



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de
Ingeniería Ambiental

Tesis

Impacto de las precipitaciones intensas registradas en la vía ferrea del tramo Lima – La Oroya durante la ocurrencia del Fenómeno El Niño Costero 2017

Fabiola Elizabet Rojas Balbin

Huancayo, 2019

para optar el Título Profesional de
Ingeniera Ambiental



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

ASESOR

Ing. Jacinto Arroyo Aliaga

AGRADECIMIENTO

Durante el proceso de investigación, recurrí a diversas instituciones para obtener información que complementen el desarrollo de este trabajo, siguiendo asesorías y orientación constante por parte de profesionales expertos en el tema. Por ello, dedico este espacio para mostrar mi total agradecimiento y admiración.

De manera muy especial agradezco a la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., por abrirme las puertas y brindarme la información necesaria para la elaboración de esta investigación, permitiéndome conocer más sobre las actividades desarrolladas en el sector ferroviario.

Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), por facilitarme información climatológica y la base de datos meteorológicos de todas las estaciones solicitadas, en especial al Ing. Luis Gamarra Chávarry director del SENAMHI, por responder a mis consultas y brindarme asesoría en los trámites realizados.

A mi asesor, el Ing. Jacinto Arroyo Aliaga por su interés en el progreso de esta investigación.

A Margarita Calle, por brindarme su tiempo y compartir conmigo sus conocimientos.

DEDICATORIA

A mis padres Armando y Nancy, por no dejarme caer en el trayecto, por enseñarme que todo sacrificio tiene su recompensa, por su inmenso amor y apoyo absoluto. A mi hermano Carlos, por sus constantes palabras de aliento y admiración.

ÍNDICE

PORTADA-----	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ASESOR-----	II
AGRADECIMIENTO-----	III
DEDICATORIA-----	IV
ÍNDICE-----	V
LISTA DE FIGURAS-----	VII
LISTA DE TABLAS-----	VIII
RESUMEN-----	IX
ABSTRACT-----	X
INTRODUCCIÓN-----	XI
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO-----	13
1.1. Planteamiento y formulación del problema-----	13
1.1.1. Planteamiento del problema-----	13
1.1.2. Formulación del problema-----	20
1.2. Objetivos-----	21
1.2.1. Objetivo general-----	21
1.2.2. Objetivos específicos-----	21
1.3. Justificación e importancia-----	21
1.3.1. Justificación científica-----	21
1.3.2. Justificación Académica-----	22
1.3.3. Justificación Ambiental-----	22
1.3.4. Importancia-----	22
1.4. Hipótesis-----	22
1.4.1. Hipótesis General-----	23
1.4.2. Hipótesis específicas-----	23
1.4.3. Descripción de Variables-----	23
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO-----	24
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA-----	24
2.1.1. Artículos científicos-----	24
2.1.2. TESIS-----	26
2.2. Bases teóricas-----	27
2.2.1. Fenómeno El Niño-----	27
2.2.2. Fenómeno El Niño Costero-----	29
2.2.3. Precipitación-----	31
2.2.4. Costos-----	32
2.2.5. Riesgo ambiental-----	33
2.3. Definición de términos básicos-----	37
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN-----	39
3.1. Método de la investigación-----	39
3.2. Alcance de la investigación-----	39
3.3. Diseño de la investigación-----	39
3.4. Población y muestra-----	40
3.4.1. Población-----	40
3.4.2. Muestra-----	40
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos-----	40
3.5.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos-----	40
3.5.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos-----	42
3.5.3. Confiabilidad del instrumento de investigación-----	43
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	45
4.1. Tratamiento y análisis de datos-----	45
4.1.1. Daños generados en la vía férrea-----	45
4.1.2. Costos generados en la vía férrea-----	50

4.1.3.	Características pluviométricas del fenómeno El Niño Costero 2017-----	55
4.1.4.	Nivel de riesgo originado en la vía férrea del tramo Lima – La Oroya-----	61
4.2.	Discusión de resultados -----	65
CONCLUSIONES -----		68
RECOMENDACIONES -----		69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----		70
ANEXOS-----		71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Emergencias a nivel nacional según el tipo de fenómeno para el primer semestre del año 2017	15
Figura 2: Daños generados por el fenómeno El Niño Costero 2017- PK 45.000.....	16
Figura 3: Huaico, inundación de cunetas y contaminación en el PK 63.000	17
Figura 4: Daños en el PK 46+900 - Condición inicial.	17
Figura 5: Reconstrucción de la vía férrea PK 46+900 - Acceso provisional	19
Figura 6: Renovación de balasto contaminando, y remoción de escombros de la vía férrea.....	19
Figura 7: Índice de Oscilación Sur – Calentamiento oceánico (azul) y enfriamiento oceánico (rojo).	28
Figura 8: Calentamiento extremo de las aguas de la costa del Perú	30
Figura 9: Comparación del nivel de calentamiento del mar 1925 (rojo) y 2017 (azul).	31
Figura 10: Representación gráfica del punto de equilibrio.....	33
Figura 11: Clasificación de principales peligros en el país.	34
Figura 12: Matriz de peligro y vulnerabilidad.....	36
Figura 13: Puntos de recorrido ferroviario.....	41
Figura 14: Daños en el PK 50	46
Figura 15: Daños en el PK 62+700 ML.....	47
Figura 16: Daños en el PK 89+600 ML.....	47
Figura 17: Daños entre los PK 38 al PK 53.....	49
Figura 18: Daños entre los PK 62 al PK 75.....	49
Figura 19: Daños entre los PK 188 al PK 294.....	50
Figura 20: Precipitación mensual registrada en la estación Chosica	55
Figura 21: Precipitación mensual registrada en la estación Santa Eulalia	56
Figura 22: Precipitación mensual registrada en la estación Matucana.	56
Figura 23: Precipitación mensual registrada en la estación Tamboraque	57
Figura 24: Precipitación mensual registrada en la estación Casapalca	57
Figura 25: Precipitación mensual registrada en la estación Yauli - Oroya	58
Figura 26: Matriz de peligro y vulnerabilidad.....	64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Impactos del fenómeno El Niño – Perú	29
Tabla 2: Tipos de vulnerabilidad.....	35
Tabla 3: Instrumentos y técnicas de recolección de datos	43
Tabla 4: Alfa de Cronbach.....	44
Tabla 5: Daños de emergencia.....	46
Tabla 6: Daños definitivos	48
Tabla 7: Costos por trabajos de emergencia	51
Tabla 8: Costos por trabajos definitivos	52
Tabla 9: Costos adicionales en cauce	53
Tabla 10: Gastos adicionales en cantera.....	53
Tabla 11: Costos preventivos	54
Tabla 12: Costos adicionales	54
Tabla 13: Resumen Costos Totales.....	55
Tabla 14: Relación climatológica	60
Tabla 15: Estratificación del peligro	61
Tabla 16: Composición integral de la vulnerabilidad por tipo y nivel – Subdivisión 1	62
Tabla 17: Composición integral de la vulnerabilidad por tipo y nivel – Subdivisión 2	63
Tabla 18: Composición integral de la vulnerabilidad por tipo y nivel – Subdivisión 3	63

RESUMEN

La investigación muestra el impacto de las precipitaciones intensas registradas en la vía férrea del tramo Lima – La Oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017. Se presentan los daños generados y la influencia que tuvo este acontecimiento climático sobre la empresa Ferrocarril Central Andino S.A, tomando como muestra las precipitaciones ocurridas en enero, febrero y marzo del año 2017. El objeto de investigación está ubicado entre Lima – La Oroya; abarcando la primera, segunda y tercera subdivisión del sector ferroviario, considerando como principal peligro a las precipitaciones intensas, pues, la cercanía de la zona de estudio con la Cordillera de Los Andes hace que se encuentre predispuesta a lluvias aun sin la presencia de algún fenómeno climático. Esta investigación permite identificar el nivel de peligro y vulnerabilidad, teniendo como base la metodología obtenida del Manual básico para la estimación del Riesgo, planteado por Instituto Nacional de Defensa Civil. Se concluye que los daños generados en la vía férrea a causa de las precipitaciones intensas, generaron la paralización de los servicios del Ferrocarril Central Andino S.A, ocasionado por la pérdida y deterioro de estructura, y la contaminación de varios PK a lo largo del tramo Lima – La Oroya.

Palabras claves: precipitaciones intensas, vía férrea, fenómeno El Niño Costero, sector ferroviario.

ABSTRACT

The research describes the impact of the intense rainfall observed in the railway line of the Lima - La Oroya section during the occurrence of the phenomenon "El Niño Coastal" 2017. It deals with the damages generated and the influence of this accent on the company Ferrocarril Central Andino SA, last year, year and February of the year 2017. The research object is located between Lima - La Oroya; cover the first, second and third subdivisions of the railway sector, as the main danger to intense rainfall, as the proximity of the study area to the Andes. This investigation allows to identify the level of danger and vulnerability, since it is based on the Basic Manual of Civil Defense. It's concluded that the damages generated in the railway due to intense rainfall, generated the paralysis of the services of the Central Andean Railroad SA, caused by the loss and deterioration of the structure, and the contamination of several PK along the stretch Lima - La Oroya.

Key words: Intense rainfall, railroad, El Niño Costero phenomenon, railway sector.

INTRODUCCIÓN

Perú cuenta con ocho regiones geográficas identificadas a lo largo de todo su territorio. Estas poseen una gran diversidad de recursos naturales, también constantes variaciones climáticas y geomorfológicas que los exponen a diversos peligros, como precipitaciones intensas, heladas, sequías, inundaciones, deslizamientos, erosión entre otros.

El clima representa un componente importante y su variación trae consigo diversos peligros que pueden ser identificados de origen natural o inducidos por actividades humanas. La intensidad con la que estos peligros se manifiestan depende de las características que tenga cada región.

La degradación de los suelos reduce la capacidad potencial de producción. Uno de los principales factores que acelera este proceso es la erosión, que tiene causas de procedencia de actividades humanas, es decir el mal uso del recurso y las posibles prácticas que deterioran el sedimento; como también causas de origen natural, como las precipitaciones y el viento. Estas precipitaciones, dependiendo de la temperatura del ambiente, pueden manifestarse de forma sólida (granizo) o líquida (lluvias).

El principal agente de erosión del suelo es la lluvia, conocida como erosión hídrica, se caracteriza principalmente por la intensidad de lluvia, estas varían de acuerdo a la cantidad y al tamaño de las gotas.

El fenómeno El Niño Costero que afectó a Perú en el año 2017 fue capaz de modificar los patrones meteorológicos normales, alterando los meses donde se esperaban las precipitaciones, registrándose mayores daños en comparación con años anteriores. La cuenca del río Rímac, se vio afectada, pues, el incremento de temperatura en el ambiente ocasionó lluvias intensas, que causaron el desborde del río y desprendimientos de tierra a lo largo de la vía férrea entre Lima y La Oroya.

En el capítulo I, se realiza el planteamiento del problema, se presentan los objetivos y la justificación e importancia del estudio. Esta investigación busca determinar cuánto afectaron las precipitaciones intensas a la vía férrea del tramo Lima - La Oroya, durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero en el primer semestre del año 2017.

En el capítulo II, se muestra el marco teórico formado por los artículos académicos relacionados al fenómeno El Niño Costero, además de explorar investigaciones anteriores referidas al tema y plantear conceptos clave para el desarrollo de esta investigación.

En el capítulo III, se revisa la metodología de la investigación. Se establece el método utilizado, el alcance y diseño de la investigación, así como la población y muestra, también los instrumentos y tratamientos realizados dentro del estudio.

En el capítulo IV, se exponen los resultados obtenidos, finalizando con la discusión, conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La presencia del fenómeno El Niño, tiene mayor recurrencia en el Perú. Este fenómeno viene causando alteraciones en los patrones climáticos de la zona costera, dependiendo de las regiones oceánicas en dónde se concentra el afloramiento de aguas cálidas causando efecto en algunos parámetros climáticos como en la precipitación y temperatura. Este evento no es un problema reciente, en los últimos cinco siglos se presentaron alrededor de 120 episodios El Niño, según las investigaciones históricas recopiladas por de Quinn W., Neal V., y Antúnez de Mayolo S citadas en el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (1).

Durante el siglo XX y hasta antes de la década de los 90 en dónde transcurrió El Niño Extraordinario de 1997/98, ocurrieron alrededor de 25 episodios El Niño, cada uno con diferente intensidad. El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (1), indica que los eventos El Niño de 1891 y 1925, fueron eventos de intensidad comparables a lo ocurrido en los años 1982/83 y 1997/98. En lo que va del siglo XXI, de acuerdo al Índice del Niño Oceánico (ONI por sus siglas en inglés) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, se presentaron cuatro episodios: El Niño en el Pacífico central, dos de intensidad débil, en los años 2004/05 y 2006/07, y dos de intensidad moderada en los años 2002/03 y 2009/10.

El fenómeno El Niño se produce a lo largo de las costas del Pacífico y sus efectos son percibidos a nivel mundial, a diferencia del fenómeno El Niño Costero que

ocurre en las cosas del Perú y Ecuador. Es importante entender y explicar este fenómeno para tomar medidas preventivas que nos ayuden a actuar ante la presencia de peligros climáticos como la precipitación, que causa impactos negativos como inundaciones, desborde de ríos y huaicos, además del aumento de enfermedades y epidemias.

La precipitación, es un fenómeno climático que se contabiliza en milímetros por hora (mm/h), se caracteriza por su intensidad, y se representa por la duración y la cantidad de lluvia que cae en un tiempo determinado. Se clasifican de acuerdo a su intensidad: lluvia débil (menor a 2 mm/h), lluvia moderada (oscila entre 2 a 15mm/h), lluvia fuerte (15 a 30 mm/h), lluvia muy fuerte (30 a 60 mm/h) y lluvia torrencial (mayor a 60mm/h).

Las precipitaciones también se manifiestan teniendo en cuenta la región y la temperatura, por lo tanto, se denomina precipitaciones intensas a las lluvias fuertes, muy fuertes y torrenciales (2).

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI de ahora en adelante), informó que las precipitaciones registradas en el año 2017, desde enero hasta marzo, provocaron la muerte de 62 personas, dejando más de 62.000 damnificados en 24 regiones de Perú (3).

En la figura 1 se muestra las emergencias a nivel nacional según el tipo de fenómeno para el primer semestre del año 2017. Se observa que las lluvias intensas fueron la principal causa de las emergencias reportadas por la población damnificada, seguida de los huaicos, las bajas temperaturas e inundaciones.

Para el mismo período, el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional informó que, a nivel nacional, las carreteras se encontraron bloqueadas por las lluvias, huaicos e inundaciones. Además, reportó 549 puentes y 6000 Km dañados por las lluvias registradas desde los primeros meses del año 2017 (4).

Figura 1: Emergencias a nivel nacional según el tipo de fenómeno para el primer semestre del año 2017



Fuente: INDECI, 2017.

Los huacos, son acontecimientos que suceden con mucha frecuencia en el Perú, debido a que se encuentran constituidos por altas montañas, vertientes pronunciadas y suelos que son bastante vulnerables al estar en contacto con agua de lluvia. Estas características, en temporada de lluvias intensas provocan deslizamientos, generando la paralización del transporte público, bloqueando las carreteras con piedras, árboles y material depositado producto del arrastre.

El transporte de minerales por vía férrea, también se vio afectado causando la paralización de la principal actividad económica de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A, poniendo en alerta al sector minero, al verse afectado seriamente en distintos tramos de su recorrido.

El Ferrocarril Central Andino S.A es considerado el más alto de América y el segundo más alto a nivel mundial, cuenta con 535 kilómetros de extensión total, conformado por 5 subdivisiones. La primera subdivisión comienza en la ciudad de Lima, abarcando desde el Callao hasta Chosica, la segunda subdivisión desde Chosica hasta Galera, la tercera subdivisión desde Galera hasta La Oroya, la cuarta subdivisión desde La Oroya hasta Cerro de Pasco y la quinta subdivisión desde La Oroya hasta la ciudad de Huancayo.

Esta empresa está dedicada al transporte turístico además del transporte de minerales como el cobre, plomo y zinc (5).

En el verano del año 2017, esta empresa sufrió daños importantes en la infraestructura de la vía férrea producto del fenómeno El Niño Costero. Las intensas

precipitaciones que dieron lugar desde enero hasta marzo trajeron pérdidas económicas y operacionales, afectando con mayor intensidad las subdivisiones uno, dos y tres, los cuales se identifican por poste kilómetro (PK), dando como resultado que los daños más severos ocurrieron en la zona costa y la zona sierra entre los PK 13.000 y PK 295.000.

Figura 2: Daños generados por el fenómeno El Niño Costero 2017- PK 45.000



Fuente: Ferrocarril Central Andino, 2017.

En la figura 2, se muestran los daños que generaron las intensas precipitaciones, logrando debilitar el terreno en el que se encontraba la estructura de la vía férrea, causando la paralización del transporte de minerales y de pasajeros.

De ese modo el fenómeno El Niño Costero trajo consigo variaciones climáticas que generaron peligro de origen natural a causa de la precipitación. La intensidad, duración y la frecuencia son factores a considerarse dentro de las características del peligro identificado. Estos, al incrementarse de manera anormal, desencadenan consecuencias significativas que afectan negativamente, como fue el caso del desborde del río Rímac y los huaicos, que fueron las principales fuentes que ocasionaron la colmatación con troncos, árboles, rocas y maleza depositándose a lo largo de la vía férrea tal como se evidencia en la figura 3.

Figura 3: Huaico, inundación de cunetas y contaminación en el PK 63.000



Fuente: Ferrocarril Central Andino, 2017.

Figura 4: Daños en el PK 46+900 - Condición inicial.



Fuente: Ferrocarril Central Andino, 2017.

Estos acontecimientos ocurridos durante el primer trimestre del año 2017, afectaron seriamente varios PK del sector ferroviario, tal como se observa en la figura 4, lo que ocasionó que la empresa Ferrocarril Central Andino S.A, destaque equipos y personal a todos los puntos afectados a lo largo de la vía férrea, con la finalidad de rehabilitar las vías y así restablecer el tránsito de los trenes.

