



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**“MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA
DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES
GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO
CARROZABLE - HUARAZ”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTORA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

AUTOR:

TARAZONA RINCÓN, CLAUDIA SOFÍA

ASESOR:

DR. TARAZONA MINAYA, ALDO DANTE

JURADO:

DR. RAZA FLORES, JOSÉ

DR. RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, CIRO

DR. SOTO SOTO, LUIS

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria:

A mis padres Aldo Dante y María Elena, con infinita gratitud por su permanente motivación durante el tiempo dedicado a la presente investigación y por inculcarme valores como la responsabilidad y la perseverancia; y a mis hermanos María Cristina y Aldo Sebastián por su cariño y comprensión.

AGRADECIMIENTO:

De manera especial y singular consideración, por su apoyo y enseñanzas a mi Asesor Dr. Aldo Tarazona Minaya y de igual manera a los profesionales correspondientes, por su invaluable apoyo en la realización del presente trabajo de investigación.

Índice General

	Pág.
CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	xi
RESUMO	xiii
I. INTRODUCCION	1
1.1 Planteamiento del Problema	2
1.2 Descripción del problema	2
1.3 Formulación del Problema	3
- Problema General	3
- Problemas Específicos	4
1.4 Antecedentes	4
1.5 Justificación de la Investigación	14

1.6 Limitaciones de la Investigación	14
1.7 Objetivos	15
- Objetivo General	15
- Objetivos Específicos	15
1.8 Hipótesis	16
II. MARCO TEÓRICO	17
2.1 Marco Conceptual	17
III. MÉTODO	69
3.1 Tipo de Investigación	69
3.2 Población y Muestra	75
3.3 Operacionalización de variables	76
3.4 Instrumentos	77
3.5 Procedimientos	77
3.6 Análisis de datos	77
IV. RESULTADOS	81
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	94
VI. CONCLUSIONES	102
VII. RECOMENDACIONES	107
VIII. REFERENCIAS	108
IX. ANEXOS	111

Lista de Tablas

		Pág.
Tabla N° 1	Resultados del test de concordancia	9
Tabla N° 2	Caracterización de movimiento de masa	33
Tabla N° 3	Velocidad de los Movimientos	34
Tabla N° 4	Tipología de suelos (SUCS)	37
Tabla N° 5	Correlación de Tipo de Suelos AASHTO - SUCS	38
Tabla N° 6	Configuración de Ejes	39
Tabla N° 7	Relación de cargas por eje para determinar Ejes equivalentes (EE)	40
Tabla N° 8	Clasificación Vehicular	41
Tabla N° 9	Pesos Vehiculares	42
Tabla N° 10	Descripción de los impactos ambientales identificados en obras de servicio carrozable en operación	59
Tabla N° 11	Matriz de identificación de Impactos en obras de servicio carrozable en operación	63
Tabla N° 12	Vegetación para Taludes	64
Tabla N° 13	Tipos de Estabilización	65

Lista de figuras

		Pág.
Figura 1	Ladera Natural	17
Figura 2	Talud Artificial (Corte o relleno).	18
Figura 3	a) Vista del comportamiento de la estabilidad de un talud con deslizamiento plano, b) Determinación de la Tensión normal y Tensión tangencial sobre superficie de falla.	18
Figura 4	Tipos de movimientos	20
Figura 5	Caídos de bloques por gravedad	21
Figura 6	Caídos de bloques rodando	21
Figura 7	Deslizamiento en suelos	22
Figura 8	Deslizamiento superficial - Creep	24
Figura 9	Indicadores que indican la presencia de un movimiento superficial	25
Figura 10	Deslizamiento rotacional en Movimiento de las masas de tierra	26
Figura 11	Deslizamiento rotacional en Orientación de los árboles	26
Figura 12	Efectos de la estructura en la formación de deslizamientos a rotación	27
Figura 13	Deslizamiento de traslación	28
Figura 14	Flujos en función de la velocidad	28
Figura 15	Flujo de rocas	29
Figura 16	Flujo de Escombros	30
Figura 17	Flujo de lodo	30

Figura 18	Flujo de Tierra	31
	Avalancha por acumulación de materiales producto de una	
Figura 19	gran cantidad de deslizamientos ocurridos en un movimiento	32
	sísmico	
Figura 20	Esquema de estabilidad de una masa de suelo - Talud	35
Figura 21	Patrón de Tendencia	47
Figura 22	Patrón de Desplazamiento	47
Figura 23	Patrón de Diente de Sierra	48
Figura 24	Sistema Ambiental	52
Figura 25	Distribución t-student	74
Figura 26	Distribución F de Fisher	75
Figura 27	Ilustración de la Zona de Estudio	75
Figura 28	Comportamiento del Contenido de Humedad	84
Figura 29	Comportamiento de la Densidad	84
Figura 30	Comportamiento de la Sobre carga	85
Figura 31	Resultado del Procesamiento Eviews 7	85
Figura 32	Datos empleados en el software Eviews 7 para el Procesamiento	86
	correspondiente	
Figura 33	Ilustración de Resultados Post Prueba	87
Figura 34	Resultados post prueba del Contenido de Humedad	88
Figura 35	Resultados post prueba de la Densidad	88
Figura 36	Resultados post prueba de la Sobrecarga	89

RESUMEN

El tipo de suelo de las laderas del sector materia de evaluación, ubicado al Nor-Este de la Localidad de Huaraz, en combinación con las altas precipitaciones, escorrentías generadas y factores geodinámicos activados (falla por rotación existente), generan desplazamientos (inestabilidad) y en consecuencia impactos ambientales durante la etapa de operación de las obras de servicio carrozable, así como también un factor de riesgo alto a cualquier propósito socio – económico en la zona. Es así que, con el objeto de determinar las acciones de mitigación ambiental en base al índice de inestabilidad de la ladera inmersa, se podrá planificar técnicamente el caso de inestabilidad señalada.

El presente trabajo de investigación, plantea determinar qué tan inestable es la ladera en estudio, mediante valores cuantitativos de desplazamiento, obtenidos a través de un modelo matemático de regresión lineal múltiple.

La zona en estudio corresponde al tramo km 0+840 a km 0+980 de la carretera de acceso a la Urbanización el Pinar, cuya selección y recolección de datos, necesidad de la fórmula, se desarrolló durante los periodos Enero - Setiembre 2015, correspondiente a 32 datos; y Abril – Junio 2018, correspondiente a 15 datos; tanto para su procesamiento, elaboración y validación del modelo matemático en el marco del propósito del presente trabajo de investigación.

El modelo matemático de regresión lineal múltiple obtenido mediante el software Eviews 7, resultó ser el siguiente:

$$I = -0.052221 + 0.003188 (W) + 0.036820 \left(\frac{1}{\rho}\right) - 1.07 \times 10^{-5}(SC)$$

Resultando valores equivalentes a desplazamientos de la ladera en estudio, calificados como Desplazamiento Lento, consecuentemente la distorsión del entorno natural, conllevando a impactos del medio intervenido, cuya evaluación indujo a formular la Matriz de Identificación de Impactos (relación de causalidad) en la etapa de operación del servicio para su real evaluación y tratamiento.

Palabras Claves: *Modelo matemático de regresión lineal múltiple, desplazamiento lento, geodinámica, impactos ambientales, Eviews 7, matriz de identificación, preservación, mitigación, remediación, compensación, relación de causalidad, identificación de impactos*

ABSTRACT

The type of soil on the slopes of the evaluation area, located to the northeast of the Huaraz City, in combination with high rainfall, runoff generated and activated geodynamic factors (failure by existing rotation), generate displacements (instability) and consequently, environmental impacts during the operation stage of the truck service works, as well as a high risk factor for any socio - economic purpose in the area. Therefore, if we determine environmental mitigation actions based on the instability index of the immersed slope, we can technically plan the case of instability indicated.

The present research work proposes to determine how unstable the slope in study is, by means of quantitative displacement values, obtained through a mathematical model of multiple linear regression.

The area under study corresponds to the section km 0 + 840 to km 0 + 980 of the access road to the El Pinar urbanization, whose selection and data collection, need of the formula, was developed during the periods January - September 2015, corresponding to 32 data; and April - June 2018, corresponding to 15 data; both for its processing, elaboration and validation of the mathematical model within the framework of the purpose of this research work.

The mathematical model of multiple linear regression obtained through the software Eviews 7, turned out to be the following:

$$I = -0.052221 + 0.003188 (W) + 0.036820 \left(\frac{1}{\rho}\right) - 1.07 \times 10^{-5}(SC)$$

Resulting values equivalent to displacements of the hillside under study, classified as Slow Displacement, consequently the distortion of the natural environment, leading to impacts of the intervened environment, whose evaluation induced to formulate the Matrix of Identification of Impacts (causality) in the stage of operation of the service for its real evaluation and treatment

Keywords: *Mathematical model of multiple linear regression, slow displacement, geodynamics, environmental impacts, Eviews 7, identification matrix, preservation, mitigation, remediation, compensation, causality relation, identification of impacts*

RESUMO

O tipo de solo nas encostas da área de avaliação, localizada a nordeste da cidade de Huaraz, em combinação com alta precipitação, escoamento gerado e fatores geodinâmicos ativados (falha por rotação existente), geram deslocamentos (instabilidade) e conseqüentemente, os impactos ambientais durante a fase de operação das obras de serviço de caminhões, bem como um fator de alto risco para qualquer finalidade socioeconômica na área. Assim, a fim de determinar as ações de mitigação ambiental com base no índice de instabilidade do talude imerso, será possível planejar tecnicamente o caso de instabilidade indicada.

O presente trabalho de pesquisa propõe determinar quão instável é a inclinação em estudo, por meio de valores quantitativos de deslocamento, obtidos através de um modelo matemático de regressão linear múltipla.

A área em estudo corresponde à seção km 0 + 840 ao km 0 + 980 da estrada de acesso à urbanização El Pinar, cuja seleção e coleta de dados, necessidade da fórmula, foi desenvolvida nos períodos de janeiro a setembro de 2015, correspondentes para 32 dados; e abril a junho de 2018, correspondendo a 15 dados; tanto pelo seu processamento, elaboração e validação do modelo matemático no âmbito da finalidade deste trabalho de pesquisa.

O modelo matemático de regressão linear múltipla, obtido através do software Eviews 7, revelou-se o seguinte:

$$I = -0.052221 + 0.003188 (W) + 0.036820 \left(\frac{1}{\rho}\right) - 1.07 \times 10^{-5}(SC)$$

Valores resultantes equivalentes aos deslocamentos da encosta em estudo, classificados como Deslocamento Lento, conseqüentemente, a distorção do ambiente natural, levando a impactos do ambiente intervencionado, cuja avaliação induziu a formular a Matriz de Identificação de Impactos (causalidade) no estágio de operação do serviço para sua real avaliação e tratamento.

Palavras-chave: *Modelo matemático de regressão linear múltipla, deslocamento lento, geodinâmica, impactos ambientais, Eviews 7, matriz de identificação, preservação, mitigação, remediação, compensação, causalidade, identificação de impactos*

I. INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo de investigación denominado “Modelo Matemático de Regresión Lineal Múltiple para determinar los desplazamientos en laderas inestables generadoras de impactos ambientales en obras de servicio carrozable - Huaraz”, busca determinar valores cuantitativos del desplazamiento en laderas inestables generadoras de impactos ambientales, a través de monitoreos constantes de las variables independientes consideradas. Valores cuantitativos, obtenidos de un modelo matemático de regresión lineal múltiple resultante del software estadístico llamado Econometric Views 7, conllevando a la evaluación de potenciales impactos ambientales generables durante la etapa de operación de las obras de servicio carrozable.

Para este trabajo de investigación, se ha considerado que los factores (variables independientes) que influyen decisivamente en las condiciones de estabilidad de una ladera es el contenido de humedad, la densidad, como propiedades físicas; y las cargas de servicio que actúan sobre ésta, como la sobrecarga.

La representación del origen del algoritmo de regresión lineal múltiple del modelo referido, tiene la siguiente forma $I \rightarrow f(\mathbf{w}, \rho, SC)$, en donde el análisis de regresión lineal involucra el criterio de variación o no, del comportamiento de la variable dependiente (índice de inestabilidad) en relación al comportamiento de las variables independientes (contenido de humedad, densidad y sobre carga), es decir si la variable dependiente no varía o se mantiene constante, las variables independientes serán nulas y por tanto no habrá regresión, así mismo si la variable dependiente varía, las variables independientes no serán nulas y por tanto habrá regresión. Criterio y basamento estadístico importante para poder probar las hipótesis formuladas, acorde a los procedimientos establecidos de contrastación, considerando previamente el análisis estadístico de supuestos aplicables a las variables independientes y por bondad de ajuste de los coeficientes de regresión obtenidos, que permite la evaluación de la ecuación lineal.

El software empleado Econometric Views 7 (Eviews 7), permite calcular el modelo de manera eficaz y eficientemente, ya que el análisis estadístico, con fines de evaluación de

los coeficientes del modelo referido, promovido por el Eviews 7 refleja un análisis sofisticado de bases de datos y consecuente generación de pronósticos y simulaciones eficientes. Por lo que se tiene la seguridad de la obtención de algoritmos estadísticamente consistentes.

1.1 Planteamiento del Problema

Si bien es cierto las redes viales de un país es fundamental para su desarrollo y crecimiento porque es el único medio que posibilita el transporte de las personas y los productos a importar y exportar, sin embargo, muchas de estas redes viales deben ser construidas por zonas de material cohesivo, las cuales son en muchas ocasiones generadoras de impactos ambientales.

Es por ello la necesidad de garantizar la seguridad física de la zona, mediante la evidencia de que tan inestable son estas laderas, para fines constructivos como viviendas, centros de servicio público, centros educativos, postas de salud, etc., que son consecuencia del incremento demográfico en la zona, generando nuevas y más demandas, así como correspondiente categorización y calidad requerida, singularidad a tenerse en cuenta obligatoriamente dada su condición de zona urbana o de ampliación urbana intervenida.

Por lo tanto, que se pueda contribuir en la preservación de las condiciones originales de la zona propiciando trabajos de prevención y mitigación, de modo los componentes participantes inactivos (geomorfología) y activos (ecosistemas, fauna, concentración de flora y fuentes de agua), representen los recursos de vida y desarrollo de la zona, será de mucha utilidad.

1.2 Descripción del Problema

La ciudad de Huaraz, se encuentra ubicada a una elevación de 3050 m.s.n.m., sobre terrenos conformados por sedimentos fluvio-gravitacionales, terrazas fluviales,

arenas saturadas, depósitos de arcillas y aluviales. Todos estos materiales han sido producto de residuos coluviales, avalanchas y acción torrencial de las zonas más altas de la localidad. Por lo que, mediante el proceso erosivo, de transporte y de acumulación de éstos, conjuntamente con la acción modeladora de los ríos principales de la localidad de Huaraz (Santa y Quilcay), ha originado las características y geomorfología actual.

Así mismo resaltar que la zona en estudio es también un flanco influenciado por los recursos hídricos generados en la cordillera blanca, propiciando cursos de agua permanentes, dando vida a las cuencas y microcuencas inmersas, conllevando a la concentración de fauna silvestre típica de la zona, así como una vigorosa floresta representada por especies de zonas alto andinas.

La zona de evaluación del presente estudio, es la Carretera de Acceso a la Urbanización El Pinar, el cual está conformado por material coluvial y concentraciones de arcilla, características que no permiten un comportamiento resistente a los agentes geodinámicos de la zona, generando laderas inestables y en consecuencia impactos ambientales que afectan el ambiente, ecosistemas, así como la seguridad física en las personas y vehículos que por ella transitan, es por ello la real necesidad de cuantificar las características de este tipo de suelo para que mediante la eficacia de la evaluación con un modelo matemático de regresión lineal múltiple, se pueda plantear a futuro medidas de mitigación de los impactos ambientales que generan los desplazamientos de las laderas inestables.

1.3 Formulación del Problema

- Problema General

¿De qué manera es posible determinar los desplazamientos en laderas inestables generadoras de impactos ambientales considerando el contenido de humedad, densidad y sobrecarga en obras de servicio carrozable?

- **Problemas Específicos**

- a. ¿De qué manera es posible conocer la influencia del contenido de humedad de las laderas inestables generadoras de impactos ambientales en obras de servicio carrozable?
- b. ¿De qué manera es posible conocer la influencia de la densidad de las laderas inestables generadoras de impactos ambientales en obras de servicio carrozable?
- c. ¿De qué manera es posible conocer la influencia de la sobrecarga en las laderas inestables generadoras de impactos ambientales en obras de servicio carrozable?
- d. ¿De qué manera es posible obtener los coeficientes de regresión del modelo matemático?

1.4 Antecedentes

- **Antecedentes Internacionales**

Ariel, H. (2015). *El Modelo Matemático para la consolidación de suelos no saturados*. El autor obtiene un modelo matemático para poder consolidar los suelos que no presenta humedad considerable, es decir suelos no saturados, en donde hace referencia un modelo desarrollado por Khalili & Khabbaz, que también fue implementado computacionalmente por Beneyto, para este tipo de suelo.

Dentro del desarrollo del modelo, el autor refiere que este tipo de estudios referidos a la “consolidación de suelos no saturados” se evalúa a través del método de “elementos finitos”, y que, en la fecha, con la tecnología actual, se ha

logrado una gran evolución para poder predecir su comportamiento en medios porosos.

El modelo propuesto por el autor, llega a un sistema de ecuaciones “simétricas simples” luego de la simulación de este tipo de suelo con diversos grados de saturación, las cuales, mediante el método de elementos finitos, logró obtener los resultados esperados; concluyendo finalmente que este tipo de estudios, referidos al análisis de estos fenómenos, contribuye en la evaluación de la estabilidad de las estructuras civiles.

Es así que, gracias al modelo obtenido por el autor y considerando las condiciones a ser evaluadas, se puede emplear los modelos simples simétricos o dependiendo de las características que se presenten, modelos más complejos. (ARIEL, 2015)

Las ecuaciones que gobiernan el problema son las siguientes:

- Equilibrio Mecánico.
- Modelo de flujo I: Fase Agua
- Modelo de flujo II: Fase Aire

XuHongwu (2011). *Cálculo de Estabilidad de Taludes de Suelos y aplicación de su fiabilidad.* Menciona que “el análisis involucra varios campos de la ingeniería, con el desarrollo de la infraestructura, los problemas de pendiente se encuentran cada vez más prominente, especialmente en condiciones geológicas complejas, talud artificial y el medio ambiente natural.”

Así mismo refiere que “la manera más sistemática posible de resumir los métodos de análisis deterministas de análisis de estabilidad, es sobre la base de la creación de estabilidad de taludes a través del método slice “equilibrio límite” en Bishop métodos. Así mismo el uso de una simulación de Monte Carlo del

programa MATLAB para lograr la distribución de los parámetros del suelo, indicadores fiables de los efectos de simulación”.

Finalmente concluye que “la variabilidad de los parámetros del suelo tiene un gran impacto en el índice de fiabilidad; la distribución de los parámetros del suelo ayuda a obtener el factor de seguridad estándar de la distribución normal logarítmica normal”. (XUHONGWU, 2011).

López, G., Herrera J., Ostos, A., Lizárraga, L., Hernández, J. (2010). *Aplicación de modelos matemáticos para la obtención de la curva de retención de humedad del suelo.* Los autores refieren que “en la actualidad, en el sector agricultura, se ha visto incrementado el uso de modelos matemáticos que ayudan a caracterizar el movimiento del agua y el transporte de solutos en la zona no saturada, resultando ser necesario poder conocer las propiedades hidráulicas de los suelos, como la curva de retención de humedad”.

Es así que, para poder lograr esto, emplearon diversos modelos analíticos para poder hacer una comparación de 05 modelos de estimación de la “curva de retención de humedad” de suelo y así poder definir el que se ajuste mejor y los parámetros adecuados para su correcta aplicación.

Para esto, llegaron a tomar 570 datos en diferentes zonas de Cuba entre 1990 y 2003, los cuales fueron procesados y evaluados mediante el SCR (Suma de Cuadrados Residuales), R² (Coeficiente de Determinación) y ε (Error Estándar).

Finalmente, el modelo que se adaptó mejor a las condiciones evaluadas, fue la de Van Genuchten, ya que obtuvo resultados considerados por los autores como aceptables. (LÓPEZ, HERRERA, OSTOS, LIZARRAGA, & HERNÁNDEZ, 2010)

Gutiérrez, M. y Niño, A. (2005). *Diseño de un Modelo Matemático para la determinación de la Capacidad de almacenamiento del humedal de Capellanía.* Refieren que su investigación tiene como objetivo principal poder calcular la “capacidad de almacenamiento” del Humedal de Capellanía ubicado en la ciudad de Bogotá - Colombia, en donde procedieron a evaluar variables meteorológicas, climatológicas, geomorfológicas e hidrológicas contenidas en un modelo numérico integrado por 03 modelos: balance hídrico BALHIM, Modelo de sedimentos y Modelo de lluvia-escorrentía, en donde lograron predecir la capacidad de almacenamiento actual y futura para el humedal en estudio y consecuentemente poder tomar decisiones para controlar su uso como receptor de aguas de lluvia estableciendo medidas de prevención. (GUTIERREZ Y NIÑO, 2005).

Pérez, E. (2005). *Estabilidad de Taludes.* El autor refiere que su libro resulta ser la actuación de 02 investigaciones anteriores de *Alonso, Eduardo (1989)*. Una de ellas referidas al “Análisis de la estabilidad de taludes Casos simples. En Corominas, J. (editor), “Estabilidad de Taludes y Laderas Naturales”, Monografía n° 3, Sociedad Española de Geomorfología, pp. 97–118” y la otra referida a “Métodos generales de equilibrio límite. En Corominas, J. (editor), “Estabilidad de Taludes y Laderas Naturales”, Monografía n° 3, Sociedad Española de Geomorfología, pp. 119–166.”

El autor refiere que, para un estudio de estabilidad de taludes, se evalúan los fenómenos de “rotura de masas de suelo o estado último”, en donde uno de los factores que tiene mayor influencia en su inestabilidad, es el peso que se ejerce sobre éste, como fuerza de masa, ya que las acciones gravitacionales siempre van a condicionar las condiciones de estabilidad de un talud; y en menor influencia las posibles cargas externas.

Así mismo señala que el poder conocer las condiciones de estabilidad de las laderas depende mucho también de la evaluación geológico y geomorfológico,

ya que permiten identificar las zonas vulnerables. Considerando también que los relieves montañosos, las precipitaciones en intensidad y tiempo, la erosión en los cauces, formaciones litológicas y hasta la intervención humana, van a ser condiciones desfavorables para las laderas.

Finalmente, el autor concluye que para poder determinar de manera cuantitativa la inestabilidad en taludes y laderas, se requiere del uso de técnicas y/o modelos de mecánica de suelos o rocas dependiendo del tipo de material; y que las aportaciones geológicas y geomorfológicas ayudarán en el análisis, predicciones y soluciones a este problema. (PEREZ, 2005).

Da Costa, A. (2004). *Inestabilidad por degradación superficial de taludes en suelos. Corrección mediante sistemas de refuerzos anclados.* El autor muestra en su investigación un análisis numérico para simular la degradación de un terreno mediante elementos finitos con la finalidad de evaluación de un talud indefinido.

Los resultados que obtiene le permitieron establecer factores críticos, así como condicionantes en el análisis de este sistema. Así mismo su análisis numérico se encuentra dentro de la “Teoría de Plasticidad”, el cual fue implementado en OXFEM de la Universidad de Oxford (programa de elementos finitos), cuya información fue verificada y contrastada mediante el análisis de una cimentación superficial. Finalmente llega a analizar diferentes grados de degradación en la superficie de los taludes reforzados y no reforzados, obteniendo los resultados esperados. (DA COSTA, 2004).

Fuentes, R. Umaña, L. Manquián, N. y Crisp, R. (2000). *Proposición de un modelo matemático simple de persistencia de herbicidas en el suelo.* El paper desarrollado por los autores, muestra como en base a las modificaciones del modelo propuesto por Walker & Barnes, mediante un programa computacional en lenguaje BASIC, se puede plantear un modelo simple de persistencia de

herbicidas en suelos. Es así que el modelo planteado ayuda a simular como diariamente se da la degradación mediante la validación independiente de 03 sub modelos: “el que estima la temperatura, el contenido de humedad y la degradación del suelo”.

Los autores emplearon como método de validación de cada sub modelo de degradación, datos obtenidos en campo de 02 tipos de herbicidas en 02 suelos, una de ellas, metsulfuron-metil y el otro, triasulfuron. En donde emplearon la simulación cinética de primer grado para el metsulfuron-metil y la simulación cinética de segundo grado para el triasulfuron.

En la tabla 1 se muestra los valores obtenidos de la simulación en 1° y 2° grado de los 02 herbicidas en los suelos Cudico 1997 y Malihue 1997, respecto al test de concordancia, coeficientes de regresión lineal y coeficientes de bondad de juste. (FUENTES, UMAÑA, MANQUIÁN, & CRISP, 2000)

Tabla 1.

Resultados del test de concordancia

Fuente: Fuentes, Umaña, Manquián y Crisp-2000

Parámetro	Metsulfuron-metil		Triasulfuron	
	1 ^{er.} orden	2 ^{do.} orden	1 ^{er.} orden	2 ^{do.} orden
Test de concordancia ¹				
Valor de χ^2	0,25	0,34	0,42	0,32
Coefficientes de regresión lineal				
Coeficiente determinación (r^2)	0,902	0,900	0,900	0,932
Pendiente (b)	0,89	0,76	0,83	0,96
Intercepto (a)	0,09	0,17	0,15	0,08
Coefficientes bondad de ajuste				
Coeficiente de forma (CF)	1,13	1,51	0,97	1,32
Índice eficiencia modelaje (IEM)	0,89	0,87	0,85	0,87

- **Antecedentes Nacionales**

Sernanp Perú (2019). *Parque Nacional Huascarán*. El Servicio Nacional de Áreas Verdes protegidas por el estado, señala en su artículo que “el 1° de julio de 1975 fue creado mediante DS. N° 622-75-AG, siendo reconocido por la UNESCO como Reserva de Biósfera el 1° de marzo de 1977 y como Patrimonio natural de la Humanidad en 1985”. (SERNANP, 2019)

Así mismo señala que el PNH se encuentra localizado en la zona norte – centro del nuestro país abarcando la provincia de Huaylas, Yungay, Carhuaz, Huaraz, Recuay, Bolognesi, Pomabamba, Huari, Mariscal Luzuriaga y Asunción, cuenta con una extensión de 340,000 ha y es uno de los más emblemáticos de nuestro país ya que cuenta con la mayor diversidad biológica y cultural. (SERNANP, 2019)

SERNANP (2019) señala lo siguiente:

“El PNH, alberga los nevados más altos del mundo en esta región geográfica. Dentro de sus límites existe cerca de 660 glaciares y 300 lagunas de origen glaciar. Es por eso que la importancia del PNH también se refleja en el potencial hidrológico pues sus nevados alimentan la cuenca de los ríos Santa, Marañón y Pativilca.” (SERNANP, 2019)

Sackschewski, C. (2017). *Soluciones para la estabilidad de taludes de la carretera Canta – Huayllay entre las progresivas del km 102 al km 110*. El autor, dentro de su investigación, tiene como objetivo plantear soluciones de estabilidad que sean desde el punto de vista geotécnico, eficaces, seguras y viables económicamente, para los taludes del Km 102 al Km 110 de la carretera Canta – Huayllay, donde los fenómenos geodinámicos generan mayor riesgo de desplazamiento, los cuales resultaron ser del km 102+780 al km 103+020, del km 104+920 al km 105+010 y del km 109+500 al km 109+580.

Su investigación fue del tipo experimental, desarrollado mediante antecedentes técnicos, observación geológica y geotécnica, toma de datos en campo, ensayos de laboratorio y posterior procesamiento de éstos, mediante análisis retrospectivo, método Bishop simplificado y criterios de rotura de Mohr-Coulomb para suelos; y Hoek & Brown generalizado para rocas.

Concluyendo finalmente que la intervención humana (modificación del terreno), las discontinuidades de la zona, la presencia de agua en las laderas y taludes y zonas temporalmente estabilizadas, fueron los factores determinantes de la inestabilidad en las progresivas del Km 102 al Km 110 de la carretera en mención.

Es por ello que el autor llega a proponer soluciones para poder controlar la inestabilidad evidenciada, mediante mejoramiento de la inclinación de los taludes y construcción de banquetas, ya que presentan un factor de seguridad apropiado acorde al estudio geológico-geotécnicos realizado. (SACKSCHEWSKI, 2017)

Valiente, R., Sobrecases, S., Díaz, A. (2015). *Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, Parámetros de diseño y Métodos de Cálculo*. El paper desarrollado por los autores, muestran una clasificación de los tipos de inestabilidad acorde a la morfología que presentan los taludes, así como la mejor manera de poder caracterizar los taludes geotécnicamente y los principales métodos de cálculo.

Los autores refieren que la rotura de masa del suelo es uno de los fenómenos a considerarse en el análisis de inestabilidad de un talud, en donde uno de los factores responsables es el peso y la filtración que posee el talud, por lo que se hace importante también conocer la cinemática de sus movimientos ya que al precisar sus parámetros resistentes ($c'-\phi'$), se sabrá el tipo de movimiento que

presenta. Para esto señalan además que es necesario considerar el factor de seguridad frente al deslizamiento precisadas en las normas peruanas CE.020, AASHTO LRFD, NAVFAC-DM7 y FHWA-NHI-11-032.

Finalmente plantean el uso de “modelos de equilibrio límite” basados en leyes estáticas para conocer el equilibrio que posee una masa de suelo suponiendo que su resistencia al corte se da a lo largo de la superficie de corte sin considerar sus propias deformaciones; o el uso de “modelos numéricos”. (VALIENTE, SALVADOR, & DIAZ, 2015)

Mostajo, J. (2013). *Estudio de probabilidades de falla e implementación de alternativas de solución al deslizamiento de taludes andino*. El autor señala que hablar y determinar el factor de seguridad de un talud, significa poder definir su estabilidad mediante un análisis matemático que posea la mayor cantidad posible de agentes que influyan en él, como por ejemplo su geomorfología, las cargas que soporte, sus propiedades físicas, mecánicas, filtraciones, etc.

Para la identificación del peligro de deslizamiento en el talud en estudio, el autor describe los siguientes procesos y la relación de estos:

- Clasificación del tipo de deslizamiento potencial.
- Dar valor a la extensión física de cada deslizamiento potencial, en función a su ubicación, área y volumen.
- Definir los probables eventos iniciales, las características físicas y los mecanismos de deslizamientos.
- Calcular un resultado anticipado del movimiento en base a la distancia y velocidad.
- Medidas preventivas a desarrollar frente a flujos y caídas.

Finalmente, el autor llega a determinar que el talud en estudio es inestable y clasifica la falla existente en “falla rotacional”, ya que se ve generada por la

reducción de sus parámetros de resistencia, presencia de nivel freático alto y geomorfología accidentada, por lo que considera como medidas correctivas poder construir estructuras de apoyo y reducir el nivel freático, a fin de mantener el talud en estudio, estable. (MOSTAJO, 2015)

Cusi, D. (2012). *Estudio de Impacto Ambiental de la Carretera Pumarca-Abra San Martín del Distrito de San Sebastián.* El autor menciona que un desarrollo ecológicamente sustentable, llega a darse siempre y cuando la relación y dependencia de la actividad humana con el medio natural sea comprendida.

Su investigación llega a proporcionar conceptos a fin de poder analizar, comprender y evaluar los impactos ambientales en una carretera a fin de plantear las medidas eficaces para su mitigación y/o reducción, siendo posteriormente parte del programa de manejo ambiental.

Finalmente, su investigación llega a contribuir con el entendimiento, sensibilización y aplicación de su estudio pudiéndose identificar los impactos ambientales que las obras de servicio carrozable generan. (CUSI, 2012).

Díaz, J. (2008). *Estabilización de talud de la costa Verde en la zona del Distrito de Magdalena.* Menciona que su investigación se desarrolló en un tramo de 500m en el distrito de Magdalena presentando finalmente métodos de solución y 02 metodologías para su estabilización. Donde dentro del capítulo V, realizó un análisis retrospectivo o “back analysis” para poder determinar los valores que pudieron ser considerados dentro de los parámetros resistentes de este tipo de suelo, que era un suelo conglomerado y predominante en el talud en estudio.

Es así que con la información obtenida pudo mostrar una descripción de la falla, señalando los factores influyentes en la estabilidad del talud y finalmente diseñó dos métodos de estabilización: “Construcción de malla metálica hexagonal de

doble torsión sobre el talud; y arreglo de tierra armada con una pantalla estática ubicada al pie del talud. (DÍAZ, 2008).

1.5 Justificación de la Investigación

Una característica común en las carreteras es tener como riesgo principal el derrumbe de material, proveniente de las laderas y en consecuencia la generación de impactos ambientales durante la etapa de operación de la obra de servicio carrozable, factores que representan modificación de los ecosistemas así como economía ya sea por pérdidas de valor de bienes y productos transportables, retrasos, aislamiento de poblaciones, entre otros, por lo que resulta de gran importancia asegurar la conservación de toda vía de transporte carrozable a través de conocer el comportamiento de las laderas inestables mediante métodos cuantitativos.

La evaluación de las laderas en toda carretera de manera técnicamente adecuada, contempla el factor fundamental para la seguridad de su servicio, de la población que transita por ella y de los ecosistemas. Por lo tanto, toda gestión de conservación vial contempla la seguridad de la transitabilidad de la vía y correspondiente efecto social a favor de las poblaciones inmersas.

Durante la operación de las carreteras, su conservación periódica resulta en un costo equivalente a diez veces más a su conservación rutinaria, es decir que del tratamiento que se les dé a las laderas, previa evaluación adecuada, menor será el costo invertido y menos complejos los planes de conservación vial relacionados con la operación de las vías.

1.6 Limitaciones de la Investigación

Para poder cuantificar el comportamiento de la ladera en el tramo mencionado mediante un modelo matemático de regresión lineal múltiple, se requiere de la medición y evaluación de las variables participantes (desplazamiento de laderas

inestables, contenido de humedad, densidad y sobrecarga) sólo mediante participación de personal calificado ya que en la etapa de medición, necesariamente se debe controlar con rigurosidad cada dato obtenido, así como la consideración de aceptables consideraciones de campo al propósito.

1.7 Objetivos

- **Objetivo General**

Determinar los desplazamientos en laderas inestables generadoras de impactos ambientales considerando el contenido de humedad, densidad y sobrecarga mediante un modelo matemático, con la finalidad de mitigar los impactos ambientales en las obras de servicio carrozable.

- **Objetivos Específicos**

- a. Conocer la influencia del Contenido de humedad de las laderas inestables generadoras de impactos ambientales en obras de servicio carrozable para analizar sus impactos ambientales.
- b. Conocer la influencia de la densidad de las laderas inestables generadoras de impactos ambientales en obras de servicio carrozable para analizar sus impactos ambientales.
- c. Conocer la influencia de la sobrecarga en las laderas inestables generadoras de impactos ambientales en obras de servicio carrozable para analizar sus impactos ambientales.
- d. Obtener los coeficientes de regresión del modelo matemático.

1.8 Hipótesis

- **Hipótesis General**

Un modelo matemático de regresión lineal múltiple considerando el contenido de humedad, densidad y sobrecarga, determina los desplazamientos en laderas inestables generadoras de impactos ambientales.

- **Hipótesis Específicas**

- a. El incremento del contenido de humedad influye en el desplazamiento de laderas inestables generadoras de impactos ambientales en obras de servicio carrozable.
- b. El decremento de la densidad influye en el desplazamiento de laderas inestables generadoras de impactos ambientales en obras de servicio carrozable.
- c. El incremento de la sobrecarga influye en el desplazamiento de laderas inestables generadoras de impactos ambientales en obras de servicio carrozable.
- d. Un software estadístico obtiene los coeficientes de regresión del modelo matemático.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Tipología de Inestabilidades

Hablar de inestabilidad en un talud o ladera, es poder realizar la identificación y caracterización del comportamiento que presentan, frente a factores geodinámicos para poder clasificar el grado de inestabilidad que presenta. La estabilidad en una masa de suelo puede ser analizado también mediante la evaluación del tipo de rotura que presenta, ya que, con esta información se podrá mejorar las condiciones de estabilidad, mediante la determinación de los factores actuantes que generan la inestabilidad. Hay que tener en cuenta que una mala evaluación y análisis de estas, podría dar lugar a soluciones no producentes frente al propósito de estabilidad de las masas. (VALIENTE, SALVADOR, & DIAZ, 2015)

2.1.2 Superficie Inclinada

Hablar de una superficie inclinada es hablar de un área de tierra que no es plana, por el contrario, presenta cambios de altura sustanciales, es decir, presenta una pendiente. Es así que en la Figura 1 se aprecia que cuando la geoforma actual fue mediante un proceso natural, se llama ladera y en la Figura 2 se aprecia que cuando la geoforma actual se conformó artificialmente, se llama talud. (DE MATTEIS, 2003)

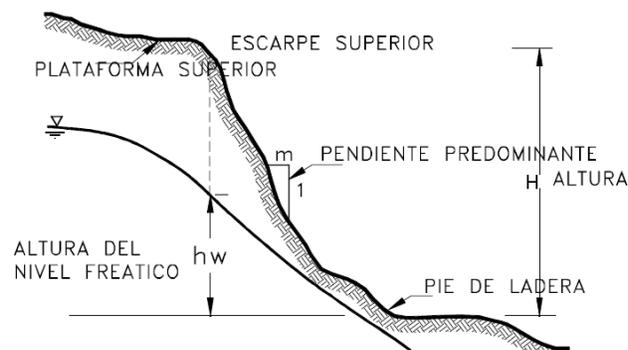


Figura 1. Ladera Natural. De Matteis, A. (2003)

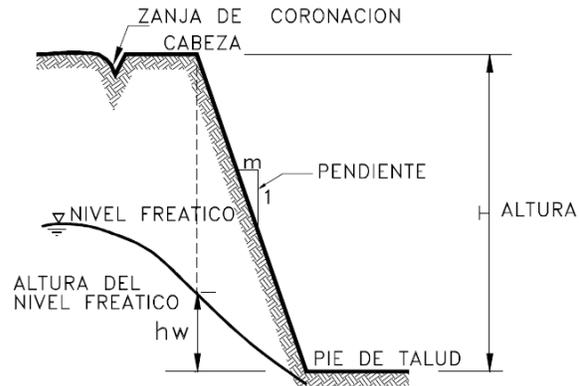


Figura 2. Talud Artificial (Corte o relleno). De Matteis, A. (2003)

2.1.3 Estabilidad en Talud Definido

Para poder analizarse las condiciones de estabilidad en un talud definido, se requiere que los deslizamientos traslacionales posean un área de deslizamiento paralelo a la superficie de falla y propenso al movimiento; y que la profundidad del movimiento que posea, sea menor a la longitud de la superficie, tal como se aprecia en la figura 3. (PÉREZ, 2005)

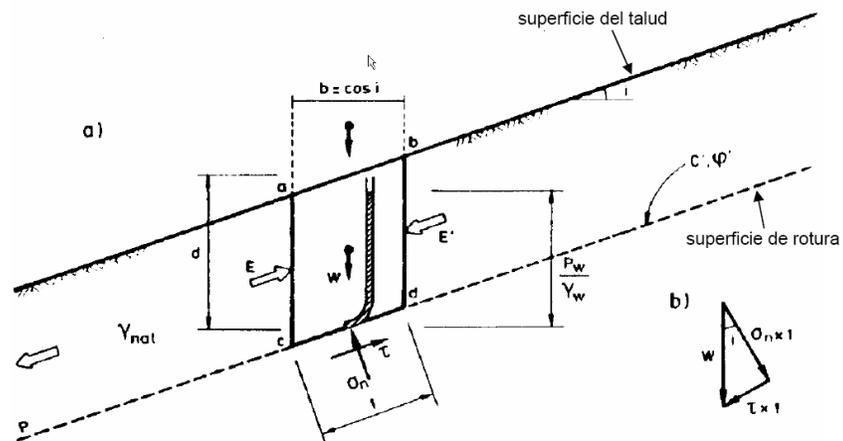


Figura 3. a) Vista del comportamiento de la estabilidad de un talud con deslizamiento plano, b) Determinación de la Tensión normal y tensión tangencial.(PÉREZ, 2005)

Pérez (2005), señala que, si la tensión de corte τ existente en esta superficie es igual a la resistencia al corte, entonces se tendría una situación inestable; y acorde a lo planteado por Mohr-Coulomb, cuando se trata de “tensiones efectivas”, es necesario determinar la tensión normal σ y la presión que genera el agua p_w para calcular la tensión de rotura, τ_f , en ese mismo plano. Por lo que el cociente de ambas tensiones resultaría en una definición aceptable de coeficiente de seguridad, tal como la siguiente expresión:

$$F_r = \frac{\tau_f}{\tau} \quad \dots (1)$$

2.1.4 Movimiento de Masa

Dentro de los movimientos de masa, según Vargas, internacionalmente han sido clasificados en los siguientes tipos:

- Caído
- Inclinación o Volteo
- Deslizamientos
- Flujos
- Avalanchas
- Movimientos Complejos

Sin embargo, su descripción o clasificación también puede darse considerando su desplazamiento relativo, tipo y tamaño de la masa de suelo, velocidad del movimiento, mecanismo de transporte, proceso geomorfológico, forma de ruptura, mecanismo de ruptura, agente detonante, así como su magnitud de movimiento en base al volumen, velocidad, intensidad y actividad en los desastres causados, para posteriormente ser cuantificados. (VARGAS, 2000)

Para Vargas (2000), el movimiento en masa resulta ser todo tipo de desplazamiento gravitacional de un material litológico, es decir, movimiento en forma vertical o en dirección del pie de una ladera o talud. Sin embargo,

considera que se debe tener en cuenta que el término “movimiento en masa” resulta de gran importancia en investigaciones; y los “deslizamientos de terreno” en trabajos comunales.

