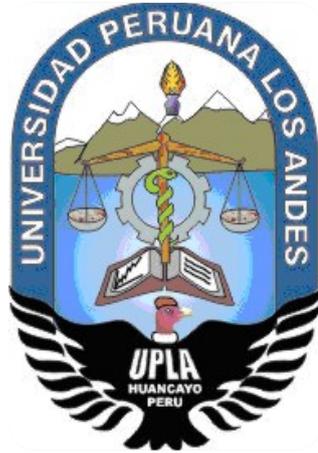


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA (PAM) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS VECINALES DE LA PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCVELICA.

Presentado por:

Bach. JOSE CARLOS POMA LOAYZA

Línea de Investigación institucional:

Transporte y Urbanismo

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2021

FALSA PORTADA

Dr. Edward Eddie Bustinza Zuasnabar
ASESOR METODOLOGICO

Mg. Jeannelle Sofia Herrera Montes
ASESOR TEMATICO

DEDICATORIA

A mis padres, por sus apoyos, motivaciones y por sus consejos. A mis hermanos por el cariño y aprecio que me tienen cada uno de ellos.

AGREDECIMIENTO

Quiero agradecer a la Universidad Peruana Los Andes, por brindarme los recursos necesarios durante mi etapa de formación profesional, a los docentes y asesores quien con sus conocimientos y experiencias compartieron con mi persona para lograr la culminación de esta de investigación.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

PRESIDENTE

JURADO

JURADO

JURADO

SECRETARIO DOCENTE

INDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCION.....	15
CAPITULO I	16
EL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Formulación y sistematización del problema	20
1.2.1. Problema general	20
1.2.2. Problemas específicos.....	20
1.3. Justificación	20
1.3.1. Practica o social.....	20
1.3.2. Científica o teórica	20
1.3.3. Metodológica	21
1.4. Delimitación	21
1.4.1. Espacial.....	21
1.4.2. Temporal	21
1.4.3. Económico.....	21
1.5. Limitaciones	22
1.6. Objetivos	22
1.6.1. Objetivo general.....	22
1.6.2. Objetivos específicos.....	22
CAPITULO II	23
MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. Antecedentes	23
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes Internacionales	25
2.2. Marco conceptual	27
2.2.1. Sistema vial del Perú	27
2.2.2. El Suelo	29
2.2.3. Polímero Poliacrilamida (PAM).....	38
2.3. Definición de términos.....	39
2.4. Hipótesis.....	40
2.4.1. Hipótesis General	40
2.4.2. Hipótesis Especificas	40

2.5.	Variables.....	40
2.5.1.	Definición conceptual de la variable.....	40
2.5.2.	Definición operacional de la variable.....	41
2.5.3.	Operacionalización de las variables.....	42
CAPITULO III		43
METODOLOGIA		43
3.1.	Método de investigación.....	43
3.2.	Tipo de investigación	43
3.3.	Nivel de investigación	44
3.4.	Diseño de investigación	44
3.5.	Población y Muestra	44
3.5.1.	Población.....	44
3.5.2.	Muestra.....	45
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos.....	45
3.6.2.	Validez.....	45
3.7.	Procesamiento de la información	45
3.8.	Técnicas y análisis de datos.....	46
CAPITULO IV		47
RESULTADO		47
4.1.	Análisis del nivel de servicio.....	47
4.1.1.	Daños en la superficie de rodadura	47
4.2.	Análisis del material granular.....	51
4.2.1.	Ubicación.....	51
4.2.2.	Accesibilidad.....	52
4.2.3.	Uso	52
4.2.4.	Disponibilidad.....	52
4.2.5.	Potencia de la cantera.....	52
4.2.6.	Características generales del material	53
4.3.	Análisis de la combinación del material de cantera y el polímero poliacrilamida (PAM) 61	
4.3.1.	Polímero Poliacrilamida (PAM)	61
4.3.2.	Características generales de la combinación	62
4.3.3.	Límites de consistencia	63
4.3.4.	Clasificación SUCS y AASHTO	64

4.3.5. Máxima Densidad Seca y Optimo Contenido de Humedad	66
4.3.6. CAPACIDAD DE SOPORTE	67
CAPITULO V	70
DISCUSIÓN DE RESULTADO	70
5.1. Influencia de la aplicación del Polímero Poliacrilamida (PAM).....	70
5.2. Comportamiento del Índice de Plasticidad del Suelo estabilizado	71
5.3. Valores de la Capacidad de Soporte (CBR).....	72
5.4. Niveles de servicio.....	73
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES.....	76
REFERENCIAS BIBLIOGRACIFICAS	77
ANEXOS	79

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Datos Meteorológicos Estación - Lircay.....	17
Tabla 2	Clasificación de suelos según tamaño.....	31
Tabla 3	Clasificación del suelo según su IP	31
Tabla 4	Formula de Índice de grupo	32
Tabla 5	Clasificación del suelo según IG	32
Tabla 6	Clasificación SUCS	33
Tabla 7	Parámetros de estabilizadores.....	38
Tabla 8	Estabilizadores y su aplicación según Región.....	38
Tabla 9	Operacionalización de variables	42
Tabla 10	Daños en la superficie de rodadura	48
Tabla 11	Potencia de cantera	52
Tabla 12	Datos generales del material de Cantera	53
Tabla 13	Granulometría del Material de la Cantera Principal.....	54
Tabla 14	Limite Liquido del Material de Cantera	55
Tabla 15	Limite Plástico del material	55
Tabla 16	Resultados de los límites de consistencia.....	55
Tabla 17	Clasificación SUCS del material de cantera	56
Tabla 18	Clasificación AASHTO del Material de cantera.....	57
Tabla 19	Proctor Modificado del material de cantera.....	58
Tabla 20	Resultados del Proctor Modificado.....	59
Tabla 21	Compactación para CBR del material de Cantera	59
Tabla 22	Expansión del material de cantera	59
Tabla 23	Penetración CBR del material de cantera	60
Tabla 24	Resultados del CBR a un Penetración de 0.1”	60
Tabla 25	Limite Liquido del Material Con Polimero Poliacrilamida (PAM).....	63
Tabla 26	Limite Plástico del material con PAM.....	64
Tabla 27	Resultado de los límites de consistencia.....	64
Tabla 28	Clasificación SUCS del material de combinado con PAM.....	64
Tabla 29	Clasificación AASHTO del material de cantera con PAM.....	65
Tabla 30	Proctor Modificado del material de Cantera + PAM	66
Tabla 31	Resultados del Proctor Modificado del Material + PAM.....	67
Tabla 32	Compactación para CBR del Material de Cantera + PAM.....	67
Tabla 33	Expansión del material de cantera + PAM.....	68
Tabla 34	Penetración CBR del Material de cantera + PAM.....	68
Tabla 35	Resultados del CBR a una Penetración de 0.1”.....	69
Tabla 36	Comparación del índice de Plasticidad.....	72
Tabla 37	Valores de la Capacidad de Soporte	73