Los trabajos realizados fueron:

Trabajo de emergencia: ocurrido el evento realizaron un inventario de todos los PK afectados, diseñando un plan de trabajo para recuperar la infraestructura de la vía férrea, para esto se destacó personal y equipos (propios y alquilados). Los trabajos iniciales consistieron en la recuperación de las vías que se encontraba colgando en distintos PK, en la mayoría de los acontecimientos presentados solo se logró recuperar una parte mínima, realizando también la reconstrucción de la zona para que de manera progresiva puedan recuperar el talud perdido e instalar la vía férrea para permitir el paso provisional de los trenes.

Trabajos definitivos: Realizaron el alineamiento, la nivelación, y remoción de escombros depositados sobre la vía. Esto consistió en retirar el balasto contaminado con tierra y/o lodo. Entiéndase por balasto que son piedras que acompañan la vía férrea, cuya función es amortiguar el paso del tren, como también facilitar el drenaje de las gotas de lluvia.

Figura 5: Reconstrucción de la vía férrea PK 46+900 - Acceso provisional



Fuente: Ferrocarril Central Andino, 2017.

Figura 6: Renovación de balasto contaminando, y remoción de escombros de la vía férrea.



Fuente: Ferrocarril Central Andino, 2017.

Las precipitaciones intensas fueron el principal causante de la caída de huacos tanto en la zona costa, como en la zona sierra del ferrocarril. Estos ocasionaron la vulnerabilidad del sector ferroviario, generando que se suspendiera temporalmente el servicio de transporte de mineral con sus principales clientes, causando en su totalidad pérdidas económicas y operativas.

En virtud de lo expuesto, esta investigación busca determinar cuánto afectaron las precipitaciones intensas a la vía férrea del tramo Lima – La Oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero del primer semestre del 2017.

También identificar cuáles y cuántos fueron los daños generados en la vía férrea, evaluar las características pluviométricas del fenómeno y determinar el nivel de riesgo originado por las precipitaciones intensas a la vía férrea del tramo Lima – La Oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero del primer semestre del año 2017.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

a. Problema general

¿Cuánto afectaron las precipitaciones intensas a la vía férrea del tramo Lima – La Oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017?

b. Problemas específicos

- ¿Cuál fue el daño generado en la vía férrea por las precipitaciones intensas en el tramo Lima - La Oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017?
- ¿Cuánto afectó el daño generado a la vía férrea del tramo Lima - La Oroya en los costos de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017?
- ¿Cuáles fueron las características pluviométricas del fenómeno El Niño Costero 2017, en relación a la climatología de la zona en estudio?
- ¿Cuál fue el nivel de riesgo en la vía férrea del tramo Lima - La Oroya, durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar cuánto afectaron las precipitaciones intensas en la vía férrea del tramo Lima – La Oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar cual fue el daño generado en la vía férrea a consecuencia de las precipitaciones intensas en el tramo Lima – La Oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017.
- Determinar cuánto afectó el daño generado en la vía férrea del tramo Lima - La Oroya, en los costos de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A. durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017.
- Analizar las características pluviométricas del fenómeno El Niño Costero 2017, en relación a la climatología de la zona en estudio.
- Determinar el nivel de riesgo originado por las precipitaciones intensas en la vía férrea del tramo Lima - La Oroya, durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.3.1. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA

El estudio realizado nos permitió conocer la intensidad que tuvo el fenómeno El Niño Costero 2017 sobre la vía férrea del tramo Lima – Oroya. Dando como principal aporte una evaluación de riesgo e identificación de vulnerabilidades dentro del sector ferroviario, puesto que las características físicas y socioeconómicas que se generaron por el incremento de las precipitaciones causaron daños en distintos PK de la zona costa y sierra, involucrando de esta forma, la demora en la rehabilitación de la vía para retomar el servicio de transporte de mineral, como también el transporte turístico de pasajeros.

1.3.2. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

Esta investigación será de utilidad para los profesionales que tengan el interés de detectar, prevenir y evaluar el nivel de riesgo ambiental en el sector ferroviario, permitiendo identificar peligros como las precipitaciones intensas que afectaron al ferrocarril central. El transporte ferroviario, es una actividad bastante conocida pero poco estudiada, por lo tanto, poco comprendida por la población, es por ello que esta tesis servirá como antecedente para futuras investigaciones dentro del sector ferroviario.

1.3.3. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

La finalidad de la investigación ambiental es generar continuamente los estudios que ayuden a mitigar, controlar y reducir posibles riesgos ambientales identificados en una zona de estudio. Es por ello que esta investigación, tiene la finalidad de describir, caracterizar y evaluar los impactos producidos por las precipitaciones intensas como peligro potencial en la vía férrea. El aporte en identificación de daños y costos, proporcionan medidas que buscan la prevención, ayudando a contrarrestar la intensidad de los efectos que pueda traer consigo el fenómeno El Niño Costero.

1.3.4. IMPORTANCIA

Esta investigación es de gran importancia, pues, hasta la fecha no se tienen registros de estudios sobre la evaluación de riesgo por peligros meteorológicos en el sector ferroviario. Para ello se tuvo como guía el Manual básico para estimación de riesgo del Instituto Nacional de Defensa Civil elaborado el 2006. Permitiendo identificar como peligro natural a las precipitaciones intensas, evaluando sus características pluviométricas, y determinando el nivel de riesgo en la vía férrea, teniendo en cuenta la identificación de vulnerabilidades en relación a las zonas estudiadas.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Las precipitaciones intensas afectaron significativamente a la vía férrea del tramo Lima – La Oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017.

1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El daño generado en la vía férrea a consecuencia de las precipitaciones intensas en el tramo Lima – La Oroya durante el fenómeno El Niño Costero 2017, fueron de mayor intensidad comparado con años anteriores.
- El daño generado en la vía férrea del tramo Lima - La Oroya, afectaron significativamente los costos del Ferrocarril Central Andino S.A. durante el fenómeno El Niño Costero 2017.
- Las características pluviométricas del fenómeno El Niño Costero 2017, según las características de las zonas en estudio, fueron de mayor intensidad comparada con años anteriores.
- El nivel de riesgo originado por las precipitaciones intensas en la vía férrea del tramo Lima – La Oroya, fueron irrelevantes para la prevención de desastres como el fenómeno El Niño Costero 2017.

1.4.3. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

a. Variable Independiente:

Precipitaciones intensas ocurridas durante el fenómeno El Niño Costero 2017.

b. Variable Dependiente:

Vía férrea del tramo Lima – La Oroya.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Martínez y Takahashi publican el artículo “¿El Niño Costero o fenómeno El Niño?” (6), cuyo objetivo fue diferenciar estos dos eventos climatológicos comparándolos con eventos pasados. En su investigación describen que en el año 2017 el Perú fue escenario de terribles lluvias intensas, además de mostrar un incremento de temperatura en el mar, comparándolo con el Fenómeno El Niño ocurrido en 1891. La denominación de El Niño Costero, se debe a que el calentamiento en la temperatura del mar ocurrió solo en las costas del Perú, sin expandirse a otros sectores.

En los meses de abril y mayo del 2017, se produjo un impacto climatológico, que resultó inconsistente, pues lo que se consideraba normal era que las lluvias ocurran entre los meses de febrero y abril, que es cuando la temperatura del mar resulta más caliente (6).

Los autores concluyen que las intensas precipitaciones que se registraron en el período de estudio, tuvieron impacto negativo al igual que en los eventos ocurridos en el año 1891, con la diferencia de que en el año 2017 las precipitaciones se registraron entre enero y marzo.

El artículo de Takahashi y Martínez, cuyo título es “The very strong coastal El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific” (7), tuvo como objetivo evaluar las similitudes de El Niño Costero del verano 2017, con El Niño Costero de 1925. Esta investigación

recopiló datos instrumentales y documentales existentes en la época, para volverlos a analizar con tecnología moderna y proporcionar una nueva evaluación de El Niño. Se muestra la similitud de lo ocurrido en el año 1925 con los eventos acontecidos el verano del año 2017, presentando en ambos periodos lluvias fuertes, inundación y aumento de temperatura en la costa de nuestro país.

Los autores al finalizar su investigación, concluyen que los desastres naturales ocurridos en 1925 y 2017 generaron el mismo impacto climatológico, pero afectaron de diferente manera las actividades del país.

El artículo científico “Precipitaciones extremas y sus implicaciones en el proceso de remoción en masa en la planificación urbana de Tampico, México” de Sánchez, cuya finalidad fue examinar la peligrosidad de las precipitaciones extremas en el transcurso de removimiento de masa, contribuye a la planificación urbana y a la gestión de los riesgos geomorfológicos, mostrando que la mayoría de los desastres en el proceso de remoción están provocados por factores ambientales, principalmente por las precipitaciones extremas generando flujo de detritos y desprendimientos (8).

El autor finaliza su investigación, concluyendo que en los próximos años se estima un aumento en los procesos de removimiento de masa, que puede traer consecuencias alarmantes, como del incremento de las precipitaciones. Además, el incremento de la población generará una invasión en las laderas de los cerros, obteniendo una cantidad de viviendas vulnerables.

El artículo científico de los autores Guadalupe y Carrillo, tiene como título “Caracterización y análisis de los huaicos del 5 abril del 2012 Chosica-Lima”, cuyo objetivo fue analizar los huaicos ocurridos por las lluvias que aunque sean de corta duración, hace que se formen flujos de detritos que son conocidos como huaicos, bajando por las quebradas de la zona en estudio (9).

Los autores analizaron la geomorfología de la ciudad de Chosica, según la Carta Geológica Nacional, concluyendo que los procesos geomorfológicos desarrollados en la ciudad, tienen suelos de origen erosivo. Esto quiere decir que al entrar en contacto con las gotas de lluvia dan inicio a la escorrentía; ya sea por el tamaño de las gotas, la intensidad o su duración. Ocasionando que la ciudad de Chosica sea una zona bastante vulnerable ante las precipitaciones.

2.1.2. TESIS

Minaburo realizó la investigación titulada “Desarrollo del transporte ferroviario en el mundo siglo XIX y siglo XX, caso de estudio, México-Querétaro-Silao-Guadalajara”, en la escuela de Ingeniería y Arquitectura (Unidad Zacatenco) en México (10). Esta investigación tuvo como objetivo presentar a los lectores una idea del sistema del transporte ferroviario, donde se hace mención que el transporte por ferrocarril es mucho más eficiente, pues permite transportar una cantidad mayor de personas en el caso sea de pasajeros, como cantidades de toneladas si se habla de transporte de carga.

El diseño de infraestructura de los ferrocarriles es bastante complejo, puesto que tiene que cumplir una normativa ferroviaria para el desarrollo y la fijación de las vías. Llegando a la conclusión que, al establecerla sobre un terreno, no solo requerirá de un mantenimiento, sino que también estará expuesto a constantes variaciones climáticas que pueden alterar el comportamiento usual del terreno, haciendo que el transporte ferroviario se vea amenazado no solo por acciones del hombre, sino también por factores naturales.

Camacho y Rico, realizaron la investigación titulada “Transporte de carga ferroviario en México: Perspectivas y Realidades”, en la Universidad Nacional Autónoma de México (11). Este estudio concluyó que uno de los aspectos que permite la mejora del sistema ferroviario, consiste en minimizar los tiempos del trayecto para optimizar las operaciones, y con ello disminuiría los costos de operación.

El estudio contribuye a la mejora del servicio ferroviario que generará una ganancia económica para el país y la zona del proyecto. Además, es necesario ampliar la infraestructura y la cobertura de servicios, también el realizar la conservación adecuada de las vías férreas y el perfeccionamiento de las condiciones físicas fomentando la relación de convivencia entre las ciudades y los ferrocarriles.

Se tiene en cuenta también las actividades de origen natural, como lluvias y huaicos, pues, estos debilitan la infraestructura y la vuelven más vulnerable ante cualquier suceso. Por ello, es recomendable llevar un control entre alteraciones de vía por factores humanos y alteraciones de vía por factores naturales.

O'Connor realizó la investigación titulada “Investigación del huaico de Chosica-1987, sus efectos y medidas de mitigación”, en la Universidad Nacional de Ingeniería (12) . Esta investigación concluyó que la relación que existe entre el

fenómeno El Niño y los huaicos de Chosica no se produce de manera simple como (causa- efecto), pero sí se evidencia un aumento notable en las probabilidades que se producen cuando se presentan algunas crisis climáticas.

El autor menciona que los factores determinantes de la ocurrencia de los huaicos son las lluvias intensas, que pueden alterar el suelo dependiendo de su intensidad y tiempo de duración, las pendientes y la falta de vegetación, son otros factores que también aceleran el proceso de ocurrencia de un huaico.

O'Connor concluye que la energía cinética desarrollada por los huaicos es capaz de destruir cualquier muro simple de concreto armado que sirva como prevención, por lo que esa alternativa de medida de control no es dable para su investigación.

Los gastos extraordinarios que el uso de recurso humano para la rehabilitación y reconstrucción de la zona afectadas constituyen problemas económicos importantes si es que no se planifica de manera integral y puede incurrir en problemas serios que afectarían la estabilidad financiera de las empresas que presenten este tipo de problemas, por ello concluye su investigación con la importancia de contar con un seguro.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. FENÓMENO EL NIÑO

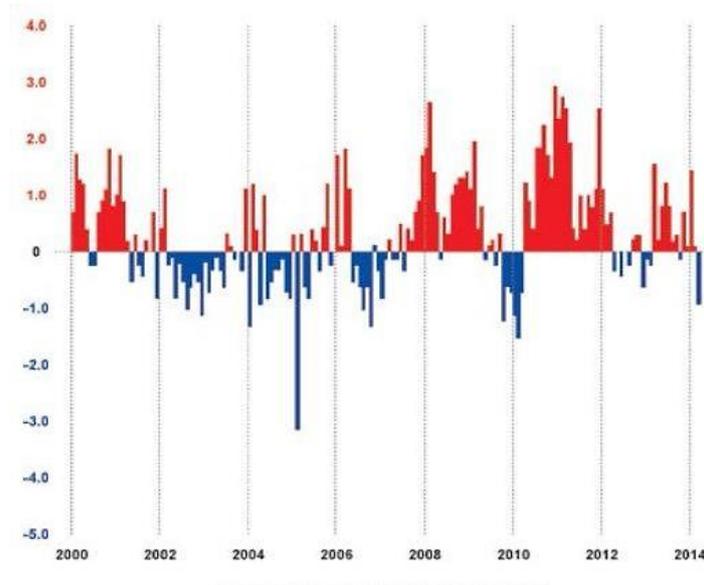
Pescadores del norte del Perú al finalizar el año notaban un aumento en la temperatura del mar, esto sucedía a finales del mes de diciembre, generando una corriente de agua cálida a la que se denominó como corriente de El Niño (13).

Este acontecimiento climático, ha causado importantes cambios en nuestro país, como también a nivel mundial, trayendo como consecuencias el aumento de la temperatura en las aguas, lluvias intensas e inviernos más húmedos.

La connotación de El Niño se fue modificándose al pasar de los años. Países como Ecuador y Perú, denominan como fenómeno El Niño al aumento de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en las costas con presencia de lluvias intensas. Por lo tanto, El Niño, es el resultado de la interrelación de dos fenómenos: El oceánico (originada por variaciones en la TSM), y atmosférico, conocida como Oscilación Sur (originada por variaciones en la presión atmosférica). A raíz de ello, surge el ENOS que significa El Niño Oscilación Sur (13).

ENOS al ser un evento de origen natural producto de las constantes variaciones climática donde se interrelaciona el océano con la atmósfera en el mundo, tiene dos fases, como muestra la figura 7. La fase cálida del ENOS corresponde a El Niño (Calentamiento oceánico), mientras que la fase fría corresponde a la niña (Enfriamiento oceánico).

Figura 7: Índice de Oscilación Sur – Calentamiento oceánico (azul) y enfriamiento oceánico (rojo).



Fuente: Senamhi, 2014.

El fenómeno El Niño, actualmente es conocido como el agente fundamental de la variabilidad climática en el mundo. Pues afecta incrementando la temperatura sobre el mar, ocasionando desastres como inundaciones y lluvias intensas, mientras que al otro lado del mundo se genera un enfriamiento sobre el mar, generando bajas temperaturas y sequías, conocido como el fenómeno de La Niña.

El Niño en el Perú

Durante el siglo XX e incluso antes de El Niño Extraordinario de 1997/98, se registraron 25 acontecimientos de El Niño de distintas intensidades; las fuentes bibliográficas mencionan que los eventos El Niño de 1891 y 1925, fueron acontecimientos de similar intensidad con lo ocurrido en 1982/83 y 1997/98 (13) .

Las constantes variaciones del clima en el Perú a consecuencia del fenómeno El Niño, está asociado a causar impactos positivos y negativos, esto se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1: Impactos del fenómeno El Niño – Perú

Impactos positivos	Impactos negativos
<ul style="list-style-type: none"> • El aumento de precipitación y temperatura favorece el desarrollo de la agricultura en la zona costa. • Las precipitaciones de los eventos fuertes y extraordinarios de "El Niño", facilitan la reconstrucción natural de los bosques. • El exceso de lluvia favorece la recarga de acuíferos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aceleramiento de la disminución glaciaria. • Disminución de terrenos destinados para la agricultura. • Salinización de los suelos. • Pérdida de vías de acceso (carreteras y puentes colapsados). • Probabilidad de producirse incendios forestales por las Temperaturas elevadas.

