.39 % en el área de Operaciones Mina.

3.2.6 Costo consumo de agua más el aditivo DL10 Plus.

Tabla 11.

Resumen costo de agua más el aditivo DL10 Plus periodo 2019 OPM & PCS

| ITEM | MES | 2019 | | 2019 | |
|---|--------------|---|--|---|-----------------------------------|
| | | AGUA | | ADITIVO | |
| | | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) | OPE.MINA (Vías acarreo activo) | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) | OPE.MINA (Vías acarreo activo) |
| | | COSTO (\$) | COSTO (\$) | COSTO (\$) | COSTO (\$) |
| 001 | ENERO | 14,710.89 | 62,886.88 | - | - |
| 002 | FEBRERO | 7,104.62 | 40,377.20 | - | - |
| 003 | MARZO | 4,961.25 | 37,059.84 | - | - |
| 004 | ABRIL | 7,140.05 | 30,453.84 | - | - |
| 005 | MAYO | 15,016.16 | 79,748.38 | - | - |
| 006 | JUNIO * | 24,415.40 | 121,218.97 | 27,935.03 | 138,693.48 |
| 007 | JULIO * | 20,905.51 | 96,612.10 | 23,919.18 | 110,539.37 |
| 008 | AGOSTO * | 24,070.93 | 112,271.45 | 27,540.91 | 128,456.12 |
| 009 | SEPTIEMBRE * | 12,684.64 | 113,521.46 | 14,513.21 | 129,886.32 |
| 010 | OCTUBRE | - | - | - | - |
| 011 | NOVIEMBRE | - | - | - | - |
| 012 | DECIEMBRE | - | - | - | - |
| TOTAL ANUAL | | 131,009.45 | 694,150.12 | 93,908.34 | 507,575.29 |
| GRAN TOTAL | | | 825,159.57 | | 601,483.63 |
| 1/946 Dosificación Aditivo | | | * 20 litros por cada 5000 galones de agua. | | |
| 2.95 Precio Unitario del aditivo (US\$/litro) | | | Costización de Multinsa / DL10 Plus | | |
| 0.72 Precio Unitario del agua (\$/m3) | | | ** Dato proporcionado por MYSRL | | |

Fuente: Minera Yanacocha SRL / Área Medio Ambiente, 2019

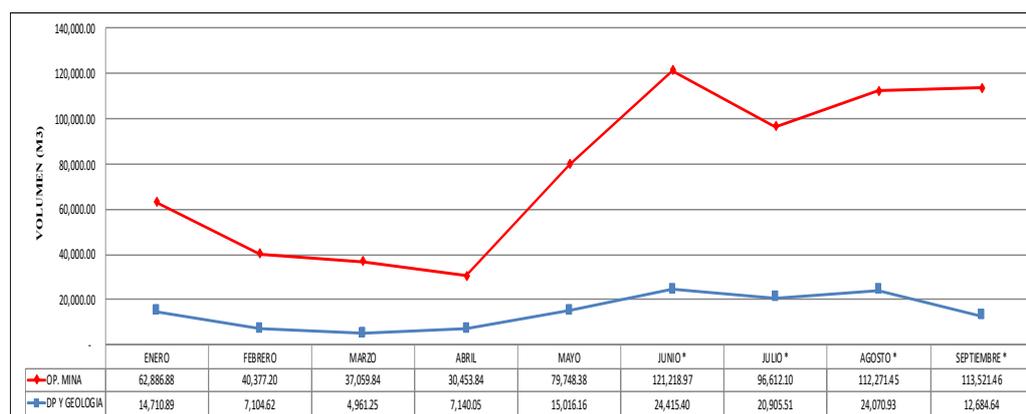


Figura 38. Tendencia costo de agua mas aditivo DL10 Plus 2019 OPM & PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Gráfico del costo mensual de agua en el año 2019 tanto en Operaciones Mina y Proyectos de Capital Sostenible.

* Teniendo como máximo costo en el mes de junio en Operaciones Mina y en Proyectos de Capital Sostenible.

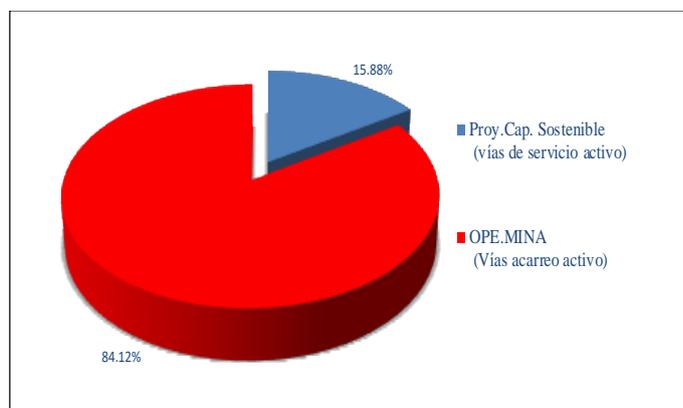


Figura 39. Porcentaje costo de agua mas aditivo DL10 Plus 2019 OPM & PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Se puede apreciar que del total del costo del agua en el año 2019 el 15.88% se gastó en el área de Proyectos de Capital Sostenible y el 84.12 % en el área de Operaciones Mina.

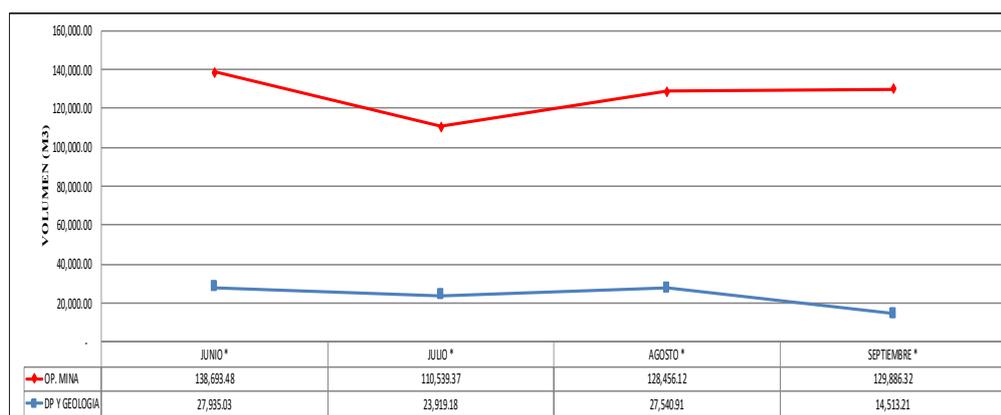


Figura 40. Tendencia costo de agua mas aditivo DL10 Plus periodo 2019 OPM & PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Data discriminando solo época seca

* Gráfico del costo mensual del aditivo DL10 Plus en el año 2019 tanto en Operaciones Mina y Proyectos de Capital Sostenible.

* Teniendo como máximo costo en el mes de junio en Operaciones Mina y en Proyectos de Capital Sostenible.