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema Nacional de Carreteras en el Perú.....	16
Figura 2. Sistema Vial del Perú.....	27
Figura 3. Diagrama Vial.....	28
Figura 4. Componentes de un camino vecinal	28
Figura 5 Carta de Plasticidad AASHTO.....	34
Figura 6 Diseño de la investigación.....	44
Figura 7 Porcentaje de daños en la carretera vecinal	49
Figura 8 Curva granulométrica del Material	54
Figura 9 Diagrama de Fluidez del material de Cantera.....	55
Figura 10 SUCS símbolos de grupo para suelos arenosos.....	56
Figura 11 Clasificación SUCS de acuerdo al Abaco de Casagrande	57
Figura 12 Clasificación del Suelo Según AASHTO.....	57
Figura 13 Calculo del Índice de Grupo del material de cantera.....	58
Figura 14 Relación Humedad – Densidad del material de cantera.....	58
Figura 15 Curva de CBR.....	60
Figura 16 Relación de CBR y MDS	60
Figura 17 Diagrama de Fluidez del material con Polímero Poliacrilamida (PAM)	63
Figura 18 SUCS símbolos de grupo para suelos arenosos.....	65
Figura 19 Clasificación SUCS de acuerdo al Abaco de Casagrande	65
Figura 20 Clasificación del Suelo + PAM Según AASHTO	66
Figura 21 Clasificación del Suelo + PAM según AASHTO	66
Figura 22 Relación Humedad – Densidad del Material de cantera + PAM.....	67
Figura 23 Curva CBR del Material + PAM.....	68
Figura 24 Relación de CBR y MDS	69
Figura 25 Comparación de las Propiedades del Suelos	71
Figura 26 Comparación de los Limites de Consistencia	72
Figura 27 Comparación del CBR.....	73

INDICE DE IMAGEN

Imagen 1	Desprendimiento de los agregados del afirmado	18
Imagen 2	Baches debido a las precipitaciones pluviales	19
Imagen 3	Fallas en la superficie de la rodadura.....	19
Imagen 4	Presencia de baches Prog. 2+000 km.....	49
Imagen 5	Desprendimiento de agregado Prog. 0+420 KM.....	50
Imagen 6	baches Prog.. 0+740 KM	50
Imagen 7	Encalaminado y Desp. de agregado Prog. 0+000	51
Imagen 8	Ubicación de Cantera.....	51
Imagen 9	Acceso a la cantera Prog. 3+780 Km	52
Imagen 10	Tamizado en el agitar de tamiz	54
Imagen 11	Pesando la muestra para determinar el Limite Plástico	56
Imagen 12	Ensayo de Proctor Modificado.....	61
Imagen 13	Polímero Poliacrilamida PolyCom	62
Imagen 14	Proporción del polímero Poliacrilamida 0.03g x 1kg material.....	63
Imagen 15	Limite Liquido con la Cuchara de Casagrande	64
Imagen 16	Prensa de Penetración maquina CBR.....	69
Imagen 17	Estado Final de la Vía del Tramo Chaglla – Panoa	74
Imagen 18	Estado de la vía a los 8 meses del tramo Chaglla – Panoa	74

RESUMEN

En la presente investigación se planteó como **problema general**: ¿De qué manera influye la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM) en la estabilización del suelo en las carreteras vecinales de la Provincia de Angaraes - Huancavelica?, cuyo **objetivo general** fue: Determinar la influencia de la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM) en la estabilización del suelo de las carreteras vecinales de la Provincia de Angaraes – Huancavelica, y la **hipótesis general**: Influirá en las propiedades físico – mecánicas con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM) en la estabilización del suelo de las carreteras vecinales de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.

El método general de investigación fue científico, de tipo aplicativo, de nivel de investigación descriptivo – explicativo, de diseño cuasi experimental, la población fue todas las carreteras vecinales de la Provincia de Angaraes y la muestra no probabilística estuvo constituida por la carretera vecinal Tramo Lircay – Jatumpata – Mitoccasa –Dv. Ccollpa – Pitinpata – Perccapampa, la cual posee una longitud de 16 + 670 km.

La investigación concluyo que al aplicar el polímero poliacrilamida (PAM) al material de cantera esta influye en sus propiedades físico – mecánicas, mejorando su vida útil y reduciendo su intervalo de intervención (mantenimiento periódico).

Palabras claves: Polímero, Poliacrilamida (PAM), Estabilización del suelo, Niveles de servicio.

ABSTRACT

In the present thesis, the following general problem was raised: How does the application of the polyacrylamide polymer (PAM) influence the stabilization of the soil in the neighborhood roads in the Province of Angaraes - Huancavelica ?, whose general objective was: To determine the influence of the application of the polyacrylamide polymer (PAM) in the stabilization of the soil of the neighborhood roads in the Province of Angaraes - Huancavelica, and the general hypothesis: It will influence the physical-mechanical properties with the application of the polyacrylamide polymer (PAM) in the stabilization of the soil of the neighborhood roads in the Province of Angaraes - Huancavelica.

The general research method was scientific, of an applicative type, of a descriptive-explanatory research level, of a quasi-experimental design, the population consisted of all the neighborhood roads of the Province of Angaraes and the non-probabilistic sample consisted of the Lircay - Jatumpata road. - Mitoccasa –Dv. Ccollpa - Pitinpata - Perccapampa, which has a length of 16 + 670 km.

The investigation concluded that by applying the polyacrylamide polymer (PAM) to the quarry material, it influences its physical-mechanical properties, improving its useful life and reducing its intervention interval (periodic maintenance).

Keywords: Polymer, Polyacrylamide (PAM), Soil stabilization, Service levels.