2.1.5 Clasificación de los Movimientos de Masa

Várnés (1978) da a conocer un sistema de “clasificación de movimientos en masa”, los cuales se muestran en la figura 4, en el cual señala y describe los principales tipos de movimiento que se pueden presentar.

Ciertos tipos de estos movimientos, se encuentran referenciados dentro de la clasificación de los procesos de inestabilidad antes de la presencia de un deslizamiento; sin embargo, muchas veces se dificulta determinar cuándo son factores causantes de la inestabilidad; o cuando son solo procesos previos de deterioro. (VARGAS, 2000)

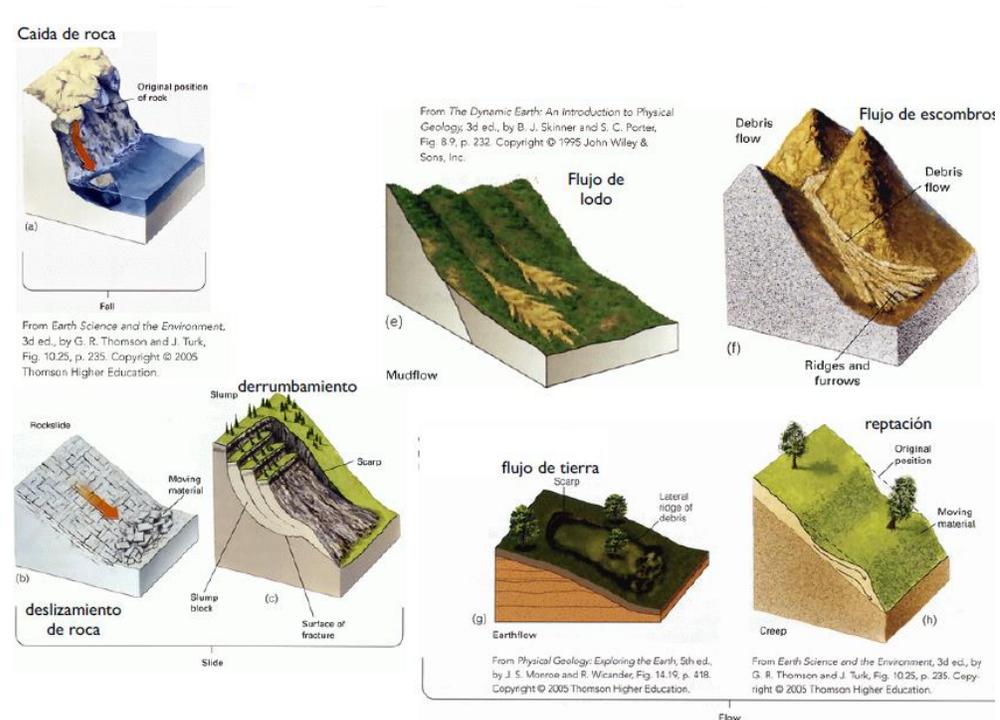


Figura 4. Tipos de movimientos. Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

2.1.5.1 Caído. Mayormente en rocas, se presenta en el momento del desprendimiento de una masa de cualquier tamaño a lo largo de una superficie, en donde no se presenta un deslizamiento de corte y cae por gravedad, es decir por caída libre cuando la pendiente es superior a los 75° como se muestra en la figura 5, o mediante rodamiento cuando la pendiente superficial es menor a 45° , como se muestra en la figura 6. (VARGAS, 2000)

En este tipo de movimiento, la velocidad de desprendimiento se clasifica como “muy rápido o extremadamente rápido”, y muchas veces suele ser iniciado por menores movimientos que ocasionan el desprendimiento progresivo del bloque. (VARGAS, 2000)

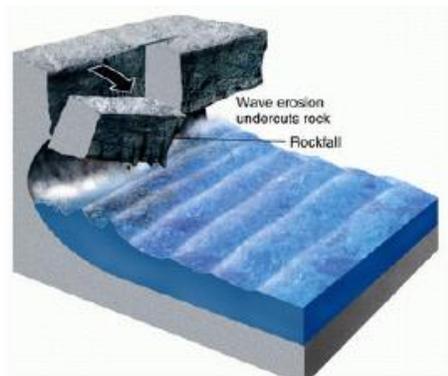


Figura 5. Caídos de bloques por gravedad. Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

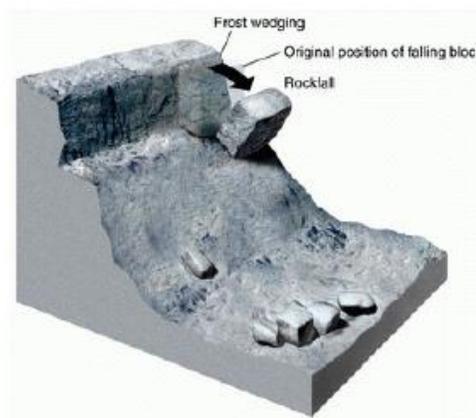


Figura 6. Caídos de bloques rodando. Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

2.1.5.2 Inclinación o Volteo. Generalmente ocurren en formaciones rocosas mediante rotación hacia adelante del bloque, dependiendo de las características geológicas de la estructura, ya que estos definen el tipo de inclinación, ya sea en caído o derrumbe. Estas inclinaciones pueden ser o extremadamente lentas o extremadamente rápidas. (VARGAS, 2000)

2.1.5.3 Deslizamientos. Según Brabb (1989), este tipo de movimiento es uno de los más peligrosos por considerarse altamente destructivo, es decir causante de daños físicos y materiales; sin embargo, la identificación de este tipo de movimiento con anticipación puede evitar daños, acorde a las medidas de control o prevención.

Este tipo de movimiento se da de manera secuencial sobre la superficie que posee la falla y se puede dar en masas completas, como en masas independizadas como se muestra en la figura 7.

Se debe tener en cuenta que los deslizamientos pueden resultar por la tipología del suelo o por acciones humanas como cortes, rellenos, deforestación, entre otros. (VARGAS, 2000)

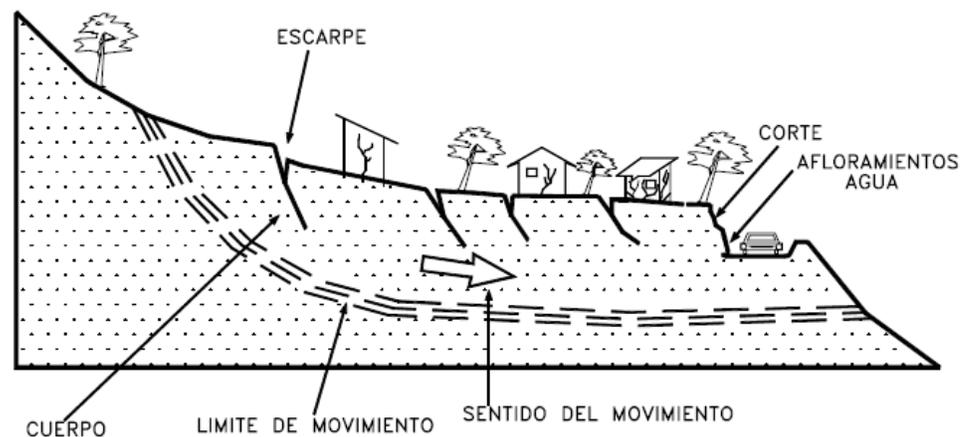


Figura 7. Deslizamiento en suelos. Hutchinson, J. (1968)

Los deslizamientos poseen una clasificación acorde a la velocidad del movimiento de las masas, es por ello que inicialmente fueron determinadas

por Hutchinson en 1968 y posterior a ello por Varnes en 1958 y 1978, siendo actualizado en 1996 por Cruden y Varnes en el “Special Report 247” del Transportation Research Board de los Estados Unidos.

Es así que Cruden y Varnes, plantean los criterios más comunes que deben considerarse para poder hacer una clasificación de los deslizamientos, tales como:

- Para la masa movida: Forma, volumen y naturaleza.
- Para el movimiento: Tipo, partes, velocidad, forma y trayectoria.
- Los daños originados.

Por lo que se describe la siguiente clasificación:

2.1.5.3.1 Deslizamiento Superficial (Creep). Este tipo de deslizamiento, es mayormente conocido como reptación y consiste en el movimiento del suelo que va de muy lento a extremadamente lento sin poseer una superficie definida de falla.

La cantidad de movimiento que presenta un creep, es de poquísimos centímetros por año, pero puede generar daño a grandes áreas de superficie, como se muestra en la figura 8.

El creep puede ser originado por modificaciones climáticas referidas al contenido de humedad de un suelo blando o alterado. Este tipo de deslizamiento puede llegar a ser el inicio de movimiento más rápidos como flujos. (VARGAS, 2000)

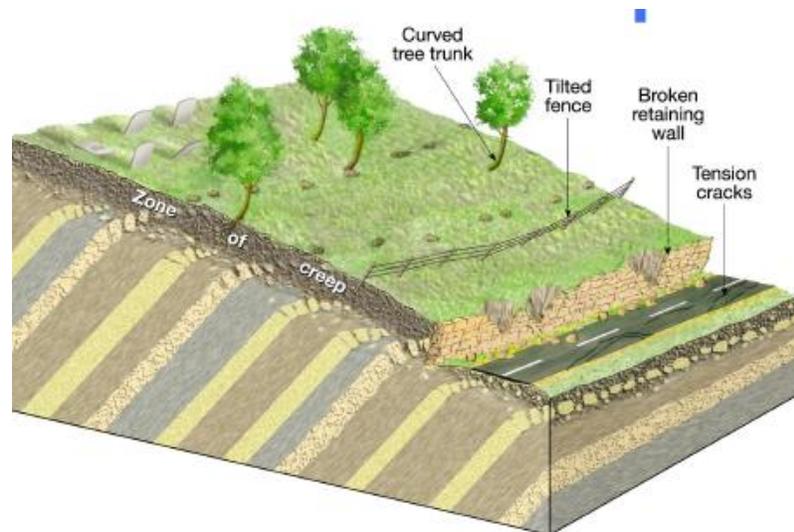


Figura 8. Deslizamiento superficial - Creep Leroueil S., Locat J. , Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

Este tipo de deslizamiento suele abarcar grandes áreas y el movimiento superficial que genera, es independiente de las capas más profundas del suelo, sin embargo, no podemos definir una superficie de desplazamiento. (DE MATTEIS, 2003)

Según Terzagui existen 02 clases de creep:

- *Estacional*, que solo afecta a la capa superficial del suelo de la ladera, de espesor estimada máxima de 01 metro, y que está expuesta a cambios o modificaciones climáticas originadas por el humedecimiento o secado del suelo y expansiones y contracciones térmicas
- *Masivo*, que abarca superficies más profundas del suelo, donde solo se puede atribuir su inestabilidad al efecto gravitacional. (DE MATTEIS, 2003)

En la figura 9, se aprecia la existencia de indicadores de un movimiento superficial.

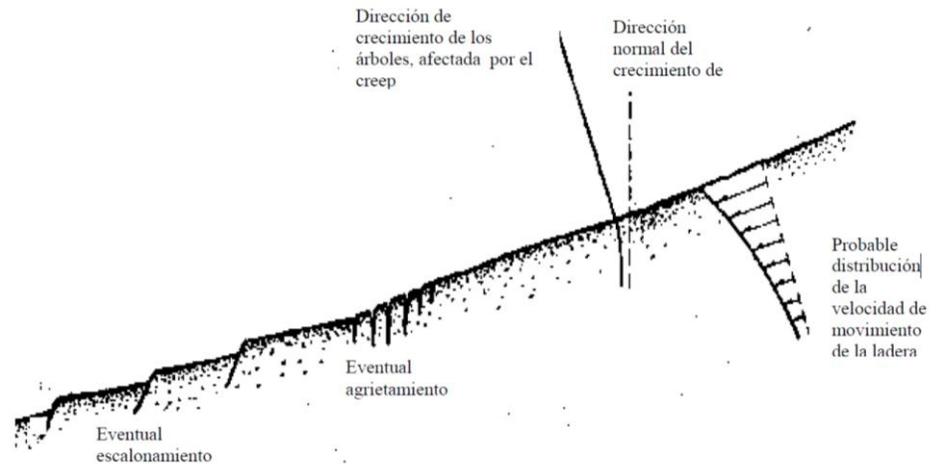


Figura 9. Indicadores de la presencia de un movimiento superficial. De Matteis, A. (2003).

2.1.5.3.2 Deslizamiento Rotacional. Para poder clasificar un movimiento de masa de este tipo, se debe concluir que la curva originada sea porque su centro de giro es mayor al centro de gravedad del área de movimiento, como se aprecia en la figura 10 y 11. (DE MATTEIS, 2003)

Si queremos analizarlo mejor, visto en planta se puede observar que el deslizamiento cuenta con una serie de fracturas cóncavas y concéntricas en la dirección al movimiento de la masa, es decir el movimiento produce el hundimiento en la parte superior y el deslizamiento en la parte inferior. (DE MATTEIS, 2003)

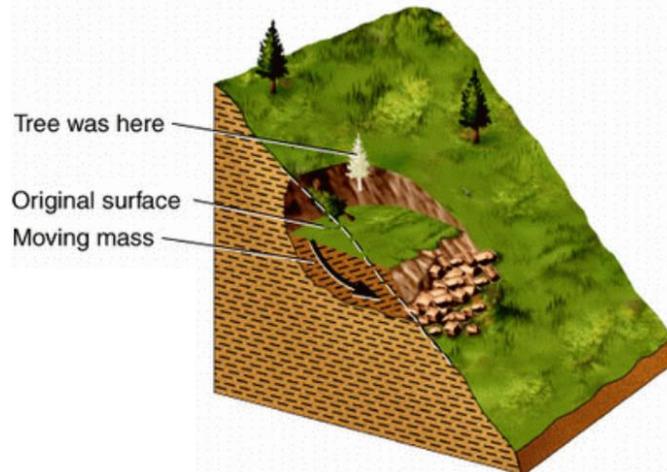


Figura 10. Deslizamiento rotacional en Movimiento de las masas de tierra. Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

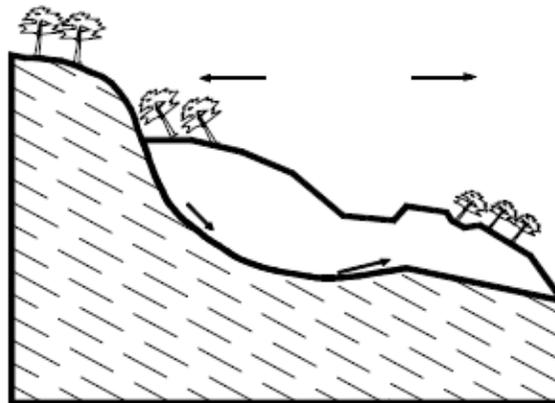


Figura 11. Deslizamiento rotacional en Orientación de los árboles. Hutchinson, J. (1968)

Según Skempton y Hutchinson (1969), los deslizamientos rotacionales en suelos, generalmente tienen una relación D_r/L_r entre 0.15 y 0.33. (DE MATTEIS, 2003)

En su mayoría, una vez ocasionado el deslizamiento rotacional, se da origen a diversos deslizamientos también curvos y sucesivos

que bien pueden conformar áreas de desplazamientos grupales o independientes. (VARGAS, 2000)

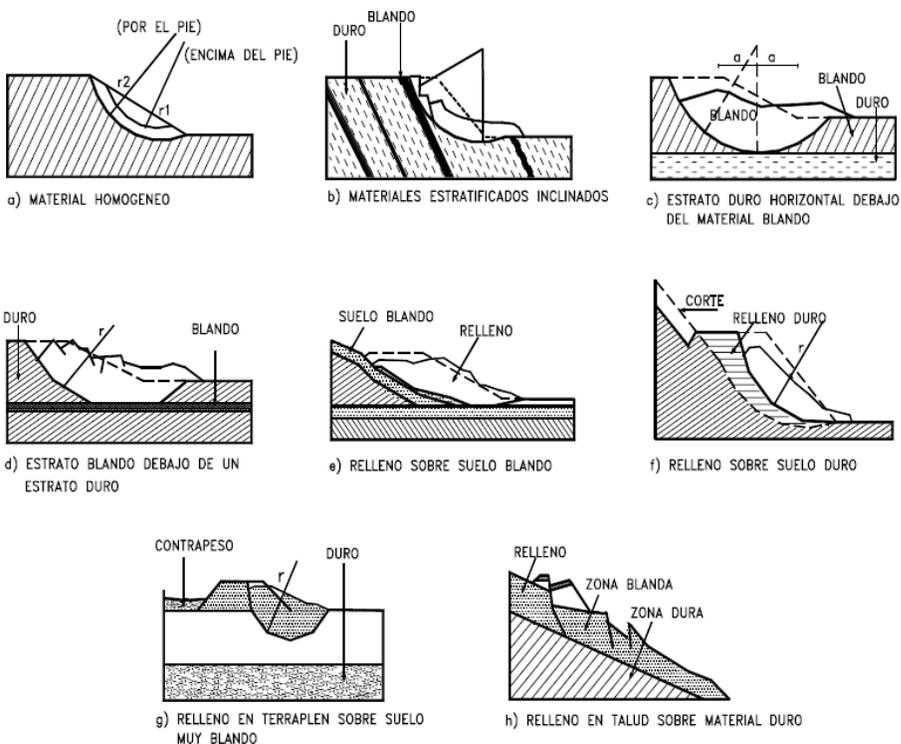


Figura 12. Efectos de un área originados en la formación de deslizamientos por rotación. Hutchinson, J. (1968)

2.1.5.3.3 Deslizamiento de Traslación. Un deslizamiento de traslación se da cuando existe desplazamiento de una masa de suelo sobre una superficie plana u ondulada, ya sea hacia afuera o abajo, y no tiene movimiento de rotación, tal como se puede apreciar en la figura 13. (VARGAS, 2000)

Los deslizamientos de traslación tienen comúnmente, una relación $D_r/L_r < 0.1$.

Mayormente en este tipo de deslizamiento, existe deformación y/o ruptura del bloque suelo, originándose un flujo.

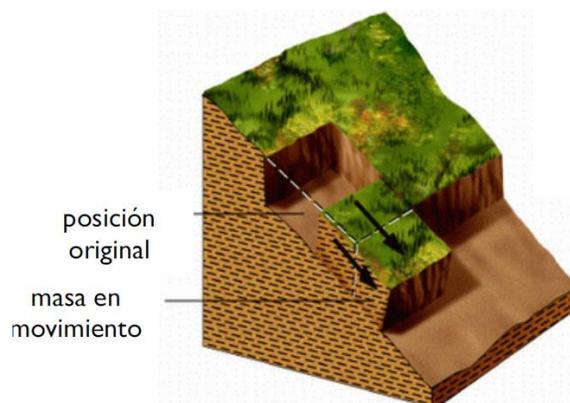


Figura 13. Deslizamiento de traslación. Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

La diferencia entre el deslizamiento de rotación y traslación es que uno puede auto estabilizarse, mientras que el otro suele continuar en forma secuencial y gravitacional. (DE MATTEIS, 2003)

2.1.5.4 Flujo. Este tipo de movimiento posee una velocidad de entre lenta a más o menos rápida, tanto así que los desplazamientos que genera pueden llegar a asemejarse al comportamiento de un líquido viscoso. Puede darse en una masa de suelo o de roca, como se ve en la figura 16. (VARGAS, 2000)

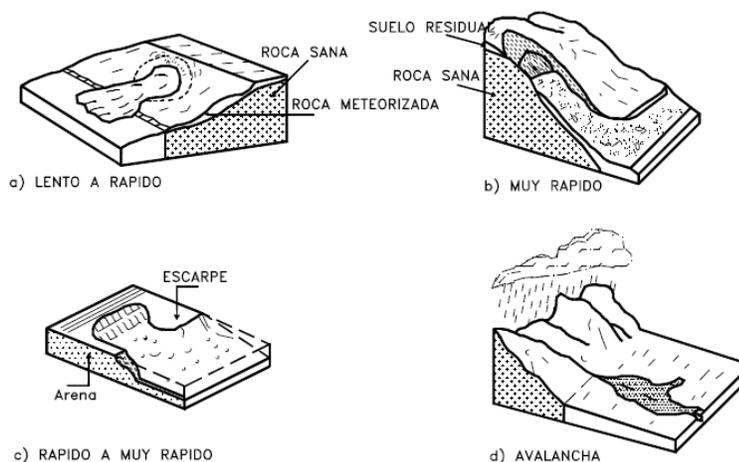


Figura 14. Flujos en función de la velocidad. Hutchinson, J. (1968)

Los flujos de velocidad muy lentos o extremadamente lentos pueden ser parecidos al creep, sin embargo, la diferencia consiste en la existencia de

una superficie de falla, ya que en que los flujos es fácilmente identificable, mientras que, en un creep, como la velocidad del deslizamiento disminuye a lo largo de la superficie cuando se profundiza, es muy probable una superficie de falla no definida. (DE MATTEIS, 2003)

En las figuras 15, 16, 17, 18, se grafica los tipos de flujo acorde a la velocidad del movimiento.

Velocidad: rápida (>4kph)
material: basamento no consolidado
movimiento: como masa canalizada

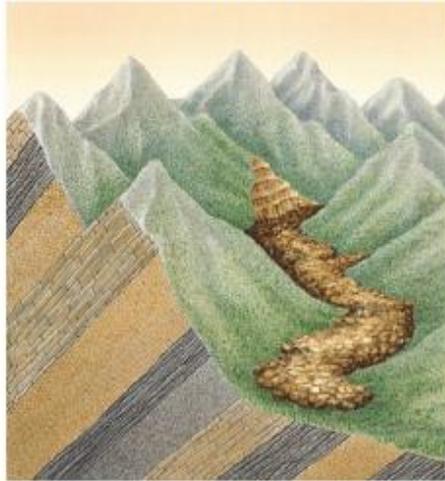


Figura N° 15. Flujo de rocas. Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)



Velocidad: rápida (>4kph)
material: regolito no-consolidado
 (mas grueso que arena)
movimiento: flujo canalizado

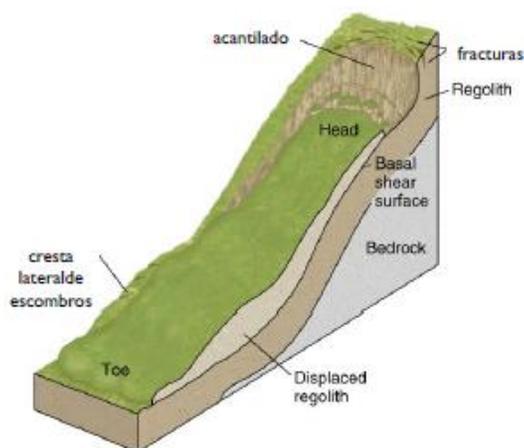


Figura N° 16. Flujo de Escombros: Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

Velocidad: rápida (1-5kph)
material: escombros saturados de agua
movimiento: flujo canalizado



Figura N° 17. Flujo de lodo: Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)



Velocidad: lenta (1mm/día hasta 1kph)

material: de limo a arena fina

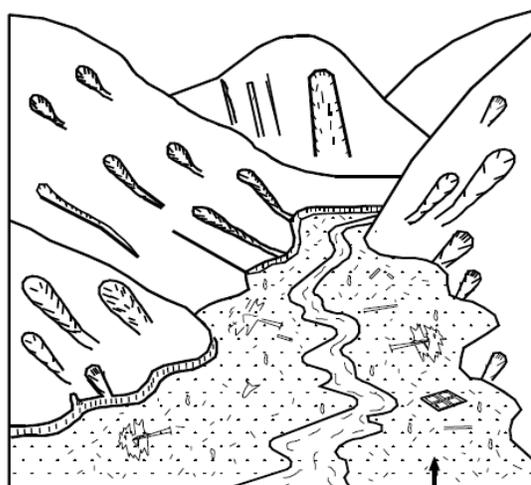
movimiento: canalizado

Figura N° 18. Flujo de Tierra. Leroueil S., Locat J., Vaunat J., Picarelli L., Lee H, Faure R. (1996)

Según Vargas (2000), los flujos están generalmente relacionados con la saturación de las capas sub superficiales, ya que ciertos suelos son más permeables y por la presencia de fracturas o grietas originadas por un deslizamiento original, la combinación de éstas lleva a la formación de los flujos.

2.1.5.5 Avalancha. En este tipo de movimiento de masa, la falla tiene una velocidad muy rápida y el flujo que se origina desciende de tal manera que aparenta ser “corrientes de roca y suelo”, tal como se aprecia en la figura 19.

Las avalanchas, generalmente son relacionadas con precipitaciones intensas o altos índices pluviométricos, así como deshielo de las cordilleras blancas o la presencia de geodinámica (sismos) en zonas altas sin presencia de vegetación. (DE MATTEIS, 2003)



MATERIALES DEPOSITADOS POR LA AVALANCHA

Figura 19. Avalancha originada por un movimiento sísmico.
Hutchinson, J. (1968)

La acumulación de materiales proveniente de anteriores deslizamientos y/o flujos, mezclados con grandes volúmenes de agua, pueden ser el origen de una avalancha, con un poder destructivo alto, tanto físico como material, ya que pueden alcanzar velocidades mayores a 50 m/s. (VARGAS, 2000)

2.1.5.6 Movimientos Complejos. La existencia de 02 o más tipos de movimiento, genera un movimiento complejo, ya sea porque un movimiento inicial progrese o la propia inclinación o pendiente de la ladera genere un caído o flujo. (DE MATTEIS, 2003)

Es por ello que en la Tabla 2 se describe las características de los movimientos de masa propuestos por Cruden y Varnes en 1996.

Tabla 2.
Características de movimientos de masa
Fuente. Cruden y Varnes– 1996

Tipo	Secuencia	Estado de Actividad	Estilo	Velocidad	Humedad	Material
Caído	Progresivo	Activo	Complejo	Extremadamente	Seco	Roca
Inclinación	Retroprogresivo	Reactivo	Compuesto	rápido	Húmedo	Tierra
Deslizamiento	Ampliándose	Suspendido	Múltiple	Muy rápido	Mojado	Residuos
Esparcimiento	Alargándose	Inactivo	Sucesivo	Rápido	Muy	
Flujo	Confinado	Dormido	Sencillo	Moderado	mojado	
	Disminuyendo	Abandonado		Lento		
	Moviéndose	Estabilizado		Muy lento		
		Relicto		Extremadamente lento		

2.1.6 Desplazamiento de Masas

Para el desplazamiento de masas, según lo planteado por Cruden y Varnes en 1996, el Transportation Research Board, presenta los índices de desplazamiento de masas, la cual podría considerarse como escala única de rata de movimiento. (VARGAS, 2000)

En donde se puede apreciar que generalmente los desplazamientos extremadamente rápidos resultan en catástrofes ya que ocasionan daños irreparables y por otro lado los desplazamientos extremadamente lentos que llegan a ser imperceptibles sin el uso de instrumentos adecuados y representan, un riesgo de daño muy bajo.

Tabla 3.
Velocidad de los Movimientos
Fuente. Cruden y Varnes– 1996

Descripción	Velocidad (mm/seg)	Desplazamiento	Poder Destructor
Extremadamente rápida	$> 5 \times 10^3$	> 5 m/seg	Catástrofe de violencia mayor; edificios destruidos por el impacto o el material desplazado, muertes; escape improbable.
Muy Rápida	Entre 5×10^3 , 5×10^1	Entre 5 m/seg., 3 m/min	Alguna pérdida de vidas; velocidad demasiado alta para permitir a todas las personas escapar.
Rápida	Entre 5×10^1 , 5×10^{-1}	Entre 3 m/min., 1.8 m/hora	Escape posible; estructuras, propiedades y equipos destruidos.
Moderada	Entre 5×10^{-1} , 5×10^{-3}	Entre 1.8 m/hora, 1.3 m/mes	Algunas estructuras temporales y poco sensitivas pueden mantenerse temporalmente.
Lenta	Entre 5×10^{-3} , 5×10^{-5}	Entre 1.3 m/mes, 0.016 m/año	Construcciones remediales pueden llevarse a cabo durante el movimiento. Algunas estructuras insensitivas pueden mantenerse con mantenimiento frecuente.
Extremadamente lenta	$< 5 \times 10^{-7}$	< 0.016 m/año	Imperceptibles sin instrumentos; construcción posible pero deben tenerse precauciones.

2.1.7 Análisis de Seguridad

Para poder determinar la estabilidad de una ladera, es necesario conocer y/o calcular el factor de seguridad que tiene frente al deslizamiento, es decir, comparar las fuerzas que producen los deslizamientos frente a los que lo evitan. (VALIENTE, SALVADOR, & DIAZ, 2015)

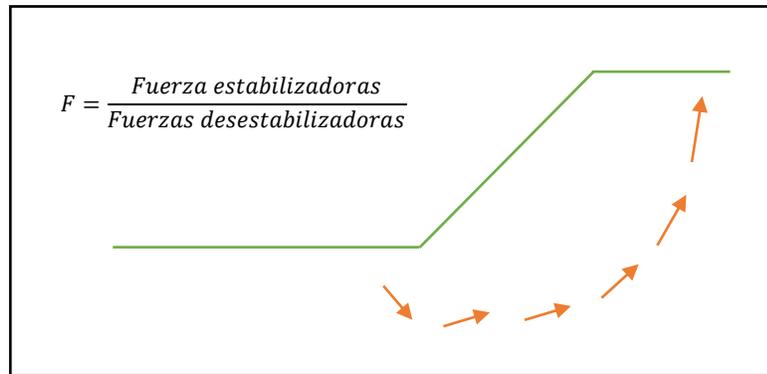


Figura 20. Esquema de estabilidad de una masa de suelo - Talud. Valiente Sanz, Salvador Sobrecases & Díaz Orrego (2015)

El factor de seguridad de una masa de suelo abarca la no precisión en el movimiento de una masa frente a las fuerzas de resistencia. El factor con mayor incidencia en la inestabilidad de una masa de suelo es su propio peso, que puede ser acompañada de otras fuerzas, como el peso de estructuras, cargas de servicio y empuje del agua acorde a las condiciones del talud; en donde la fuerza predominante estabilizadora será la resistencia al corte que tenga el talud en la superficie de deslizamiento. (VALIENTE, SALVADOR, & DIAZ, 2015)

En la actualidad se cuenta con normas nacionales e internacionales aceptadas en nuestro país, en las que se define el coeficiente de seguridad a utilizarse acorde a las condiciones de evaluación, ya sea para diferentes tipos de estructuras, si la obra es provisional o temporal; o si el cálculo es estático o dinámico.

2.1.8 Clasificación de Suelos

Las propiedades de un suelo, determinadas y clasificadas mediante los ensayos de laboratorio, pretenden establecer una clasificación de los tipos de suelos acorde a que tan similares son sus características físicas y geomecánicas. (MENÉNDEZ, 2016).

Existen 02 sistemas de clasificación de suelos, AASHTO y SUCS.

2.1.8.1 Sistema de Clasificación SUCS. Conocido como sistema unificado de clasificación de suelos, clasifica el suelo acorde a sus propiedades físicas y mecánicas, resistencia, permeabilidad y compresibilidad. (MENÉNDEZ, 2016)

Es necesario calcular el LL (límite líquido), LP (límite plástico) y gradación del suelo. (MENÉNDEZ, 2016)

Menéndez (2016), señala que en este sistema de clasificación se le asigna al tipo de suelo un símbolo y nombre de grupo de 02 letras.

- Gravas : GP, GW, GM, GC.
- Arenas : SP, SW, SM, SC
- Limos y Arcillas : ML, CL, CH, MH, OH, OL

La primera letra señala el tipo de suelo y la segunda, que es un modificador, es una descripción adicional del suelo, es decir:

- G : grava
- S : arena
- M : limo (lodo)
- C : arcilla
- O : orgánica
- P : pobremente gradada
- W : bien calificado
- M : limosa
- C : arcilloso
- L : baja plasticidad (magra)
- H : alta plasticidad (grasa)

Es así que, acorde a la combinación de la primera y segunda letra, en la tabla 4 se puede reflejar la tipología de suelos de la siguiente manera.

Tabla 4.
Tipología de suelos (SUCS)
 Fuente. Menéndez, J. (2016)

Símbolo		Características Generales	
GW	Gravas	Limpias	Bien graduadas
GP		(Finos < 5%)	Pobremente graduadas
GM		Con finos	Componente limoso
GC		(Finos > 12%)	Componente arcilloso
SW	Arenas	Limpias	Bien graduadas
SP		(Finos < 5%)	Pobremente graduadas
SM		Con finos	Componente limoso
SC		(Finos > 12%)	Componente arcilloso
ML	Limos	Baja plasticidad (LL < 50)	
MH		Alta plasticidad (LL > 50)	
CL	Arcillas	Baja plasticidad (LL < 50)	
CH		Alta plasticidad (LL > 50)	
OL	Suelos	Baja plasticidad (LL < 50)	
OH	Orgánicos	Alta plasticidad (LL > 50)	
Pt	Turba	Suelos altamente orgánicos	

2.1.8.2 Sistema de Clasificación AASHTO. Se emplea principalmente en obras de servicio carrozable (carreteras), ya que puede dar determinar la calidad del material a ser empleado como subrasante o base granular. Para esto, el presente sistema de clasificación emplea un Índice de Grupo como medida numérica de la calidad del suelo.

Si bien es cierto el sistema de clasificación SUCS está orientado a todo tipo de infraestructura y AASHTO a carreteras, sin embargo, como se aprecia en la tabla 5, algunas clasificaciones AASHTO pueden corresponder a la clasificación del tipo SUCS. (MTC, 2015)

Tabla 5.

Correlación de Tipo de Suelos AASHTO - SUCS

Fuente. MTC (2015)

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A - 2	GM, GC, SM, SC
A - 3	SP
A - 4	CL, ML
A - 5	ML, MH, CH
A - 6	CL, CH
A - 7	OH, MH, CH

2.1.9 Carga Equivalente

El Reglamento Nacional de Edificaciones, señala que es necesario determinar el impacto que genera los tipos de vehículos sobre las obras de servicio carrozabe, por lo que es necesario determinar el EALF (factor de carga equivalente), el cual ayudará a definir la carga total que soporta el pavimento en función al total de ejes de los vehículos. (RNE, 2016)

Entonces la evaluación del paso de los vehículos ayudará a calcular las cargas de cada tipo de vehículo que soporta el pavimento, la cual será expresada por el peso de un eje estándar (EAL), considerando que el peso por eje simple es de 8.16 ton (80 kN). (RNE, 2016)

Acorde al Apéndice D descrito por AASHTO (1993), en la tabla 6 se muestra la “configuración de ejes de los vehículos” y en la tabla 7 la “relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) en Pavimentos flexibles”.

Tabla 6.

Configuración de Ejes

Fuente. AASHTO (1993) Apéndice D

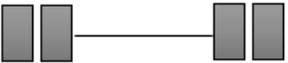
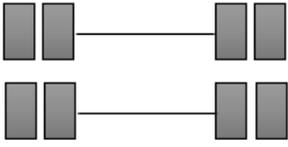
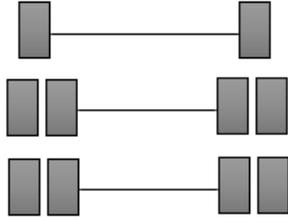
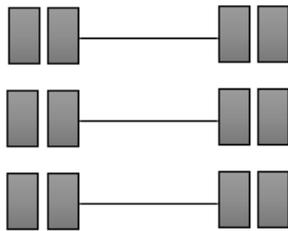
Conjunto de Ejes (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Gráfico
Eje Simple (Con Rueda Simple)	1RS	02	
Eje Simple (Con Rueda Doble)	1RD	04	
Eje Tandem (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
Eje Tandem (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
Eje Tridem (1 Eje Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
Eje Tridem (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Tabla 7.

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)

Fuente. AASHTO (1993) Apéndice D

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 ton})
Eje Simple de Ruedas Simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = (P/6.6)^{4.0}$
Eje Simple de Rueda Doble (EE _{S2})	$EE_{S2} = (P/8.2)^{4.0}$
Eje Tandem (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)(EE _{TA1})	$EE_{TA1} = (P/14.8)^{4.0}$
Eje Tandem (2 Ejes Rueda Doble) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = (P/15.1)^{4.0}$
Eje Tridem (1 Eje Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = (P/20.7)^{3.9}$
Eje Tridem (3 Ejes Rueda Doble) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = (P/21.8)^{3.9}$

* P = Peso real por eje en toneladas

2.1.10 Sobrecarga o Carga de Servicio

En base a la definición de las cargas equivalentes en un pavimento, se puede expresar que el peso del vehículo se puede clasificar en tres tipos:

- El peso seco es el peso del vehículo sin conductor, pasajeros ni carga, pero si con sus componentes de funcionamiento, es decir, combustible, lubricante, repuesto, dotación completa de agua, herramientas y accesorios reglamentarios. (DS.058-2003-MTC, 2003).
- El peso bruto resulta ser el peso máximo en carga de un vehículo con que se permite su circulación normal, el cual se obtiene sumando el peso y la carga máxima a transportar, autorizada, para el vehículo. (DS.058-2003-MTC, 2003).
- El peso máximo por eje resulta ser el peso que genera en el suelo, acorde al total de ruedas por eje. Los límites máximos para vehículos en carga dependen del tipo de eje. (DS.058-2003-MTC, 2003)

Las dimensiones, el peso del vehículo y su carga no deben sobrepasar lo establecido en el reglamento. En la tabla 8, según el Reglamento Nacional de Vehículos aprobado mediante D.S. N° 058 – 2003 – MTC, se tiene la siguiente clasificación Vehicular y en la Tabla 9, los pesos vehiculares.

Tabla 8.

Clasificación Vehicular

Fuente. D.S. N° 058-2003-MTC

CATEGORÍAS	CLASIFICACIÓN
L Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.	L1: Vehículos de dos ruedas de hasta 50 cm ³ y velocidad máxima de 50 km/h
	L2: Vehículos de tres ruedas de hasta 50 cm ³ y velocidad máxima de 50 km/h
	L3: Vehículos de dos ruedas de más de 50 cm ³ o velocidad mayor de 50 km/h
	L4: Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm ³ o velocidad mayor de 50 km/h
	L5: Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm ³ o velocidad mayor de 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda una tonelada.
M Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros	M1: Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.
	M2: Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.
	M3: Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas.
N Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía	N1: Vehículos de peso bruto vehicular de 3.5 toneladas o menos
	N2: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3.5 toneladas hasta 12 toneladas.
	N3: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.
O Remolques (incluidos semirremolques)	O1: Remolques de peso bruto vehicular de 0.75 toneladas o menos.
	O2: Remolques de peso bruto vehicular de más de 0.75 toneladas hasta 3.5 toneladas.
	O3: Remolques de peso bruto vehicular de más de 3.5 toneladas hasta 10 toneladas.
	O4: Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

Tabla 9.
Pesos Vehiculares
Fuente. RNV. D.S. N° 058-2003-MTC

NOMBRE	NOMENCLATURA	PESO (KG)
AUTOMÓVIL	AT1	760.00
STATION WAGON	SW2	1,170.00
CAMIONETA PICK UP	PK3	1,380.00
CAMIONETA PANEL	CP4	2,505.00
CAMIONETA RURAL	CR5	2,400.00
MINI BUS	MN6	3,300.00
OMNIBUS DE 2 EJES	2EO	18,000.00
OMNIBUS DE 3 EJES	3EO	23,000.00
OMNIBUS DE 4 EJES	4EO	30,000.00
CAMION DE 2 EJES	2EC	17,000.00
CAMION DE 3 EJES	3EC	23,000.00
CAMION DE 4 EJES	4EC	30,000.00
CAMION DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	C2R2	39,000.00
CAMION DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	C2R3	48,000.00
CAMION DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	C3R2	48,000.00
CAMION DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	C3R3	48,000.00
CAMION DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 4 EJES	C3R4	48,000.00
CAMION DE 4 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	C4R2	48,000.00
CAMION DE 4 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	C4R3	48,000.00
CAMION DE 4 EJES Y REMOLQUE DE 4 EJES	C4R4	48,000.00
T. CAMION DE 2 EJES Y SEMI-REMOLQUE DE 1 EJE	T2S1	28,000.00
T. CAMION DE 2 EJES Y SEMI-REMOLQUE DE 2 EJE	T2S2	37,000.00
T. CAMION DE 2 EJES Y SEMI-REMOLQUE DE 3 EJE	T2S3	41,000.00
T. CAMION DE 3 EJES Y SEMI-REMOLQUE DE 1 EJE	T3S1	37,000.00
T. CAMION DE 3 EJES Y SEMI-REMOLQUE DE 2 EJE	T3S2	46,000.00
T. CAMION DE 3 EJES Y SEMI-REMOLQUE DE 3 EJE	T3S3	48,000.00

2.1.11 Econometrics Views 7.

El Eviews7 es un software estadístico de alta precisión que presenta una interfaz orientada al usuario y análisis preciso de las bases de datos. El Eviews7 posee la capacidad de combinar una hoja de cálculo con las funciones de un software convencional de estadística. Este software realiza análisis estadísticos en general, con mayor énfasis en análisis econométrico, como por ejemplo con estimación y predicción mediante modelos con series de tiempo. (NOLAZCO, 2013)

En la actualidad, el presente software representa una herramienta estadística de alta importancia para los investigadores académicos, agencia de gobierno, estudiantes universitarios y corporaciones, ya que mediante el modelamiento se puede tomar decisiones en función a los resultados ue resulten ser aceptables o no.