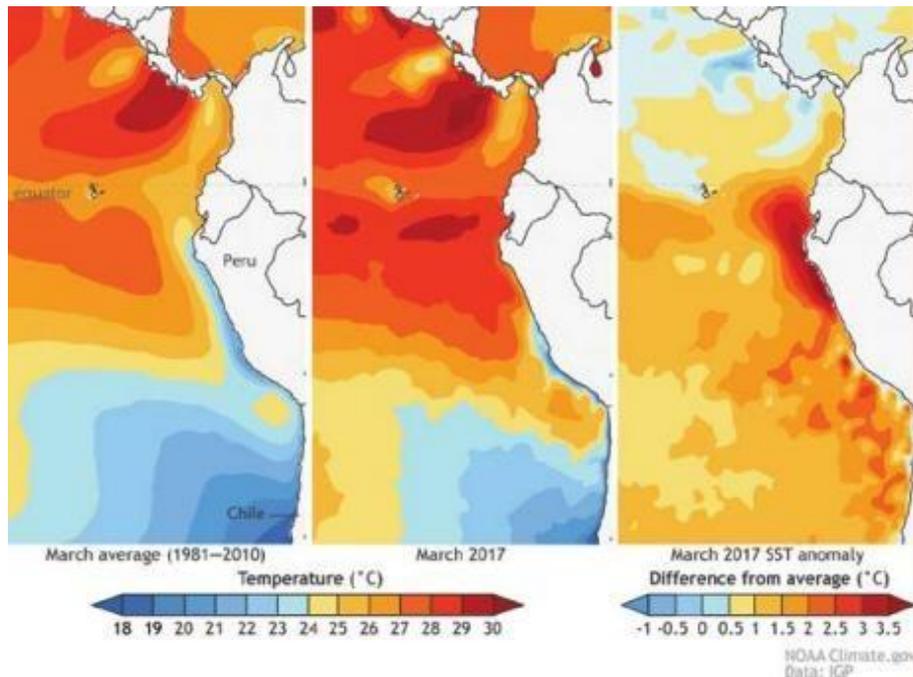
Fuente: Elaboración propia y seleccionada de informe del “Fenómeno El Niño en el Perú” (13)

Estos efectos que se generan en nuestro país ante las constantes variaciones climáticas, muestra una vulnerabilidad clara donde se evidencia pérdidas económicas de \$3 283.00 millones causados por El Niño de 1982/83 y \$3 500.00 millones por el Niño de 1997/98 (13).

2.2.2. FENÓMENO EL NIÑO COSTERO

Es un evento climático que guarda relación con la presencia de aguas cálidas presentes durante meses en el Océano Pacífico, en especial a lo largo en las costas del norte de Ecuador y Perú, independientemente de los procesos físicos, este acontecimiento está asociado a lluvias de gran intensidad durante el verano en la zona costa, así como a impactos en el ecosistema marino peruano, teniendo en cuenta su magnitud y duración (14).

Figura 8: Calentamiento extremo de las aguas de la costa del Perú



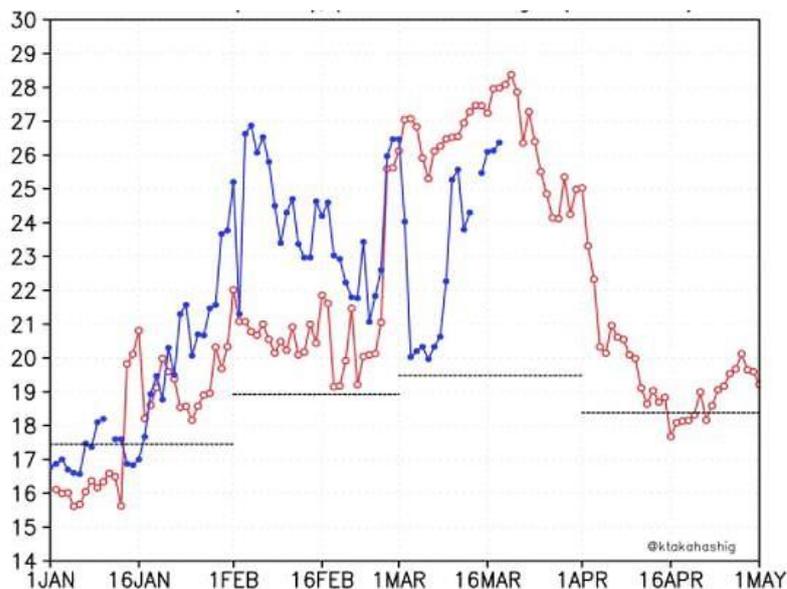
Fuente: Mapa d' Climate, Ken Takahashi, Instituto Geofísico del Perú, 2017

En la figura 8, se puede observar tres cuadros, el primero por el lado izquierdo, muestra la temperatura de la superficie del mar desde marzo de 1981 al 2010. En el segundo cuadro, se muestra la temperatura de la superficie del mar para marzo del 2017. Y por último el tercer cuadro muestra la diferencia entre la primera y la segunda imagen, mostrando claramente una anomalía en la temperatura de 3.5°C por encima del promedio normal (6).

El Niño Costero de 1925 y 2017

La investigación: "The very strong coastal El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific", realizada por Martínez y Takahashi (7) muestra la similitud de lo ocurrido en el 1925 con los eventos acontecidos el verano del año 2017, presentando en ambas fechas fuertes lluvias, inundación e incremento de temperatura en la costa de nuestro país. El Dr. Takahashi, presentó una imagen donde se puede observar el aumento de la temperatura superficial del mar para el año 1925 (rojo), comparándolo con el año 2017 (azul), mediante este grafico se puede ver la similitud de ambos fenómenos de El Niño Costero de 1925 y 2017, como se analiza en la figura 9.

Figura 9: Comparación del nivel de calentamiento del mar 1925 (rojo) y 2017 (azul).



Fuente: Twitter/Dr. Ken Takahashi, 2017.

2.2.3. PRECIPITACIÓN

La precipitación, se origina en las nubes, llegando hasta la superficie de la tierra. Las lluvias se clasifican según su intensidad, en débil, moderadas, fuerte, muy fuerte y torrencial. Las gotas de lluvia caen hacia la superficie de la tierra, y dependiendo de la temperatura cambian su estado, ya sea en forma de nieve o granizo (13).

En el verano del 2017, se presentaron condiciones océano- atmosféricas anormales, que establecieron la presencia de El Niño Costero, situación que generó cierta conducta anómala en las lluvias, afectando gran parte de la franja costera del Perú. En la región Lima, se presentaron lluvias intensas catalogadas como extremadamente lluviosas superando en frecuencia e intensidad a las lluvias registradas en 1982/83 y 1997/98. El Niño Costero de acuerdo a sus características pluviométricas puede considerarse como el fenómeno con mayor intensidad en los últimos 100 años para el Perú (15)

Para cada región existe un promedio de precipitación, cuando se supera dicho valor y se generan daños se clasifican como "lluvias intensas" (16).

2.2.4. COSTOS

En el sentido financiero, los costos son considerados como un desembolso de dinero para obtener algún tipo de servicio, este desembolso de dinero puede corresponder a un costo o a un gasto, diferenciándolos de la siguiente manera: “Serán costos los desembolsos económicos generados en el proceso de fabricación o prestación de un servicio como salarios del personal, elementos de materia prima, servicios públicos que guarden relación con el proceso de producción, etc. Mientras que los gastos serán los desembolsos económicos generados por la administración de la institución, como arrendamiento de oficina, gastos en capacitación, etc.” Llegando a la conclusión de que los costos son desembolsos que con el tiempo son recuperables, mientras que los gastos no (17).

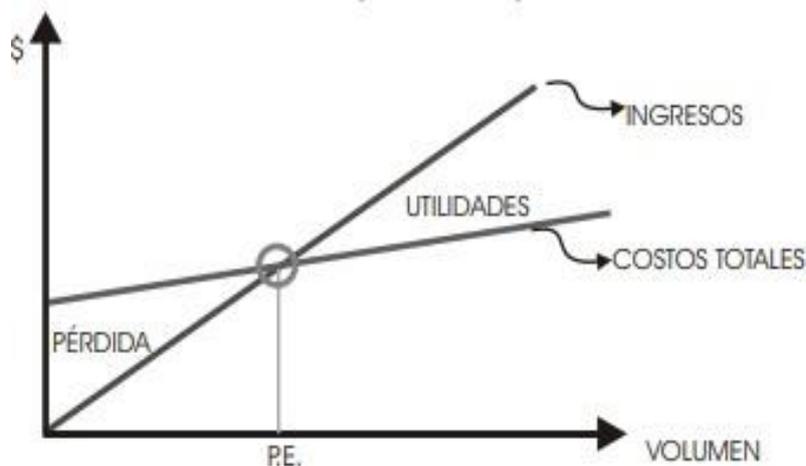
Punto de equilibrio

Las empresas son creadas con el fin de cumplir un propósito, el prestar sus servicios a la comunidad (Misión) y el crecer y sostenerse a través del tiempo (Visión). Por lo tanto, el punto de equilibrio es un instrumento financiero que nos permite tener una relación entre costos, beneficios y volumen de la actividad permitiéndonos determinar el volumen de las utilidades o la intensidad de las pérdidas en función a los costos fijos y variables que tiene la institución. (17)

Costos Fijos: Son considerados necesarios e ineludibles como la renta del local, amortizaciones, etc. Estos costos se mantienen firmes, es decir que su valor no suele variar tanto.

Costos Variables: son aquellos que cambian de acuerdo a la cantidad de producción y ventas como materias primas, mano de obra, etc.

Figura 10: Representación gráfica del punto de equilibrio



Fuente: Contabilidad de costos – William Jiménez, 2010.

2.2.5. RIESGO AMBIENTAL

Es definido como la posibilidad de ocurrencia de un peligro, este puede afectar de manera directa o indirectamente en un ambiente y tiempo determinado (18). Para poder determinar y estimar el riesgo se tiene que identificar el peligro y analizar las vulnerabilidades, esta estimación se puede realizar antes de que ocurra el desastre planteando, un peligro hipotético o después de haber ocurrido el desastre evaluando los daños y pérdidas.

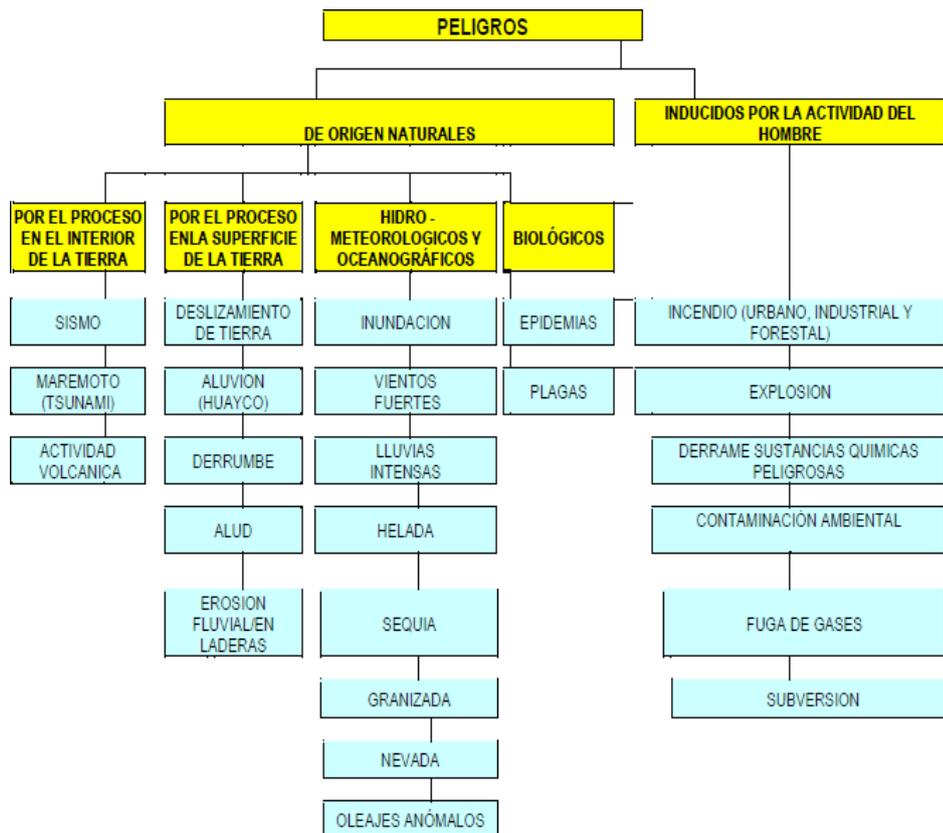
a. Peligro

El peligro es un fenómeno que puede ser de origen natural o generado por actividades humanas. En otros países se utiliza el término “amenaza” para referirse al mismo concepto, estos peligros pueden causar un daño potencial sobre la zona en estudio llegando a afectar severamente. El INDECI clasificó los principales peligros que se generan en nuestro país, como muestra la figura 11.

Al identificar el peligro, se evalúan los daños generados por este acontecimiento en la zona de estudio denominada como escenario, estos pueden clasificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto teniendo un valor de 0 a 100%.

Para la categorización es necesario considerar las características y la intensidad del peligro como de la zona de estudio. Cuando el peligro es “muy alto”, significa que se encuentra ante un “peligro inminente”, es decir que generó un nivel de deterioro en la zona de estudio o cuya probabilidad de ocurrencia sea a corto plazo, desencadenando un efecto negativo para la población y su entorno vulnerable (16).

Figura 11: Clasificación de principales peligros en el país.



Fuente: Manual básico para la estimación de riesgo, (INDECI, 2006).

b. Vulnerabilidad

Se define como cierta debilidad ante la ocurrencia de algún peligro. Para el análisis de vulnerabilidad, esta debe identificar y caracterizar el peligro que se encuentre expuesto en un área determinada. El nivel de vulnerabilidad puede clasificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto teniendo un valor de 0 a 100%.

El manual básico para la estimación del riesgo del INDECI, establece los siguientes tipos de vulnerabilidad, que se detallan en la tabla 2.

Tabla 2: Tipos de vulnerabilidad

Vulnerabilidad ambiental y ecológica	Relacionado con los daños en el medio ambiente (aire, agua y suelo).
Vulnerabilidad física	Relacionado con el material utilizado para la construcción, características y localización de la zona expuesta a peligros.
Vulnerabilidad económica	Relacionado con la actividad económica, nivel de ingresos, gastos. En este caso la pobreza incrementa la vulnerabilidad.
Vulnerabilidad social	Relacionado con el nivel de participación y colaboración por parte de la población.
Vulnerabilidad educativa	Relacionado a la participación en programas preventivos, conocimiento sobre el desastre ocurrido, etc.
Vulnerabilidad cultural e ideológica	Relacionado con la percepción y la actitud que tiene la población ante la ocurrencia de un peligro, creencias, cultura, ideologías, mitos, etc.
Vulnerabilidad política institucional	Relacionado con entidades públicas existentes dentro la comunidad, el nivel de liderazgo, etc.
Vulnerabilidad científica y tecnológica	Relacionado a la existencia de conocimiento científico y tecnológico sobre el desastre ocurrido en la zona delimitada.

Fuente: Elaboración propia en base al Manual básico para la estimación del riesgo, (INDECI, 2006) (16)

c. Cálculo de la vulnerabilidad

Para identificar los tipos de vulnerabilidades que se centran en la investigación, se colocará un valor estimado de acuerdo al análisis propio de vulnerabilidad. A lo que seguidamente se realizará el promedio para calcular la vulnerabilidad total, donde “N” será el número de vulnerabilidades estudiadas (16).

$$VT = \frac{VA + VF + VE + VS + Ved + VCI + VPI + VCT}{N}$$

d. Cálculo de riesgo

Una vez identificado el peligro (P) al que se encuentra expuesta la zona en estudio y realizado el nivel de vulnerabilidad, se procede a calcular el riesgo, es decir estimar las posibles pérdidas, recursos económicos, bienes materiales, etc. Según el Manual básico para la estimación del riesgo del INDECI, existen dos métodos para calcular el riesgo: Analítico/matemático o descriptivo (16).

Cálculo analítico o matemático: Se basa en la ejecución de la siguiente fórmula, donde (P) es el peligro, (V) vulnerabilidad y (R) el riesgo.

$$R = (P \times V)$$

e. Cálculo descriptivo:

Se basa en un cuadro de doble entrada denominada como matriz de peligro y vulnerabilidad. Ambos porcentajes obtenidos en la identificación de peligros y en el análisis de la vulnerabilidad, se interrelacionan, obteniendo el nivel de riesgo productos del cruce de la información, tal como se muestra en la figura 12.

Figura 12: Matriz de peligro y vulnerabilidad

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

LEYENDA:

	Riesgo Bajo (< de 25%)
	Riesgo Medio (26% al 50%)
	Riesgo Alto (51% al 75%)
	Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

Fuente: Manual básico para la estimación de riesgo, (INDECI, 2006).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Extraído del Código General de Normas y Operaciones, de la empresa Ferrocarril Central Andino (5).

- a. **Durmiente:** Planchas de madera o monoblock que se unen a la vía férrea para dar mayor soporte y estabilidad.
- b. **Estación:** Localidad de la red del Ferrocarril identificado en el Itinerario Diario.
- c. **Pk:** Poste kilómetro, denominación utilizada en el sector ferroviario que contabiliza los kilómetros a lo largo de la vía férrea.
- d. **Ruta:** Trayecto por el que circula un tren, teniendo en cuenta su punto de partida y su destino.
- e. **Tren:** Una o más locomotoras acopladas con o sin carros, identificados con el número de la locomotora que los comanda.
- f. **Vía férrea:** Camino formado por rieles de forma paralela unidas entre sí, es considerado parte de la infraestructura ferroviaria.
- g. **Subdivisión:** Un sector de la red del transporte del ferrocarril que está definido en el itinerario e instrucciones especiales.

Extraído del fenómeno El Niño en el Perú, SENAMHI (13).

- h. **Atmósfera:** La atmósfera terrestre es la masa gaseosa que gravita sobre nuestro planeta.
- i. **Precipitación:** Es una forma de humedad que cae sobre la tierra, puede ser sólida o líquida dependiendo de la temperatura del ambiente.
- j. **Intensidad:** Es el total de agua caída sobre la superficie de la tierra, en un tiempo determinado, se mide en mm/hora.

