





UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA  
DEL PERÚ

Facultad de Ingeniería  
Ingeniería de Seguridad Industrial y Minera

Tesis:

“Diseño e Implementación de una Hoja de Ruta, durante los años 2009 - 2017 en el Tramo de la Carretera Mina Constancia (Cuzco) – Matarani (Arequipa), para la Reducción de Accidentes en el Transporte de Concentrados de Cobre”

Bachiller

Marco Antonio Alvarez Chocano

para optar el Título Profesional de Ingeniero de Seguridad Industrial y  
Minera

Arequipa - Perú  
2017

*A nuestro Creador, por otorgarme el valioso don de la vida.*

*A las dos personas que más quiero: Juana Ruth Chocano del Carpio y Edith Virginia Chocano Del Carpio. Gracias por su constante e incondicional apoyo a lo largo de mi vida profesional.*

*A Juanita Portugal Velarde, quien me apoyo cuando parecía que me iba a rendir y alentó para seguir adelante.*

*“La prevención de accidentes no debe ser considerada como una cuestión de legislación, sino como un deber ante los seres humanos, y como una razón de sentido económico”.*

*Werner Von Siemens*

## **AGRADECIMIENTO**

Es necesario agradecer a varios de mis excompañeros de la Universidad Tecnológica del Perú; hoy ingenieros. A todos mis colegas y amigos de trabajo, porque me animaron a terminar esta tesis y porque fueron ellos quienes me ayudaron en la compilación y selección de la información necesaria para desarrollar esta investigación.

Quiero agradecer de manera muy especial al que fue mi asesor; Ing. Edwin Bernedo, porque sus observaciones y recomendaciones fueron muy acertadas y porque gracias a él, pude incluir en este trabajo temas y contenidos que con facilidad los hubiera pasado por alto, fue por medio de varias reuniones que pudimos compartir experiencias e ideas que me llevaron a ver de una manera completa la problemática a analizar. Gracias a su paciencia, experiencia y consejos, es que, puedo presentar esta tesis como el resultado de un análisis meticuloso y ordenado.

## **RESUMEN**

Esta tesis trata sobre el diseño, aplicación e implementación de una hoja de ruta para el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani, con el único objetivo de reducir los accidentes de transporte de concentrados de cobre. Contiene seis capítulos; en el desarrollo inicial de la tesis, se describe la mina Constancia y la empresa prestadora del servicio de transporte de concentrados, para luego citar algunos accidentes que ocurrieron en la carretera hacia la mina Constancia.

Posteriormente se desarrolló el marco teórico, que es la parte teórica que fundamenta la investigación, la cual se basa en el planteamiento del problema. En lo que respecta al planteamiento del problema, se identificó, fundamento, delimito y formulo el problema a analizar, además de ello se plantearon las hipótesis, siendo la principal: “La hoja de ruta propuesta reduce el número de accidentes de transporte en el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani”.

También se describe la metodología de la investigación, en donde, se identificó la población objeto de estudio de la cual se escogió la muestra, finalmente se analizó los resultados obtenidos para aceptar la hipótesis planteada.

Por último; esta tesis fue desarrollada con mucho éxito ya que se consiguió la disminución de los accidentes de transporte en el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani por medio del diseño, aplicación e implementación de una hoja de ruta.

## ÍNDICE

PORTADA  
DEDICATORIA  
AGRADECIMIENTO  
RESUMEN

ÍNDICE .....	1
INTRODUCCIÓN .....	5

### **CAPITULO I – ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

1. Definición de una empresa contratista de actividades conexas.....	7
2. Mina Constancia .....	8
3. La empresa de transporte de concentrados de cobre .....	8
4. Gestión de seguridad del transporte de concentrados .....	9
5. Accidente de tránsito .....	10
5.1. Primer caso Logistas S.A.....	11
5.2. Caso Ibero Americano S.A. ....	11
5.3. Segundo caso Logistas S.A. ....	13
6. La seguridad vial en el sector minero.....	14

### **CAPITULO II – MARCO TEÓRICO**

1. Plan mundial para la seguridad vial 2011-2020.....	16
2. Plan estratégico nacional de seguridad vial .....	17
3. La seguridad vial en el Perú.....	18
3.1. Estudio integral de la seguridad vial en carreteras rurales de dos carriles .....	19
3.2. Boletín del instituto nacional de salud (INS-MINSA).....	19
3.3. El libro blanco de seguridad vial.....	20
4. Órganos públicos y privados relacionados con la seguridad vial.....	21
4.1. El consejo nacional de seguridad vial. ....	21
4.2. Ministerio de transporte y comunicaciones.....	21
4.3. Policía nacional del Perú (PNP) .....	22
4.4. Ministerio de salud.....	22
4.5. Centro de investigación y de asesoría del transporte terrestre (CIDATT).....	23
5. Marco legal de la seguridad vial en el Perú.....	23
6. Marco legal de la seguridad vial en el sector minero.....	24
7. Análisis de riesgos viales para empresas .....	25
7.1. El factor de vías y condiciones climáticas .....	26
7.2. El factor humano.....	26
7.3. El factor vehículo .....	27
8. Consideraciones para el transporte de concentrados .....	28
9. Descripción de los impactos del concentrado de cobre.....	29
10. Efectos nocivos del concentrado de cobre sobre la salud.....	29
11. Efectos nocivos del concentrado de cobre sobre la flora.....	30

### **CAPITULO III – PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1. Identificación y determinación del problema.....	32
2. Fundamentación del problema.....	34
3. Formulación del problema.....	34

4. Delimitación del problema.....	34
5. Objetivos de la investigación.....	35
5.1. Objetivo general.....	35
5.2. Objetivos específicos .....	35
6. Justificación e importancia de la investigación .....	35
7. Utilidad metodológica y viabilidad de la investigación .....	36
8. Alcances y limitaciones de la investigación .....	36
9. Planteamiento de la hipótesis de investigación .....	36
9.1. Hipótesis general.....	37
10. Identificación y clasificación de las variables.....	37
10.1. Variable independiente .....	37
10.2. Variable dependiente.....	37
11. Operacionalización de las variables.....	37

## **CAPITULO IV – METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

1. Tipo de investigación .....	39
2. Nivel de investigación .....	39
3. Método de investigación .....	40
4. Diseño de investigación .....	40
4.1. Diseño de investigación no experimental .....	41
4.1.1. Método transversal.....	41
4.1.2. Método longitudinal .....	41
5. Población y muestra .....	42
5.1. Margen de error ( $e$ ).....	42
5.2. Nivel de confianza ( $Z$ ).....	42
5.3. Población ( $N$ ).....	42
5.4. Muestra ( $n$ ) .....	42
6. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	43
6.1. Instrumento humano .....	43
6.2. Base de datos.....	43
7. Procedimiento en la recolección de datos.....	43
8. Procesamiento y análisis de los datos .....	44
9. Descripción del proceso de la prueba de hipótesis .....	47
10. Distribución T-Student.....	48
11. Metodología de la T-Student .....	49

## **CAPITULO V – RESULTADOS OBTENIDOS**

1. Accidente de trabajo .....	51
2. Incidentes. ....	51
3. Accidentes leves.....	52
4. Accidentes incapacitantes.....	53
5. Accidentes mortales.....	54
6. Índice de frecuencia de accidentes incapacitantes (IFAI).....	54
7. Índice de severidad de lesiones incapacitantes (ISLI).....	55
8. Índice de accidentabilidad de lesiones incapacitantes (IALI).....	55

## **CAPITULO VI – ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

1. Prueba de normalidad.....	56
2. Prueba de normalidad de Kolmogorov - Smirnov .....	57
3. Aplicación de la prueba de Kolmogorov - Smirnov.....	57
3.1. Prueba de Kolmogorov - Smirnov para los años 2009 - 2012 .....	57

3.2. Prueba de Kolmogorov - Smirnov para los años 2014 - 2017 .....	60
4. Prueba T- Student para dos muestras independientes .....	62
5. Horas hombre trabajadas.....	64
6. Daños a la propiedad.....	65
7. Días perdidos .....	65

<b>CONCLUSIONES</b> .....	66
---------------------------	----

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	67
------------------------------	----

## **ANEXOS**

ANEXO I. Hoja de ruta para el transporte (en temporada seca).....	69
ANEXO II. Distribución T - Student .....	70
ANEXO III. Distribución normal estándar .....	71
ANEXO IV. Valores críticos del test de Kolmogorov - Smirnov .....	72
ANEXO V. Ficha técnica M2-112 Tracto 350 HP .....	73
ANEXO VI. Plano de fabricación y ensamble.....	75
ANEXO VII. Estadísticas de seguridad 2009 - 2017 .....	76
ANEXO VIII. Hoja de ruta de transporte general.....	77
ANEXO IX. Historial de accidentes (2010).....	78

<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b> .....	81
-----------------------------------	----

<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	85
---------------------------	----

## **LISTA DE FIGURAS**

1. Sistema de gestión de seguridad del transporte de concentrados. ....	9
2. Frecuencia de accidentes mortales según el tipo en un periodo de 10 años.....	15
3. Incidentes registrados según el tipo en un periodo de 10 años.....	15
4. Identificación y control de riesgos en la carretera Mina Constancia – Espinar. ....	45
5. Identificación y control de riesgos en la carretera Espinar – Condorama. ....	45
6. Identificación y control de riesgos en la carretera Condorama – Imata .....	46
7. Identificación y control de riesgos en la carretera Imata – Planta Servosa.....	46
8. Identificación y control de riesgos en la carretera Planta Servosa – Matarani. ....	47
9. Número de incidentes ocurridos entre los años 2009 y 2017 .....	52
10. Número de accidentes leves, ocurridos entre los años 2009 y 2017 .....	52
11. Número de accidentes incapacitantes entre los años 2009 y 2017 .....	53
12. Número de accidentes mortales, entre los años 2009 y 2017 .....	54
13. Índices de frecuencia de accidentes incapacitantes (2009 – 2017).....	54
14. Índices de severidad de lesiones incapacitantes (2009 – 2017).....	55
15. Índices de accidentabilidad de lesiones incapacitantes (2009 – 2017).....	55
16. Distribución de probabilidades para el rechazo o aceptación de la hipótesis .....	63
17. Número de horas – hombre trabajadas, entre los años 2009 y 2017 .....	64
18. Daño a la propiedad producto de los accidentes.....	65
19. Número de días perdidos registradas entre los años 2009 y 2017.....	65

## **LISTA DE FOTOGRAFÍAS**

1. Condiciones climáticas de la carretera en la provincia de Espinar en invierno.....	33
2. Infraestructura de la carretera, en la provincia de Espinar .....	33
3. Difusión de la hoja de ruta entre los trabajadores .....	44

## LISTA DE TABLAS

1. Lista de sanciones por incumplimiento de estándares de seguridad.....	10
2. Operacionalización de variables .....	38
3. Número de accidentes ocurridos entre los años 2009 – 2017.....	57
4. Accidentes registrados, distribuidos y ordenados desde el año 2009 al 2012.....	58
5. Probabilidades para los valores de $Z_i$ , (2009 - 2012) .....	59
6. Accidentes registrados, distribuidos y ordenados desde el año 2014 al 2017.....	60
7. Probabilidades para los valores de $Z_i$ , (2014 - 2017) .....	61
8. Condición de normalidad de cada muestra .....	62

## **INTRODUCCIÓN**

Al ser la minería uno de los sectores más importantes e influyentes en la economía de nuestro país y dada la constante demanda de metales por parte del mercado internacional es necesario destacar la importancia que tiene el transporte de concentrados, sin embargo las condiciones geográficas y climatológicas propias de nuestro país, la infraestructura de las carreteras, que en su mayoría son del tipo “Trocha carrosable”, aumenta la probabilidad de accidentes de transporte, por este motivo las empresas dedicadas a esta actividad, buscan mejorar los métodos de transporte para hacerlos más seguros y así no perjudicar la salud de sus trabajadores, no impactar en el medio ambiente y por último no registrar pérdidas económicas, en otras palabras ser más competitivas puesto que de esta manera aseguran su permanencia y vigencia en el mercado.

Es así que estas empresas, están en la imperiosa necesidad de mejorar sus sistemas de seguridad, de allí surge la idea de diseñar, aplicar e implementar una hoja de ruta en la cual se detalle los límites de velocidad, se registren los riesgos y los tiempos de duración de cada recorrido, en el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani.

Esta investigación está limitada por el área geográfica donde se desarrolló, es decir en las regiones de Cuzco y Arequipa, por tal motivo la problemática a analizar está circunscrita en estas regiones, ya que allí se encuentra el tramo de carretera antes mencionado. Por último el objetivo principal de esta investigación es diseñar, aplicar e implementar una hoja de ruta con la finalidad reducir los accidentes de transporte que pueden suscitarse en el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani, esto traería como consecuencia el cuidado y protección del medio ambiente, la protección de los trabajadores, una reducción de los costos operativos y un impacto social positivo; en todo esto subyace la importancia y justificación de esta investigación.

## **CAPITULO 1**

### **ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1. DEFINICIÓN DE UNA EMPRESA CONTRATISTA DE ACTIVIDADES CONEXAS**

El artículo 2 del D.S. Nro. 024-2016-EM, proporciona la definición de una Empresa Contratista de Actividades Conexas. “Es toda persona natural o jurídica que realiza actividades auxiliares o complementarias a la actividad minera por encargo del titular de actividad minera”. El mismo artículo señala que una actividad conexas es: “Cualquiera de aquellas tareas o sub-actividades mencionadas en el literal b) del artículo 2 del presente reglamento, que se realiza de manera complementaria a la actividad minera y que permite el cumplimiento de ésta”. En tal sentido el literal b del artículo 2 menciona: “Actividades conexas a la actividad minera: Construcciones civiles, montajes mecánicos y eléctricos, instalaciones anexas o complementarias, tanques de almacenamiento, tuberías en general, generadores eléctricos, sistemas de transporte que no son concesionados, uso de maquinaria, equipo y accesorios, mantenimiento mecánico, eléctrico, comedores, hoteles, campamentos, servicios médicos, vigilancia, construcciones y otros tipos de prestación de servicios”.

Por lo expuesto anteriormente se entiende que ECAC, es una persona jurídica o empresa que presta servicios a los titulares mineros y estos a su vez están

facultados para encargar la ejecución en cualquiera de las actividades antes mencionadas.

## **2. MINA CONSTANCIA**

Constancia es una mina de cobre situada en el sur del país, cuya concesión absoluta la tiene Hudbay (corporación minera canadiense presente en varios países). Está situada en la provincia de Chumbivilcas, en la región de Cusco a una altura de 4500 msnm y está conformada por los yacimientos de Constancia y Pampacancha.

La mina tiene una vida estimada de 22 años, y procesa 400000 toneladas de cobre al año, además de algunos subproductos como molibdeno, oro y plata, con una producción de 120000 toneladas al año de concentrado de cobre durante los primeros cinco años de explotación.

## **3. LA EMPRESA DE TRANSPORTE DE CONCENTRADOS DE COBRE**

Es una empresa constituida por capitales nacionales, dedicada a la prestación de servicios que comprende el transporte y distribución de materiales peligrosos a nivel nacional, opera en las principales ciudades del Perú, y está especializada en el transporte de diversos tipos de combustibles líquidos, transporte de concentrados de mineral, transporte y distribución de Gas Licuado de Petróleo (GLP), despacho de combustibles así como el diseño, construcción y administración de grifos en las minas.

Desde sus inicios esta empresa se sintió comprometida con la seguridad de sus trabajadores y con el cuidado del ambiente, por este motivo trabaja con los más altos estándares internacionales de seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y calidad, lo que permitió ser acreedora de las certificaciones ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001. Actualmente transporta más de 1 millón de toneladas métricas y recorre más de 13 millones de kilómetros por cada año, cuenta con una flota de 400 camiones y más de 1000 trabajadores distribuidos en las siete oficinas que cuenta la empresa a nivel nacional.

#### 4. GESTIÓN DE SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DE CONCENTRADOS

En cuanto a la gestión de seguridad relacionada al transporte de concentrados de cobre, esta se da de la siguiente forma:

1. Se informa a la Central de Control (CC), sobre todas las condiciones inseguras desde el punto de salida hasta el punto de llegada de los camiones, se contempla y se informa las siguientes condiciones:
  - a. Condiciones climáticas: Como por ejemplo, lluvia, nieve, niebla, etc.
  - b. Condición de la vía: Como por ejemplo, derrumbes, obstrucciones por huelgas, etc.
2. Se valida la Hoja de Ruta (HR), es decir la base de datos del sistema de la Central de Control, aplica la hoja de ruta diseñada para los tramos que se van a recorrer.
3. Se detecta la fatiga y distracción de los conductores por medio del monitoreo de las desaceleraciones, las trayectorias sinuosas y frenados bruscos.
4. Se monitorea las maniobras peligrosas y el exceso de velocidad por medio del Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

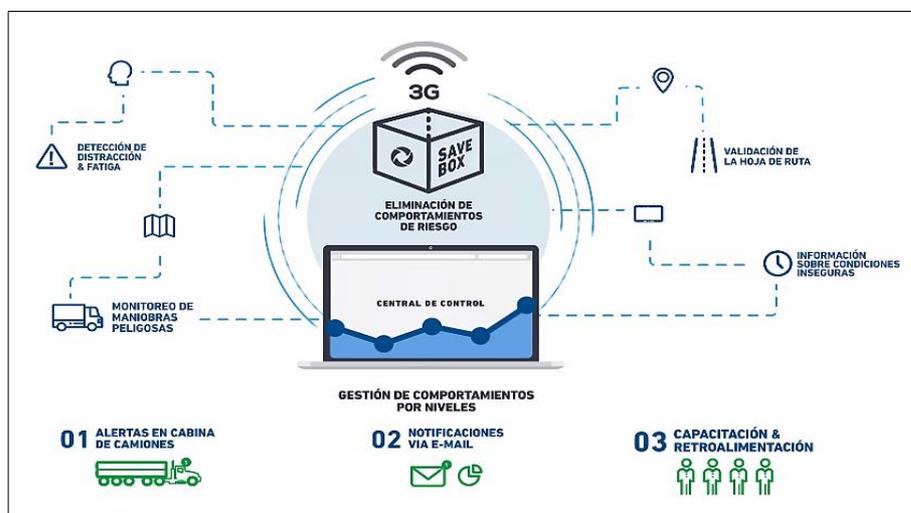


Figura 1. Sistema de gestión de seguridad del transporte de concentrados.

En el caso de que el conductor no cumpla con las recomendaciones y estándares de seguridad y se detecten excesos de velocidad, este estará sujeto a las sanciones

establecidas, las que pueden variar desde una simple llamada de atención hasta el retiro definitivo de la empresa.

SANCIONES POR EXCESO DE VELOCIDAD					
FALTAS	PLAN DE ACCION	FALTAS	PLAN DE ACCION	FALTAS	PLAN DE ACCION
TRAMOS	Leve (1 - 5) km/h	TRAMOS	Moderado (6 - 10) km/h	TRAMOS	Grave 11 km/h a mas
CURVAS	Leve (1 - 3) km/h	CURVAS	Moderado (4 - 6) km/h	CURVAS	Grave 7 km/h a mas
1 a 5	Llamada de atención + Retroalimentación específica	1	Llamada de atención + Retroalimentación específica	1	Memorándum + Retroalimentación específica
6 a 8	Memorándum	2	Memorándum	2	Suspensión (03 días) + Memorándum
9	Suspensión (01 día) + Memorándum	3	Suspensión (02 días) + Memorándum	3	Suspensión (05 días) + Memorándum
10	Suspensión (02 día) + Memorándum	4	Suspensión (03 días) + Memorándum	4	Retiro
11	Retiro	5	Retiro		

Tabla 1. Lista de sanciones por incumplimiento de los estándares de seguridad, según el número de faltas cometidas

## 5. ACCIDENTE DE TRANSITO

Un accidente de tránsito se define como: “Es el que ocurre sobre la vía y se presenta súbita e inesperadamente, determinado por condiciones y actos irresponsables potencialmente previsibles, atribuidos a factores humanos, vehículos preponderantemente automotores, condiciones climatológicas, señalización y caminos, los cuales ocasionan pérdidas prematuras de vidas humanas y/o lesiones, así como secuelas físicas o psicológicas, perjuicios materiales y daños a terceros”. [1]

Los accidentes de tránsito se pueden dividir en:

1. Accidentes Simples: Donde solo interviene un vehículo.
2. Accidentes Múltiples: Donde interviene dos o más vehículos.
3. El Atropello: Es el encuentro que se da entre un vehículo y un peatón o un animal.

[1] CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA DE PANAMA – Servicio al ciudadano. “Conceptos y definiciones”. Disponible en: <https://www.contraloria.gob.pa/inec/archivos/P4361CONCEPTOS.pdf> (Fecha de consulta. 18 de septiembre 2017).

Al igual que ocurre con todos accidentes, los accidentes de tránsito se pueden evitar, de allí la importancia de la capacitación de los conductores y la realización de campañas de prevención.

#### **5.1. PRIMER CASO LOGISTAS S.A.**

A continuación se transcribe el accidente ocurrió el 16 de abril del año 2016, en la provincia de Espinar (Cusco). “El vuelco de un camión cisterna que trasladaba concentrado de mineral cobre en la carretera Coporaque – Espinar, Cusco, contaminó un área de doscientos metros cuadrados. Así lo dio a conocer la oficina descentrada del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), luego de realizar una serie de verificaciones.

Se refiere que los responsables de la empresa iniciaron la implementación del plan de contingencia en la zona. Hasta el lugar también se trasladó el gerente de Medio Ambiente de la Municipalidad Provincial de Espinar, Concepción Merma, con el fin de evaluar los trabajos de recojo del concentrado de cobre derramado contaminante y el resembrado de pastos, en los terrenos afectados.