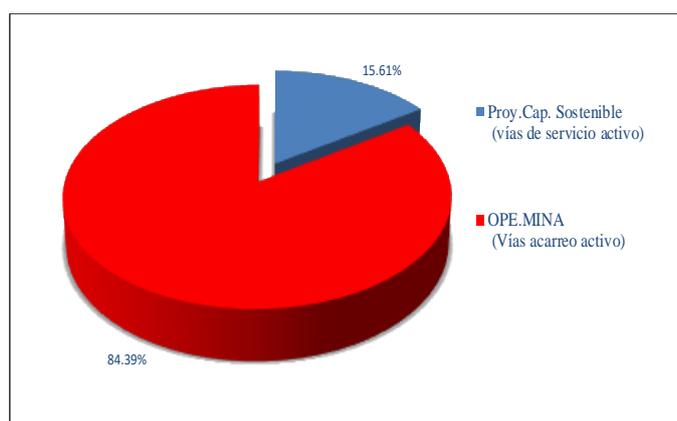


Figura 41. Porcentaje costo de agua mas aditivo DL10 Plus periodo 2019 OPM & PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Se puede apreciar el total del costo del agua mas aditivo DL10 Plus en el año 2019, el 15.61% se gastó en el área de Proyectos de Capital Sostenible y el 84.39% en el área de Operaciones Mina.

3.3 Realizamos una comparación técnica – económica del riego de las vías internas de Minera Yanacocha, entre un riego convencional solo con agua y un riego utilizando el aditivo supresor DL10 Plus.

Para realizar la comparación técnica - económica en el proceso se ha discriminado la data, considerando solo la temporada seca de ambas áreas PCS & OPM, el cual sería desde los meses de junio hasta septiembre de los periodos 2016 - 2019.

3.3.1 Consumo de agua 2016 - 2019 de los meses donde se utilizo aditivo DL10

Plus y meses donde no se utilizó el aditivo de las Vías de servicio activo PCS.

Tabla 12.

Consumo de agua 2016 - 2018 y agua mas el aditivo DL10 Plus 2019 PCS.

| | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 * |
|--------------------|--------------|---|---|---|---|
| | | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) |
| ITEM | MES | VOLUMEN (m3) | VOLUMEN (m3) | VOLUMEN (m3) | VOLUMEN (m3) |
| 006 | JUNIO * | 43,662.56 | 102,357.82 | 38,516.80 | 33,910.27 |
| 007 | JULIO * | 46,973.85 | 27,899.29 | 26,662.16 | 29,035.43 |
| 008 | AGOSTO * | 64,660.77 | 21,169.13 | 75,326.56 | 33,431.84 |
| 009 | SEPTIEMBRE * | 51,642.30 | 38,459.47 | 38,982.98 | 17,617.55 |
| TOTAL ANUAL | | 206,939.48 | 189,885.71 | 179,488.49 | 113,995.11 |

Fuente: Minera Yanacocha SRL /Área Medio Ambiente, 2019

* Data discriminando solo época seca.

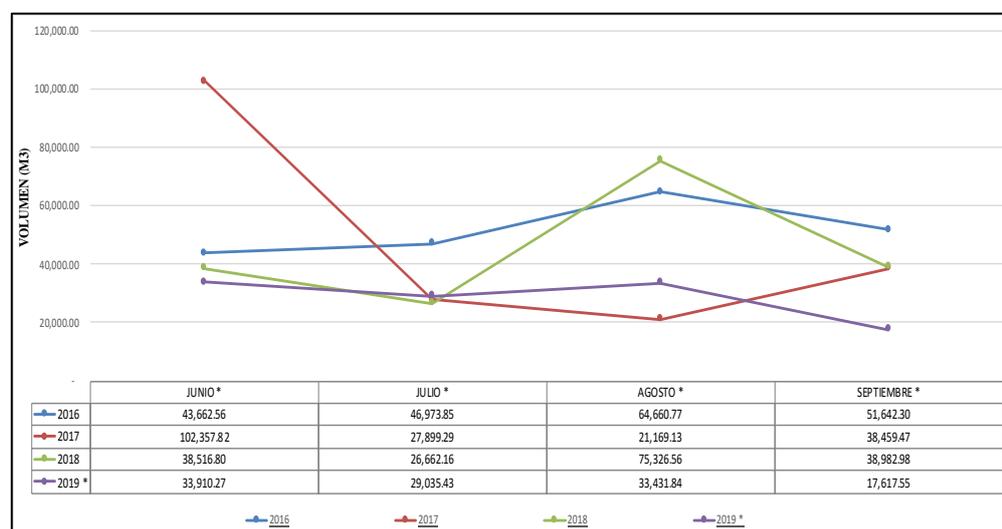


Figura 42. Tendencia consumo de agua 2016-2018 y agua mas aditivo DL10 Plus 2019 PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Data discriminando solo época seca

* Del gráfico se aprecia que en el mes de junio del 2017 hubo el máximo consumo de agua y en el mes de setiembre del 2019 hubo el mínimo de consumo de agua, este último dato es a consecuencia del uso del aditivo DL10 Plus el cual ayudo en la reducción del consumo del agua.

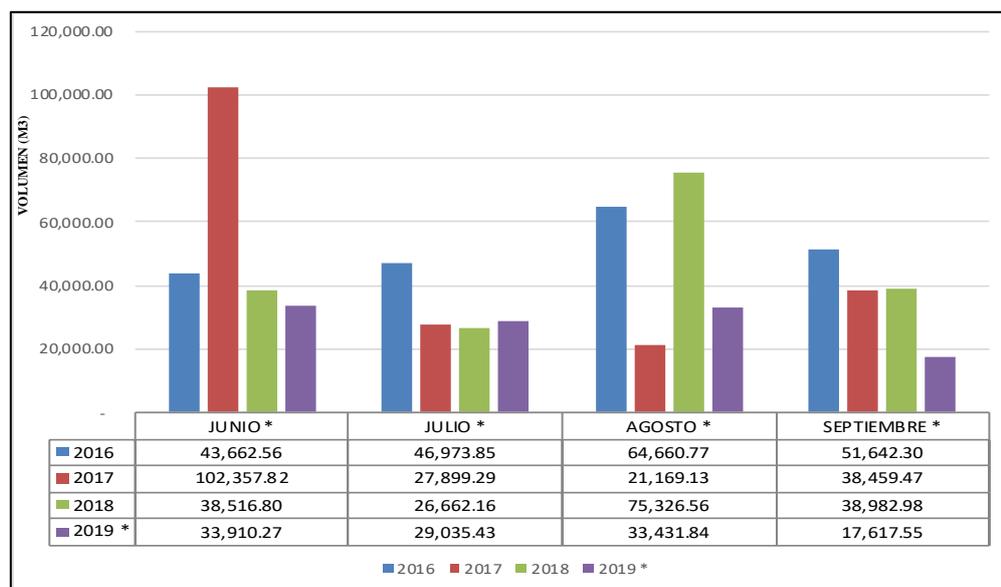


Figura 43. Resumen consumo de agua 2016-2019 y agua mas aditivo DL10 Plus 2019 PCS.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Data discriminando solo época seca

* Del gráfico podemos apreciar que en el mes de junio del 2017 hubo el máximo consumo de agua y en el mes de setiembre del 2019 hubo el mínimo de consumo de agua, este último dato es a consecuencia que se utilizó aditivo DL10 Plus para reducir el consumo del agua.