Extraído del Manual básico para la estimación de riesgo, INDECI (16)

- k. **Desastre:** Interrupción del óptimo manejo de una población, causando grandes pérdidas materiales o ambientales

- l. **Fenómeno natural:** Es lo ocurrido por el medio ambiente, que puede ser percibido por los sentidos.
- m. **Peligro:** Acontecer de un fenómeno natural o producido por actividades del hombre que cause un daño potencial.
- n. **Riesgo:** Estimación matemática para evaluar pérdidas, daños o bienes materiales.
- o. **Vulnerabilidad:** Nivel de firmeza de un conjunto de elementos ante algún tipo de peligro.

Extraído del libro de Contabilidad de costos – William Jiménez (17).

- p. **Costos:** Técnica contable que permite estimar lo que cuesta fabricar un producto o prestar un servicio.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de este estudio se utilizó el método científico. Hernández, Fernández y Baptista afirma: “el método de investigación científica, se precisa en una fase donde se realizan tramites o etapas”. (19).

3.2. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Según Hernández (et al), el seguimiento de la investigación radica en el resultado de toda la revisión de fuente literaria y del punto de vista que adquiere el estudio. Por lo tanto, la investigación que se presenta será descriptiva. Afirma: “Con los análisis descriptivos se busca especificar las características de las personas, comunidades, procesos o cualquier otro indicador que se someta a un estudio”. Es decir, se pretende recolectar información de manera independiente o en conjunto sobre los conceptos a los que se refieren, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas (19).

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Hernández (et al), mencionan los diseños no experimentales, que son investigaciones donde no se realizan variaciones de forma intencional para las variables independientes, esto con la finalidad de ver el resultado real sobre las otras variables. El diseño de la siguiente de investigación apropiada para este estudio es el transversal o transeccional, ya que tiene como principal objetivo indagar investigar la incidencia de una o más cantidades

de variables en una determinada población. Por lo tanto, estos son estudios netamente descriptivos y cuando se determinan las hipótesis, éstas también son descriptivas. (19)

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. POBLACIÓN

La población, está conformada por las precipitaciones ocurridas durante el fenómeno El Niño Costero del 2017 en el tramo Lima – La Oroya.

3.4.2. MUESTRA

Se tomó una muestra no probabilística por conveniencia, teniendo en consideración todas las características y fines específicamente que persigue esta investigación. Se consideró para la investigación las precipitaciones que ocurrieron en enero, febrero y marzo del año 2017, estos fueron incluidos y otros excluidos en relación a los siguientes criterios:

Criterios de inclusión: Al ser nuestro objetivo principal, determinar cuánto afectaron las precipitaciones intensas en la vía férrea del tramo Lima – La Oroya, durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017, se debe incluir por conveniencia todos aquellos datos de precipitación considerados como precipitaciones intensas.

Criterios de exclusión: Con base en el objetivo, se debe excluir por conveniencia las precipitaciones que no correspondan a lo ocurrido durante el fenómeno El Niño Costero 2017.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el desarrollo de este trabajo de investigación, se utilizaron 4 técnicas: La primera consistió en la recolección de información, seguido por el proceso de los mismos, se realizó el tratamiento estadístico para validar la información recolectada, para finalizar con el planteamiento de resultados obtenidos.

Los procesos utilizados para el desarrollo de la investigación se describen de dos maneras:

Trabajo de campo, donde se evaluaron las características de los elementos que se encuentran expuestos a las precipitaciones intensas, como también el desarrollo de una encuesta para evaluar el nivel de vulnerabilidad.

Trabajo de gabinete, donde se realizó el análisis de la información recolectada, daños generados en la vía, costos de reparación y niveles de precipitación teniendo en cuenta las características de la zona en estudio.

Los pasos que se efectuaron durante la investigación, se describen a continuación:

Se recolectó información sobre los daños ocurridos y los costos generados en la reparación de la vía férrea del tramo Lima – La Oroya durante el fenómeno El Niño Costero 2017, mediante una solicitud con fines académicos dirigida a la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.

Seguidamente, se analizaron las zonas afectadas y los costos generados en la reparación de la vía férrea dentro del tramo Lima – La Oroya, respetando la categorización de subdivisiones impuesta por la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., trabajando con las siguientes:

Primera Subdivisión (PK 1 - 54): Callao - Chosica

Segunda Subdivisión (PK 54 - 172): Chosica - Galera

Tercera Subdivisión (PK 172 - 222): Galera - La Oroya

Figura 13: Puntos de recorrido ferroviario.



Fuente: Ferrocarril Central Andino, 2017.

Se recolectaron datos de precipitación correspondiente al periodo de ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017, teniendo en cuenta a las estaciones meteorológicas cercanas a los tramos donde la vía férrea tuvo mayores daños. Considerando así, las estaciones de Chosica, Santa Eulalia, Matucana, Tamboraque, Casapalca y Yauli. Analizándolas con los años 2015 y 2016, esta información fue brindada, mediante una solicitud dirigida al Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI).

Se realizó una encuesta a los trabajadores de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., con la finalidad de evaluar y determinar otros niveles de vulnerabilidad a los que se puedan encontrar expuestos como empresa.

Se determinó el nivel de riesgo por subdivisiones involucradas dentro del tramo en estudio, teniendo en cuenta la valorización del peligro y vulnerabilidad analizando la información de precipitación, daños, costos de reparación y encuestas.

3.5.2. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos utilizados para la recolección se observan en la tabla 3. Es importante mencionar, que la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A. fue de vital importancia, ya que permitió identificar otros tipos de vulnerabilidad a los cuales se encontraban expuestos, tales como: Vulnerabilidad social, educativa y cultural. Estos fueron analizados mediante el procesamiento de la encuesta realizada, tomando como guía el manual básico para la estimación del riesgo del INDECI (16).

Tabla 3: Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Técnica	Instrumento
Recolección de datos	<p>1. Daños ocurridos y costos generados en la reparación de la vía férrea del tramo Lima – La Oroya durante el fenómeno El Niño Costero 2017. - Obtenido de la empresa Ferrocarril central Andino S.A.</p> <p>2. Precipitaciones intensas registradas durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017, de las estaciones meteorológicas cercanas a los tramos donde la vía férrea tuvo mayores daños. - Obtenido del SENAMHI</p> <p>3. Aplicación de encuestas de elaboración propia. - Adaptado del Manual Básico para la estimación del Riesgo, INDECI.</p>
Procesamiento de datos	-SPSS para procesamiento de encuestas.
Tratamiento estadístico	-Estadística descriptiva e inferencial. -Cuestionario, observación directa.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3. CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Para evaluar el nivel de confianza del instrumento, se utilizó la siguiente fórmula con el que se calcula el coeficiente Alfa de Cronbach:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left(1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right)$$

Con esta fórmula se evaluaron los datos con los que se trabajó, a fin de garantizar la veracidad de la información de estos.

El Alfa de Cronbach, además de ser un coeficiente que determina la confiabilidad de los datos con los que se trabajó, busca que los ítems tengan una cierta relación entre sí. Por lo que, una alta correlación entre los ítems y la variable dependiente se muestra mientras que el coeficiente sea más cercano a uno.

El resultado para la información obtenida de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A. es de 0.74 muestra una excelente fiabilidad de la base de datos. Para la información obtenida del SENAMHI, el coeficiente es de 0.69, por lo tanto, se interpreta que la información recopilada es fiable.

Tabla 4: Alfa de Cronbach

Instrumentos	Ítems (K)	Coeficiente Alfa de Cronbach α
1. Daños ocurridos y costos generados en la reparación de la vía férrea del tramo Lima - La Oroya durante el fenómeno El Niño Costero 2017. - Obtenido de la empresa Ferrocarril central Andino S.A.	61	0.74
2. Precipitaciones Intensas registradas durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017, de las estaciones meteorológicas cercanas a los tramos donde la vía férrea tuvo mayores daños. - Obtenido del SENAMHI	16	0.69

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

4.1.1. DAÑOS GENERADOS EN LA VÍA FÉRREA

Los daños generados a consecuencia de las precipitaciones intensas, fueron la pérdida de vía férrea producto del aumento de caudal y debilitamiento del terraplén, tal como se observa en la tabla 5, donde se ve la cantidad de metro lineal (ML) afectado en cada PK, denominándolo como “Trabajos de emergencia”, cuyo acontecimiento ocurrió solo en la primera y segunda subdivisión.

Tabla 5: Daños de emergencia

Subdivisión	Pk	Mi afectado	Mi total
Primera	14	10	2 127.28
	44	134	
	45+779	73.28	
	46+140	144	
	46+900	171	
	48	180	
	50	550	
	51	80	
	51+195/51+275	175	
	51+641	151	
	52	459	
Segunda	55+560	120	1 130.00
	57	70	
	60+900	40	
	61+700	100	
	62+700	400	
	89+600	400	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14: Daños en el PK 50



Fuente: Ferrocarril Central Andino S.A.

En la figura 14, se muestra los daños generados en el PK 50 perteneciente a la primera subdivisión. Se observa la pérdida del terraplén que dejó la vía férrea sin ningún soporte, dando como resultado 550 ML afectados.

Los daños generados en el PK 62+700 ML perteneciente a la segunda subdivisión, se presentan en la figura 15. Donde se observa la pérdida de la vía férrea, dando como resultado 400 ML afectados.

La pérdida del terraplén en el PK 89+600 ML, perteneciente a la segunda subdivisión, dejó 400 ML de estructura de vía férrea sin soporte, tal como se observa en la figura 16.

Figura 15: Daños en el PK 62+700 ML



Fuente: Ferrocarril Central Andino S.A.

Figura 16: Daños en el PK 89+600 ML



Fuente: Ferrocarril Central Andino S.A.

Los daños definitivos se muestran en la tabla 6. Donde se observa la cantidad de metro lineal (ML) afectado en cada PK, cuyos daños generados fueron los escombros y la contaminación de las vías, producto del material de arrastre que se depositaron por los huaicos. También, podemos observar que los daños denominados como “Trabajos definitivos” ocurrieron en la primera, segunda y tercera subdivisión.

Tabla 6: Daños definitivos

Subdivisión	Pk	MI afectado	MI total
Primera	13 - 14	800	9 109
	38 - 53	8 299	
	54	10	
Segunda	62 - 75	8 996.2	13 087.4
	82+500	20	
	82+900	40	
	83+100	42	
	83+400	25	
	84 - 109	3 157.7	
	88+100	45	
	88+130	70	
	106+400	40	
	110 - 134	254	
	135 - 168	327.5	
	136+500	70	
	Tercera	188 - 294	

Fuente: Elaboración propia.

Los PK con mayor cantidad de ML afectados en cada subdivisión se muestran en las figuras 17, 18 y 19. En la figura 17, se muestra los daños generados entre el PK 38 al PK 53 pertenecientes a la primera subdivisión. Se observan las cunetas colmatadas y las vías contaminadas producto del material de arrastre, dando como resultado 8 299ML afectados.

Figura 17: Daños entre los PK 38 al PK 53.



Fuente: Ferrocarril Central Andino S.A.

Figura 18: Daños entre los PK 62 al PK 75.



Fuente: Ferrocarril Central Andino S.A.

Los daños generados entre el PK 62 al PK 75 pertenecientes a la segunda subdivisión, se presentan en la figura 18. Se observan las cunetas colmatadas y material de arrastre depositado a lo largo de la vía, dando como resultado 8 996.2ML afectados.

Figura 19: Daños entre los PK 188 al PK 294



Fuente: Ferrocarril Central Andino S.A.

En la figura 19, se observa las cunetas colmatadas y las vías contaminadas producto de la caída de huaicos, dando como resultado 274.7ML afectados entre los PK 118 al PK 294, pertenecientes a la tercera subdivisión.

La información presentada en las figuras, son consistentes con la tabla 5 y 6, mostrando la misma cantidad de ML afectados.

4.1.2. COSTOS GENERADOS EN LA VÍA FÉRREA

Se considera los costos generados en la vía férrea a causa de las precipitaciones intensas. En la tabla 7, se presentan los costos generados en la cantidad de metro lineal (ML) afectado.

Tabla 7: Costos por trabajos de emergencia

Subdivisión	Pk	MI afectado	Costos generados	Costos total
Primera	14	10	S/6 645.00	S/7 168 808.67
	44	134	S/318 163.72	
	45+779	73.28	S/392 786.56	
	46+140	144	S/495 171.33	
	46+900	171	S/1 579 624.14	
	48	180	S/52 485.04	
	50	550	S/1 985 129.03	
	51	80	S/77 802.90	
	51+195/ 51+275	175	S/889 365.75	
	51+641	151	S/737 791.12	
52	459	S/633 844.08		
Segunda	55+560	120	S/1 985 129.03	S/3 303 311.53
	57	70	S/245 789.15	
	60+900	40	S/141 500.12	
	61+700	100	S/71 015.99	
	62+700	400	S/826 308.85	
	89+600	400	S/33 568.39	

Fuente: Elaboración propia

Los costos generados por trabajos de emergencia en la primera subdivisión, suman un total de S/. 7 168 808.67, a comparación del costo total generado en la segunda subdivisión, cuyo monto es S/. 3 303 311.53.

Este desembolso de dinero, se utilizó en los trabajos realizados en la reconstrucción de las vías en todos los PK de la primera y segunda subdivisión.

Del mismo modo, se plantea la tabla 8, que considera la información de los costos por trabajos definitivos. Se muestra los costos generados en la cantidad de ML afectados. Se considera a los trabajos de remoción de escombros depositados sobre la vía, limpieza de balasto, alineamiento y nivelación en todos los PK afectados de la primera, segunda y tercera subdivisión.

Tabla 8: Costos por trabajos definitivos

Sudivision	Pk	MI afectado	Gastos generados	Gasto total
Primera	13 - 14	800	S/92 424.58	S/1 083 714.03
	38 - 53	8299	S/958 789.45	
	54	10	S/32 500.00	
Segunda	62 - 75	8996.2	S/1 039 337.46	S/2 649 519.92
	82+500	20	S/16 900.00	
	82+900	40	S/195 000.00	
	83+100	42	S/35 490.00	
	83+400	25	S/21 125.00	
	84 -109	3157.7	S/364 811.35	
	88+100	45	S/38 025.00	
	88+130	70	S/59 150.00	
	106+400	40	S/325 000.00	
	110 - 134	254	S/29 344.80	
	135 - 168	327.5	S/37 836.31	
	136+500	70	S/487 500.00	
	Tercera	188 - 294	274.7	

Fuente: Elaboración propia.

a. Costos adicionales

El incremento de precipitaciones, generó que el río salga de su cauce, inundando las zonas aledañas a su curso y debilitando el terraplén donde se encontraba situada la vía férrea. Al verse vulnerable la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., se vio en la necesidad de direccionar el cauce y recuperar el terraplén, generando así costos adicionales a los trabajos de emergencia.

En la tabla 9, se muestra los costos generados en cauce por PK, haciendo un total S/1 922 300.00 entre la primera y segunda subdivisión.

Tabla 9: Costos adicionales en cauce

Subdivisión	Pk	Costos	Costo total
Primera	44	S/98 000.00	S/1 029 300.00
	45+800	S/210 000.00	
	46+100	S/65 300.00	
	46+900	S/66 000.00	
	49+600	S/98 000.00	
	49+800	S/96 000.00	
	50 - 51	S/98 000.00	
	51+641	S/157 000.00	
	52	S/141 000.00	
Segunda	55	S/98 000.00	S/893 000.00
	57	S/109 000.00	
	61+700	S/98 000.00	
	62+700	S/588 000.00	
	Total	S/1 922 300.00	

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mostrar los costos generados en las canteras, según el volumen extraído, como se presenta en la tabla 10. Se desembolsó el total de S/3 178 322.31 adicionales para la realización de trabajos de emergencia en la primera y segunda subdivisión.

Tabla 10: Gastos adicionales en cantera

Cantera	Volumen extraído (m3)	Gastos
9 de octubre	33 103.20	S/778 334.00
California	40 106.75	S/1 395 189.92
Cementerio	26 120.00	S/865 058.39
Quirio	4 932.00	S/139 740.00
Total		S/3 178 322.31

Fuente: Elaboración propia.

Los daños que se generaron en la vía férrea producto del fenómeno El Niño Costero, ocasionó que la empresa tomara medidas preventivas ante posibles acontecimientos similares a futuro, realizando la fabricación de seis muros de

contención, en los lugares donde la vía férrea se encontraba cercana al cauce del río. Este desembolso de dinero se puede observar en la Tabla 11.

Tabla 11: Costos preventivos

Cantidad	Precio unitario	Costos total
06 muros	S/8 083 947.20	S/48 503 683.20

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, la empresa también generó costos contratando personal y alquilando equipos (maquinarias), para culminar con los trabajos definitivos y de emergencia, para poder restablecer el tránsito de los trenes en el menor tiempo posible. Esta información se da a conocer en la tabla 12.

Tabla 12: Costos adicionales

Costos Adicionales	
Equipos alquilados	S/3 768 966.34
Mano de obra	S/1 625 196.81
Total	S/7 266 524.87

Fuente: Elaboración propia.

b. Costos totales

Para el análisis posterior, se resume en la tabla 13, se muestra los costos realizados por la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017, en la primera, segunda y tercera subdivisión, haciendo un total de S/75 107 920.82.