INTRODUCCION

Las carreteras de bajo volumen de tránsito no pavimentadas en el Perú, en su mayoría se encuentran deterioradas, en comparación de otros países debido al alto costo de inversión para el mantenimiento de estas. En la Provincia de Angaraes, debido a las fuertes precipitaciones pluviales, en los meses de diciembre a marzo, las plataformas de sus vías vecinales se deterioran rápidamente por lo que se plantea la presente investigación titulada **“APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA (PAM) EN LA ESTABILIZACION DEL SUELO EN LAS CARRETERAS VECINALES DE LA PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCVELICA”** para el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del suelo.

La presente Investigación comprende de cinco capítulos las cuales son:

CAPITULO I: Como primer capítulo se describe la problemática de la investigación, donde se formula el problema general y los otros problemas específicos, justificación, delimita y posteriormente se determina los objetivos.

CAPITULO II: En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico, donde se ilustra los antecedentes nacional e internacional con las definiciones de los términos; en este punto se plantea la hipótesis y las variables de la investigación, los cuales son importantes para el desarrollo de la presente investigación.

CAPITULO III: En el tercer capítulo es parte de la metodología de investigación, en la cual se describe el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

CAPITULO IV: En el cuarto capítulo se detalla los resultados de la investigación, los cuales son obtenidos los ensayos de laboratorio de mecánica de suelo tanto de la cantera principal como de la combinación con el polímero poliacrilamida y de evaluación del nivel de servicio de la carretera vecinal.

CAPITULO V: En el quinto capítulo se plasma la discusión de los resultados donde se analiza y evalúa los resultados obtenidos.

Posterior a ello se da a conocer las conclusiones de la investigación, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y por ultimo los anexos.

Bach. JOSE CARLOS POMA LOAYZA

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema

En los países de Latinoamérica, existe una deficiente infraestructura de transporte en cuanto a carreteras no pavimentadas, estas se encuentran deterioradas, debido al poco mantenimiento que estas requieren para la conservación de los niveles de servicio, en comparación de la infraestructura vial europea.

En el Perú las carreteras de bajo volumen de tránsito no pavimentadas, tienen gran consideración en el desarrollo local, regional y nacional, ya que estas tienen 90232 km de superficie de rodadura a nivel nacional. Uno de los problemas más importantes que se presentan a nivel nacional es el alto costo de inversión para el mantenimiento de estas vías vecinales.

RED VIAL (N° Rutas)	EXISTENTE POR TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA				PROYECTADA	TOTAL	
	PAVIMENTADA	NO PAVIMENTADA		SUB TOTAL			
		Afirmada	Sin Afirmar				
NACIONAL (130)	14,747.74	7,631.51	2,214.16	24,593.40	1,901.29	26,494.69	17.7%
DEPARTAMENTAL (386)	2,339.72	14,263.37	7,632.04	24,235.12	4,794.49	29,029.62	19.4%
VECINAL (6,244)	1,611.10	19,231.34	71,001.39	91,843.83	2,291.83	94,135.66	62.9%
TOTAL	18,698.56	41,126.21	80,847.59	140,672.36	8,987.61	149,659.97	100%

Figura 1. Sistema Nacional de Carreteras en el Perú
Fuente: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

La evaluación para un afirmado de una superficie de rodadura de bajo volumen de tránsito, es de acuerdo al costo-beneficio que realiza el estado y determina la viabilidad del proyecto, las cuales en su mayoría no son sostenibles, algunas de estas cuentan con operación y mantenimiento, estos costos de operación son muy altos.

La Provincia de Angaraes cuenta con 1500 km de vías vecinales, solo un 10% de estas cuentan con atención, a través del Instituto Vial Provincial de Angaraes, siendo un problema fundamental la conservación de sus niveles de servicio, el mismo que repercute en los altos costos de mantenimiento e inversión por parte del estado. Estas carreteras vecinales en la Provincia de Angaraes tienen un IMDA (índice Medio Diario Anual) promedio de 20 a 60 vehículos/día las cuales impiden mayor inversión en el mantenimiento o rehabilitación de estas vías.

En el Distrito de Lircay en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo a causa de las fuertes precipitaciones pluviales, las plataformas de sus vías vecinales se deterioran rápidamente, formando baches, ahuellamientos, encalaminado, pérdida de bombeo; y las fuentes de materiales con las que cuentan los caminos vecinales están constituidas por materiales arcillosos lo cuales son susceptibles al agua.

Tabla 1 Datos Meteorológicos Estación - Lircay

AÑO	MAXIMAS PRECIPITACIONES												ANUAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
2006	175.40	204.20	84.60	14.30	34.50	22.10	61.90	39.60	6.70	127.00	20.50	133.70	924.50
2007	220.10	119.70	132.60	43.70	49.90	6.40	25.90	20.10	54.40	44.80	72.60	116.90	907.10
2008	116.40	230.80	165.80	68.00	44.60	6.50	41.70	16.40	51.50	120.50	90.50	169.20	1121.90
2009	139.40	193.90	180.80	61.50	53.00	0.40	4.20	37.40	21.10	27.20	60.80	116.70	896.40
2010	92.40	158.90	100.90	34.70	16.90	37.30	10.90	16.40	32.50	29.90	46.70	112.80	690.30
2011	71.80	91.10	143.80	35.70	25.00	1.40	15.60	5.10	34.30	71.30	27.40	113.40	635.90
2012	123.80	109.10	120.90	43.70	1.20	8.40	1.90	44.90	16.70	49.50	77.40	122.40	719.90
2013	124.10	71.60	173.10	63.40	36.60	0.00	26.90	1.80	36.80	41.80	53.00	113.30	742.40
2014	197.20	121.00	48.00	27.50	23.40	9.70	4.10	2.40	25.30	46.10	24.00	85.20	613.90
2015	133.60	180.40	71.20	55.10	24.20	12.10	26.60	8.90	33.40	45.30	131.60	170.30	892.70
2016	168.50	115.70	118.40	40.60	19.10	9.80	0.00	1.20	12.10	30.90	29.60	0.00	545.90
2017	188.10	234.80	161.80	53.70	19.80	2.40	17.30	14.10	46.40	26.50	61.80	111.70	938.40
2018	70.10	211.60	111.40	136.40	18.50	17.00	5.40	1.70	45.80	46.00	47.60	199.70	911.20
2019	145.40	132.20	124.50	23.80	33.20	12.40	10.70	25.00	15.50	45.90	28.89	175.70	773.19
2020	153.20	107.30	86.30	62.20	50.00	9.10	17.50	18.60	63.90	87.00	19.90	91.70	766.70
2021	173.03	148.90	135.30	62.40	26.20	3.00	5.30	23.80	6.20	31.90			616.03
PROMEDIO	143.28	151.95	122.46	51.67	29.76	9.88	17.24	17.34	31.41	54.48	52.82	122.18	793.53

Fuente: SENAMHI

De acuerdo a las normativas vigentes un mantenimiento periódico tiene un intervalo de intervención cada 4 años, sin embargo, estas al utilizar materiales arcillosos que son susceptibles al agua se deterioran rápidamente, siendo uno de los factores principales las precipitaciones pluviales (factores climatológicos). La efectividad de este tipo de intervenciones es menor a 10 meses, las cuales generan gastos al estado y deficiencias en los niveles de servicio.