3.3.2 Consumo de agua 2016 - 2019 de los meses donde se utilizo aditivo DL10Plus y meses donde no se utilizó el aditivo de las Vías de acarreo activo OPM.

Tabla 13.

Consumo de agua 2016 - 2018 y agua mas el aditivo DL10 Plus 2019 OPM.

| ITEM | MES | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 * |
|--------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | OPE.MINA | OPE.MINA | OPE.MINA | OPE.MINA |
| | | (Vías acarreo activo) | (Vías acarreo activo) | (Vías acarreo activo) | (Vías acarreo activo) |
| | | VOLUMEN (m3) | VOLUMEN (m3) | VOLUMEN (m3) | VOLUMEN (m3) |
| 006 | JUNIO * | 173,541.00 | 177,647.50 | 190,735.74 | 168,359.68 |
| 007 | JULIO * | 244,765.00 | 204,234.90 | 207,221.34 | 134,183.47 |
| 008 | AGOSTO * | 213,187.00 | 203,950.00 | 230,444.00 | 155,932.57 |
| 009 | SEPTIEMBRE * | 185,080.00 | 185,204.00 | 172,844.37 | 157,668.69 |
| TOTAL ANUAL | | 816,573.00 | 771,036.39 | 801,245.45 | 616,144.42 |

Fuente: Minera Yanacocha SRL /Área Medio Ambiente, 2019

* Data discriminando solo época seca.

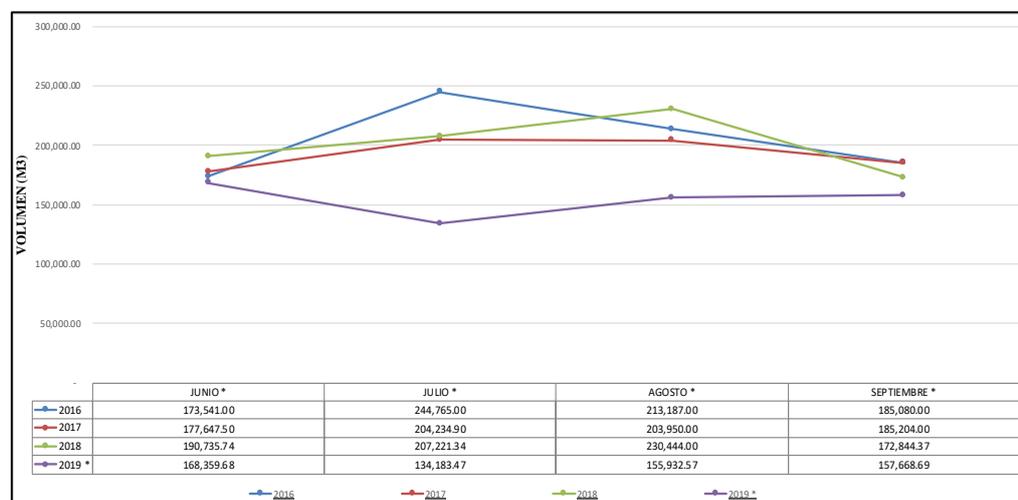


Figura 44. Tendencia del consumo de agua 2016-2018 y agua más aditivo DL10 Plus 2019 OPM.

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Data discriminando solo época seca.

* Del gráfico se aprecia que en el mes de julio del 2016 hubo el máximo consumo de agua y en el mes de julio del 2019 hubo el mínimo consumo de agua, este último dato es a consecuencia del uso del aditivo DL10 Plus el cual ayudo a reducir el consumo del agua.

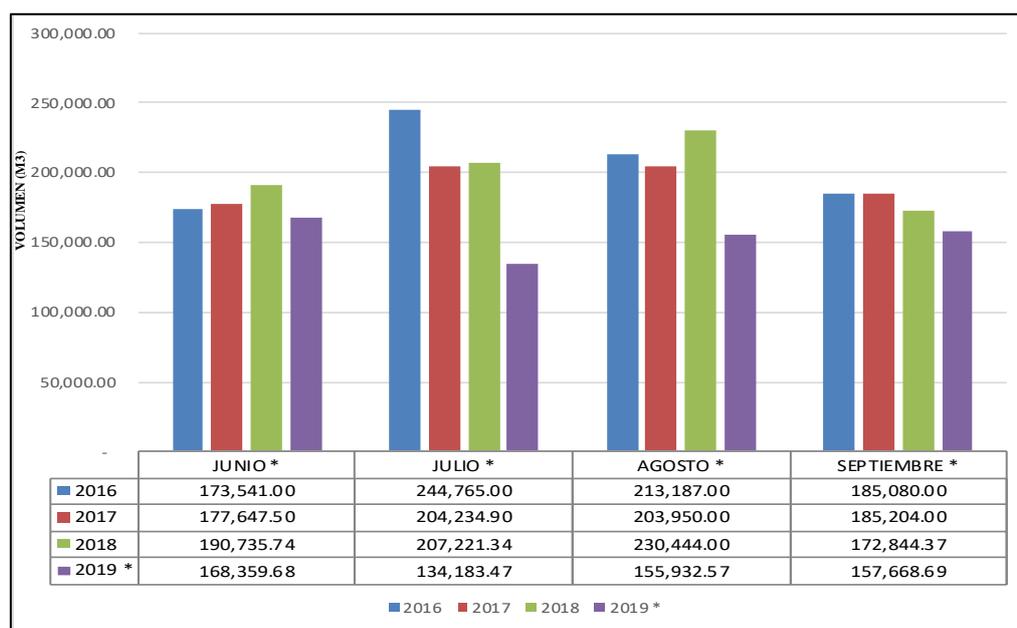


Figura 45. Resumen consumo agua 2016-2018 y consumo agua más aditivo DL10 Plus 2019 OPM

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Data discriminando solo época seca.

* Del gráfico se aprecia que en el mes de julio del 2016 hubo el máximo consumo de agua y en el mes de julio del 2019 hubo el mínimo de consumo de agua, este último dato es a consecuencia del uso del aditivo DL10 Plus el cual a generado la reducción del consumo de agua.

3.3.3 Costo de equipos.

Tabla 14.