Nolazco (2013), refiere que el Ewiews7 representa una excelente herramienta estadística por cuanto posee una potente capacidad de comparación de resultados, así como la capacidad de mejorar los modelos de datos mediante evaluaciones probabilísticas específicas.

Es más, en la actualidad realizar la combinación de metodologías tradicionales con la tecnología moderna resulta de gran aporte en la búsqueda de resultados óptimos, por lo que el uso del software Eviews7 será de relevante importancia.

2.1.12 Ley de Regresión Lineal

Córdova (2003) señala que la ley de Regresión lineal promueve un Método Matemático o Forma Funcional de Ajuste Lineal, mediante la relación de las variables regresoras (independientes) con una variable endógena (dependiente), el cual puede desarrollarse a través de un algoritmo lineal de ajuste por mínimos cuadrados en donde los resultados determinarán el grado

de influencia de las variables independientes (X_i) sobre la variable dependiente (Y), por lo que Córdova (2003) señala que resulta necesario destacar las siguientes consideraciones.

- Si la relación que existe entre las variables es lineal.
- Si los errores, en la medición de las variables, son aleatorias, no observables e independientes entre sí.
- Si los errores de medición tienen varianza constante, para cualquier valor de X_i .
- Si el error total es la sumatoria de todos los errores.

Así mismo, Córdova señala que el procedimiento sistemático será necesariamente evaluado por factores estadísticos aplicables tales como. (CÓRDOVA, 2003)

- Supuestos representativos: Multicolinealidad, heterocedasticidad y autocorrelación.
- Bondad de ajuste: A través del coeficiente de determinación.
- Prueba de Hipótesis: Mediante contrastación o test de hipótesis, teniendo en cuenta la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alterna (H_a), basados en el comportamiento del estadístico de contraste, se obtendrán valores estadísticamente significativos (Rechazo de H_0) o estadísticamente no significativos (Aceptación de H_0).

El cual permitirá la determinación del valor de la variable dependiente (Y) previo cálculo de los coeficientes de regresión. (CÓRDOVA, 2003)

El modelo matemático de Regresión o ajuste lineal está expresado por el siguiente algoritmo.

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n + \varepsilon \quad \dots (2)$$

Donde:

- Y = Variable Dependiente
- X_i = Variables Independientes
- B_j = Coeficientes de regresión
- ε = Error o residuo.

Para Córdova (2003), los modelos matemáticos lineales representan la realidad de lo investigado, explicado de la manera más simplificada, en base a las teorías matemáticas y estadísticas.

2.1.13 Coeficiente de Correlación Lineal de Pearson (R)

El Coeficiente de Correlación Lineal de Pearson, es el índice R de n pares de valores de una variable de 02 dimensiones (X, Y) y que se calcula por la siguiente relación. (CÓRDOVA, 2003)

$$R = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y} \quad \dots (3)$$

Donde:

- S_{xy} : Covarianza de X e Y.
- S_x : Desviación estándar de X.
- S_y : Desviación estándar de Y.

Resultando se interpretación de la siguiente manera:

- Si: $R = 1$ \longrightarrow correlación perfecta positiva.
- Si: $R = -1$ \longrightarrow correlación perfecta negativa.
- Si: $R = 0$ \longrightarrow No hay correlación entre las 02 variables.

2.1.14 Coeficiente de Determinación (R^2)

Resulta ser el cociente expresado de la siguiente manera. (CÓRDOVA, 2003)

$$R^2 = \frac{SCR}{SCT} \quad \dots (4)$$

Donde:

SCR: \sum de los cuadrados debido a la regresión.

SCT: \sum de los cuadrados en total.

SCE: \sum de los cuadrados de los errores.

También

$$SCT = SCE + SCR \quad \dots (5)$$

Resultando se interpretación de la siguiente manera:

$R^2 = 1$: Sólo si SCE es igual a 0, ó si $Y_i = \hat{Y}_i$, para todos los datos de la muestra, significando que todos los Y_i se encuentran dentro de la recta de regresión.

$R^2 = 0$: Sólo si SCR es igual a 0, ó si $\hat{Y}_i = \bar{Y}$, para todos los datos de la muestra, significando que Y_i no se modifica cuando cambia X_i , no existiendo correlación ni regresión.

Mientras más alto resulte el valor del R^2 , significará mejor ajuste y por lo tanto la recta de regresión resultará ser un gran instrumento de predicción. (CÓRDOVA, 2003).

2.1.15 Gráficos de Control

Los Gráficos de control analizan el comportamiento de los datos participantes, mediante el cual se pueden advertir causas especiales, que pueden existir como consecuencia de la calidad de la medición u obtención de información exigible, los mismos que alcanzan la siguiente caracterización.

2.1.15.1 Patrón de Tendencia. Esta Causa especial resulta cuando seis (06) o más puntos consecutivos aumentan o disminuyen en la gráfica, como se aprecia en la figura 21.

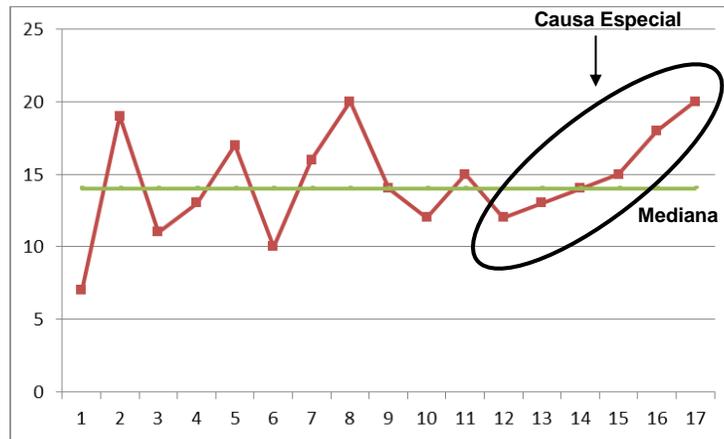


Figura 21. Patrón de Tendencia. Córdoba, M. (2009)

2.1.15.2 Patrón de Desplazamiento. Esta Causa especial resulta cuando nueve (09) o más puntos consecutivos se ubican en el mismo lado de la mediana (superior o inferior), como se aprecia en la figura 22.

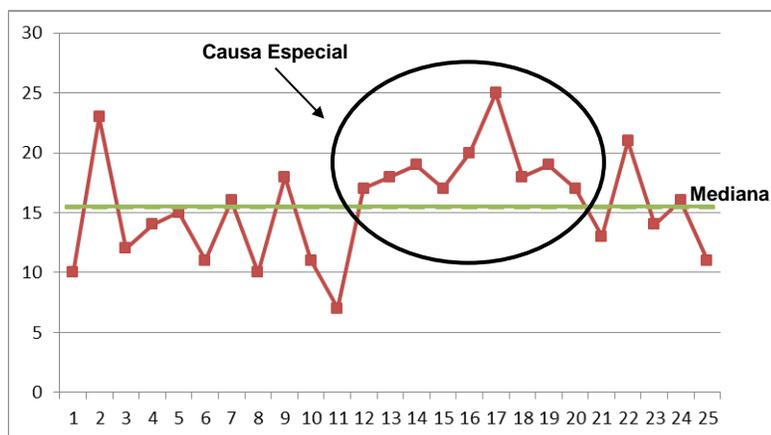


Figura 22. Patrón de Desplazamiento. Córdoba, M. (2009)

2.1.15.3 Patrón de Diente de Sierra. Esta Causa especial resulta cuando catorce (14) o más puntos consecutivos alternan en subidas o bajadas, como se aprecia en la figura 23.

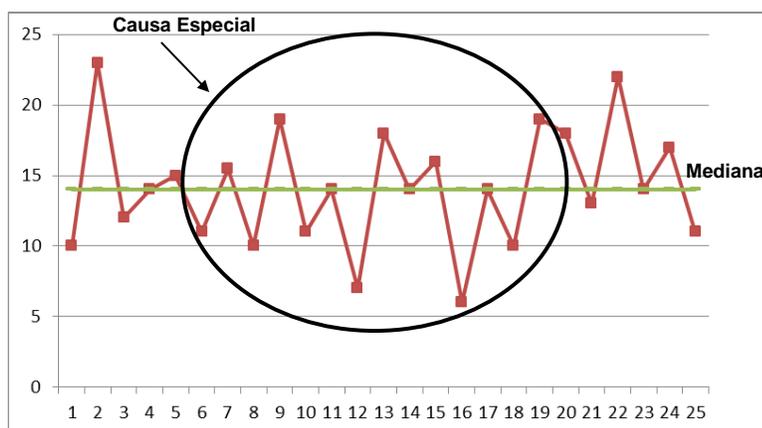


Figura 23. Patrón de Diente de Sierra. Córdoba, M. (2009)

2.1.16 Impacto Ambiental en Obras de Servicio Carrozable

En obras de servicio carrozable, los impactos ambientales deben ser evaluados y analizados acorde a las diferentes actividades que se desarrollaran durante todas sus etapas, es decir durante el estudio del proyecto, construcción, operación y mantenimiento.

En cada etapa de un proyecto, deben considerarse las siguientes actividades, acorde a su tamaño y naturaleza. (DGCS-MTC, 2002)

- *Programación de una obra:*
 - Definición de la línea base
 - Programación de acciones sociales con la comunidad
 - Empleo de recursos de la zona donde se ejecutará el proyecto
 - Determinación del Derecho de vía
 - Identificación del entorno a ser afectado por el proyecto (predios, infraestructuras, etc.)

- *Etapa de Construcción:*
 - Uso racional de canteras existentes
 - Uso racional de los recursos hídricos
 - Tratamiento adecuado de laderas manteniendo su estabilización
 - Generación de depósitos para material de desecho
 - Tratamiento adecuado de residuos líquidos y sólidos generados
 - (OSINERGMIN, 2009) Plantas de áridos, asfaltos y hormigones.
 - Monitoreo ambiental
 - Acciones de mitigación

- *Etapa de Operación y Mantenimiento:*
 - Movimiento de Tierras
 - Movimiento de Maquinarias
 - Carga y Descarga
 - Transporte
 - Compactación y Riego
 - Eliminación de Material sobrante

2.1.17 Identificación y Caracterización de Impactos en Obras de Servicio Carrozable

En el seminario sobre evaluación de impactos ambientales, organizado por OSINERGMIN en el 2009, el Dr. Francisco Serrano Bernardo señala que:

“La identificación de impactos trata de tipificar los efectos notables previsibles de las actuaciones proyectadas sobre los aspectos ambientales para cada una de las alternativas examinadas”. (OSINERGMIN, 2009)

Así mismo que:

“La identificación de los impactos ambientales se deducirá, necesariamente, del estudio de las interacciones entre las acciones derivadas del proyecto y las

características específicas de los aspectos ambientales afectados en cada caso concreto”. (OSINERGMIN, 2009)

- ***Previsión de Impactos (Identificar acciones que los producen)***. El Dr. Francisco Serrano Bernardo señala que:

“La previsión de alteraciones en el medio ha de dejar bien claro que impactos son notables frente a aquellos que son mínimos, esta valoración se consigue mediante el cruce de los elementos del proyecto frente a los elementos que se verán afectados por el mismo en el medio natural. Los impactos han de ser caracterizados y/o descritos, jerarquizados mediante un valor de “gravedad de impactos” sobre el medio ambiente y evaluados de modo global”. (OSINERGMIN, 2009)

Así mismo, el El Dr. Francisco Serrano Bernardo señala que los principales problemas que surgen son:

- a. La incertidumbre sobre la reacción del entorno sobre los impactos que genera la ejecución del proyecto. Ya que, si bien es cierto, se podría predecir la respuesta, pero no tener la exactitud del verdadero comportamiento frente a las modificaciones.
 - b. No contar con la información total del proyecto a ejecutarse o realizar modificaciones al proyecto que al final resulten generar impactos significativos al entorno.
- ***Metodología (Secuencia) de Evaluación de Impactos*** El Dr. Francisco Serrano Bernardo (2009) refiere los siguientes pasos:
 - a. Identificación de acciones del proyecto
 - b. Identificación de factores del entorno susceptibles a sufrir impacto.
 - c. Identificación y evaluación de Causa-Efecto.
 - d. Descripción de impactos a generarse.
 - e. Valoración de los impactos.

- ***Métodos para Identificación de Impactos.*** El Dr. Francisco Serrano Bernardo en el seminario realizado por OSINERGMIN (2009) explica los siguientes métodos:
 - a. *“Modelización.* Complejo y difícil de aplicar ya que conlleva al uso de herramientas matemáticas.
 - i. *Empírica.* Modo Lógico y supositivo
 - ii. *Matemático.* *Indicadores de impacto.*
 - iii. *Pruebas de Ensayo. Experimentación (tiempo)”*
(OSINERGMIN, 2009)
 - b. *“Superposición de Impactos.* Mediante el uso de sistemas de información geográfica.” (OSINERGMIN, 2009)
 - c. *“Escenarios Comparados.* Mediante analogía con proyectos parecidos y listas de contraste de posibles afecciones.” (OSINERGMIN, 2009)
 - d. *“Consulta a paneles de expertos.* Mediante el método conocido como MÉTODO DELPHI que consiste en pasar cuestionarios a expertos, que estos respondan y luego pasar las respuestas a otros expertos y que estos critiquen, de tal modo que se puede retroalimentar el proceso pasando dichas críticas a los primeros expertos y haciéndolas que las maticen.” (OSINERGMIN, 2009)
- ***Sistema Ambiental comprendido en Obras de Servicio Carrozable***
Mediante el informe técnico realizado por PROICA en la ciudad de Guanajuato, sobre un proyecto de servicio carrozable señala el siguiente sistema ambiental a considerarse para la identificación de impactos en este tipo de servicios.

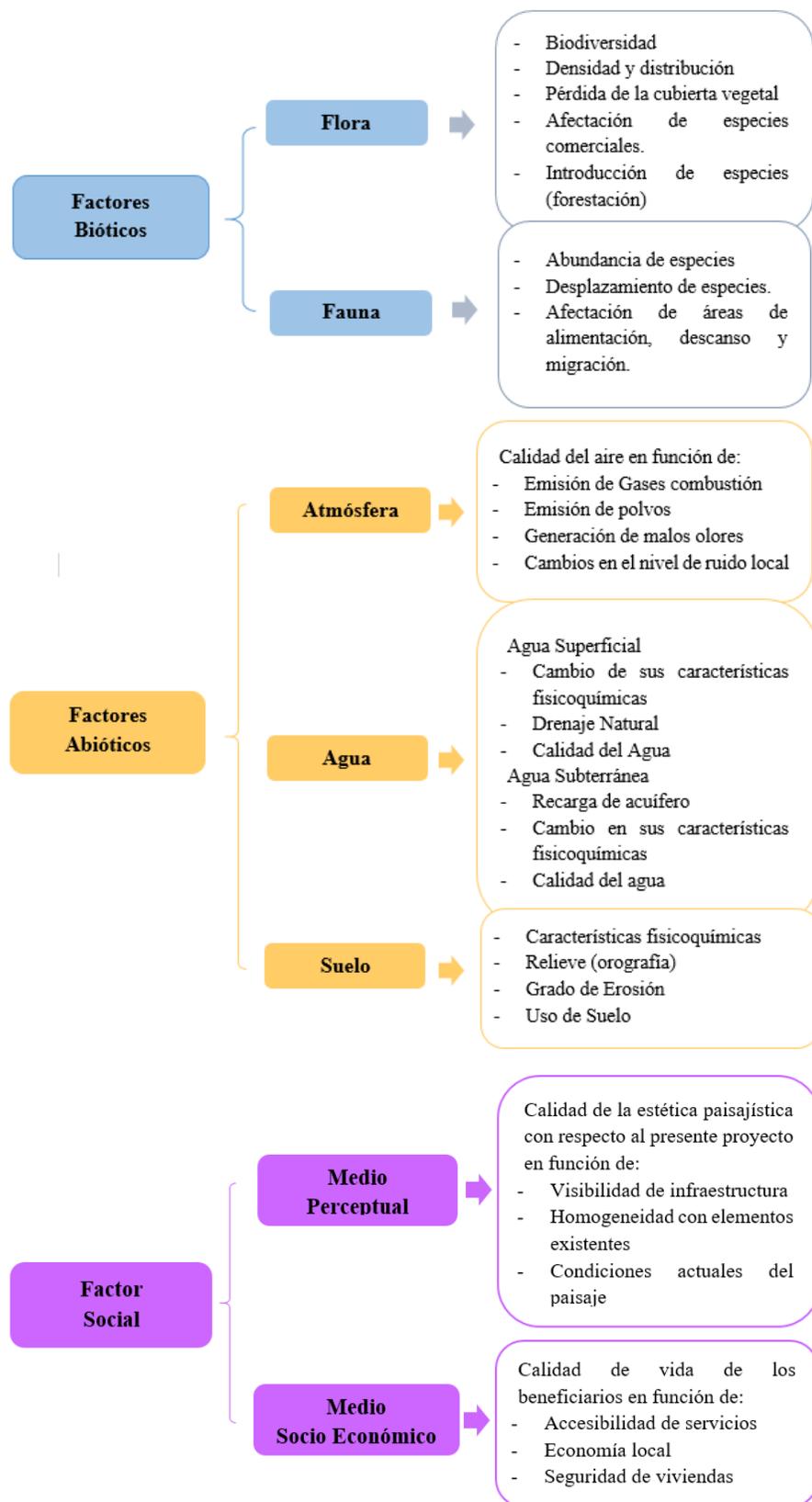


Figura 24. Sistema Ambiental. (SINAT.SEMARNAT, 2009)

Teniendo ya la identificación de los factores ambientales a ser evaluados en las obras de servicio carrozable, se puede describir los componentes ambientales de la siguiente manera.

Factor Biótico:

- **Flora.**

Biodiversidad. Mediante este indicador se podrá “cuantificar las diferentes especies que existen y que se verán afectadas antes y durante de la operación del servicio.” (SINAT.SEMARNAT, 2009)

Distribución. Permitirá “ubicar nuevas especies vegetales en el momento de proponer el programa de forestación respectiva.” (SINAT.SEMARNAT, 2009)

Pérdida de la cubierta vegetal. “Permitirá observar la magnitud de la afectación de la zona donde opera el servicio, lo cual es necesario para realizar las actividades que resulten necesarias para plantear una adecuada propuesta de forestación.” (SINAT.SEMARNAT, 2009)

Modificación de especies comerciales. Permitirá “detectar y cuantificar el grado de afectación de las especies comerciales de la zona.” (SINAT.SEMARNAT, 2009)

Inclusión de nuevas especies. “Indicador importante para la adecuada selección de nuevas especies vegetativas que sean necesarias para las actividades de forestación, en concordancia a la vegetación existente y a la zona, con la finalidad de no afectar la

supervivencia de las especies existentes.” (SINAT.SEMARNAT, 2009)

- **Fauna.**

Abundancia de especies. Mediante este indicador se podrá identificar la existencia de fauna dentro de la zona y observar su variación antes y durante de la operación del servicio.

Movimiento de especies. Permitirá determinar si la fauna existente en la zona se mantiene constante o si durante la operación del servicio provocan su desplazamiento hacia otras áreas

Afectación de áreas de alimentación, descanso y migración. “Permitirá evaluar las condiciones originales de la zona y su importancia para el desarrollo de especies y así poder determinar si la capacidad de regeneración del mismo una vez puesta en operación el servicio es igual y/o suficiente para tener nuevamente la fauna que haya emigrado anteriormente.” (SINAT.SEMARNAT, 2009)

Factor Abiótico:

- **Atmósfera.**

Emisión de gases de combustión. “Este indicador permitirá detectar las potenciales fuentes que generan emisiones de gases de combustión a la atmósfera durante la ejecución del servicio. Así mismo permitirá detectar las medidas de prevención, mitigación y compensación más adecuadas para minimizar los impactos generados.” (SINAT.SEMARNAT, 2009)

Emisión de polvo. Permitirá conocer en qué forma y magnitud se afectará la atmósfera, derivado de cada actividad que se lleve a cabo en cada etapa del servicio.

Cambios de nivel de ruido local. “Permitirá identificar las fuentes generadoras de ruido que se tendrá durante cada etapa del servicio.” (SINAT.SEMARNAT, 2009)

- **Agua.**

Agua Superficial

Modificación de sus características físico-químicas. Este indicador permitirá determinar de qué manera se afecta este factor ambiental por cada actividad que se realice durante las etapas del servicio.

Drenaje. Permitirá determinar de qué manera el servicio impactará en los drenajes naturales existentes.

Calidad del Agua. Permitirá determinar en qué medida el servicio favorece o perjudica la calidad de agua existente.

Agua Subterránea

Recarga del Acuífero. Este indicador permitirá determinar de qué manera el servicio o proyecto, afectará la recarga del acuífero.

Modificación de sus características físico-químicas. “Permitirá determinar en qué manera podría ser afectado este factor ambiental antes y durante el servicio.” (SINAT.SEMARNAT, 2009)

Calidad del agua. Determinará si los acuíferos existentes se ven afectados y en qué medida lo son antes y durante el servicio.

- **Suelo.**

Características físico-químicas. “Este indicador permitirá determinar de en qué actividades se verá afectado este factor ambiental, ya sea de manera positiva o negativa. La intensidad de los impactos que sean identificados dependerá de las condiciones actuales del suelo.” (SINAT.SEMARNAT, 2009)

Relieve. “Permitirá determinar los posibles cambios en el relieve existente antes y durante la operación del servicio y su interacción con indicadores ambientales como drenaje natural y grado de erosión de la zona.” (SINAT.SEMARNAT, 2009)

Grado de erosión. “Permitirá visualizar si la etapa de operación representa una oportunidad de favorecer a los procesos naturales erosivos en la zona. Así mismo permitirá determinar el grado del impacto identificado y las medidas de mitigación más adecuadas acorde a las características originales de la zona y al relieve conformado antes y durante la operación del servicio.” (SINAT.SEMARNAT, 2009)

Uso de suelo. “Permitirá identificar en qué forma se afecta el factor suelo, así como también la intensidad en que estos impactos se presentarán. Acorde a este indicador, será posible también determinar en conjunto con otros indicadores ambientales (introducción de especies y pérdida de la cubierta vegetal) las características idóneas que deben tener las especies vegetales que

sean seleccionadas para la etapa de forestación.”
(SINAT.SEMARNAT, 2009)

Factor Social:

- Medio Perceptual

Visibilidad de Infraestructura. Permitirá determinar en qué medida favorece o desfavorece la operación del servicio.

Homogeneidad con elementos existentes. Permitirá identificar si la operación del servicio es concordante o no con los elementos existentes.

Condiciones actuales del paisaje. Permitirá visualizar si la operación del servicio ha beneficiado o no las condiciones iniciales del paisaje.

- Medio Socio-económico

Accesibilidad a servicios. “Permitirá identificar el sentido y magnitud del impacto que genera la operación del servicio.”
(SINAT.SEMARNAT, 2009)

Economía local. “Permitirá determinar hasta qué punto este factor se perjudica o beneficia antes y durante la operación del servicio. Así mismo permite identificar la temporalidad del impacto y la magnitud en la economía de los pobladores de la zona.” (SINAT.SEMARNAT, 2009)

Seguridad de las viviendas. Permitirá identificar cuanto beneficia o perjudica el servicio a las viviendas próximas a la carretera.

- *Descripción de los Impactos Ambientales identificados en Obras de Servicio Carrozable en Operación*

Tabla 10.

Impactos Ambientales en Obras de Servicio Carrozable

Fuente. *Elaboración Propia*

Factor Ambiental	Componente Ambiental	Indicadores de Impacto	Medio donde se presenta el impacto		Actividad generadora del impacto	Efecto del Impacto
			Talud	Camino		
Biótico	Flora	Densidad y Distribución	X	X	- Movimiento de Tierra. - Movimiento de Maquinarias para acarreo. - Carga y descarga. - Transporte. - Perfilado, compactación y Riego. - Eliminación de Material Sobrante.	La emisión de polvo afecta a la vegetación existente o reforestada.
		Pérdida de Cubierta Vegetal	X		- Movimiento de Tierras. - Perfilado, compactación y riego	Aumento de la escorrentía por falta de vegetación
		Biodiversidad	X	X	- Movimiento de Tierra. - Carga y descarga. - Eliminación de Material Sobrante.	La deposición de material limita superficies para el desarrollo de vegetación existente o reforestada.

	Fauna	Desplazamiento de especies	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de Tierra. - Movimiento de Maquinarias para acarreo. - Carga y descarga. - Transporte. - Perfilado, compactación y Riego. - Eliminación de Material Sobrante. 	La emisión de polvo genera hábitat intranquilos e inadecuados, por lo que la fauna emigrará a espacios adecuados para seguir desarrollando sus funciones biológicas.
		Afectación de áreas de alimentación, descanso y migración	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de Tierras. - Perfilado, compactación y riego 	La escorrentía generada puede causar afectación a la superficie disponible para el reposo y/o paso de la fauna local.
			X		<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de Tierra. - Carga y descarga. - Eliminación de Material Sobrante. 	La deposición de material puede afectar la superficie de alimentación de la fauna local.
Abiótico	Atmósfera	Emisión de Gases de combustión y emisión de polvos.	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de Tierra. - Movimiento de Maquinarias para acarreo. - Carga y descarga. - Transporte. - Perfilado, compactación y Riego. - Eliminación de Material Sobrante. 	Durante estas actividades se generará emisión de polvo en la zona generando contaminando a la atmósfera.
	Agua	Calidad del agua en función de sus características físico químicas	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de Tierras. - Perfilado, compactación y riego 	La escorrentía puede alterar las característica físicoquímicas del agua natural de la zona.

	Suelo	Relieve	X		<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de Tierra. - Carga y descarga. - Eliminación de Material Sobrante. 	La deposición del material puede modificar la orografía original de la zona
		Uso del Suelo	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de Tierra. - Movimiento de Maquinarias para acarreo. - Carga y descarga. - Transporte. - Perfilado, compactación y Riego. - Eliminación de Material Sobrante. 	El ruido y vibración que generan estas actividades pueden afectar el uso del suelo, modificando la capacidad original de éste.
Social	Medio Perceptual	Visibilidad de infraestructura	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de Tierras. - Perfilado, compactación y riego - Eliminación de Material Sobrante 	El relleno y corte de estas actividades afecta la Geoforma de la zona
		Incidencia Visual	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de Tierra. - Carga y descarga. - Eliminación de Material Sobrante. 	La deposición de material genera afectación al paisaje de la zona donde se emplaza el servicio.
	Medio Socio Económico	Seguridad de viviendas	X		<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de Tierra. - Movimiento de Maquinarias para acarreo. - Carga y descarga. - Transporte. - Perfilado, compactación y Riego. - Eliminación de Material Sobrante. 	Las viviendas próximas se pueden ver afectadas en su seguridad por el desarrollo de estas actividades.

		Accesibilidad de servicios	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Perfilado, compactación y Riego. - Eliminación de Material sobrante. 	La serviciabilidad del servicio en operación generará una vía de transporte segura y eficaz que permitirá reducir tiempos de traslado de un lugar a otro.
		Economía Local	X	X	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de Tierra. - Movimiento de Maquinarias para acarreo. - Carga y descarga. - Transporte. - Perfilado, compactación y Riego. - Eliminación de Material Sobrante. 	El desarrollo de estas actividades requerirá la contratación de mano de obra calificada y no calificada por lo que se generará empleo y comercio dentro de la zona.

- *Matriz de Identificación de Impactos en Obras de Servicio Carrozable en Operación*

Tabla 11.

Matriz de Identificación de Impacto Causa - Efecto

Fuente. Elaboración Propia

Factores	Componentes	Aspectos	Acciones						
			Movimiento de Tierras	Movimiento de Maquinarias para acarreo	Carga y descarga	Transporte	Perfilado, Compactación y Riego	Eliminación de material sobrante	
Abióticos	Atmósfera	Emisión de Polvo							
	Agua	Escorrentía							
	Suelo	Deposición de material							
		Ruido y vibraciones							
Bióticos	Flora	Emisión de Polvo							
		Escorrentía							
		Deposición de material							
	Fauna	Emisión de Polvo							
		Escorrentía							
		Deposición de material							
Social	Medio perceptual	Geoforma							
		Incidencia Visual							
	Medio Socio-Económico	Sociales	Viviendas próximas						
		Infraestructura de Servicio	Serviciabilidad						
		Económicos	Empleo						
			Comercio						

• Impacto Negativo:



• Impacto Positivo:



2.1.18 Estabilización de Taludes

Para este fin, se puede considerar lo referido en el Reglamento nacional de edificaciones, referido a estabilización de suelos y taludes.

Tabla 12.

Vegetación para Taludes

Fuente. (RNE, 2016)

Tipo	Ventajas	Desventajas
Pastos	Versátiles y baratos; variedades para escoger con diferentes tolerancias; fácil de establecer; buena densidad de cobertura.	Raíces poco profundas y se requiere mantenimiento permanente.
Juncos	Crecen rápidamente y son fáciles de establecer.	Difíciles de obtener y el sistema de plantación no es sencillo.
Hierbas	Raíz relativamente profunda	Algunas veces son difíciles de establecer y no se consiguen raíces.
Arbustos	Variedades para escoger. Existen especies que se reproducen por estaca. Raíz profunda buena cobertura, bajo mantenimiento.	Algunas veces son difíciles de establecer.
Árboles	Raíces profundas, no requieren mantenimiento.	Es demorado su establecimiento y generalmente son más costosos.
Gel germinador de plantas	Fácil aplicación. Forestación iniciada con semillas según tipo a emplear.	Costo inicial elevado. Requiere de mantenimiento periódico.

Tabla 13.
Tipos de Estabilización
 Fuente. (RNE, 2016)

Material	Tipos de Estabilización			
	Mecánica	Con Cemento	Con Cal	Con Emulsión
Grava	Puede ser necesaria la adición de finos para prevenir desprendimiento	Probablemente no es necesaria, salvo si hay finos plásticos. Cantidad de 2 a 4%	No es necesaria, salvo que los finos sean plásticos. Cantidad de 2 a 4%	Apropiada si hay deficiencia de finos. Aproximadamente 3% de asfalto residual.
Arena Limpia	Adición de gruesos para dar la estabilidad y de finos para prevenir desprendimientos	Inadecuada: produce material quebradizo.	Inadecuada: No hay reacción	Muy adecuada: de 3 a 5% de asfalto residual.
Arena Arcillosa	Adición de gruesos para mejorar resistencia.	Recomendable 4 – 8%	Es factible dependiendo del contenido de arcilla	Se puede emplear de 3 a 4% de asfalto residual.
Arcilla Arenosa	Usualmente no es aconsejable	Recomendable 4 – 12%	4 a 8% dependiendo del contenido de arcilla.	Se puede emplear pero no es muy aconsejable
Arcilla	Inadecuada	No es muy aconsejable. La mezcla puede favorecerse con una mezcla con 2% de cal y luego entre 8 y 5% de cemento.	Muy adecuada. Entre 4 y 8% dependiendo de la arcilla.	Inadecuado.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **AASHTO:** Sistema de clasificación de suelos para carreteras conocido como American Association of State Highway Officials. (DS.058-2003-MTC, 2003)
- **Bondad de ajuste:** La bondad de ajuste, es entendida como lo “bien” que los datos se ajustan a la regresión. Por ello se plantean distintos “indicadores” que permiten seleccionar las *variables* que deben ser explicadas en un modelo econométrico. (CÓRDOVA, 2003)
- **Coefficiente de correlación lineal de Pearson (R):** Índice estadístico que relaciona la covarianza de 02 variables con sus correspondientes desviaciones estándares, define el grado de influencia entre ellos, necesario para todo análisis y evaluación probabilística. (CÓRDOVA, 2003)
- **Coefficiente de determinación (R^2):** Índice estadístico que calcula el nivel de ajuste del modelo que se ha estimado, es decir, evalúa si las variables regresoras explica adecuadamente la variable dependiente. (CÓRDOVA, 2003)
- **Contenido de humedad:** Propiedad física del suelo, que determina la cantidad de agua presente en una muestra determinada, resultando posiblemente ser completamente seca, con un valor igual a cero; hasta un valor alto de saturación. (MENÉNDEZ, 2016)
- **Densidad:** Propiedad física del suelo, que determina el total de masa contenida, incluido el volumen ocupado por los poros, en una unidad de volumen. (MENÉNDEZ, 2016)
- **Deslizamiento:** Es el movimiento presente en una masa de talud o ladera sobre una superficie con presencia de falla o deformación de corte. (RNE, 2016)

- ***Econometric Views 7:*** Software que comprende un paquete estadístico moderno y de alta precisión que ofrece una interfaz orientada al usuario y análisis sofisticado de las bases de datos. Econométrico versátil en toda interface de Windows, así como resolución y evaluación de ecuaciones, análisis estadístico, gráficos y simulaciones. (NOLAZCO, 2013)
- ***Estabilización:*** Solución geotécnica frente a problemas geodinámicas, mediante procesos físico o químico, a fin de mejorar el comportamiento mecánico del suelo. (RNE, 2016)
- ***Estudio de Impacto Ambiental (EIA):*** Documento que describe las modificaciones de un determinado lugar en base a las actividades que se realizaran para la materialización de un proyecto, ya sean favorables o perjudiciales. (RNE, 2016)
- ***Factor de seguridad:*** Es la relación entre la capacidad máxima de esfuerzo de un determinado suelo sobre el esfuerzo total requerido para usar ese suelo. (VALIENTE, SALVADOR, & DIAZ, 2015)
- ***Impacto Ambiental:*** Es la alteración al ambiente en base a la ejecución de un proyecto, resultando ser positivo o negativo. (SIGNIFICADOS.COM, 2014)
- ***Ladera:*** Es el suelo natural con presencia de pendiente. (RNE, 2016)
- ***Modelo Matemático:*** Algoritmo matemático, que brinda soluciones reales dependiendo de la consistencia de los datos adoptados. (DEFINICIÓN.DE)
- ***Regresión Lineal Múltiple:*** Es un tipo de modelo matemático empleado para determinar la dependencia entre una variable dependiente, varias independientes y un valor aleatorio ε . (CÓRDOVA, 2003)

- **Sobrecarga:** La sobrecarga está referida a los esfuerzos externos a la que está sometida el suelo en función a la carga generada por los vehículos que transitan en forma constante y homogénea. (DS.058-2003-MTC, 2003)
- **SUCS:** Sistema de clasificación de suelos destinado a infraestructuras, conocido como Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, capaz de describir la textura de las partículas del suelo como su tamaño. (DS.058-2003-MTC, 2003)
- **Taludes:** Es el suelo modificado por acción humana para la construcción de carreteras, con presencia de pendiente. (RNE, 2016)

III. MÉTODO

3.1 Tipo de Investigación

- Acorde a su fin es **APLICADA**, ya que busca la aplicación de conocimientos que se adquieren.
- Acorde a la técnica de contrastación es **EXPLICATIVO**, ya que tiene relación causal; en donde las variables independientes producen indefectiblemente la variable dependiente.
- Acorde al nivel de análisis del comportamiento de las variables es **PREDICTIVO**, a fin de anticipar situaciones futuras.
- Acorde al método de la investigación es **CUANTITATIVO**, ya que se empleará magnitudes numéricas que serán procesadas mediante herramientas del campo de la estadística.

3.1.1 Diseño de Investigación

El diseño de la presente investigación es EXPERIMENTAL, del nivel CUASI EXPERIMENTAL, ya que se cuenta con muestras intencionadas, considerándose la técnica de verificación con pre prueba y post prueba mediante grupos de control y experimentales antes y después del empleo del modelo de regresión lineal presentado.

- **Descripción.** El modelo matemático planteado está basado en la Ley de Regresión Universal formulada por Francis Galton (1889). (CÓRDOVA, 2003)

$$Y_i = \beta_0 + \sum_1^n (\beta_{jn} \times X_{in}) + \varepsilon_i \quad \dots (6)$$

Donde:

Y_i = Variable dependiente o de respuesta.

X_{in} = Variables independientes o explicativas.

B_0 = Constante.

B_{jn} = Coeficientes de regresión.

ε_i = Término de error.

Es así que teniendo en cuenta el Desplazamiento en laderas inestables (I), como variable dependiente; y el Contenido de humedad (W), Densidad (ρ) y Sobrecarga (SC), como variables independientes, se tiene la siguiente forma.

$$I \rightarrow f(w, \rho, SC) \quad \dots (7)$$

Obteniéndose la siguiente ecuación de regresión lineal múltiple.

$$I = K_1 + K_2(w) + K_3\left(\frac{1}{\rho}\right) + K_4(SC) \quad \dots (8)$$

Donde:

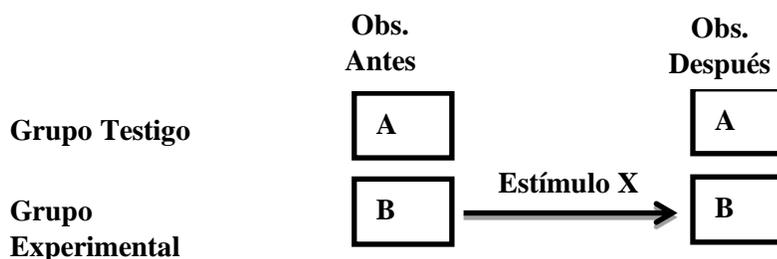
I = Desplazamiento en laderas inestables

w = Contenido de Humedad

ρ = Densidad

SC = Sobrecarga

La técnica de verificación del presente trabajo de investigación, se realizará mediante pre prueba y post prueba, con grupo testigo y grupo experimental antes y después de la aplicación del modelo matemático de regresión lineal múltiple.



Donde:

- Pre-Prueba : Datos de Campo antes del empleo del modelo matemático de regresión lineal múltiple.
- Estímulo : Generación del modelo matemático de regresión lineal múltiple. y resultados de su aplicación.
- Post-Prueba : Datos de Campo a ser comparados con los resultados usados en el modelo matemático de regresión lineal múltiple.

3.1.2 Estrategia de prueba de Hipótesis

El estadístico de contraste del presente trabajo de investigación, contempla a la variable dependiente y su propósito de demostrar si es explicada o no por las variables independientes en un escenario de regresión lineal múltiple, es decir, si las variables independientes ayudan a conocer la variable dependiente o si pueden ser estadísticamente significativas, para lo cual se tiene las hipótesis estadísticas siguientes:

Hipótesis Nula:

Ho: $B_i = 0$ Las variables Independientes X_i , no influyen en el Desplazamiento de laderas inestables, es decir no son significativas.

Hipótesis Alterna:

Ha: $B_i \neq 0$ Las variables Independientes X_i , influyen en el Desplazamiento de laderas inestables, es decir son significativas.

Es por ello que se tiene la necesidad de evaluar los coeficientes de regresión obtenidos (β_i), a través de la contrastación de hipótesis acorde a la estrategia antedicha. Es así que, para la ecuación de regresión lineal múltiple siguiente, se tiene.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \beta_4 X_{i4} + \varepsilon_i$$

Cuando:

- $\beta_i = 0 \rightarrow Y = \beta_0$ por lo que Y (VD) permanece constante para cualquier valor de Xi (VI), por tanto que **NO** hay regresión.
- $\beta_i \neq 0 \rightarrow Y \neq \beta_0$ por lo que Y (VD) no permanece constante, dependiendo de los valores de Xi (VI), por tanto **SI** hay regresión.

Por lo que el planteamiento descrito, hace posible que, para el análisis global e individual, se pruebe mediante los estadísticos f-fisher y t-student respectivamente, considerándose un nivel de significancia de $\alpha = 5\%$, lo cual permite usar los siguientes criterios de decisión:

Si:

- $Pvalue \geq 5\%$ → H_0 **ES ACEPTADA**
- $Pvalue < 5\%$ → H_a **ES ACEPTADA**

Es decir, que para la operacionalización de las variables, será indiscutiblemente necesario que los coeficientes de regresión sean diferentes de cero ($\beta_i \neq 0$) y que el nivel de significancia tenga valores menores al 5% ($Pvalue < 5\%$).