Éste incidente se produjo el 16 de abril, en el sector de Lacco Mayo, comunidad de Tarara, distrito de Coporaque. También se indica que el camión cisterna perteneciente a la empresa Logistas S.A. que sufrió el vuelco trabaja en el proyecto minero Constancia de la empresa Hudbay Perú S.A.C.”.<sup>[2]</sup>

#### **5.2. CASO IBERO AMERICANO S.A.**

Este accidente estuvo involucrada la empresa Ibero Americano S.A. y tuvo lugar el día 17 de mayo de año 2016, se transcribe la noticia tal como fue publicada en la página web del Federación Nacional de Trabajadores del Agua Potable y Alcantarillado del Perú (FENTAP).

---

[2] RPP. “Derrame de concentrado de Cobre afectó área de Espinar”.  
Disponible en: <http://rpp.pe/peru/cusco/derrame-de-concentrado-de-cobre-afecto-area-en-espinar-noticia-955521>  
(Fecha de consulta. 17 de septiembre 2017).

“Un volquete encapsulado de la empresa Iberoamericano, que presta servicios a la mina Constancia, volcó aparatosamente provocando el derrame de concentrado de cobre en el puente Kumihua II del distrito de Condoroma, provincia cusqueña de Espinar. La unidad de placa V6U-915 transportaba 36 toneladas de mineral. De esa cantidad, 12 toneladas se esparcieron en un área aproximada de 200 metros cuadrados.

La Autoridad Nacional del Agua intervino la zona afectada por la dispersión de polvillo de cobre. Los especialistas de esa entidad determinaron que no hubo impacto en los cuerpos de agua, pero sí en los bofedales de la zona. Esas fuentes de agua son usadas generalmente por los campesinos como bebederos para los ganados. Para hacer una evaluación minuciosa de los efectos del derrame, se recogió muestras en tres puntos diferentes: bofedales, aguas arriba y aguas abajo del río Kumihua. Se tomaron muestras de nueve parámetros físico-químicos, las mismas que fueron enviadas al laboratorio NSF Envirolab de Lima para su análisis.

Según el gerente de Gestión Ambiental y Recursos Naturales de la municipalidad de Condoroma, Yuri Becerra Perea, se contaminó un bofedal en forma severa.

Según la ANA, la empresa Iberoamericano cumplió con implementar su plan de contingencia para evitar mayores impactos del derrame. Los trabajos, a cargo de la empresa de remediación Gerasol, empezaron con el cubrimiento parcial del concentrado derramado y las labores de recojo del material en la zona.

Mientras tanto, el alcalde de Espinar, Manuel Salinas Zapata, anunció que harán denuncias penales ante la Fiscalía del Medio Ambiente y exigirán a la OEFA que inicie las acciones para sancionar a estas empresas. "Estamos ante un hecho que daña el ambiente y las entidades competentes tienen que actuar con rapidez, mucho más cuando son varios los hechos de este tipo que se han presentado en nuestra provincia", refirió Salinas.

Se trata del segundo accidente de una empresa que trabaja para la minera Hudbay Perú. El anterior se produjo el 16 de abril pasado, cuando un camión cisterna de la empresa Logistas S.A. también volcó y derramó cobre en el kilómetro 12 de la carretera Coporaque - Espinar. Logistas informó entonces que el accidente fue ocasionado por un vehículo particular que invadió el carril por donde transitaba su camión. En tanto, la empresa de transporte de carga Iberoamericano no emitió ningún comunicado hasta el cierre de la nota; y la minera Hudbay tampoco.”<sup>[3]</sup>

### **5.3. SEGUNDO CASO LOGISTAS S.A.**

Este otro accidente ocurrió el 27 de septiembre de 2016. “Un nuevo derrame de concentrados de mineral cobre se produjo en la mañana, tras el vuelco de un camión, en la vía que conecta la provincia de Espinar (Cusco), con la región Arequipa, confirmó el alcalde de la municipalidad provincial, Manuel Salinas Zapata. El incidente se produjo, hoy a las 09:30 am, cuando la unidad de transportes encapsulada Nro. 377 de la empresa Logistas S.A. de placa de rodaje Nro. F3G-725, volcó en la vía.

Según informe de la Policía Nacional del Perú, la unidad vehicular se trasladaba con 30 toneladas de concentrado de cobre desde la empresa Hudbay con destino a la Blanca Ciudad. El alcalde de Espinar llegó hasta el lugar de los hechos con el fin de verificar el incidente. Se informa que en lo que va del año ser habrían registrado más de 15 derrames de mineral cobre en la provincia de Espinar, por lo que se demanda el pronunciamiento del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)”.<sup>[4]</sup>

---

[3] FENTAP. “Otro derrame de cobre concentrado contamina bofedales de Espinar”. Disponible en: [http://hidroboletininfentap.blogspot.pe/2016\\_05\\_15\\_archive.html](http://hidroboletininfentap.blogspot.pe/2016_05_15_archive.html). (Fecha de consulta. 18 de septiembre 2017).

[4] RPP. “Registran nuevo derrame de concentrados de Cobre en Espinar”. Disponible en: <http://rpp.pe/peru/cusco/registran-nuevo-derrame-de-concentrados-de-cobre-en-espinar-noticia-998111> (Fecha de consulta. 17 de septiembre 2017).

## **6. LA SEGURIDAD VIAL EN EL SECTOR MINERO**

Las Empresas de Transporte (ET), juegan un rol importante y activo en la prevención de accidentes de tránsito, estas empresas deben incluir en sus programas de seguridad los lineamientos obligatorios y necesarios a seguir, los cuales deben estar basados en la normativa legal vigente, con el único objeto de evitar y minimizar los accidentes de tránsito. Las empresas del sector minero incluyen a los accidentes de tránsito dentro de sus estadísticas de incidentes de trabajo.

Por otra parte el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) publica cada año por medio de su página web las estadísticas de accidentes mortales ocurridos en minería según los diversos tipos, entre los cuales se encuentra los accidentes de tránsito y acarreo – transporte, estos accidentes representan el 11% del total de accidentes ocurridos en dicho sector.

A continuación se muestran el número de accidentes mortales por tránsito y por transporte – acarreo de materiales, de los últimos 10 años:

- Año 2007, 11 accidentes mortales.
- Año 2008, 10 accidentes mortales.
- Año 2009, 6 accidentes mortales.
- Año 2010, 14 accidentes mortales.
- Año 2011, 9 accidentes mortales.
- Año 2012, 9 accidentes mortales.
- Año 2013, 8 accidentes mortales.
- Año 2014, 5 accidentes mortales.
- Año 2015, 6 accidentes mortales.
- Año 2016, 0 accidente mortales.

La Figura 2, muestra el comportamiento de los accidentes mortales ocurridos durante este periodo.

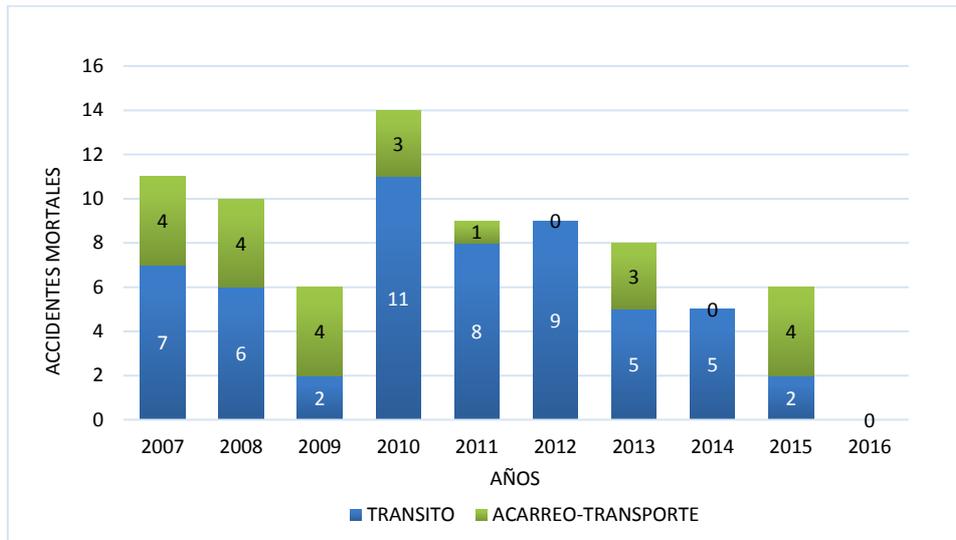


Figura 2. Frecuencia de accidentes mortales según el Tipo (Transito, Acarreo- Transporte) en un periodo de 10 años.

Adicionalmente a esto, el MINEM público la lista de incidentes ocurridos entre los años 2006 - 2015, donde los incidentes de tránsito y acarreo - transporte representa el 8.87% del total de incidentes reportados, esto se muestra en la siguiente figura. [5]

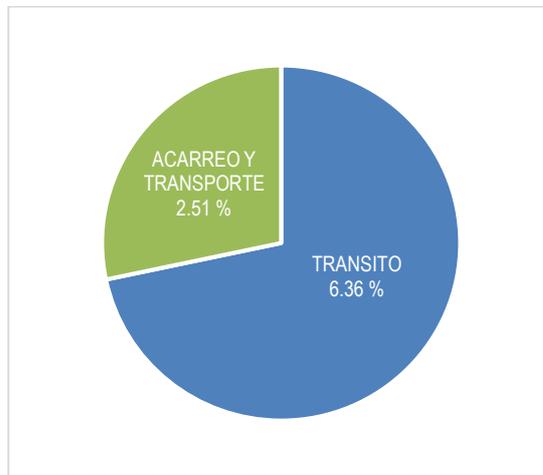


Figura 3. Incidentes registrados según el Tipo (Transito, Acarreo – Transporte) en un periodo de 10 años (2006-2015)

Las estadísticas presentadas son generales porque no se precisa si los accidentes de tránsito fueron ocasionados por vehículos o equipos pesados (principales o auxiliares), dentro o fuera de las instalaciones industriales de la mina.

[5] Según las estadísticas publicadas en la página oficial del MINEM, la clasificación de accidentes concerniente al "Acarreo y Transporte" están considerados en un solo tipo, por tal razón no se pueden dividir ni se pueden considerar por separado.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1. PLAN MUNDIAL PARA LA SEGURIDAD VIAL 2011-2020** <sup>[6]</sup>

La Asamblea General de las Naciones Unidas reunida en la 74ª sesión plenaria del 2 de marzo del año 2010, declaró el periodo 2011-2020 como el: “Decenio de acción para la seguridad vial” con la finalidad; en primer lugar de estabilizar y posteriormente disminuir los accidentes de tránsito y sus consecuentes víctimas en todo el mundo; para lograr ello es necesario la puesta en práctica y el aumento de algunas actividades o recomendaciones en el plano mundial, regional y nacional.

Estas actividades o recomendaciones están estrechamente relacionadas con las medidas que deben adoptar los países miembros para disminuir los accidentes de tránsito; si bien es cierto que estas actividades deben ser consideradas en todos los planos, se enfatiza el plano nacional y/o local y se anima a los países miembros a que pongan en práctica estas actividades basadas en cinco pilares:

1. Primer Pilar: Relacionada al mejoramiento de la gestión de la seguridad vial.
2. Segundo Pilar: Relacionada al mejoramiento de las vías de tránsito.

---

[6] NACIONES UNIDAS. “Plan Mundial para la seguridad vial 2011-2020”.  
Disponble en: [http://www.who.int/roadsafety/decade\\_of\\_action/plan/plan\\_spanish.pdf?ua=1](http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_spanish.pdf?ua=1)  
(Fecha de consulta. 28 de septiembre 2017).

3. Tercer Pilar: Relacionada a los vehículos y que estos sean más seguros.
4. Cuarto Pilar: Relacionada al aumento de la seguridad de los usuarios de las vías de tránsito.
5. Quinto Pilar: Relacionada a la respuesta tras los accidentes.

Al poner en práctica estas actividades se busca reducir las víctimas de los accidentes de tránsito ya que alrededor de 1300000 millones de personas fallecen cada año por esta causa.

## **2. PLAN ESTRATEGICO NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL**

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones a través del Decreto Supremo Nro. 019-2017-MTC, aprobó el Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial 2017 – 2021.

El objetivo estratégico de este plan es: “Reducir las consecuencias que generan los siniestros de tránsito sobre las vidas humanas” y para cumplir con este objetivo estratégico se han desarrollado cinco acciones estratégicas, todas estas basadas en el Plan Mundial para la Seguridad Vial 2011-2020, estas cinco acciones estratégicas son:

1. Mejorar la gobernanza del sistema de seguridad vial.
2. Mejorar las condiciones de seguridad de la infraestructura vial.
3. Mejorar las condiciones de seguridad de los vehículos.
4. Fortalecer la ciudadanía en seguridad vial.
5. Mejorar la respuesta de atención de emergencia de víctimas de accidentes de tránsito.

Este plan estratégico nacional tiene como metas globales:

1. Disminuir para el año 2021 (año del bicentenario de la Republica) en 30% y 50% para el año 2025, el número de personas fallecidas en accidentes de tránsito por cada 100000 habitantes.

2. Disminuir para el año 2021 (año del bicentenario de la Republica) en 30% y 50% para el año 2025, el número de personas lesionadas en accidentes de tránsito por cada 100000 mil habitantes.

Es necesario mencionar que para el año del bicentenario de la Republica es decir para el año 2021, se planea reducir en 30% los accidentes atribuibles:

1. A las malas condiciones de la infraestructura.
2. A fallas mecánicas de los vehículos.
3. Al exceso de la velocidad.

Cabe señalar que estos factores originan la mayoría de los accidentes de tránsito que ocurren en el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani, llegando a sumar alrededor del 100% de las causas de los accidentes de tránsito.

Por último la visión de nuestro país con respecto a la seguridad vial es: “Consolidar a Perú como un país que internalizo el concepto de seguridad vial, con un enfoque de desarrollo humano transformándose en un referente en materia de movilidad en la región”.<sup>[7]</sup>

### **3. SEGURIDAD VIAL EN EL PERU**

La seguridad vial en el país representa un gran problema que por el momento es difícil de solucionar ya que existen algunos factores difíciles de controlar como por ejemplo: el incremento de la población, el aumento de parque automotor, la deficiente infraestructura y el mal estado de las vías, todo esto sumado a las múltiples normas legales que en muchos casos entorpece la administración de la justicia, la poca cohesión de algunos organismos del estado para el controlar y aplicar las sanciones pertinentes por las faltas cometidas por los conductores, la gran informalidad que existe en el sector transporte y falta de una cultura de transporte conlleva a un gran problema cuya solución por el momento avizora ser

---

[7] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. “Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial 2017-2021”. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3948.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3948.pdf) (Fecha de consulta. 30 de septiembre 2017).

difícil. Esto constituye un reto en el corto y mediano plazo sin embargo no es imposible, para ello es necesario que el estado a través de sus diversos organismos, el sector privado y sobre todo la población se sienta comprometida con la mejora de la seguridad vial en nuestro país.

### **3.1. ESTUDIO INTEGRAL DE LA SEGURIDAD VIAL EN CARRETERAS RURALES DE DOS CARRILES**

Desarrollado por el Ing. Rene García y el Dr. Domingo Delgado, este estudio identifica los factores que influyen en la seguridad vial de las carreteras y se investiga con mucha meticulosidad los diferentes elementos que los afectan. Este estudio tiene como objetivo principal; “Proponer y aplicar una metodología integral para la evaluación de la seguridad vial en las vías rurales de interés nacional”.<sup>[8]</sup> Y se basa en la necesidad de evaluar la seguridad vial, en las vías del territorio nacional declaradas como rurales, a partir de los grupos de parámetros que mayor influencia tienen en la misma, como son: el diseño geométrico, el tránsito, la señalización y el estado de los distintos elementos que forman parte de la vía.

### **3.2. BOLETIN DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD (INS - MINSA)**

El Instituto Nacional de Salud es una organismo nacional que pertenece y está bajo la jurisdicción del Ministerio de Salud, está dedicado al estudio de los problemas que conciernen a la salud de la personas y fomenta el desarrollo de la tecnología para aplicarla en la salud pública. Cada dos meses publica y difunde por medio de un Boletín Institucional las actividades en desarrollo así como también las contribuciones por medio de las investigaciones técnico – científicas para mejorar la salud de los pobladores. Para ser efectivas sus funciones el Instituto Nacional de Salud cuentan con seis Centros:

1. El centro nacional de salud pública.

---

[8] García, Rene. Delgado, Domingo. “Estudio integral de la seguridad vial en carreteras rurales de dos carriles”. Disponible en: [http://www.institutoivia.com/cisev-ponencias/medicion\\_gestion\\_gs/Rene\\_Depestre.pdf](http://www.institutoivia.com/cisev-ponencias/medicion_gestion_gs/Rene_Depestre.pdf) (Fecha de consulta. 30 de septiembre 2017).

2. El centro nacional de control de calidad.
3. El centro nacional de productos biológicos.
4. El centro nacional de alimentación y nutrición.
5. El centro nacional de salud intercultural.
6. El centro nacional de salud ocupacional y protección y protección del ambiente para la salud.

Este último tiene como principal función: Realizar evaluaciones, investigaciones y recomendaciones para la prevención de enfermedades y daños a la salud, y cuenta con varias publicaciones.

### **3.3. EL LIBRO BLANCO DE LA SEGURIDAD VIAL**

El Congreso de la República por medio Comisión de Transporte y Comunicaciones, presidida por el Ing. Juvenal Silva, publicó y difundió el Libro Blanco de la Seguridad Vial. Este libro expone y presenta las medidas necesarias para reducir los accidentes de tránsito, nace como consecuencia de la imperiosa necesidad de reducir las consecuencias de los accidentes de tránsito.

Las medidas presentadas están orientadas para que los diferentes estratos gubernamentales de la sociedad peruana, como son; gobiernos distritales, regionales y nacionales así como ministerios e institutos nacionales, puedan ponerlas en práctica, en función de las competencias en materia de transporte terrestre y seguridad vial que cada una de ellas tiene. Así mismo las medidas fueron propuestas en base a tres factores de incidencia de accidentes, a saber:

1. La infraestructura vial.
2. Al vehículo.
3. Al factor humano.

Como ya se dijo anteriormente estos factores causan el mayor número de accidentes de tránsito en nuestro país. Uno de los puntos más resaltantes de esta publicación es: “Promover la creación de carreras profesionales con

especialización en seguridad vial integral en el Perú y Promover la creación de un Instituto Superior de carácter técnico en seguridad vial”. [9]

#### **4. ORGANOS PUBLICOS Y PRIVADOS RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD VIAL**

##### **4.1. EL CONSEJO NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL**

El gobierno peruano decidió la creación del Consejo Nacional de Seguridad Vial (CNSV), mediante D.S. 010-96-MTC, modificado posteriormente por los D.S. 024-2001-MTC y 027-2002-MTC y últimamente por el D.S. 023-2008-MTC”.

El Consejo nacional tiene como principio fundamental: “La defensa de la vida humana y la consolidación de una cultura de respeto por las normas de convivencia social, específicamente por aquellas disposiciones que permiten garantizar la seguridad de los usuarios de las redes viales: peatones, conductores y pasajeros”. [10]

##### **4.2. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**

El 18 de enero del año 1896, el congreso de la Republica por medio de la promulgación de una ley crea el Ministerio de Fomento y Obras Publicas que fue el antecesor del que hoy es el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), es un órgano que forma parte del poder ejecutivo y es responsable de la regulación legislativa concerniente al transporte nacional, es un promotor para el mejoramiento de la infraestructura nacional concerniente a las carreteras y ferrovías, también trabaja para que sea eficiente el sistema de transporte terrestre, marítimo y aéreo. Por último el Ministerio de Transporte y Comunicaciones supervisa un adecuado funcionamiento de las vías de comunicación, tanto físicas como son: carreteras y vías, así como también los

---

[9] COMISION DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES DEL CONGRESO DE LA REPUBLICA. “Libro Blanco de la Seguridad Vial”.

Disponble en: <https://es.scribd.com/document/34729262/Libro-Blanco-de-la-Seguridad-Vial-del-Peru> (Fecha de consulta. 30 de septiembre 2017).

[10] CONSEJO NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL. “Creación del Consejo Nacional de Seguridad Vial”.

Disponble en: <http://www.mtc.gob.pe/cnsv/nosotros.html> (Fecha de consulta. 30 de septiembre 2017).

concernientes con los medios de telecomunicaciones, como son: Internet y teléfono.

#### **4.3. POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ (PNP)**

La Policía Nacional del Perú (PNP), es un organismo del Estado Peruano que tiene por misión: “Garantizar, mantener y restablecer el orden interno, prestar protección y ayuda a las personas y a la comunidad, garantizar el cumplimiento de las leyes y la seguridad del patrimonio público y privado, prevenir, investigar y combatir la delincuencia; vigilar y controlar las fronteras; con el propósito de defender a la sociedad y a las personas, a fin de permitir su pleno desarrollo, en el marco de una cultura de paz y de respeto a los derechos humanos” .<sup>[11]</sup>

Con respecto a nuestra investigación, las principales funciones de la PNP son:

1. Garantizar y controlar la libre circulación ferroviaria, vehicular y peatonal en la vía pública y en las carreteras.
2. Intervenir en el transporte aéreo, marítimo, fluvial y lacustre en acciones de su competencia.
3. Participar en la Defensa Nacional, Defensa Civil y en el desarrollo económico y social del país.
4. Velar por la seguridad de los bienes y servicios públicos, en coordinación con las entidades estatales correspondientes.