Costo de equipos para el riego de las vías en MYSRL

| Equipo | Costo/ Mes (\$) | Observaciones |
|---------------|--------------------|---|
| Cisterna 9000 | 9,794.38 | Incluye operador, ayudante, combustible |
| Cisterna 5000 | 7,797.48 | Incluye operador, ayudante, combustible |

| Tramo | Dimensiones | | | Riego Promedio Diario | | |
|-------------------------------------|------------------------|-----------|---------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Long. Total (Km) | Ancho (m) | Area (m2) | Area Total (m2) | Epoca Verano May_18-Oct18 | Epoca Verano May_19-Oct19 |
| Vía Campamento Operadores Km 37 | 1.0 | 8.0 | 8,000.0 | 16,000.0 | 10.0 | 7.0 |
| Vía del Aglomerador | 1.4 | 8.0 | 11,200.0 | 22,400.0 | 10.0 | 7.0 |
| Vía Oficinas La Quinua | 1.7 | 8.0 | 13,440.0 | 26,880.0 | 10.0 | 7.0 |
| Vía Paleosuelos | 3.0 | 8.0 | 24,000.0 | 48,000.0 | 8.0 | 6.0 |
| Vía Plataforma Oficinas La Quinua | 0.4 | 8.0 | 3,200.0 | 6,400.0 | 10.0 | 7.0 |
| Vía Pachacutec | 1.3 | 8.0 | 10,400.0 | 20,800.0 | 8.0 | 6.0 |
| Vía Fase 5 | 1.1 | 8.0 | 8,800.0 | 17,600.0 | 8.0 | 6.0 |
| Vía Pasamayo | 0.9 | 8.0 | 7,200.0 | 14,400.0 | 8.0 | 6.0 |
| Vía Fase 0 | 2.0 | 8.0 | 16,000.0 | 32,000.0 | 8.0 | 6.0 |
| Vía Planta Maqui Maqui | 0.3 | 6.0 | 1,800.0 | 1,800.0 | 8.0 | 6.0 |
| Vía Variante Maqui Maqui | 3.3 | 8.0 | 26,400.0 | 26,400.0 | 8.0 | 6.0 |
| Vía Service Road (Vía de Servicios) | 13.0 | 11.0 | 143,000.0 | 286,000.0 | 9.0 | 5.0 |
| Vía Maqui Maqui – Campamento Conga | 5.6 | 8.0 | 44,720.0 | 44,720.0 | 8.0 | 6.0 |
| Vía Garita Pongo – China linda | 7.5 | 8.0 | 60,080.0 | 60,080.0 | 2.0 | 2.0 |
| Sub Total | 42.48 | | 378240 | 623480 | | |

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

Tabla 15.

Costo de equipos 2018 - 2019 Vías de servicio activo PCS.

| ITEM | MES | 2018 | 2019 |
|----------------------|--------------|---|---|
| | | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) |
| | | COSTO (\$) | COSTO (\$) |
| 001 | ENERO | - | 37,180.63 |
| 002 | FEBRERO | - | 37,180.63 |
| 003 | MARZO | - | 37,180.63 |
| 004 | ABRIL | - | 37,180.63 |
| 005 | MAYO | 56,769.40 | 37,180.63 |
| 006 | JUNIO * | 56,769.40 | 37,180.63 |
| 007 | JULIO * | 56,769.40 | 37,180.63 |
| 008 | AGOSTO * | 56,769.40 | 37,180.63 |
| 009 | SEPTIEMBRE * | 56,769.40 | 37,180.63 |
| 010 | OCTUBRE | 56,769.40 | 27,386.25 |
| 011 | NOVIEMBRE | 37,180.63 | 27,386.25 |
| 012 | DICIEMBRE | 37,180.63 | 19,588.76 |
| TOTAL ANUAL | | 414,977.64 | 408,986.94 |
| TOTAL MAY-DIC | | 414,977.64 | 260,264.42 |

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* En el cuadro podemos apreciar que el costo por equipos en los meses de mayo a diciembre del 2019 se ha reducido en 37.28 % con respecto al mismo periodo del 2018.

3.3.4 Evaluación económica Vías de servicio activo PCS.

Tabla 16.

Consumo promedio y costo, solamente agua del periodo 2016 – 2018 PCS

| 2016-2018 (Promedio) | | | |
|---------------------------------------|------------|---|---|
| | | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) |
| ITEM | MES | VOLUMEN (m3) | COSTO (\$) |
| 006 | JUNIO | 61,512.39 | 44,288.92 |
| 007 | JULIO | 33,845.10 | 24,368.47 |
| 008 | AGOSTO | 53,718.82 | 38,677.55 |
| 009 | SEPTIEMBRE | 43,028.25 | 30,980.34 |
| TOTAL | | 192,104.56 | 138,315.28 |
| 0.72 Precio Unitario del agua (\$/m3) | | ** Dato proporcionado por MYSRL | |

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Data discriminando solo época seca

Tabla 17.

Costo de riego utilizando solamente agua, periodo 2016 -2018 PCS

| AÑOS | MES | AGUA CONSUMIDA | EQUIPOS | PARCIAL (\$) |
|--|------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|
| | | COSTO (\$) | COSTO (\$) | |
| | JUNIO | 44,288.92 | 56,769.40 | 101,058.32 |
| 2016 | JULIO | 24,368.47 | 56,769.40 | 81,137.87 |
| - | | | | |
| 2018 | AGOSTO | 38,677.55 | 56,769.40 | 95,446.95 |
| | SEPTIEMBRE | 30,980.34 | 56,769.40 | 87,749.74 |
| TOTAL | | 138,315.28 | 227,077.58 | 365,392.87 |
| Costo total para época seca en promedio, sin usar aditivo | | | | 365,392.87 |
| 0.72 Precio Unitario del agua (\$/m3) | | ** Dato proporcionado por MYSRL | | |

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Data discriminando solo época seca

Tabla 18.

Consumo y costo de agua donde se utilizó aditivo DL10 Plus periodo 2019 PCS

| 2019 * | | | |
|---|------------|---|---|
| | | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) | Proy.Cap. Sostenible (vías de servicio activo) |
| ITEM | MES | VOLUMEN (m3) | COSTO (\$) |
| 006 | JUNIO | 33,910.27 | 24,415.40 |
| 007 | JULIO | 29,035.43 | 20,905.51 |
| 008 | AGOSTO | 33,431.84 | 24,070.93 |
| 009 | SEPTIEMBRE | 17,617.55 | 12,684.64 |
| TOTAL | | 113,995.11 | 82,076.48 |
| 1/946 Dosificación Aditivo | | * 20 litros por cada 5000 galones de agua. | |
| 2.95 Precio Unitario del aditivo (US\$/litro) | | Costización de Multinsa / DL10 Plus | |
| 0.72 Precio Unitario del agua (\$/m3) | | ** Dato proporcionado por MYSRL | |

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Meses en el año donde se utilizó el aditivo

Tabla 19.