3.1.3 Contrastación Estadística

La contrastación estadística empleada en el presente trabajo de investigación, se fundamenta en la teoría de probabilidades, en donde mediante la distribución t-student y f-fisher, comprenderá el procedimiento de aceptar o rechazar una hipótesis, ya sea la nula o la alterna, respecto de un parámetro de la población considerada, es decir.

- La Hipótesis Nula (H_0), resultará cuando exista dependencia entre las variables, es decir los coeficientes de regresión sean igual a cero.
- Hipótesis Alterna (H_a), resultará cuando no exista dependencia entre las variables, es decir los coeficientes de regresión no sean igual a cero.

Los coeficientes de regresión (B_i) del modelo de regresión lineal múltiple, serán evaluados por la prueba de hipótesis, a fin de verificar si resultan estadísticamente significativos, es decir si las variables independientes ayudan a conocer el comportamiento de la variable dependiente.

Por lo que, en el contexto de una regresión lineal múltiple, se plantea las siguientes pruebas acorde a (CÓRDOVA, 2003).

- **Hipótesis Individual.**

Si:

- $H_0: B_i = 0$ entonces X_i no es significativa.

Significa que Y es constante para cualquier valor de X_i .

- $H_a: B_i \neq 0$ entonces X_i es significativa.

Significa que Y no es constante y depende del valor X_i .

Teniendo en cuenta que el nivel de significancia $\alpha = 5\%$, basados en el valor de la probabilidad asociada al estadístico “t” (t-student) calculado, se emplean los siguientes criterios de decisión.

- Si $P\text{value} \geq 5\%$ \longrightarrow se acepta Hipótesis Nula **H₀** (región de aceptación)
- Si $P\text{value} < 5\%$ \longrightarrow se acepta Hipótesis Nula **H_a** (región de rechazo).

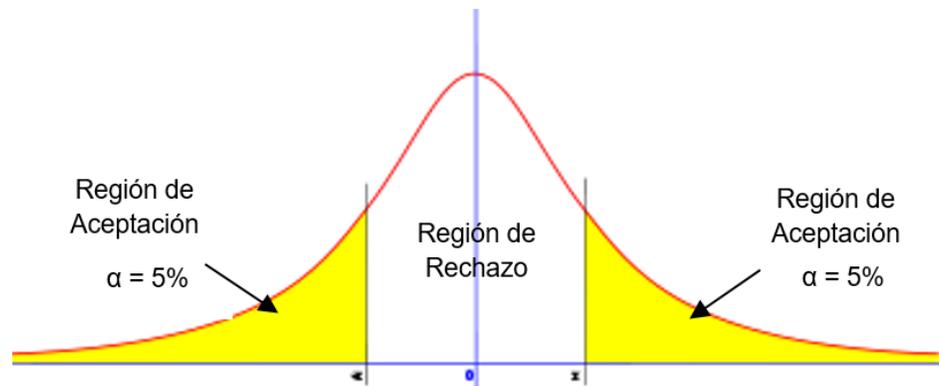


Figura 25. Distribución t-student. Córdoba, M. (2003)

- **Hipótesis Grupal.**

Si:

- $H_0: B_1 = B_2 = 0 \dots = B_i = 0 \longrightarrow$ las variables no son significativas.
Significa que Y es constante para cualquier valor de las variables X_i .
- $H_a: B_1 \neq B_2 \neq \dots \neq B_i \neq 0 \longrightarrow$ las variables si son significativas.
Significa que Y no constante depende del valor de las variables X_i .

Teniendo en cuenta el nivel de significancia $\alpha = 5\%$, basados en el valor de la probabilidad asociada al estadístico “F” (f-fisher) calculado o nivel mínimo de significación, se tienen los siguientes criterios.

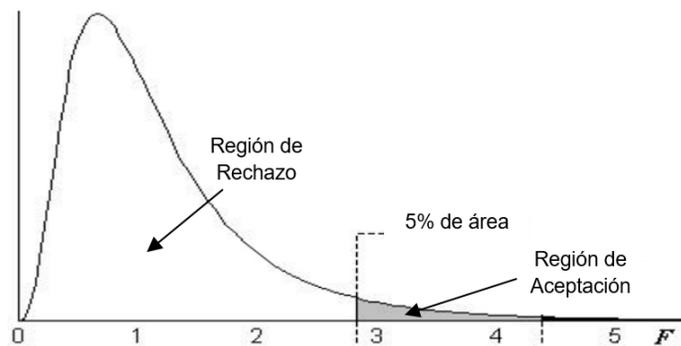


Figura 26. Distribución F de Fisher. Córdoba, M. (2003)

3.2 Población y muestra

La población de la presente investigación comprende a la carretera de acceso la Urbanización El Pinar.

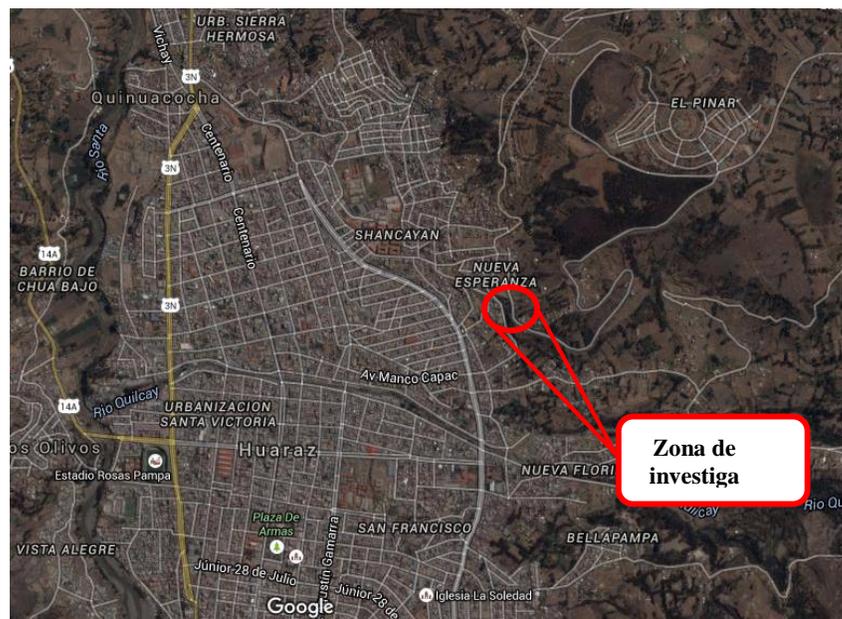


Figura 27. Ilustración de la Zona de Estudio. Elaboración Propia

- Muestra : Ladera en la carretera en el tramo 0+840 a 0+980
- Característica de la muestra : Intencionada
- Unidad de análisis : Desplazamiento en la ladera inestable
- Variables : Desplazamiento, contenido de humedad, densidad y sobrecarga.

3.3 Operacionalización de variables

Variable	Especificación	Definición Conceptual	Definición Operacional	Instrumento
Dependiente	Desplazamiento en laderas inestables	Es el movimiento presente en una masa de talud o ladera sobre una superficie con presencia de falla o deformación de corte. (RNE, 2016)	Desplazamiento (m/sem)	Medición directa con instrumentos de precisión
Independiente	Contenido de humedad	Propiedad física del suelo, que determina la cantidad de agua presente en una muestra determinad. (MENÉNDEZ, 2016)	Cantidad de agua en la muestra. (%)	Equipos de Laboratorio
Independiente	Densidad	Propiedad física del suelo, que determina el total de masa contenida, incluido el volumen ocupado por los poros, en una unidad de volumen. (MENÉNDEZ, 2016)	Contenido total de porosidad (gr/cm ³)	Equipos de Laboratorio
Independiente	Sobrecarga	Esfuerzos externos a la que está sometida el suelo en función a la carga generada por los vehículos que transitan en forma constante y homogénea. (DS.058-2003-MTC, 2003)	Peso por día (Ton/día)	Medición directa

3.4 Instrumentos

Se procedió con la recolección de los valores de las variables obtenidos mediante instrumentos de precisión (teodolito óptico-mecánico) y equipos de laboratorio procediéndose posteriormente a formular y procesar un modelo matemático de regresión lineal múltiple mediante el software estadístico (Eviews7) llegando a obtener los coeficientes de regresión lineal y finalmente se determinó el desplazamiento en la ladera seleccionada, así como los impactos ambientales que genera la obra de servicio carrozable en la etapa de operación mediante una matriz de causalidad.

3.5 Procedimientos

Se realizó el recorrido y exploración de campo para el reconocimiento geológico y topográfico, considerando también el mapeo del entorno de ese entonces; en donde las anotaciones de campo se reflejan en el plano topográfico adjunto en los anexos escalado adecuadamente.

El reconocimiento estuvo en función a la uniformidad topográfica, evidencia de fallas existentes, comportamiento de la vegetación (árboles) y condición evidente de los taludes cercanos.

Para ello se fijaron estaciones de control, tanto topográficos, de conteo de tráfico y mecánica de suelos a fin de la obtención de los datos correspondientes.

3.6 Análisis de datos

La toma de datos de las variables consideradas, en este caso, representados por factores físicos, se realizó a través de los siguientes puntos de toma de datos:

- Estación N° 01 : Calicata de Exploración para ensayos de laboratorio de suelos.

- Estación N° 02 : Conteo de Tráfico
- Puntos Red de Triangulación : Triangulación topográfica de precisión
(Punto A, punto B y punto C)
- Puntos de Control Topográfico : Hitos de Control
(Punto D, punto E, punto F, punto G)

Entonces el análisis correspondiente estadísticamente es el siguiente:

- **Supuestos estadísticos:**

- a) **Correlación.**

Se tiene que si:

$Cor (X_i, X_j) = 0$ Entonces no existe multicolinealidad

$Cor (X_i, X_j) \neq 0$ Entonces si existe multicolinealidad

Para lo cual se debe tener en cuenta los valores típicos de los coeficientes de correlación. Es así que:

- $R = 1$ significa correlación perfecta positiva
- $R = -1$ significa correlación perfecta negativa
- $R = 0$ significa inexistencia de relación entre variables independientes

- b) **Varianza del Error.**

Se tiene que si:

$var (u_i) = \sigma_i^2$ *Entonces si existe Homocedasticidad*

$var (u_i) \neq \sigma_i^2$ *Entonces si existe Heterocedasticidad*

c) Correlación serial.

Se tiene que si:

$$Cov(u_i, u_j) = 0 \quad \text{Entonces no existe autocorrelación}$$

$$Cov(u_i, u_j) \neq 0 \quad \text{Entonces si existe autocorrelación}$$

El modelo de regresión lineal múltiple en el presente trabajo de investigación, emplea los errores estándar robustos de Newey – West (HAC) producto de la medición de los datos, el cual tiene en cuenta a las variables independientes según el tamaño de la muestra y grados de libertad que tenga, por lo que teniendo en cuenta el criterio de *parsimonia*, éste corrige automáticamente la heterocedasticidad y autocorrelación, por tanto, según la prueba Durbin – Watson, resultaría diferente el resultado.

d) Coeficiente de Determinación (R^2):

La prueba de Bondad de Ajuste de los coeficientes de regresión calculados, es posible determinarla a través del Coeficiente de Determinación, el cual mide el nivel de ajuste del modelo matemático de regresión lineal múltiple planteado, es decir puede determinar si la variación de la variable dependiente (Índice de Inestabilidad) es explicada por las variables independientes (contenido de humedad, permeabilidad, densidad y sobre carga).

Además, considerar que todo coeficiente de determinación alto, significa una explicación alta, por lo que la diferencia para llegar a 1, corresponde al error o residuo.

Es decir:

$R^2 \rightarrow 0$, Significa que no explica nada, es decir que no hay implicancia de las variables independientes sobre la variable dependiente. Error o Residuo Alto.

$R^2 \rightarrow 1$, Significa que tiene una explicación Aceptable, es decir que hay implicancia de las variables independientes sobre la variable dependiente. Error o Residuo Bajo.

Entonces el análisis de los datos comprende la siguiente evaluación.

Modelo de Regresión Lineal Múltiple	Evaluación de la Formulación	Evaluación de la aplicación	Distribución
Modelo Matemático	Correlación (R)	Prueba de Hipótesis: Ho: Hipótesis Nula Ha: Hipótesis Alterna	<ul style="list-style-type: none"> • Individual T-student (Pvalue < α) • Grupal F-fisher (Pvalue < α)
	Varianza del Error (σ^2)		
	Correlación Serial (S_{u_i, u_j})		
	Bondad de Ajuste (R^2)		

IV. RESULTADOS

4.1 Contratación de Hipótesis

La contratación de hipótesis está basada en la Estadística Inferencial. La distribución probabilística t-statistic y f-statistic permiten la contratación de hipótesis considerando un nivel de significación definida como $\alpha = 5\%$. Cuyo detalle estadístico es el siguiente.

Modelo de regresión lineal múltiple:

- De la forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4$$

- Modelo Obtenido:

$$I = -0.052221 + 0.003188 (W) + 0.036820 \left(\frac{1}{\rho}\right) - 1.07 \times 10^{-5} (SC)$$

- **Hipótesis Individual:**

Planteamiento:

- ✓ Hipótesis Nula H_0 :

$B_i = 0 \longrightarrow$ X_i (variable independiente) no es significativa, es decir, se mantiene Y (variable dependiente) constante para cualquier valor de X_i .

- ✓ Hipótesis Alterna H_a :

$B_i \neq 0 \longrightarrow$ X_i (variable independiente) es significativa, es decir, Y (variable dependiente) no es constante y depende del valor de X_i .

Prueba:

Mediante la Distribución t-student, el análisis del correspondiente valor probable Pvalue y nivel de significación $\alpha = 5\%$, podemos considerar los siguientes criterios de decisión.

- ✓ Si $Pvalue \geq 5\%$ se acepta la Hipótesis Nula **Ho**. (región de aceptación)
- ✓ Si $Pvalue < 5\%$ se acepta la Hipótesis Alternativa **Ha**. (región de rechazo).

- **Hipótesis Grupal:**

Planteamiento:

- ✓ Hipótesis Nula H_0 :

$B_1 = B_2 = \dots = B_i = 0 \longrightarrow$ Todas las variables independientes X_i , en forma grupal, no son significativas, es decir, se mantiene Y (variable dependiente) constante para cualquier valor de X_i .

- ✓ Hipótesis Alternativa H_a :

$B_1 \neq B_2 \neq \dots \neq B_i \neq 0 \longrightarrow$ Todas las variables independientes X_i , en forma grupal, son significativas, es decir, Y (variable dependiente) no es constante y depende del valor de X_i .

Prueba:

Mediante aplicación de la Distribución F-fisher, análisis del correspondiente valor probable Pvalue y nivel de significación $\alpha=5\%$, podemos considerar los siguientes criterios de decisión.

- ✓ Si $P\text{value} \geq 5\%$ se acepta la Hipótesis Nula **H₀**. (región de aceptación)
- ✓ Si $P\text{value} < 5\%$ Entonces se acepta la Hipótesis Alternativa **H_a**. (región de rechazo).

Entonces los resultados obtenidos, empleando el software Eviews 7 son los siguientes.

Variable Independiente	Coefficiente	Prob. (T-Estatistic)	Prob. (F-Estatistic)
Constante	-0.052221	0.0000	
Contenido de Humedad	0.003188	0.0000	
Densidad	0.03682	0.0000	
Sobre carga	-1.07×10^{-5}	0.0016	
			0.0000

4.2 Análisis e Interpretación

El modelo matemático de regresión Lineal Múltiple obtenido, es el siguiente:

$$I = -0.052221 + 0.003188 (W) + 0.036820 \left(\frac{1}{\rho}\right) - 1.07 \times 10^{-5} (SC)$$

4.2.1 Control de Calidad del Proceso de Medición

- **Comportamiento de las Variables Independientes. Proceso de medición.**

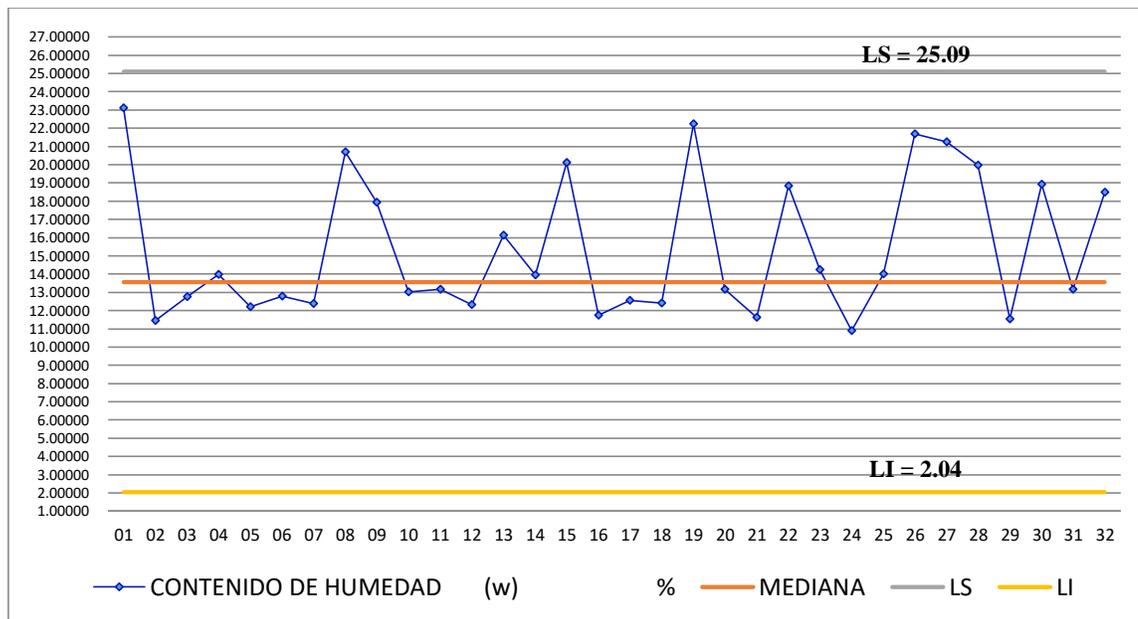


Figura 28. Comportamiento del Contenido de Humedad.
Fuente: Elaboración Propia

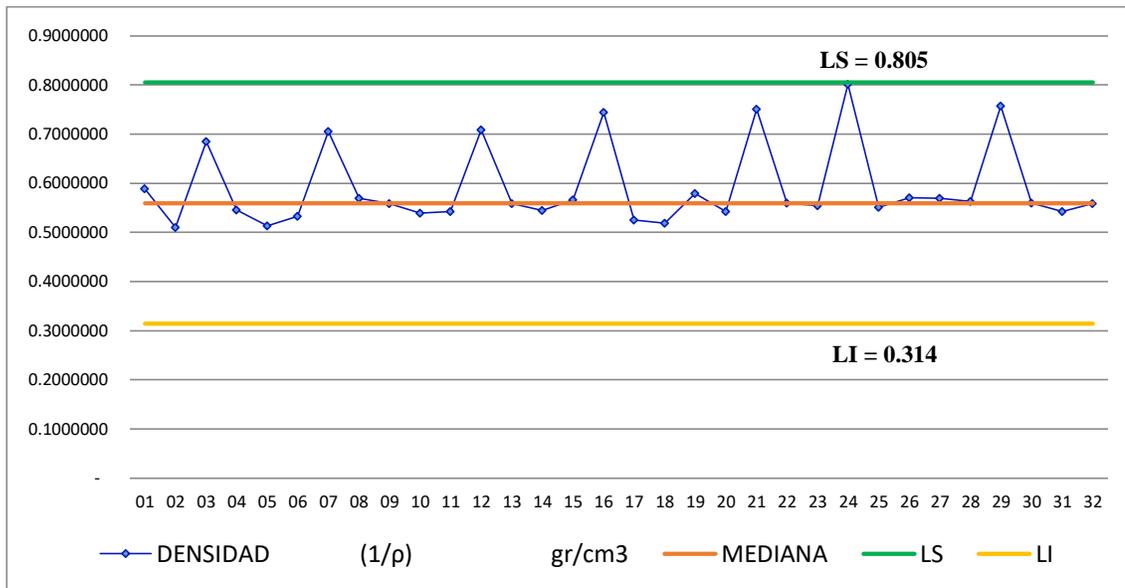


Figura 29. Comportamiento de la Densidad.
Fuente: Elaboración Propia

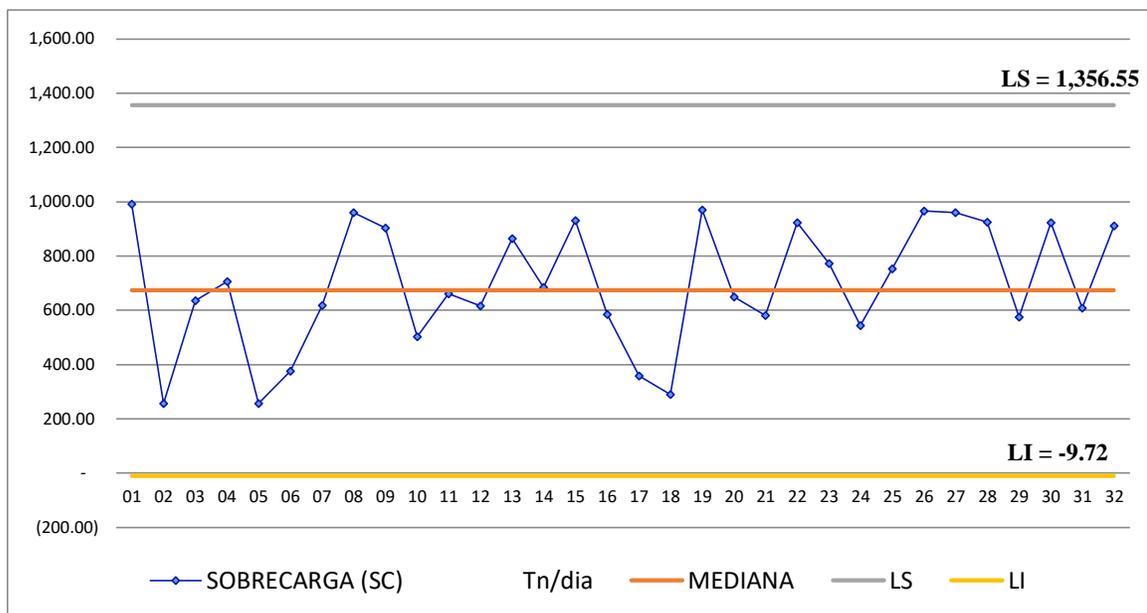


Figura 30. Comportamiento de la Sobrecarga

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 Cálculos Obtenidos mediante el software Econometric Views 7.

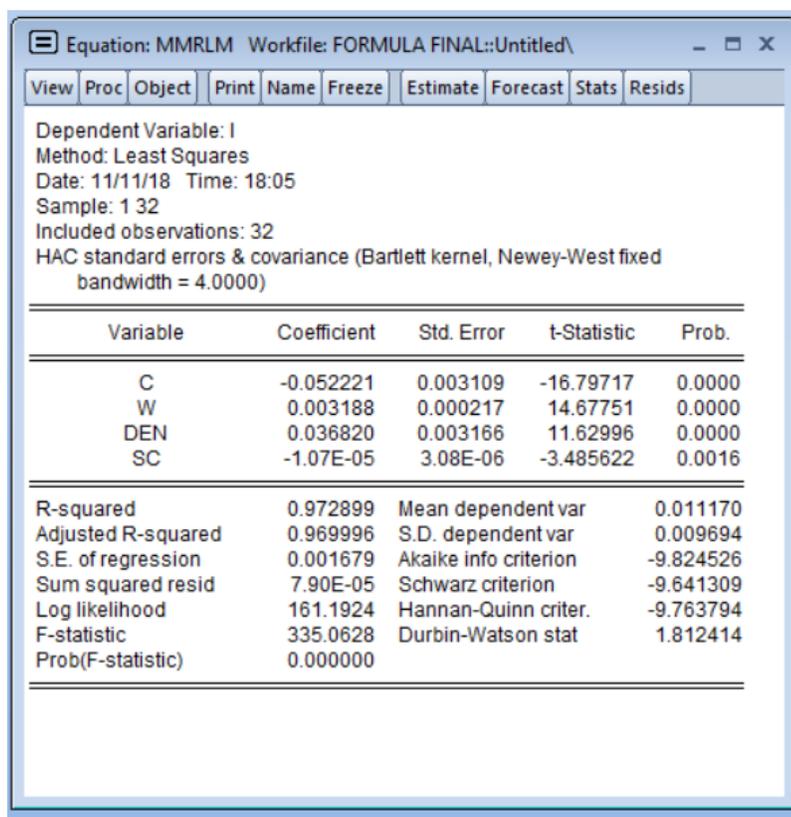


Figura 31. Resultado del Software Eviews 7

- **Tabla de Datos por Variable empleada con medición Aceptable**

N°	DESPLAZAMIENTO (m/sem)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD (1/ρ) gr/cm3	SOBRECARGA (ton/dia)
1	0.0357567029	23.10	0.5892751915	991.32
2	0.0024462500	11.46	0.5099439062	255.90
3	0.0068470000	12.75	0.6850775826	636.31
4	0.0060017862	13.97	0.5452562704	705.77
5	0.0026040000	12.20	0.5128205128	257.34
6	0.0027300000	12.79	0.5330490405	376.66
7	0.0066482500	12.38	0.7055524377	617.84
8	0.0257242324	20.70	0.5698005698	960.10
9	0.0131214395	17.93	0.5583472920	904.43
10	0.0027812500	13.03	0.5387931034	503.38
11	0.0040000000	13.18	0.5425935974	661.89
12	0.0066215000	12.33	0.7084135587	615.35
13	0.0112222163	16.12	0.5580357143	864.42
14	0.0051382365	13.95	0.5440696409	684.95
15	0.0200085161	20.11	0.5656108597	930.88
16	0.0062992500	11.73	0.7446495464	585.40
17	0.0026830000	12.57	0.5249343832	358.46
18	0.0026510000	12.42	0.5181347150	290.33
19	0.0315759253	20.25	0.5793742758	970.72
20	0.0031213204	13.16	0.5425935974	649.38
21	0.0062507500	11.64	0.7504071459	580.91
22	0.0165729203	18.85	0.5599104143	922.92
23	0.0079622184	14.23	0.5537098560	771.89
24	0.0058535000	10.90	0.8013522182	543.98
25	0.0060455165	14.01	0.5506607930	753.38
26	0.0294721514	21.70	0.5707762557	965.45
27	0.0266395834	21.25	0.5698005698	960.74
28	0.0184426458	19.96	0.5627462015	926.02
29	0.0061917500	11.53	0.7575662774	575.42
30	0.0172644275	18.91	0.5599104143	922.92
31	0.0028090170	13.16	0.5420054201	609.08
32	0.0159578604	18.48	0.5589714925	911.10

*Figura 32. Datos empleados en el software Eviews 7 para el
Procesamiento correspondiente*

4.2.3 Resultados Post Prueba con el software Eviews 7 y comparación con los valores reales

Modelo:

$$I = -0.052221 + 0.003188 (W) + 0.036820 \left(\frac{1}{\rho}\right) - 1.07 \times 10^{-5} (SC)$$

Nº	DESPLAZAMIENTO (m/sem)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD (1/ρ) gr/cm3	SOBRECARGA (ton/día)	DESPLAZAMIENTO (m/sem) Empleando Fórmula
1	0.0098803562	15.60	0.556483027	841.79	0.0089943521
2	0.0077385000	14.39	0.606158166	653.72	0.0089783132
3	0.0084526229	15.72	0.555864369	752.40	0.0103106061
4	0.0074430000	14.30	0.630212062	680.01	0.0092957011
5	0.0120385000	15.90	0.578263739	844.05	0.0107285894
6	0.0091126419	14.95	0.556173526	817.59	0.0071696962
7	0.0080390000	14.70	0.583482911	689.23	0.0087517333
8	0.0058265000	10.83	0.805045086	471.11	0.0069059766
9	0.0082162500	15.30	0.570897986	659.07	0.0105238683
10	0.0237911474	19.85	0.565610860	907.57	0.0221756464
11	0.0090837500	15.70	0.557941401	639.64	0.0115298544
12	0.0236613218	20.29	0.566572238	803.90	0.0247229798
13	0.0124679757	16.80	0.558347292	810.03	0.0132284263
14	0.0027535000	12.35	0.542593597	492.56	0.0018587043
15	0.0098677500	15.30	0.557187436	740.70	0.0091455514
correlación lineal de pearson					0.9669223835

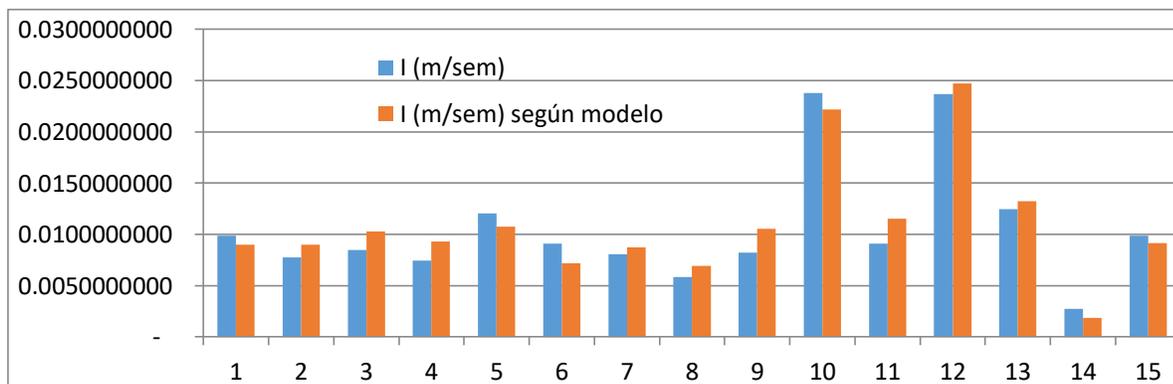


Figura 33. Ilustración de Resultados Post Prueba

- Comportamiento de las Variables Independientes según resultados post prueba.

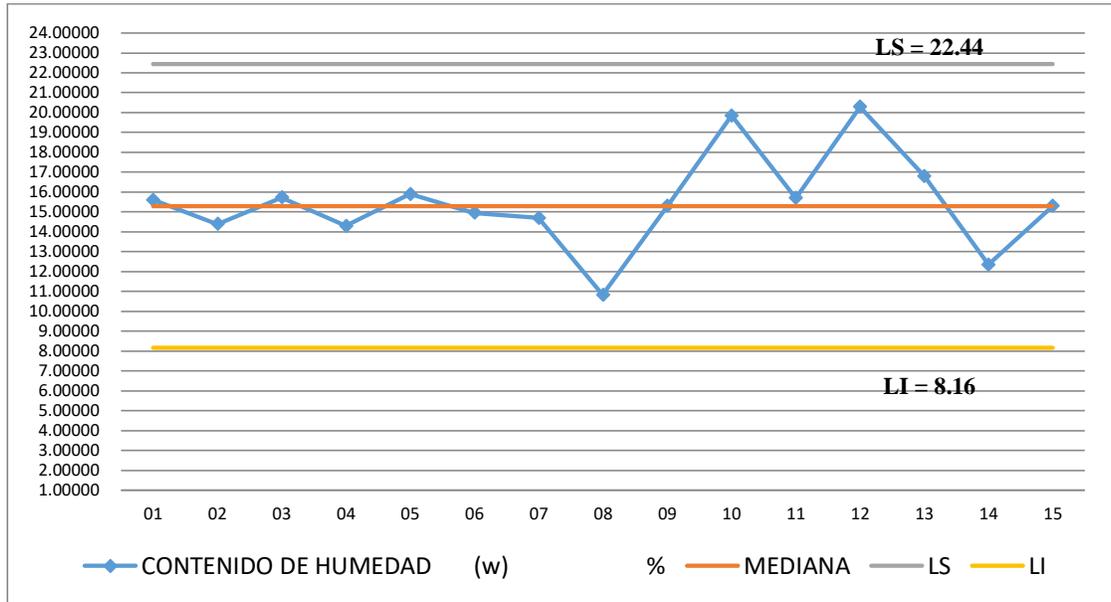


Figura 34. Resultados post prueba del Contenido de Humedad
Fuente: Elaboración Propia

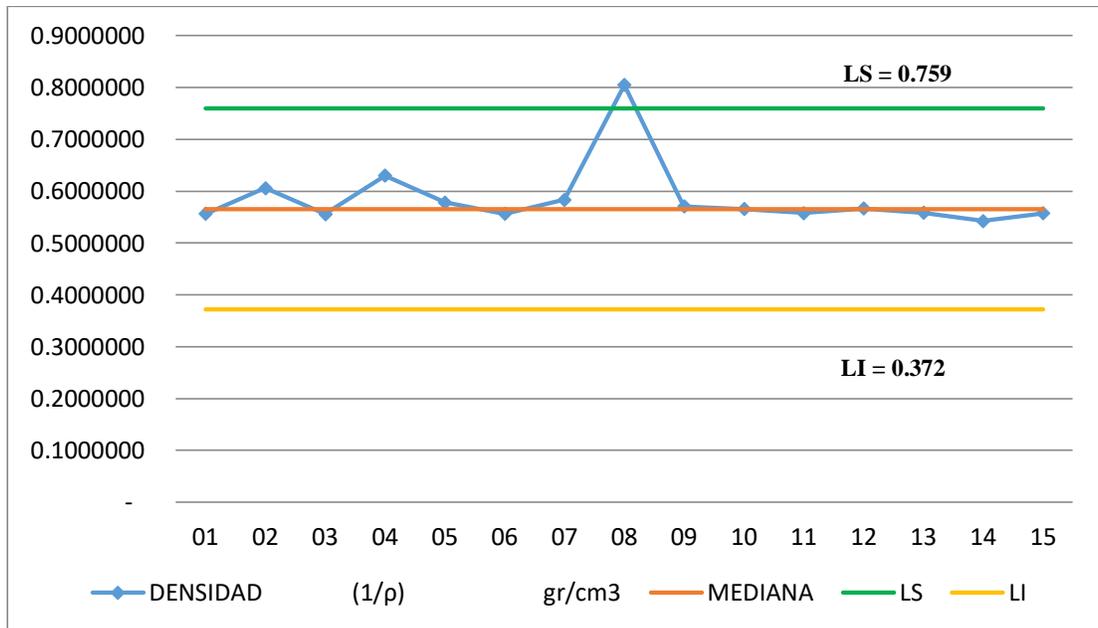


Figura 35. Resultados post prueba de la Densidad
Fuente: Elaboración Propia

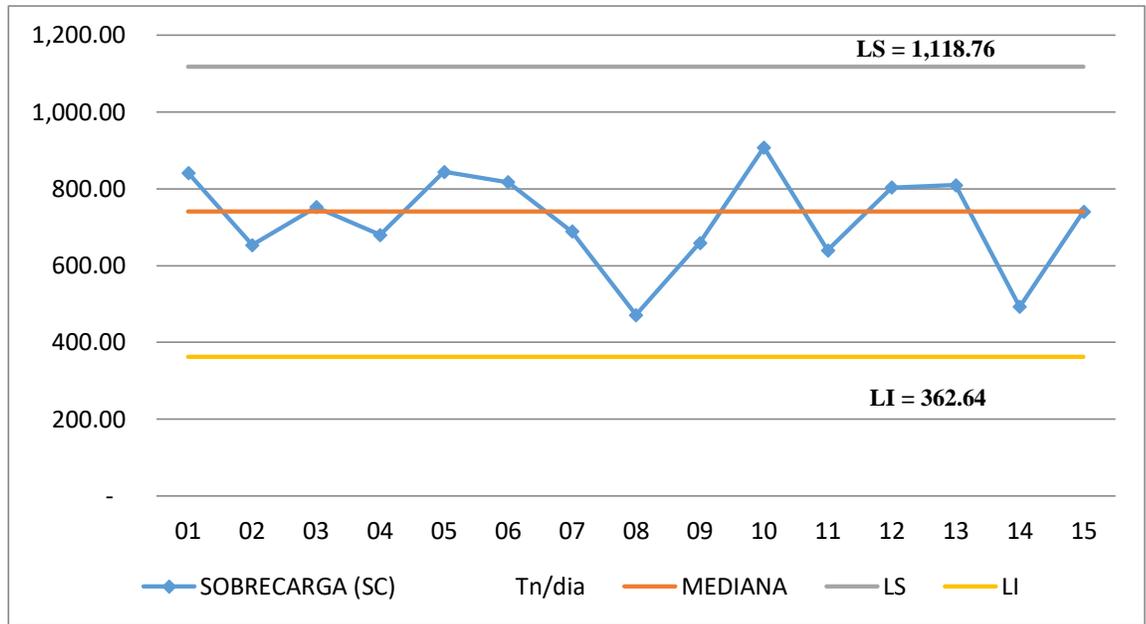


Figura 36. Resultados post prueba de la Sobrecarga
Fuente: Elaboración Propia

4.2.4 Análisis e Interpretación de Resultados

- El modelo de regresión lineal múltiple obtenido, mediante el empleo de 32 datos para su elaboración mediante el software Eviews 7, presenta el siguiente modelo matemático:

$$I = -0.052221 + 0.003188 (W) + 0.036820 \left(\frac{1}{\rho}\right) - 1.07 \times 10^{-5} (SC)$$

- Mediante la Regresión Lineal Múltiple calculada usando el software Eviews 7, se obtuvo:

Variable Independiente	Coefficiente	Prob. (T-Estatistic)	Prob. (F-Estatistic)	R²
Constante	-0.052221	0.0000		
Contenido de Humedad	0.003188	0.0000		
Densidad	0.036820	0.0000		
Sobre carga	-1.07x10 ⁻⁵	0.0016		
			0.0000	0.9728

- Los valores probabilísticos T-student individuales de las variables resultan $< 5\%$, por lo que se encuentran en la región de Rechazo, consiguientemente se acepta la hipótesis alterna, haciendo significativa a cada variable independiente.
- El valor probabilístico F-fischer, considerando a las variables independientes en forma grupal resultan $< 5\%$, consiguientemente las variables independientes son significativas en conjunto.
- Los valores probabilísticos obtenidos $< 5\%$ determinan que los coeficientes de regresión obtenidos son estadísticamente significativas, consiguientemente ayudan a explicar la variable dependiente.
- Los supuestos estadísticos del modelo matemático obtenido, resultan en el siguiente análisis.
 - a) Considerando la correlación entre las variables independientes participantes (Multicolinealidad), se tiene la siguiente matriz

	w	ρ	SC
w	1	-0.5804	0.7872
ρ	-0.5804	1	-0.5397
SC	0.7872	-0.5397	1

En donde se aprecia que los índices correlativos resultan en valores menores a 0.80, es decir están en la escala de *correlación moderada*.

- b) Considerando la varianza del error (Heterocedasticidad) y la correlación global entre las variables explicativas (Autocorrelación), se debe tener en cuenta que la regresión lineal múltiple calculada mediante el Eviews 7, considera errores estándar grandes durante la medición, corregido mediante el HAC incorporado, por tanto automáticamente corrige la heterocedasticidad generada.
- El coeficiente de determinación $R^2 = 0.9729$, significa que la variable dependiente es explicada por las variables independientes en un 97.29% y el 2.71% restante, resulta ser el error o residuo no explicado por la recta de regresión.
 - De las variables independientes, se confirma la consistencia del algoritmo lineal obtenido, ya que se evidencia la incidencia de los mismos en el comportamiento de la variable dependiente que se asemeja o guarda relación con la interacción a mayor densidad se tendrá menor contenido de humedad y efecto por sobrecarga, consiguientemente lo contrario promoverá una condición no favorable.

- El análisis de elasticidad, de los coeficientes de regresión obtenidos en la correspondiente regresión lineal múltiple, así como la consideración de valores representativos en la muestra seleccionada, se tiene:
 - a) Cuando el contenido de humedad se incrementa en 01 Und (1%), el desplazamiento en laderas inestables se incrementa en 0.003m
 - b) Cuando la densidad se reduce en 01 Und (1 gr/cm^3), el desplazamiento en laderas inestables se incrementa en 0.037m.
 - c) Cuando la sobrecarga se reduce en 01 Und (1tn/día), el desplazamiento en laderas inestables se reduce en 1.07×10^{-5} m.
- La influencia del contenido de humedad, la densidad y la sobre carga, en el desplazamiento de laderas inestables, se traducen en los siguientes valores procesados estadísticamente para la elaboración del modelo matemático.

Contenido de Humedad (w) %	Densidad (ρ) gr/cm³	Sobre carga (SC) tn/día
10.85 a 23.10	0.537 a 1.961	255.90 a 991.32

- El desplazamiento, calculado mediante el modelamiento matemático de regresión lineal múltiple en un periodo experimental de Abril a Junio 2018 resulta en la siguiente información.