Tabla 13: Resumen Costos Totales

Descripción	Gastos
Trabajos de emergencia	S/10,472,120.20
Trabajos definitivos	S/3,764,970.24
Cantera	S/3,178,322.31
Cauce	S/1,922,300.00
Muros	S/48,503,683.20
Equipos y mano de obra	S/7,266,524.87
Total	S/75,107,920.82

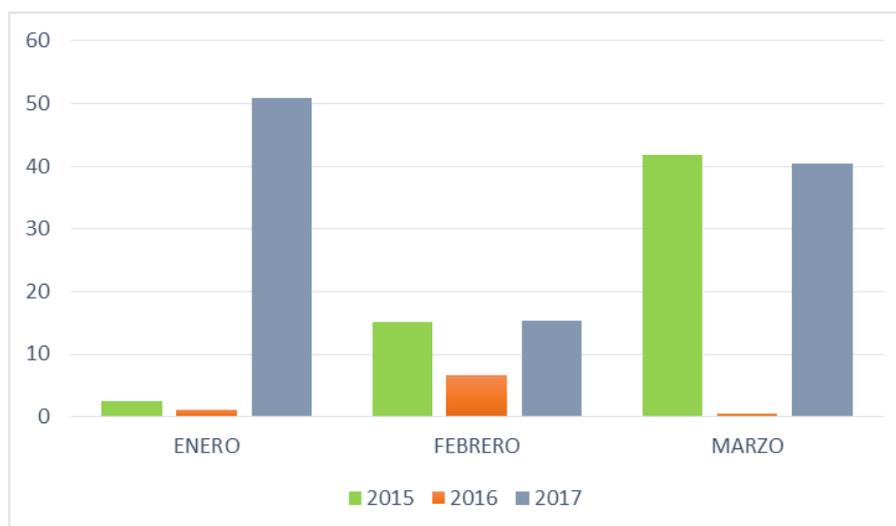
Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. CARACTERÍSTICAS PLUVIOMÉTRICAS DEL FENÓMENO EL NIÑO COSTERO 2017

a. De la precipitación

Se presenta el consolidado de las precipitaciones de los tres primeros meses ocurridos en los años 2015, 2016 y 2017. En la figura 20, se da a conocer el promedio mensual de las precipitaciones registradas en la estación Chosica, donde se observa que la mayor precipitación registrada en los tres años evaluados fue durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017, en el mes de enero con poco más de 50mm, considerada como lluvia muy fuerte.

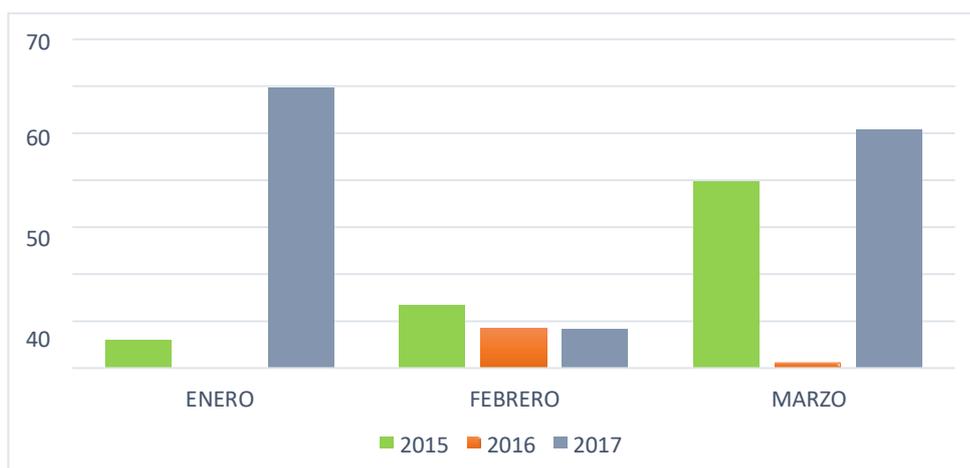
Figura 20: Precipitación mensual registrada en la estación Chosica



Fuente: Elaboración propia

En la figura 21, se observa el promedio mensual de las precipitaciones registradas en la estación Santa Eulalia, donde se observa que la mayor precipitación registrada en los tres años evaluados fue mientras se suscitaba el fenómeno El Niño Costero 2017, en el mes de enero con 60mm, considerada como lluvia muy fuerte.

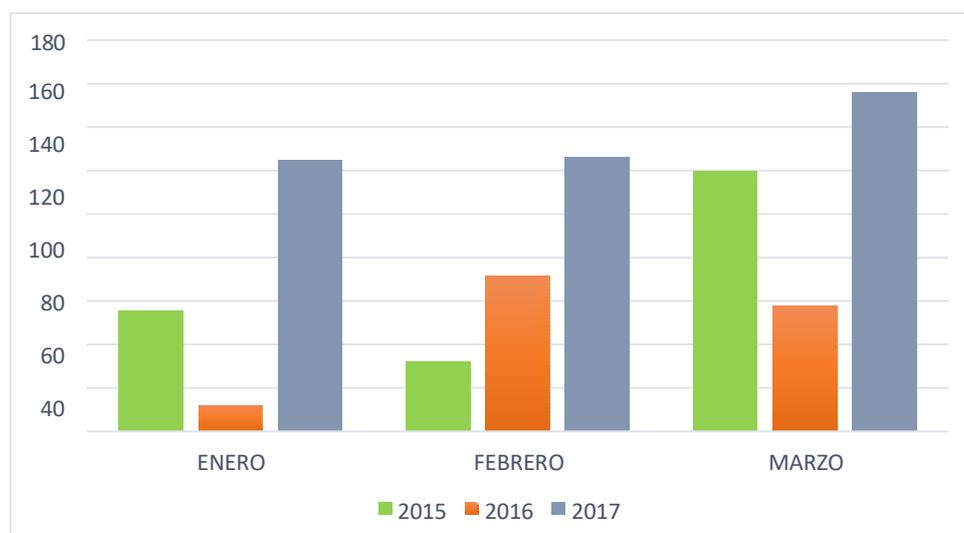
Figura 21: Precipitación mensual registrada en la estación Santa Eulalia



Fuente: Elaboración propia.

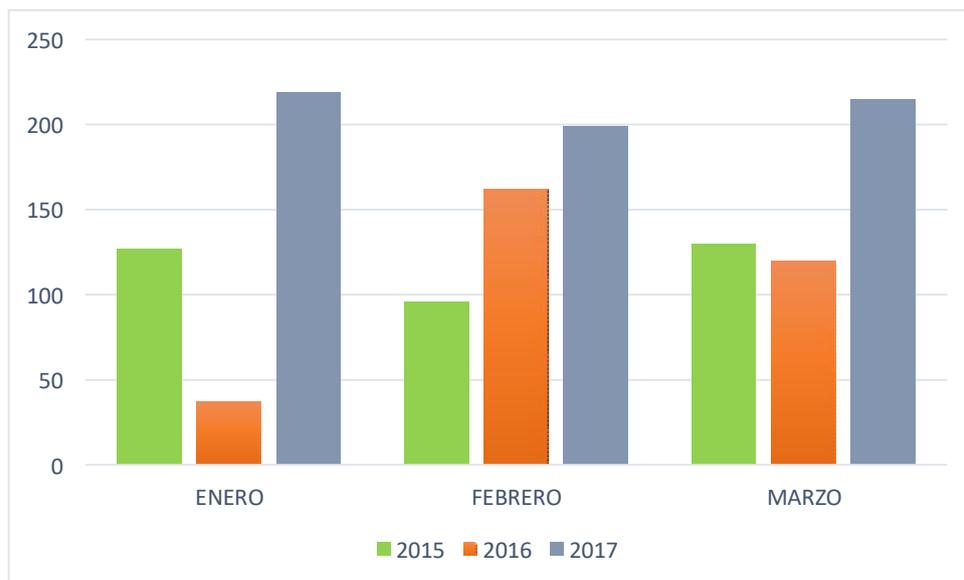
La figura 22, evidencia el promedio mensual de las precipitaciones registradas en la estación Matucana, donde se observa que la mayor precipitación registrada en los tres años evaluados fue mientras se suscitaba el fenómeno El Niño Costero 2017, en el mes de marzo con poco más de 150mm, considerada como lluvia torrencial.

Figura 22: Precipitación mensual registrada en la estación Matucana.



Fuente: Elaboración propia.

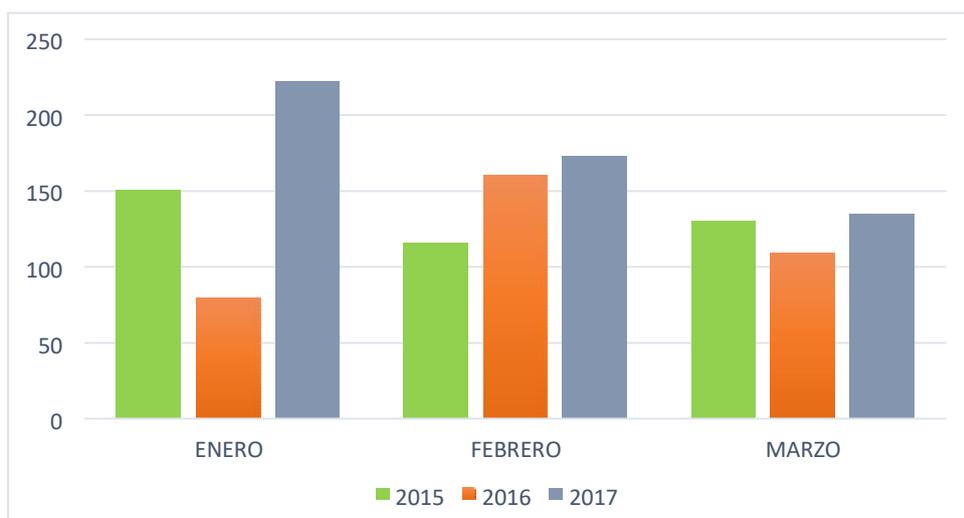
Figura 23: Precipitación mensual registrada en la estación Tamboraque



Fuente: Elaboración propia.

La figura 23, muestra el promedio mensual de las precipitaciones registradas en la estación Tamboraque, donde se observa que la mayor precipitación registrada en los tres años evaluados fue durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017, en los meses de enero y marzo con poco más de 200mm, considerada como lluvia torrencial.

Figura 24: Precipitación mensual registrada en la estación Casapalca

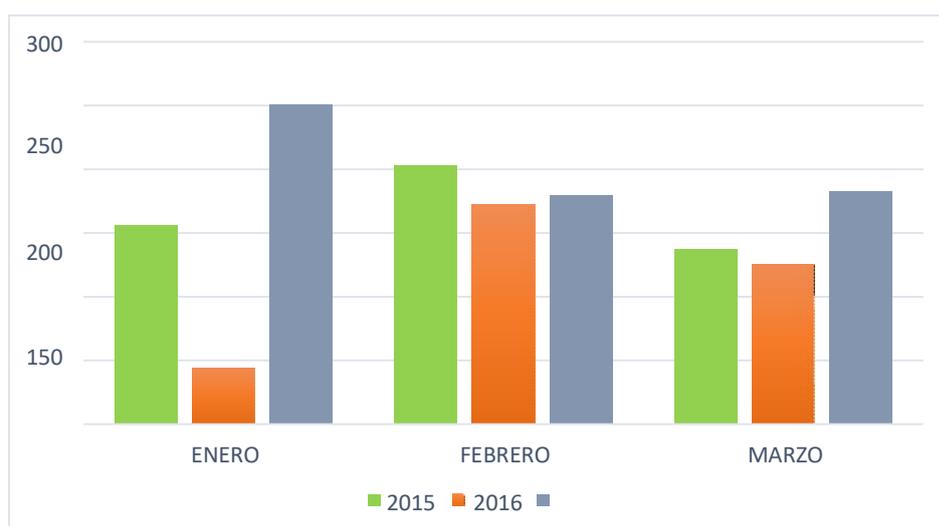


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 24, se observa el promedio mensual de las precipitaciones registradas en la estación Casapalca, donde se observa que la mayor precipitación registrada en los tres años evaluados fue durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017, en el mes de enero con poco más de 200mm, considerada como lluvia torrencial.

En la figura 25, se observa el promedio mensual de las precipitaciones registradas en la estación Yauli, donde se observa que la mayor precipitación registrada en los tres años evaluados fue mientras ocurría del fenómeno El Niño Costero 2017, en el mes de enero con 250mm, considerada como lluvia torrencial.

Figura 25: Precipitación mensual registrada en la estación Yauli - Oroya



Fuente: Elaboración propia

b. Análisis climatológico

El SENAMHI, tiene un mapa climático del Perú que contiene la clasificación y los índices climáticos, estas presentan características climáticas de las 8 regiones naturales del Perú, agrupadas según su nivel altitudinal y el tipo de clima.

Tomando como referencia la información obtenida mediante el mapa climático del Perú, se elaboró un cuadro que muestra las regiones naturales a las que pertenecen las estaciones meteorológicas de donde se obtuvieron los datos de precipitación, presentando condiciones climáticas diferentes. En la tabla 13, se puede observar

las diferentes condiciones climáticas que presenta cada tipo de región, en cuanto a temperatura, precipitación y geomorfología.

Las características pluviométricas analizadas en cada estación meteorológica, presentan un aumento de precipitación, pues se observa que durante el fenómeno El Niño Costero se superan significativamente las cifras de precipitación promedio mensual establecidas, llegando a clasificarlas como precipitaciones intensas.

Tabla 14: Relación climatológica

REGIONES NATURALES	ESTACIÓN/LUGAR	CONDICIONES CLIMÁTICAS	OCURRENCIA FENÓMENO EL NIÑO COSTERO
REGIÓN YUNGA 500 - 2300 msnm	CHOSICA 850 msnm	Clima: cálido - semi seco (Pocas lluvias) Temperatura: entre 15 a 27°C Precipitación promedio anual: 500mm Precipitación promedio mensual: 40mm	Precipitaciones superaron los 50 mm/mes - Lluvia muy fuerte
	SANTA EULALIA 1036 msnm	Geomorfología: relieve rocoso, valles estrechos y quebradas con cerros escarpados.	Precipitaciones llegaron hasta los 60 mm/mes - Lluvia muy fuerte
REGIÓN QUECHUA 2300 - 3500 msnm	MATUCANA 2378 msnm	Clima: seco y frío (Lluvioso) Temperatura: entre los 7 a 23°C Precipitación promedio anual: 700mm Precipitación promedio mensual: 60mm	Precipitaciones superaron los 150 mm/mes - Lluvia torrencial
	TAMBORAQUE 2981 msnm	Geomorfología: Valles interandinos, cerros con suave declive.	Precipitaciones superaron los 200 mm/mes - Lluvia torrencial
REGIÓN PUNA 4000 - 4800 msnm	CASAPALCA 3740 msnm	Clima: frío (Lluvioso) Temperatura: varía entre 0 a 7°C , llegando a -7°C durante las noches.	Precipitaciones superaron los 200 mm/mes - Lluvia torrencial
	YAULI 4100 msnm	Precipitación promedio anual: 800mm Precipitación promedio mensual: 70mm Geomorfología: tipo glaciar, relieves relativamente empinados.	Precipitaciones superaron los 250 mm/mes - Lluvia torrencial

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. NIVEL DE RIESGO ORIGINADO EN LA VÍA FÉRREA DEL TRAMO LIMA – LA OROYA

a. Identificación del peligro

Tomando como referencia el Manual Básico para la Estimación del Riesgo (16). Se identificó a las precipitaciones como un peligro de origen natural, dentro de la clasificación hidrometeorológica y oceanográfica, conocido como lluvias intensas.

Tabla 15: Estratificación del peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCIÓN/CARACTERÍSTICAS	VALOR
PB (Peligro Bajo)	Lluvias de intensidad baja, precipitaciones inferiores a 20mm/mes.	1 - 25 %
PM (Peligro Medio)	Lluvias de intensidad media, precipitaciones inferiores a 50mm/mes.	26 - 50%
PA (Peligro Alto)	Lluvias de intensidad alta y muy alta, precipitaciones entre 51 - 80mm/mes.	51 - 75%
PMA (Peligro muy alto)	Lluvias de intensidad torrencial, precipitaciones superiores a 80mm/mes.	76 - 100%

Fuente: Elaboración propia con base del Manual Básico para la Estimación del Riesgo.

En la tabla 15, se identifican 4 niveles de peligro teniendo en cuenta la climatología de las estaciones. Según la cantidad de precipitación acumulada al mes, ocurrido durante en el fenómeno El Niño Costero. Se promediaron las precipitaciones obtenidas en enero, febrero y marzo de todas las estaciones meteorológicas, considerando así a las lluvias intensas como un peligro muy alto, obteniendo una valorización aproximada de 90%.

b. Análisis de Vulnerabilidad por Subdivisiones

Habiendo identificado el nivel peligro al que se encuentra expuesta la vía férrea del tramo en estudio, y tomando como referencia el Manual para la Estimación del Riesgo (16). Se realizó el análisis de vulnerabilidad con la ayuda de una encuesta

realizada a los trabajadores, identificando los tipos de vulnerabilidad de acuerdo a los fines que persigue la investigación.

Se identificaron 6 tipos de vulnerabilidades en cada subdivisión, siendo la vulnerabilidad física la única que varía en su porcentaje total, esto debido a las variables identificadas que tuvieron un nivel de vulnerabilidad distinto en cada subdivisión. (Anexo 3)

A continuación, se muestra los niveles de vulnerabilidad total obtenidos en la primera, segunda y tercera subdivisión.

Tabla 16: Composición integral de la vulnerabilidad por tipo y nivel – Subdivisión 1

Tipo	Nivel de vulnerabilidad - subdivisión 1				Total
	<u>VB</u>	VM	VA	VMA	
	1-25%	26-50%	51-75%	76-100%	
Física		X			44%
Económica				X	85%
Social		X			50%
Educativa			X		70%
Cultural e Ideológica			X		73%
Científica y técnica				X	92%
				Total	69%

Fuente: Elaboración propia

$$VT = \frac{44 + 85 + 50 + 70 + 73 + 92}{6} = 69\%$$

(Vulnerabilidad Alta)

Al tener como resultado 69% de vulnerabilidad total en la primera subdivisión, se identificó el nivel al que pertenece dicho resultado, obteniendo una vulnerabilidad alta (VA).