Costo de riego utilizando agua mas aditivo DL10 Plus periodo 2019 PCS.

| AÑOS | MES | AGUA CONSUMIDA | EQUIPOS | ADITIVO | PARCIAL (\$) |
|---|------------|--|-------------------|------------------|-------------------|
| | | COSTO (\$) | COSTO (\$) | COSTO (\$) | |
| 2019 | JUNIO | 24,415.40 | 37,180.63 | 27,935.03 | 89,531.06 |
| | JULIO | 20,905.51 | 37,180.63 | 23,919.18 | 82,005.32 |
| 19 | AGOSTO | 24,070.93 | 37,180.63 | 27,540.91 | 88,792.47 |
| | SEPTIEMBRE | 12,684.64 | 37,180.63 | 14,513.21 | 64,378.48 |
| TOTAL | | 82,076.48 | 148,722.52 | 93,908.34 | 324,707.34 |
| Costo total para epoca seca usando aditivo | | | | | 324,707.34 |
| 1/946 Dosificación Aditivo | | * 20 litros por cada 5000 galones de agua. | | | |
| 2.95 Precio Unitario del aditivo (US\$/litro) | | Costización de Multinsa / DL10 Plus | | | |
| 0.72 Precio Unitario del agua (\$/m3) | | ** Dato proporcionado por MYSRL | | | |

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

Tabla 20.

Ahorro generado en la temporada seca del año 2019 PCS

| | |
|---|-------------------|
| COSTO POR RIEGO DE VÍAS SOLAMENTE CON AGUA (PROMEDIO 2016-2018) EN EPOCA | 365,392.87 |
| COSTO POR RIEGO DE VÍAS CON AGUA + ADITIVO (2019) EN EPOCA SECA | 324,707.34 |
| DIFERENCIA | 40,685.53 |

* Por lo tanto, en el área de Proyectos de Capital Sostenible (Vías de servicio activo), se tiene un ahorro de **40,685.53** dólares americanos en el año 2019 respecto al promedio del 2016 al 2018.

3.3.5 Evaluación económica Vías de acarreo activo OPM.

Tabla 21.

Consumo promedio y costo, solamente agua del periodo 2016 – 2018 OPM

| ITEM | MES | 2016-2018 (promedio) | |
|---------------------------------------|------------|---|---|
| | | OPE.MINA (Vías acarreo activo) VOLUMEN (m3) | OPE.MINA (Vías acarreo activo) COSTO (\$) |
| 006 | JUNIO | 180,641.41 | 130,061.82 |
| 007 | JULIO | 218,740.41 | 157,493.10 |
| 008 | AGOSTO | 215,860.33 | 155,419.44 |
| 009 | SEPTIEMBRE | 181,042.79 | 130,350.81 |
| TOTAL | | 796,284.95 | 573,325.16 |
| 0.72 Precio Unitario del agua (\$/m3) | | ** Dato proporcionado por MYSRL | |

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Data discriminando solo época seca

Tabla 22.

Costo de riego utilizando solamente agua, periodo 2016 -2018 OPM

| AÑOS | MES | AGUA CONSUMIDA | EQUIPOS | PARCIAL (\$) |
|--|--------------|---------------------------------|--|-------------------|
| | | COSTO (\$) | COSTO (\$) | |
| 2 | 2 JUNIO | 130,061.82 | NO HAY DATA, TIENE QUE | 130,061.82 |
| 0 | 0 JULIO | 157,493.10 | TENER EL COSTO MENSUAL DE LAS CISTERNAS | 157,493.10 |
| 1 | 1 AGOSTO | 155,419.44 | GIGANTES (2016-2018) EN | 155,419.44 |
| 6 | 8 SEPTIEMBRE | 130,350.81 | EPOCA SECA | 130,350.81 |
| TOTAL | | 573,325.16 | - | 573,325.16 |
| Costo total para época seca en promedio, sin usar aditivo | | | | 573,325.16 |
| 0.72 Precio Unitario del agua (\$/m3) | | ** Dato proporcionado por MYSRL | | |

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

Tabla 23.

Consumo y costo de agua donde se utilizó aditivo DL10 Plus periodo 2019 OPM

| ITEM | MES | 2019 * | |
|---|------------|---|---|
| | | OPE.MINA (Vías acarreo activo) VOLUMEN (m3) | OPE.MINA (Vías acarreo activo) COSTO (\$) |
| 006 | JUNIO | 168,359.68 | 121,218.97 |
| 007 | JULIO | 134,183.47 | 96,612.10 |
| 008 | AGOSTO | 155,932.57 | 112,271.45 |
| 009 | SEPTIEMBRE | 157,668.69 | 113,521.46 |
| TOTAL | | 616,144.42 | 443,623.98 |
| 1/946 Dosificación Aditivo | | * 20 litros por cada 5000 galones de agua. | |
| 2.95 Precio Unitario del aditivo (US\$/litro) | | Costización de Multinsa / DL10 Plus | |
| 0.72 Precio Unitario del agua (\$/m3) | | ** Dato proporcionado por MYSRL | |

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

* Meses en el año donde se utilizó el aditivo

Tabla 24.
Costo de riego utilizando agua mas aditivo DL10 Plus periodo 2019 OPM.

| AÑO | MES | AGUA | EQUIPOS | ADITIVO | PARCIAL (\$) |
|---|------------|-------------------|--|-------------------|-------------------|
| | | CONSUMIDA | | | |
| | | COSTO (\$) | COSTO (\$) | COSTO (\$) | |
| 2 | JUNIO | 121,218.97 | NO HAY DATA, | 138,693.48 | 259,912.45 |
| 0 | JULIO | 96,612.10 | TIENE QUE | 110,539.37 | 207,151.47 |
| 1 | AGOSTO | 112,271.45 | TENER EL | 128,456.12 | 240,727.57 |
| 9 | SEPTIEMBRE | 113,521.46 | COSTO | 129,886.32 | 243,407.78 |
| TOTAL | | 443,623.98 | - | 507,575.29 | 951,199.27 |
| Costo total para epoca seca usando aditivo | | | | | 951,199.27 |
| 1/946 Dosificación Aditivo | | | * 20 litros por cada 5000 galones de agua. | | |
| 2.95 Precio Unitario del aditivo (US\$/litro) | | | Costización de Multinsa / DL10 Plus | | |
| 0.72 Precio Unitario del agua (\$/m3) | | | ** Dato proporcionado por MYSRL | | |

Fuente: Minera Yanacocha / Área de Medio Ambiente, 2019

Tabla 25.
Ahorro generado en la temporada seca del año 2019 OPM

| | |
|--|-------------------|
| COSTO POR RIEGO DE VÍAS SOLAMENTE CON AGUA EN EPOCA SECA (PROMEDIO 2016-2018) | 573,325.16 |
| COSTO POR RIEGO DE VÍAS CON AGUA + ADITIVO (2019) EN EPOCA SECA | 951,199.27 |
| DIFERENCIA - | 377,874.11 |

* Por lo tanto, en el área de Operaciones Mina (Vías de acarreo activo área) se tiene una pérdida de **377,874.11** dólares americanos en el año 2019 respecto al promedio del 2016 al 2018.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

4.1. Discusión

El agua en la minería tiene múltiples usos especialmente durante el proceso de separación de minerales. Se usa para la refrigeración, limpieza y lubricación de las perforaciones y herramientas de corte -por ejemplo, brocas, trépanos y coronas diamantadas entre otros procesos como el riego de vías para el control de polvo particulado.