Fecha	Desplazamiento (m/sem)
18/04/2018	0.00899
23/04/2018	0.00898
28/04/2018	0.01031
03/05/2018	0.00930
08/05/2018	0.01073
14/05/2018	0.00717
19/05/2018	0.00875
24/05/2018	0.00691
29/05/2018	0.01052
04/06/2018	0.02218
09/06/2018	0.01153
14/06/2018	0.02472
19/06/2018	0.01323
25/06/2018	0.00186
30/06/2018	0.00915

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Los valores de las variables independientes consideradas como contenido de humedad, densidad y sobre carga que actúan en las laderas, determinan el grado de inestabilidad mediante el empleo del modelo matemático de regresión lineal múltiple, ya que determina el desplazamiento diario de la ladera en estudio.
- El Eviews 7, es un programa de análisis y cálculo estadístico de todo modelo lineal de ajuste de información significativa, así mismo desarrolla un análisis depurado de la base de datos, determinando pronósticos y estimaciones eficientes.
- El Eviews 7 al presentar el limitante de permitir hasta 04 variables independientes en el análisis y solución de la ecuación de regresión múltiple, da cuenta de la incorporación de factores o supuestos estadísticos (análisis de parsimonia), a fin de evaluar los coeficientes de regresión obtenidos, que en el presente caso son valores diferentes de cero lo que significa que las variables independientes influyen en la variable dependiente.

La regresión lineal múltiple obtenida con el software Eviews 7 resulta.

$$I = -0.052221 + 0.003188 (W) + 0.036820 \left(\frac{1}{\rho}\right) - 1.07 \times 10^{-5} (SC)$$

- Los coeficientes de regresión lineal múltiple, así como las unidades de cada una de las variables participantes, representan su peculiaridad ya que reportan la identificación de su magnitud en el modo y forma establecidos, es decir en la calidad de los datos y resultados eficaces obtenidos.

Variable	Descripción	Unidad	Instrumento de Medición
Dependiente	Desplazamiento de laderas inestables	m/sem	Estación Total en coordenadas X, Y
Independiente	Contenido de humedad	%	Ensayo de Laboratorio
Independiente	Densidad	gr/cm ³	Ensayo de Laboratorio
Independiente	Sobre carga	Ton/día	Conteo diario de tráfico

- El modelo matemático de regresión lineal múltiple obtenido mediante el software Eviews 7, se obtuvo mediante iteración matricial simultánea, lo que significa que se realizó a través de una operación numérica compacta a través de la participación de 04 variables causa (variables independientes) y 01 variable efecto (variable dependiente), expresadas a través de 32 datos de campo con sus respectivas unidades, los mismos que determinaron la definición y obtención de específicos coeficientes de regresión lineal múltiple, y a través de ellos se pudo determinar la incidencia que tienen las variables independientes sobre la variable dependiente, lo que significa que el modelo matemático obtenido, como todo algoritmo experimental, estará en función a las variables participantes así como sus correspondientes unidades con las que el modelo ha sido creado.
- La evaluación de los coeficientes de regresión obtenidos, se realizó a través de los siguientes factores, los mismo que promueven un análisis de los supuestos estadísticos típicos, bondad de ajuste y test de hipótesis.

Supuesto Estadístico	Bondad de Ajuste	Test de Hipótesis
Multicolinealidad < 0.80	Coeficiente de determinación $R^2 = 0.9729$	Nivel mínimo de significación (T-student). Pvalue < 5%
Heterocedasticidad (corregido por el HAC)		Nivel mínimo de significación (F-fisher). Pvalue < 5%
Autocorrelación (corregido por el HAC)		

- El modelo matemático de regresión lineal múltiple, resulta conforme a los supuestos estadísticos considerados, es decir.
 - *Multicolinealidad*: Moderada (correlación entre variables regresoras)
 - *Heterocedasticidad*: Corregida automáticamente por el HAC o estimador Newey – West del software en relación a la consideración de los errores estándares robustos generadas durante la obtención de la información.
 - *Autocorrelación*: Corregida automáticamente por el HAC o estimador Newey – West del software en relación a la consideración de los errores estándares robustos generadas durante la obtención de la información.
- El HAC incorporado (Newey–West) del software Eview 7, está diseñado para corregir automáticamente la Heterocedasticidad y Autocorrelación emergente (HAC), como resultado de la iteración matricial u operación simultánea exigible.
- La interpretación correspondiente señala una iteración de 32 ecuaciones con 05 incógnitas (coeficientes de regresión), lo que resulta en un escenario numérico indiscutiblemente sensible que se tiene que solucionar o corregir, de modo que las desviaciones o potenciales errores sean mínimos y consiguientemente aceptables. Este efecto operativo es atendido mediante la aplicación del *Principio de Parsimonia*, es decir empleando el criterio de la explicación simple a la resultante de desviaciones (diferencias entre los valores ajustados a la recta de regresión y otros no ajustados), traducida en que esta debe ser SIEMPRE MÍNIMO.

Particularidad comprobada y verificada a través del Coeficiente de Determinación que también da cuenta de la magnitud del error residual resultante.

- El Coeficiente de Determinación R^2 del modelo matemático desarrollado resulta 97.29%, lo que significa que la variación o cambios de la variable dependiente son explicadas en un 97.29% por las variables independientes, correspondiendo el 2.71% al error o residuo no explicado por la regresión.
- La contrastación de Hipótesis, se ha considerado para el caso un nivel de significación $\alpha < 5\%$, promoviendo que el valor experimental sea mayor al valor teórico, evaluación basada en información pre establecida de la función de distribución probabilística, para el análisis individual t-student y para el análisis global f-fischer, es decir si el Pvalue de cada una de las variables es $< 5\%$, significa que los coeficientes obtenidos inducen a ubicar a las variables independientes en la región de significación de tamaño α . Así mismo si el Pvalue de las variables independientes de manera global es $< 5\%$, significa igualmente que las variables independientes se emplazan en la región de aceptación de la hipótesis alterna.
- Mediante el análisis de elasticidad (enfoque individual de variables, haciendo constante a las demás) del modelo matemático de regresión lineal múltiple obtenido, se describe lo siguiente:

Variable Independiente	Valor Participante Variable Independiente	Valor Participante Variable Dependiente
w	↑ 01 UND (1%)	Desplazamiento en ladera ↑ 0.003 m
ρ	↑ 01 UND (1 gr/cm ³)	Desplazamiento en ladera ↓ 0.037 m
sc	↓ 01 UND (1 tn/día)	Desplazamiento en ladera ↓ 1.07 x 10 ⁻⁵ m

- El desplazamiento de la ladera evaluada, está en función de las propiedades físicas y factores externos que actúan sobre ella, en consecuencia, toda acción conducente a la mejora de la condición de estabilidad, ya sea mediante revegetación, aplicación de insumos de características geosintéticas y obras de contención, serán importantes, por cuanto conllevan a la seguridad de la ladera, materia de estudio, traducida en su estabilidad.
- El lugar materia de estudio se emplaza en una zona de ampliación urbana, consecuentemente la gran demanda de superficies para uso de vivienda, la misma que se acentúa por el imparable crecimiento poblacional, circunstancia que conlleva a la atención de las necesidades de los usuarios mediante obras de servicios básicos, caracterización típica de una zona permanentemente intervenida (demanda social), consecuentemente la importancia de contemplar trabajos de recuperación (oferta de obras) por el cambio de uso de las superficies intervenidas.
- Ante la magnitud de la demanda social de la zona materia en estudio y la respuesta por parte de las autoridades para la atención física de los requerimientos, es posible dar cuenta de una zona permanentemente intervenida, conllevando el mismo a la generación de impactos tanto estructurales como composicionales de los factores ambientales identificados. Circunstancia promotora de obligatorias inversiones para su recuperación y futuro uso sustentable del mismo.
- Basado en el ciclo de todo trabajo de preservación ambiental, esto es prevención, mitigación y remediación, será posible señalar que el presente trabajo de investigación se circunscribe en la mitigación del talud conformado materia de estudio, significa la indiscutible participación en el control de la ladera intervenida, permitiendo asegurar su condición de seguridad, así como trabajos específicos y apropiados de manera técnica en la etapa de remediación.

- Teniéndose en cuenta la Hipótesis general, se acepta la solución planteada, entonces.
 - El modelo matemático de regresión lineal múltiple propuesto considerando el contenido de humedad, densidad y sobrecarga, determina los desplazamientos en laderas inestables generadoras de impactos ambientales.

- Así mismo para las hipótesis específicas, se tiene.
 - El incremento del contenido de humedad influye en el desplazamiento de laderas inestables generadoras de impactos ambientales en obras de servicio carrozable.

 - El decremento de la densidad influye en el desplazamiento de laderas inestables generadoras de impactos ambientales en obras de servicio carrozable.

 - El incremento de la sobre carga influye en el desplazamiento de laderas inestables generadoras de impactos ambientales en obras de servicio carrozable.

 - El software Eviews 7 obtiene los coeficientes de regresión del modelo matemático propuesto.

- Teniendo en cuenta los gráficos de control de comportamiento de las variables participantes durante su medición en la prueba y post prueba, se tiene.

Etapa	Parámetros	Patrón			Desviación Estándar (S)	Valores fuera del límite (3S)
		Tendencia	Desplazamiento	Diente de Sierra		
Pre Prueba	Contenido de humedad	-	-	-	3.8400	-
	Densidad	-	-	-	0.0818	-
	Sobrecarga	-	-	-	227.71	-
Post Prueba	Contenido de humedad	-	-	-	2.3800	-
	Densidad	-	-	-	0.0646	01
	Sobrecarga	-	-	-	126.02	-

Se evidencia que el patrón considerado como tendencia, desplazamiento y diente de sierra, resulta en inexistente, en consecuencia, no se tiene causa especial durante la recolección de información de campo, y por lo tanto los valores son consistentes y aceptables para su aplicación.

- Teniéndose en cuenta los resultados obtenidos (valores experimentales) logrados a nivel de post prueba mediante 15 valores, comparados con los valores aplicados durante la toma de datos correspondiente al periodo 18-04-2018 al 30-06-2018 del tramo 0+840 a 0+980 de la carretera de acceso la Urbanización El Pinar, se obtiene el siguiente coeficiente de correlación lineal de Pearson.

Modelo Matemático	Coefficiente de correlación lineal de Pearson
$I = -0.052221 + 0.003188 (W) + 0.036820 \left(\frac{1}{\rho}\right) - 1.07 \times 10^{-5} (SC)$	R = 0.9669

Valores que evidencian un alto grado de correlación entre los valores experimentales con los valores aplicados, evidenciándose la **eficiencia del modelo matemático de regresión lineal múltiple obtenido.**

VI. CONCLUSIONES

- 6.1 La zona en estudio ubicada en las coordenadas geográficas: 223628.026 m, 8947020.702 m, corresponde a la Transición de la Zonificación Ambiental del Parque Nacional Huascarán calificada como reserva de biosfera o patrimonio mundial de la humanidad.
- 6.2 El modelo matemático de regresión lineal múltiple, que se obtuvo para determinar el desplazamiento de laderas inestables generadoras de impactos ambientales, se basó en el algoritmo de regresión lineal múltiple, obtenido mediante aplicación del software Eviews7.
- Las evaluaciones estadísticas realizadas, consideraron supuestos estadísticos representativos como la multicolinealidad, heterocedasticidad y autocorrelación, así mismo, bondad de ajuste (coeficiente de determinación R^2) y test de hipótesis (distribución t y distribución f), conllevando a la significación estadística o región probabilística de tamaño α determinada, traducida en el rechazo de H_0 (hipótesis nula) y aceptación de H_a (hipótesis alterna), lográndose resultados aceptables.
 - Los gráficos de control, necesidad de la definición de la calidad de los datos, conllevan al análisis de comportamiento de las variables participantes técnica y adecuadamente, permitiendo no apreciar “causa especial”, o fuentes de distorsión de comportamientos, por tanto, se descarta implicancias en los resultados por algún tipo de información no consistente.
 - Los datos de la variable densidad correspondiente a la etapa post prueba considerada, reporta 01 valor por fuera del límite superior, lo que significa que se trata de una caracterización mínima que no tiene implicancia en la representación de la variable, por lo que se considera que se encuentra dentro de un proceso de medición de utilidad y normal.

- Los valores logrados durante el proceso de medición directa, en la zona de estudio, son representativos y técnicamente consistentes, en consecuencia, aceptables para todo análisis de implicancia y explicación de las variables independientes sobre la variable dependiente Desplazamiento en laderas inestables.

6.3 Los datos obtenidos de campo para la elaboración del modelo matemático, de las variables independientes humedad, densidad y sobrecarga comprenden los siguientes intervalos.

Contenido de Humedad (w) %	Densidad (ρ) gr/cm³	Sobre carga (SC) tn/día
10.85 a 23.10	0.537 a 1.961	255.90 a 991.32

6.4 El modelo matemático de regresión lineal múltiple, sustenta su expresión científica, en la cantidad y calidad de la información de campo lograda para su procesamiento, basada en la relación funcional denominada Regresión Lineal Múltiple, operada y sensibilizada mediante el software Eview 7.

6.5 La bondad de ajuste estadístico o coeficiente de determinación igual a $R^2 = 0.9729$, determina la consistencia del modelo matemático de regresión lineal múltiple obtenido.

6.6 El modelo matemático de regresión lineal múltiple propuesto es consistente y aceptable, dado el grado de correlación entre los valores modelados del desplazamiento y los valores reales de desplazamiento, relación interpretada a través del coeficiente de correlación lineal de Pearson igual a $R = 0.967$ obtenido en la etapa de post prueba desarrollada.

6.7 La influencia de las variables independientes sobre la dependiente, acorde al coeficiente de correlación lineal de Pearson (R) y el coeficiente de determinación (R^2), es la siguiente:

Variab Independientes	Variable Dependiente	R²	R	Influencia
Contenido de Humedad	Desplazamien to en laderas inestables	0.8404	0.9167	I
Sobrecarga		0.3533	0.5944	II
Densidad		0.0527	-0.2295	III

6.8 Los coeficientes de regresión del modelo matemático de regresión lineal múltiple, obtenidos mediante el Eviews 7, fueron sometidos a evaluaciones de significación estadística y análisis inferencial dada su condición cuantitativa, tanto individual y grupalmente, obteniéndose los siguientes valores finales.

Constante	Coef. De Regresión W (%)	Coef. De Regresión ρ (gr/cm³)	Coef. De Regresión SC (Tn/día)
-0.052221	0.003188	0.036820	-1.07x10 ⁻⁰⁵

6.9 El desplazamiento de la ladera en el periodo (abril – junio 2018), mediante el empleo del modelo matemático obtenido, da cuenta del comportamiento dinámico de la ladera en estudio, lo cual resultó en lo siguiente.

Fecha	Desplazamiento (m/sem)
18/04/2018	0.00899
23/04/2018	0.00897
28/04/2018	0.01031
03/05/2018	0.00929
08/05/2018	0.01072
14/05/2018	0.00716
19/05/2018	0.00875
24/05/2018	0.00690
29/05/2018	0.01052
04/06/2018	0.02217
09/06/2018	0.01152
14/06/2018	0.02472
19/06/2018	0.01322
25/06/2018	0.00185
30/06/2018	0.00914
DESPLAZAMIENTO	0.01095 m/sem

6.10 El desplazamiento de la ladera en estudio, reporta un desplazamiento de 0.01095m/sem, los cuales comprenden la siguiente caracterización.

Descripción	Desplazamiento (I)	Tolerancia	Clasificación
Valor Anual	0.5256 m/año	0.016 m/año < I < 15.6 m/año	Lento
Valor Mensual	0.0438 m/mes	0.00013 m/mes < I < 1.3 m/mes	Lento

El resultado según el procedimiento experimental y resultado mediante aplicación de la fórmula, señalan que el desplazamiento de la ladera inestable tiene una clasificación de **Desplazamiento Lento**.

6.11 El **desplazamiento Lento** de la ladera inestable en estudio, aplicándose la matriz de causalidad, presenta los siguientes impactos ambientales dentro de los trabajos de mantenimiento de la carretera.

Factores Ambientales	Componentes Ambientales	Aspectos	Impactos	
Abióticos	Atmósfera	Emisión de Polvo	6	0
	Agua	Escorrentía	0	0
	Suelo	Deposición de material	1	0
		Ruido y vibraciones	6	0
Bióticos	Flora	Emisión de Polvo	6	0
		Escorrentía	0	0
		Deposición de material	1	0
	Fauna	Emisión de Polvo	6	0
		Escorrentía	0	0
		Deposición de material	1	0
Social	Geoforma	Rellenos y cortes	2	0
	Incidencia Visual	Deposición de material	1	0
	Sociales	Viviendas próximas	6	0
	Infraestructura de Servicio	Serviciabilidad	0	1
	Económicos	Empleo	0	6
		Comercio	0	6
			Total	36

Conllevando a 36 impactos negativos y 13 impactos positivos.

6.12 La ladera en estudio, de clasificación resultante como **Desplazamiento Lento**, refleja que es ambientalmente resistente o poco frágil, dada la existencia de estructuras de seguridad vial en la zona evaluada, consiguientemente cualquier actividad operativa de mantenimiento que se realice tendrá viabilidad ambiental.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1 Recomendar que la toma de datos de las variables independientes se realice en condiciones apropiadas y cantidades suficientes, es decir 30 datos como mínimo, para que los datos obtenidos sean aleatorios y en consecuencia se logren resultados aceptables de la muestra seleccionada.
- 7.2 Recomendar que se emplee un diseño apropiado de investigación o técnica de verificación seleccionada anticipadamente, con la finalidad que se planifique convenientemente los grupos experimentales y de control, de modo que la validación interna o confiabilidad de los resultados sea representativo y consistente.
- 7.3 Recomendar que se desarrolle el análisis de tendencia por cada variable independiente participante en el modelo, pro consistencia de la forma funcional $I \rightarrow f(w, \rho, SC)$.
- 7.4 Recomendar que el empleo del presente modelo matemático de regresión lineal múltiple planteado, se realice en condiciones similares a la zona de estudio, de preferencia en una misma estación climatológica y que se realice la toma de datos en periodos de evaluación similares de la presente tesis.
- 7.5 Recomendar en el mediano plazo se consideren adicionales factores físicos o indicadores de inestabilidad de laderas, como sobrecargas clasificadas, condiciones climáticas en periodos específicos y razonables; así como expresiones naturales diferentes, a modo de complementar el modelo matemático propuesto, para optimizar el aprovechamiento de las laderas y optar por mecanismos adecuados de estabilización a fin de mitigar los impactos que genera.

VIII. REFERENCIAS

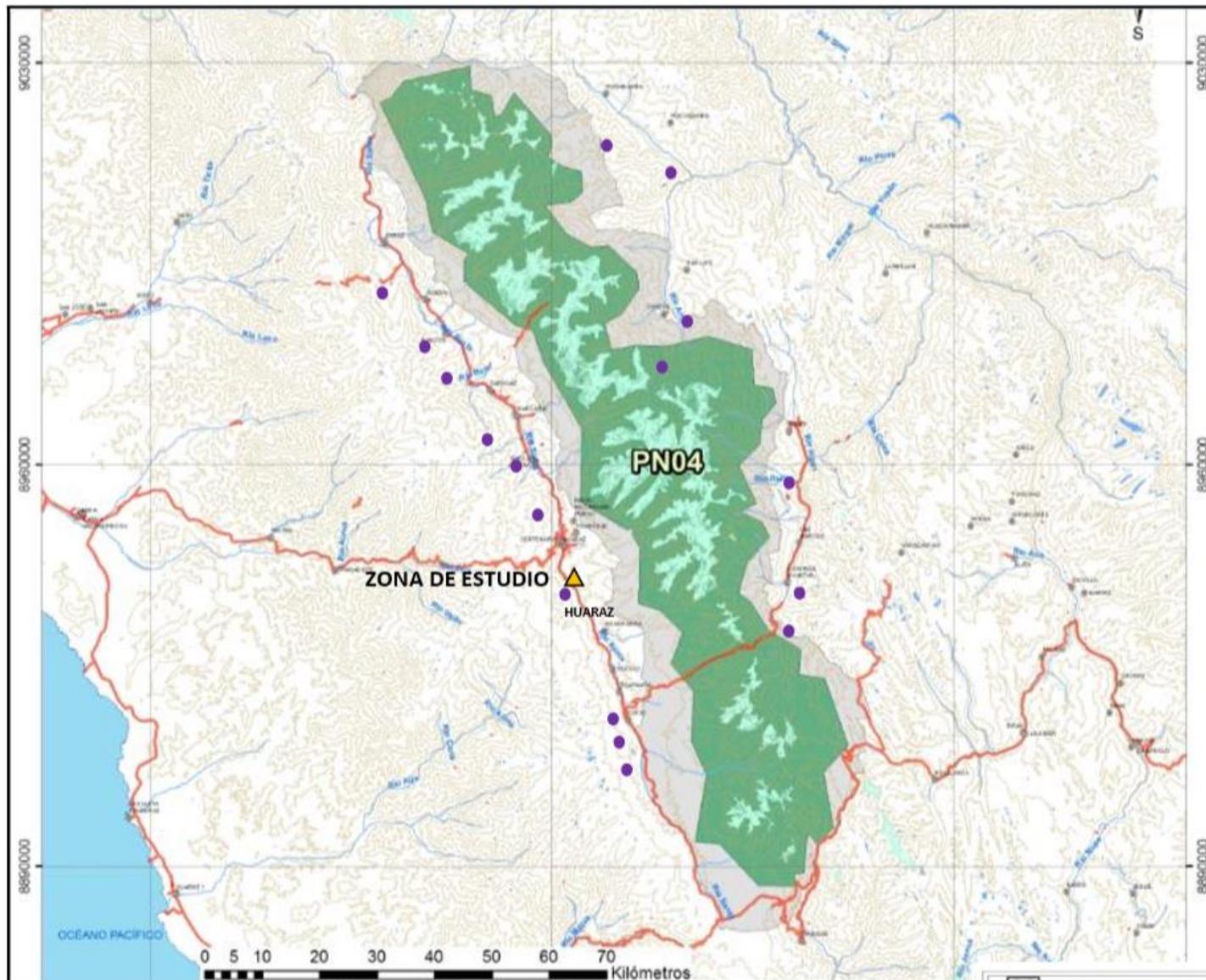
- AASHTO (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials. Recuperado de <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>.
- Ariel, H. (2015). *El modelo matemático para la consolidación de suelos no saturados*. (tesis de pregrado). Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Bernardo, F. S. (2009). *Metodología de elaboración de un estudio de impacto ambiental*. Ponencia organizada por Osinergmin para el seminario sobre evaluación de impacto ambiental (EIA). Lima, Perú.
- Córdova, M. (2003). *Estadística descriptiva e inferencial*. Lima, Perú: Editorial Moshera S.R.L.
- Cusi, D. (2012). *Estudio de impacto ambiental de la carretera Pumamarca-Abra San Martín del distrito de San Sebastián*. (tesis de pregrado). Universidad de Piura, Perú.
- Da Costa, A. (2004). *Inestabilidad por degradación superficial de taludes en suelos*. corrección mediante sistemas de refuerzo anclados. (tesis de pregrado). Universidad de Cantabria, España.
- DS N° 058-2003-MTC (2003). *Reglamento Nacional de Vehículos*. Perú, Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Definición.de (10 de abril de 2018). *Modelo matemático*. Recuperado de <https://definicion.de/modelo-matematico/>
- De Matteis, A. (2003). *Estabilidad de taludes*. Argentina: Universidad Nacional de Rosario. Recuperado de <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia>.

- DGCS-MTC (2002). Aprobada por resolución ministerial N° 305-2008-MTC/02. *Impacto ambiental del manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. Lima, Perú: Ministerio de transportes y comunicaciones.
- Díaz, J. (2008). *Estabilización del talud de la costa verde en la zona del distrito de magdalena*. (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Fuentes, R., Umaña, L., Manquián, N. & Crisp, R. (2000). Proposición de un modelo matemático simple de persistencia de herbicidas en el suelo. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 35(12), 2317-2328. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n12/a01v3512.pdf>.
- Gutiérrez, M. & Niño, A. (2005). *Diseño de un modelo matemático para la determinación de la capacidad de almacenamiento del humedal de Capellania*. (tesis de pregrado). Universidad de La Salle, Bogotá.
- López, J., Herrera, A., Ostos, L., Lizarraga, L. & Hernández, J. (2010). Aplicación de modelos matemáticos para la obtención de la curva de retención de humedad del suelo. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 6(1), 44-50. Recuperado de <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v6-n1-5-aplicacion-de-modelos-matematicos-para-la-obtencion-de-la-curva-de-retencion-de-humedad-del-suelo.pdf>
- Menéndez, J. (2016). *Ingeniería de Pavimentos*. Lima, Perú: Instituto de la construcción y gerencia.
- Mostajo, J. (2015). *Estudio de probabilidades de falla e implementación de alternativas de solución al deslizamiento de taludes andinos*. (tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Perú.
- MTC (2015). *Manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos*. Lima, Perú: Instituto de la construcción y gerencia.
- Nolazco, J. (2013). *Introducción y fundamentos de econometría*. México: Departamento de economía – Econometría con Eviews.

- Osinergmin (2009). *Seminario sobre evaluación de impacto ambiental*. Ponencia desarrollada los días 11 y 12 de marzo de 2009. Lima, Perú.
- Pérez, E. (2005). *Estabilidad de Taludes*. Cataluña, España: Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado de <https://www.coursehero.com/file/23850044/Tema5-Taludes/>
- RNE 3° Edición (2016). *Pavimentos urbanos, estabilización de suelos y taludes*. Lima, Perú: Instituto de la construcción y gerencia.
- Sackschewski, C. (2017). *Soluciones para la estabilidad de taludes de la carretera cantahuayllay entre las progresivas de km 102 al km 110*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Sernanp (18 de marzo de 2018). *Servicio nacional de áreas naturales protegidas por el estado*. Recuperado de <http://www.sernanp.gob.pe/huascarán>
- Significados.com (17 de febrero de 2018). *Impacto Ambiental*. Recuperado de <https://www.significados.com/impacto-ambiental/>
- Sinat.Semarnat (2009). *Puente Vehicular sobre el arroyo El Grande*. México: Proica. Recuperado de <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/gto/estudios/2009/11GU2009VD041.pdf>
- Valiente, R., Salvador, M. & Díaz, A. (2015). Estabilidad de taludes: conceptos básicos, parámetros de diseño y métodos de cálculo. *Civilizate* 7(1), 50-54. Recuperado de <http://ezproxybib.pucp.edu.pe/ojs/index.php/civilizate/article/view/16157/16579>
- Vargas, G. (2000). Criterios para la clasificación y descripción de movimientos de masa. *Boletín de Geología* 22(37), 39-67. Recuperado de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegelogia/issue/view/406>
- XuHongwu, X. (2011). *Cálculo de estabilidad de taludes de suelos y aplicación de su fiabilidad*. USA: Universidad de South Central

IX. ANEXOS

PLANOS



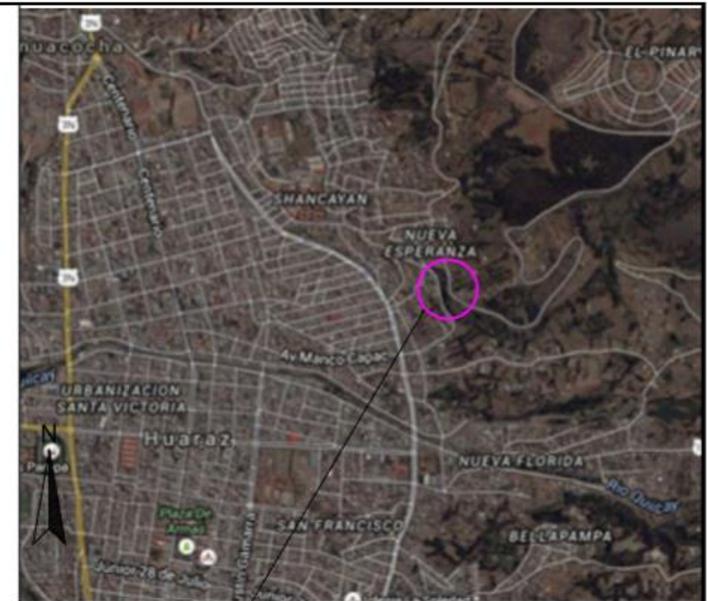
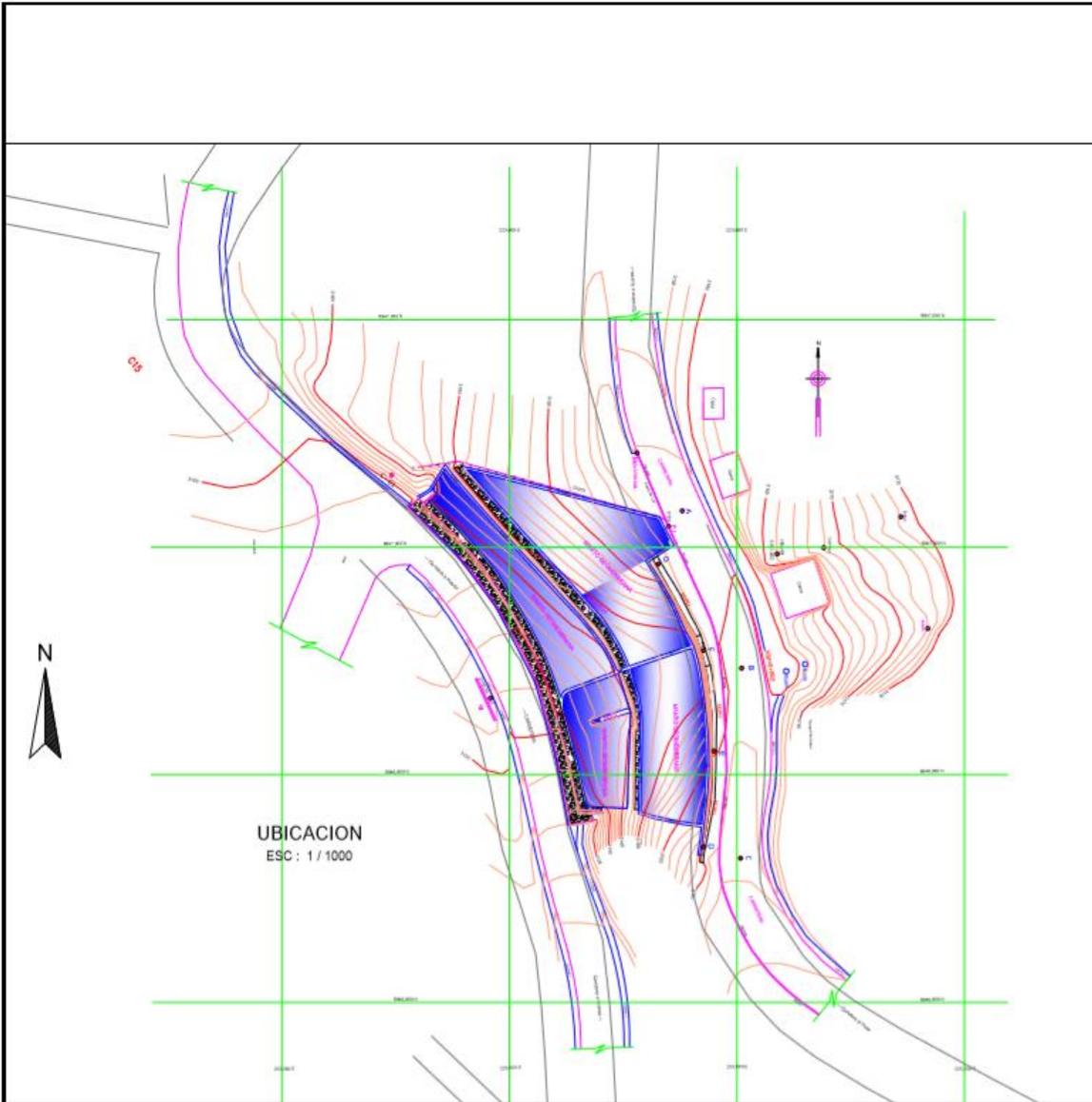
Legenda:

- Núcleo
- Zona de amortiguamiento
- Zona de Transición
- Zona de Estudio

PARQUE NACIONAL HUASCARÁN

 UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL ESCUELA UNIVERSITARIA DE POST GRADO DOCTORADO EN INGENIERIA AMBIENTAL		REGION DISTRITO - INDEPENDENCIA PROVINCIA - HUARAZ REGION - ANCASH
MODELO MATEMATICO DE REGRESION LINEAL MULTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ		
TITULO	AUTORA	FECHA
ZONIFICACION AMBIENTAL - PNH	MAG. CLAUDIA SOFIA TARRAZONA RINCON	2018
ORGANO	AUTOR	FECHA
C.S.T.R.	R.M.G.	S/N
ABRIL 2018		

ZA-1



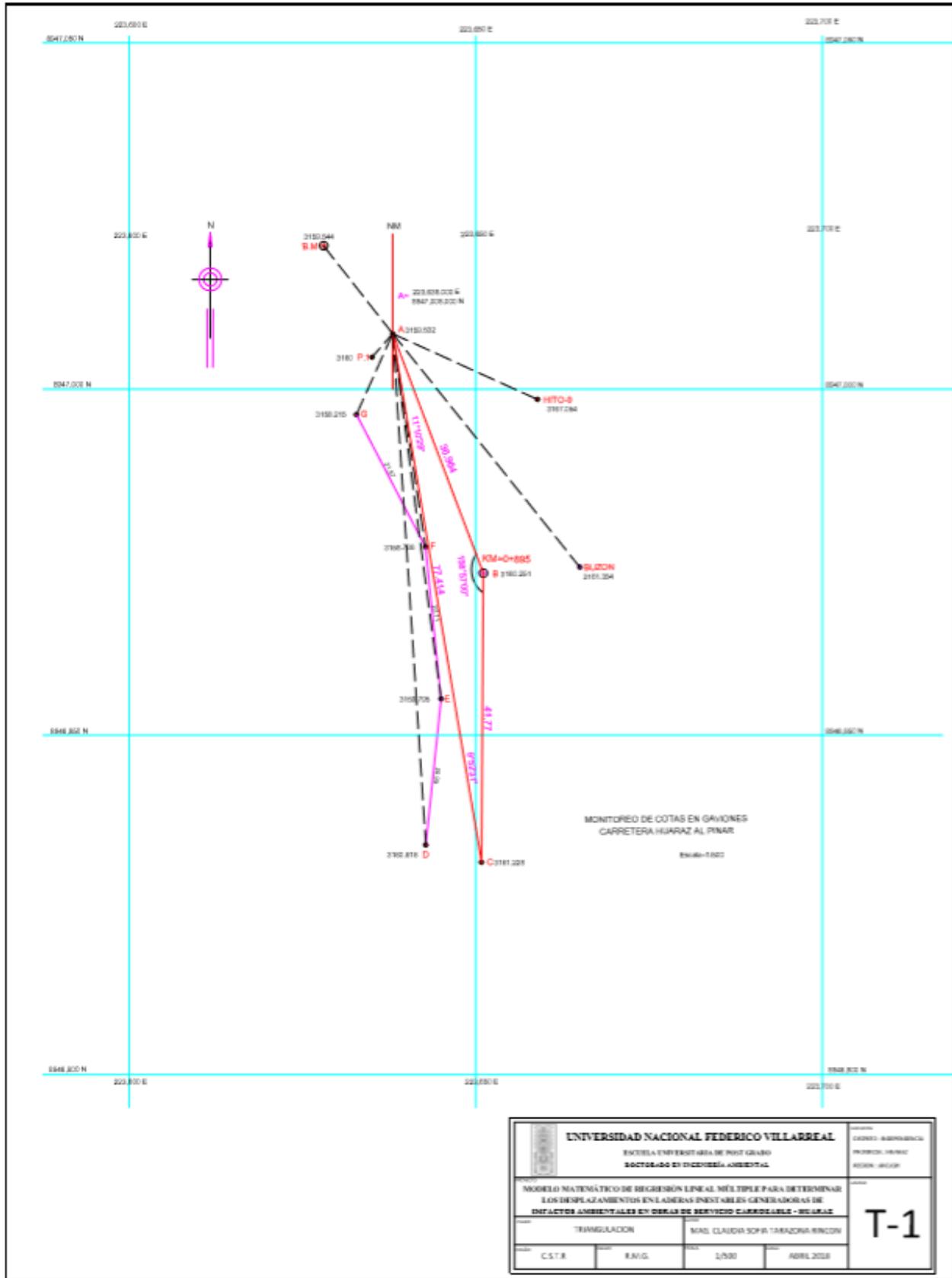
LOCALIZACION

ESC : 1 / 10000

UBICACION :

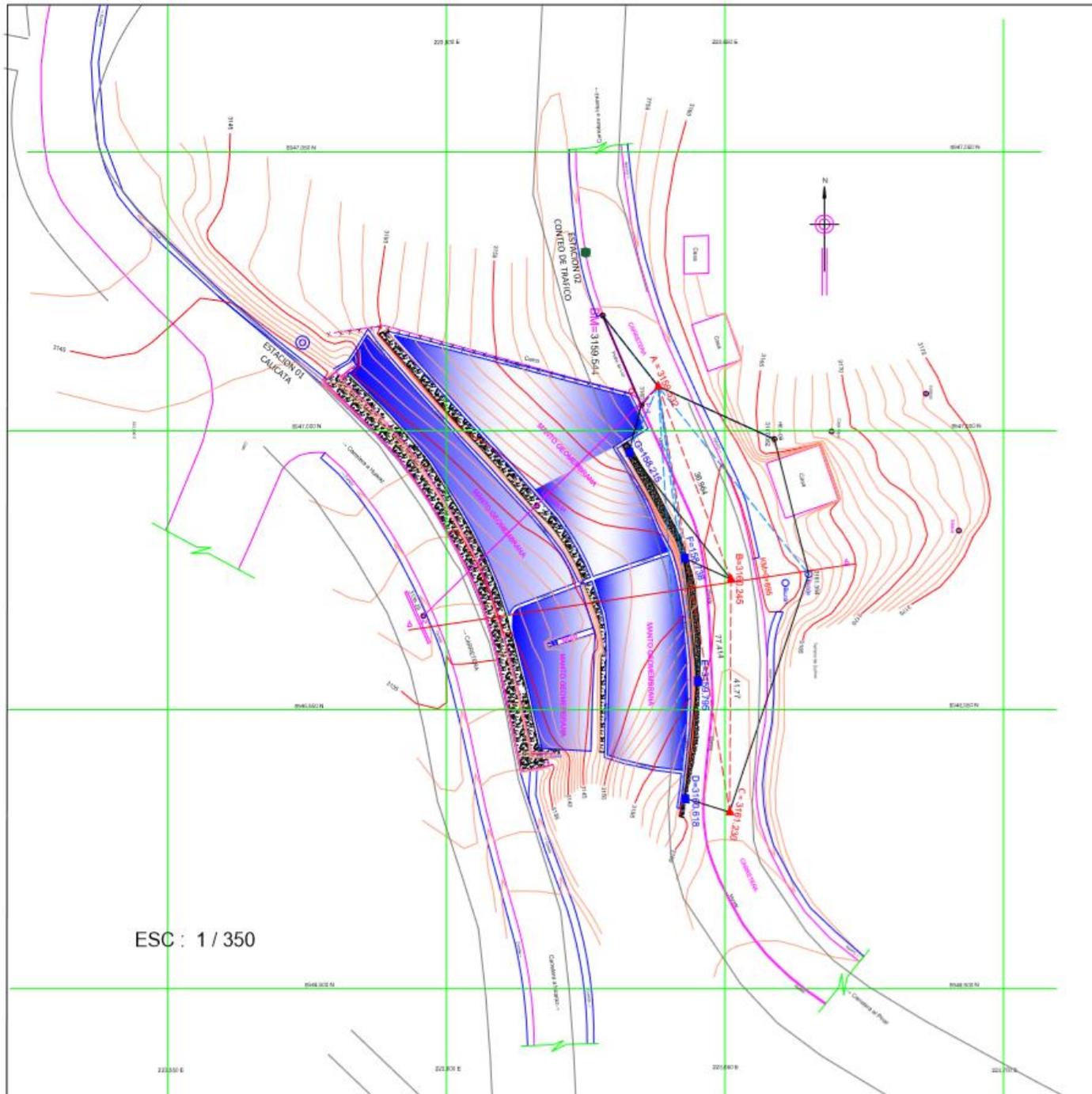
CARRETERA	:	HUARAZ - EL PINAR
ZONA	:	DE GAVIONES
SECTOR	:	NICRUPAMPA
DISTRITO	:	INDEPENDENCIA
PROVINCIA	:	HUARAZ
REGION	:	ANCASH
DATUM	:	HORIZONTAL
COORDENADAS	:	UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (UTM)
ZONA GEOGRAFICA	:	18S

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL ESCUELA UNIVERSITARIA DE POST GRADO DOCTORADO EN INGENIERIA AMBIENTAL				UBICACION: DISTRITO : INDEPENDENCIA PROVINCIA : HUARAZ REGION : ANCASH
MODELO MATEMATICO DE REGRESION LINEAL MULTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ				AUTORA: U-1 Activar Ve a Confir
TITULO: UBICACION	AUTOR: MAG. CLAUDIA SOFIA TARAZONA RINCON	ESCALA: 1/1000	FECHA: ABRIL 2018	
DISEÑADO: C.S.T.R	DISEÑADO: R.M.G.			