#### **4.4. MINISTERIO DE SALUD**

El Ministerio de Salud es un organismo del Estado Peruano, cuyo origen se remonta al año 1935, cuando por medio del Decreto Legislativo Nro. 8124 fue creado el Ministerio de Salud Pública, Trabajo y Prevención Social, el que fue el antecesor del Ministerio de Salud actual. Este ministerio por medio de la

---

[11] POLICIA NACIONAL DEL PERU. “Misión”.  
Disponble en: <https://www.pnp.gob.pe/nosotros.html>  
(Fecha de consulta. 30 de septiembre 2017).

Resolución Ministerial N° 228-2005/MINSA, promulgó el: “Plan Nacional de la Estrategia Sanitaria Nacional de Accidentes de Tránsito 2009-2012”.

Este documento tiene como finalidad: “Contribuir en la reducción de la morbi-mortalidad ocasionada por los accidentes de tránsito, a través del impulso de una adecuada cultura de tránsito y al fortalecimiento de la atención integral en salud de las víctimas de estos accidentes”. Fue creado por motivo del gran número de accidentes de tránsito, durante el año 2007 la muerte de personas por accidentes de tránsito llegó a 3510 y las personas lesionadas fueron 49857 llegando a una tasa de 12.72 por cada 100000 habitantes, como consecuencia de ello los costos sociales relacionados a estos eventos se elevaron lo cual atrajo la preocupación y la atención de las autoridades quienes consideraron esto como un problema de salud pública.

#### **4.5. CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ASESORÍA DEL TRANSPORTE TERRESTRE (CIDATT)**

Es una asociación civil privada, fundada en 1985 que tiene como finalidad ayudar en la mejora del transporte terrestre; por medio de la elaboración y desarrollo de políticas públicas. CIDATT tiene como objetivo: Aportar al progreso nacional por medio de la investigación, preparación, y asistencia técnica para el mejoramiento de los servicios de transporte terrestre.

#### **5. MARCO LEGAL DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL PERU**

El gobierno del Perú en su deseo de reducir los accidentes de tránsito ha desarrollado un marco legal a través de sus ministerios y órganos de control, es importante señalar que este marco legal ha servido como referencia para el desarrollo de esta tesis. Los principales decretos y leyes vigentes son:

1. Decreto legislativo Nro. 420-87. “Códigos de tránsito y seguridad vial”.
2. Decreto supremo Nro. 013-98-MTC. y R.M. Nro. 375. “Reglamento de peso y dimensiones vehiculares para la circulación en la red vial nacional”.

3. Resolución ministerial Nro. 210-2000-MTC/15.02. "Manual de dispositivos de control de tránsito automotor en calles y carreteras".
4. Decreto supremo Nro. 058-2003-MTC. "Reglamento nacional de vehículos".
5. Ley Nro. 28256-2004. "Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos".
6. Ley Nro. 27314-2004. "Ley general de residuos sólidos".
7. Decreto supremo Nro. 009-2004-MTC. "Reglamento nacional de administración de transportes".
8. Decreto supremo Nro. 009-2005-TR. "Reglamento de seguridad y salud en el trabajo y sus modificatorias".
9. Decreto supremo Nro. 027-2006-MTC. "Uso obligatorio del cinturón de seguridad".
10. Decreto supremo Nro. 013-2007-MTC. "Plan nacional de seguridad vial".
11. Decreto supremo Nro. 048-2008-MTC. "Rutas de la red vial nacional".
12. Decreto supremo Nro. 021-2008-MTC "Reglamento nacional de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos".
13. Ley Nro. 28551-2010. "Ley que establece la obligación de elaborar y presentar planes de contingencia."
14. Decreto supremo Nro. 005-2012-TR. "Reglamento de seguridad y salud en el trabajo".
15. Resolución directoral Nro. 2613-2013-MTC/15. "Hoja resumen de seguridad para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos".

## **6. MARCO LEGAL DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL SECTOR MINERO**

En el Reglamento de Seguridad y Salud ocupacional 2010 en Minería (D.S Nro. 024-2016 EM), menciona de forma breve los lineamientos básicos a cumplir en materia de seguridad vial.

1. Artículo 34. *El plan de minado deberá considerar los riesgos potenciales en cada uno de los procesos operativos de: ventilación, desatado, sostenimiento, perforación, voladura, carguío, transporte, mantenimiento de vías, entre otros. El plan de minado considerará los estudios mencionados en el artículo 33 en lo que corresponda y lo establecido en el ANEXO N° 1 del presente reglamento. El plan de minado y los documentos que lo sustenten deberán encontrarse en la unidad minera para su uso y serán puestos a disposición de la autoridad competente en materia de Seguridad y Salud Ocupacional cada vez que lo solicite.*
2. Artículo 272. Los equipos móviles que circulen dentro de las áreas de operaciones como camiones, volquetes, moto niveladoras, tractores, cargadores frontales, camiones regadores, palas eléctricas, retroexcavadoras, entre otros, serán operados sólo por trabajadores autorizados.

*Los equipos móviles de transporte de personal y carga que salen del área de operaciones serán conducidos sólo por trabajadores autorizados, debiendo contar con licencia de conducir correspondiente al tipo de equipo móvil que conducirá, otorgada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.*

3. Artículo 322. Para las plantas concentradoras rigen las disposiciones del artículo 329 del presente reglamento, relativas a los depósitos de concentrados, en lo que sea aplicable. *Respecto al transporte de concentrados de minerales, deberán sujetarse a lo establecido por el Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2008-MTC, sus modificatorias o norma que lo sustituya.*

## **7. ANÁLISIS DE RIESGOS VIALES PARA LAS EMPRESAS**

El programa de “Prevención de los Riesgos Laborales Viales”, fue desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad Vial de España conjuntamente con la fundación MAPFRE. El programa incluye o toma en cuenta de los principales factores de riesgos laboral que considera los elementos o condiciones que tienen relación con

el trabajo y la persona y que puede representar riesgos de daño. Se consideran son siguientes elementos:

1. El factor vías.
2. El factor ambiental.
3. El factor humano.
4. El factor vehicular.

En estos cuatro factores se pueden identificar, peligros viales y dentro de cada uno de estos se encuentran algunos peligros asociados. Según los estudios realizados el factor que más causa los accidentes de tránsito, es sin duda; el factor humano.

#### **7.1. EL FACTOR DE VIAS Y CONDICIONES CLIMATICAS**

Es preciso que las vías estén asfaltadas y en buen estado. Una ruptura o grieta es decir una deficiente estructura vial, en una carretera o pista podría desviar el vehículo y ocasionar un accidente de tránsito, también la falta de señalización o insuficiencia de letreros de información, en las calles, avenidas o en carreteras puede ocasionar que los vehículos que circulen puedan ocasionar accidentes de tránsito.

#### **7.2. EL FACTOR HUMANO**

El factor humano, es el factor más recurrente en la ocurrencia de los accidentes de tránsito, ya sea como conductor o peatón los seres humanos por diferentes motivos tienden a quebrantar las reglas de tránsito, es decir producto del comportamiento irresponsable de los seres humanos, ocasionan el gran número de los accidentes. Este inadecuado comportamiento es motivado por el escaso conocimiento de seguridad vial que poseen algunos conductores o peatones pero también por una deficiente educación e interiorización de valores. Sin embargo existen algunas condiciones específicas, en las cuales un conductor puede ocasionar accidentes y atentar contra la integridad de otras personas, estas

condiciones son recurrente y muy frecuentes en la realidad nacional ya que provocan el mayor número de accidentes de tránsito:

1. El Alcoholismo: El alcohol provoca que una persona pierda o disminuya su concentración y atención al manejar, pero también disminuye los reflejos volviéndolos más lentos de tal manera que le impida maniobrar rápidamente para evitar accidentes. Si bien es cierto que esta condición provoca anualmente muchos accidentes, esta no es una condición determinante en la ocurrencia de accidentes en el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani.
2. El Cansancio y somnolencia: Es la fuente más frecuente los accidentes de tránsito pero también la más peligrosa en vías de alto tránsito y en pistas interurbanas. Existen algunos conductores que padecen problemas relacionados al sueño, por ejemplo: Las apneas obstructivas del sueño, que afecta alrededor del 4% de la población mundial, muchas veces ocasiona que el conductor quien no duerme bien en la noche, padezca al día siguiente de cansancio y somnolencia. Esta es una de las principales fuentes de ocurrencia de accidentes de tránsito en el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani, esta condición ha sido objeto de mucha atención en el desarrollo de esta investigación.

### **7.3. EL FACTOR VEHÍCULO**

El estado de conservación de los autos, camiones o buses, así como la presencia de un cinturón de seguridad en óptimas condiciones podrían prevenir muchos accidentes. Sin embargo, la informalidad y el descuido de nuestras autoridades hacen posible que aún circulen vehículos antiguos, en mal estado y sin revisión técnica. Se puede dar el caso de que también; el vehículo sea un factor causante de accidentes de tránsito porque la estructura de los vehículos no sea aptas para las vías en donde transitan o también por el incremento del parque automotor.

## **8. CONSIDERACIONES PARA EL TRANSPORTE DE CONCENTRADOS**

Se debe tener las siguientes consideraciones para el transporte de concentrados:

1. Los camiones que transportan concentrados, deberán ser lavados antes de cargar en los lugares dispuestos para ello. Si los camiones tienen más de 10 años, deberán contar con la respectiva revisión técnica. Las unidades podrán usar contenedores cerrados (Ver Anexo VI), con barandas engastadas, fajas, eslingas, las mismas que serán inspeccionadas previamente. Por lo menos una vez al año las unidades deben recibir su respectiva revisión técnica, brindando especial atención a los ejes, tornamesa y cisternas que conforman las unidades de transporte de materiales peligrosos, para este efecto deberán pasar una auditoria de gammagrafía, a cargo de una empresa certificada, la misma que deberá emitir el informe que corresponda.
2. En la carretera toda unidad de transporte de concentrado, deberá contar con un medio de comunicación radial implementado con el sistema Hands free (Manos libres) o en su defecto teléfono celular, además las unidades deberán reportar su pase por los puntos de control.
3. Los convoyes que consten de más de 2 unidades, a excepción de camiones de concentrados, estarán escoltados por: una camioneta, un supervisor, kit de emergencia, que marchará en la parte delantera de las unidades. En el caso de que los convoyes consten de más de 4 unidades las escoltas serán de 2 camionetas cada uno con un supervisor.  
  
Los camiones que terminen la descarga en depósito Matarani, respetarán los horarios y velocidades establecidos por la compañía.  
  
Las unidades que circulen desde mina hacia la costa, deberán transitar con el freno de motor activado.
4. El conductor que transporta materiales peligrosos deberá ser guiado por un vehículo de la compañía hacia el lugar de descarga.

Está prohibido el transporte nocturno de materiales peligrosos dentro de mina, en caso sea necesario el usuario que necesite trasladarlos, deberá solicitar permiso a al área de seguridad.

5. En las vías públicas de los centros poblados (incluye las vías de evitamiento) la velocidad máxima será de 30 km/h y estará prohibido adelantar a otros vehículos en movimiento.

El conductor activará la circulina siempre que se transporten materiales peligrosos. Las velocidades mínimas en toda la ruta se establecen de acuerdo al criterio de conducción segura y al criterio de transitar 10 km/h por debajo de las velocidades máximas establecidas. En las instalaciones industriales se respetara la señalización, se transitara por vías adecuadas y se respetará los límites de velocidad establecido por el reglamentos interno de trabajo de la empresa.

## **9. DESCRIPCION DE LOS IMPACTOS DEL CONCENTRADO DE COBRE**

Por el momento no existe alguna referencia sobre la tasa de absorción de los compuestos de cobre al ser inhalados, con respecto a la distribución del Cu en el cuerpo humano este generalmente se almacena en el riñón, hígado y cerebro.

La eliminación del Cu se puede dar principalmente por medio de la orina, aunque existen algunas teorías que mencionan que podría eliminarse por medio de la bilis.

Los efectos tóxicos del Cu pueden presentar:

1. Intoxicación aguda: Causa dolores frecuentes en el pecho, deja un ligero sabor metálico en la boca, produce irritaciones en el sistema respiratorio, produce daño renal y hepático.
2. Intoxicación crónica: Causa desórdenes gastrointestinales y altera el sistema nervioso central.

## **10. EFECTOS NOCIVOS DEL CONCENTRADO DE COBRE SOBRE LA SALUD**

Una exposición prolongada a polvos de cobre puede irritar los ojos, la boca y la nariz y puede causar nauseas, dolores de cabeza, mareos e inclusive diarrea, al

ingerir agua que contiene altos niveles de cobre (más de lo normal), puede ocasionar vómitos, diarreas o calambres estomacales. Una ingestión constante de cobre en niveles altos puede ocasionar daños al hígado y riñones e incluso a la muerte.

La muerte por cobre es ocasionada por una larga ingesta de cobre en niveles tóxicos a través de alimentos o agua, durante la primera etapa, el cobre se deposita gradualmente en el organismo, especialmente en algunos órganos como el hígado, cerebro y riñón, esta etapa puede durar varias semanas e incluso meses y termina cuando el cobre pasa a la sangre, ocasionando episodios hemolíticos. A pesar de los síntomas descritos anteriormente, todavía no existen estudios adecuados de las consecuencias en seres humanos o en animales.

Según un reporte epidemiológico semanal de ESSALUD, menciona que: “La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) ha establecido un límite de 0.1 miligramos por metro cúbico ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) para vapores de cobre (generados al calentar el cobre) y 1.0  $\text{mg}/\text{m}^3$  para polvos de cobre (partículas de cobre metálico muy pequeñas) y aerosoles de cobre soluble en el aire del trabajo para proteger a los trabajadores durante una jornada de 8 horas diarias, 40 horas semanales”. [12]

## **11. EFECTOS NOCIVOS DEL CONCENTRADO DE COBRE SOBRE LA FLORA**

Algunas plantas tienen una cierta tolerancia o resistencia frente al concentrado de cobre en comparación con otros tipos de concentrados (como por ejemplo el concentrado de plomo), a pesar de esta relativa tolerancia, el concentrado de cobre es considerado como altamente tóxico. Está demostrado que el exceso de iones  $\text{Cu}^{+2}$  y  $\text{Cu}^{+}$  pueden causar daños a los tejidos de las plantas y pueden alterar la permeabilidad de las membranas. En la mayoría de las plantas, altas cantidades de cobre en el suelo es perjudicial para su crecimiento, la inhibición del crecimiento y

---

[12] ESSALUD “Reporte Epidemiológico Semanal. Volumen 01, Numero 13/2012”.  
Disponble en: [http://www.essalud.gob.pe/noticias/repidemiologico\\_se30.pdf](http://www.essalud.gob.pe/noticias/repidemiologico_se30.pdf)  
(Fecha de consulta. 01 de octubre 2017).

desarrollo de las raíces es una de las respuestas más rápidas que evidencia el nivel de toxicidad del cobre.

## **CAPITULO 3**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1. IDENTIFICACION Y DETERMINACION DEL PROBLEMA**

Al ser la minería uno de los sectores más importantes e influyentes en la economía de nuestro país y dada la constante demanda de metales por parte del mercado internacional es necesario destacar la importancia que tiene el transporte de concentrados, ya que este tipo de transporte es el responsable de trasladar el producto final de las minas (concentrados) hacia los puntos de destino. Sin embargo las condiciones geográficas y climatológicas propias de nuestro país (Ver Fotografía 1) hacen que este tipo de transporte sea muy peligroso provocando en su mayoría accidentes; los cuales perjudican la salud de los conductores sin mencionar el impacto negativo al medio ambiente. Otra factor a tomar en cuenta es la infraestructura de las carreteras, que en su mayoría son del tipo “Trocha carrosable”, (Ver Fotografía 2), lo cual aumenta la probabilidad de accidentes de este tipo de transporte, la satisfacción del cliente, es decir, la calidad del transporte es otro factor que se debe tomar en cuenta ya que el cliente espera que el producto llegue al lugar de destino sin inconvenientes ni retrasos.

Por ultimo las estadísticas a nivel nacional con respecto al número de accidentes no son muy alentadoras ya que en los últimos 10 años alrededor del 11% de accidentes mortales en el sector minero se debe al tránsito y transporte – acarreo de materiales, por lo todo lo mencionado anteriormente surge la necesidad de reducir los accidentes de transporte de concentrados.



Fotografía 1. Condiciones climáticas en invierno, en el tramo de la carretera en la provincia de Espinar, se debe resaltar el letrero indicando "Zona de Neblina".



Fotografía 2. Infraestructura de la carretera en la provincia de Espinar, en su mayoría el tramo de la carretera Mina Constanza – Matarani en este estado.

## **2. FUNDAMENTACION DEL PROBLEMA**

Las condiciones particulares en que se desarrolla la minería hacen que los servicios de transporte se conviertan en un factor vital para su desenvolvimiento, a tal punto que bien podríamos decir que no hay operación minera eficiente sin logística de transporte eficiente. Esto ha conllevado a que se constituya un mercado de empresas especializadas dedicadas a la prestación de este servicio, sin embargo al ser el mercado tan competitivo y al ser cada vez más exigente las regulaciones nacionales (por la misma naturaleza de su rublo), las empresas dedicadas a este servicio buscan cada vez ser más competitivas puesto que de esta manera aseguran su permanencia y vigencia en el mercado. Por tal motivo estas empresas están en la imperiosa necesidad de mejorar constantemente sus sistemas de gestión de seguridad, así nace la idea de diseñar aplicar una hoja de ruta en la cual se detalle los límites de velocidad y tiempos de duración de los “viajes” con la única finalidad de reducir los accidentes de transporte.

## **3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Siendo el transporte de concentrados una parte importante y vital del proceso industrial minero, y puesto que el concentrado de cobre es un “Material peligroso”; se puede formular el problema a través de la siguiente pregunta: ¿Se podrá reducir el número de accidentes de transporte en el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani por medio de la aplicación de una hoja de ruta?

## **4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

La investigación realizada esta delimitada por el área geográfica donde se realizó, es decir en las regiones de Cuzco y Arequipa, por tal motivo la problemática a analizar está delimitada y circunscrita en estas regiones, ya que allí se encuentra el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani y porque allí se tomaron y recolectaron los datos para desarrollar y aplicar la hoja de ruta.

También se debe mencionar que esta investigación se llevó a cabo por un periodo de cinco años (2011 – 2015).

## **5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

De acuerdo con nuestra investigación, se trazaron los siguientes objetivos:

### **5.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar y aplicar una hoja de ruta para reducir los accidentes de transporte, que pueden suscitarse en el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani.

### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Obtener información de las condiciones físicas y superficiales del tramo de carretera Mina Constancia – Matarani.
2. Registrar velocidades mínimas y máximas y tiempos de duración de cada viaje.
3. Elaborar una hoja de ruta a partir de la información obtenida y del registro de las velocidades mínimas y máximas y de los tiempos de duración de cada viaje.
4. Difundir la hoja de ruta entre los conductores de la empresa de transportes para su conocimiento y puesta en práctica.

## **6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

Se puede mencionar al menos cuatro motivos de importancia y por los cuales esta investigación se justifica, estos son:

1. ASPECTO MEDIO – AMBIENTAL: Ya que el concentrado de cobre es considerado un “Material peligroso”, al reducir los accidentes de transporte se reducirá los derrames de concentrados y en consecuencia la contaminación ambiental.
2. ASPECTO DE SEGURIDAD: La vida de las personas no tiene un precio; en este sentido la aplicación de la hoja de ruta podrá reducir los accidentes de transporte, en consecuencia el transporte de concentrados será más seguro y los conductores no sufrirán accidentes, todo esto siempre y cuando se respete los límites de velocidad establecidos.

3. ASPECTO ECONOMICO: Todo accidente acarrea un costo y aunque en la mayoría de los casos estos son difíciles de calcular, se debe precisar que al aplicar la hoja de ruta los accidentes se reducirán y por ende los costos asociados, esto inevitablemente traerá un beneficio económico para la empresa de transporte.
4. ASPECTO SOCIAL: Al identificar y registrar los puntos críticos en el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani esta información se podrá compartir con las municipalidades distritales, provinciales y autoridades competentes, para que estas a su vez puedan señalar y establecer los límites de velocidad correspondientes; en general se ayudara a la sociedad, ya que las recomendaciones proporcionadas ayudaran en la reducción de los accidentes de transporte.

## **7. UTILIDAD METODOLÓGICA Y VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Se obtuvo información valiosa sobre los todos los puntos críticos del tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani, esta información podrá ser compartida con las autoridades regionales para que establezcan los límites máximos de velocidad y coloquen la señalización correspondiente. Por medio de esta información también se pudo diseñar una hoja de ruta con el propósito de disminuir los accidentes de transporte; por último se creó antecedentes para estudios posteriores.

Esta investigación fue viable porque se dispuso de los materiales, los recursos económicos, humanos y también del tiempo necesario para llevarla a cabo; cada uno de estos factores fue cuidadosamente preparado y fueron empleados para realizar esta investigación.

## **8. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

El alcance de esta investigación es regional, es decir se desarrolló en la parte sur del país, en las regiones de Cuzco y Arequipa; en un área determinada específicamente por la ubicación de la carretera Mina Constancia – Puerto de Matarani.

## **9. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

## **9.1. HIPOTESIS GENERAL**

Uno de los aspectos más importantes de la investigación es el planteamiento de la hipótesis que está estrechamente relacionada con la problemática a analizar. De esta manera y según los objetivos propuestos, se planteó la siguiente hipótesis:

“El desarrollo y aplicación de una hoja de ruta, reduce el número de accidentes de transporte de concentrados de cobre, en el tramo de la carretera Mina Constancia – Puerto de Matarani”.