Como la legislación ambiental a revolucionado al pasar los años, actualmente la minería por exigencia legal solo puede usar el 1% de agua de la zona involucrada; es por esto que el sector de la minería ha estado abordando este problema a través de distintas prácticas y tecnologías a fin de generar mayor ahorro en el consumo de agua, así de esta manera garantizaremos el uso sostenible del agua asegurandonos en aplicar controles innovadores que perduren en el tiempo.

4.2. Conclusiones

- En la evaluación técnica y económica del consumo de agua en un riego convencional entre los periodos del 2016 - 2018 observamos que el máximo consumo de agua se dió en el año 2017 en el mes de junio en el área de PCS, a la vez hemos observamos que en el mes de julio del 2016 OPM tiene el máximo consumo de agua.
- En la evaluación técnica y económica del consumo de agua más el producto supresor aditivo DL10 Plus, discriminando la información solo en temporada seca que es desde junio - septiembre entre los peridos del 2016 - 2018 el área de PCS tiene su máximo consumo de agua en el mes de junio del 2017; y el área de OPM su máximo consumo de agua se da en julio del 2016.

- Aquí analizamos el periodo del año 2019 siendo el periodo en el cual se llegó a utilizar el aditivo supresor DL10 Plus, discriminando solo la temporada seca determinamos que existe una reducción de consumo de agua, el cual se traduce con una diferencia en un 11% comparado con el consumo de agua entre los periodos 2016 - 2018 periodo que solo se realizó riego convencional.
- Se aprecia que el costo por equipos en los meses de mayo a diciembre del 2019 se redujo en 37.28 % con respecto al mismo periodo del 2018.
- En la evaluación técnica y económica del consumo de agua más el aditivo supresor de polvo DL10 Plus, se determina que, discriminado la data solo en temporada seca que es desde junio hasta septiembre y comparando los periodos 2016 – 2018 entre el año 2019 existe ya un ahorro de 40 685.53\$ en temporada seca, ahorro que se ha generado en el área PCS.
- En tal sentido se concluye la importancia y ventajas de utilizar una tecnología innovadora para el control de polvo particulado que a la vez ésta va a generar ahorro de costos y ahorro de una energía consumible como es el agua, impactando de manera positiva en el medio ambiente.

REFERENCIAS

- Eduardo Chaparro (2009). *Los Procesos Mineros y Su Vinculación con el Uso del Agua*. Santiago de Chile, abril.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5ta Edición, McGraw-Hill / Interamericana Editores, Chile.
- El Peruano (2017). *Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para aire y establecen disposiciones complementarias*. DS N°003-2017 Minan ECAS, junio.
- Minera Yanacocha (2016-2019). *Plan Integral de Control de Polvo*, mayo.
- Invetisa. (2018). *Dasaut Supresor Ogánico de polvo*. Invetisa, 2.
- Invetisa. (2018). *Informe final supresor orgánico de polvo dasaut mina Shahuindo Cajamarca*. Cajamarca: Invetisa.
- Multinsa 1A S.A. (2017). *MSDS dl10 plus supresor de polvo*. Barrancabermeja, Colombia.: Multinsa.
- Multinsa. (2018). *dl10 plus. Supresores de polvo* (pág. 24). Cajamarca: Multinsa.
- Multinsa. (2018). *Casos exitosos dl 10 Plus*. Colombia: Multinsa.
- Guivar, P.M., & Zelada, R. (2018). *Estudio comparativo de supresores de polvo Dasaut, DL10 Plus y Knockout Dusply para la mitigación de material particulado en vías yanacocha 2018. (Tesis de título)*. Cajamarca. Perú.: Universidad Privada del Norte.

ANEXOS

ANEXO N° 1. HOJA MSDS DL10 PLUS SUPRESOR DE POLVO 1de 6

| | | | |
|---|---|--------------------|---------------|
|  | MULTINSA 1A S.A. | S10-028 | |
| | MSDS DL10 ^{Plus} SUPRESOR DE POLVO | VERSIÓN: 2 | Página 1 de 6 |
| | | SEPTIEMBRE DE 2017 | |

I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y LA COMPAÑÍA

FÓRMULA: Resinas poliméricas hidrofóbicamente modificadas.

TIPO DE PRODUCTO: Agente de humectación, penetración, supresor de polvo y estabilizador de caminos.

CLASIFICACIÓN: No Peligroso.

OTRAS REGULACIONES: Ninguna.

USO DEL PRODUCTO: Producto útil para la humectación de terrenos, vías y caminos sin pavimentar, controlando las emisiones de polvo. Actúa iónicamente sobre las partículas PM10 generando coalescencia de las mismas hasta formar una película que se configura como capa de rodadura.

NOMBRE DE LA COMPAÑÍA: C.I. Multiservicios de Ingeniería 1A S.A.

DIRECCIÓN: Carrera 19 A No. 73 – 65 Barrancabermeja, Colombia.

TELÉFONOS: (57) (7) 622 2990 – FAX: (57) (7) 622 3251

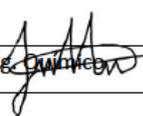
E-mail: gerencia.tecnica@multinsa.com

II. COMPOSICIÓN, INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

| INFORMACIÓN SOBRE COMPONENTES | No. CAS | % W/W | ACGIH | | UNIDAD |
|---------------------------------|-----------|-------|-------|------|--------|
| | | | TWA | STEL | |
| Resinas poliméricas modificadas | 9005-53-2 | 40 | N/A | N/A | N/A |
| Excipientes | N/A | 60 | N/A | N/A | N/A |

III. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

DL10 Plus SUPRESOR DE POLVO: Es una sustancia de consistencia líquida, soluble en agua, color beis y olor dulce, de carácter neutro. Que permite la penetración y humectación del terreno, útil para eliminar las emisiones de polvo en terrenos áridos, reservas minerales. DL-10^{Plus} es estable, no genera superficies deslizantes y mejora la tracción de automotores con la superficie. Para una adecuada manipulación de este producto se recomienda tener en cuenta la información descrita en este documento.

| | | |
|---|---|---|
| Elaboró: Ing.  | Revisó: Gerente Técnico  | Aprobó: Gerente General  |
|---|---|---|



| ÍNDICE DE RIESGO (NFPA) | ESCALA DE CLASIFICACIÓN |
|-------------------------|-------------------------|
| Fuego=0 | 0=Mínimo |
| Especial= 0 | 1 =Ligero |
| Salud=0 | 2 =Moderado |
| Reactividad= 0 | 3 =Grave |

IV MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los Ojos: Enjuagar inmediatamente con abundante agua la parte afectada, hasta que el material se haya eliminado. Si usa lentes de contacto, quitarlos inmediatamente. Debe levantarse ambos párpados para asegurar un enjuague completo.