El Vía Vecinal: Lircay – Jatumpata – Mitoccasa –Dv. Ccollpa – Pitinpata - Perccapampa, Provincia de Angaraes, Departamento de Huancavelica, es una carretera de bajo volumen de tránsito con un IMDA de 54 vehículos/día, el cual tiene una longitud de 16+670 km. Esta vía tiene afirmado de un espesor de 15 cm, con un ancho de plataforma de 4.00 m con bermas a los extremos de 0.50 m, así como cunetas al lado del talud del terreno de un ancho de 0.75 m por 0.30 m de altura.

En el año 2019 se realizó el mantenimiento periódico de este via vecinal, las cuales al poco tiempo debido a las fuertes precipitaciones se erosionó rápidamente las cuales causaron desprendimiento de los agregados, baches, encalaminado y ahuellamiento. En febrero del año 2020, se inició el mantenimiento rutinario, donde se verifico que efectivamente a los pocos meses se deterioró la estructura del afirmado:



Imagen 1 Desprendimiento de los agregados del afirmado
Fuente: Propia - Febrero 2020



Imagen 2 Baches debido a las precipitaciones pluviales
Fuente: Propia – Febrero 2020

En la actualidad los niveles de servicio de esta carretera vecinal se encuentran en pésimas condiciones, generando así malestar en los transportistas y habitantes aledaños a la zona; razón a la cual se plantea utilizar la aplicación de una solución básica (polímero poliácridamida PAM) tal como recomienda el documento técnico de soluciones básicas en carreteras no pavimentadas para incrementar las propiedades del suelo debido a que sufren el rápido deterioro de la superficie de rodadura por efectos del tránsito y el clima; y también el criterio de reducir la utilización de materiales procedentes de otros lugares .



Imagen 3 Fallas en la superficie de la rodadura
Fuente: Propia - Diciembre 2021

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera influye la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM) en la estabilización del suelo en las carreteras vecinales de la Provincia de Angaraes - Huancavelica?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es el comportamiento del Índice de plasticidad del suelo estabilizado con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM)?
- b. ¿Cuáles son los valores de la capacidad de soporte (CBR) obtenidos del suelo estabilizado con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM)?
- c. ¿De qué manera mejoraría los niveles de servicio con la aplicación de polímero poliacrilamida (PAM)?

1.3. Justificación

1.3.1. Practica o social

La investigación beneficiara positivamente a los beneficiarios directos e indirectos de la zona de estudio, mejorando el nivel de confort para los viajeros, reducir el tiempo de viaje, reducir las tarifas, y/o otros muchos efectos positivos.

Mejorará Socialmente, porque incide en la producción agropecuaria, para llevar de los centros de producción al mercado, rentabilizando sus ingresos, estatus familiar, social, en el presente y a futuro.

1.3.2. Científica o teórica

La justificación es que existen estudios técnicos, científicos de nuevas tecnologías en estabilización de suelos, que solo tienen aplicación en carreteras de alto volumen de tránsito como las carreteras departamentales y nacionales.

Siendo, un reto de investigación la importancia de su aplicación en carreteras de bajo volumen de tránsito. Demostrar que son más rentables económicamente en el tiempo comparativamente con lo tradicional, y con el ahorro en costos de operación y mantenimiento, vida útil del proyecto.

1.3.3. Metodológica

Dados los resultados positivos de la investigación y con la aplicación de los procedimientos de laboratorio utilizados para demostrar la validez, servirán para futuras investigaciones que involucren la aplicación de polímeros Poliacrilamida (PAM).

1.4. Delimitación

1.4.1. Espacial

En la presente investigación se dará el desarrollo espacial en la carretera vecinal: Lircay – Jatumpata – Mitoccasa –Dv. Ccollpa – Pitinpata - Perccapampa.

- Región : Huancavelica
- Provincia : Angaraes
- Distrito : Lircay
- Localidad : Lircay – Jatumpata – Mitoccasa – Dv. Ccollpa – Pitinpata - Perccapampa

1.4.2. Temporal

La presente investigación se desarrollo en el año 2021, así mismo se tomó precedente de proyectos ejecutados a nivel nacional e investigaciones desarrollados anteriormente desde el año 2015 al 2021.

1.4.3. Económico

Los gastos que comprenden para el desarrollo de la presente investigación que incluyen el trabajo de campo y de laboratorio serán asumidos en su totalidad por el investigador.

1.5. Limitaciones

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM) en la estabilización del suelo en las carreteras vecinales de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Analizar el comportamiento del índice de plasticidad del suelo estabilizado con la aplicación de polímero poliacrilamida.
- b) Evaluar los valores de capacidad de soporte (CBR) obtenidos del suelo estabilizado con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM)
- c) Explicar de qué manera mejoraría los niveles de servicio con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM).

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Nacionales

(Villanueva Flores, 2017) En su Tesis para optar el grado de maestra en Infraestructura Vial **Titulado** “Propuesta de estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m., utilizando poliacrilamida aniónica, organosilano y un sulfonatado” fija como **Objetivo General:** Proponer opciones para mejorar los el comportamiento de los suelos a partir de estudios experimentales carreteras de bajo volumen de tránsito. Aplicándose la **Metodología** basada en un diseño experimental, debido a que se incorpora al material de afirmado diferentes dosis de cada uno de los tres estabilizadores de suelo. Obteniendo **Resultados** donde los suelos combinados con poliacrilamida aniónica tienen un mejor comportamiento como la grava arcillosa con arena con un IP de 11, de igual forma muestra un aumento de la capacidad portante. Finalmente **Concluye:** Que el CBR del material natural de cantera de 27.4% se incremento a 86.3% con el polímero poliacrilamida.