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL ESCUELA UNIVERSITARIA DE POST GRADO DOCTORADO EN INGENIERIA AMBIENTAL		CARRERA: INGENIERIA PROFESOR: HERNAN ALONSO - JACOB	
MODELO MATEMATICO DE REGRESION LINEAL MULTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LASERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARRETERABLE - HUARAZ			
TRIANGULACION		MAG. CLAUDIA SOPHIA TARAZONA WINCON	
C.S.T.R.	R.V.G.	1/500	ABRIL 2020

T-1



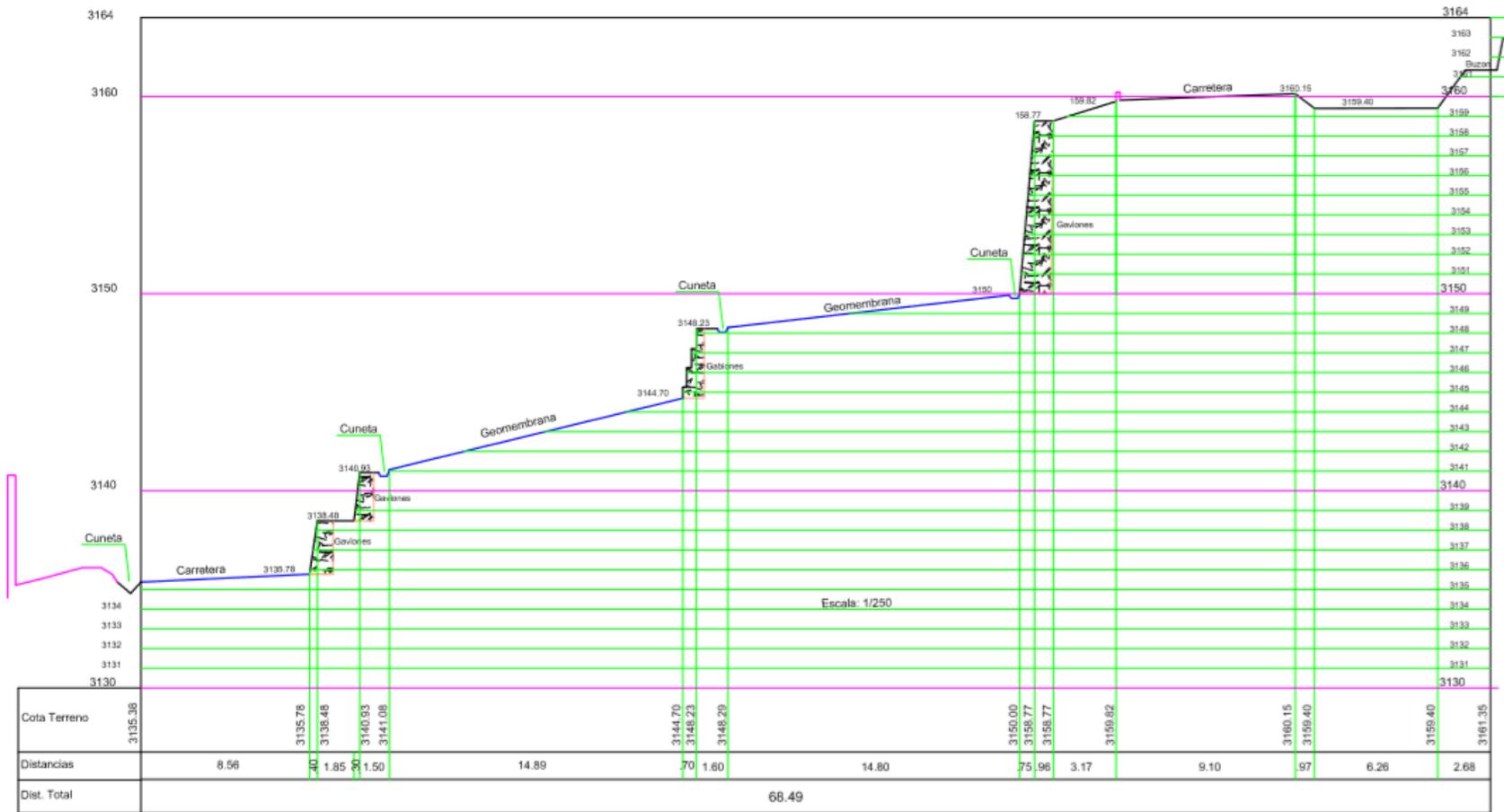
ESC : 1 / 350

COORDENADAS			
PUNTO	X	Y	Z
A	223638.000	8947008.000	3159.532
B	223651.069	8946973.423	3160.247
C	223650.821	8946931.655	3161.230
D	223642.800	8946934.156	3160.618
E	223644.998	8946955.262	3159.795
F	223642.894	8946977.206	3158.738
G	223632.781	8946996.334	3158.214
P 01	223634.977	8947004.626	3160.002
BM	223628.028	8947020.702	3159.544
HITO 09	223658.883	8946998.515	3167.062
BUZON	223665.017	8946974.304	3161.352

LEYENDA	
	ESTACION 01 - CALICATA
	ESTACION 02 - CONTEO DE TRAFICO
	PUNTOS RED DE TRIANGULACION
	PUNTOS DE CONTROL TOPOGRAFICO

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL		FACULTAD DE INGENIERIA	
ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA		BACHILLERATO DE INGENIERIA AMBIENTAL	
MARCO MULTIDISCIPLINARIO DE REGULACIÓN DEL RIESGO PARA IDENTIFICAR LAS DEPENDENCIAS EN LAS ACTIVIDADES GENERADORAS DE IMPACTO AMBIENTAL EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - RIARAJ			
PLANTA	MAG. CLAUDIA SOFIA TAVAZONA BINCOR		
ESCALA	1:500	LOGO	ABRIL 2019

Activar V
T2 Config



SECCION A-A

 UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL ESCUELA UNIVERSITARIA DE POST GRADO DOCTORADO EN INGENIERIA AMBIENTAL				REGION: INDEPENDENCIA PROVINCIA: HUASCHAS REGION: ANCAOSH
TITULO: MODELO MATEMATICO DE REGRESION LINEAL MULTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ				AUTOR:
PLAN: PERFIL	AUTOR: MAG. CLAUDIA SOFIA TARAZONA RINCON		TITULO: T-3	
ESCALA: C.S.T.R	DISEÑADO: R.M.G.	ESCALA: 1/225	FECHA: ABRIL 2018	

TOMA DE DATOS EN CAMPO

HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-01

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 26/01/2015

ANOTACIONES				Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos	N S		Angulos Calculados	E W	E			N		E	N				
							E			W	N			S			
N	A	-	-										223.638.000	8947.008.000	3159.528	A	
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417 0.185554 0.986201	36.964	13.069		34.577	223.651.069	8946.973.423	3160.254	A B	
	A	C	11°10'30"	170°28'14"	S	9°31'46"	E		77.414	12.816		76.346	223.650.816	8946.931.654	3161.241	A C	
	A	D	17°00'00"	176°17'44"	S	3°42'16"	E		74.000	4.781		73.845	223.642.781	8946.934.155	3160.631	A D	
	A	E	13°10'00"	172°27'44"	S	7°32'16"	E		53.20	6.979		52.740	223.644.979	8946.955.260	3159.803	A E	
	A	F	12°01'30"	171°19'14"	S	8°40'46"	E		31.15	4.701		30.793	223.642.701	8946.977.207	3158.742	A F	
	A	G	44°49'00"	204°06'44"	S	24°06'44"	W		12.78		5.221	11.665	223.632.779	8946.996.335	3158.215	A G	
	A	P.01	61°59'30"	221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989	3.404	223.635.011	8947.004.596	3160.000	A P.01	
	A	B.M	162°36'00"	321°53'44"	N	38°06'16"	W		16.15		9.966	12.708	223.628.034	8947.020.708	3159.544	A B.M	
	HITO-09		315°07'30"	114°25'14"	S	65°34'46"	E		22.936	20.884		9.482	223.658.884	8946.998.518	3167.064	HITO-09	
	BUZON		341°58'00"	141°15'44"	S	38°44'16"	E		43.19	27.026		33.689	223.665.026	8946.974.311	3161.368	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS
INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-2

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 02/02/2015

ANOTACIONES				Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices		Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
										E	W	N	S				
N	A	-	-														
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223.638.000	8947.008.000	3159.532		A
	A	C	11°10'11"	170°27'55"	S	9°32'05"	E	0.165645 0.986185	77.414	12.823		76.345	223.651.069	8946.973.423	3160.247		A B
	A	D	16°59'30"	176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792		73.845	223.650.823	8946.931.655	3161.230		A C
	A	E	13°09'00"	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994		52.738	223.642.792	8946.934.155	3160.618		A D
	A	F	12°10'00"	171°27'44"	S	8°32'16"	E		31.15	4.625		30.805	223.644.994	8946.955.262	3159.795		A E
	A	G	44°50'30"	204°08'14"	S	24°08'14"	W		12.78		5.226	11.663	223.642.625	8946.977.195	3158.738		A F
	A	P.01	61°59'05"	221°16'49"	S	41°16'49"	W		4.53		2.989	3.404	223.632.774	8946.996.337	3158.214		A G
	A	B.M	162°35'00"	321°52'44"	N	38°07'16"	W		16.15		9.971	12.705	223.635.011	8947.004.596	3160.001		A P.01
	HITO-09		315°08'55"	114°26'39"	S	65°33'21"	E		22.936	20.880		9.491	223.628.029	8947.020.705	3159.544		A B.M
	BUZON		341°58'20"	141°16'04"	S	38°43'56"	E		43.19	27.023		33.692	223.658.880	8946.998.509	3167.062		HITO-09
													223.665.023	8946.974.308	3161.352		BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-2

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 02/02/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
									E	W	N	S					
N	A	-	-										223,638.000	8947,008.000	3159.532	A	
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651.069	8946,973.423	3160.247	A B
	A	C	11°10'11"	170°27'55"	S	9°32'05"	E	0.165645 0.986185	77.414	12.823			76.345	223,650.823	8946,931.655	3161.230	A C
	A	D	16°59'30"	176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792			73.845	223,642.792	8946,934.155	3160.618	A D
	A	E	13°09'00"	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644.994	8946,955.262	3159.795	A E
	A	F	12°10'00"	171°27'44"	S	8°32'16"	E		31.15	4.625			30.805	223,642.625	8946,977.195	3158.738	A F
	A	G	44°50'30"	204°08'14"	S	24°08'14"	W		12.78		5.226		11.663	223,632.774	8946,996.337	3158.214	A G
	A	P.01	61°59'05"	221°16'49"	S	41°16'49"	W		4.53		2.989		3.404	223,635.011	8947,004.596	3160.001	A P.01
	A	B.M	162°35'00"	321°52'44"	N	38°07'16"	W		16.15		9.971	12.705		223,628.029	8947,020.705	3159.544	A B.M
	HITO-09		315°08'55"	114°26'39"	S	65°33'21"	E		22.936	20.880			9.491	223,658.880	8946,998.509	3167.062	HITO-09
	BUZON		341°58'20"	141°16'04"	S	38°43'56"	E		43.19	27.023			33.692	223,665.023	8946,974.308	3161.352	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-04

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R

Fecha= 16/02/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
									E	W	N	S				
N	A	-	00°00'00"									223.638.000	8947.008.000	3159.532	A	
	A	B	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068		34.577	223.651.069	8946.973.423	3160.245	A B	
	A	C	170°28'10"	S	9°31'50"	E	0.165574 0.986197	77.414	12.818		76.345	223.650.818	8946.931.655	3161.230	A C	
	A	D	176°17'00"	S	3°43'00"	E		74.000	4.797		73.844	223.642.795	8946.934.157	3160.616	A D	
	A	E	172°26'52"	S	7°33'08"	E		53.20	6.992		52.739	223.644.997	8946.955.264	3159.795	A E	
	A	F	171°20'30"	S	8°39'30"	E		31.15	4.689		30.795	223.642.651	8946.977.197	3158.736	A F	
	A	G	204°05'00"	S	24°05'00"	W		12.78		5.215	11.668	223.632.776	8946.996.339	3158.215	A G	
	A	P.01	221°16'30"	S	41°16'30"	W		4.53		2.988	3.405	223.635.012	8947.004.595	3160.001	A P.01	
	A	B.M	321°52'10"	N	38°07'50"	W		16.15		9.972	12.704	223.628.028	8947.020.704	3159.544	A B.M	
		HITO-09	114°27'20"	S	65°32'40"	E		22.936	20.878		9.495	223.658.878	8946.998.505	3167.062	HITO-09	
		BUZON	141°17'00"	S	38°43'00"	E		43.19	27.014		33.699	223.665.014	8946.974.301	3161.352	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS
INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-05

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 23/02/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N	Angulos Calculados	E			W	E		N		E			N
										E	W	N	S				
N	A -	00°00'00"															
	A B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651.069	8946,973.423	3160.245	A	B
	A C		170°28'10"	S	9°31'50"	E	0.165574 0.986197	77.414	12.818			76.345	223,650.818	8946,931.655	3161.230	A	C
	A D		176°17'00"	S	3°43'00"	E		74.000	4.797			73.844	223,642.797	8946,934.158	3160.616	A	D
	A E		172°26'52"	S	7°33'08"	E		53.20	6.992			52.739	223,644.998	8946,955.265	3159.795	A	E
	A F		171°20'30"	S	8°39'30"	E		31.15	4.689			30.795	223,642.689	8946,977.205	3158.736	A	F
	A G		204°05'00"	S	24°05'00"	W		12.78		5.215		11.668	223,632.785	8946,996.340	3158.215	A	G
	A P.01		221°16'30"	S	41°16'30"	W		4.53		2.988		3.405	223,635.012	8947,004.595	3160.001	A	P.01
	A B.M		321°52'10"	N	38°07'50"	W		16.15		9.972	12.704		223,628.028	8947,020.704	3159.544	A	B.M
	HITO-09		114°27'20"	S	65°32'40"	E		22.936	20.878			9.495	223,658.878	8946,998.505	3167.062	HITO-09	
	BUZON		141°17'00"	S	38°43'00"	E		43.19	27.014			33.699	223,665.014	8946,974.301	3161.352	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-06

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 02/03/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
				N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos						E	W	N	S					
N	A -	00°00'00"											223,638 000	8947,008 000	3159.528	A
	A B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068		34.577		223,651 068	8946,973 423	3160.254	A B
	A C		170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821		76.345		223,650 821	8946,931 655	3161.241	A C
	A D		176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808		73.844		223,642 796	8946,934 157	3160.631	A D
	A E		172°26'30"	S	7°33'30"	E		53.20	6.998		52.738		223,644 997	8946,955 264	3159.803	A E
	A F		171°25'30"	S	8°34'30"	E		31.15	4.645		30.802		223,642 688	8946,977 204	3158.742	A F
	A G		204°07'00"	S	24°07'00"	W		12.78		5.222		11.665	223,632 778	8946,996 341	3158.215	A G
	A P.01		221°15'00"	S	41°15'00"	W		4.53		2.987		3.406	223,635 013	8947,004 594	3160.000	A P.01
	A B.M		321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.978	12.700		223,628 024	8947,020 700	3159.544	A B.M
	HITO-09		114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884		9.483		223,658 884	8946,998 517	3167.064	HITO-09
	BUZON		141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997		33.713		223,664 997	8946,974 287	3161.354	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS
INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-07

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 09/03/2015

ANOTACIONES				Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos	N S		Angulos Calculados	E W	E			N		E	N				
							E			W	N			S			
N	A	-	00°00'00"										223,638.000	8947,008.000	3159.528	A	
	A	B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651.068	8946,973.423	3160.254	A B
	A	C		170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821			76.345	223,650.821	8946,931.655	3161.241	A C
	A	D		176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642.798	8946,934.160	3160.631	A D
	A	E		172°26'30"	S	7°33'30"	E		53.20	6.998			52.738	223,644.999	8946,955.264	3159.803	A E
	A	F		171°25'30"	S	8°34'30"	E		31.15	4.645			30.802	223,642.692	8946,977.206	3158.742	A F
	A	G		204°07'00"	S	24°07'00"	W		12.78		5.222		11.665	223,632.787	8946,996.336	3158.215	A G
	A	P.01		221°15'00"	S	41°15'00"	W		4.53		2.987		3.406	223,635.013	8947,004.594	3160.000	A P.01
	A	B.M		321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,628.024	8947,020.700	3159.544	A B.M
	HITO-09			114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884			9.483	223,658.884	8946,998.517	3167.064	HITO-09
	BUZON			141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997			33.713	223,664.997	8946,974.287	3161.354	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-08

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

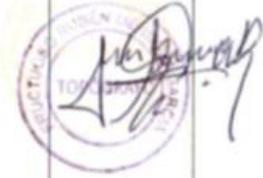
ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 16/03/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
									E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"														
	A	B	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,638.000	8947,008.000	3159.528	A	
	A	C	170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821			76.345	223,651.068	8946,973.423	3160.254	A B	
	A	D	176°18'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,650.821	8946,931.655	3161.241	A C	
	A	E	172°26'30"	S	7°33'30"	E		53.20	6.998			52.738	223,642.795	8946,934.160	3160.631	A D	
	A	F	171°25'30"	S	8°34'30"	E		31.15	4.645			30.802	223,644.996	8946,955.263	3159.803	A E	
	A	G	204°07'00"	S	24°07'00"	W		12.78		5.222		11.665	223,642.691	8946,977.206	3158.742	A F	
	A	P.01	221°15'00"	S	41°15'00"	W		4.53	2.987			3.406	223,632.786	8946,996.335	3158.215	A G	
	A	B.M	321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,635.013	8947,004.594	3160.000	A P.01	
	HITO-09		114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884			9.483	223,628.024	8947,020.700	3159.544	A B.M	
	BUZON		141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997			33.713	223,658.884	8946,998.517	3167.064	HITO-09	
													223,664.997	8946,974.287	3161.354	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-09

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 23/03/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen - W N + Cos - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
									E	W	N	S					
N	A	-	00°00'00"														
	A	B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,638.000	8947,008.000	3159.528	A
	A	C		170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821			76.345	223,651.068	8946,973.423	3160.254	A B
	A	D		176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,650.821	8946,931.655	3161.241	A C
	A	E		172°26'30"	S	7°33'30"	E		53.20	6.998			52.738	223,642.808	8946,934.161	3160.631	A D
	A	F		171°25'30"	S	8°34'30"	E		31.15	4.645			30.802	223,644.998	8946,955.264	3159.803	A E
	A	G		204°07'00"	S	24°07'00"	W		12.78		5.222		11.665	223,642.690	8946,977.198	3158.742	A F
	A	P.01		221°15'00"	S	41°15'00"	W		4.53		2.987		3.406	223,632.788	8946,996.339	3158.215	A G
	A	B.M		321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,635.013	8947,004.594	3160.000	A P.01
	HITO-09			114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884			9.483	223,628.024	8947,020.700	3159.544	A B.M
	BUZON			141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997			33.713	223,658.684	8946,998.517	3167.064	HITO-09
														223,664.997	8946,974.287	3161.354	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-10

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 30/03/2015

ANOTACIONES				Azimuts	RUMBOS			E + Sen - W N + Cos - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices		Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
N	A	-	-														
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417 0.165650 0.986185	36.964	13.069		34.577	223,638.000	8947,008.000	3159.532	A	
	A	C	11°10'10"	170°27'54"	S	9°32'08"	E		77.414	12.824		76.344	223,651.069	8946,973.423	3160.245	A B	
	A	D	16°59'07"	176°16'51"	S	3°43'09"	E		74.000	4.800		73.844	223,650.824	8946,931.656	3161.230	A C	
	A	E	13°09'00"	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994		52.738	223,642.800	8946,934.156	3160.618	A D	
	A	F	12°00'00"	171°17'44"	S	8°42'16"	E		31.15	4.714		30.791	223,644.994	8946,955.262	3159.795	A E	
	A	G	44°53'03"	204°10'47"	S	24°10'47"	W		12.78		5.235	11.659	223,642.714	8946,977.209	3158.738	A F	
	A	P.01	61°59'00"	221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989	3.404	223,632.765	8946,996.336	3158.214	A G	
	A	B.M	162°34'15"	321°51'59"	N	38°08'01"	W		16.15		9.973	12.703	223,635.011	8947,004.596	3160.001	A P.01	
	HITO-09		315°08'30"	114°26'14"	S	65°33'46"	E		22.938	20.881		9.489	223,628.027	8947,020.703	3159.544	A B.M	
	BUZON		341°59'25"	141°17'09"	S	38°42'51"	E		43.19	27.013		33.700	223,658.881	8946,998.511	3167.062	HITO-09	
													223,665.013	8946,974.300	3161.352	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-11

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 06/04/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
									E	W	N	S					
N	A	-	-														
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223.638.000	8947.008.000	3159.528		A
	A	C	11°10'10"	170°27'54"	S	9°32'06"	E	0.165650 0.986185	77.414	12.824		76.344	223.651.069	8946.973.423	3160.254	A	B
	A	D	16°59'30"	176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792		73.845	223.650.824	8946.931.658	3161.241	A	C
	A	E	13°09'30"	172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986		52.739	223.642.795	8946.934.156	3160.631	A	D
	A	F	11°59'35"	171°17'19"	S	8°42'41"	E		31.15	4.718		30.791	223.644.996	8946.955.266	3159.803	A	E
	A	G	44°49'00"	204°06'44"	S	24°06'44"	W		12.78		5.221	11.665	223.642.691	8946.977.206	3158.742	A	F
	A	P.01	62°00'00"	221°17'44"	S	41°17'44"	W		4.53		2.990	3.403	223.632.786	8946.996.339	3158.215	A	G
	A	B.M	162°36'30"	321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710	223.635.010	8947.004.597	3160.000	A	P.01
	HITO-09		315°07'00"	114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885		9.479	223.628.036	8947.020.710	3159.544	A	B.M
	BUZON		341°59'00"	141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017		33.697	223.628.036	8946.998.521	3167.058	HITO-09	
													223.665.017	8946.974.303	3161.364	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-12

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha: 13/04/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
									E	W	N	S				
N	A	-	-										223,638 000	8947,008 000	3159 528	A
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223,651 069	8946,973 423	3160 254	A B
	A	C	11°10'10"	170°27'54"	S	9°32'06"	E	0.165650 0.986185	77.414	12.824		76.344	223,650 824	8946,931 656	3161 241	A C
	A	D	16°59'30"	176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792		73.845	223,642 797	8946,934 160	3160 631	A D
	A	E	13°09'30"	172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986		52.739	223,644 997	8946,955 266	3159 803	A E
	A	F	11°59'35"	171°17'19"	S	8°42'41"	E		31.15	4.718		30.791	223,642 695	8946,977 208	3158 742	A F
	A	G	44°49'00"	204°06'44"	S	24°06'44"	W		12.78		5.221	11.665	223,632 783	8946,996 338	3158 215	A G
	A	P.01	62°00'00"	221°17'44"	S	41°17'44"	W		4.53		2.990	3.403	223,635 010	8947,004 597	3160 000	A P.01
	A	B.M	162°36'30"	321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710	223,628 036	8947,020 710	3159 544	A B.M
	HITO-09		315°07'00"	114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885		9.479	223,658 885	8946,998 521	3167 058	HITO-09
	BUZON		341°59'00"	141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017		33.697	223,665 017	8946,974 303	3161 364	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-13

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 20/04/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
				N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
E	W	N							S								
N	A	-	-														
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417 0.165650 0.986185	36.964	13.069			34.577	223,638.000	8947,008.000	3159.528	A
	A	C	11°10'10"	170°27'54"	S	9°32'06"	E		77.414	12.824			76.344	223,651.069	8946,973.423	3160.254	A B
	A	D	16°59'30"	176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792			73.845	223,650.824	8946,931.656	3161.241	A C
	A	E	13°09'30"	172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986			52.739	223,642.798	8946,934.161	3160.631	A D
	A	F	11°59'35"	171°17'19"	S	8°42'41"	E		31.15	4.718			30.791	223,644.986	8946,955.263	3159.803	A E
	A	G	44°49'00"	204°06'44"	S	24°06'44"	W		12.78		5.221		11.665	223,642.705	8946,977.208	3158.742	A F
	A	P.01	62°00'00"	221°17'44"	S	41°17'44"	W		4.53		2.990		3.403	223,632.786	8946,996.340	3158.215	A G
	A	B.M	162°36'30"	321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710		223,635.010	8947,004.597	3160.000	A P.01
	HITO-09		315°07'00"	114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885			9.479	223,628.036	8947,020.710	3159.544	A B.M
	BUZON		341°59'00"	141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,658.885	8946,998.521	3167.058	HITO-09
														223,665.017	8946,974.303	3161.364	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-14

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 27/04/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
									E	W	N	S				
N	A	-	-										223,638.000	8947,008.000	3159.528	A
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223,651.069	8946,973.423	3160.254	A B
	A	C	11°10'10"	170°27'54"	S	9°32'06"	E	0.165650 0.986185	77.414	12.824		76.344	223,650.824	8946,931.656	3161.241	A C
	A	D	16°59'30"	176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792		73.845	223,642.792	8946,934.155	3160.631	A D
	A	E	13°09'30"	172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986		52.739	223,644.985	8946,955.261	3159.803	A E
	A	F	11°59'35"	171°17'19"	S	8°42'41"	E		31.15	4.718		30.791	223,642.718	8946,977.209	3158.742	A F
	A	G	44°49'00"	204°06'44"	S	24°06'44"	W		12.78		5.221	11.665	223,632.779	8946,996.335	3158.215	A G
	A	P.01	62°00'00"	221°17'44"	S	41°17'44"	W		4.53		2.990	3.403	223,635.010	8947,004.597	3160.000	A P.01
	A	B.M	162°36'30"	321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710	223,628.036	8947,020.710	3159.544	A B.M
	HITO-09		315°07'00"	114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885		9.479	223,658.885	8946,998.521	3167.058	HITO-09
	BUZON		341°59'00"	141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017		33.697	223,665.017	8946,974.303	3161.364	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-15

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 04/05/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen - W N + Cos - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
									E	W	N	S					
N	A -	00°00'00"															
	A B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223.638 000	8947,008 000	3159.526	A	A
	A C		170°27'30"	S	9°32'30"	E	0.165765 0.986165	77.414	12.833			76.343	223.651 069	8946,973.423	3160.255	A	B
	A D		176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223.650 833	8946,931.657	3161.247	A	C
	A E		172°27'00"	S	7°33'00"	E		53.20	6.990			52.739	223.642 800	8946,934.156	3160.635	A	D
	A F		171°16'00"	S	8°44'00"	E		31.15	4.731			30.789	223.644 996	8946,955.262	3159.803	A	E
	A G		204°10'00"	S	24°10'00"	W		12.78		5.232		11.661	223.642 694	8946,977.206	3158.746	A	F
	A P.01		221°16'30"	S	41°16'30"	W		4.53		2.988		3.405	223.632 782	8946,996.336	3158.218	A	G
	A B.M		321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223.635 012	8947,004.595	3160.000	A	P.01
	HITO-09		114°25'00"	S	65°35'00"	E		22.936	20.885			9.481	223.628 024	8947,020.700	3159.544	A	B.M
	BUZON		141°16'00"	S	38°44'00"	E		43.19	27.024			33.691	223.658 885	8946,998.519	3167.064	HITO-09	
													223.665 024	8946,974.309	3161.368	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS
INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-16

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 11/05/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
									E	W	N	S					
N	A -	00°00'00"															
	A B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651.069	8946,973.423	3160.255	A	B
	A C		170°27'30"	S	9°32'30"	E	0.165765 0.986165	77.414	12.833			76.343	223,650.833	8946,931.657	3161.247	A	C
	A D		176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642.808	8946,934.156	3160.635	A	D
	A E		172°27'00"	S	7°33'00"	E		53.20	6.990			52.739	223,644.990	8946,955.261	3159.803	A	E
	A F		171°16'00"	S	8°44'00"	E		31.15	4.731			30.789	223,642.731	8946,977.211	3158.746	A	F
	A G		204°10'00"	S	24°10'00"	W		12.78		5.232		11.661	223,632.783	8946,996.339	3158.218	A	G
	A P.01		221°16'30"	S	41°16'30"	W		4.53		2.988		3.405	223,635.012	8947,004.595	3160.000	A	P.01
	A B.M		321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,628.024	8947,020.700	3159.544	A	B.M
	HITO-09		114°25'00"	S	65°35'00"	E		22.936	20.885			9.481	223,658.885	8946,998.519	3167.064	HITO-09	
	BUZON		141°16'00"	S	38°44'00"	E		43.19	27.024			33.691	223,665.024	8946,974.309	3161.368	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-17

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 18/05/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
				N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos						E	W	N	S	E	N			
N	A	-	-									223,638.000	8947,008.000	3159.523	A	
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223,651.069	8946,973.423	3160.248	A B
	A	C	11°10'35"	170°28'19"	S	9°31'41"	E	0.165531 0.986205	77.414	12.814		76.346	223,650.814	8946,931.654	3161.249	A C
	A	D	16°59'30"	176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792		73.845	223,642.806	8946,934.156	3160.636	A D
	A	E	13°09'30"	172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986		52.739	223,644.986	8946,955.260	3159.804	A E
	A	F	11°59'00"	171°16'44"	S	8°43'16"	E		31.15	4.723		30.790	223,642.733	8946,977.212	3158.735	A F
	A	G	44°44'00"	204°01'44"	S	24°01'44"	W		12.78		5.204	11.672	223,632.772	8946,996.337	3158.211	A G
	A	P.01	61°59'30"	221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989	3.404	223,635.011	8947,004.596	3160.000	A P.01
	A	B.M	162°36'30"	321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710	223,628.036	8947,020.710	3159.544	A B.M
	HITO-09		315°07'30"	114°25'14"	S	65°34'46"	E		22.936	20.884		9.482	223,658.884	8946,998.518	3167.064	HITO-09
	BUZON		341°59'00"	141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017		33.697	223,665.017	8946,974.303	3161.346	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-18

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 25/05/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen - W N + Cos - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
									E	W	N	S					
N	A	-	-														
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223,638.000	8947,008.000	3159.523	A	A
	A	C	11°10'35"	170°28'19"	S	9°31'41"	E	0.185531 0.986205	77.414	12.814		76.346	223,651.069	8946,973.423	3160.248	A	B
	A	D	16°59'30"	176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792		73.845	223,650.814	8946,931.654	3161.249	A	C
	A	E	13°09'30"	172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986		52.739	223,642.807	8946,934.157	3160.636	A	D
	A	F	11°59'00"	171°16'44"	S	8°43'16"	E		31.15	4.723		30.790	223,644.988	8946,955.265	3159.804	A	E
	A	G	44°44'00"	204°01'44"	S	24°01'44"	W		12.78		5.204	11.672	223,642.728	8946,977.211	3158.735	A	F
	A	P.01	61°59'30"	221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989	3.404	223,632.780	8946,996.338	3158.211	A	G
	A	B.M	162°36'30"	321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710	223,635.011	8947,004.596	3160.000	A	P.01
	HITO-09		315°07'30"	114°25'14"	S	65°34'46"	E		22.936	20.884		9.482	223,628.036	8947,020.710	3159.544	A	B.M
	BUZON		341°59'00"	141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017		33.697	223,658.884	8946,998.518	3167.064	HITO-09	
													223,665.017	8946,974.303	3161.346	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-19

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 01/06/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
									E	W	N	S					
N	A	-	-														
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417 0.165531 0.986205	36.964	13.069		34.577	223,638.000	8947,008.000	3159.523		A
	A	C	11°10'35"	170°28'19"	S	9°31'41"	E		77.414	12.814		76.346	223,651.069	8946,973.423	3160.248		A B
	A	D	16°59'30"	176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792		73.845	223,650.814	8946,931.654	3161.249		A C
	A	E	13°09'30"	172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986		52.739	223,642.800	8946,934.155	3160.636		A D
	A	F	11°59'00"	171°16'44"	S	8°43'16"	E		31.15	4.723		30.790	223,644.985	8946,955.263	3159.804		A E
	A	G	44°44'00"	204°01'44"	S	24°01'44"	W		12.78		5.204	11.672	223,642.729	8946,977.213	3158.735		A F
	A	P.01	61°59'30"	221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989	3.404	223,632.779	8946,996.330	3158.211		A G
	A	B.M	162°36'30"	321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710	223,635.011	8947,004.596	3160.000		A P.01
	HITO-09		315°07'30"	114°25'14"	S	65°34'46"	E		22.936	20.884		9.482	223,642.729	8946,977.213	3158.735		A B.M
	BUZON		341°59'00"	141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017		33.697	223,628.036	8947,020.710	3159.544		A B.M
													223,658.884	8946,998.518	3167.064		HITO-09
													223,665.017	8946,974.303	3161.346		BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-20

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 08/06/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen - W N + Cos - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
									E	W	N	S				
N	A -	-											223.638 000	8947,008 000	3159.523	A
	A B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417 0.165531 0.986205	36.964	13.069		34.577		223.651 069	8946,973 423	3160.248	A B
	A C	11°10'35"	170°28'19"	S	9°31'41"	E		77.414	12.814		76.346		223.650 814	8946,931 654	3161.249	A C
	A D	16°59'30"	176°17'14"	S	3°42'46"	E		74.000	4.792		73.845		223.642 792	8946,934 155	3160.636	A D
	A E	13°09'30"	172°27'14"	S	7°32'46"	E		53.20	6.986		52.739		223.644 990	8946,955 264	3159.804	A E
	A F	11°59'00"	171°16'44"	S	8°43'16"	E		31.15	4.723		30.790		223.642 723	8946,977 210	3158.735	A F
	A G	44°44'00"	204°01'44"	S	24°01'44"	W		12.78		5.204		11.672	223.632 778	8946,996 328	3158.211	A G
	A P.01	61°59'30"	221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989		3.404	223.635 011	8947,004 596	3160.000	A P.01
	A B.M	162°36'30"	321°54'14"	N	38°05'46"	W		16.15		9.964	12.710		223.628 036	8947,020 710	3159.544	A B.M
	HITO-09	315°07'30"	114°25'14"	S	65°34'46"	E		22.936	20.884		9.482		223.658 884	8946,998 518	3167.064	HITO-09
	BUZON	341°59'00"	141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017		33.697		223.665 017	8946,974 303	3161.346	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-21

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha=15/06/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices		
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N	Angulos Calculados	E			W	E		N		E		N		
										E	W	N	S					
N	A	-	-															
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223,638.000	8947,008.000	3159.532		A	A
	A	C	11°10'10"	170°27'54"	S	9°32'06"	E	0.165650 0.986185	77.414	12.824		76.344	223,651.9	8946,973.423	3160.247		A	B
	A	D	16°59'06"	176°16'50"	S	3°43'10"	E		74.000	4.800		73.844	223,650.824	8946,931.656	3161.230		A	C
	A	E	13°09'00"	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994		52.738	223,642.800	8946,934.156	3160.618		A	D
	A	F	12°02'00"	171°19'44"	S	8°40'16"	E		31.15	4.696		30.794	223,644.994	8946,955.266	3159.795		A	E
	A	G	44°43'35"	204°01'19"	S	24°01'19"	W		12.78		5.203	11.673	223,642.696	8946,977.206	3158.738		A	F
	A	P.01	61°59'00"	221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989	3.404	223,632.777	8946,996.327	3158.214		A	G
	A	B.M	162°34'00"	321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702	223,635.011	8947,004.596	3160.001		A	P.01
	HITO - 09		315°07'00"	114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885		9.479	223,628.026	8947,020.702	3159.544		A	B.M
	BUZON		341°57'55"	141°15'39"	S	38°44'21"	E		43.19	27.027		33.688	223,658.885	8946,998.521	3167.062		HITO-09	
													223,665.027	8946,974.312	3161.352		BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-22

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 22/08/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
									E	W	N	S				
N	A	-	-										223,638 000	8947,008 000	3159.532	A
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223,651 069	8946,973 423	3160.244	A B
	A	C	11°10'15"	170°27'59"	S	9°32'01"	E	0.165626 0.986189	77.414	12.822		76.345	223,650 822	8946,931 655	3161.228	A C
	A	D	16°59'00"	176°16'44"	S	3°43'16"	E		74.000	4.803		73.844	223,642 802	8946,934 158	3160.616	A D
	A	E	13°09'00"	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994		52.738	223,644 990	8946,955 263	3159.795	A E
	A	F	12°01'30"	171°19'14"	S	8°40'46"	E		31.15	4.701		30.793	223,642 698	8946,977 205	3158.736	A F
	A	G	44°48'15"	204°05'59"	S	24°05'59"	W		12.78		5.218	11.666	223,632 790	8946,996 330	3158.215	A G
	A	P.01	61°59'00"	221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989	3.404	223,635 011	8947,004 596	3160.002	A P.01
	A	B.M	162°34'12"	321°51'56"	N	38°08'04"	W		16.15		9.973	12.703	223,628 027	8947,020 703	3159.544	A B.M
	HITO-09		315°07'35"	114°25'19"	S	65°34'41"	E		22.936	20.884		9.483	223,658 884	8946,998 517	3167.054	HITO-09
	BUZON		342°00'00"	141°17'44"	S	38°42'16"	E		43.19	27.007		33.705	223,665 007	8947,974 295	3161.354	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS
INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-23

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha=29/06/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
									E	W	N	S				
N	A	-	-										223,638 000	8947,008 000	3159.532	A
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223,651 069	8946,973 423	3160.244	A B
	A	C	11°10'15"	170°27'59"	S	9°32'01"	E	0.165626 0.986189	77.414	12.822		76.345	223,650 822	8946,931 655	3161.228	A C
	A	D	16°59'00"	176°16'44"	S	3°43'16"	E		74.000	4.803		73.844	223,642 803	8946,934 159	3160.616	A D
	A	E	13°09'00"	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994		52.738	223,644 994	8946,955 264	3159.795	A E
	A	F	12°01'30"	171°19'14"	S	8°40'46"	E		31.15	4.701		30.793	223,642 701	8946,977 207	3158.736	A F
	A	G	44°48'15"	204°05'59"	S	24°05'59"	W		12.78		5.218	11.666	223,632 782	8946,996 329	3158.215	A G
	A	P.01	61°59'00"	221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989	3.404	223,635 011	8947,004 596	3160.002	A P.01
	A	B.M	162°34'12"	321°51'56"	N	38°08'04"	W		16.15		9.973	12.703	223,628 027	8947,020 703	3159.544	A B.M
	HITO-09		315°07'35"	114°25'19"	S	65°34'41"	E		22.936	20.884		9.483	223,658 884	8946,998 517	3167.054	HITO-09
	BUZON		342°00'00"	141°17'44"	S	38°42'16"	E		43.19	27.007		33.705	223,665 007	8947,974 295	3161.354	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-24

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 06/07/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
									E	W	N	S					
N	A -	00°00'00"															
	A B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223,638.000	8947,008.000	3159.532		A	
	A C		170°28'14"	S	9°31'46"	E	0.165554 0.986201	77.414	12.816		76.346	223,651.069	8946,973.423	3160.247	A	B	
	A D		176°16'59"	S	3°43'10"	E		74.000	4.800		73.844	223,650.816	8946,931.654	3161.230	A	C	
	A E		172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994		52.738	223,642.794	8946,934.155	3160.618	A	D	
	A F		171°20'39"	S	8°39'21"	E		31.15	4.688		30.795	223,644.995	8946,955.264	3159.795	A	E	
	A G		204°27'04"	S	24°27'04"	W		12.78		5.291	11.634	223,642.700	8946,977.205	3158.738	A	F	
	A P.01		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989	3.404	223,632.787	8946,996.333	3158.214	A	G	
	A B.M		321°51'50"	N	38°08'10"	W		16.15		9.973	12.703	223,635.011	8947,004.596	3160.001	A	P.01	
	HITO-09		114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883		9.485	223,628.027	8947,020.703	3159.544	A	B.M	
	BUZON		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017		33.697	223,658.883	8946,998.515	3167.062	HITO-09		
												223,665.017	8946,974.303	3161.352	BUZON		



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-25

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 13/06/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N	Angulos Calculados	E			W	E		N		E			N
										E	W	N	S				
N	A -	00°00'00"															
	A B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,638.000	8947,008.000	3159.532	A	
	A C		170°28'14"	S	9°31'46"	E	0.185554 0.986201	77.414	12.816			76.346	223,651.069	8946,973.423	3160.247	A B	
	A D		176°16'59"	S	3°43'10"	E		74.000	4.800			73.844	223,650.816	8946,931.654	3161.230	A C	
	A E		172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,642.798	8946,934.157	3160.618	A D	
	A F		171°20'39"	S	8°39'21"	E		31.15	4.688			30.795	223,644.994	8946,955.263	3159.795	A E	
	A G		204°27'04"	S	24°27'04"	W		12.78		5.291		11.634	223,642.702	8946,977.209	3158.738	A F	
	A P.01		221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,632.791	8946,996.339	3158.214	A G	
	A B.M		321°51'50"	N	38°08'10"	W		16.15		9.973	12.703		223,635.011	8947,004.596	3160.001	A P.01	
	HITO-09		114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883			9.485	223,628.027	8947,020.703	3159.544	A B.M	
	BUZON		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,658.883	8946,998.515	3167.062	HITO-09	
													223,665.017	8946,974.303	3161.352	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-26