Contacto con la Piel: El contacto prolongado y repetido produce irritación. Si el producto está diluido, los riesgos son mínimos. Si hay impregnación de la indumentaria, se recomienda lavarse antes de utilizarse de nuevo. Algunas personas con piel sensible pueden mostrar un enrojecimiento reversible.

Ingestión: Esencialmente no tóxico. En caso de afectación por el producto no induzca el vómito. Si se evidencia malestar estomacal, consulte a su médico.

Inhalación: No tóxico. A temperatura ambiente no produce emisiones de vapores tóxicos, En caso de incendio genera por descomposición emanaciones de gases como de dióxido de carbono que Irrita el tracto respiratorio. Traslade a la persona afectada a un lugar donde haya aire fresco.

V. MEDIDAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

DL10 Supresor de Polvo: Es estable y no es inflamable.

Flash Point: N/A.

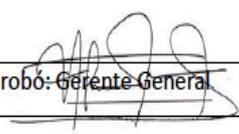
Temperatura de Auto ignición: N/A.

Riesgo especial de Fuego y/o Explosión: Ninguno.

Medio de Extinción: N/A.

Procedimientos para Combatir en Caso de Fuego: Utilizar equipos de respiración autónoma. Mantener alejados de la zona de fuego los recipientes con producto. Enfriar los recipientes expuestos a las llamas para evitar su ebullición. Consultar y aplicar planes de emergencia en el caso que existan.

Productos de Combustión: El producto por descomposición térmica produce vapores de dióxido de dióxido de carbono y monóxido de carbono.

| | | |
|---|---|---|
| Elaboró: Ing.  | Revisó: Gerente Técnico  | Aprobó: Gerente General  |
|---|---|---|

| | | | |
|---|---|--------------------|---------------|
|  | MULTINSA 1A S.A. | S10-028 | |
| | MSDS DL10 ^{plus} SUPRESOR DE POLVO | VERSIÓN: 2 | Página 3 de 6 |
| | | SEPTIEMBRE DE 2017 | |

VI. MEDIDAS PARA ESCAPE ACCIDENTAL

Medidas Personales: Utilice los elementos de protección personal adecuados presentados en este documento. Guantes, botas de seguridad, pantalón overol, gafas, camisa manga larga.

Pasos a Seguir en Caso de Fuga o Derrame: Aísle el área del derrame, recoja con trapeador o trapo. Lave el área del derrame con agua y deje secar.

Método para Disposición del Residuo: El producto diluido puede ser vertido en el sistema de alcantarillado (consulte las regulaciones de cada lugar).

VII. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Precauciones para el Manejo y Almacenamiento: Almacenar en lugar seco, Evitar la exposición a los vapores. En el trasvase utilizar guantes y gafas para protección de salpicaduras accidentales.

ALMACENAMIENTO

Temperatura y Productos de Descomposición: Dióxido de azufre, dióxido de carbono y monóxido de carbono.

Reacciones Peligrosas: Material no combustible.

Condiciones de Almacenamiento: Guardar el producto en recipientes cerrados y etiquetados. Mantener los recipientes en lugar fresco y ventilado, lejos de temperaturas altas y de fuentes de ignición. Mantener alejado de agentes oxidantes fuertes.

Materiales Incompatibles: N/A.

Temperatura y Productos de Descomposición: El producto no es combustible, pero si alcanza temperaturas cercanas 100°C entrará en ebullición fuerte ocasionando derrame de espuma, el residuo de la evaporación entrará en combustión generando gases como dióxido de azufre, dióxido de carbono y monóxido de carbono.

Reacciones Peligrosas: Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

VIII. CONTROLES DE EXPOSICIÓN, PROTECCIÓN PERSONAL

Límites de Exposición: DL10 SUPRESOR DE POLVO, no presenta riesgos para la salud. Es posible que ocurra una leve irritación en piel y en los ojos, ver... "Contacto con los ojos y piel Sección 4."

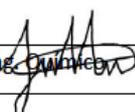
Ventilación: No se requiere ventilación especial durante su uso.

Efectos sobre la Salud y Riesgos de Exposición: Basándose en datos de toxicidad disponibles, no se anticipan efectos adversos sobre la salud por uso del producto. El contacto prolongado con este puede irritar la piel.

Protección Respiratoria: Ninguna Requerida.

Protección Ocular: Use gafas protectoras.

Guantes: Si va a ser expuesto de forma continua, utilice guantes de nitrilo o neopreno.

| | | |
|---|---|---|
| Elaboró: Ing.  | Revisó: Gerente Técnico  | Aprobó: Gerente General  |
|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---------------------------|----------------------|
|  | MULTINSA 1A S.A. | S10-028 | |
| | MSDS DL10^{plus} SUPRESOR DE POLVO | VERSIÓN: 2 | Página 4 de 6 |
| | | SEPTIEMBRE DE 2017 | |

IX. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

| | |
|---|--------------------------------------|
| Estado físico: Líquido viscoso, soluble en agua. | Color: beige |
| Olor: Característico | pH (concentrado): 8.5 +/- 0.5 |
| Solubilidad en Agua: 100% | Punto de ebullición: 100°C. |
| | Gravedad específica: 1.0- 1.2 |

X. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad Química: Producto estable a temperatura ambiente. El residuo de la evaporación puede entrar en combustión a temperaturas por encima de 200°C.

Condiciones a Evitar: Exposición a llamas y sobrecalentamiento.

Incompatibilidades: N/A.

Productos de Combustión/Descomposición Peligrosa: Dióxido de carbono, monóxido de carbono.

Riesgo de polimerización: N/A.

XI. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad: Producto no toxico.

Inhalación: Riesgo insignificante si es manejado a temperatura ambiente. A altas temperaturas los vapores o neblinas irritan las mucosas.

Contacto con la Piel: Contacto prolongado puede causar irritación.

Contacto con los Ojos: Salpicaduras con el producto puede causar irritación.

Ingestión: Ningún efecto conocido.

Toxicidad Aguda:

DL50 oral rata: 8.000mg/kg.

DL50 Intraperitoneal ratón: 1.450 mg/kg.

Test de Sensibilización Piel(conejos): 560 mg/24h: leve.

Test Irritación ojo (conejos): 10 mg/72h: leve.

Elaboró: Ing. Químico

Revisó: Gerente Técnico

Aprobó: Gerente General

| | | | |
|---|---|---------------------------|----------------------|
|  | MULTINSA 1A S.A. | S10-028 | |
| | MSDS DL10^{plus} SUPRESOR DE POLVO | VERSIÓN: 2 | Página 5 de 6 |
| | | SEPTIEMBRE DE 2017 | |

XII. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Biodegradabilidad: >80% método OECD 301A. El producto es biodegradable de acuerdo al criterio OECD.