Tabla 17: Composición integral de la vulnerabilidad por tipo y nivel – Subdivisión 2

Nivel de vulnerabilidad - subdivisión 2					
Tipo	<u>VB</u>	VM	VA	VMA	Total
	1-25%	26-50%	51-75%	76-100%	
Física			X		57%
Económica				X	85%
Social		X			50%
Educativa			X		70%
Cultural e Ideologica			X		73%
Científica y técnica				X	92%
				Total	71%

Fuente: Elaboración propia

$$VT = \frac{57 + 85 + 50 + 70 + 73 + 92}{6} = 71 \%$$

(Vulnerabilidad Alta)

Al tener como resultado 71% de vulnerabilidad total en la segunda subdivisión, se identificó el nivel al que pertenece dicho resultado, obteniendo también una vulnerabilidad alta (VA).

Tabla 18: Composición integral de la vulnerabilidad por tipo y nivel – Subdivisión 3

Nivel de vulnerabilidad - subdivisión 3					
Tipo	<u>VB</u>	VM	VA	VMA	Total
	1-25%	26-50%	51-75%	76-100%	
Física		X			42%
Económica				X	85%
Social		X			50%
Educativa			X		70%
Cultural e Ideologica			X		73%
Científica y técnica				X	92%
				Total	69%

Fuente: Elaboración propia

$$VT = \frac{42 + 85 + 50 + 70 + 73 + 92}{6} = 69$$

(Vulnerabilidad Alta)

Al tener como resultado 69% de vulnerabilidad total en la tercera subdivisión, se identificó el nivel al que pertenece dicho resultado, obteniendo también una vulnerabilidad alta (VA).

El porcentaje de vulnerabilidad total obtenido en las tres 3 subdivisiones de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., dio como resultado un nivel de vulnerabilidad alta (VA), frente a la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017.

c. Cálculo del riesgo

Para calcular el nivel de riesgo, se tomó como referencia la matriz de doble entrada “Peligro y vulnerabilidad” elaborado por el INDECI (16). Para lo cual se requiere previamente tener los resultados del nivel de peligro identificado y vulnerabilidad.

Figura 26: Matriz de peligro y vulnerabilidad

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

LEYENDA: ■ Riesgo Bajo (< de 25%)
■ Riesgo Medio (26% al 50%)
■ Riesgo Alto (51% al 75%)
■ Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

Fuente: Manual Básico para la estimación del Riesgo (INDECI,2006)

Al identificar un nivel de peligro como “Muy Alto”, y el nivel de vulnerabilidad alta “VA” en las tres subdivisiones, se procede a utilizar la matriz de doble entrada, interrelacionando el nivel de peligro (lado vertical) y el nivel de vulnerabilidad (Lado horizontal), teniendo como resultado un riesgo muy alto.

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las precipitaciones intensas ocurridas durante el fenómeno El Niño Costero 2017, registraron daños inesperados para el sector ferroviario, causando la paralización del transporte de mineral en la primera, segunda y tercera subdivisión. Esto, es consistente con lo mencionado por Guadalupe y Carrillo (9), quienes llegaron a la conclusión de que los procesos geomorfológicos desarrollados en la ciudad tienen suelos de origen erosivo. Esto quiere decir que al entrar en contacto con las gotas de lluvia dan inicio a la escorrentía; ya sea por el tamaño de las gotas, la intensidad o su duración. Ocasionando que la zona sea vulnerable ante las precipitaciones.

Las fuertes precipitaciones generaron el desborde del río Rímac, y la caída de huaicos a lo largo de la vía férrea. O'Connor (12) en su investigación describe que la relación que existe entre el fenómeno El Niño y los huaicos no se da de manera simple como (causa - efecto), puede haber otros factores por los que ocurra deslizamientos de tierra, sin embargo la probabilidad aumenta cuando se presentan crisis climáticas.

O'Connor (12), menciona que los costos extraordinarios en el uso de recurso humano para la rehabilitación y reconstrucción de la zona afectas constituyen problemas económicos importantes, si es que no se planifica de manera integral y puede incurrir en problemas serios que afectarían la estabilidad financiera de la empresa que presenten este tipo de problemas, por ello concluye su investigación con la importancia de contar un seguro.

Esto es consistente ante los daños generados producto de las precipitaciones intensas en la primera, segunda y tercera subdivisión de la empresa Ferrocarril Central Andino, S.A., los costos de reparación fueron superiores a los ingresos que se recibía por parte de la cuarta y quinta subdivisión. Ocasionando un desbalance económico que no estaba previsto dentro de la meta anual establecida por la misma empresa, generando costos que superaron los S/. 75 000.000.00, en tan solo los tres primeros meses del año.

En esta investigación, las intensas precipitaciones fueron el factor determinante para la ocurrencia del desborde del río y la caída de huaicos. Los daños generados en la vía férrea a consecuencia de las precipitaciones intensas, tuvieron mayor cantidad de metro lineal afectado entre el PK 38 al PK 75, involucrando gran parte de su tramo a la ciudad de Chosica, estos daños fueron denominados como trabajos definitivos por la contaminación de las vías productos del material de arrastre de los huaicos.

Minaburo (10), presenta una idea de cómo es el funcionamiento ferroviario y el diseño de la infraestructura, basada en normativas a cumplir para el desarrollo y la fijación de las vías. El autor menciona que establecer la vía férrea sobre un terreno, no solo requerirá de mantenimiento, también estará expuesto a constantes variaciones climáticas que pueden alterar el comportamiento usual del terreno.

Las precipitaciones intensas al ser un peligro de origen natural, no siempre son consideradas como un agente causante de pérdidas económicas en el sector ferroviario, por el contrario, dan mayor importancia a otros agentes producidos por actividades del hombre. Lo que en un futuro resultaría impredecible, pues el fenómeno El Niño Costero podría volver y generar los mismos daños si no se toman medidas preventivas al respecto generando problemas serios que afectarían la estabilidad económica de las empresas, como es el caso de Ferrocarril Central Andino S.A.

Las características pluviométricas obtenidas mediante los datos de cada estación meteorológica, dio como resultado un incremento en la precipitación ocurridos mientras se presentaba el acontecimiento del fenómeno El Niño Costero en todas las estaciones, pasando el promedio de precipitación mensual establecido dentro de las características climáticas de cada región. Tal como como lo menciona en su investigación Martínez y Takahashi (6), describiendo que en el año 2017 el Perú fue terriblemente golpeado por lluvias intensas, además del incremento de temperatura en el mar, comparándolo con el Fenómeno El Niño ocurrido en 1891. Llegando a la conclusión de que las intensas precipitaciones que se registraron en el período de estudio, tuvieron impacto negativo en la población al igual que en los eventos ocurridos en el año 1891, con la diferencia de que en el año 2017 las lluvias se registraron entre los meses de enero a marzo.

Los daños generados en la vía férrea que tuvieron mayor cantidad de metro lineal afectado fueron entre el PK 38 al PK 75, involucrando en su tramo a las estaciones meteorológicas de Chosica y Santa Eulalia, que al realizar el análisis de precipitación resultaron tener un promedio mensual menor en comparación con las demás estaciones, demostrando así la importancia que se tiene que conocer las características climáticas de la región a la que pertenecen, pues la geomorfología no es la misma en todas las regiones, por lo tanto las precipitaciones pueden tener distintas consecuencias dependiendo de la región donde se desarrolle. Según el INDECI, para una determinada región existe un promedio de precipitación, cuando se supera dicho valor y se generan daños se clasifica como "lluvias intensas".

Camacho y Rico (11), mencionan la importancia de realizar un mantenimiento adecuado de las vías férreas y el mejoramiento de condiciones físicas donde se encuentran, teniendo en cuenta no solo actividades producidas por el hombre, sino también actividades de origen natural, como lluvias y huaicos, pues, estos debilitan la infraestructura y la vuelven más vulnerable ante cualquier suceso. Las pendientes y la falta de vegetación son otros factores que también aceleran el curso de los desastres.

En la investigación, para poder obtener el nivel de riesgo en la vía férrea se realizó un análisis de vulnerabilidad física, económica, social, educativa, cultural e ideológica y científica y técnica, considerando las mismas variables para cada tipo de vulnerabilidad en la primera, segunda y tercera subdivisión, a diferencia de la vulnerabilidad física, debido a que la vía férrea constituida en el tramo Lima – La Oroya, abarca grandes regiones diferenciadas según su altitud, por lo tanto las características físicas no son iguales en las tres subdivisiones, sin embargo se obtuvo el mismo resultado de vulnerabilidad total, dando como resultado final un nivel de riesgo muy alto que debe ser contrarrestado a la brevedad posible.

CONCLUSIONES

1. Los daños generados en la vía férrea a consecuencia de las precipitaciones intensas que ocurrieron durante el fenómeno El Niño Costero 2017, afectaron significativamente a la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., originando que paralizara sus servicios a consecuencia de la pérdida de estructura de vía y la contaminación en varios PK a lo largo del tramo Lima – La Oroya, al ser el transporte ferroviario la principal actividad económica para la empresa.
2. El daño generado a la vía férrea del tramo Lima – La Oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017, ocasionó un desbalance económico que no estaba previsto dentro la meta anual establecida por la propia empresa, generando costos que superaron los S/. 75 000 000.00, en tan solo los tres primeros meses del año. Estos costos pudieron ser evitados, si se hubiera realizado un estudio de estimación del riesgo por desastres naturales en todo el territorio del Ferrocarril Central Andino.
3. Las características pluviométricas del fenómeno El Niño Costero 2017, afectó a la climatología de la zona en estudio ya que fueron de mayor intensidad a comparación de los años anteriores. Por lo que resulta de vital importancia conocer las características climáticas de cada región por donde circulan los trenes, previniendo la ocurrencia de algún desastre de origen natural similar en otras regiones.
4. Se realizó un análisis de vulnerabilidad física, económica, social, educativa, cultural e ideológica y científica y técnica, considerando las mismas variables para cada tipo de vulnerabilidad en la primera, segunda y tercera subdivisión, a diferencia de la vulnerabilidad física, debido a que la vía férrea constituida en el tramo Lima – La Oroya, abarca grandes regiones diferenciadas según su altitud, por lo tanto las características físicas no son iguales en las tres subdivisiones, sin embargo se obtuvo el mismo resultado de vulnerabilidad total, dando como resultado final un nivel de riesgo muy alto que debe ser contrarrestado a la brevedad posible.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda brindar charlas informativas y/o talleres de difusión a todos los trabajadores de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., en temas relacionados con el medio ambiente y el fenómeno El Niño Costero. Además de organizar un programa de simulacros anuales, que incluya cómo actuar ante desastres naturales como huaicos, inundaciones, etc.
2. Implementar equipos de medición ambiental para tener un registro y monitoreo a detalle sobre las características climatológicas evaluadas, en este caso un pluviómetro. A la par, realizar estudios o trabajos de investigación sobre los peligros de origen natural y los niveles de riesgo a los que se encuentra el sector ferroviario.
3. Se recomienda llevar un control de accidentes de vía férrea por factores naturales y a su vez realizar un plan de emergencia en la vía férrea cuando ocurren este tipo de eventos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Perú, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del.** *El fenómeno El Niño en el Perú.* Lima : SENAMHI, 2014.
2. **Hay tipos.** Hay tipos. [En línea] 14 de junio de 2017. [Citado el: 27 de marzo de 2019.] <http://haytipos.com/lluvia/>.
3. *Impactos de El Niño y La Niña en las Lluvias del Perú.* **Lavado-Casimiro, W.** 2, Lima : Revista Brasileira de Meteorología, 2014, Vol. 29.
4. **El Comercio.** El Comercio. [En línea] 27 de 03 de 2019. <https://elcomercio.pe/peru/nino-costero-549-puentes-6-mil-km-vias-afectadas-416020>.
5. Ferrocarril Central. [En línea] 27 de 03 de 2019. <https://www.ferrocarrilcentral.com.pe/historia.html>.
6. *¿El Niño costero o Fenómeno El Niño?* . **Martínez, Alejandra y Takahashi, Ken.** 2017, Moneda, págs. 34 - 37.
7. *The very strong coastal El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific.* **Takahashi, Ken y Martínez, Alejandra.** 3, UK : Clim Dym, 2017, Climate Dynamics, Vol. 35, págs. 1-27.
8. *Precipitaciones extremas y sus implicaciones en procesos de remoción en masa en la planificación urbana de Tampico, México.* **Sánchez, Diego.** 2011, Cuadernos Geográficos, págs. 135-159.
9. *Caracterización y análisis de los huaycos del 5 de abril del 2012 Chosica- Lima.* **Guadalupe, Enrique y Carrillo, Norma.** 2012, Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, págs. 69-82.
10. **Minaburo, José Luis.** *Desarrollo del transporte ferroviario en el mundo siglo XIX y siglo XX, caso de estudio, México.* México : Universidad ZAcatenco, 2009.
11. **Camacho, María Eugenia y Rico, Talía.** *Transporte de carga ferroviario en México: perspectivas y realidades.* Ciudad de México : Universidad Nacional autónoma de México, 2015.
12. **O'Conno, Hugo.** *Investigación del huaycp de Chosica - 1987, sus efectos y medidas de mitigación.* Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 1988.
13. **SENAMHI.** *El fenómeno El Niño en el Perú.* Lima : SENAMHI, 2014.
14. *Programa presupuestal 068: Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por actividad: generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño - IMARPE.* **IMARPE.** 1, Lima : Instituto del Mar del Perú, 2017, Vol. 44.
15. **CENEPRED.** CENEPRED. [En línea] 24 de noviembre de 2017. [Citado el: 14 de enero de 2019.] <https://cenepred.gob.pe/web>.
16. Manual Básico para la Estimación del riesgo, **INDECI 2006.** Defensa Civil, Tarea de Todos. [En línea] 27 de junio de 2015. [Citado el: 24 de Abril de 2018.] <https://indec.gob.pe>.
17. **Jiménez, William.** *Contabilidad de costos.* Lima : San Marcos, 2010.
18. **MINAM - SENAMHI.** *El fenómeno EL NIÑO en el Perú.* Lima : PREVAED, 2014.
19. **Hernández, R, Fernandez, C y y Baptista, M.P.** *Metodología de la investigación.* México : McGraw Hill, 2010.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
Problema general ¿Cuánto afectaron las precipitaciones intensas en la vía férrea del tramo Lima – La Oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017?	Objetivo general Determinar cuánto afectaron las precipitaciones intensas en la vía férrea del tramo del tramo Lima – La oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017.	Hipótesis general Las precipitaciones intensas afectaron significativamente a la vía férrea del tramo Lima – La Oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017.	Método general: Científico Alcance: Descriptivo Diseño general : No experimental
Problemas específicos ¿Cuál fue el daño generado a la vía férrea por las precipitaciones intensas en el tramo Lima – La Oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017? ¿Cuánto afectó el daño generado a la vía férrea del tramo Lima - La Oroya, en los costos de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017? ¿Cuáles fueron las características pluviométricas del fenómeno El Niño Costero 2017, en relación a la climatología de la zona en estudio? ¿Cuál fue el nivel de riesgo en la vía férrea del tramo Lima – La oroya, durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017?	Objetivos específicos Identificar cual fue el daño generado en la vía férrea a consecuencia de las precipitaciones intensas en el tramo Lima – La Oroya durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017. Determinar cuánto afectó el daño generado en la vía férrea del tramo Lima - La oroya, en los costos de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A. durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017. Analizar las características pluviométricas del fenómeno El Niño Costero 2017 en relación a la climatología de la zona en estudio. Determinar el nivel de riesgo originado por las precipitaciones intensas en la vía férrea del tramo Lima - La oroya, durante la ocurrencia del fenómeno El Niño Costero 2017.	Hipótesis específicos El daño generado en la vía férrea a consecuencia de las precipitaciones intensas en el tramo Lima – La Oroya durante el fenómeno El Niño Costero 2017, fueron de mayor intensidad comparado con años anteriores. El daño generados en la vía férrea del tramo Lima – La Oroya, afectaron significativamente los costos de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A. durante el fenómeno El Niño Costero 2017. Las características pluviométricas del fenómeno El Niño Costero 2017, según las características de las zonas en estudio, fueron de mayor intensidad comparada con años anteriores. La estimación del nivel de riesgo originado por las precipitaciones intensas en la vía férrea del tramo Lima – La Oroya, fueron	El diseño específico: Transversal o transeccional Población: Precipitaciones ocurridas durante el fenómeno El Niño Costero del 2017 en el tramo Lima – La Oroya. Muestra: No probabilística por conveniencia (precipitaciones que ocurrieron en enero, febrero y marzo) Criterios de inclusión: Precipitaciones consideradas como precipitaciones intensas. Criterios de exclusión: Precipitaciones que no correspondan al fenómeno" El Niño Costero 2017"

irrelevantes para la prevención de desastres
como el fenómeno El Niño Costero 2017.

ANEXO 2: TRABAJOS REALIZADOS PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE LAS VÍAS

Condición Inicial	Trabajo de reconstrucción	Condición final
		

El tipo de daño generado fue la desaparición de la vía férrea, dando como resultado 171 metros lineales afectados en el PK 46+900, perteneciente a la primera subdivisión.

Condición Inicial	Trabajo de reconstrucción	Condición final
		

El tipo de daño generado fue la pérdida del terraplén dejando la vía férrea sin ningún soporte, dando como resultado 550 metros lineales afectados en el PK 50, perteneciente a la primera subdivisión.