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 20/07/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
				N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
E	W	N							S								
N	A	-	00°00'00"										223,638 000	8947,008 000	3159 532		A
	A	B	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34 577	223,651 069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C	170°28'14"	S	9°31'46"	E	0.165554 0.986201	77.414	12.816			76.346	223,650 816	8946,931.654	3161.230	A	C
	A	D	176°16'59"	S	3°43'10"	E		74.000	4.800			73.844	223,642 800	8946,934.156	3160.618	A	D
	A	E	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644 996	8946,955.265	3159.795	A	E
	A	F	171°20'39"	S	8°39'21"	E		31.15	4.688			30.795	223,642 701	8946,977.207	3158.738	A	F
	A	G	204°27'04"	S	24°27'04"	W		12.78		5.291		11.634	223,632 795	8946,996.347	3158.214	A	G
	A	P.01	221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M	321°51'50"	N	38°08'10"	W		16.15		9.973	12.703		223,628 027	8947,020.703	3159.544	A	B.M
	HITO-09		114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883			9 485	223,658 883	8946,998.515	3167.062	HITO-09	
	BUZON		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665 017	8946,974.303	3161.352	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-27

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 27/07/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
				N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
E	W	N							S								
N	A	-	00°00'00"									223,638.000	8947,008.000	3159.532		A	
	A	B	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223,651.069	8946,973.423	3160.247	A	B	
	A	C	170°28'14"	S	9°31'46"	E	0.165554 0.986201	77.414	12.816		76.346	223,650.816	8946,931.654	3161.230	A	C	
	A	D	176°16'59"	S	3°43'10"	E		74.000	4.800		73.844	223,642.801	8946,934.156	3160.618	A	D	
	A	E	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994		52.738	223,644.994	8946,955.262	3159.795	A	E	
	A	F	171°20'39"	S	8°39'21"	E		31.15	4.688		30.795	223,642.688	8946,977.205	3158.738	A	F	
	A	G	204°27'04"	S	24°27'04"	W		12.78		5.291	11.634	223,632.796	8946,996.350	3158.214	A	G	
	A	P.01	221°18'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989	3.404	223,635.011	8947,004.596	3160.001	A	P.01	
	A	B.M	321°51'50"	N	38°08'10"	W		16.15		9.973	12.703	223,628.027	8947,020.703	3159.544	A	B.M	
	HITO-09		114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883		9.485	223,658.883	8946,998.515	3167.062	HITO-09		
	BUZON		141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017		33.697	223,665.017	8946,974.303	3161.352	BUZON		



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS
INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-28

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesis: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 03/08/2015

ANOTACIONES				Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices		Angulos Observados	Angulos Corregidos		N	Angulos Calculados	E			W	E		N		E			N
											E	W	N	S				
N	A	-	00°00'00"															
	A	B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223,638.000	8947,008.000	3159.531		A	
	A	C		170°27'30"	S	9°32'30"	E	0.165765 0.986165	77.414	12.833		76.343	223,651.069	8946,973.423	3160.255		A B	
	A	D		176°18'00"	S	3°42'00"	E		74.000	4.775		73.846	223,650.833	8946,931.657	3161.247		A C	
	A	E		172°27'30"	S	7°32'30"	E		53.20	6.982		52.740	223,642.775	8946,934.154	3160.643		A D	
	A	F		171°19'40"	S	8°40'20"	E		31.15	4.697		30.794	223,644.982	8946,955.260	3159.810		A E	
	A	G		204°00'00"	S	24°00'00"	W		12.78		5.198	11.675	223,642.697	8946,977.206	3158.746		A F	
	A	P.01		221°16'00"	S	41°16'00"	W		4.53		2.988	3.405	223,632.802	8946,996.352	3158.217		A G	
	A	B.M		321°51'30"	N	38°08'30"	W		16.15		9.974	12.702	223,635.012	8947,004.595	3160.009		A P.01	
	HITO-09			114°25'10"	S	65°34'50"	E		22.936	20.884		9.482	223,628.026	8947,020.702	3159.544		A B.M	
	BUZON			141°17'45"	S	38°42'15"	E		43.19	27.007		33.705	223,658.884	8946,998.518	3167.061		HITO-09	
													223,665.007	8946,974.295	3161.368		BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS
INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Hoja-30

Fecha= 17/08/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
									E	W	N	S				
N	A	-											223,638.000	8947,008.000	3159.531	A
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417 0.165698 0.986177	36.964	13.069		34.577	223,651.069	8946,973.423	3160.255	A B
	A	C	11°10'00"	170°27'44"	S	9°32'16"	E		77.414	12.827		76.344	223,650.827	8946,931.656	3161.247	A C
	A	D	16°59'00"	176°16'44"	S	3°43'16"	E		74.000	4.803		73.844	223,642.795	8946,934.155	3160.643	A D
	A	E	13°09'00"	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994		52.738	223,644.986	8946,955.261	3159.810	A E
	A	F	11°59'40"	171°17'24"	S	8°42'36"	E		31.15	4.717		30.791	223,642.724	8946,977.211	3158.746	A F
	A	G	44°30'00"	203°47'44"	S	23°47'44"	W		12.78		5.156	11.694	223,632.780	8946,996.338	3158.217	A G
	A	P.01	61°59'40"	221°17'24"	S	41°17'24"	W		4.53		2.989	3.404	223,635.011	8947,004.596	3160.000	A P.01
	A	B.M	162°35'00"	321°52'44"	N	38°07'16"	W		16.15		9.970	12.705	223,628.030	8947,020.705	3159.544	A B.M
	HITO-09		315°07'26"	114°25'10"	S	65°34'50"	E		22.936	20.884		9.482	223,658.884	8946,998.518	3167.061	HITO-09
	BUZON		341°59'00"	141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017		33.697	223,665.017	8946,974.303	3161.368	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS
INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-31

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 24/08/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
				N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
E	W	N							S								
N	A	-											223,638.000	8947,008.000	3159.531		A
	A	B	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417 0.165698 0.986177	36.964	13.069			34.577	223,651.069	8946,973.423	3160.255	A	B
	A	C	170°27'44"	S	9°32'18"	E		77.414	12.827			76.344	223,650.827	8946,931.656	3161.247	A	C
	A	D	176°16'44"	S	3°43'16"	E		74.000	4.803			73.844	223,642.803	8946,934.157	3160.643	A	D
	A	E	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644.994	8946,955.262	3159.810	A	E
	A	F	171°17'24"	S	8°42'38"	E		31.15	4.717			30.791	223,642.717	8946,977.209	3158.746	A	F
	A	G	203°47'44"	S	23°47'44"	W		12.78		5.156		11.694	223,632.782	8946,996.340	3158.217	A	G
	A	P.01	81°59'40"	S	41°17'24"	W		4.53		2.989		3.404	223,635.011	8947,004.596	3160.000	A	P.01
	A	B.M	162°35'00"	N	38°07'16"	W		16.15		9.970	12.705		223,628.030	8947,020.705	3159.544	A	B.M
	HITO-09	315°07'26"	114°25'10"	S	65°34'50"	E		22.936	20.884			9.482	223,658.884	8946,998.518	3167.061		HITO-09
	BUZON	341°59'00"	141°16'44"	S	38°43'16"	E		43.19	27.017			33.697	223,665.017	8946,974.303	3161.368		BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-32

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 31/08/2015

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
									E	W	N	S					
N	A	-	-														
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417 0.165578 0.986197	36.964	13.068		34.577	223.638 000	8947.008 000	3159.532		A
	A	C	11°10'25"	170°28'09"	S	9°31'51"	E		77.414	12.818		76.345	223.651 068	8946.973 423	3160.247		A B
	A	D	16°59'25"	176°17'09"	S	3°42'51"	E		74.000	4.794		73.844	223.650 818	8946.931 655	3161.230		A C
	A	E	13°08'55"	172°26'39"	S	7°33'21"	E		53.20	6.995		52.738	223.642 794	8946.934 155	3160.618		A D
	A	F	12°02'00"	171°19'44"	S	8°40'16"	E		31.15	4.696		30.794	223.644 995	8946.955 262	3159.795		A E
	A	G	44°47'35"	204°05'19"	S	24°05'19"	W		12.78		5.216	11.667	223.642 696	8946.977 206	3158.738		A F
	A	P.01	61°59'00"	221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989	3.404	223.632 780	8946.996 333	3158.214		A G
	A	B.M	162°34'50"	321°52'34"	N	38°07'26"	W		16.15		9.970	12.705	223.635 011	8947.004 596	3160.001		A P.01
	HITO-09		315°06'26"	114°24'10"	S	65°35'50"	E		22.936	20.887		9.476	223.628 030	8947.020 705	3159.544		A B.M
	BUZON		341°57'00"	141°14'44"	S	38°45'16"	E		43.19	27.036		33.681	223.658 887	8946.998 524	3167.062		HITO-09
													223.665 036	8946.974 319	3161.352		BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-01

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 18/04/2018

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
				N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos						E	W	N	S						
N	A	-											223.638.000	8947.008.000	3159.532		A
	A	B	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223.651.069	8946.973.423	3160.247	A	B
	A	C	170°28'05"	S	9°31'55"	E	0.165597 0.986193	77.414	12.821			76.345	223.650.821	8946.931.655	3161.230	A	C
	A	D	176°17'00"	S	3°43'00"	E		74.000	4.797			73.844	223.642.797	8946.934.156	3160.618	A	D
	A	E	172°26'40"	S	7°33'20"	E		53.20	6.995			52.738	223.644.995	8946.955.262	3159.795	A	E
	A	F	171°20'00"	S	8°40'00"	E		31.15	4.694			30.794	223.642.694	8946.977.206	3158.738	A	F
	A	G	204°02'10"	S	24°02'10"	W		12.78		5.205		11.672	223.632.795	8946.996.328	3158.214	A	G
	A	P.01	221°15'56"	S	41°15'56"	W		4.53		2.988		3.405	223.635.012	8947.004.595	3160.001	A	P.01
	A	B.M	321°51'40"	N	38°08'20"	W		16.15		9.974	12.702		223.628.026	8947.020.702	3159.544	A	B.M
	HITO-09		114°26'15"	S	65°33'45"	E		22.936	20.881			9.489	223.658.881	8946.998.511	3167.062	HITO-09	
	BUZON		141°16'28"	S	38°43'32"	E		43.19	27.019			33.695	223.665.019	8946.974.305	3161.352	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-01

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesis: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 18/04/2018

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
									E	W	N	S				
N	A -												223,638.000	8947,008.000	3159.532	A
	A B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417 0.165597 0.986193	36.964	13.069		34.577		223,651.069	8946,973.423	3160.247	A B
	A C		170°28'05"	S	9°31'55"	E		77.414	12.821		78.345		223,650.821	8946,931.655	3161.230	A C
	A D		176°17'00"	S	3°43'00"	E		74.000	4.797		73.844		223,642.797	8946,934.156	3160.618	A D
	A E		172°26'40"	S	7°33'20"	E		53.20	6.995		52.738		223,644.995	8946,955.262	3159.795	A E
	A F		171°20'00"	S	8°40'00"	E		31.15	4.694		30.794		223,642.694	8946,977.206	3158.738	A F
	A G		204°02'10"	S	24°02'10"	W		12.78		5.205	11.672		223,632.795	8946,996.328	3158.214	A G
	A P.01		221°15'56"	S	41°15'56"	W		4.53		2.988	3.405		223,635.012	8947,004.595	3160.001	A P.01
	A B.M		321°51'40"	N	38°08'20"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544	A B.M
	HITO-09		114°26'15"	S	65°33'45"	E		22.936	20.881		9.489		223,658.881	8946,998.511	3167.062	HITO-09
	BUZON		141°16'28"	S	38°43'32"	E		43.19	27.019		33.695		223,665.019	8946,974.305	3161.352	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-03

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 28/04/2018

ANOTACIONES				Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos	N S		Angulos Calculados	E W	E			N		E	N				
							E			W	N			S			
N	A	-	00°00'00"										223,638 000	8947,008 000	3159.524	A	
	A	B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223,651 069	8946,973 423	3160.247	A B	
	A	C		170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821		76.345	223,650 821	8946,931 655	3161.247	A C	
	A	D		176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808		73.844	223,642 808	8946,934 160	3160.636	A D	
	A	E		172°27'00"	S	7°33'00"	E		53.20	6.990		52.739	223,644 990	8946,955 261	3159.805	A E	
	A	F		171°17'30"	S	8°42'30"	E		31.15	4.716		30.791	223,642 716	8946,977 212	3158.743	A F	
	A	G		204°00'00"	S	24°00'00"	W		12.78		5.198	11.675	223,632 802	8946,996 341	3158.216	A G	
	A	P.01		221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989	3.404	223,635 011	8947,004 596	3160.000	A P.01	
	A	B.M		321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700	223,628 024	8947,020 700	3159.544	A B.M	
	HITO-09			114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884		9.483	223,658 884	8946,998 517	3167.064	HITO-09	
	BUZON			141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997		33.713	223,664 997	8946,974 287	3161.354	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-04

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 03/05/2018

ANOTACIONES				Azimuts	RUMBOS			E + Sen - W N + Cos - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos	N S		Angulos Calculados	E W	E			N		E	N				
							E			W	N			S			
N	A -	00°00'00"											223,638.000	8947,008.000	3159.524	A	
	A B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651.069	8946,973.423	3160.247	A B	
	A C		170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821			76.345	223,650.821	8946,931.655	3161.247	A C	
	A D		176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642.801	8946,934.158	3160.636	A D	
	A E		172°27'00"	S	7°33'00"	E		53.20	6.990			52.739	223,644.994	8946,955.262	3159.805	A E	
	A F		171°17'30"	S	8°42'30"	E		31.15	4.716			30.791	223,642.715	8946,977.209	3158.743	A F	
	A G		204°00'00"	S	24°00'00"	W		12.78		5.198		11.675	223,632.795	8946,996.336	3158.216	A G	
	A P.01		221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989		3.404	223,635.011	8947,004.596	3160.000	A P.01	
	A B.M		321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223,628.024	8947,020.700	3159.544	A B.M	
	HITO-09		114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884			9.483	223,658.884	8946,998.517	3167.064	HITO-09	
	BUZON		141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997			33.713	223,664.997	8946,974.287	3161.354	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-05

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 08/05/2018

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen - W N + Cos - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
				N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
E	W	N							S							
N	A	-	00°00'00"										223.638 000	8947,008 000	3159.524	A
	A	B	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417 0.165621 0.986189	36.964	13.069		34.577		223.651 069	8946,973 423	3160.247	A B
	A	C	170°28'00"	S	9°32'00"	E		77.414	12.821		76.345		223.650 821	8946,931 655	3161.247	A C
	A	D	176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808		73.844		223.642 798	8946,934 158	3160.636	A D
	A	E	172°27'00"	S	7°33'00"	E		53.20	6.990		52.739		223.644 998	8946,955 264	3159.805	A E
	A	F	171°17'30"	S	8°42'30"	E		31.15	4.716		30.791		223.642 717	8946,977 210	3158.743	A F
	A	G	204°00'00"	S	24°00'00"	W		12.78		5.198	11.675		223.632 785	8946,996 332	3158.216	A G
	A	P.01	221°17'14"	S	41°17'14"	W		4.53		2.989	3.404		223.635 011	8947,004 596	3160.000	A P.01
	A	B.M	321°51'00"	N	38°09'00"	W		16.15		9.976	12.700		223.628 024	8947,020 700	3159.544	A B.M
	HITO-09		114°25'15"	S	65°34'45"	E		22.936	20.884		9.483		223.658 884	8946,998 517	3167.064	HITO-09
	BUZON		141°18'45"	S	38°41'15"	E		43.19	26.997		33.713		223.664 997	8946,974 287	3161.354	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-06

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha=14/05/2018

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen - W N + Cos - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
									E	W	N	S				
N	A	-	-										223,638 000	8947,008 000	3159.532	A
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417 0.165531 0.986205	36.964	13.069		34.577	223,651 069	8948,973.423	3160.247	A B
	A	C	11°10'35"	170°28'19"	S	9°31'41"	E		77.414	12.814		76.346	223,650.814	8946,931.654	3161.230	A C
	A	D	16°59'20"	176°17'04"	S	3°42'56"	E		74.000	4.795		73.844	223,642.795	8946,934.154	3160.618	A D
	A	E	13°09'00"	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994		52.738	223,644.094	8946,955.262	3159.795	A E
	A	F	11°59'50"	171°17'34"	S	8°42'26"	E		31.15	4.716		30.791	223,642.711	8946,977.208	3158.738	A F
	A	G	44°48'05"	204°05'49"	S	24°05'49"	W		12.78		5.218	11.666	223,632.782	8946,996.325	3158.214	A G
	A	P.01	61°59'00"	221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989	3.404	223,635.011	8947,004.596	3160.001	A P.01
	A	B.M	162°34'00"	321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702	223,628.026	8947,020.702	3159.544	A B.M
	HITO-09		315°07'00"	114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885		9.479	223,658.885	8946,998.521	3167.062	HITO-09
	BUZON		341°59'30"	141°07'14"	S	38°52'46"	E		43.19	27.111		33.622	223,665.111	8946,974.378	3161.352	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-07

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha=19/05/2018

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices			
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N	Angulos Calculados	E			W	E		N		E			N		
										E	W	N	S						
N	A	-	-																
	A	B	00°00'00"																A
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,638.000	8947,008.000	3159.532		A	
	A	C	11°10'35"	170°28'19"	S	9°31'41"	E	0.165531 0.986205	77.414	12.814			76.346	223,651.069	8946,973.423	3160.247		A B	
	A	C	11°10'35"	170°28'19"	S	9°31'41"	E						76.346	223,650.814	8946,931.654	3161.230		A C	
	A	D	16°59'20"	176°17'04"	S	3°42'56"	E		74.000	4.795			73.844	223,642.800	8946,934.155	3160.618		A D	
	A	E	13°09'00"	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994			52.738	223,644.997	8946,955.263	3159.795		A E	
	A	F	11°59'50"	171°17'34"	S	8°42'26"	E		31.15	4.716			30.791	223,642.712	8946,977.211	3158.738		A F	
	A	G	44°48'05"	204°05'49"	S	24°05'49"	W		12.78		5.218		11.666	223,632.790	8946,996.328	3158.214		A G	
	A	P.01	61°59'00"	221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635.011	8947,004.596	3160.001		A P.01	
	A	B.M	162°34'00"	321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544		A B.M	
	HITO-09		315°07'00"	114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885			9.479	223,658.885	8946,998.521	3167.062		HITO-09	
	BUZON		341°59'30"	141°07'14"	S	38°52'46"	E		43.19	27.111			33.622	223,665.111	8946,974.378	3161.352		BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS
INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-08

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 24/05/2018

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices		
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		Cotas	Vertices	
									E	W	N	S						
N	A	-	-															
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223,651.069	8946,973.423	3160.247	A	B	
	A	C	11°10'35"	170°28'19"	S	9°31'41"	E	0.165531 0.986205	77.414	12.814		76.348	223,650.814	8946,931.654	3161.230	A	C	
	A	D	16°59'20"	176°17'04"	S	3°42'56"	E		74.000	4.795		73.844	223,642.808	8946,934.157	3160.618	A	D	
	A	E	13°09'00"	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994		52.738	223,644.995	8946,955.261	3159.795	A	E	
	A	F	11°59'50"	171°17'34"	S	8°42'26"	E		31.15	4.716		30.791	223,642.708	8946,977.210	3158.738	A	F	
	A	G	44°48'05"	204°05'49"	S	24°05'49"	W		12.78		5.218	11.666	223,632.800	8946,996.329	3158.214	A	G	
	A	P.01	61°59'00"	221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989	3.404	223,635.011	8947,004.596	3160.001	A	P.01	
	A	B.M	162°34'00"	321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702	223,628.026	8947,020.702	3159.544	A	B.M	
	HITO-09		315°07'00"	114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885		9.479	223,658.885	8946,998.521	3167.062	HITO-09		
	BUZON		341°59'30"	141°07'14"	S	38°52'46"	E		43.19	27.111		33.622	223,665.111	8946,974.378	3161.352	BUZON		



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS
INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-09

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 29/05/2018

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
									E	W	N	S					
N	A	-	-														
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577	223,651.069	8946,973.423	3160.247	A	B
	A	C	11°10'35"	170°28'19"	S	9°31'41"	E	0.165531 0.986205	77.414	12.814		76.346	223,650.814	8946,931.654	3161.230	A	C
	A	D	16°59'20"	176°17'04"	S	3°42'56"	E		74.000	4.795		73.844	223,642.806	8946,934.156	3160.618	A	D
	A	E	13°09'00"	172°26'44"	S	7°33'16"	E		53.20	6.994		52.738	223,644.996	8946,955.262	3159.795	A	E
	A	F	11°59'50"	171°17'34"	S	8°42'26"	E		31.15	4.716		30.791	223,642.704	8946,977.208	3158.738	A	F
	A	G	44°48'05"	204°05'49"	S	24°05'49"	W		12.78		5.218	11.666	223,632.801	8946,996.336	3158.214	A	G
	A	P.01	61°59'00"	221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989	3.404	223,635.011	8947,004.596	3160.001	A	P.01
	A	B.M	162°34'00"	321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702	223,628.026	8947,020.702	3159.544	A	B.M
	HITO-09		315°07'00"	114°24'44"	S	65°35'16"	E		22.936	20.885		9.479	223,658.885	8946,998.521	3167.062	HITO-09	
	BUZON		341°59'30"	141°07'14"	S	38°52'46"	E		43.19	27.111		33.622	223,665.111	8946,974.378	3161.352	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-10

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 04/06/2018

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen - W N + Cos - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		Cotas	Vertices
									E	W	N	S					
N	A -	00°00'00"											223,638 000	8947,008 000	3159.531		A
	A B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069			34.577	223,651 069	8946,973 423	3160.255	A	B
	A C		170°27'30"	S	9°32'30"	E	0.165785 0.986165	77.414	12.833			76.343	223,650.833	8946,931.657	3161.247	A	C
	A D		176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808			73.844	223,642 808	8946,934.159	3160.643	A	D
	A E		172°26'30"	S	7°33'30"	E		53.20	6.998			52.738	223,644 998	8946,955 264	3159.810	A	E
	A F		171°19'00"	S	8°41'00"	E		31.15	4.703			30.793	223,642 703	8946,977 207	3158.746	A	F
	A G		204°00'00"	S	24°00'00"	W		12.78		5.198		11.675	223,632 802	8946,996 337	3158.217	A	G
	A P.01		221°15'10"	S	41°15'10"	W		4.53		2.987		3.406	223,635 013	8947,004 594	3160.000	A	P.01
	A B.M		321°49'30"	N	38°10'30"	W		16.15		9.982	12.696		223,628 018	8947,020 696	3159.544	A	B.M
	HITO-09		114°24'00"	S	65°36'00"	E		22.936	20.887			9.475	223,658 887	8946,998 525	3167.061	HITO-09	
	BUZON		141°13'30"	S	38°46'30"	E		43.19	27.048			33.671	223,665 048	8946,974 329	3161.366	BUZON	



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-11

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 09/06/2018

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
				N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos						E	W	N	S					
N	A -	00°00'00"											223.638 000	8947,008 000	3159.531	A
	A B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.069		34.577		223,651 .069	8946,973.423	3160.255	A B
	A C		170°27'30"	S	9°32'30"	E	0.165765 0.986165	77.414	12.833		76.343		223,650.833	8946,931.657	3161.247	A C
	A D		176°16'30"	S	3°43'30"	E		74.000	4.808		73.844		223,642 .800	8946,934.159	3160.643	A D
	A E		172°26'30"	S	7°33'30"	E		53.20	6.998		52.738		223,644 .993	8946,955.261	3159.810	A E
	A F		171°19'00"	S	8°41'00"	E		31.15	4.703		30.793		223,642 .693	8946,977.206	3158.746	A F
	A G		204°00'00"	S	24°00'00"	W		12.78		5.198	11.675		223,632 .799	8946,996.336	3158.217	A G
	A P.01		221°15'10"	S	41°15'10"	W		4.53		2.987	3.406		223,635 .013	8947,004.594	3160.000	A P.01
	A B.M		321°49'30"	N	38°10'30"	W		16.15		9.982	12.696		223,628 .018	8947,020.696	3159.544	A B.M
	HITO-09		114°24'00"	S	65°38'00"	E		22.936	20.887		9.475		223,658 .887	8946,998.525	3167.061	HITO-09
	BUZON		141°13'30"	S	38°46'30"	E		43.19	27.048		33.671		223,665 .048	8946,974.329	3161.366	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-12

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 14/06/2018

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen. - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
									E	W	N	S				
N	A -	00°00'00"											223,638.000	8947,008.000	3159.532	A
	A B		159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651.068	8946,973.423	3160.247	A B
	A C		170°28'00"	S	9°32'00"	E	0.165621 0.986189	77.414	12.821			76.345	223,650.821	8946,931.655	3161.230	A C
	A D		176°17'00"	S	3°43'00"	E		74.000	4.797			73.844	223,642.797	8946,934.157	3160.618	A D
	A E		172°26'50"	S	7°33'10"	E		53.20	6.993			52.738	223,644.994	8946,955.263	3159.795	A E
	A F		171°20'30"	S	8°39'30"	E		31.15	4.689			30.795	223,642.689	8946,977.205	3158.738	A F
	A G		204°01'45"	S	24°01'45"	W		12.78		5.204		11.672	223,632.796	8946,996.336	3158.214	A G
	A P.01		221°15'30"	S	41°15'30"	W		4.53		2.987		3.405	223,635.013	8947,004.595	3160.001	A P.01
	A B.M		321°52'55"	N	38°07'05"	W		16.15		9.969	12.706		223,628.031	8947,020.706	3159.544	A B.M
	HITO-09		114°25'05"	S	65°34'55"	E		22.936	20.884			9.482	223,658.884	8946,998.518	3167.062	HITO-09
	BUZON		141°16'30"	S	38°43'30"	E		43.19	27.019			33.695	223,665.019	8946,974.305	3161.352	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS
INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-13

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 19/06/2018

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen - W N + Cos. - S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices	
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N			
									E	W	N	S					
N	A	-	-										223,638 000	8947,008 000	3159 532	A	
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417	36.964	13.068			34.577	223,651 068	8946,973 423	3160 247	A B
	A	C	11°10'30"	170°28'14"	S	9°31'46"	E	0.165554 0.986201	77.414	12.816			76.346	223,650 816	8946,931 654	3161 230	A C
	A	D	16°59'12"	176°16'56"	S	3°43'04"	E		74.000	4.798			73.844	223,642 798	8946,934 160	3160 618	A D
	A	E	13°09'04"	172°26'48"	S	7°33'12"	E		53.20	6.993			52.738	223,644 993	8946,955 262	3159 795	A E
	A	F	11°57'30"	171°15'14"	S	8°44'46"	E		31.15	4.737			30.788	223,642 737	8946,977 212	3158 738	A F
	A	G	44°52'00"	204°09'44"	S	24°09'44"	W		12.78		5.231		11.660	223,632 769	8946,996 334	3158 214	A G
	A	P.01	61°59'00"	221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635 011	8947,004 596	3160 001	A P.01
	A	B.M	162°34'00"	321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702		223,628 026	8947,020 702	3159 544	A B.M
	HITO-09		315°08'00"	114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883			9.485	223,658 883	8946,998 515	3167 062	HITO-09
	BUZON		341°57'20"	141°15'04"	S	38°44'56"	E		43.19	27.033			33.684	223,665 033	8946,974 316	3161 352	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS
INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-14

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha=25/06/2018

ANOTACIONES			Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices	Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
									E	W	N	S				
N	A	-	-										223.638 .000	8947.008.000	3159.532	A
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417 0.165554 0.986201	36.964	13.068		34.577	223.651 .068	8946.973.423	3160.247	A B
	A	C	11°10'30"	170°28'14"	S	9°31'46"	E		77.414	12.816		76.346	223.650 .816	8946.931.654	3161.230	A C
	A	D	16°59'12"	176°16'56"	S	3°43'04"	E		74.000	4.798		73.844	223.642 .797	8946.934.159	3160.618	A D
	A	E	13°09'04"	172°26'48"	S	7°33'12"	E		53.20	6.993		52.738	223.644 .992	8946.955.261	3159.795	A E
	A	F	11°57'30"	171°15'14"	S	8°44'46"	E		31.15	4.737		30.788	223.642 .729	8946.977.211	3158.738	A F
	A	G	44°52'00"	204°09'44"	S	24°09'44"	W		12.78		5.231	11.660	223.632 .800	8946.996.335	3158.214	A G
	A	P.01	61°59'00"	221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989	3.404	223.635 .011	8947.004.596	3160.001	A P.01
	A	B.M	162°34'00"	321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702	223.628.026	8947.020.702	3159.544	A B.M
	HITO-09		315°08'00"	114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883		9.485	223.658 .883	8946.998.515	3167.062	HITO-09
	BUZON		341°57'20"	141°15'04"	S	38°44'56"	E		43.19	27.033		33.684	223.665 .033	8946.974.316	3161.352	BUZON



HOJA DE CALCULO

MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ

MONITOREO DE DESPLAZAMIENTO

Hoja-15

CARRETERA-HUARAZ EL PINAR
KM=0+895

ZONA DE GAVIONES

Calculado: R. Mendoza G

Tesista: MSc. C. Tarazona R.

Fecha= 30/06/2018

ANOTACIONES				Azimuts	RUMBOS			E + Sen.- W N + Cos.- S	Distancias	PROYECCIONES				COORDENADAS		Cotas	Vertices
Vertices		Angulos Observados	Angulos Corregidos		N S	Angulos Calculados	E W			E		N		E	N		
										E	W	N	S				
N	A	-	-										223,638.000	8947,008.000	3159.532	A	
	A	B	00°00'00"	159°17'44"	S	20°42'16"	E	0.353547 0.935417 0.185554 0.986201	36.964	13.068			34.577	223,651.068	8946,973.423	3160.247	A B
	A	C	11°10'30"	170°28'14"	S	9°31'46"	E		77.414	12.816			76.346	223,650.816	8946,931.654	3161.230	A C
	A	D	16°59'12"	176°16'56"	S	3°43'04"	E		74.000	4.798			73.844	223,642.794	8946,934.155	3160.618	A D
	A	E	13°09'04"	172°26'48"	S	7°33'12"	E		53.20	6.993			52.738	223,644.991	8946,955.260	3159.795	A E
	A	F	11°57'30"	171°15'14"	S	8°44'46"	E		31.15	4.737			30.788	223,642.730	8946,977.212	3158.738	A F
	A	G	44°52'00"	204°09'44"	S	24°09'44"	W		12.78		5.231		11.660	223,632.807	8946,996.340	3158.214	A G
	A	P.01	61°59'00"	221°16'44"	S	41°16'44"	W		4.53		2.989		3.404	223,635.011	8947,004.596	3160.001	A P.01
	A	B.M	162°34'00"	321°51'44"	N	38°08'16"	W		16.15		9.974	12.702		223,628.026	8947,020.702	3159.544	A B.M
	HITO-09		315°08'00"	114°25'44"	S	65°34'16"	E		22.936	20.883			9.485	223,658.883	8946,998.515	3167.062	HITO-09
	BUZON		341°57'20"	141°15'04"	S	38°44'56"	E		43.19	27.033			33.684	223,665.033	8946,974.316	3161.352	BUZON





GeoSer Ingenieros S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Consultores en Ingeniería Geotécnica, Ingeniería Geológica, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Sísmorresistente



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico – Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Geotecnia Ambiental

RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

RESULTADO DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: "MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ"

SOLICITA: MSc. CLAUDIA SOFÍA TARAZONA RINCÓN

CALICATA: C-01

MUESTRA	FECHA	CONTENIDO DE HUMEDAD (w) ASTM D2216 NTP 339.127 (%)	DENSIDAD (ρ) NTP 339.139 (BS 1377) (gr/cm ³)
Mab-01	02/02/2015	23.10	1.697
Mab-02	09/02/2015	11.46	1.961
Mab-03	16/02/2015	12.75	1.460
Mab-04	23/02/2015	13.97	1.834
Mab-05	02/03/2015	12.20	1.950
Mab-06	09/03/2015	12.79	1.876
Mab-07	16/03/2015	12.38	1.417
Mab-08	23/03/2015	20.70	1.755
Mab-09	30/03/2015	17.93	1.791
Mab-10	06/04/2015	13.03	1.856
Mab-11	13/04/2015	13.18	1.843
Mab-12	20/04/2015	12.33	1.412
Mab-13	27/04/2015	16.12	1.792
Mab-14	04/05/2015	13.95	1.838
Mab-15	11/05/2015	20.11	1.768
Mab-16	18/05/2015	11.73	1.343



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina Principal: Lima - Jr. Principios Mz. CC4 Lote 26 - Oficina 501 Edificio Real - Urbanización Pro - Distrito de Los Olivos
Sucursal: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
RPM #954709070 em@il: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.geoseringenieros.com



GeoSer Ingenieros S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras

Consultores en Ingeniería Geotécnica, Ingeniería Geológica, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Sísmorresistente



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico – Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales

Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Geotecnia Ambiental

RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

RESULTADO DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: "MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ"

SOLICITA: MSc. CLAUDIA SOFÍA TARAZONA RINCÓN

CALICATA: C-01

MUESTRA	FECHA	CONTENIDO DE HUMEDAD (w) ASTM D2216 NTP 339.127 (%)	DENSIDAD (ρ) NTP 339.139 (BS 1377) (gr/cm ³)
Mab-17	25/05/2015	12.57	1.905
Mab-18	01/06/2015	12.42	1.930
Mab-19	08/06/2015	20.25	1.726
Mab-20	15/06/2015	13.16	1.843
Mab-21	22/06/2015	11.64	1.333
Mab-22	29/06/2015	18.85	1.786
Mab-23	06/07/2015	14.23	1.806
Mab-24	13/07/2015	10.90	1.248
Mab-25	20/07/2015	14.01	1.816
Mab-26	27/07/2015	21.70	1.752
Mab-27	03/08/2015	21.25	1.755
Mab-28	10/08/2015	19.96	1.777
Mab-29	17/08/2015	11.53	1.320
Mab-30	24/08/2015	18.91	1.786
Mab-31	31/08/2015	13.16	1.845
Mab-32	07/09/2015	18.48	1.789



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina Principal: Lima - Jr. Principios Mz. CC4 Lote 26 - Oficina 501 Edificio Real - Urbanización Pro - Distrito de Los Olivos
Sucursal: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
RPM #954709070 em@it: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.geoseringenieros.com



GeoSer Ingenieros S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Consultores en Ingeniería Geotécnica, Ingeniería Geológica, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Sísmorresistente



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico – Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Geotecnia Ambiental
RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

RESULTADO DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: *MODELO MATEMÁTICO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS EN LADERAS INESTABLES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN OBRAS DE SERVICIO CARROZABLE - HUARAZ*

SOLICITA: MSc. CLAUDIA SOFÍA TARAZONA RINCÓN

CALICATA: C-01

MUESTRA	FECHA	CONTENIDO DE HUMEDAD (w) ASTM D2216 NTP 339.127 (%)	DENSIDAD (ρ) NTP 339.139 (BS 1377) (gr/cm ³)
Mab-01	18/04/2018	15.60	1.797
Mab-02	23/04/2018	14.39	1.650
Mab-03	28/04/2018	15.72	1.802
Mab-04	03/05/2018	14.30	1.587
Mab-05	08/05/2018	15.90	1.729
Mab-06	14/05/2018	14.95	1.798
Mab-07	19/05/2018	14.70	1.714
Mab-08	24/05/2018	10.83	1.242
Mab-09	29/05/2018	15.30	1.752
Mab-10	04/06/2018	19.85	1.768
Mab-11	09/06/2018	15.70	1.792
Mab-12	14/06/2018	20.29	1.768
Mab-13	19/06/2018	16.80	1.791
Mab-14	25/06/2018	12.35	1.863
Mab-15	30/06/2018	15.30	1.795



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2152
Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina Principal: Lima - Jr. Principios Mz. CC4 Lote 26 - Oficina 501 Edificio Raal - Urbanización Pro - Distrito de Los Olivos
Sucursal: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
RPM #954709070 em@i: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.geoseringenieros.com

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PILAR TRAMO 0+840 a 0+980
 Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 23/01/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO														TOTAL								
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER										
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2		3S1	3S1						
						O+B2	O+B3	O+B4	O+C2	O+C3	O+C4	8X4	O+T2S1	O+T2S2	O+T2S3	O+T3S1	O+T3S2	O+T3S3	O+T3S4		O+T3S5	O+T3S6						
8:00	→																											
9:00	←																											
9:00	→																											
10:00	←																											
TOTAL		137	116	66	09	06			03	04			04	04														


 COLGIO DE INGENIEROS
 CIVILES DE PERÚ
 MARCO ANTONIO LÓPEZ CALLE
 INGENIERO CIVIL
 CIPAF 100746

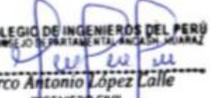
ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980

Sentido : → SUBIDA ← BAJADA

Fecha : 24/01/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO					TRÁFICO PESADO														TOTAL				
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER							
						2E 0+B2	3E 0+B3	4E 0+B4	2E 0+C2	3E 0+C3	4E 0+C4	4E 8X4	2S1 0+T2S1	2S2 0+T2S2	2S3 0+T2S3	3S1 0+T3S1	3S2 0+T3S2	3S3 0+T3S3	2T2 0+T3S4	3S1 0+T3S5		3S1 0+T3S6			
10:30	→	1	1	1																					
11:30	←	1	1	1																					
11:30	→	1	1	1																					
12:30	←	1	1	1																					
TOTAL		97	48	24	01	01			01																


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH HUAMAZ

 Marco Antonio López Calle
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 100746

Activar W

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980

Sentido : → SUBIDA ← BAJADA

Fecha : 05/02/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO															TOTAL			
		Autos Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER						
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8X4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5		3S1 O+T3S6		
9:00	→			I	I																			
10:00	←																							
10:00	→					I								I										
11:00	←					I			I					I										
TOTAL		140	94	64	06	03			03					02	01									


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL, ÁREA DE PUNAZ

 Marco Antonio López Calle
 INGENIERO CIVIL
 CIPAF 100746

Activar Wi
Ve a Configurar.