Biodegradabilidad: Producto biodegradable.

Precaución: N/A.

Ecotoxicidad: Desconocemos los datos cuantitativos sobre los efectos ecológicos de este producto.

Movilidad: log P(o/w): 8,23.

XIII. CONSIDERACIONES SOBRE LA DISPOSICIÓN DEL PRODUCTO

Residuos: MULTINSA1A.Promueve el reciclado, recuperación y reutilización de materiales siempre que, no revista riesgo alguno para las personas, el medio ambiente y los equipos involucrados en el proceso. Deben observarse todas las reglamentaciones locales y nacionales.

Envases: Los envases vacíos pueden contener residuos de productos (vapor, líquido y/o sólido), por lo tanto, todas las precauciones de riesgo contenidas en esta ficha de seguridad, deben ser tenidas en cuenta.

XIV. INFORMACIÓN SOBRE EL TRANSPORTE

Número ONU: N/A.

Carretera (ADR): N/A.

Ferrocarril(RID): N/A.

Organización Marítima Internacional (OMI): N/A.

Aire (OACI / IATA): N/A.

XV. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Símbolo de Peligro: Xi- irritante.

Frases de Riesgo: R 36/38-Irrita los ojos y la piel.

Consejos de Seguridad: S 26- En caso de contacto con los ojos, lávelos inmediatamente con abundante agua.

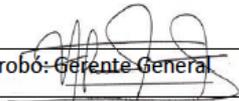
| | | |
|---|---|---|
| Elaboró: Ing.  | Revisó: Gerente Técnico  | Aprobó: Gerente General  |
|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|--|---------------------------|----------------------|
|  | MULTINSA 1A S.A. | | S10-028 | |
| | MSDS DL10^{plus} SUPRESOR DE POLVO | | VERSIÓN: 2 | Página 6 de 6 |
| | | | SEPTIEMBRE DE 2017 | |

XVI. INFORMACIÓN ADICIONAL

***** AVISO *****

La información descrita en este documento está basada en datos obtenidos por el fabricante y fuentes técnicas reconocidas. La interpretación en el uso de esta información para los propósitos del usuario queda librada al juicio del comprador. Por lo tanto, aunque se ha tenido cuidado razonable en la preparación de esta información, MULTISERVICIOS DE INGENIERIA 1A S.A. o sus distribuidores no extienden garantías, no efectúan declaraciones y no asumen ninguna responsabilidad en cuanto al uso e interpretación de la misma para los propósitos del usuario.

| | | |
|---|---|---|
| Elaboró: Ing.  | Revisó: Gerente Técnico  | Aprobó: Gerente General  |
|---|---|---|

ANEXO N° 2: DECRETO SUPREMO N° 010-2010-MINAM

El Peruano / Miércoles 7 de junio de 2017

NORMAS LEGALES

9

Resolución Ministerial expedida por el Ministerio del Ambiente."

"Artículo 4.- Finalidad

La Comisión Multisectorial para la Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao emitirá los informes técnicos que contengan las propuestas de mecanismos de coordinación interinstitucional y las modificaciones normativas orientadas a mejorar la calidad del aire de Lima y Callao."

"Artículo 5.- Financiamiento

El cumplimiento de las funciones de la Comisión Multisectorial para la Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao se financia con cargo al presupuesto institucional del Ministerio del Ambiente, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público. Asimismo, los gastos que pueda involucrar la participación de los representantes de la citada Comisión Multisectorial se financian con cargo al presupuesto de las entidades a las cuales pertenecen".

Segunda.- Modificación del Reglamento Interno de la Comisión Multisectorial para la Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao

Mediante Resolución Ministerial emitida por el Ministerio del Ambiente, en el plazo máximo de treinta (30) días hábiles contados desde la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, la Comisión Multisectorial para la Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao modificará su Reglamento Interno, aprobado por Resolución Ministerial N° 229-2013-VIVIENDA.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA

Única.- Derogación de normas referidas al ECA para Aire

Derógase el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, el Decreto Supremo N° 069-2003-PCM, el Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM y el Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ CALDERÓN
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA
Ministra de Salud

BRUNO GIUFFRA MONTEVERDE
Ministro de Transportes y Comunicaciones

EDMER TRUJILLO MORI
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Anexo Estándares de Calidad Ambiental para Aire

| Parámetros | Período | Valor [µg/m³] | Criterios de evaluación | Método de análisis ^[1] |
|---|----------|---------------|--|---|
| Benceno (C ₆ H ₆) | Anual | 2 | Media aritmética anual | Cromatografía de gases |
| Dióxido de Azufre (SO ₂) | 24 horas | 250 | NE más de 7 veces al año | Fluorescencia ultravioleta (Método automático) |
| Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) | 1 hora | 200 | NE más de 24 veces al año | Quimioluminiscencia (Método automático) |
| | Anual | 100 | Media aritmética anual | |
| Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5}) | 24 horas | 50 | NE más de 7 veces al año | Separación inercial/filtración (Gravimetría) |
| | Anual | 25 | Media aritmética anual | |
| Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀) | 24 horas | 100 | NE más de 7 veces al año | Separación inercial/filtración (Gravimetría) |
| | Anual | 50 | Media aritmética anual | |
| Mercurio Gaseoso Total (Hg) ^[2] | 24 horas | 2 | No exceder | Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos) |
| Monóxido de Carbono (CO) | 1 hora | 30000 | NE más de 1 vez al año | Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático) |
| | 8 horas | 10000 | Media aritmética móvil | |
| Ozono (O ₃) | 8 horas | 100 | Máxima media diaria NE más de 24 veces al año | Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático) |
| Plomo (Pb) en PM ₁₀ | Mensual | 1,5 | NE más de 4 veces al año | Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica) |
| | Anual | 0,5 | Media aritmética de los valores mensuales | |
| Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) | 24 horas | 150 | Media aritmética | Fluorescencia ultravioleta (Método automático) |

NE: No Exceder.

^[1] o método equivalente aprobado.

^[2] El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia el día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

ANEXO N° 3: FOTOS EN EL AREA DE ESTUDIO



Foto 1. Se observa la generación de polvo particulado en el área de OPM.



Foto 2. Abastecimiento de cisterna de agua, en el transcurso del llenado se vierte el producto supresor de polvo aditivo DL10 Plus, con la finalidad de conseguir una mezcla homogénea.



Foto 3. El programa de aplicación consistió en regar diariamente con agua más producto supresor DL10 Plus, riegos de lunes a viernes desde las 6:45am hasta las 5pm; sábados de 6:45am hasta 13:30pm y los domingos desde 6:45am hasta 13:30pm.



Foto 4. Se evidencia que con el uso del supresor de polvo DL10 Plus se genera control de la generación de polvo particulado en las vías de servicio activo PCS.