## **10. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES**

Una variable se define como una expresión o símbolo que está referida a la capacidad o propiedad que tienen los objetos de modificar o cambiar su estado actual; en otras palabras, puede variar y asumir otros valores. En esta investigación se han identificado las siguientes variables:

### **10.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Se llama variable independiente a la variable que no es afectada por nada de lo que haga el experimentador ni por otra variable dentro del mismo experimento; de ahí su nombre de “Independiente”. En esta investigación la variable independiente está conformada por la Hoja de Ruta que fue diseñada en el tramo de la carretera Mina Constancia - Matarani.

### **10.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

La variable dependiente es el factor alterable o cambiante dentro del estudio cuyo comportamiento termina siendo afectado por los factores manipulables de la investigación. La variable dependiente en esta investigación está determinada por el número de accidentes (leves, incapacitantes y mortales) ocurridos durante los años 2009 – 2017 en el tramo de la carretera Mina Constancia- Puerto de Matarani.

## **11. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

La operacionalización de variables consiste en determinar el método por el cual las variables serán medidas y analizadas, esto permitirá una fácil comprensión e

identificación de las variables con las cuales se va a trabajar, además permitirá definir las operaciones que se van realizar para medir los conceptos y definir los indicadores por medio de los cuales se manifiesta ese concepto. La tabla 2, muestra la operacionalización de variables aplicadas en esta investigación.

VARIABLES	TIPO DE VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	TECNICA	INSTRUMENTOS
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  Hoja de Ruta propuesta	<b>CUANTITATIVA CONTINUA</b>  Puede tomar un número infinito de valores dentro de dos números, es decir cuenta con la asignación de números decimales	<b>GEOGRAFICAS</b> Contempla las características y condiciones superficiales de la región donde se encuentra el tramo de la carretera Mina Constancia-Matarani	* Cimas * Curvas de nivel * Cotas de elevación * Simas	* Investigación exploratoria * Investigación descriptiva	* Libros * Revistas * Google map * Mapas * Tesis
		<b>CLIMATICAS</b> Contempla las características del clima de la región donde se encuentra el tramo de la carretera Mina Constancia-Matarani, en las diferentes estaciones del año	* Vientos * Lluvia * Hielo * Niebla * Neblina	* Investigación exploratoria * Investigación descriptiva	* Libros * Revistas * Estudios meteorológicos * Mapas * Tesis
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  Número de accidentes ocurridos durante los años 2009 – 2017	<b>CUANTITATIVA CONTINUA</b>  Puede tomar un número infinito de valores dentro de dos números, es decir cuenta con la asignación de números decimales	<b>VELOCIDAD</b> Considera las velocidades de los camiones en diversas partes del tramo de la carretera Mina Constancia - Matarani	* Velocidades máximas * Velocidades mínimas * Velocidades medias	* Investigación exploratoria	* Encuestas * Estadísticas * Registros
	<b>CUALITATIVA NOMINAL</b>  Puede tomar valores mutuamente excluyentes, no se asigna un orden o jerarquía	<b>VEHICULOS</b> Considera las condiciones y características mecánicas de los camiones que transportan concentrados	* Mantenimiento * Horas trabajadas * Disponibilidad mecánica * Disponibilidad operativa	* Investigación exploratoria	* Programas * Estadísticas * Registros
		<b>VIAS</b> Contempla las características físicas y condiciones de las vías del tramo de la carretera Mina Constancia-Matarani	* Curvas * Pendientes * Peraltes * Túneles * Cunetas * Barrenas de protección * Señalización * Asfaltado * Distancia	* Investigación exploratoria * Investigación descriptiva	* Libros * Revistas * Google map * Mapas * Tesis * Estudios de carreteras

Tabla 2. Operacionalización de variables

## **CAPITULO 4**

### **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

#### **1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación, según el objeto de estudio; es del tipo Aplicada porque se utilizó y aplico los conocimientos adquiridos, con la finalidad de “mejorar” la sociedad por medio de la reducción de los accidentes de tránsito. Según la ubicación temporal; la investigación es del tipo Longitudinal, ya que se realizó en el presente hacia el pasado, tomando varias mediciones en relación al tiempo, es decir se tomó el tiempo como principal factor para realizar un estudio detallado de los cambios y fluctuaciones de los índices de accidentabilidad con relación a la implementación de una hoja de ruta.

#### **2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Entendiendo el nivel de investigación como el grado de profundidad con que se aborda un fenómeno, esta investigación es de nivel Exploratoria – Descriptiva y Explicativa. Es de nivel Exploratoria porque no se tiene información de estudios previos sobre la problemática a analizar, no ha sido abordado o no ha sido suficientemente estudiada. También es Descriptiva, porque describe un fenómeno en circunstancias reales, en un tiempo y en un área geográfica específica y es

Explicativa, porque tiene la finalidad de explicar el comportamiento de las variables identificadas.

### **3. METODO DE INVESTIGACION**

Uno de los problemas más complejos que existen al momento de desarrollar una investigación, es sin lugar a dudas, la gran cantidad de métodos, técnicas e instrumentos que existen. Sin embargo es importante elegir el método de investigación apropiado ya que; de ello, dependerá la validez e importancia de las conclusiones enunciadas. Por lo expuesto anteriormente es necesario mencionar los diferentes métodos de investigación que existen:

1. Método lógico deductivo.
2. Método hipotético deductivo.
3. Método lógico inductivo.
4. Método lógico y analogía.
5. Método histórico.
6. Método analítico.
7. Métodos empíricos.

En el método Hipotético Deductivo, el investigador propone una hipótesis como consecuencia de las deducciones de un conjunto de datos, principios o de leyes más generales, este método tiene o consta de varios pasos importantes:

1. Observación, con referencia a la problemática o a estudiar.
2. Planteamiento de la hipótesis, para explicar la problemática estudiada y a partir de allí deducir conclusiones en base a conocimientos previos.
3. Verificación, de los enunciados deducidos.

La investigación realizada, obedece al método Hipotético Deductivo.

### **4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de la investigación constituye un plan para obtener respuestas a las interrogantes planteadas y como consecuencia comprobar las hipótesis propuestas;

la precisión, la profundidad, así como también el éxito de los resultados dependerá de una correcta elección del diseño de investigación. De este modo existen dos diseños de investigación:

1. Diseño de Investigación experimental o de laboratorio.
2. Diseño de Investigación no experimental.

#### **4.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN NO EXPERIMENTAL**

Este diseño de investigación a su vez se divide en:

##### **4.1.1. MÉTODO TRANSVERSAL**

Este diseño de investigación recolecta datos en un momento y tiempo único. El propósito de este método es describir variables y analizar su incidencia en un tiempo determinado. Estas se dividen en:

1. Diseños Transversales descriptivos.
2. Diseños Transversales correlacionales.
3. Diseños Transversales correlacionales / causales.

##### **4.1.2. MÉTODO LONGITUDINAL**

Este diseño de investigación recolecta información a través de un tiempo determinado en periodos específicos, para realizar deducciones respecto al cambio, la relación existente entre si y sus posibles consecuencias. Estas se dividen en:

1. Diseños Longitudinales de tendencia.
2. Diseños Longitudinales de evolución de grupo.
3. Diseños Longitudinales panel.

Esta investigación obedece al diseño No Experimental - Longitudinal de tendencia, porque analizo los cambios a través del tiempo de la variable dependiente (frecuencia de accidentes) dentro de una población de datos determinada.

## **5. POBLACIÓN Y MUESTRA**

Antes de calcular la muestra de la población, es necesario definir qué es y cuánto será el margen de error ( $\alpha$ ) y el nivel de confianza ( $Z$ ).

### **5.1. MARGEN DE ERROR ( $\alpha$ )**

En estadística, el margen de error es el error que surge a causa de observar la muestra de una determinada población. El margen de error del 5% es el más usado, pero se puede elegir un margen de error del 1 % al 10 % según el tipo de encuesta a aplicar, no se recomienda incrementar el margen de error por encima del 10 %. Para el caso de nuestro estudio el margen de error es 5%.

### **5.2. NIVEL DE CONFIANZA ( $Z$ )**

El nivel de confianza es la probabilidad de que la muestra que se ha escogido haya influido en los resultados obtenidos. Un nivel de confianza del 95 % significa que se obtendrá los mismos resultados el 95 % de las veces. Este es el nivel de confianza más usado, aunque se puede variar entre un 90 % y 99 % según el tipo de encuesta, para fines estadísticos se recomienda no disminuir el nivel de confianza por debajo del 90 %. Para el caso de nuestro estudio el nivel de confianza es 95%.

### **5.3. POBLACION ( $M$ )**

Se define una población como un conjunto de personas, animales o cosas que tienen o poseen características comunes y sobre las cuales se va a realizar un estudio, bajo esta definición la población objeto de este estudio es el número de accidentes ocurridos durante un periodo determinado.

### **5.4. MUESTRA ( $n$ )**

La muestra que se escogió son el número de accidentes ocurridos en cada año, durante un periodo de cuatro años antes y después de aplicarla hoja de ruta diseñada.

## **6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Fueron dos los principales instrumentos que se utilizaron para la recopilación de la información la cual permitió desarrollar una hoja de ruta.

### **6.1. INSTRUMENTO HUMANO**

Porque fue por medio de conductores de mucha experiencia, con varios años de servicio en el transporte materiales peligrosos y en la conducción de camiones, quienes viajaron como copilotos en diferentes viajes e identificaron y evaluaron los riesgos existentes en todo el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani.

### **6.2. BASE DE DATOS**

La base de datos de nuestra investigación está conformada por la información proporcionada por todos los copilotos, la cual se recopiló en fichas expresamente diseñadas para este fin. Una vez recopilada la información esta se procesó para el desarrollo y diseño de la hoja de ruta.

## **7. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la recolección de datos se siguieron los siguientes pasos:

1. Se diseñaron formatos especiales para facilitar la recolección de la información.  
(Ver Anexo I).
2. Se evaluaron y seleccionaron copilotos en base a sus correspondientes record de faltas; se escogieron a los mejores conductores para que viajen como copilotos y registren la información necesaria.
3. Los copilotos seleccionados identificaron los tramos críticos y peligrosos (curvas), registraron las velocidades máximas y mínimas con las cuales deben desplazarse los camiones, tanto en curvas abiertas y cerradas y en pendientes positivas y negativas.
4. Puesto que se seleccionó un grupo de copilotos, la información proporcionada por cada uno de ellos fue verificada y contrastada para luego ser procesada.

## **8. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS**

Al procesar la información, se tomó como estándares pre – establecidos los promedios aritméticos de las velocidades de desplazamiento en cada curva ya sea abierta o cerrada y en cada pendiente ya sea positiva o negativa y el tiempo de duración de cada tramo recorrido.

Una vez procesada la información, se procedió a la difusión de la hoja de ruta entre los conductores de los camiones, para que la pongan en práctica en el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani de tal manera que se pueda comprobar su aplicabilidad. (Fotografía. 3). Después de poner en práctica la hoja de ruta diseñada y verificada su aplicabilidad, se procedió a la validación de la misma; es decir se ingresó la información en la base de datos del programa de monitoreo de la Central de Control, para que esta pueda verificar vía GPS la velocidad de recorrido y tiempo de duración de cada camión.



Fotografía 3. Difusión de la hoja de ruta, entre los supervisores y conductores de la empresa.

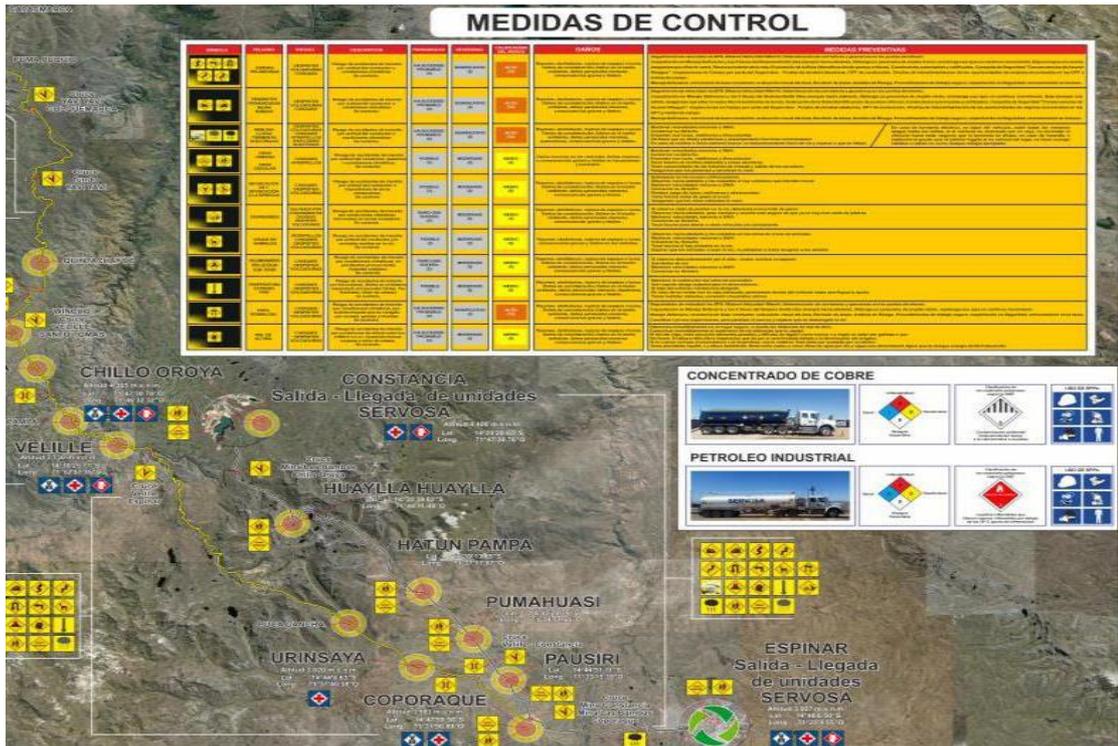


Figura 4. Identificación y control de los riesgos existentes, en el tramo de la carretera Mina Constancia – Espinar.

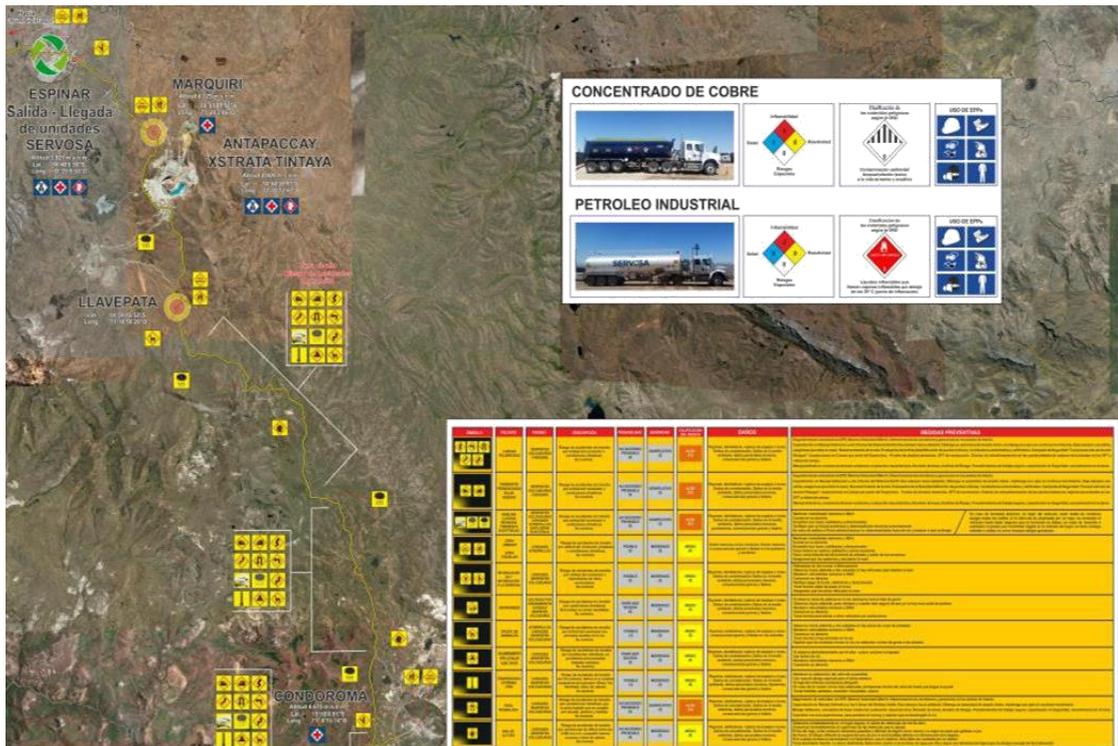


Figura 5. Identificación y control de los riesgos existentes, en el tramo de la carretera Espinar – Condoroma.



Figura 6. Identificación y control de los riesgos existentes, en el tramo de la carretera Condoroma – Imata.

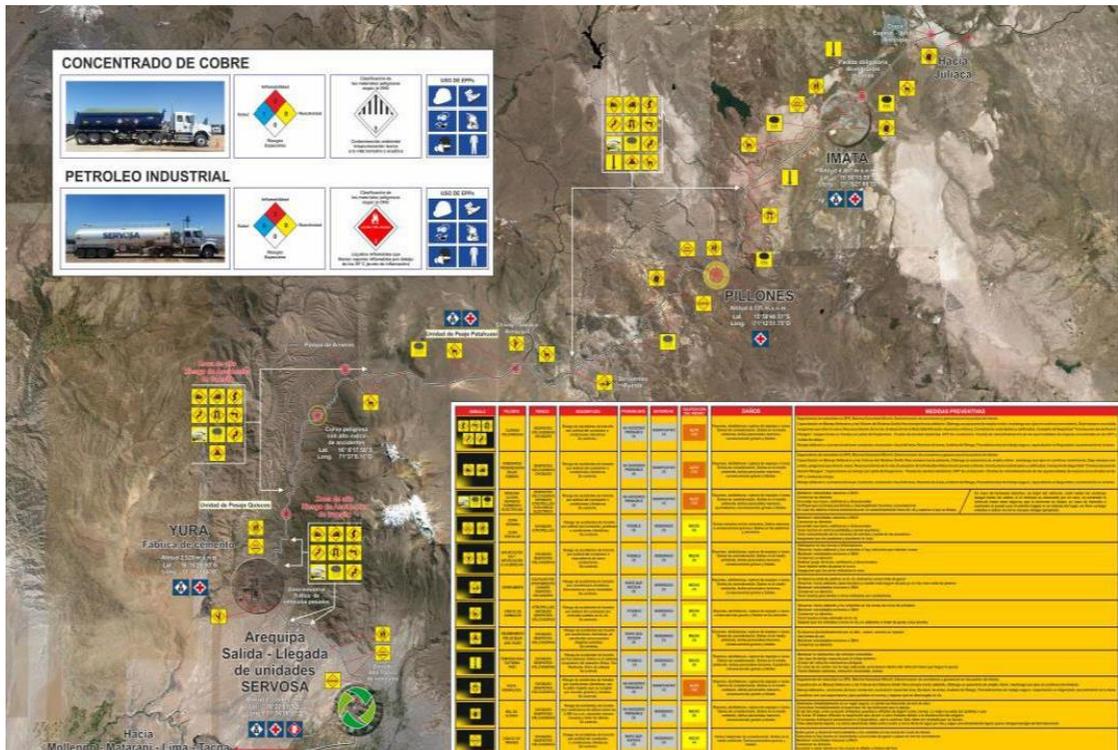


Figura 7. Identificación y control de los riesgos existentes, en el tramo de la carretera Imata – Planta SERVOSA.



Figura 8. Identificación y control de los riesgos existentes, en el tramo de la carretera Planta SERVOSA – Matarani.

## 9. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para determinar si las medias de los accidentes varían entre los años una vez puesta en práctica la hoja de ruta diseñada, o tienen un comportamiento o diferente o similar y luego inferir conclusiones validas que confirmen o rechacen las hipótesis planteadas, se aplicó la estadística inferencial por medio de la prueba  $t - Student$ . Una vez realizado el cálculo estadístico y con los resultados obtenidos, se pudo contar con los elementos necesarios para determinar y concluir si la hoja de ruta propuesta ayudo a la minimización de los accidentes de tránsito en el tramo de la carretera Mina Constanca – Matarani, a partir de allí se podrá desarrollar un programa que modifique y mejore la hoja de ruta propuesta. Por ultimo en base a la experiencia ganada se podrá elaborar otras hojas de ruta y aplicarlas en otros tramos en diferentes carreteras del país.

## **10. DISTRIBUCION T - STUDENT**

Con respecto a la distribución  $t$  – *Student* fue desarrollada por el matemático inglés William S. Gosset en 1899. Cuando trabajaba para la compañía de cervezas Guinness Irlandesa, realizó estudios los diversos procesos con la finalidad de minimizar los costos de producción. Para evitar problemas con el manejo y ventilación de la información de la compañía Gosset, publicó su investigación en secreto con el seudónimo de “*Student*”.

La distribución  $t$  – *Student* surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño, esta es la base de la popular prueba  $t$  – *Student*. La distribución  $t$  es más ancha y más plana en el centro que la distribución normal estándar, como resultado de ello se tiene una mayor variabilidad en las medias de muestra calculadas a partir de muestras más pequeñas, sin embargo a medida que aumenta el tamaño de muestra, la distribución  $t$  se aproxima a la distribución normal estándar.

### **CONDICIONES:**

1. Se utiliza en muestras pequeñas de 30 o menos elementos.
2. Desviación estándar de la población no se conoce.
3. Se utiliza a pesar de que una de las muestras no tenga una distribución normal y la relación entre las varianzas (la más grande a la más pequeña) sea menor a 2.

### **CARACTERÍSTICAS:**

1. La distribución  $t$  – *Student* es menor en la media y más alta en los extremos que una distribución normal.
2. Tiene mayor parte de su área en los extremos que la distribución normal.

### **GRADOS DE LIBERTAD:**

1. Existe una distribución  $t$  para cada tamaño de la muestra, por lo que existe una distribución para cada uno de los grados de libertad”.
2. Los grados de libertad son el número de valores elegidos libremente.