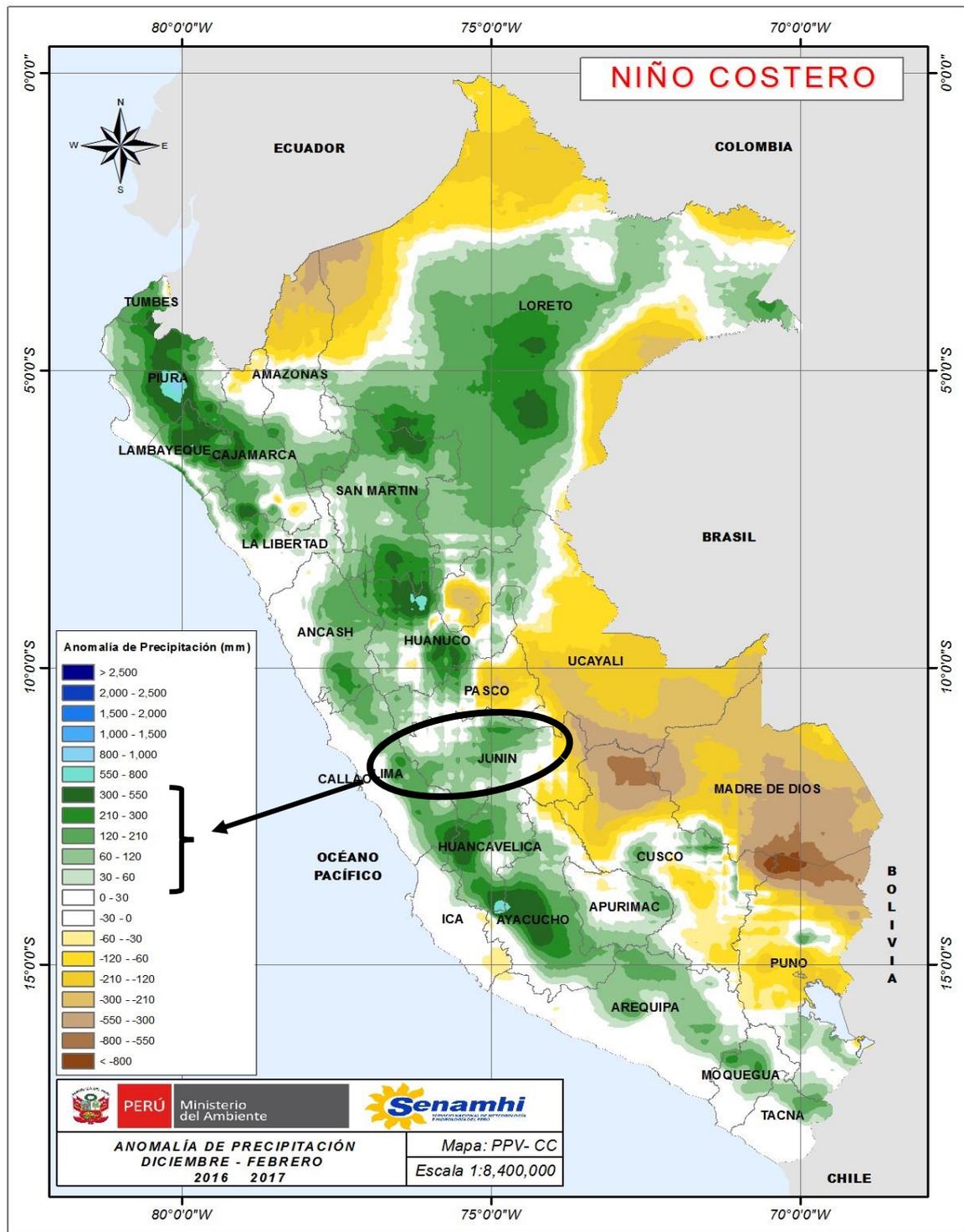
Condición Inicial	Trabajo de reconstrucción	Condición final
		

El tipo de daño generado fue la pérdida del terraplén, dando como resultado 151 metros lineales afectados en el PK 51+641, perteneciente a la primera subdivisión.

Condición Inicial	Trabajo de reconstrucción	Condición final
		

El tipo de daño generado fue la pérdida del terraplén, dando como resultado 400 metros lineales afectados en el PK 62+700, perteneciente a la segunda subdivisión.

ANEXO 3: MAPA DE ANOMALÍAS DE PRECIPITACIÓN POR DEPARTAMENTO



El mapa de anomalías de precipitación establecido por el SENAMHI, fue de gran utilidad para complementar las características climáticas de la zona en estudio, establecidas dentro del departamento de Lima - Junín y las regiones según su piso altitudinal.

ANEXO 4: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FÍSICA

Vulnerabilidad física para la primera subdivisión

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD FÍSICA				VALOR
	VB	VM	VA	VMA	
	1 a 25%	26 a 50 %	51 a 75 %	76 al 100%	
Frecuencia de mantenimiento de la estructura de la vía	Mantenimiento diario	Mantenimiento semanal	Mantenimiento mensual	Mantenimiento anual	25%
Zona de acceso a la vía	Zona accesible y segura a cualquier PK	Zona parcialmente accesible a cualquier PK	Zona poco accesible y poco segura a cualquier PK	Zona totalmente inaccesible	50%
Características de la zona	Zona libre, sin presencia de quebradas Suelo cubierto de materia orgánica	Zona con poca presencia de quebradas. Suelo parcialmente cubierto de materia orgánica	Zona cubierta de quebradas activas. Suelos con poca materia orgánica	Zona cubierta de quebradas activas. Suelos colapsables sin materia orgánica	50%
Tramos de vía colindantes con el río	Distancia promedio menor a 40m	Distancia promedio menor a 30m	Distancia promedio menor a 20m	Distancia promedio menor a 10m	70%
Ley de construcción y manejo ferroviario FEDERAL RAILROAD ADMINISTRATION (FRA)	Con leyes estrictamente cumplidas	Con leyes parcialmente cumplidas	Con leyes sin cumplimiento	Sin ley	25%
Vulnerabilidad Media (VM)					44%

Según las variables establecidas, se determinó para la primera subdivisión una vulnerabilidad del 44% considerada como vulnerabilidad media (VM).

Vulnerabilidad física para la segunda subdivisión

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD FÍSICA				VALOR
	VB	VM	VA	VMA	
	1 a 25%	26 a 50 %	51 a 75 %	76 al 100%	
Frecuencia de mantenimiento de la estructura de la vía	Mantenimiento diario	Mantenimiento semanal	Mantenimiento mensual	Mantenimiento anual	25%
Zona de acceso a la vía	Zona accesible y segura a cualquier PK	Zona parcialmente accesible a cualquier PK	Zona accesible pero poco segura a cualquier PK	Zona totalmente inaccesible	75%
Características de la zona	Zona libre, sin presencia de quebradas. Suelo cubierto de materia orgánica	Zona con poca presencia de quebradas. Suelo parcialmente cubierto de materia orgánica	Zona cubierta de quebradas activas. Suelos con poca materia orgánica	Zona cubierta de quebradas activas. Suelos colapsables sin materia orgánica	75%
Tramos de vía colindantes con el río	Distancia promedio menor a 40m	Distancia promedio menor a 30m	Distancia promedio menor a 20m	Distancia promedio menor a 10m	85%
Ley de construcción y manejo ferroviario FEDERAL RAILROAD ADMINISTRATION (FRA)	Con leyes estrictamente cumplidas	Con leyes parcialmente cumplidas	Con leyes sin cumplimiento	Sin ley	25%
Vulnerabilidad alta (VA)					57%

Según las variables establecidas, se determinó para la segunda subdivisión una vulnerabilidad del 57% considerada como vulnerabilidad alta (VA).

Vulnerabilidad física para la tercera subdivisión

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD FÍSICA				VALOR
	VB	VM	VA	VMA	
	1 a 25%	26 a 50 %	51 a 75 %	76 al 100%	
Frecuencia de mantenimiento de la estructura de la vía	Mantenimiento diario	Mantenimiento semanal	Mantenimiento mensual	Mantenimiento anual	25%
Zona de acceso a la vía	Zona accesible y segura a cualquier PK	Zona parcialmente accesible a cualquier PK	Zona accesible pero poco segura a cualquier PK	Zona totalmente inaccesible	100%
Características de la zona	Zona libre, sin presencia de quebradas. Suelo cubierto de materia orgánica	Zona con poca presencia de quebradas. Suelo parcialmente cubierto de materia orgánica	Zona cubierta de quebradas activas. Suelos con poca materia orgánica	Zona cubierta de quebradas activas. Suelos colapsables sin materia orgánica	30%
Tramos de vía colindantes con el río	Distancia promedio menor a 40m	Distancia promedio menor a 30m	Distancia promedio menor a 20m	Distancia promedio menor a 10m	30%
Ley de construcción y manejo ferroviario FEDERAL RAILROAD ADMINISTRATION (FRA)	Con leyes estrictamente cumplidas	Con leyes parcialmente cumplidas	Con leyes sin cumplimiento	Sin ley	25%
Vulnerabilidad Media (VM)					42%

Según las variables establecidas, se determinó para la tercera subdivisión una vulnerabilidad del 42% considerada como vulnerabilidad media (VM).

ANEXO 5: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ECONÓMICA, SOCIAL, EDUCATIVA, CULTURAL E IDEOLÓGICA, CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, CONSIDERADO PARA LAS TRES SUBDIVISIONES.

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD ECONÓMICA				VALOR
	VB	VM	VA	VMA	
	1 a 25%	26 a 50 %	51 a 75 %	76 al 100%	
Actividad económica	Alto movimiento de transporte de pasajeros. Alto movimiento de transporte y distribución del recurso minero.	Mediano movimiento de transporte de pasajeros. Mediano movimiento de transporte y distribución del recurso minero.	Escaso movimiento de transporte de pasajeros. Escaso movimiento de transporte y distribución del recurso minero.	Sin movimiento de transporte de pasajeros. Sin movimiento de transporte y distribución del recurso minero.	100%
Ingresos obtenidos	Alto nivel de ingresos	Nivel de ingresos esperados	Nivel de ingresos que cubre necesidad básicas	Ingresos insuficientes para cubrir necesidades básicas	76%
Nivel de gastos en reparación	Gastos menores a S/20,000,000.00	Gastos menores a S/40,000,000.00	Gastos menores a S/60,000,000.00	Gastos menores a S/80,000,000.00	90%
Actividad laboral	Actividad laboral en todas las áreas	Actividad laboral en la mayoría de las áreas	Actividad laboral en pocas áreas	Sin actividad laboral	75%
Vulnerabilidad muy alta (VMA)					85%

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD SOCIAL				VALOR
	VB	VM	VA	VMA	
	1 a 25%	26 a 50 %	51 a 75 %	76 al 100%	
Nivel de organización	Áreas y trabajadores totalmente organizados	Áreas y trabajadores parcialmente organizados	Áreas y trabajadores con escasa organización	Áreas y trabajadores no organizados	50%
Participación de las áreas y trabajadores en los trabajos de campo	Participación total	Participación de la mayoría	Participación mínima	Participación nula	75%
Integración de todas las áreas para solucionar problemas ferroviarios	Integración total	Integración de la mayoría	Baja integración	No existe integración	25%
Vulnerabilidad Media (VM)					50%

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD EDUCATIVA				VALOR
	VB	VM	VA	VMA	
	1 a 25%	26 a 50 %	51 a 75 %	76 al 100%	
Programa de capacitación a los trabajadores (Medio Ambiente)	La totalidad de los trabajadores se encuentran capacitados	La mayoría de los trabajadores se encuentran capacitados	Los trabajadores se encuentran poco capacitados	Los trabajadores no se encuentran capacitados	75%
Conocimiento sobre la ocurrencia del fenómeno "El Niño Costero"	Conocimiento por la totalidad de los trabajadores	Conocimiento por la mayoría de los trabajadores	Conocimiento por pocos trabajadores	Sin conocimiento	75%
Campañas de difusión (TV, Boletines)	Difusión frecuente	Difusión poco frecuente	Difusión escasa	Difusión nula	50%
Participación de trabajador	Participación total	Participación de la mayoría	Participación mínima	Participación nula	75%
Programa de simulacros antes desastres naturales	La totalidad de los trabajadores se encuentran preparados ante cualquier acontecimiento	La mayoría de los trabajadores se encuentran preparados ante cualquier acontecimiento	Los trabajadores se encuentran poco preparados ante cualquier acontecimiento	Los trabajadores no se encuentran preparados ante cualquier acontecimiento	75%
			Vulnerabilidad Alta (VA)		70%

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD CULTURAL E IDEOLOGICA				VALOR
	VB	VM	VA	VMA	
	1 a 25%	26 a 50 %	51 a 75 %	76 al 100%	
Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres	Total conocimiento de las causas y consecuencias	La mayoría tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias	Escaso conocimiento sobre las causas y consecuencias	Desconocimiento total de causas y consecuencias	75%
Actitud ante la ocurrencia de desastres	Actitud buena y con liderazgo	Actitud previsoras	Actitud poco previsoras	Actitud conformista	70%
Vulnerabilidad Alta (VA)					73%

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD CIENTIFICA Y TECNOLOGICA				VALOR
	VB	VM	VA	VMA	
	1 a 25%	26 a 50 %	51 a 75 %	76 al 100%	
Existencia de instrumentos de medición y/o monitoreos ambientales	Totalmente implementados	Parcialmente implementados	Con pocos instrumentos	Sin instrumentos	75%
Existencia de trabajos de investigación sobre peligros naturales y nivel de riesgo en el sector ferroviario	La totalidad de peligros naturales fueron estudiados	La mayoría de los peligros naturales fueron estudiados	Existen pocos estudios de los peligros naturales	No existen estudios de ningún tipo de peligro natural	100%
Conocimiento sobre existencia de estudios	Conocimiento total de los estudios existentes	Conocimiento parcial de los estudios	Conocimiento mínimo de los estudios	No tiene conocimiento de los estudios	100%
Vulnerabilidad muy alta (VMA)					92%

ANEXO 6: ENCUESTA REALIZADA Y VALIDADA POR EL ING. MAX AMEZQUITA, SUPERVISOR DE LA EMPRESA FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A Y FERROVÍAS CENTRAL ANDINA S.A.

Impacto de las precipitaciones intensas registradas en la vía férrea del tramo Lima - La Oroya durante la ocurrencia del Fenómeno "El Niño costero 2017"

Encuesta N°:

Departamento: Provincia: Distrito:
Subdivisión: Base: Pk:.....
Nombre del entrevistado(a): Sexo: M () F ()
Área: Cargo: Edad:
Nombre del encuestador: Fecha:/...../.....

I. Datos generales

1. ¿Cuántos miembros integran su familia?
.....
2. ¿Qué cargo familiar ocupa?
.....
3. ¿Cuántos miembros de su familia dependen económicamente de Usted?
.....
4. ¿Es usted un trabajador estable?
Sí () No ()
5. ¿Cuánto tiempo viene trabajando en la empresa?
.....
6. Cuando usted sale a trabajar. ¿Su trabajo se encuentra cerca o lejos de casa?
Muy cerca ()
Cerca ()
Lejos ()
Muy lejos ()

FERROVIAS CENTRAL ANDINA S.A.
VIA & OBRAS
Max Amézquita Calixto
SUPERVISOR

II. Conocimiento: Fenómeno "El Niño Costero"

7. ¿Conoce usted el fenómeno "El Niño Costero"? (Si la respuesta es NO, continúe con la pregunta N°10)
Sí () No ()
8. ¿Piensa que el fenómeno "El Niño Costero" tiene que ver con el cambio climático?
Sí () No ()
9. ¿Con que frecuencia se está dando el fenómeno "El Niño Costero" en los últimos 15 años?
Frecuentemente () Poco frecuente () No se presentó ()
10. ¿Actualmente ha notado cambios en el comportamiento del clima?
Sí () No ()
¿Cómo?, describa brevemente:
.....
.....
11. ¿Con que frecuencia se registró la presencia de lluvias intensas durante el año 2017?
Frecuentemente () Poco frecuente () No se presentó ()
12. ¿Los huaicos afectaron sus actividades laborales?
Sí () No ()
¿Cómo?.....
13. ¿Las lluvias intensas afectaron sus actividades laborales?
Sí () No ()
¿Cómo?.....
14. Ante el peligro de deslizamientos de tierra (huaicos), ¿Cómo se encuentran organizados?
Brigadas de emergencia ()
Comités de seguridad ()
Por áreas de trabajo ()
Otros ().....
15. ¿Cómo se informa usted sobre el clima?
Internet ()
Televisión ()

Radio ()
Periódicos ()
Charlas / Capacitaciones ()
Otros ().....

16. ¿Conoce alguna organización privada o del estado que brinde información o asesoría en temas climáticos o meteorológicos?

Si () No ()

Menciónelos:.....

III. Impactos Generados

17. ¿Qué servicios básicos se han visto afectados durante el fenómeno "El Niño Costero 2017"?

(Indique en una escala del 1 al 5 donde 1 es más importante y 3 - 5 menos importante).

Energía eléctrica ()
Transporte ()
Agua ()
Desagüe ()
Cultivos ()

18. ¿Cuál de estos eventos, afectó más al sector Ferroviario?

(Indique en una escala del 1 al 5 donde 1 es más importante y 3 - 5 menos importante).

Sequias ()
Deslizamiento de tierra ()
Lluvias intensas ()
Granizadas ()
Inundaciones ()

19. ¿Cuál de los servicios que brinda el sector ferroviario, se vio más afectado a consecuencia del fenómeno "El Niño Costero 2017"?

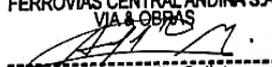
(Marque con un aspa la alternativa que considere más importante)

Transporte de carga de mineral ()
Transporte turístico de pasajeros ()

FERROVIAS CENTRAL ANDINA S.A.
VIA A OBRAS

Max Amézquita Callixto
SUPERVISOR

20. ¿Recibí algún tipo de ayuda durante y después del fenómeno "El Niño Costero"?
- Si () No ()
- Especifique:.....
21. ¿Se vio afectado su jornada laboral a consecuencia del fenómeno "El Niño Costero"?
- Si () No ()
- Especifique:.....
22. ¿La empresa se encuentra preparada ante estos acontecimientos climáticos?
- Si () No ()
- Especifique:.....
23. ¿Cuánto tiempo demoró la reestructuración de la Vía férrea?
- Pocos días ()
- Dos semanas ()
- Un mes ()
- Más de un mes ()
24. ¿Se tomaron acciones correctivas frente a los acontecimientos sucedidos por la presencia del fenómeno
"El Niño Costero"
- Si () No ()
- ¿Cuáles?:.....
25. ¿Se puede prevenir los desastres ocurridos por el fenómeno "El niño Costero"
- Si () No ()
- ¿Cómo?.....