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
 Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 06/02/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO														TOTAL					
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER						
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8X4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4		3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6			
10:30	→																								
11:30	←																								
11:30	→																								
12:30	←																								
TOTAL		76	58	45	08	04		03	02	04			02	02											


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - TUCUMÁN
Marco Antonio López Calle
 INGENIERO CIVIL
 CIP-Nº 100746

Activar V
 Ve a Config

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
 Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 21/02/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO					TRÁFICO PESADO														TOTAL		
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER					
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	3S1		3S1	
						O+B2	O+B3	O+B4	O+C2	O+C3	O+C4	8X4	O+T2S1	O+T2S2	O+T2S3	O+T3S1	O+T3S2	O+T3S3	O+T3S4	O+T3S5		O+T3S6	
10:00	→																						
11:00	←																						
11:00	→																						
12:00	←																						
TOTAL		83	61	19	04	02																	


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DE INGENIEROS DEL PERÚ - TUMBES
 Marco Antonio Lopez Calle
 INGENIERO CIVIL
 CP Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
 Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 04/03/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO					TRÁFICO PESADO													TOTAL						
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS				CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER							
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2		3S1	3S1				
						O+B2	O+B3	O+B4	O+C2	O+C3	O+C4	8X4	O+T2S1	O+T2S2	O+T2S3	O+T3S1	O+T3S2	O+T3S3	O+T3S4		O+T3S5	O+T3S6				
9:00	→	 	 	 	 	1				1																
10:00	←	 	 	 	 																					
10:00	→	 	 	 	 	1			1																	
11:00	←	 	 	 	 	1				1																
TOTAL		141	95	63	08	03			01	02			02													


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL PUNO
Marco Antonio Lopez Calle
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
 Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 20/03/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO														TOTAL						
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER							
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2		3S1	3S1				
						O+B2	O+B3	O+B4	O+C2	O+C3	O+C4	8X4	O+T2S1	O+T2S2	O+T2S3	O+T3S1	O+T3S2	O+T3S3	O+T3S4		O+T3S5	O+T3S6				
8:00	→																									
9:00	←																									
9:00	→																									
10:00	←																									
TOTAL		126	117	62	09	06			05	04			03	02												


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO REGIONAL DE INGENIEROS DEL PUNO
 Marco Antonio Lopez Calle
 INGENIERO CIVIL
 CIP-17 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
 Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 02/04/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO					TRÁFICO PESADO													TOTAL					
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER							
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2		3S1	3S1			
						O+B2	O+B3	O+B4	O+C2	O+C3	O+C4	8X4	O+T2S1	O+T2S2	O+T2S3	O+T3S1	O+T3S2	O+T3S3	O+T3S4		O+T3S5	O+T3S6			
8:00	→							1																	
9:00	←								1																
9:00	→								1																
10:00	←								1		1														
TOTAL		130	112	52	05	03	02		02	02	02														


 COLEGIO DE INGENIEROS
 CONSULTA DEPARTAMENTAL
 YERU ANAZ
 Marco Antonio López Calle
 INGENIERO CIVIL
 CIPAF 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
 Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 03/04/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO															TOTAL					
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER								
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	8X4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5		3S1 O+T3S6				
8:00	→					1				1				1												
9:00	←																									
9:00	→							1	4																	
10:00	←				1	1								1												
TOTAL		134	96	66	07	02			02	02				02												


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL AREQUIPA
Marco Antonio López Calle
 INGENIERO CIVIL
 E.P. Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
 Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 16/04/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO														TOTAL								
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÒMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER									
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8X4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4		3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6						
7:30	→					1																						
8:30	←					1																						
8:30	→																											
9:30	←																											
TOTAL		139	84	48	33	02	02	02	03	01	02			04														


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÙ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL AREQUIPA - HUANAZ

Marco Antonio Lopez Calle
 INGENIERO CIVIL

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980

Sentido : → SUBIDA ← BAJADA

Fecha : 17 / 04 / 2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO					TRÁFICO PESADO														TOTAL					
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER							
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	3S1		3S1				
						O+B2	O+B3	O+B4	O+C2	O+C3	O+C4	8X4	O+T2S1	O+T2S2	O+T2S3	O+T3S1	O+T3S2	O+T3S3	O+T3S4	O+T3S5		O+T3S6				
9:00	→																									
10:00	←																									
10:00	→																									
11:00	←																									
TOTAL		137	82	55	02		03		08																	


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
Marco Antonio Lopez Calle
 INGENIERO CIVIL
 D.C.N.º 100746

Activar W

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
 Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 10/06/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO					TRÁFICO PESADO													TOTAL						
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER								
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2		3S1	3S1				
						O+B2	O+B3	O+B4	O+C2	O+C3	O+C4	8X4	O+T2S1	O+T2S2	O+T2S3	O+T3S1	O+T3S2	O+T3S3	O+T3S4		O+T3S5	O+T3S6				
9:00	→								1				1													
10:00	←																									
10:00	→				1			1					1													
11:00	←				1			1	1																	
TOTAL		128	83	54	07	03		02	02				02													


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL AREQUIPA - PINARAL
Marco Antonio Lopez Calle
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 300746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
Fecha : 11/06/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO															TOTAL			
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER					
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	3S1		3S1		
						O+B2	O+B3	O+B4	O+C2	O+C3	O+C4	8X4	O+T2S1	O+T2S2	O+T2S3	O+T3S1	O+T3S2	O+T3S3	O+T3S4	O+T3S5		O+T3S6		
7:00	→	 	 	 																				
8:00	←	 	 	 																				
8:00	→	 	 	 																				
9:00	←	 	 	 																				
TOTAL		120	104	54	12	03	02	02	04	02	03		02	02										


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL AREQUIPA - PINARAZ
Marco Antonio Lopez Calle
 INGENIERO CIVIL
 N° 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
Fecha : 26/06/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO															TOTAL			
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER						
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8X4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5		3S1 O+T3S6		
7:30	→																							
8:30	←																							
8:30	→																							
9:30	←																							
TOTAL		108	98	45	38	05	03		02	02	02													


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DE INGENIEROS DE AREQUIPA
Marco Antonio López Calle
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
Fecha : 09/07/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO														TOTAL						
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER						TRAYLER							
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2		3S1	3S1				
						O+B2	O+B3	O+B4	O+C2	O+C3	O+C4	8X4	O+T2S1	O+T2S2	O+T2S3	O+T3S1	O+T3S2	O+T3S3	O+T3S4		O+T3S5	O+T3S6				
9:00	→	 	 	 																						
10:00	←	 	 	 																						
10:00	→	 	 	 																						
11:00	←	 	 	 																						
TOTAL		124	94	56	02		03	06															04			


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DE TACNA
 Marco Antonio López Calle
 INGENIERO CIVIL
 CIP 117 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
 Sentido : → JUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 10/07/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO														TOTAL						
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER								
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	8X4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4		3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6				
7:00	→																									
8:00	←																									
8:00	→																									
9:00	←																									
TOTAL		114	99	81	39	04	04		03	03			04													


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL AREQUIPA
Marco Antonio López Calle
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 20740

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
 Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 07/08/2015

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO												TOTAL							
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER			TRAYLER									
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8X4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2		3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6			
7:00	→																								
8:00	←																								
8:00	→																								
9:00	←																								
TOTAL		139	98	50	21	03	02	02	04	02	02	—	02	02											


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR
 Marco Antonio López Calle
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 100746

Activar W
Ver a Confirar

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
 Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 29/05/2018

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO															TOTAL						
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER									
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	3S1		3S1					
						O+B2	O+B3	O+B4	O+C2	O+C3	O+C4	8X4	O+T2S1	O+T2S2	O+T2S3	O+T3S1	O+T3S2	O+T3S3	O+T3S4	O+T3S5		O+T3S6					
7:00	→	 	 	 									1														
8:00	←	 	 	 					1																		
8:00	→	 	 	 	1																						
9:00	←	 	 	 									1														
TOTAL		141	85	54	07	04			03					02	02												

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
Fecha : 09/06/2018

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO														TOTAL							
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÒMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER									
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	4E 8X4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4		3S1 O+T3S5	3S1 O+T3S6					
7:00	→																										
8:00	←																										
8:00	→																										
9:00	←																										
TOTAL		140	88	60	07	04			03					02	01												


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÙ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ALCALDÍA SUCRE
Marco Antonio López Calle
 INGENIERO CIVIL
 CIPAF 100746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+840 a 0+980
 Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 14/06/2018

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO				TRÁFICO PESADO															TOTAL					
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER								
						2E O+B2	3E O+B3	4E O+B4	2E O+C2	3E O+C3	4E O+C4	8X4	2S1 O+T2S1	2S2 O+T2S2	2S3 O+T2S3	3S1 O+T3S1	3S2 O+T3S2	3S3 O+T3S3	2T2 O+T3S4	3S1 O+T3S5		3S1 O+T3S6				
7:00	→							1	1					1												
8:00	←									1																
8:00	→							1	1					1												
9:00	←								1																	
TOTAL		124	98	69	18	04		03	03	02				01	01											


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL A. C. A. S. - PINAR
Marco Antonio Lopez Calle
 INGENIERO CIVIL
 ICA-Nº 180746

ESTUDIO DE CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR DIARIO Y POR SENTIDO

Ubicación : CARRETERA DE ACCESO AL PINAR TRAMO 0+240 a 0+980
 Sentido : → SUBIDA ← BAJADA
 Fecha : 19/06/2018

HORA	SENTIDO	TRÁFICO LIGERO					TRÁFICO PESADO														TOTAL					
		Autos, Station wagon	Camionetas Jeep	Combi	Microbus, Minibus	ÓMNIBUS			CAMIONES				SEMI TRAYLER					TRAYLER								
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	2T2	3S1		3S1				
						O+B2	O+B3	O+B4	O+C2	O+C3	O+C4	8X4	O+T2S1	O+T2S2	O+T2S3	O+T3S1	O+T3S2	O+T3S3	O+T3S4	O+T3S5		O+T3S6				
7:00	→					1				1																
8:00	←																									
8:00	→							1	1																	
9:00	←					1	1		1																	
TOTAL		142	130	61	14	04	03		01	03				02												


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL ANDALUZ
 Marco Antonio López Gale
 INGENIERO CIVIL
 CP Nº 100746

**HOJAS DE CÁLCULO
PRUEBA**

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Desplazamiento

(I)

FECHA	D			E			F			G			DESPLAZAMIENTO (I) m/sem
	E	N	Magnitud										
26/01/2015	223,642.781	8,946,934.155	-	223,644.979	8,946,955.260	-	223,642.701	8,946,977.207	-	223,632.779	8,946,996.335	-	
02/02/2015	223,642.792	8,946,934.155	0.008	223,644.994	8,946,955.262	0.000	223,642.625	8,946,977.195	0.064	223,632.774	8,946,996.337	0.071	0.0357567029
09/02/2015	223,642.794	8,946,934.156	0.003	223,644.995	8,946,955.263	0.002	223,642.310	8,946,977.196	0.003	223,632.775	8,946,996.338	0.002	0.0024462500
16/02/2015	223,642.795	8,946,934.157	0.003	223,644.997	8,946,955.264	0.003	223,642.651	8,946,977.197	0.013	223,632.776	8,946,996.339	0.008	0.0068470000
23/02/2015	223,642.797	8,946,934.158	0.006	223,644.998	8,946,955.265	0.002	223,642.689	8,946,977.205	0.012	223,632.785	8,946,996.340	0.004	0.0060017862
02/03/2015	223,642.796	8,946,934.157	0.002	223,644.997	8,946,955.264	0.001	223,642.688	8,946,977.204	0.003	223,632.788	8,946,996.341	0.004	0.0026040000
09/03/2015	223,642.798	8,946,934.160	0.003	223,644.999	8,946,955.264	0.002	223,642.692	8,946,977.206	0.004	223,632.787	8,946,996.336	0.002	0.0027300000
16/03/2015	223,642.795	8,946,934.160	0.005	223,644.996	8,946,955.263	0.006	223,642.691	8,946,977.206	0.003	223,632.786	8,946,996.335	0.013	0.0066482500
23/03/2015	223,642.800	8,946,934.161	0.016	223,644.998	8,946,955.264	0.012	223,642.690	8,946,977.198	0.074	223,632.788	8,946,996.339	0.001	0.0257242324
30/03/2015	223,642.808	8,946,934.156	0.003	223,644.994	8,946,955.262	0.002	223,642.714	8,946,977.209	0.025	223,632.765	8,946,996.336	0.022	0.0131214395
06/04/2015	223,642.795	8,946,934.156	0.004	223,644.996	8,946,955.266	0.003	223,642.691	8,946,977.206	0.002	223,632.786	8,946,996.339	0.002	0.0027812500
13/04/2015	223,642.797	8,946,934.160	0.004	223,644.997	8,946,955.266	0.001	223,642.695	8,946,977.208	0.003	223,632.783	8,946,996.338	0.008	0.0040000000
20/04/2015	223,642.798	8,946,934.161	0.002	223,644.986	8,946,955.263	0.012	223,642.705	8,946,977.208	0.010	223,632.786	8,946,996.340	0.002	0.0066215000
27/04/2015	223,642.792	8,946,934.155	0.016	223,644.985	8,946,955.261	0.004	223,642.718	8,946,977.209	0.013	223,632.779	8,946,996.335	0.012	0.0112222163
04/05/2015	223,642.800	8,946,934.156	0.000	223,644.996	8,946,955.262	0.002	223,642.694	8,946,977.206	0.002	223,632.782	8,946,996.336	0.017	0.0051382365
11/05/2015	223,642.808	8,946,934.156	0.027	223,644.990	8,946,955.261	0.011	223,642.731	8,946,977.211	0.030	223,632.783	8,946,996.339	0.012	0.0200085161
18/05/2015	223,642.806	8,946,934.156	0.002	223,644.986	8,946,955.260	0.004	223,642.733	8,946,977.212	0.005	223,632.772	8,946,996.337	0.014	0.0062992500
25/05/2015	223,642.807	8,946,934.157	0.001	223,644.988	8,946,955.265	0.003	223,642.728	8,946,977.211	0.004	223,632.780	8,946,996.338	0.003	0.0026830000
01/06/2015	223,642.800	8,946,934.155	0.004	223,644.985	8,946,955.263	0.002	223,642.729	8,946,977.213	0.001	223,632.779	8,946,996.330	0.004	0.0026510000
08/06/2015	223,642.792	8,946,934.155	0.016	223,644.990	8,946,955.264	0.012	223,642.723	8,946,977.210	0.079	223,632.778	8,946,996.328	0.019	0.0315759253
15/06/2015	223,642.800	8,946,934.156	0.003	223,644.994	8,946,955.266	0.001	223,642.696	8,946,977.206	0.007	223,632.777	8,946,996.327	0.001	0.0031213204
22/06/2015	223,642.802	8,946,934.158	0.002	223,644.990	8,946,955.263	0.005	223,642.698	8,946,977.205	0.002	223,632.790	8,946,996.330	0.016	0.0062507500
29/06/2015	223,642.803	8,946,934.159	0.028	223,644.994	8,946,955.264	0.012	223,642.701	8,946,977.207	0.004	223,632.782	8,946,996.329	0.022	0.0165729203
06/07/2015	223,642.794	8,946,934.155	0.003	223,644.995	8,946,955.264	0.001	223,642.700	8,946,977.205	0.007	223,632.787	8,946,996.333	0.021	0.0079622184
13/07/2015	223,642.798	8,946,934.157	0.004	223,644.994	8,946,955.263	0.001	223,642.702	8,946,977.209	0.005	223,632.791	8,946,996.339	0.013	0.0058535000
20/07/2015	223,642.800	8,946,934.156	0.006	223,644.996	8,946,955.265	0.001	223,642.701	8,946,977.207	0.005	223,632.795	8,946,996.347	0.012	0.0060455165
27/07/2015	223,642.801	8,946,934.156	0.002	223,644.994	8,946,955.262	0.001	223,642.688	8,946,977.205	0.049	223,632.796	8,946,996.350	0.065	0.0294721514
03/08/2015	223,642.775	8,946,934.154	0.028	223,644.982	8,946,955.260	0.012	223,642.697	8,946,977.206	0.020	223,632.802	8,946,996.352	0.046	0.0266395834
10/08/2015	223,642.781	8,946,934.155	0.027	223,644.979	8,946,955.260	0.011	223,642.723	8,946,977.210	0.007	223,632.776	8,946,996.337	0.029	0.0184426458
17/08/2015	223,642.795	8,946,934.155	0.008	223,644.986	8,946,955.261	0.010	223,642.724	8,946,977.211	0.002	223,632.780	8,946,996.338	0.005	0.0061917500
24/08/2015	223,642.803	8,946,934.157	0.005	223,644.994	8,946,955.262	0.004	223,642.717	8,946,977.209	0.014	223,632.782	8,946,996.340	0.046	0.0172644275
31/08/2015	223,642.794	8,946,934.155	0.006	223,644.995	8,946,955.262	0.001	223,642.696	8,946,977.206	0.002	223,632.780	8,946,996.333	0.002	0.0028090170
07/09/2015	223,642.797	8,946,934.156	0.003	223,644.992	8,946,955.261	0.002	223,642.729	8,946,977.211	0.015	223,632.791	8,946,996.334	0.043	0.0159578604

DATOS DE LAS VARIABLES - PRUEBA

Contenido de Humedad y Densidad

(w, ρ)

FECHA	CONTENIDO DE HUMEDAD (w) %	DENSIDAD (ρ) gr/cm ³
02/02/2015	23.10	1.697
09/02/2015	11.46	1.961
16/02/2015	12.75	1.460
23/02/2015	13.97	1.834
02/03/2015	12.20	1.950
09/03/2015	12.79	1.876
16/03/2015	12.38	1.417
23/03/2015	20.70	1.755
30/03/2015	17.93	1.791
06/04/2015	13.03	1.856
13/04/2015	13.18	1.843
20/04/2015	12.33	1.412
27/04/2015	16.12	1.792
04/05/2015	13.95	1.838
11/05/2015	20.11	1.768
18/05/2015	11.73	1.343
25/05/2015	12.57	1.905
01/06/2015	12.42	1.930
08/06/2015	20.25	1.726
15/06/2015	13.16	1.843
22/06/2015	11.64	1.333
29/06/2015	18.85	1.786
06/07/2015	14.23	1.806
13/07/2015	10.90	1.248
20/07/2015	14.01	1.816
27/07/2015	21.70	1.752
03/08/2015	21.25	1.755
10/08/2015	19.96	1.777
17/08/2015	11.53	1.320
24/08/2015	18.91	1.786
31/08/2015	13.16	1.845
07/09/2015	18.48	1.789

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Ton	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
23/01/2015	AT1-SW2	137.00	0.965	132.21	991.32
	PK3	116.00	1.380	160.08	
	CR5	66.00	2.400	158.40	
	MN6	9.00	3.300	29.70	
	2EO	6.00	18.000	108.00	
	2EC	3.00	17.000	51.00	
	3EC	4.00	23.000	92.00	
	T2S1	4.00	28.000	112.00	
	T2S2	4.00	37.000	148.00	
24/01/2015	AT1-SW2	97.00	0.965	93.61	255.90
	PK3	48.00	1.380	66.24	
	CR5	24.00	2.400	57.60	
	MN6	1.00	3.300	3.30	
	2EO	1.00	18.000	18.00	
	2EC	1.00	17.000	17.00	
05/02/2015	AT1-SW2	140.00	0.965	135.10	636.31
	PK3	94.00	1.380	129.72	
	CR5	64.00	2.400	153.60	
	MN6	6.00	3.300	19.80	
	2EO	3.00	18.000	54.00	
	2EC	3.00	17.000	51.00	
	T2S1	2.00	28.000	56.00	
	T2S2	1.00	37.000	37.00	
06/02/2015	AT1-SW2	76.00	0.965	73.34	705.77
	PK3	58.00	1.380	80.04	
	CR5	45.00	2.400	108.00	
	MN6	8.00	3.300	26.40	
	2EO	4.00	18.000	72.00	
	4EO	3.00	30.000	90.00	
	2EC	2.00	17.000	34.00	
	3EC	4.00	23.000	92.00	
	T2S1	2.00	28.000	56.00	
	T2S2	2.00	37.000	74.00	
21/02/2015	AT1-SW2	83.00	0.965	80.10	257.34
	PK3	61.00	1.380	84.18	
	CR5	19.00	2.400	45.60	
	MN6	4.00	3.300	13.20	
	2EC	2.00	17.000	34.00	
22/02/2015	AT1-SW2	93.00	0.965	89.75	376.66
	PK3	68.00	1.380	93.84	
	CR5	25.00	2.400	60.00	
	MN6	6.00	3.300	19.80	
	2EC	5.00	17.000	85.00	
	T2S1	1.00	28.000	28.00	

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Ton	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
04/03/2015	AT1-SW2	141.00	0.965	136.07	617.84
	PK3	95.00	1.380	131.10	
	CR5	63.00	2.400	151.20	
	MN6	8.00	3.300	26.40	
	2EO	3.00	18.000	54.00	
	2EC	1.00	17.000	17.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
05/03/2015	T2S1	2.00	28.000	56.00	960.10
	AT1-SW2	106.00	0.965	102.29	
	PK3	95.00	1.380	131.10	
	CR5	53.00	2.400	127.20	
	MN6	9.00	3.300	29.70	
	2EO	3.00	18.000	54.00	
	3EO	2.00	23.000	46.00	
	4EO	3.00	30.000	90.00	
	2EC	2.00	17.000	34.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
	4EC	2.00	30.000	60.00	
	T2S1	3.00	28.000	84.00	
	T2S2	2.00	37.000	74.00	
T2S3	2.00	41.000	82.00		
20/03/2015	AT1-SW2	126.00	0.965	121.59	904.43
	PK3	117.00	1.380	161.46	
	CR5	62.00	2.400	148.80	
	MN6	9.00	3.300	29.70	
	2EO	6.00	18.000	108.00	
	2EC	5.00	17.000	85.00	
	3EC	4.00	23.000	92.00	
	T2S1	3.00	28.000	84.00	
21/03/2015	T2S2	2.00	37.000	74.00	503.38
	AT1-SW2	121.00	0.965	116.77	
	PK3	68.00	1.380	93.84	
	CR5	28.00	2.400	67.20	
	MN6	4.00	3.300	13.20	
	2EO	2.00	18.000	36.00	
	2EC	6.00	17.000	102.00	
02/04/2015	3EC	2.00	23.000	46.00	661.89
	T2S1	1.00	28.000	28.00	
	AT1-SW2	130.00	0.965	125.45	
	PK3	112.00	1.380	154.56	
	CR5	52.00	2.400	124.80	
	MN6	5.00	3.300	16.50	
	2EO	3.00	18.000	54.00	
	3EO	2.00	23.000	46.00	
2EC	2.00	17.000	34.00		
3EC	2.00	23.000	46.00		
4EC	2.00	30.000	60.00		

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Ton	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
03/04/2015	AT1-SW2	134.00	0.965	129.31	615.35
	PK3	96.00	1.380	132.48	
	CR5	66.00	2.400	158.40	
	MN6	7.00	3.300	23.10	
	2EO	2.00	18.000	36.00	
	2EC	2.00	17.000	34.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
	T2S1	2.00	28.000	56.00	
16/04/2015	AT1-SW2	139.00	0.965	134.14	864.42
	PK3	84.00	1.380	115.92	
	CR5	48.00	2.400	115.20	
	MN6	33.00	3.300	108.90	
	2EO	2.00	19.000	38.00	
	3EO	2.00	23.000	46.00	
	4EO	2.00	30.000	60.00	
	2EC	3.00	17.000	51.00	
	3EC	1.00	23.000	23.00	
	4EC	2.00	30.000	60.00	
	T2S1	4.00	28.000	112.00	
17/04/2016	AT1-SW2	137.00	0.965	132.21	684.95
	PK3	82.00	1.380	113.16	
	CR5	55.00	2.400	132.00	
	MN6	2.00	3.300	6.60	
	3EO	3.00	23.000	69.00	
	2EC	8.00	17.000	136.00	
	T3S3	2.00	48.000	96.00	
29/04/2015	AT1-SW2	118.00	0.965	113.87	930.88
	PK3	99.00	1.380	136.62	
	CR5	82.00	2.400	196.80	
	MN6	31.00	3.300	102.30	
	2EO	3.00	19.000	57.00	
	3EO	4.00	23.000	92.00	
	2EC	3.00	17.000	51.00	
	3EC	3.00	23.000	69.00	
	T2S1	4.00	28.000	112.00	
30/04/2015	AT1-SW2	129.00	0.965	124.49	585.40
	PK3	102.00	1.380	140.76	
	CR5	62.00	2.400	148.80	
	MN6	5.00	3.300	16.50	
	2EO	2.00	18.000	36.00	
	2EC	1.00	17.000	17.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
	T2S1	2.00	28.000	56.00	
16/05/2015	AT1-SW2	101.00	0.965	97.47	358.46
	PK3	67.00	1.380	92.46	
	CR5	19.00	2.400	45.60	
	MN6	3.00	3.300	9.90	
	T2S1	1.00	28.000	28.00	

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Ton	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
17/05/2015	AT1-SW2	93.00	0.965	89.75	290.33
	PK3	58.00	1.380	80.04	
	CR5	18.00	2.400	43.20	
	MN6	3.00	3.300	9.90	
	2EC	4.00	17.000	68.00	
27/05/2015	AT1-SW2	115.00	0.965	110.98	970.72
	PK3	78.00	1.380	107.64	
	CR5	67.00	2.400	160.80	
	MN6	27.00	3.300	89.10	
	2EO	12.00	18.000	216.00	
	4EO	5.00	30.000	150.00	
	2EC	2.00	17.000	34.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
T2S1	2.00	28.000	56.00		
28/05/2015	AT1-SW2	108.00	0.965	104.22	649.38
	PK3	97.00	1.380	133.86	
	CR5	48.00	2.400	115.20	
	MN6	13.00	3.300	42.90	
	2EO	4.00	18.000	72.00	
	2EC	3.00	17.000	51.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
T2S1	3.00	28.000	84.00		
10/06/2015	AT1-SW2	128.00	0.965	123.52	580.91
	PK3	83.00	1.380	114.54	
	CR5	54.00	2.400	129.60	
	MN6	7.00	3.300	23.10	
	2EO	3.00	18.000	54.00	
	2EC	2.00	17.000	34.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
T2S1	2.00	28.000	56.00		
11/06/2015	AT1-SW2	120.00	0.965	115.80	922.92
	PK3	104.00	1.380	143.52	
	CR5	54.00	2.400	129.60	
	MN6	12.00	3.300	39.60	
	2EO	3.00	18.000	54.00	
	3EO	2.00	23.000	46.00	
	4EO	2.00	30.000	60.00	
	2EC	4.00	17.000	68.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
	4EC	3.00	30.000	90.00	
	T2S1	2.00	28.000	56.00	
T2S2	2.00	37.000	74.00		
26/06/2015	AT1-SW2	108.00	0.965	104.22	771.89
	PK3	98.00	1.380	135.24	
	CR5	45.00	2.400	108.00	
	MN6	38.00	3.300	125.40	
	2EO	5.00	18.000	90.00	
	3EO	3.00	23.000	69.00	
	2EC	2.00	17.000	34.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
4EC	2.00	30.000	60.00		

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Sobrecarga
(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Ton	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
27/06/2015	AT1-SW2	111.00	0.965	107.12	543.98
	PK3	79.00	1.380	109.02	
	CR5	58.00	2.400	139.20	
	MN6	5.00	3.300	16.50	
	2EO	2.00	18.000	36.00	
	2EC	2.00	17.000	34.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
	T2S1	2.00	28.000	56.00	
09/07/2015	AT1-SW2	124.00	0.965	119.66	753.38
	PK3	94.00	1.380	129.72	
	CR5	56.00	2.400	134.40	
	MN6	2.00	3.300	6.60	
	3EO	3.00	23.000	69.00	
	2EC	6.00	17.000	102.00	
	T3S3	4.00	48.000	192.00	
10/07/2015	AT1-SW2	114.00	0.965	110.01	965.45
	PK3	99.00	1.380	136.62	
	CR5	81.00	2.400	194.40	
	MN6	39.00	3.300	128.70	
	2EO	4.00	18.000	72.00	
	3EO	4.00	23.000	92.00	
	2EC	3.00	17.000	51.00	
	3EC	3.00	23.000	69.00	
	T2S1	4.00	28.000	112.00	
22/07/2015	AT1-SW2	108.00	0.965	104.22	960.74
	PK3	94.00	1.380	129.72	
	CR5	75.00	2.400	180.00	
	MN6	36.00	3.300	118.80	
	2EO	4.00	18.000	72.00	
	3EO	3.00	23.000	69.00	
	2EC	3.00	17.000	51.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
	4EC	2.00	30.000	60.00	
	T2S1	2.00	28.000	56.00	
	T2S2	2.00	37.000	74.00	
23/07/2015	AT1-SW2	112.00	0.965	108.08	926.02
	PK3	92.00	1.380	126.96	
	CR5	75.00	2.400	180.00	
	MN6	43.00	3.300	141.90	
	2EO	4.00	18.000	72.00	
	3EO	4.00	23.000	92.00	
	2EC	2.00	17.000	34.00	
	3EC	3.00	23.000	69.00	
	T2S1	1.00	28.000	28.00	
	T2S2	2.00	37.000	74.00	
06/08/2015	AT1-SW2	117.00	0.965	112.91	575.42
	PK3	90.00	1.380	124.20	
	CR5	64.00	2.400	153.60	
	MN6	9.00	3.300	29.70	
	2EO	2.00	18.000	36.00	
	2EC	1.00	17.000	17.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
	T2S1	2.00	28.000	56.00	

DATOS PROCESADOS - PRUEBA

Variable Sobrecarga
(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Ton	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
07/08/2015	AT1-SW2	139.00	0.965	134.14	922.92
	PK3	98.00	1.380	135.24	
	CR5	50.00	2.400	120.00	
	MN6	21.00	3.300	69.30	
	2EO	3.00	18.000	54.00	
	3EO	2.00	23.000	46.00	
	4EO	2.00	30.000	60.00	
	2EC	4.00	17.000	68.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
	4EC	2.00	30.000	60.00	
	T2S1	2.00	28.000	56.00	
T2S2	2.00	37.000	74.00		
20/08/2015	AT1-SW2	100.00	0.965	96.50	609.08
	PK3	88.00	1.380	121.44	
	CR5	67.00	2.400	160.80	
	MN6	11.00	3.300	36.30	
	2EO	3.00	18.000	54.00	
	3EO	2.00	23.000	46.00	
	2EC	2.00	17.000	34.00	
	3EC	1.00	23.000	23.00	
	T2S2	1.00	37.000	37.00	
21/08/2015	AT1-SW2	136.00	0.965	131.24	911.10
	PK3	117.00	1.380	161.46	
	CR5	57.00	2.400	136.80	
	MN6	22.00	3.300	72.60	
	2EO	3.00	18.000	54.00	
	3EO	3.00	23.000	69.00	
	4EO	3.00	30.000	90.00	
	2EC	2.00	17.000	34.00	
	3EC	2.00	23.000	46.00	
	4EC	2.00	30.000	60.00	
	T2S1	2.00	28.000	56.00	

**HOJAS DE CÁLCULO
POST PRUEBA**

DATOS PROCESADOS - POST PRUEBA

Variable Desplazamiento

(I)

FECHA	D			E			F			G			DESPLAZAMIENTO (I) m/sem
	E	N	Magnitud										
18/04/2018	223,642.797	8,946,934.156	0.002	223,644.995	8,946,955.262	0.001	223,642.694	8,946,977.206	0.022	223,632.795	8,946,996.328	0.014	0.0098803562
23/04/2018	223,642.800	8,946,934.158	0.008	223,644.993	8,946,955.262	0.005	223,642.710	8,946,977.208	0.010	223,632.800	8,946,996.330	0.008	0.0077385000
28/04/2018	223,642.808	8,946,934.160	0.016	223,644.990	8,946,955.261	0.004	223,642.716	8,946,977.212	0.007	223,632.802	8,946,996.341	0.007	0.0084526229
03/05/2018	223,642.801	8,946,934.158	0.004	223,644.994	8,946,955.262	0.008	223,642.715	8,946,977.209	0.010	223,632.795	8,946,996.336	0.008	0.0074430000
08/05/2018	223,642.798	8,946,934.158	0.005	223,644.998	8,946,955.264	0.004	223,642.717	8,946,977.210	0.012	223,632.785	8,946,996.332	0.027	0.0120385000
14/05/2018	223,642.795	8,946,934.154	0.005	223,644.994	8,946,955.262	0.002	223,642.711	8,946,977.208	0.015	223,632.782	8,946,996.325	0.014	0.0091126419
19/05/2018	223,642.800	8,946,934.155	0.005	223,644.997	8,946,955.263	0.003	223,642.712	8,946,977.211	0.010	223,632.790	8,946,996.328	0.014	0.0080390000
24/05/2018	223,642.808	8,946,934.157	0.002	223,644.995	8,946,955.261	0.003	223,642.708	8,946,977.210	0.005	223,632.800	8,946,996.329	0.013	0.0058265000
29/05/2018	223,642.806	8,946,934.156	0.003	223,644.996	8,946,955.262	0.002	223,642.704	8,946,977.208	0.010	223,632.801	8,946,996.336	0.018	0.0082162500
04/06/2018	223,642.808	8,946,934.159	0.027	223,644.998	8,946,955.264	0.019	223,642.703	8,946,977.207	0.020	223,632.802	8,946,996.337	0.029	0.0237911474
09/06/2018	223,642.800	8,946,934.159	0.008	223,644.993	8,946,955.261	0.009	223,642.693	8,946,977.206	0.010	223,632.799	8,946,996.336	0.009	0.0090837500
14/06/2018	223,642.797	8,946,934.157	0.005	223,644.994	8,946,955.263	0.001	223,642.689	8,946,977.205	0.065	223,632.796	8,946,996.336	0.024	0.0236613218
19/06/2018	223,642.798	8,946,934.160	0.001	223,644.993	8,946,955.262	0.001	223,642.737	8,946,977.212	0.008	223,632.769	8,946,996.334	0.039	0.0124679757
25/06/2018	223,642.797	8,946,934.159	0.004	223,644.992	8,946,955.261	0.001	223,642.729	8,946,977.211	0.003	223,632.800	8,946,996.335	0.003	0.0027535000
30/06/2018	223,642.794	8,946,934.155	0.002	223,644.991	8,946,955.260	0.001	223,642.730	8,946,977.212	0.005	223,632.807	8,946,996.340	0.031	0.0098677500

DATOS DE LAS VARIABLES - POST PRUEBA

Contenido de Humedad y Densidad

(w, ρ)

FECHA	CONTENIDO DE HUMEDAD (w) %	DENSIDAD (ρ) gr/cm ³
18/04/2018	15.60	1.797
23/04/2018	14.39	1.650
28/04/2018	15.72	1.802
03/05/2018	14.30	1.587
08/05/2018	15.90	1.729
14/05/2018	14.95	1.798
19/05/2018	14.70	1.714
24/05/2018	10.83	1.242
29/05/2018	15.30	1.752
04/06/2018	19.85	1.768
09/06/2018	15.70	1.792
14/06/2018	20.29	1.768
19/06/2018	16.80	1.791
25/06/2018	12.35	1.863
30/06/2018	15.30	1.795

DATOS PROCESADOS - POST PRUEBA

Variable Sobrecarga

(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Ton	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
18/04/2018	AT1-SW2	138.00	0.97	133.17	841.79
	PK3	139.00	1.38	191.82	
	CR5	88.00	2.40	211.20	
	MN6	12.00	3.30	39.60	
	2EO	6.00	18.00	108.00	
	2EC	6.00	17.00	102.00	
	T251	2.00	28.00	56.00	
23/04/2018	AT1-SW2	123.00	0.97	118.70	653.72
	PK3	94.00	1.38	129.72	
	CR5	67.00	2.40	160.80	
	MN6	5.00	3.30	16.50	
	2EO	2.00	18.00	36.00	
	2EC	2.00	17.00	34.00	
	3EC	1.00	28.00	28.00	
	T251	2.00	28.00	56.00	
T252	2.00	37.00	74.00		
28/04/2018	AT1-SW2	112.00	0.97	108.08	752.40
	PK3	94.00	1.38	129.72	
	CR5	38.00	2.40	91.20	
	MN6	8.00	3.30	26.40	
	2EO	5.00	18.00	90.00	
	2EC	5.00	17.00	85.00	
	3EC	4.00	23.00	92.00	
	T251	2.00	28.00	56.00	
T252	2.00	37.00	74.00		
03/05/2018	AT1-SW2	98.00	0.97	94.57	680.01
	PK3	78.00	1.38	107.64	
	CR5	61.00	2.40	146.40	
	MN6	8.00	3.30	26.40	
	2EO	4.00	18.00	72.00	
	2EC	2.00	17.00	34.00	
	3EC	3.00	23.00	69.00	
	T251	2.00	28.00	56.00	
T252	2.00	37.00	74.00		
08/05/2018	AT1-SW2	117.00	0.97	112.91	844.05
	PK3	103.00	1.38	142.14	
	CR5	84.00	2.40	201.60	
	MN6	8.00	3.30	26.40	
	2EO	9.00	18.00	162.00	
	3EO	3.00	23.00	69.00	
	T251	2.00	28.00	56.00	
T252	2.00	37.00	74.00		

DATOS PROCESADOS - POST PRUEBA

Variable Sobrecarga
(SC)

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Ton	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
14/05/2018	AT1-SW2	138.00	0.97	133.17	817.59
	PK3	139.00	1.38	191.82	
	CR5	69.00	2.40	165.60	
	MN6	10.00	3.30	33.00	
	2EO	6.00	18.00	108.00	
	2EC	6.00	17.00	102.00	
	T251	3.00	28.00	84.00	
19/05/2018	AT1-SW2	145.00	0.97	139.93	689.23
	PK3	95.00	1.38	131.10	
	CR5	62.00	2.40	148.80	
	MN6	8.00	3.30	26.40	
	2EO	6.00	18.00	108.00	
	2EC	3.00	17.00	51.00	
	T251	3.00	28.00	84.00	
24/05/2018	AT1-SW2	113.00	0.97	109.05	471.11
	PK3	77.00	1.38	106.26	
	CR5	55.00	2.40	132.00	
	MN6	6.00	3.30	19.80	
	2EO	2.00	18.00	36.00	
	2EC	1.00	17.00	17.00	
	3EC	1.00	23.00	23.00	
T251	1.00	28.00	28.00		
29/05/2018	AT1-SW2	141.00	0.97	136.07	659.07
	PK3	85.00	1.38	117.30	
	CR5	54.00	2.40	129.60	
	MN6	7.00	3.30	23.10	
	2EO	4.00	18.00	72.00	
	2EC	3.00	17.00	51.00	
	T251	2.00	28.00	56.00	
	T252	2.00	37.00	74.00	
04/06/2018	AT1-SW2	101.00	0.97	97.47	907.57
	PK3	85.00	1.38	117.30	
	CR5	49.00	2.40	117.60	
	MN6	24.00	3.30	79.20	
	2EO	11.00	18.00	198.00	
	4EO	5.00	30.00	150.00	
	2EC	3.00	17.00	51.00	
	3EC	3.00	23.00	69.00	
	T251	1.00	28.00	28.00	

DATOS PROCESADOS - POST PRUEBA

**Variable Sobrecarga
(SC)**

FECHA	TIPO	CANTIDAD Und	PESO Ton	SOBRECARGA PARCIAL	SOBRECARGA TOTAL (SC) Ton
09/06/2018	AT1-SW2	140.00	0.97	135.10	639.64
	PK3	88.00	1.38	121.44	
	CR5	60.00	2.40	144.00	
	MN6	7.00	3.30	23.10	
	2EO	4.00	18.00	72.00	
	2EC	3.00	17.00	51.00	
	T251	2.00	28.00	56.00	
	T252	1.00	37.00	37.00	
14/06/2018	AT1-SW2	124.00	0.97	119.66	803.90
	PK3	98.00	1.38	135.24	
	CR5	69.00	2.40	165.60	
	MN6	18.00	3.30	59.40	
	2EO	4.00	18.00	72.00	
	4EO	3.00	30.00	90.00	
	2EC	3.00	17.00	51.00	
	3EC	2.00	23.00	46.00	
	T251	1.00	28.00	28.00	
	T252	1.00	37.00	37.00	
19/06/2018	AT1-SW2	142.00	0.97	137.03	810.03
	PK3	130.00	1.38	179.40	
	CR5	61.00	2.40	146.40	
	MN6	14.00	3.30	46.20	
	2EO	4.00	18.00	72.00	
	3EO	3.00	23.00	69.00	
	2EC	1.00	17.00	17.00	
	3EC	3.00	23.00	69.00	
	T252	2.00	37.00	74.00	
25/06/2018	AT1-SW2	108.00	0.97	104.22	492.56
	PK3	58.00	1.38	80.04	
	CR5	36.00	2.40	86.40	
	MN6	3.00	3.30	9.90	
	2EO	2.00	18.00	36.00	
	2EC	6.00	17.00	102.00	
	3EC	2.00	23.00	46.00	
	T251	1.00	28.00	28.00	
30/06/2018	AT1-SW2	128.00	0.97	123.52	740.70
	PK3	101.00	1.38	139.38	
	CR5	85.00	2.40	204.00	
	MN6	16.00	3.30	52.80	
	2EO	2.00	18.00	36.00	
	3EO	4.00	23.00	92.00	
	T251	2.00	28.00	56.00	
	T252	1.00	37.00	37.00	

**PANEL
FOTOGRAFICO**

PANEL FOTOGRAFICO



Foto N° 01. Ubicación de puntos de control “D” en tramo km 0+840 a km 0+980

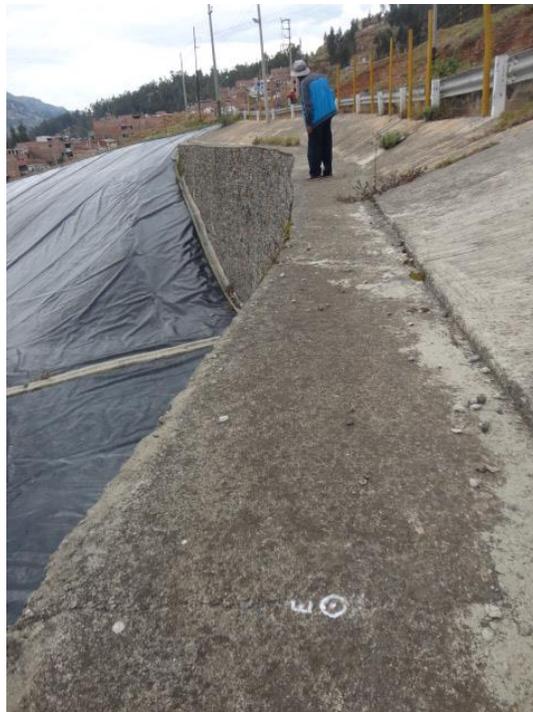


Foto N° 02. Ubicación de puntos de control “E” en tramo km 0+840 a km 0+980



Foto N° 03. Control Topográfico mediante Puntos de Red de Triangulación y Puntos de Control del tramo km 0+840 a km 0+980



Foto N° 04. Control Topográfico mediante Puntos de Red de Triangulación y Puntos de Control del tramo km 0+840 a km 0+980



Foto N° 05. Preparación de Estación 01 - Calicata **C-01**



Foto N° 06. Vista de Estación 01 - Calicata **C-01** para toma de datos de mecánica de suelos (Contenido de humedad y densidad)



Foto N° 07. Estación 02 - Conteo de tráfico. Vehículo tipo AT1.



Foto N° 08. Estación 02 - Conteo de tráfico. Vehículo tipo PK3.



Foto N° 09. Estación 02 - Conteo de tráfico. Vehículo tipo CR5.



Foto N° 10. Estación 02 - Conteo de tráfico. Vehículo tipo 2EC.