## APLICACIONES:

Entre las aplicaciones más frecuentes de esta distribución, podemos señalar:

1. Sus aplicaciones se orientan a la estadística inferencial y sirve para estimar y probar una media y una diferencia de medias (independencia y pareada).
2. Para determinar el intervalo de confianza dentro del cual se puede estimar la media de una población a partir de muestras pequeñas (menores a 30).
3. Para probar hipótesis cuando una investigación se basa en muestreos pequeños.
4. Para probar si dos muestras provienen de una misma población.

## 11. **METODOLOGÍA DE LA T – STUDENT**

La prueba *t – Student*, inicialmente se diseñó para examinar las diferencias entre dos muestras independientes y pequeñas que tengan distribución normal y homogeneidad en sus varianzas (en el artículo original, el autor no define qué es una muestra grande y/o pequeña). Gosset hace hincapié en la normalidad de las dos muestras como crucial en el desarrollo de la prueba.

Se presenta a continuación los pasos que se deben seguir, según Reinaldo Sanchez, para desarrollo de la prueba *t – Student*.<sup>[13]</sup>

1. Probar que cada una de las muestras tiene una distribución normal.
2. Obtener para cada una de las muestras:
  - a. El tamaño de las muestras ( $n_1, n_2$ ).
  - b. Sus respectivas medias ( $m_1, m_2$ ).
  - c. Sus varianzas ( $v_1, v_2$ ).
3. Probar que las varianzas sean homogéneas.
4. En caso de homogeneidad en esas varianzas:
  - a. Establecer la diferencia entre las medias:  $m_1 - m_2$ .

---

[13] Sanchez, Reinaldo. "T-Student. Usos y abusos". Revista Mexicana de Cardiología. Volumen 26, número 1. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/cardio/h-2015/h151i.pdf> (Fecha de consulta: 26 de septiembre de 2017).

- b. Calcular la varianza común de las dos muestras, para realizar este cálculo se puede utilizar la siguiente relación:

$$vc = \frac{((n_1 - 1) * v_1 + (n_2 - 1) * v_2)}{(n_1 + n_2 - 2)}$$

Es decir, la varianza común ( $vc$ ) es igual a un promedio pesado de las varianzas de las dos muestras en donde los pesos para ese promedio son iguales al tamaño, menos uno ( $n - 1$ ) para cada una de las muestras.

- c. Con esa varianza común, se calcula el error estándar de la diferencia de las medias:

$$ESM = \sqrt{vc * \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 * n_2}\right)}$$

5. Finalmente, la  $t - Student$  es igual al cociente de la diferencia de medias entre el  $ESM$  anterior.
6. De acuerdo con nuestra hipótesis nula y alterna se debe demostrar que existe diferencia entre las medias de las muestras, se consulta una tabla de  $t - Student$  con grado de libertad igual a  $(n_1 + n_2 - 2)$  y se calcula el valor de P.

## **CAPITULO 5**

### **RESULTADOS OBTENIDOS**

#### **1. ACCIDENTE DE TRABAJO**

Los accidentes de trabajo constituyen uno de los mayores problemas de las economías emergentes desde el punto de vista de la salud ocupacional como de la seguridad, los cuales pueden acarrear una serie de costos ya sea tangibles como intangibles. Así mismo un accidente de trabajo se define; como un suceso imprevisto que altera la marcha normal o prevista de las cosas. Según el Artículo 5 del D.S. Nro. 021-2008-MTC (Reglamento Nacional de Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos), define un accidente como: “Evento súbito, involuntario e imprevisible que causa daño a personas, a la propiedad y/o al ambiente”.

A continuación se presenta los resultados obtenidos durante un periodo de 9 años, entre el año 2009 y 2017, sin embargo es importante mencionar que la hoja de ruta diseñada se implementó el año 2013.

#### **2. INCIDENTES**

El Artículo 7 del D.S. 024-2016 EM (Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería) define un incidente como un: “Suceso con potencial de pérdidas acaecido en el curso del trabajo o en relación con el trabajo, en el que la persona afectada no sufre lesiones corporales”. La figura adjunta muestra el descenso del

número de incidentes después del año 2013, que fue el año en que se implementó la hoja de ruta.

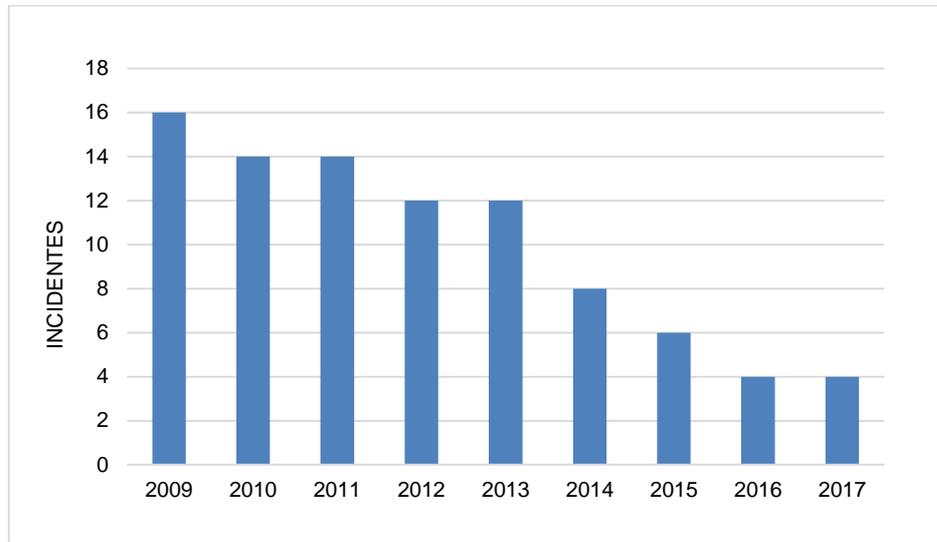


Figura 9. Número de incidentes ocurridos entre los años 2009 - 2017

### 3. ACCIDENTES LEVES

De igual forma el Artículo 7 del D.S. 024-2016 EM (Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería), define un accidente leve como un: “Suceso cuya lesión, resultado de la evaluación médica, genera en el accidentado un descanso breve con retorno máximo al día siguiente a sus labores habituales”.

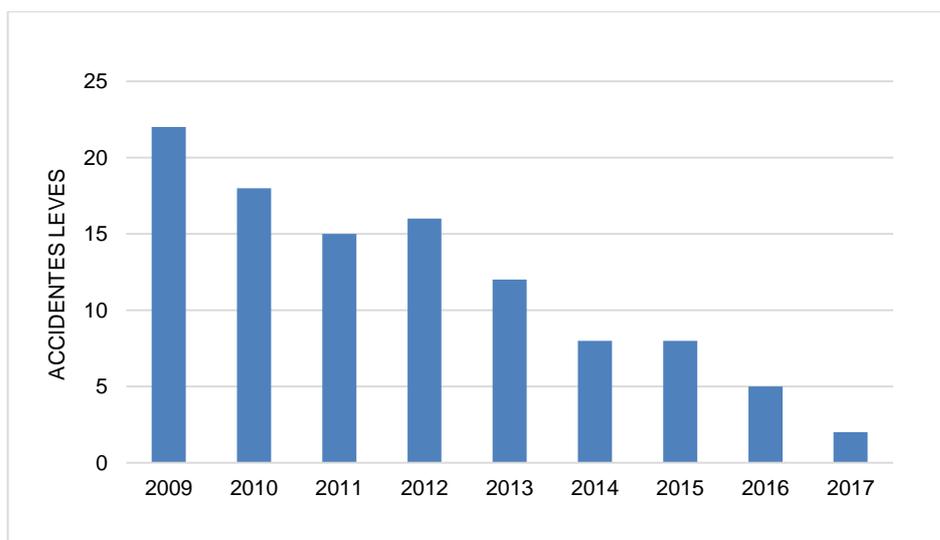


Figura 10. Número de accidentes leves ocurridos entre los años 2009 - 2017

#### 4. ACCIDENTES INCAPACITANTES

Se define como un: “Suceso cuya lesión, resultado de la evaluación médica, da lugar a descanso, ausencia justificada al trabajo y tratamiento. Para fines estadísticos, no se tomará en cuenta el día de ocurrido el accidente. Según el grado de incapacidad los accidentes de trabajo pueden ser:

1. PARCIAL TEMPORAL: Cuando la lesión genera en el accidentado la imposibilidad parcial de utilizar su organismo; se otorgará tratamiento médico hasta su plena recuperación.
2. TOTAL TEMPORAL: Cuando la lesión genera en el accidentado la imposibilidad total de utilizar su organismo; se otorgará tratamiento médico hasta su plena recuperación.
3. PARCIAL PERMANENTE: Cuando la lesión genera la pérdida parcial de un miembro u órgano o de las funciones del mismo.
4. TOTAL PERMANENTE: Cuando la lesión genera la pérdida anatómica o funcional total de un miembro u órgano, o de las funciones del mismo. Se considera a partir de la pérdida del dedo meñique”. [14]

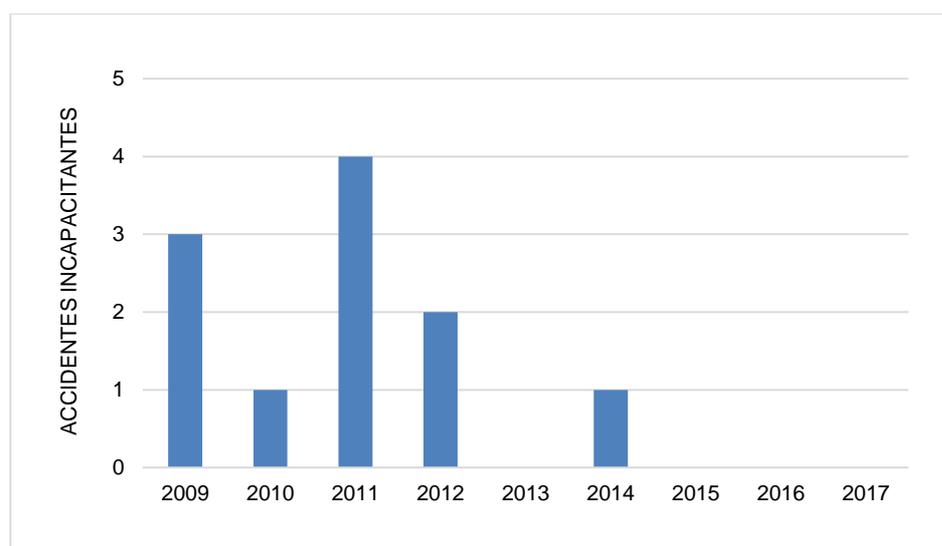


Figura 11. Número de accidentes incapacitantes ocurridos entre los años 2009 - 2017

[14] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. D.S. Nro. 024-2016. “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería”. Artículo 7. Definición de Términos.

## 5. ACCIDENTES MORTALES

Es un suceso cuyas lesiones producen la muerte del trabajador.

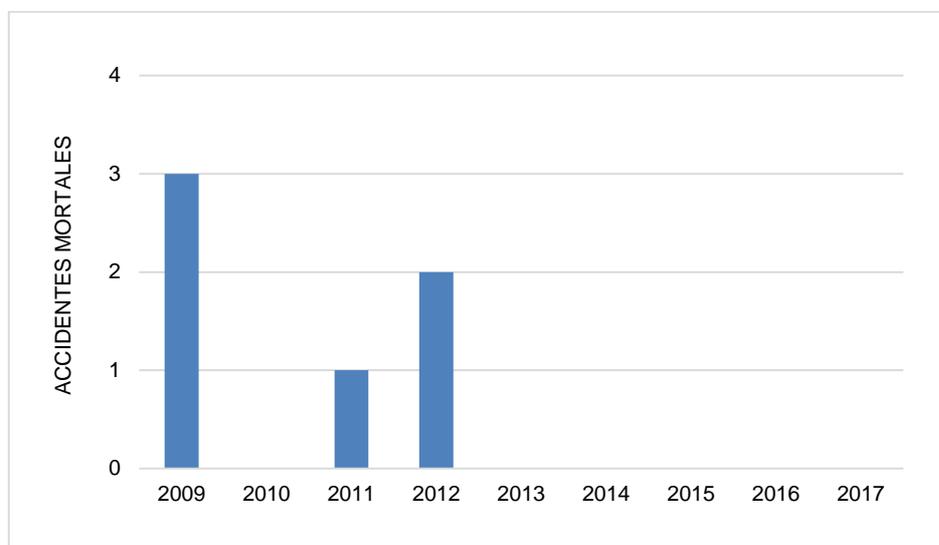


Figura 12. Número de accidentes mortales ocurridos entre los años 2009 – 2017

## 6. INDICE DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES INCAPACITANTES (IFAI)

Es el número de accidentes incapacitantes por cada cien mil horas hombre trabajadas. Se calcula con la formula siguiente:

$$IFAI = \frac{\text{Numero de accidentes incapacitantes} * 100000}{\text{Horas de hombre trabajadas}}$$

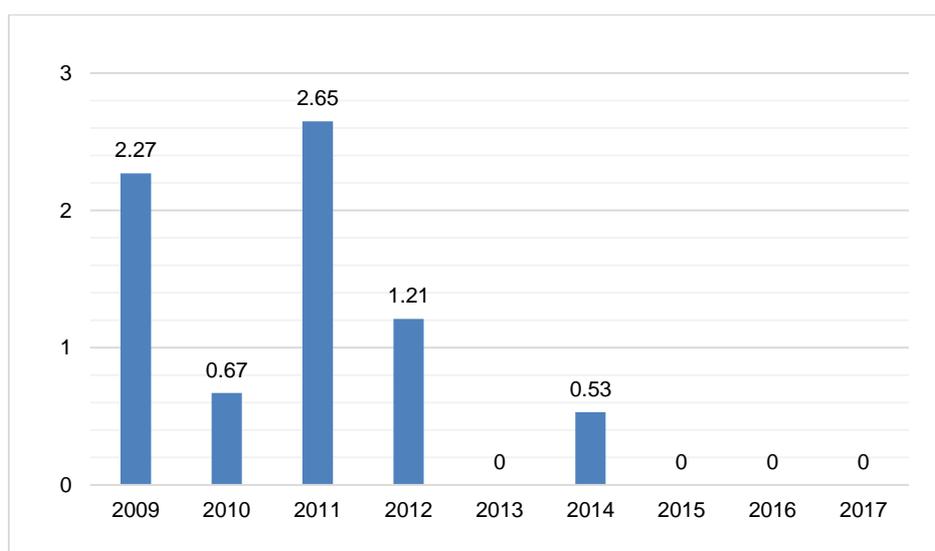


Figura 13. Índices de frecuencia de accidentes incapacitantes entre los años 2009 – 2017.

## 7. INDICE DE SEVERIDAD DE LESIONES INCAPACITANTES (ISLI)

Número de días perdidos por cada cien mil horas - hombre trabajadas.

$$ISLI = \frac{\text{Numero de días perdidos o cargados} * 100000}{\text{Horas de hombre trabajadas}}$$

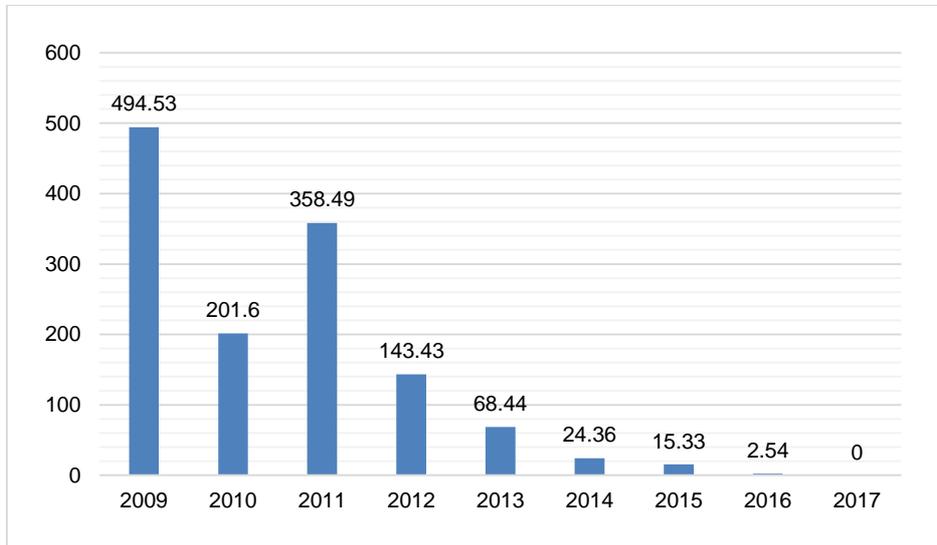


Figura 14. Índices de severidad de lesiones incapacitantes entre los años 2009 – 2017.

## 8. INDICE DE ACCIDENTABILIDAD DE LESIONES INCAPACITANTES (IALI)

Es el producto del valor IFAI por el ISLI dividido entre 1000. Se calcula así:

$$IALI = \frac{IFAI * ISLI}{1000}$$

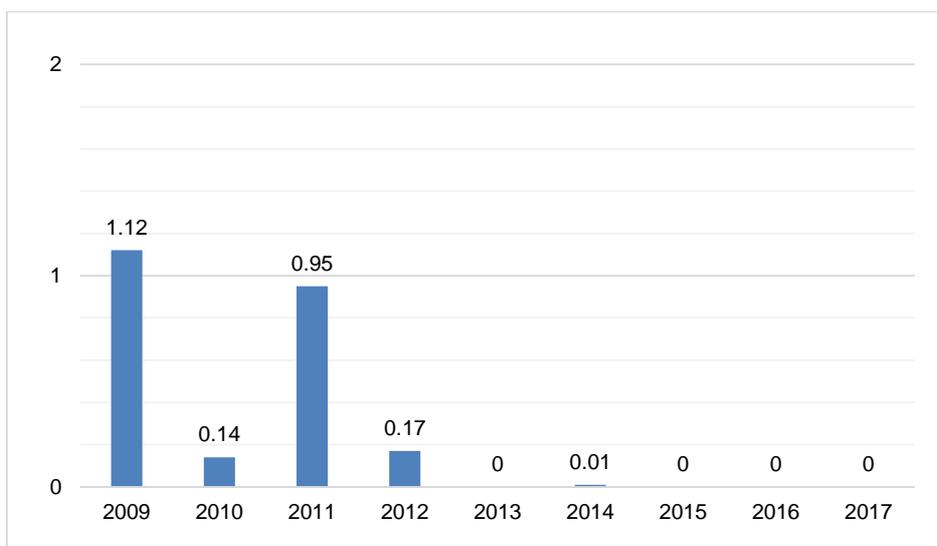


Figura 15. Índices de accidentabilidad de lesiones incapacitantes entre los años 2009 – 2017.

## **CAPITULO 6**

### **ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS**

#### **1. PRUEBA DE NORMALIDAD**

Antes de empezar el análisis estadístico de las muestras, es necesario estudiar su comportamiento; es decir debemos precisar si datos de las muestras elegidas tienen una distribución normal, para ello se aplicara la prueba de Normalidad. Por otro lado es importante comprobar si las muestras tiene un comportamiento normal (sobre todo en muestras pequeñas  $n < 30$ ) porque esto permitirá la aplicación de la prueba estadística  $t - Student$ , de tal manera que los resultados obtenidos sean correctamente interpretados.

En la prueba la prueba de normalidad, las hipótesis planteadas son:

Hipótesis nula ( $H_0$ ): Los datos siguen una distribución normal.

Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): Los datos no siguen una distribución normal.

Existen una serie de pruebas de normalidad que se pueden utilizar para evaluar la normalidad de las muestras, se pueden citar:

1. Prueba de Anderson – Darling
2. Prueba de normalidad de Ryan – Joiner.
3. Prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov.

En nuestra investigación, se aplicara la prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov.

## **2. PRUEBA DE NORMALIDAD DE KOLMOGOROV – SMIRNOV**

Esta prueba compara la función de distribución acumulada empírica de los datos de una muestra con la distribución esperada si los datos fueran normales. Si la diferencia observada es grande, la prueba rechazará la hipótesis nula de un comportamiento normalidad del conjunto de datos, por otro lado si el valor  $p$  de esta prueba es menor que el nivel de significancia ( $\alpha$ ) elegido, se podrá rechazar la hipótesis nula y concluir que se trata de una población no normal.

## **3. APLICACIÓN DE LA PRUEBA DE KOLMOGOROV – SMIRNOV**

Se tienen los siguientes datos:

<b>CUADRO ESTADISTICO DE SEGURIDAD 2009 - 2017</b>				
<b>Año</b>	<b>Leves</b>	<b>Incapacita.</b>	<b>Mortales</b>	<b>Total</b>
2009	22	3	3	28
2010	18	1	0	19
2011	15	4	1	20
2012	16	2	2	20
2013	12	0	0	12
2014	8	1	0	9
2015	8	0	0	8
2016	5	0	0	5
2017	2	0	0	2
Total	106	11	6	123

Tabla 3. Número de accidentes leves, incapacitantes y mortales, ocurridos entre los años 2009 – 2017

En el análisis estadístico se tomara en cuenta; el número de accidentes leves, incapacitantes y mortales ocurridos en un periodo de cuatro años antes y después de la aplicación de la hoja de ruta (año 2013).