FERROVIAS CENTRAL ANDINA S.A.
VIA & GERAS


Max Amézquita Calixto
SUPERVISOR

Gracias por su colaboración.

ANEXO 7: RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA

A continuación, se muestra el procesamiento de las preguntas que ayudaron a identificar el nivel de vulnerabilidad de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.

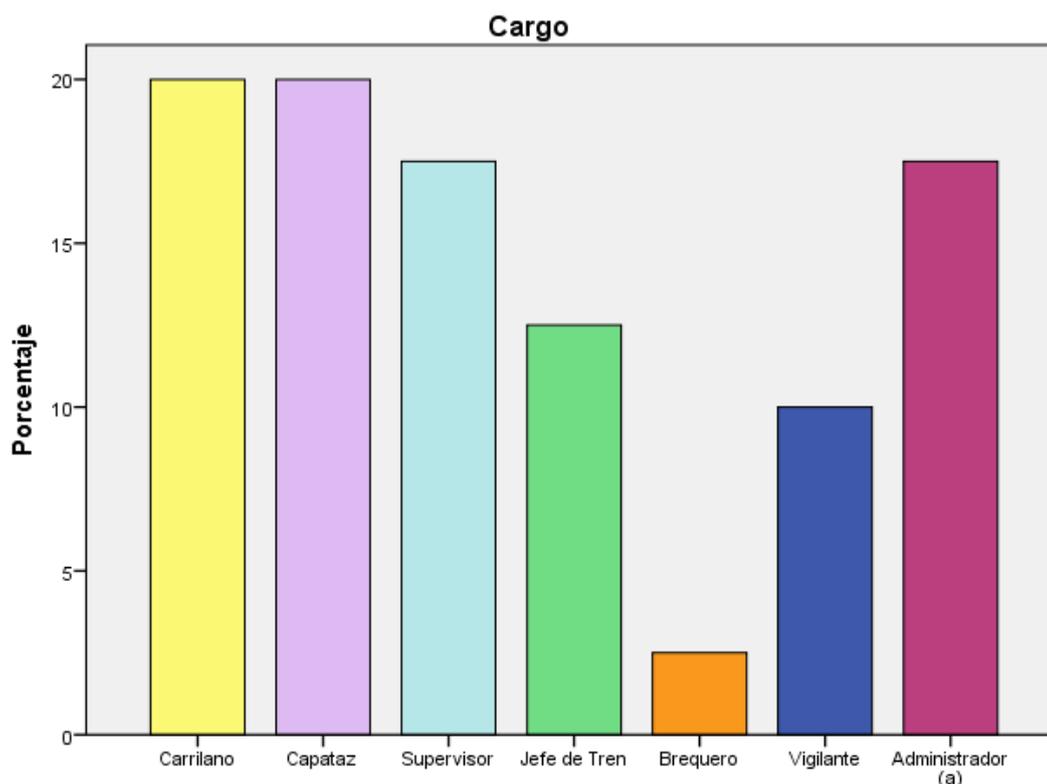
Área laboral al que pertenece

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Seguridad Industrial	3	7,5	7,5	7,5
	Vías y Obras	17	42,5	42,5	50,0
	Operaciones	10	25,0	25,0	75,0
	Mecánica	6	15,0	15,0	90,0
	Asuntos internos	4	10,0	10,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Interpretación: El mayor porcentaje del personal encuestado pertenece al área de vías y obras con un 42,5%, seguido por el área de Operación con un 25%.

Cargo que ocupa dentro de su área

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Carrilano	8	20,0	20,0	20,0
	Capataz	8	20,0	20,0	40,0
	Supervisor	7	17,5	17,5	57,5
	Jefe de Tren	5	12,5	12,5	70,0
	Brequero	1	2,5	2,5	72,5
	Vigilante	4	10,0	10,0	82,5
	Administrador(a)	7	17,5	17,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	



Interpretación: El 20% de los trabajadores encuestados son carrilanos y capataces, estos pertenecen al área de Vías y Obras. De la misma manera se observa que el 17.5% está entre los Jefes de Tren que pertenecen al área de operaciones, y los administradores(as) que pertenecen al área Administrativa.

¿Cuántos miembros de su familia dependen económicamente de usted?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	10	25,0	25,0	25,0
	1	4	10,0	10,0	35,0
	2	19	47,5	47,5	82,5
	3	7	17,5	17,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Interpretación: Los trabajadores de la empresa tienen miembros de su familia que dependen económicamente de ellos, tal como se observa en el gráfico, donde el 47.5% de los encuestados tiene a 2 personas que dependen económicamente de ellos dentro de su ambiente familiar.

¿Su trabajo se encuentra cerca o lejos de casa?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy cerca	1	2,5	2,5	2,5
	Cerca	12	30,0	30,0	32,5
	Lejos	19	47,5	47,5	80,0
	Muy lejos	8	20,0	20,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Interpretación: El 20% de los trabajadores encuestados viven muy lejos de su zona laboral, 47.5% viven lejos de su zona laboral y el 30% viven cerca de su zona laboral.

¿Conoce usted el fenómeno "El Niño Costero"?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	si	24	60,0	60,0	60,0
	no	16	40,0	40,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Interpretación: El 40% de los trabajadores encuestados no tiene conocimiento sobre el fenómeno "El Niño Costero", lo que nos da a conocer un cierto nivel de falta de información.

¿Actualmente ha notado cambios en el comportamiento del clima?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido si	40	100,0	100,0	100,0

Interpretación: El 100% del personal encuestado indica haber notado cambios en el comportamiento del clima, manifestando en su gran mayoría un incremento de temperatura en el ambiente como también la intensidad de lluvias que años anteriores no se evidenciaba.

¿Las lluvias intensas afectaron sus actividades laborales?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	26	65,0	65,0	65,0
No	14	35,0	35,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	

Interpretación: El 65% de los trabajadores encuestados indican que las lluvias intensas afectaron sus actividades laborales, en especial a las personas que viven lejos de su zona de trabajo. Ellos manifiestan que las carreteras se encontraban bloqueadas lo que generó que algunos faltaran al trabajo y otros no pudieran volver a casa.

¿Los huaicos afectaron sus actividades laborales?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	40	100,0	100,0	100,0

Interpretación: El 100% de los trabajadores encuestados indican que los huaicos afectaron sus actividades laborales, manifestando que sus horas de trabajo incrementaron por los daños que se tuvo en la vía férrea.

Ante el peligro de deslizamientos de tierra. ¿Cómo se encuentran organizados?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Brigadas de emergencia	8	20,0	20,0	20,0
Comités de seguridad	14	35,0	35,0	55,0
Por áreas de trabajo	18	45,0	45,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	

Interpretación: El 45% de los trabajadores encuestados indican que se encuentran organizados por áreas de trabajo ante la presencia de peligros de deslizamientos de tierra como los huacos, el 35% indican que se encuentran organizados mediante comités de seguridad y el 20% indica que se encuentran organizados mediante brigadas de emergencia.

¿Qué servicios se han visto afectados durante el fenómeno "El Niño Costero 2017"?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Energía eléctrica	2	5,0	5,0	5,0
Transporte	7	17,5	17,5	22,5
Agua	31	77,5	77,5	100,0
Total	40	100,0	100,0	

Interpretación: El 77.5% de los trabajadores encuestados indican que el servicio básico que se vio más afectado durante el fenómeno "El Niño Costero" fue el agua, seguido por el transporte en un 17.5% y finalmente con un 5% el servicio de energía eléctrica.

¿Cuál de estos eventos afectó más al sector ferroviario?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Deslizamientos de tierra	20	50,0	50,0	50,0
	Lluvias intensas	13	32,5	32,5	82,5
	Inundaciones	7	17,5	17,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Interpretación: El 50% de los trabajadores encuestados indican que los deslizamientos de tierra fueron uno de los acontecimientos que más afectó al sector ferroviario, mientras que el 32.5% indica que las lluvias intensas también afectaron el tránsito de la vía férrea.

¿Cuál de los servicios que brinda el sector ferroviario se vio más afectado a consecuencia del fenómeno "El Niño Costero 2017"?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Transporte de carga de mineral	34	85,0	85,0	85,0
	Transporte turístico de pasajeros	6	15,0	15,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Interpretación: El 85% de los trabajadores encuestados indican que el transporte de minerales es el servicio que más se vio afectado dentro de la empresa a consecuencia del fenómeno El Niño Costero durante el año 2017.

¿Recibió algún tipo de ayuda durante y después del fenómeno "El Niño Costero"?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	75,0	75,0	75,0
	No	10	25,0	25,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Interpretación: El 75% de los trabajadores encuestados indican que recibieron ayuda de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., en especial los trabajadores que manifestaron vivir lejos de la zona del área laboral.

¿Se vio afectada su jornada laboral a consecuencia del fenómeno "El Niño Costero"?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	25	62,5	62,5	62,5
	No	15	37,5	37,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Interpretación: El 62.5% de los trabajadores encuestados manifiestan que su jornada laboral se vio afectada, debido a que tenían que trabajar horas extras en turnos de día y de noche para poder habilitar la vía férrea a la brevedad en el caso del área de Vías y Obras.

ANEXO 8: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

TRABAJADORES ENCUESTADOS DE ÁREAS OPERATIVAS

Carrilano
Sr. Vicente Fernández



Trabajo de reconstrucción
realizados

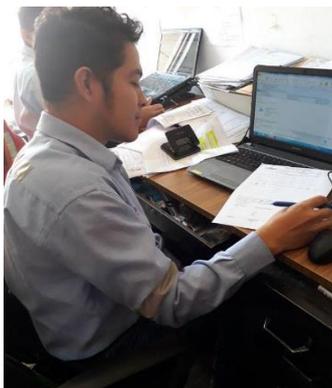


Capataz
Sr. Eusebio Solís



TRABAJADORES ENCUESTADOS DE ÁREAS ADMINISTRATIVAS

Asistente administrativo
Sr. James Macedo



Supervisora del área de
Seguridad
Ing. Sussan Valderrama



Supervisor del área de
operaciones
Ing. Eduardo Calderón



ANEXO 9: INFORMACIÓN RECOPIADA DE ZONAS AFECTAS

CUADRILLA CHOSICA SUR:

CUADRILLA CHOSICA SUR				
ITEM	PK	DESCRIPCION	Vía Contaminada	OBSERVACION
1	38.420	Limpieza de vía en paso a nivel Ñaña	3.00	
2	38.500	Limpieza de vía en paso a nivel Ñaña	100.00	
3	40.400	Limpieza de vía	150.00	
4	40.600	Limpieza de vía	150.00	
5	41.600	Limpieza de vía	15.00	

Ferrovias Central Andina S.A. 

6	41.900	Limpieza de vía en paso a nivel norte	50.00	
7	42.050	Limpieza de vía cambio lado sur desvió Morón	15.00	
8	42.050	Limpieza de cambio vía principal Morón	50.00	
9	42.100	Limpieza de vía en cambio de Morón (línea 2)	100.00	
10	42.150	Limpieza de vía en paso a nivel Los Girasoles	24.00	
11	42.400	Limpieza de vía en paso a nivel de los Girasoles (línea 2)	100.00	
12	43.000	Limpieza de vía principal	266.00	
13	43.250	Limpieza de vía	50.00	
14	43.300	Limpieza de vía	50.00	
15	43.600	Limpieza de vía	50.00	
16	43.650	Limpieza de vía en paso a nivel Huampani	9.00	
17	44.300	Limpieza de vía	150.00	
18	44.370	Limpieza de vía en paso a nivel El Rosario	50.00	
19	44.500	Limpieza de vía	290.00	
20	44.600	Limpieza de vía	100.00	
21	45.010	Limpieza de vía al sur de alcantarilla	120.00	
22	45.350	Limpieza de vía, en el cual hay 12mts de terraplén debilitado	200.00	(12mts de terraplén)
23	45.500	Agua ingresa a la vía férrea	10.00	
24	45.800	Limpieza de vía	15.00	
25	45.900	Limpieza de vía	30.00	
26	46.000	Sin balasto	0.00	
27	46.800	Protección talud de terraplén debilitado por Rio Rímac.	20.00	
28	47.000	Limpieza de vía	110.00	

ANEXO 10: GASTOS RECOPIADOS POR LA EMPRESA FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A.

CUADRILLA CHOSICA NORTE:

CUADRILLA CHOSICA NORTE				
ITEM	PK	DESCRIPCION	Vía Contaminada	OBSERVACION
1	54.020	Estación Chosica ingreso de huaico a las línea principal	500.00	Línea principal, Patio, Talleres y Tornamesa
2	54.485	Limpieza de vía y cuneta al norte de estación Chosica (Puerta norte)	575.00	
3	55.200	PK 55.400 (55.200) Limpieza de puente Santa Rosa	30.00	
4	55.350	Limpieza de vía al sur de puente Santa Rosa	115.00	
5	55.350	Limpieza de vía al norte de puente Santa Rosa	200.00	
6	57.100	Limpieza de vía al norte de puente Canal Huaro	40.00	
7	57.310	Limpieza de vía al sur de paso nivel Piedra Grande	30.00	
8	57.500	Limpieza de vía y cuneta al sur de paso nivel Ricardo Palma	375.00	Del paso a nivel de Ricardo al paso a nivel de La Ronda
9	58.300	Limpieza de vía al sur de paso nivel Juan Velasco	50.00	
10	58.550	Limpieza de cuneta	10.00	
11	58.800	Limpieza de vía al sur de huaico	305.00	
12	59.015	Limpieza de vía al sur de alcantarilla	5.00	
13	59.015	Limpieza de vía al norte de alcantarilla	20.00	

CUADRILLA MATUCANA SUR:

CUADRILLA MATUCANA SUR				
ITEM	PK	DESCRIPCION	Vía Contaminada	OBSERVACION
1	83.900	Limpieza de piedras	100.00	Pk 83.900 al Pk 84+000
2	83.900	Limpieza de piedras en la vía	1.00	
3	84.100	Limpieza de piedras y vía	100.00	Pk 84.100 al Pk 84+200
4	84.300	Piedras en el PK 84.300 y huaico PK 83.300	120.00	
5	84.700	Lodo en la vía	200.00	Pk 84.700 al Pk 84+900
6	84.900	Lodo en la vía (Sur)	3.00	
7	84.900	Huaico en la vía	20.00	
8	85.000	Limpieza de derrumbe de piedras	7.00	
9	85.100	Huaico en la vía	5.00	
10	85.400	Limpieza de vía y cuneta por huaico	100.00	Pk 85.400 al Pk 85+500
11	85.600	Limpieza de vía	50.00	
12	86.000	Derrumbe de piedras	5.00	
13	86.500	Derrumbe de piedras	3.00	
14	87.100	Limpieza de cuneta	400.00	Pk 87.100 al Pk 87+500
15	87.500	Limpieza de piedras en la vía	1.00	

PK 44+000

FICHA TECNICA PK 44+000	
UBICACIÓN	: PK 44.00 DE LA VIA FERREA
METROS LINEALES AFECTADOS	: 134 ML.
TIPO DE AFECTACION	: VIA FERREA AFECTADA
VOLUMEN DE MATERIAL (M3)	: 3,216.00
COSTO INVOLUCRADO	: S/. 318,163.72
NUMERO DE DIAS QUE TOMO EN RESOLVER ESE LUGAR	: 7

PK 46+140

FICHAS TECNICA PK 46+140	
UBICACIÓN	: PK 46+140 DE LA VÍA FÉRREA
METROS LINEALES AFECTADOS	: 144 ML.
TIPO DE AFECTACION	: VIA DESAPARECIDA
VOLUMEN DE MATERIAL (M3)	: 4,536.00
COSTO INVOLUCRADO	: S/. 495,171.33
NUMERO DE DIAS QUE TOMO EN RESOLVER ESE LUGAR	: 14

PK 46+900 PUENTE LOS ANGELES

FICHAS TECNICA PK 46+900 - PUENTE LOS ANGELES	
UBICACIÓN	: PK 46+900 DE LA VÍA FÉRREA
METROS LINEALES AFECTADOS	: 171 ML
TIPO DE AFECTACION	: VIA DESAPARECIDA
VOLUMEN DE MATERIAL (M3)	: 12,568.50
COSTO INVOLUCRADO	: S/. 1,579,624.14
NUMERO DE DIAS QUE TOMO EN RESOLVER ESE LUGAR	: 35

PK 51 HUAICO

FICHAS TÉCNICA PK 51 HUAICO	
UBICACIÓN	: PK 51+145 (HUAICO)
METROS LINEALES AFECTADOS	: 80 ML.
TIPO DE AFECTACION	: VIA DESAPARECIDA
VOLUMEN DE MATERIAL (M3)	: 1,400.00
COSTO INVOLUCRADO	: S/. 77,802.90
NUMERO DE DIAS QUE TOMO EN RESOLVER ESE LUGAR	: 4

CARACOL NORTE (PK 51+641)

FICHAS TECNICA CARACOL NORTE	
UBICACIÓN	: PK 51+641
METROS LINEALES AFECTADOS	: 151 ML.
TIPO DE AFECTACION	: VIA DESAPARECIDA
VOLUMEN DE MATERIAL (M3)	: 4,416.75
COSTO INVOLUCRADO	: S/. 737,791.12
NUMERO DE DIAS QUE TOMO EN RESOLVER ESE LUGAR	: 9

PK 60+900

FICHAS TECNICA PK 60+900	
UBICACIÓN	: PK 60+900 DE LA VÍA FÉRREA
METROS LINEALES AFECTADOS	: 40 ML.
TIPO DE AFECTACION	: VIA DESAPARECIDA
VOLUMEN DE MATERIAL (M3)	: 3,600.00
COSTO INVOLUCRADO	: S/. 141,500.12
NUMERO DE DIAS QUE TOMO EN RESOLVER ESE LUGAR	: 6