(Nesterenko Cortes, 2018) En su Tesis para optar el grado de maestro en Ingeniería Civil con mención en Vial **Titulado** “Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú”, fija como **Objetivo General:** Identificar los resultados los suelos ensayados en estado natura en relación con los suelos estabilizados con Polímero PAM bajo las mismas condiciones. Aplicándose la **Metodología** basada fue la interpretación de los resultados de ensayos de laboratorio. Obteniendo **Resultados** donde se observó que en todos los suelos ensayados el porcentaje del CBR, se encuentran por encima del 45%. Finalmente **Concluye:** Que el polímero poliacrilamida PAM es una alternativa de solución para suelos con baja capacidad de soporte, incrementado su CBR por encima del 20% en promedio y reduciendo el Optimo Contenido de Humedad generando un ahorro de agua en la ejecución de la estabilización.

(CHAVEZ Pajuelo, 2018) En su Tesis de pregrado **Titulado** “estudio comparativo empleando el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos en Caminos Vecinales”, fija como **Objetivo General:** Evaluar de qué manera influye la aplicación de los aditivos PROES y CONSOLID en la estabilización de suelos en caminos vecinales. Aplicándose la **Metodología** basada en un diseño cuasi experimental. Obteniendo **Resultados** que al aplicar el aditivo PROES su capacidad de soporte se incremento a 45.7% a diferencia del aditivo CONSOLID que obtuvo un CBR de 36.2% a 95% de la MDS. Finalmente **Concluye:** que los aditivos PROES y CONSOLID mejora considerablemente las propiedades mecánicas del suelo obteniendo de un CBR de 45.7% y 36.2% en comparación del suelo natural que se obtuvo 3.8% al 95% de la DMS. Además, hubo una reducción del IP hasta un 50%.

(HUAMANI Gamarra, y otros, 2018) en sus tesis de pregrado **Titulado** “Aplicación del estabilizador Z con polímero en el

incremento del valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental ap-103, tramo puente Ullpuhuaycco – Karkatera (L= 14.050 kms) Abancay-Apurímac 2018” fija como **Objetivo General:** Determinar si hay un incremento del valor del CBR del material para afirmado con la aplicación de estabilizador Z con polímero. Aplicándose la **Metodología** que responde al paradigma positivista experimental. Obteniendo **Resultados** donde el valor de la capacidad de soporte de la muestra sin alterar fue de 15.44% y al incorporarle el estabilizador Z con polímero se incrementó a 18.57% al 100% de la Máxima Densidad Seca. Finalmente **Concluye:** que al aplicar el estabilizador Z con polímero este incrementa positivamente en la curva de esfuerzo penetración lo que demuestra que hay un incremento del valor del CBR.

(Baldeon Sauñe, 2019) En su tesis de pregrado **Titulado** “Análisis del uso de la arena de sílice en la estabilización de la Subrasante” fija como **Objetivo General:** Analizar los resultados del uso de la arena de sílice en la estabilización de la subrasante. Aplicándose la **Metodología** basada en un diseño cuasi experimental en las que las variables no se pueden contralar ni manipular. Obteniendo **Resultados** positivos donde una combinación C-50% de arena de sílice obtuvo un CBR de 15.50% en comparación del material de subrasante que se obtuvo 2.8% de CBR la cual no es apto. Finalmente **Concluye:** Que al combinar el material de subrasante con la arena de sílice esta mejora sus propiedades del suelo incrementando su capacidad de soporte, siendo una alternativa de solución para subrasantes inadecuadas.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

(Aguilar Castañeda, y otros, 2015) En su tesis de pregrado **Titulado** “Revisión de estado del arte del uso polímeros en la estabilidad de suelos”, fija como **Objetivo General:** Efectuar una

búsqueda de las técnicas para el mejoramiento de los suelos a través de la aplicación del polímero a nivel nacional e internacional. Aplicándose la **Metodología** basadas en la recopilación de información sobre temas de estabilización de suelos. Obteniendo **Resultados** donde el suelo mejorado tiende a aumentar la fuerza de compresión y resistencia a la tracción. Finalmente **Concluye:** Al utilizar los polímeros como producto estabilizador este incrementa las propiedades físicas – químicas del suelo tratado como son la resistencia, CBR, durabilidad y otros.

(ALTAMIRANO Navarro, y otros, 2015) En su trabajo monográfico para obtener el Título de Ingeniero Civil **Titulado** “Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas”, fija como **Objetivo General:** Estabilizar con cal hidratada los suelos cohesivos de las vías de la Comunidad de San Isidro de Pegón, Potosí. Aplicándose la **Metodología** Recopilación y evaluación de los puntos críticos de las vías. Obteniendo **Resultados** donde debido a la combinación de la cal hidratada y el suelo arcilloso este reacciona exotérmicamente produciendo un incremento significativo en la capacidad de soporte. Finalmente **Concluye:** Que con una combinación de 9% de cal con el material cohesivo se obtienen mayores resultados en la expansión o hinchamiento logrando una reducción del 61%.

(RAMOS vasquez,, y otros, 2019) En su tesis de Pregrado **Titulado** “Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos”, fija como **Objetivo General:** Analizar las propiedades de la subrasante, aplicando las cenizas de carbón y la cal como aditivos alternativos. Aplicándose la **Metodología** basándose en recopilación de información del suelo tratado. Obteniendo **Resultados** en donde la cal con un 10% de proporción es la que mayor esfuerzo máximo soporta y en relación al precio – calidad es la mejor opción mientras

que para las cenizas de carbón con un 40% de proporción obtuvo mayores resultados. Finalmente **Concluye:** que al combinar los aditivos propuestos con el material de subrasante mejora el comportamiento mecánico y es una opción con respecto a la relación resistencia - costo.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Sistema vial del Perú

En el Perú las carreteras están conformadas por un sistema vial que son la Red Vial Nacional, Red Vial Departamental y por ultimo la Red Vial Vecinal las cuales se desempeñan las siguientes funciones:

SISTEMA VIAL	CARACTERISTICAS	COMPETENCIAS
RED VIAL NACIONAL	Carreteras que se encargan de unir Departamentos y fronteras	PROVIAS NACIONAL
RED VIAL DEPARTAMENTAL	Carreteras que se encargan de unir provincias y excepcionla, ente entre dos departamentos	PROVIAS DESCENTRALIZADO
RED VIAL VECINAL	Caminos encargados de unir distritos, pueblos y otros.	INTITUTO PRONVICIAL

Figura 2. Sistema Vial del Perú
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

2.2.1.1. Diagrama Vial

El diagrama vial muestra referencias geográficas para mostrar la ubicación de una vía, en la cual señala el código de ruta, longitud y tipo de superficie de rodadura; estas están ubicadas especialmente en las poblaciones mas importantes que enlazan.