### **3.1. PRUEBA DE KOLMOGOROV – SMIRNOV PARA LOS AÑOS 2009-2012**

Para realizar la prueba de Kolmogorov – Smirnov se necesita conocer la media y la desviación estándar del conjunto de datos de la muestra, también es necesario asumir un valor de significancia ( $\alpha$ ), el cual será del 5% (es decir  $\alpha = 0.05$ ).

$$\text{Media } (\bar{x}) = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\text{Media } (\bar{x}) = \frac{28 + 19 + 20 + 20}{4}$$

$$\text{Media } (\bar{x}) = 21.75$$

$$\text{Desviación Estandar } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$\text{Desviación Estandar } (\sigma) = \sqrt{\frac{52.75}{4 - 1}}$$

$$\text{Desviación Estandar } (\sigma) = 4.19$$

Año	$X_i$	$i$	$X_i$ (Ordenado)	$fi = i/4$
2009	28	1	19	0.25
2010	19	2	20	0.50
2011	20	3	20	0.75
2012	20	4	28	1.00

Tabla 4. Número de accidentes registrados, distribuidos y ordenados, desde el año 2009 al 2012.

Para calcular  $Z_i$  se hace uso de la siguiente relación:

$$Z_i = \left( \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \right)$$

Así tenemos; por ejemplo:

$$Z_1 = \left( \frac{19 - 21.75}{4.19} \right) = -0.65$$

$$Z_2 = \left( \frac{20 - 21.75}{4.19} \right) = -0.42$$

$$Z_3 = \left( \frac{20 - 21.75}{4.19} \right) = -0.42$$

$$Z_4 = \left( \frac{28 - 21.75}{4.19} \right) = 1.49$$

Una vez hallados los valores de  $Z$ , se procede a verificar para cada  $Z_i$ , los valores correspondientes de probabilidad en la tabla de distribución normal estándar ( $Z$ ), (Ver Anexo II).

$$Z_1 = -0.65 \rightarrow \varphi_1 = 0.2578$$

$$Z_2 = -0.42 \rightarrow \varphi_2 = 0.3372$$

$$Z_3 = -0.42 \rightarrow \varphi_3 = 0.3372$$

$$Z_4 = 1.49 \rightarrow \varphi_4 = 0.9319$$

Luego se calcula el valor absoluto de la diferencia entre  $f_i$  y  $\varphi_i$ :

$$|f_1 - \varphi_1| = |0.25 - 0.2578| = 0.0078$$

$$|f_2 - \varphi_2| = |0.50 - 0.3372| = 0.1628$$

$$|f_3 - \varphi_3| = |0.50 - 0.3372| = 0.1628$$

$$|f_4 - \varphi_4| = |1.00 - 0.9319| = 0.0681$$

Los cálculos efectuados se pueden resumir en la siguiente tabla:

Año	$X_i$	$i$	$X_i$ (Ordenado)	$f_i = i/4$	$Z_i$	$ f_i - \varphi_i $
2009	28	1	19	0.25	0.2578	0.0078
2010	19	2	20	0.50	0.3372	0.1628
2011	20	3	20	0.75	0.3372	<b>0.1628</b>
2012	20	4	28	1.00	0.9319	0.0681

Tabla 5. Probabilidades encontradas para los diversos valores de  $Z_i$ , (2009-2012)

Se puede verificar que el mayor valor es 0.1628, el cual se debe contrastar con los valores críticos del test de Kolmogorov – Smirnov de la tabla del anexo IV.

Con  $n = 4$  y  $\alpha = 0.05$ , el valor hallado es 0.6239.

Si:

$$|f_i - \varphi_i| \leq Valor_{(Tabla)}, \text{ se acepta la Hipótesis nula } (H_0)$$

$$|f_i - \varphi_i| > Valor_{(Tabla)}, \text{ se rechaza la Hipótesis alternativa } (H_a)$$

Las Hipótesis planteadas son las siguientes:

$H_0$ : Los datos analizados siguen una distribución normal.

$H_1$ : Los datos analizados no siguen una distribución normal.

Como  $0.1628 \leq 0.6239$ , se acepta la Hipótesis nula.

Entonces: Los datos de la muestra elegida, es decir el número de accidentes ocurridos entre los años 2009 – 2012, siguen o tienen una distribución normal.

### 3.2. PRUEBA DE KOLMOGOROV – SMIRNOV PARA LOS AÑOS 2014-2017

Al igual que el anterior análisis, se debe conocer la media y la desviación estándar del conjunto de datos de la muestra, también se asumirá un valor de significancia ( $\alpha$ ) del 5% ( $\alpha = 0.05$ ).

$$\text{Media } (\bar{x}) = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\text{Media } (\bar{x}) = \frac{9 + 8 + 5 + 2}{4}$$

$$\text{Media } (\bar{x}) = 6.0$$

$$\text{Desviación Estandar } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$\text{Desviación Estandar } (\sigma) = \sqrt{\frac{30}{4 - 1}}$$

$$\text{Desviación Estandar } (\sigma) = 3.16$$

Año	$X_i$	$i$	$X_i$ (Ordenado)	$f_i = i/4$
2014	9	1	2	0.25
2015	8	2	5	0.50
2016	5	3	8	0.75
2017	2	4	9	1.00

Tabla 6. Número de accidentes registrados, distribuidos y ordenados, desde el año 2014 al 2017.

Los valores de  $Z_i$  son:

$$Z_1 = \left( \frac{9 - 6.0}{3.16} \right) = 0.94$$

$$Z_2 = \left( \frac{8 - 6.0}{3.16} \right) = 0.63$$

$$Z_3 = \left( \frac{5 - 6.0}{3.16} \right) = -0.31$$

$$Z_4 = \left( \frac{2 - 6.0}{3.16} \right) = -1.26$$

Al igual que el análisis anterior se procede a verificar para cada  $Z_i$ , los valores correspondientes de probabilidad en la tabla de distribución normal estándar ( $Z$ ) del anexo III.

$$Z_1 = 0.94 \rightarrow \varphi_1 = 0.8264$$

$$Z_2 = 0.63 \rightarrow \varphi_2 = 0.7357$$

$$Z_3 = -0.31 \rightarrow \varphi_3 = 0.3783$$

$$Z_4 = -1.26 \rightarrow \varphi_4 = 0.1038$$

Resultados del valor absoluto de la diferencia entre  $f_i$  y  $\varphi_i$ :

$$|f_1 - \varphi_1| = |0.25 - 0.8264| = 0.5764$$

$$|f_2 - \varphi_2| = |0.50 - 0.7357| = 0.2357$$

$$|f_3 - \varphi_3| = |0.50 - 0.3783| = 0.1217$$

$$|f_4 - \varphi_4| = |1.00 - 0.1038| = 0.8962$$

Los cálculos efectuados se pueden resumir en la siguiente tabla:

Año	$X_i$	$i$	$X_i$ (Ordenado)	$f_i = i/4$	$Z_i$	$ f_i - \varphi_i $
2014	9	1	2	0.25	0.8264	0.5764
2015	8	2	5	0.50	0.7357	0.2357
2016	5	3	8	0.75	0.3783	0.1217
2017	2	4	9	1.00	0.1038	<b>0.8962</b>

Tabla 7. Probabilidades encontradas para los diversos valores de  $Z_i$ , (2014-2017)

Se verifica que el mayor valor es 0.8962, el cual se debe contrastar con los valores críticos del test de Kolmogorov – Smirnov de la tabla del anexo IV. Con  $n = 4$  y  $\alpha = 0.05$ , el valor hallado es 0.6239.

Si:

$$|f_i - \varphi_i| \leq \text{Valor crítico}_{(Tabla)}, \text{ se acepta la Hipótesis nula } (H_0)$$

$$|f_i - \varphi_i| > \text{Valor crítico}_{(Tabla)}, \text{ se rechaza la Hipótesis alternativa } (H_a)$$

Las Hipótesis planteadas son las siguientes:

$H_0$ : Los datos analizados siguen una distribución normal.

$H_1$ : Los datos analizados no siguen una distribución normal.

Como  $0.8962 > 0.6239$ , se acepta la Hipótesis alternativa.

Entonces: Los datos de la muestra elegida, es decir el número de accidentes ocurridos entre los años 2014 – 2017, no siguen o no tienen una distribución normal.

CONCLUSION: En este caso se hace la prueba  $t$  - *Student*, aun sabiendo que una de las muestras (número de accidentes ocurridos entre los años 2014 -2017) no tiene normalidad.

#### 4. PRUEBA T- STUDENT PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES

La prueba  $t$  – *Student*, es una herramienta efectiva para comparar las medias de dos muestras independientes, pero antes de aplicarla es necesario conocer algunas condiciones:

1. Se puede aplicar a pesar de que una de las muestras no tenga una distribución normal.
2. Se puede aplicar si la razón de la varianza más grande a la más pequeña es menor a 2.

Años	$\bar{X}$	$\sigma$	S	Normalidad	Razón (S <sub>1</sub> /S <sub>2</sub> )
2009 - 2012	21.75	4.19	17.55	Si tiene	1.75
2014 - 2017	6.00	3.16	9.98	No tiene	

Tabla 8. Resumen (media, desviación estándar y varianza) de cada muestra y condición de normalidad.

La tabla 8, resume de una manera clara y sencilla las características estadísticas que tienen las dos muestras escogidas.

El valor de significancia ( $\alpha$ ) asumido para esta prueba, es 5% ( $\alpha = 0.05$ ).

*Varianza comun:*

$$VC = \frac{((n_1 - 1) * v_1 + (n_2 - 1) * v_2)}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$VC = \frac{((4 - 1) * 17.55 + (4 - 1) * 9.98)}{4 + 4 - 2}$$

$$VC = 13.76$$

*Error estandar de medias*

$$ESM = \sqrt{VC * \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 * n_2}\right)}$$

$$ESM = \sqrt{13.76 * \left(\frac{4 + 4}{16}\right)}$$

$$ESM = 2.62$$

*Valor "t":*

$$t = \frac{\text{Diferencia de medias}}{ESM}$$

$$t = \frac{(21.75 - 6.00)}{2.62}$$

$$t = 6.01$$

*Grados de libertad (Gl):*

$$Gl = n_1 + n_2 - 2$$

$$Gl = 4 + 4 - 2$$

$$Gl = 6$$

Según la tabla de distribución *t – Student*, del anexo II, para 6 grados de libertad y un nivel de significancia de 5% ( $\alpha = 0.05$ ), el valor de probabilidad correspondiente es: 1.9432.

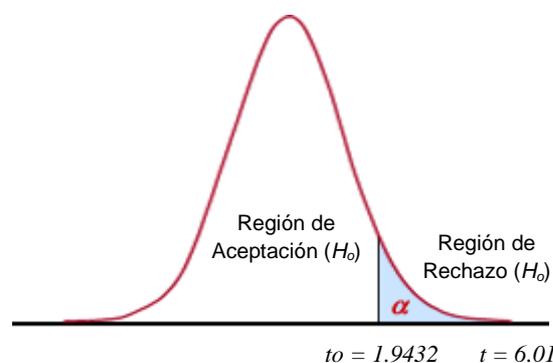


Figura 16. Zonas de distribución de probabilidades para la aceptación o rechazo de la prueba de hipótesis.

#### HIPOTESIS PLANTEADAS:

$H_0$ : La media de accidentes ocurridos antes y después de la aplicación de la hoja de ruta ES IGUAL.

$H_1$ : La media de accidentes ocurridos antes y después de la aplicación de la hoja de ruta NO ES IGUAL.

#### DECISION:

Puesto que el valor “ $t$ ” cae dentro de la región de rechazo, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ).

#### CONCLUSION:

Existe una diferencia significativa entre las medias de los accidentes ocurridos antes y después de la aplicación de la hoja de ruta. Entonces, podemos concluir: la HOJA DE RUTA DISEÑADA CONTRIBUYO SIGNIFICATIVAMENTE EN LA REDUCCIÓN DE ACCIDENTES EN EL TRAMO DE LA CARRETERA MINA CONSTANCIA – MATARANI.

### 5. HORAS – HOMBRE TRABAJADAS

Se ha demostrado la disminución del número de accidentes de transporte, esto se debe al diseño, aplicación e implementación desde el año 2013 de una hoja de ruta, como resultado se ha tenido un incremento en las horas – hombre trabajadas.

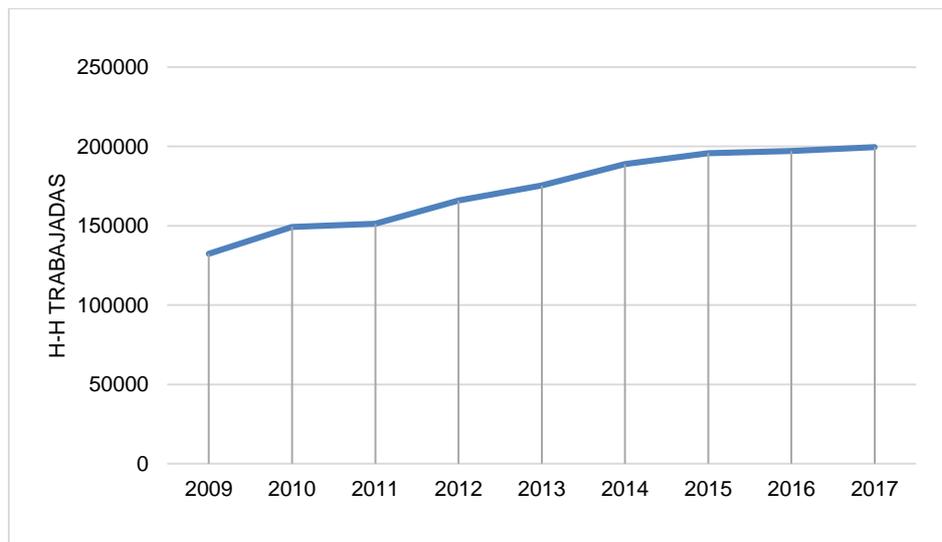


Figura 17. Número de horas – hombre trabajadas, registradas desde el año 2009 – 2017.

## 6. DAÑOS A LA PROPIEDAD

Los accidentes que acarrear lesiones físicas a los trabajadores no son los únicos que deben ser tomados en cuenta, es importante considerar los sucesos que causan daños a la propiedad, puesto que estos daños ocasionan pérdidas económicas a las empresas. La figura 18, se muestra un descenso abrupto en lo que respecta al daño a la propiedad después del año 2013.

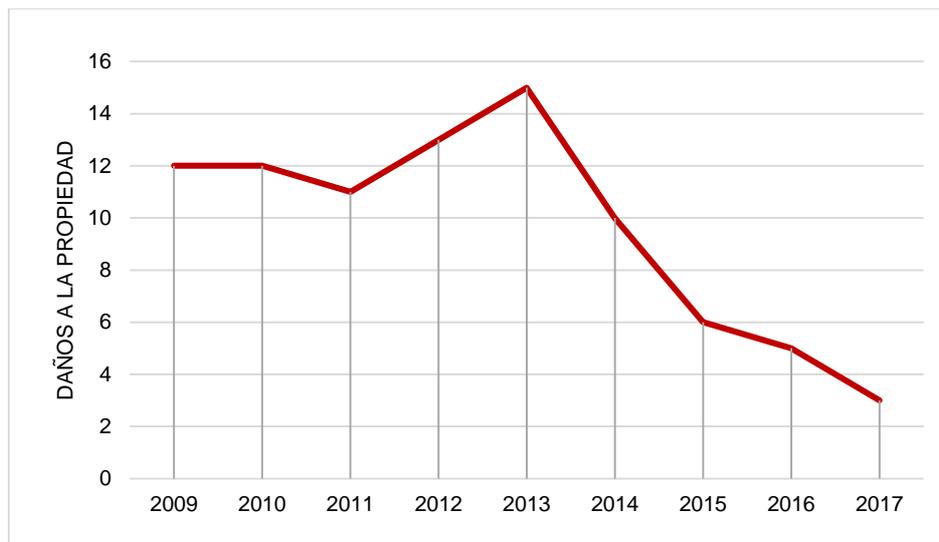


Figura 18. Daño a la propiedad producto de los accidentes, claramente existe una tendencia a la baja.

## 7. DIAS PERDIDOS

También se experimentó un notable descenso en los días perdidos, producto de la reducción de los accidentes de transporte de concentrados.

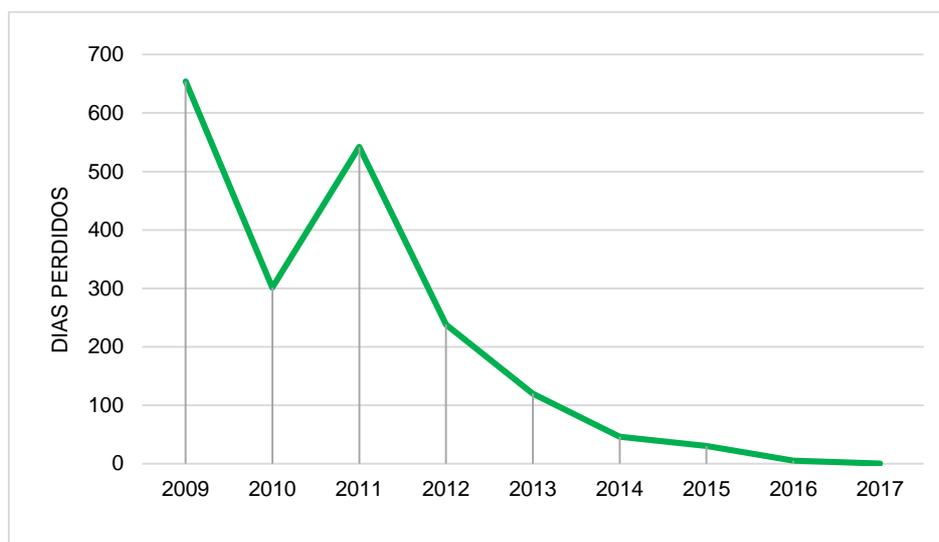


Figura 19. Número de días perdidos registradas desde el año 2009 – 2017.

## **CONCLUSIONES**

1. Se obtuvo información de las condiciones físicas y superficiales del tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani, por medio del GoogleMap.
2. Se registró las velocidades mínimas y máximas y los tiempos de duración de cada viaje, en un formato diseñado con este fin (anexo I).
3. A partir de la información registrada; se tabulo y elaboro la hoja de ruta para el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani (anexo VIII).
4. Las reuniones semanales con los conductores de las unidades de transporte, sirvió para que se difunda la hoja de ruta.
5. Se valida la hipótesis planteada, ya que: el desarrollo y aplicación de una hoja de ruta, redujo en 92.8% el número total de accidentes en el transporte de concentrados de cobre en el tramo de la carretera Mina Constancia – Puerto de Matarani.
6. El número de accidentes leves se ha reducido en 91.0%, con respecto al año 2009.
7. El número de accidentes incapacitantes se ha reducido en 100.0%, con respecto al año 2009.
8. El número de accidentes mortales, se ha recudido en 100.0%, con respecto al año 2009.

## **RECOMENDACIONES**

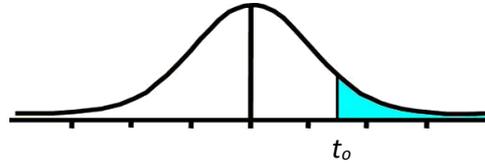
1. El monitoreo de las unidades de transporte de concentrados vía GPS, ayuda en el control y gestión de comportamiento riesgoso, se recomienda aplicarla en otras unidades de transporte, como por ejemplo camionetas y buses.
2. La aplicación de la prueba  $t - Student$ , para muestras pequeñas ( $n < 30$ ) con una distribución normal, es la adecuada, por tal motivo se recomienda seguir aplicándola para el desarrollo de diferentes hojas de ruta.
3. El diseño, aplicación e implementación de la hoja de ruta incidió notablemente en la reducción de accidentes en el tramo de la carretera Mina Constancia – Matarani, por tal motivo se recomienda aplicarla en otros tramos de carretera.
4. La eficacia de la hoja de ruta, su facilidad de diseño, la aplicación e implementación de la misma, permite que se pueda diseñar diferentes hojas de ruta para otros tramos en diferentes carreteras a nivel nacional, por tal motivo puede aplicarse en el transporte de otros materiales.
5. Las sanciones impuestas a los conductores por el incumplimiento de los estándares de seguridad produce la consolidación de una cultura de seguridad en la empresa, por tal motivo se recomienda seguir aplicándola hasta que la interiorización de una cultura de seguridad entre los conductores.