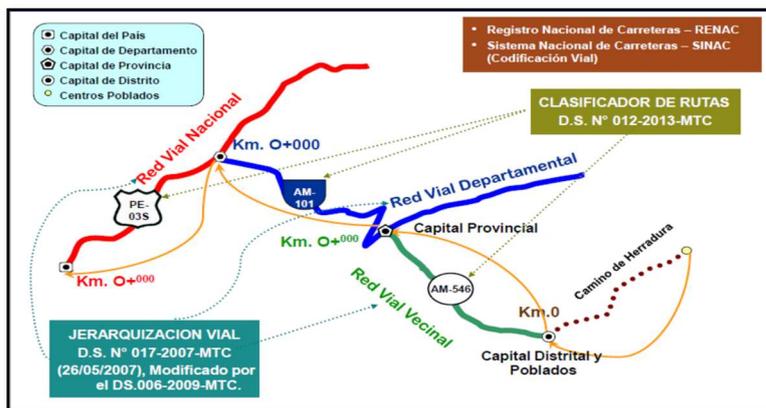


Figura 3. Diagrama Vial

2.2.1.1.1. Carreteras Vecinales

Es un camino que pertenece al sistema vial vecinal y que es competencia del Instituto Vial Provincial. Las cuales sirven para conectar varios centros poblados. En estas vías son de bajo volumen de tránsito, las cuales en su mayoría están construidos de a nivel de afirmado.



Figura 4. Componentes de un camino vecinal

2.2.1.1.2. Tipo de obra por ejecutarse

- a) **Mantenimiento rutinario:** Son actividades que se realizan permanentemente para preservar los niveles de servicio de la carretera. Estas actividades están referidas a trabajos de limpieza de calzada, bacheo, perfilado y otros las cuales

pueden ser manuales o con maquinaria. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016 pág. 6)

- b) **Mantenimiento periódico:** Son actividades programadas cada cierto intervalo de tiempo que se ejecutan para mantener sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser mediante la intervención de maquinarias o personas para las labores de perfilado, nivelación, reposición de material, y obras de arte. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016 pág. 7)
- c) **Rehabilitación:** Son actividades en las cuales su ejecución son necesarias para restituir la vía, y obtener sus características originales, teniendo en cuenta un nuevo período de servicio. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016 pág. 5)
- d) **Mejoramiento:** Son actividades en las cuales su ejecución eleva el estándar de la vía, las cuales implican la modificación sustancial de la geometría y la transformación de una carretera de tierra a una carretera afirmada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016 pág. 5)

2.2.2. El Suelo

El suelo se forma a partir de la meteorización física de las rocas. Este proceso, conocido como meteorización, promueve el transporte de material meteorizado que luego se depositan para formar alterita, a partir de la cual el suelo se fortalece mediante varios procesos. (BAÑON Blázquez, y otros, 2000 pág. 2)

El suelo, en Ingeniería Civil, es una capa sedimentaria discreta de partículas sólidas, resultado de la transformación de rocas, o suelo que es transportado por agentes morfogénicos con apoyo de la gravedad como fuerza direccional. (DUQUE, y otros, 2002)

El suelo es el material de construcción más abundante en el mundo en las actividades de ingeniería civil. Cuando el ingeniero utiliza el suelo como material para la construcción, se debe elegir un suelo adecuado que permite brindar un soporte a las estructuras como edificios, carreteras, puentes entre otros. (DUQUE, y otros, 2002 pág. 11)

2.2.2.1. Las propiedades del suelo

El suelo tiene las propiedades fundamentales que se deben tomar a cuenta son:

a) Granulometría:

Representa la distribución de las partículas las cuales poseen los agregados mediante un tamizado según las especificaciones técnicas (Ensayo MTC E 107).

El análisis de la granulometría del suelo tiene como objetivo determinar las proporciones de los diferentes elementos constituyentes, que se clasifican según su tamaño.

Una buena disposición granular garantiza un buen desempeño del suelo ante las cargas. Este debe tener una proporción adecuada de grava para soportar las cargas y un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales del suelo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014 pág. 30)

De acuerdo al tamaño de las partículas del suelo se pueden determinar los siguientes términos:

Tabla 2 Clasificación de suelos según tamaño

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de carreteras, MTC

b) Plasticidad:

Es la propiedad que tiene los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, esta propiedad depende de excepcionalmente de los materiales finos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014 pág. 31).

La plasticidad se obtiene de la diferencia entre el límite líquido (LL) y límite plástico (LP), llamados también límites de atterberg las cuales nos permite clasificar el suelo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014 pág. 31)

Tabla 3 Clasificación del suelo según su IP

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de carreteras, MTC

c) Índice de Grupo

Estos están basados en parte en los límites de consistencia, este índice esta normado por Norma AASHTO de uso corriente para clasificar un suelo. El

índice de grupo se obtiene mediante la fórmula siguiente:

Tabla 4 Fórmula de Índice de grupo

IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01(bd)	
Donde:	
a =	F-35 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.
b =	F-15 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.
c =	LL - 40 (LL = límite líquido). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20.
d =	IP-10 (IP = índice plástico). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20 o más.

Fuente: Manual de carreteras, MTC

El índice de grupo está en un intervalo de 0 o más, la cual este será positivo. Si el índice de grupo llega a ser negativo y si el índice de grupo es mayor a 9, este no será utilizable para carreteras. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014 pág. 32)

Tabla 5 Clasificación del suelo según IG

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 - 2	Bueno
IG está entre 0 - 1	Muy Bueno

Fuente: Manual de carreteras, MTC

d) Humedad Natural

Una característica esencial del suelo es su contenido de humedad natural; las cuales se encuentran asociadas con la densidad especialmente de los finos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014 pág. 33)

f) Capacidad de Soporte (CBR)

Es la capacidad de soportar cargas en función del tipo de suelo, compactación y de su contenido de humedad. Se evalúa las subrasantes, sub base y base para ser utilizados para un pavimento o para rellenos estructurales.