## **ANEXOS**



## ANEXO II

### DISTRIBUCION T-STUDENT



Grados de Libertad	0.250	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	1.00000	3.07770	6.31370	12.70620	31.82100	63.65590
2	0.81650	1.88560	2.92000	4.30270	6.96450	9.92500
3	0.76490	1.63770	2.35340	3.18240	4.54070	5.84080
4	0.74070	1.53320	2.13180	2.77650	3.74690	4.60410
5	0.72670	1.47590	2.01500	2.57060	3.36490	4.03210
6	0.71760	1.43980	1.94320	2.44690	3.14270	3.70740
7	0.71110	1.41490	1.89460	2.36460	2.99790	3.49950
8	0.70640	1.39680	1.85950	2.30600	2.89650	3.35540
9	0.70270	1.38300	1.83310	2.26220	2.82140	3.24980
10	0.69980	1.37220	1.81250	2.22810	2.76380	3.16930
11	0.69740	1.36340	1.79590	2.20100	2.71810	3.10580
12	0.69550	1.35620	1.78230	2.17880	2.68100	3.05450
13	0.69380	1.35020	1.77090	2.16040	2.65030	3.01230
14	0.69240	1.34500	1.76130	2.14480	2.62450	2.97680
15	0.69120	1.34060	1.75310	2.13150	2.60250	2.94670
16	0.69010	1.33680	1.74590	2.11990	2.58350	2.92080
17	0.68920	1.33340	1.73960	2.10980	2.56690	2.89820
18	0.68840	1.33040	1.73410	2.10090	2.55240	2.87840
19	0.68760	1.32770	1.72910	2.09300	2.53950	2.86090
20	0.68700	1.32530	1.72470	2.08600	2.52800	2.84530
21	0.68640	1.32320	1.72070	2.07960	2.51760	2.83140
22	0.68580	1.32120	1.71710	2.07390	2.50830	2.81880
23	0.68530	1.31950	1.71390	2.06870	2.49990	2.80730
24	0.68480	1.31780	1.71090	2.06390	2.49220	2.79700
25	0.68440	1.31630	1.70810	2.05950	2.48510	2.78740
26	0.68400	1.31500	1.70560	2.05550	2.47860	2.77870
27	0.68370	1.31370	1.70330	2.05180	2.47270	2.77070
28	0.68340	1.31250	1.70110	2.04840	2.46710	2.76330
29	0.68300	1.31140	1.69910	2.04520	2.46200	2.75640
30	0.68280	1.31040	1.69730	2.04230	2.45730	2.75000
31	0.68250	1.30950	1.69550	2.03950	2.45280	2.74400
32	0.68220	1.30860	1.69390	2.03690	2.44870	2.73850
33	0.68200	1.30770	1.69240	2.03450	2.44480	2.73330
34	0.68180	1.30700	1.69090	2.03220	2.44110	2.72840
35	0.68160	1.30620	1.68960	2.03010	2.43770	2.72380
36	0.68140	1.30550	1.68830	2.02810	2.43450	2.71950
37	0.68120	1.30490	1.68710	2.02620	2.43140	2.71540
38	0.68100	1.30420	1.68600	2.02440	2.42860	2.71160
39	0.68080	1.30360	1.68490	2.02270	2.42580	2.70790
40	0.68070	1.30310	1.68390	2.02110	2.42330	2.70450
41	0.68050	1.30250	1.68290	2.01950	2.42080	2.70120
42	0.68040	1.30200	1.68200	2.01810	2.41850	2.69810
43	0.68020	1.30160	1.68110	2.01670	2.41630	2.69510
44	0.68010	1.30110	1.68020	2.01540	2.41410	2.69230
45	0.68000	1.30070	1.67940	2.01410	2.41210	2.68960
46	0.67990	1.30020	1.67870	2.01290	2.41020	2.68700
47	0.67970	1.29980	1.67790	2.01170	2.40830	2.68460
48	0.67960	1.29940	1.67720	2.01060	2.40660	2.68220
49	0.67950	1.29910	1.67660	2.00960	2.40490	2.68000
50	0.67940	1.29870	1.67590	2.00860	2.40330	2.67780

Grados de Libertad	0.250	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
51	0.67930	1.29840	1.67530	2.00760	2.40170	2.67570
52	0.67920	1.29800	1.67470	2.00660	2.40020	2.67370
53	0.67910	1.29770	1.67410	2.00570	2.39880	2.67180
54	0.67910	1.29740	1.67360	2.00490	2.39740	2.67000
55	0.67900	1.29710	1.67300	2.00400	2.39610	2.66820
56	0.67890	1.29690	1.67250	2.00320	2.39480	2.66650
57	0.67880	1.29660	1.67200	2.00250	2.39360	2.66490
58	0.67870	1.29630	1.67160	2.00170	2.39240	2.66330
59	0.67870	1.29610	1.67110	2.00100	2.39120	2.66180
60	0.67860	1.29580	1.67060	2.00030	2.39010	2.66030
61	0.67850	1.29560	1.67020	1.99960	2.38900	2.65890
62	0.67850	1.29540	1.66980	1.99900	2.38800	2.65750
63	0.67840	1.29510	1.66940	1.99830	2.38700	2.65610
64	0.67830	1.29490	1.66900	1.99770	2.38600	2.65490
65	0.67830	1.29470	1.66860	1.99710	2.38510	2.65360
66	0.67820	1.29450	1.66830	1.99660	2.38420	2.65240
67	0.67820	1.29430	1.66790	1.99600	2.38330	2.65120
68	0.67810	1.29410	1.66760	1.99550	2.38240	2.65010
69	0.67810	1.29390	1.66720	1.99490	2.38160	2.64900
70	0.67800	1.29380	1.66690	1.99440	2.38080	2.64790
71	0.67800	1.29360	1.66660	1.99390	2.38000	2.64690
72	0.67790	1.29340	1.66630	1.99350	2.37930	2.64580
73	0.67790	1.29330	1.66600	1.99300	2.37850	2.64490
74	0.67780	1.29310	1.66570	1.99250	2.37780	2.64390
75	0.67780	1.29290	1.66540	1.99210	2.37710	2.64300
76	0.67770	1.29280	1.66520	1.99170	2.37640	2.64210
77	0.67770	1.29260	1.66490	1.99130	2.37580	2.64120
78	0.67760	1.29250	1.66460	1.99080	2.37510	2.64030
79	0.67760	1.29240	1.66440	1.99050	2.37450	2.63950
80	0.67760	1.29220	1.66410	1.99010	2.37390	2.63870
81	0.67750	1.29210	1.66390	1.98970	2.37330	2.63790
82	0.67750	1.29200	1.66360	1.98930	2.37270	2.63710
83	0.67750	1.29180	1.66340	1.98900	2.37210	2.63640
84	0.67740	1.29170	1.66320	1.98860	2.37160	2.63560
85	0.67740	1.29160	1.66300	1.98830	2.37100	2.63490
86	0.67740	1.29150	1.66280	1.98790	2.37050	2.63420
87	0.67730	1.29140	1.66260	1.98760	2.37000	2.63350
88	0.67730	1.29120	1.66240	1.98730	2.36950	2.63290
89	0.67730	1.29110	1.66220	1.98700	2.36900	2.63220
90	0.67720	1.29100	1.66200	1.98670	2.36850	2.63160
91	0.67720	1.29090	1.66180	1.98640	2.36800	2.63090
92	0.67720	1.29080	1.66160	1.98610	2.36760	2.63030
93	0.67710	1.29070	1.66140	1.98580	2.36710	2.62970
94	0.67710	1.29060	1.66120	1.98550	2.36670	2.62910
95	0.67710	1.29050	1.66110	1.98520	2.36620	2.62860
96	0.67710	1.29040	1.66090	1.98500	2.36580	2.62800
97	0.67700	1.29030	1.66070	1.98470	2.36540	2.62750
98	0.67700	1.29030	1.66060	1.98450	2.36500	2.62690
99	0.67700	1.29020	1.66040	1.98420	2.36460	2.62640
100	0.67700	1.29010	1.66020	1.98400	2.36420	2.62590
∞	0.67450	1.28160	1.64490	1.96000	2.32630	2.57580

## ANEXO III

### DISTRIBUCION NORMAL ESTANDAR

Z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
<b>-3</b>	0.0013	0.0010	0.0007	0.0005	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000
<b>-2.9</b>	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
<b>-2.8</b>	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
<b>-2.7</b>	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
<b>-2.6</b>	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
<b>-2.5</b>	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
<b>-2.4</b>	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
<b>-2.3</b>	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
<b>-2.2</b>	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
<b>-2.1</b>	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
<b>-2</b>	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
<b>-1.9</b>	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
<b>-1.8</b>	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
<b>-1.7</b>	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
<b>-1.6</b>	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
<b>-1.5</b>	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
<b>-1.4</b>	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
<b>-1.3</b>	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
<b>-1.2</b>	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
<b>-1.1</b>	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
<b>-1</b>	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
<b>-0.9</b>	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
<b>-0.8</b>	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
<b>-0.7</b>	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
<b>-0.6</b>	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
<b>-0.5</b>	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
<b>-0.4</b>	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
<b>-0.3</b>	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
<b>-0.2</b>	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
<b>-0.1</b>	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
<b>0</b>	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
<b>0</b>	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
<b>0.1</b>	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
<b>0.2</b>	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
<b>0.3</b>	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
<b>0.4</b>	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
<b>0.5</b>	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
<b>0.6</b>	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
<b>0.7</b>	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
<b>0.8</b>	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
<b>0.9</b>	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
<b>1</b>	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
<b>1.1</b>	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
<b>1.2</b>	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
<b>1.3</b>	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
<b>1.4</b>	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
<b>1.5</b>	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
<b>1.6</b>	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
<b>1.7</b>	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
<b>1.8</b>	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
<b>1.9</b>	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
<b>2</b>	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
<b>2.1</b>	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
<b>2.2</b>	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
<b>2.3</b>	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
<b>2.4</b>	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
<b>2.5</b>	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
<b>2.6</b>	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
<b>2.7</b>	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
<b>2.8</b>	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
<b>2.9</b>	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
<b>3</b>	0.9987	0.9990	0.9993	0.9995	0.9997	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	1.0000

## ANEXO IV

### VALORES CRÍTICOS DEL TEST DE KOLMOGOROV-SMIRNOV

n	Nivel de significación $\alpha$				
	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
1	0,90000	0,95000	0,97500	0,99000	0,99500
2	0,68377	0,77639	0,84189	0,90000	0,92929
3	0,56481	0,63604	0,70760	0,78456	0,82900
4	0,49265	0,56522	0,62394	0,68887	0,73424
5	0,44698	0,50945	0,56328	0,62718	0,66853
6	0,41037	0,46799	0,51926	0,57741	0,61661
7	0,38148	0,43607	0,48342	0,53844	0,57581
8	0,35831	0,40962	0,45427	0,50654	0,54179
9	0,33910	0,38746	0,43001	0,47960	0,51332
10	0,32260	0,36866	0,40925	0,45662	0,48893
11	0,30829	0,35242	0,39122	0,43670	0,46770
12	0,29577	0,33815	0,37543	0,41918	0,44905
13	0,28470	0,32549	0,36143	0,40362	0,43247
14	0,27481	0,31417	0,34890	0,38970	0,41762
15	0,26588	0,30397	0,33760	0,37713	0,40420
16	0,25778	0,29472	0,32733	0,36571	0,39201
17	0,25039	0,28627	0,31796	0,35528	0,38086
18	0,24360	0,27851	0,30936	0,34569	0,37062
19	0,23735	0,27136	0,30143	0,33685	0,36117
20	0,23156	0,26473	0,29408	0,32866	0,35241
21	0,22617	0,25858	0,28724	0,32104	0,34427
22	0,22115	0,25283	0,28087	0,31394	0,33666
23	0,21645	0,24746	0,27490	0,30728	0,32954
24	0,21205	0,24242	0,26931	0,30104	0,32286
25	0,20790	0,23768	0,26404	0,29516	0,31657
26	0,20399	0,23320	0,25907	0,28962	0,31064
27	0,20030	0,22898	0,25438	0,28438	0,30502
28	0,19680	0,22497	0,24993	0,27942	0,29971
29	0,19348	0,22117	0,24571	0,27471	0,29466
30	0,19032	0,21756	0,24170	0,27023	0,28987
31	0,18732	0,21412	0,23788	0,26596	0,28530
32	0,18445	0,21085	0,23424	0,26189	0,28094
33	0,18171	0,20771	0,23076	0,25801	0,27677
34	0,17909	0,20472	0,22743	0,25429	0,27279
35	0,17659	0,20185	0,22425	0,25073	0,26897
36	0,17418	0,19910	0,22119	0,24732	0,26532
37	0,17188	0,19646	0,21826	0,24404	0,26180
38	0,16966	0,19392	0,21544	0,24089	0,25843
39	0,16753	0,19148	0,21273	0,23786	0,25518
40	0,16547	0,18913	0,21012	0,23494	0,25205

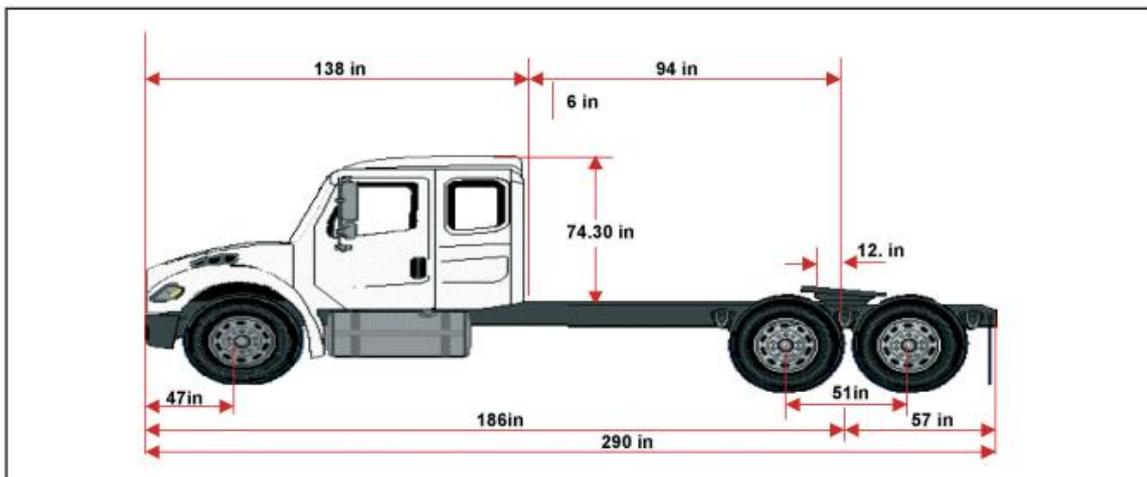
n	Nivel de significación $\alpha$				
	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
41	0,16349	0,18687	0,20760	0,23213	0,24904
42	0,16158	0,18468	0,20517	0,22941	0,24613
43	0,15974	0,18257	0,20283	0,22679	0,24332
44	0,15796	0,18053	0,20056	0,22426	0,24060
45	0,15623	0,17856	0,19837	0,22181	0,23798
46	0,15457	0,17665	0,19625	0,21944	0,23544
47	0,15295	0,17481	0,19420	0,21715	0,23298
48	0,15139	0,17302	0,19221	0,21493	0,23059
49	0,14987	0,17128	0,19028	0,21277	0,22828
50	0,14840	0,16959	0,18841	0,21068	0,22604
51	0,14697	0,16796	0,18659	0,20864	0,22386
52	0,14558	0,16637	0,18482	0,20667	0,22174
53	0,14423	0,16483	0,18311	0,20475	0,21968
54	0,14292	0,16332	0,18144	0,20289	0,21768
55	0,14164	0,16186	0,17981	0,20107	0,21574
56	0,14040	0,16044	0,17823	0,19930	0,21384
57	0,13919	0,15906	0,17669	0,19758	0,21199
58	0,13801	0,15771	0,17519	0,19590	0,21019
59	0,13686	0,15639	0,17373	0,19427	0,20844
60	0,13573	0,15511	0,17231	0,19267	0,20673
61	0,13464	0,15385	0,17091	0,19112	0,20506
62	0,13357	0,15263	0,16956	0,18960	0,20343
63	0,13253	0,15144	0,16823	0,18812	0,20184
64	0,13151	0,15027	0,16693	0,18667	0,20029
65	0,13052	0,14913	0,16567	0,18525	0,19877
66	0,12954	0,14802	0,16443	0,18387	0,19729
67	0,12859	0,14693	0,16322	0,18252	0,19584
68	0,12766	0,14587	0,16204	0,18119	0,19442
69	0,12675	0,14483	0,16088	0,17990	0,19303
70	0,12586	0,14381	0,15975	0,17863	0,19167

## ANEXO V

### FICHA TECNICA

#### M2-112 TRACTO 350 HP

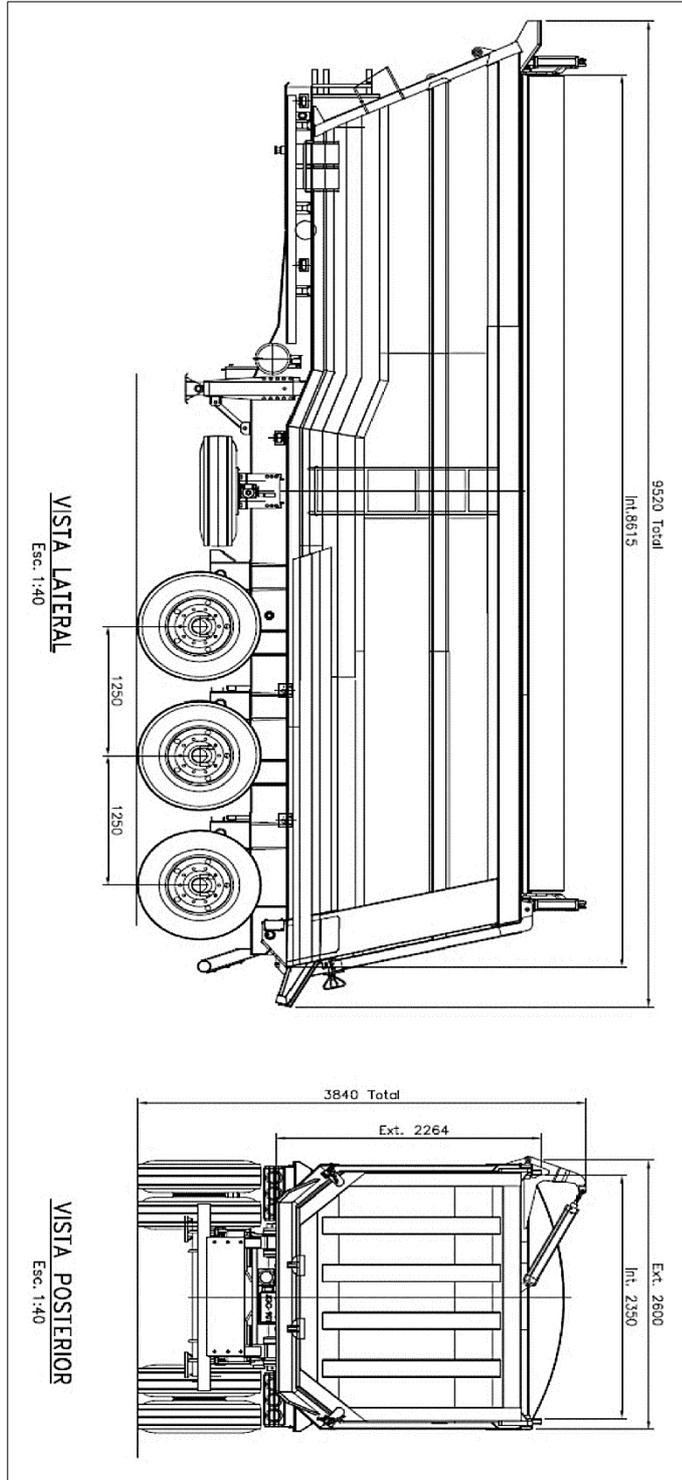
<b>Motor</b>		<b>Transmisión</b>	
Modelo	Detroit MBE 4000 EPA 98	Caja de cambios	EATON FULLER RTLO-14913A (13 Vel)
Tipo	6 Cil en línea con Turbo e Intercooler	Embrague	EATON FULLER 15,5" Cerámico doble disco
Potencia	350 HP @ 1.900 r.p.m.	Eje Delantero	MERITOR 12.000 Lb
Torque	1.350 Lb/ft @ 1.100 r.p.m.	Eje Trasero	MERITOR RT-40-145P @ 40.000 Lb
Cilindrada	12.800 c.c.	Reducción eje Trasero	4,33
Alternador	DR 12V 145A	<b>Suspensión</b>	
Batería	3 x 12V Alliance	Delantera	De Resortes Taperleaf, 12.000 Lb con amortiguadores telescópicos
Arranque	Delco 12V	Trasera	De Resortes Flat Leaf 40.000 Lb
<b>Dirección</b>		<b>Sistema Frenos</b>	
Tipo	TRW	Eje Delantero	MERITOR 15" x 4" Q+ Tipo Leva Libre Asbesto
		Eje Trasero	MERITOR 16,5" x 7" Q+ HD Tipo Leva Libre Asbesto
		Freno Adicional	Mercedes Benz ON/OFF Compression Brake y TURBO BRAKE
<b>Chasis</b>		<b>Características</b>	
Dimensiones	11/32" x 3-1/2" x 10-3/16"		Lineas de aire de nylon reforzado
	120 KSI		Depósitos de aire construidos en acero, todos con cables y válvulas de drenaje manual
Tanque Combustible	2 x Estanque 100 Galones		Secador de aire con calefacción para sistema de alimentación de aire
	Cilíndrico, con filtro Separador Agua/Combustible		Frenos de tambor en todos los ejes
<b>Llantas y Neumáticos</b>		<b>Freno Estacionamiento</b>	
Llantas Delanteras	Llantas Disco 8,25 x 22,5 10 Pemos		Camara de Resorte Automáticas MGM TR Longstroke en eje trasero, con MAXI BRAKE
Neumáticos Delanteros	11R22,5 16 Telas Direccional	<b>5Ta Rueda</b>	
Llantas Traseras	Llantas Disco 8,25 x 22,5 10 Pemos		Holland FW Estacionaria
Neumáticos Traseros	11R22,5 16 Telas Traccionales		
<b>Pesos Chasis cabina</b>		<b>Capacidades</b>	
Eje Delantero	7.938 Lb (3.604 Kg)	Eje Delantero	12.000 Lb (5.448 Kg)
Tandem Trasero	7.297 Lb (3.313 Kg)	Tandem Trasero	40.000 Lb (18.160 Kg)
Total	15.235 Lb (6.917 Kg)	Total	52.000 Lb (23.608 Kg)
Capacidad de Carga	36.765 Lb (16.673 Kg)		
<b>Cabina</b>			
Cabina convencional 138" Extended Cab, montada sobre cojinetes de aire, Calefacción, Defroster y Aire Acondicionado			
Paquete aislación para cabina, cinturón de seguridad de tres puntas, para conductor y acompañante, visera exterior			
Corta corriente montado en Caja Baterías, radio con parlantes			