2.2.2.2. Clasificación del Suelo

Una adecuada clasificación permitirá tener idea, acerca del comportamiento del suelo a utilizar, a partir de sus propiedades de fácil determinación. A través de conocer su granulometría y límites de atterberg de un suelo se podrá predecir el comportamiento mecánica.

A continuación, se presentará una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundidos, AASHTO y ASTM (SUCS) (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014 pág. 33)

Tabla 6 Clasificación SUCS

SUELOS GRANULARES GRUESOS mas del 50% retenido en el tamiz Nº 200 (0.075)	GRAVA > 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz Nº 4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz Nº 200	GW grava bien graduada, grava fina a gruesa	
		grava con mas de 12% de finos pasantes del tamiz Nº 200	GP grava pobremente graduada	
			GM grava limosa	
			GC grava arcillosa	
		ARENA ≥ 50% de la fracción gruesa pasa tamiz Nº 4 (4.75 mm)	Arena Limpia	SW arena bien graduada, arena fina a gruesa
			Arena con mas de 12% de finos pasantes del tamiz Nº 200	SP arena pobremente graduada
SUELOS DE GRANO FINO mas del 50% pasa el tamiz Nº 200 (0.075)	Limo y Arcillas limite liquido < 50	Inorganico	SM arena limosa	
		Organico	SC arena arcillosa	
	Limo y Arcillas limite liquido ≥ 50	Inorganico		ML limo
				CL arcilla
		Organico		OL limo organico
				limo de alta plasticidad, limo elastico
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	Organico	arcilla de alta plasticidad	CH plasticidad	
		arcilla organica, limo organico	OH organico	
		turba	PT	

Fuente: Mecánica de Suelos – Eulalio Juárez Badillo

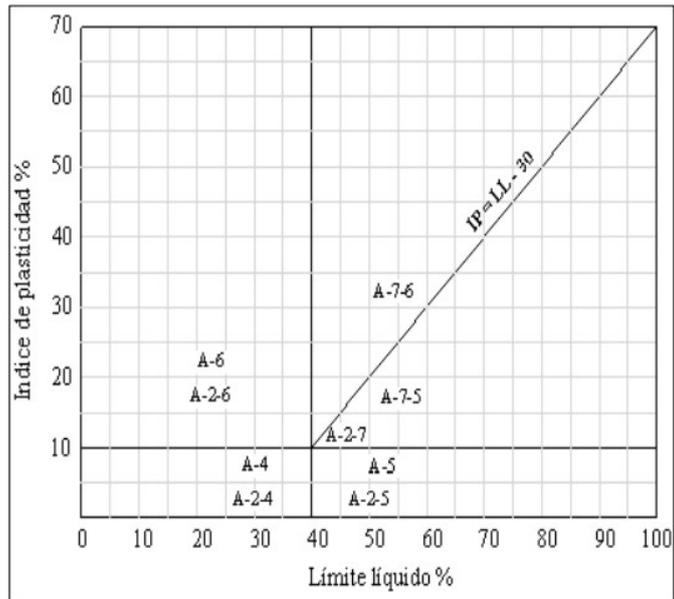


Figura 5 Carta de Plasticidad AASHTO

2.2.2.3. Afirmado

El afirmado es la combinación de 3 tipos de agregado que son la piedra, arena y finos. La cual requiere porcentajes adecuados para un buen desempeño de la capa de rodadura.

Tipos de afirmado:

- a) **Afirmado tipo 1:** conformado por un material granular, con IP de 12 siempre en cuando sea justificado. Este tipo de afirmado es utilizado en carreteras de bajo volumen de tránsito de clase T0 y T1 con un IMDA hasta 50 vehículos por día. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008)
- b) **Afirmado tipo 2:** conformado por un material granular, con IP de 12 siempre en cuando sea justificado. Este tipo de afirmado es utilizado en carreteras de bajo volumen de tránsito de clase T2 con un IMDA de 51 hasta 100 vehículos por día. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008)

c) **Afirmado tipo 3:** conformado por un material granular, con IP de 12 siempre en cuando sea justificado. Este tipo de afirmado es utilizado en carreteras de bajo volumen de tránsito de clase T3 con un IMDA de 101 hasta 200 vehículos por día. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008)

Estos afirmados deberán cumplir las siguientes condiciones:

Limite Liquido : 35% Max

CBR : 40% Min al 100% MDS

2.2.2.4. Estabilización del suelo

Se basa en la incorporación de un producto químico, la cual se mezcla íntima y homogéneamente con el suelo a intervenir.

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo mediante procesos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales y sintéticos. Tales estabilizaciones, generalmente, se realizan en los suelos de subrasante inapropiado o pobre, en este caso son denominados como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos. (NESTERENKO Cortes, 2018)

También se aplica sobre una sub base, base o material granular, que aun cumpliendo las condiciones de tener un determinado valor de CBR, se estabilizara para obtener un material de mayor calidad con un menor espesor de capa granular. Por lo general, la aplicación de este criterio es para los caminos donde se presenten un considerable tráfico pesado o incluso en sectores con tráfico menor, pero cuyas condiciones ameriten su ejecución. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015)

La estabilización mecánica, se realiza mediante la aplicación de aditivos que actúan física o químicamente sobre las propiedades del suelo. Entre los más utilizados están la cal y el cemento, pero también se emplean cloruro de sodio (Sal), cloruro de magnesio, asfaltos líquidos, escorias y productos químicos. La aplicación de estos últimos estará de acuerdo a la norma MTC 1109-2004 Norma Técnica de Estabilizadores Químicos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008 pág. 155)

2.2.2.4.1. Estabilización del suelo de carreteras no pavimentadas

El objetivo de la estabilización de un suelo es mejorar sus propiedades físicas y mecánicas; de esta manera se podrá utilizar materiales de estabilidad insuficiente como subrasante y capa granular. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008 pág. 154)