## ANEXO VI

### PLANO DE FABRICACION Y ENSAMBLE



## ANEXO VII

### ESTADÍSTICAS DE SEGURIDAD 2009 – 2017

CUADRO ESTADÍSTICO DE SEGURIDAD 2009 - 2017													
Año	Horas Hombre Trabajadas	Kilometros Recorridos	Incidentes Vehiculares	Daños a la propiedad	Nro. de Accidentes Leves	Accide. Incapaci.	Accide. Fatales	Dias Perdidos	I. Frecu. Daño a la Propiedad	I. Frecu. de Lesiones Incapaci.	I. Seve. de Lesiones Incapaci.	I. de Accli. de Lesi. Incapaci.	
2009	132248	913600	16	12	22	3	3	654	13.13	2.27	494.53	1.12	
2010	149309	915639	14	12	18	1	-	301	13.11	0.67	201.6	0.14	
2011	151188	917386	14	11	15	4	1	542	11.99	2.65	358.49	0.95	
2012	165932	924978	12	13	16	2	2	238	14.05	1.21	143.43	0.17	
2013	175326	926718	12	15	12	-	-	120	16.19	-	68.44	-	
2014	188836	928772	8	10	8	1	-	46	10.77	0.53	24.36	0.01	
2015	195753	931512	6	6	8	-	-	30	6.44	-	15.33	-	
2016	197147	933368	4	5	5	-	-	5	5.36	-	2.54	-	
2017	199548	936559	4	3	2	-	-	-	3.20	-	-	-	

## ANEXO VIII

### HOJA DE RUTA DE TRANSPORTE GENERAL MATARANI – MINA CONSTANCIA

AREQUIPA - CONSTANCIA									
EMPRESA DE TRANSPORTE									
2 DIAS									
DIA	1er CONVOY		Último CONVOY		SEGMENTO DE RUTA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO (h)	VELOCIDAD (Km/h)	OBSERVACIONES
	SALE	LLEGA	SALE	LLEGA					
DIA 1	04:30	04:40	05:10	05:20	Arequipa - Cruce Evitamiento	9	00:10	35 - 50 Km/h	Cruce de tren
	04:40	05:10	05:20	05:50	Cruce Evitamiento - Pte. Cono Norte	13	00:30	25 - 40 Km/h	Poblado cono norte
	05:10	05:20	05:50	06:00	Pte. Cono Norte - Yura	9	00:10	25 - 70 Km/h	Salida de vehículos planta Yura
	05:20	05:50	06:00	06:30	Yura - Rest. Rocío	10	00:30	25 - 70 Km/h	Control Policial
	05:50	06:30	06:30	07:10	Rest. Rocío - Peaje Patahuasi	44	00:40	25 - 70 Km/h	Balanza de Quiscos/Neblina
	06:30	07:00	07:10	07:40	Peaje Patahuasi - Pillones	31	00:30	25 - 70 Km/h	Curvas peligrosas / Vía accidentada
	07:00	07:20	07:40	08:00	Pillones - Poblado Imata	22	00:20	25 - 70 Km/h	Curvas peligrosas / Vía accidentada
	07:20	07:50	08:00	08:30	<b>IMATA</b>		00:30		<b>Pausa Activa, Revisar VVHH, Almuerzo</b>
	07:50	08:20	08:30	09:00	Imata - Moroccaqui	31.6	00:30	25 - 70 Km/h	Curvas peligrosas
	08:20	08:45	09:00	09:25	Moroccaqui - Oscollo	24	00:25	25 - 70 Km/h	Curvas peligrosas / Vía accidentada
	08:45	09:00	09:25	09:40	Oscollo - Condorama	16.5	00:15	25 - 70 Km/h	Curvas peligrosas / Vía accidentada
	09:00	09:10	09:40	09:50	Condorama - Intersec Negromayo	12.4	00:10	25 - 60 Km/h	Curvas peligrosas / Vía accidentada
	09:10	09:20	09:50	10:00	<b>PARADA NEGROMAYO</b>		00:10		<b>Bajar de VVH, Pausa Activa, Revisar VVHH</b>
	09:20	09:55	10:00	10:35	Intersec Negromayo - Llantería Huarahuara	24.3	00:35	25 - 50 Km/h	Curvas peligrosas / Vía accidentada
	09:55	10:25	10:35	11:05	Llantería Huarahuara - Dv. Quechuas	17.4	00:30	25 - 50 Km/h	Curvas peligrosas / Vía accidentada
	10:25	10:50	11:05	11:30	Dv. Quechuas - Marquiri	17.4	00:25	25 - 40 Km/h	Salida ingreso de unidades garita antapacay
	10:50	11:20	11:30	12:00	Marquiri - Check Point Espinar	14.2	00:30	25 - 40 Km/h	Poblado
	11:20	12:00	12:00	12:40	<b>Parada Aliment/Descanso Check Point Espinar</b>		00:40		<b>Bajar de VVH, Pausa Activa, Revisar VVHH</b>
	12:00	12:15	12:40	12:55	Espinar - Coporaque	15	00:15	25 - 50 Km/h	Curvas peligrosas / carretera angosta
	12:15	12:50	12:55	13:30	Coporaque - Puente Pumahuasi	20	00:35	25 - 45 Km/h	Curvas peligrosas / carretera angosta
	12:50	13:30	13:30	14:10	Puente Pumahuasi - Phinaya	11	00:40	25 - 50 Km/h	
	13:30	14:30	14:10	15:10	Phinaya - Desvío Lvitaca	34	01:00	25 - 45 Km/h	Curvas peligrosas / carretera angosta
	14:30	14:50	15:10	15:30	Desvío Lvitaca - Mina	11	00:20	25 - 40 Km/h	Curvas peligrosas / carretera angosta
	14:50		15:30		<b>INGRESO MINA (CARGUIO CONCENTRADO/ DESCARGA COMBUST (ALIMENTACION / DESCANSO CONSTANCIA)</b>		04:00		<b>Descanso y alimentación</b>
					Mina Constancia - desvío Lvitaca	11	00:20	25 - 30 Km/h	Curvas peligrosas / carretera angosta
					Desvío Lvitaca - Oquebamba	34	01:10	25 - 45 Km/h	Curvas peligrosas / carretera angosta
					Oquebamba - Coporaque	20	00:40	25 - 45 Km/h	Curvas peligrosas / carretera angosta
					Coporaque - Espinar	15	00:20	25 - 45 Km/h	Poblado
				<b>CENA / DESCANSO - Espinar (check point)</b>		08:00		<b>Bajar de VVH, Pausa Activa, Revisar VVHH</b>	
Tramo crítico, generación excedida de polvo									
CONSTANCIA - MATARANI									
EMPRESA DE TRANSPORTE									
2 DIAS									
DIA	1er CONVOY		Último CONVOY		SEGMENTO DE RUTA	DISTANCIA (Km)	TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO (h)	VELOCIDAD (Km/h)	OBSERVACIONES
	SALE	LLEGA	SALE	LLEGA					
DIA 02	03:30	03:50	04:00	04:20	Mina Constancia - desvío Lvitaca	11	00:20	25 - 30 Km/h	Curvas peligrosas / carretera angosta
	03:50	05:00	04:20	05:30	Desvío Lvitaca - Phinaya	34	01:10	25 - 45 Km/h	Curvas peligrosas / carretera angosta
	05:00	05:40	05:30	06:10	Phinaya - Puente Pumahuasi	11	00:40	25 - 50 Km/h	
	05:40	06:15	06:10	06:45	Puente Pumahuasi - Coporaque	20	00:35	25 - 45 Km/h	Curvas peligrosas / carretera angosta
	06:15	06:30	06:45	07:00	Coporaque - Espinar	15	00:15	25 - 50 Km/h	Poblado
	06:30	07:10	07:00	07:40	<b>CONTROL Espinar (ChekPoint) / ALIMENT</b>		00:40		<b>Bajar de VVH, Pausa Activa, Revisar VVHH</b>
	07:10	07:40	07:40	08:10	Check Point Espinar - Marquiri	14.2	00:30	25 - 40 Km/h	Poblado
	07:40	08:05	08:10	08:35	Marquiri - Dv. Quechuas	17.4	00:25	25 - 40 Km/h	Salida ingreso de unidades Antapacay
	08:05	08:35	08:35	09:05	Dv. Quechuas - Llantería Huarahuara	17.4	00:30	25 - 45 Km/h	
	08:35	09:10	09:05	09:40	Llantería Huarahuara - Intersec Negromayo	24.3	00:35	25 - 45 Km/h	Curvas peligrosas / carretera angosta
	09:10	09:20	09:40	09:50	<b>PARADA CRUZ NEGROMAYO</b>		00:10		<b>Bajar de VVH, Pausa Activa, Revisar VVHH</b>
	09:20	09:32	09:50	10:02	Intersec Negromayo - Condorama	12.4	00:12	25 - 70 Km/h	
	09:32	09:52	10:02	10:22	Condorama - Oscollo	16.5	00:20	25 - 70 Km/h	Curvas peligrosas / vía accidentada
	09:52	10:22	10:22	10:52	Oscollo - Moroccaqui	24	00:30	25 - 70 Km/h	Curvas peligrosas / vía accidentada
	10:22	11:02	10:52	11:32	Moroccaqui - Imata	31.6	00:40	25 - 70 Km/h	Curvas peligrosas / vía accidentada
	11:02	11:42	11:32	12:12	<b>Parada IMATA</b>		00:40		<b>Bajar de VVH, Pausa Activa, Revisar VVHH</b>
	11:42	12:07	12:12	12:37	Poblado Imata - Pillones	22	00:25	25 - 70 Km/h	Curvas peligrosas / vía accidentada
	12:07	12:52	12:37	13:22	Pillones - Peaje Patahuasi	31	00:45	25 - 70 Km/h	Curvas peligrosas / vía accidentada
	12:52	13:47	13:22	14:17	Peaje Patahuasi - Rest. Rocío	44	00:55	25 - 55 Km/h	Neblina
	13:47	14:12	14:17	14:42	Rest. Rocío - Yura	10	00:25	25 - 45 Km/h	Control policial
	14:12	14:26	14:42	14:56	Yura - Pte. Cono norte	9	00:14	25 - 50 Km/h	Salida vehículos
	14:26	14:56	14:56	15:26	Pte. Cono norte - Cruce Evitamiento	13	00:30	25 - 40 Km/h	
	14:56	15:08	15:26	15:38	Cruce Evitamiento - Arequipa (Base)	9	00:12	25 - 50 Km/h	Cruce de Evitamiento / cruce de tren
	15:08	16:08	15:38	16:38	<b>ACTIVIDADES / ADMINISTRATIVAS AREQ</b>		01:00		
	16:08	16:33	16:38	17:03	Arequipa (Base) - Peaje Vte. Uchumayo	15	00:25	25 - 45 Km/h	Curvas peligrosas
	16:33	17:13	17:03	17:43	Peaje Uchumayo - Zona Parada Dv. C. Verde	21.3	00:40	25 - 45 Km/h	
	17:13	17:23	17:43	17:53	Parada Técnica Zona Parada Dv. C. Verde		00:10		Bajar de VVH, Pausa Activa, Revisar VVHH
	17:23	17:33	17:53	18:03	Zona Parada Dv. C. Verde - Balanza Repartición	2.2	00:10	25 - 45 Km/h	Curvas peligrosas
	17:33	17:43	18:03	18:13	<b>PESADO en Balanza Repartición</b>		00:10		
	17:43	17:55	18:13	18:25	Balanza Repartición - San José	10.1	00:12	40 - 70 Km/h	Cruce tren
	17:55	18:39	18:25	19:09	San José - Zona previa a Bajada Guerrero	39.5	00:44	40 - 70 Km/h	Tráfico de gran velocidad
	18:39	18:49	19:09	19:19	Parada Técnica		00:10		Bajar de VVH, Pausa Activa, Revisar VVHH
	18:49	19:29	19:19	19:59	Inicio Variante Guerrero - Matarani	23.2	00:40	25 - 45 Km/h	Curvas peligrosas / Neblina
	19:29	22:29	19:59	22:59	<b>DESCARGA CONCENTRADO</b>		03:00		
	22:29	23:04	22:59	23:34	Matarani - Inicio Variante Guerrero	23.2	00:35	25 - 50 Km/h	Curvas peligrosas / Neblina
	23:04	23:14	23:34	23:44	Parada Técnica		00:10		Bajar de VVH, Pausa Activa, Revisar VVHH
	23:14	23:54	23:44	00:24	Inicio Variante Guerrero - San José	39.5	00:40	40 - 70 Km/h	Tráfico de gran velocidad
	23:54	00:09	00:24	00:39	San José - Zona Parada Dv. Cerro Verde	12.3	00:15	40 - 70 Km/h	Cruce tren / Poblado San José
	00:09	00:19	00:39	00:49	<b>Parada Técnica</b>		00:10		<b>Bajar de VVH, Pausa Activa, Revisar VVHH</b>
	00:19	00:49	00:49	01:19	Zona Parada Dv. C. Verde - Peaje Uchumayo	21.3	00:30	25 - 45 Km/h	Cruce Balanza 48Km / curvas peligrosas
00:49	01:09	01:19	01:39	Peaje Vte Uchumayo - Arequipa (Base)	15	00:20	25 - 45 Km/h	Salida de vehículos	
01:09	04:30	01:39	05:10	<b>ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS AQP</b>					
Tramo crítico, generación excedida de polvo									







## **GLOSARIO DE TERMINOS** (\*)

### **1. ACCIDENTE**

Evento súbito, involuntario e imprevisible que causa daño a personas, a la propiedad y/o al ambiente.

### **2. CAMINO**

Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.

### **3. CAMINO DE HERRADURA**

Vía terrestre para el tránsito de peatones y animales.

### **4. CARRETERA**

Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

### **5. CISTERNA**

Tanque utilizado para el almacenamiento y transporte de materiales o residuos peligrosos en estado líquido o gaseoso provisto de los elementos estructurales necesarios para el transporte de dichos materiales o residuos.

### **6. CONTENEDOR**

Todo elemento de transporte que revista carácter permanente y sea por lo tanto lo bastante resistente para permitir su utilización reiterada, especialmente concebido para facilitar el transporte de mercancías sin operaciones intermedias de carga y descarga, por uno o varios modos de transporte, que cuenta con dispositivos que facilitan su estiba y manipulación; que ha sido aprobado de conformidad con el “Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores (CSC de 1972)” y sus enmiendas. El término “contenedor” no comprende los vehículos ni el embalaje; sin embargo, comprende los contenedores transportados y asegurados con sistema de anclaje al chasis.

## **7. CONVOY**

Conjunto de vehículos que transportan materiales y/o residuos peligrosos, que marchan a una distancia razonable y prudente entre ellos.

## **8. DESTINATARIO**

Persona a cuyo nombre se envían los materiales y/o residuos peligrosos y, como tal, es designada en la Guía de Remisión - Remitente.

## **9. DIGESA**

Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud.

## **10. DGCF**

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

## **11. DGT**

Dirección General de Transporte Terrestre del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

## **12. EMERGENCIA**

Situación generada por un evento repentino e imprevisto que hace tomar medidas de prevención, protección y control inmediatas para minimizar sus consecuencias.

## **13. EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIO DE TRANSPORTE**

Persona jurídica registrada y autorizada para realizar servicio de transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos. Puede realizar transporte de materiales peligrosos de su propiedad o residuos peligrosos generados por ella.

## **14. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

Dispositivos, materiales e indumentaria específica y personal, destinados a la protección del personal que participa en la operación de transporte de materiales y/o residuos peligrosos.

## **15. GPS**

Sistema de Posicionamiento Global.

## **16. HANDS FREE**

Traducido al español significa “Manos libres”. Dispositivo electrónico que se utiliza para contestar llamadas y hablar por celular teniendo las manos libres.

#### **17. LIBRO NARANJA DE LAS NACIONES UNIDAS**

Edición en español de las Recomendaciones Relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas (Reglamentación Modelo), elaboradas por el Comité de Expertos de Transporte de Mercancías Peligrosas, del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas.

#### **18. MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSO**

Aquellos que por sus características fisicoquímicas y/o biológicas o por el manejo al que son o van a ser sometidos, pueden generar o desprender polvos, humos, gases, líquidos, vapores o fibras infecciosas, irritantes, inflamables, explosivos, corrosivos, asfixiantes, tóxicos o de otra naturaleza peligrosa o radiaciones ionizantes en cantidades que representan un riesgo significativo para la salud, el ambiente o a la propiedad. Esta definición comprende los concentrados de minerales, los que para efectos del presente reglamento, se considerarán como Clase 9, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 15 del mismo, salvo que el riesgo de la sustancia corresponda a una de las clases señaladas en el Libro Naranja de las Naciones Unidas.

#### **19. MERCANCÍAS PELIGROSAS**

Cuando en el Libro Naranja de las Naciones Unidas se refiera a mercancías peligrosas, entiéndase como materiales peligrosos.

#### **20. MEM**

Ministerio de Energía y Minas.

#### **21. MTC**

Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

#### **22. PELIGRO**

Fuente con potencial para producir daños a la salud de las personas, al ambiente o propiedad.

### **23. RÓTULO**

Señal de advertencia que identifica el riesgo de un material o residuo peligroso, por medio de colores y símbolos que se ubican sobre el vehículo, unidad de carga o vagón.

### **24. SERVICIO DE TRANSPORTE**

Aquel que se presta a terceros a cambio de una retribución, pudiendo comprender las actividades de carga, estiba, manipulación y descarga de materiales y/o residuos peligrosos.

### **25. STUDENT**

Traducido al español, significa “Estudiante”.

### **26. TROCHA CARROZABLE**

Vía transitable que no alcanza las características geométricas en dimensión y medidas de una carretera.

### **26. VEHÍCULO**

Aquel dotado de propulsión propia que se desplaza por vía terrestre vehicular.

### **27. VÍA VEHICULAR**

Vía sobre la que transitan vehículos automotores y unidades de carga definidos conforme al presente reglamento.

---

(\*) En base a la lista de definiciones según el artículo 5 del D.S. Nro. 021-2008-MTC (Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos) y del Extractado del Glosario, aprobado por RM N° 660-2008-MTC/02, 17.08.2008

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. BERNAL, César (2000) Metodología de la investigación para administración y economía. Colombia; Prentice Hall.
2. BERNEDO, Edwin. (2016) Comprensión y aplicación del modelo moderno de administración de empresas según Peter Drucker en las empresas contratistas mineras. Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú; UNI.
3. CABRERA, Marco y ROCANO, Darwin. Propuesta técnica para la disminución de los accidentes de tránsito dentro del cantón cuenca desde el punto de vista humano-vehículo-equipamiento ambiental”. Tesis. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador; Disponible en:  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2721/12/UPS-CT002451.pdf>  
(Fecha de consulta: 06 de septiembre de 2017).
4. CASTILLO, Henry. Análisis de riesgo de seguridad vial en la nueva carretera costanera en el tramo pueblo nuevo (ciudad de Ilo) – fundición Southern Peru Copper Corporation (SPCC). Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú; Disponible en:  
[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2037/1/castillo\\_mh.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2037/1/castillo_mh.pdf)  
(Fecha de consulta: 12 de septiembre de 2017).
5. DEVORE, Jay (2008) Probabilidad y estadística. Séptima edición. México; Editec.
6. ESSALUD “Reporte epidemiológico semanal”. Sem. Epidemiológica. Disponible en:

[http://www.essalud.gob.pe/noticias/repidemiologico\\_se30.pdf](http://www.essalud.gob.pe/noticias/repidemiologico_se30.pdf)

(Fecha de consulta: 10 de septiembre de 2017).

7. FERRER, Jesús “Conceptos básicos de la metodología de la investigación-Tipos de investigación y diseño de investigación”. Disponible en:

<http://metodologia02.blogspot.pe/p/operacionalizacion-de-variables.html>

(Fecha de consulta: 06 de septiembre de 2017).

8. GONZALES, Pedro. Mejoras en la gestión del transporte de concentrado en minera los Quenuales. Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú; Disponible en:

[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3952/1/gonzales\\_mp.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3952/1/gonzales_mp.pdf)

(Fecha de consulta: 12 de septiembre de 2017).

9. HERNANDEZ, Roberto (2007) Metodología de la investigación. Cuarta edición. México; Mac Graw Hill.

10. MILLER, Irwin y FREUND, Jhon (2004) Probabilidad y estadística para ingenieros. España; Reverté, S.A.

11. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (2016) Decreto Supremo Nro. 024-2016-EM, Reglamento de seguridad y salud ocupacional y otras medidas complementarias en minería. Perú; Diario oficial El Peruano.

12. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (2017) Decreto Supremo Nro. 023-2017-EM. Modificación del reglamento de seguridad y salud ocupacional y otras medidas complementarias en minería. Perú; Diario oficial El Peruano.

13. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Transporte de materiales y residuos peligrosos. Disponible en:

<http://www.sutran.gob.pe/materiales-peligrosos/>

(Fecha de consulta: 08 de agosto de 2017).

14. NACIONES UNIDAS (2013) Transporte de Mercancías Peligrosas. Volumen I-II. Decimoctava edición. NY-Ginebra; UN.

15. RAMIREZ, Cesar (2005) Seguridad Industrial - un enfoque integral. Segunda edición. México; Limusa.

16. RIVERA, Luis (2010) Preparación de tesis. Perú; Universitaria.
17. SANCHEZ, Reinaldo. T – Student. Usos y abusos. Revista Mexicana. Disponible en:  
<http://www.medigraphic.com/pdfs/cardio/h-2015/h151i.pdf>  
(Fecha de consulta: 26 de septiembre de 2017).
18. SPIEGEL, Murray y STEPHENS, Larry (2009) Estadística. Cuarta edición. México; Mc Graw Hill.
19. TAFUR, Raúl (1995) La tesis universitaria. Perú; Mantaro.
20. TAMAYO, Mario (2009) Diccionario de la investigación científica. Tercera edición. México; Limusa S.A.
21. UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL PERU (2017) Guía del egresado - pregrado. UTP.