2.2.2.4.2. Técnicas de estabilización más usadas

- a) Estabilización granulométrica: consiste en combinar distintos suelos para obtener un material con mejores características admisibles para ser utilizado como subrasante o como afirmado. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008 pág. 157)
- b) Estabilización con cal
El suelo-cal se obtiene por la combinación íntima de suelo, cal y agua. La cal que se utiliza se compone principalmente de óxido cálcico (cal viva), obtenido por calcinación de materiales calizos, o hidróxido cálcico (cal apagada o cal hidratada). (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008 pág. 158)
- c) Estabilización con cemento

Este tipo de estabilización es una de las más utilizadas actualmente, y viene poniéndose en ejecución desde que Amies la introdujo en el año 1917 para evitar el fenómeno del bombeo de finos característicos de los suelos rígidos. Al combinar este tipo de partículas se alcanza que el agua no las disolviera en su seno, evitando de este modo el descalzamiento y posterior rotura de las losas de hormigón. (BAÑON Blázquez, y otros, 2000 pág. 22) El material llamado suelo-cemento se obtiene por la combinación íntima de un suelo adecuadamente disgregado con cemento, agua y otras eventuales incorporaciones, seguida de una compactación y un curado adecuados. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008 pág. 160)

2.2.2.4.3. Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas

Las soluciones básicas son alternativas técnicas, económicas y ambientales, en las cuales consiste la aplicación de estabilizadores de suelo; para conservar sus niveles de servicio y prolongar los intervalos de mantenimiento que permiten el tránsito adecuado de los vehículos.

Estas soluciones básicas son aplicables a carreteras no pavimentadas, a nivel de mantenimiento, rehabilitación, mejoramiento y construcción.

Tabla 7 Parámetros de estabilizadores

SUELO ESTABILIZADO CON	PARAMETROS
Cemento	<ol style="list-style-type: none"> Resistencia a compresión simple = 1.8 MPa mínimo (MTC E 1103) Humedecimiento-secado (MTC E 1104): <ul style="list-style-type: none"> - Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A3 = 14 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A5 = 10 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-6; A-7 = 7 % de Pérdida Máxima
Emulsión Asfáltica	<ol style="list-style-type: none"> Estabilidad Marshall = 230 Kg mínimo (MTC E 504) Pérdida de estabilidad después de saturado = 50% máximo Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%
Cal	<ol style="list-style-type: none"> CBR' = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) Expansión ≤ 0.5%
Sales	<ol style="list-style-type: none"> CBR' = 100% mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132)
Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)	<ol style="list-style-type: none"> CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) Expansión ≤ 0.5%

*) CBR corresponde a la penetración de 0.1"

Fuente: Documento técnico soluciones básicas en carreteras no pavimentadas

Tabla 8 Estabilizadores y su aplicación según Región

ZONA	MATERIALES O SUELOS PREDOMINANTES	ESTABILIZADOR DE SUELOS APLICABLE
COSTA (Altitud: hasta 500 msnm)	Suelos granulares, de nula a baja plasticidad (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	<ul style="list-style-type: none"> - Sales - Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SIERRA (Altitud: entre 500 y 4800 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad media (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	<ul style="list-style-type: none"> - Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
CEJA DE SELVA Y SELVA ALTA (Altitud: entre 400 y 1000 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad alta (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7)	<ul style="list-style-type: none"> - Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Cal - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SELVA BAJA (Altitud: menor a 400 msnm)	Suelos limo-arcillosos, arcillas, arcillas arenosas y arenas predominantemente finas (Clasificación AASHTO: A-2-4, A-3, A-6, A-7)	<ul style="list-style-type: none"> - Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Cal - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)

Fuente: Documento técnico soluciones básicas en carreteras no pavimentadas

2.2.3. Polímero Poliácridamida (PAM).

La Poliácridamida (PAM) es un polímero orgánico sintético constituido a partir de monómeros de acrilamida. En función del

número de monómeros diferentes que formen el polímero, tenemos: homopolímero, copolímeros, terpolímeros entre otros.

En la década de los 90's, el Poliacrilamida (PAM) fue introducida al mercado de los EE.UU, para su aplicación en el control de la erosión del suelo y a finales de esa década se utilizó en 400,000 ha. regadío las cuales fueron tratadas. Debido a su baja toxicidad la PAM ha sido utilizado como estabilizador de suelo y minimizadores de la erosión del suelo haciendo que este polímero sea versátil y efectivo. (Aplicación de la poliacrilamida como una alternativa para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos, 2013)

Los estabilizadores utilizados comúnmente como la cal y el cemento, requieren mucho tiempo de curado y cantidades abundantes de aditivos a un precio significativo por lo que estabilizadores no tradicionales como los polímeros, en este caso el polímero Poliacrilamida denominada PAM, ha ganado mayor atención, ya que es potencialmente más eficiente en campo debido a que el polímero posee mayor trabajabilidad con los suelos estabilizados durante el proceso constructivo y sostenible, es decir, conservan los niveles de servicio de los caminos estabilizados a lo largo del tiempo, comparados con los convencionales. (NESTERENKO Cortes, 2018)

2.3. Definición de términos

- **Estabilización del suelo:** Son procedimientos para mejorar de las propiedades de un suelo a través de la aplicación de productos químicos o naturales. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)
- **Niveles de Servicio:** Son indicadores que cuantifican y califican el estado de una vía, las cuales se utilizan como límites admisibles de una carretera. Estos indicadores varían de acuerdo a los factores técnicos

y económicos para satisfacer las necesidades del usuario que son la seguridad, comodidad u otros. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

- **Poliacrilamida (PAM):** Polímero orgánico sintético formados a partir de monómeros de acrilamida. (Aplicación de las poliacrilamidas en paisajismo y Jardinería, 2005)
- **Polímero:** Es una partícula de macromolécula, la cual se repite a lo largo de la molécula. (LOPEZ Carrasquero, 2004)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Influirá positivamente en las propiedades físico – mecánicas con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM) en la estabilización del suelo de las carreteras vecinales de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) El índice de plasticidad del suelo estabilizado se reduce con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM).
- b) Los valores de la capacidad de soporte (CBR) de suelo estabilizado aumentaran significativamente con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM).
- c) Se conservaría los niveles de servicio a largo plazo con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM).

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable independiente (X):

- Polímero Poliacrilamida (PAM): Polímero orgánico sintético formados a partir de monómeros de acrilamida.

Variable Dependiente (Y):

- Estabilización del Suelo: Mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procesos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos.

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable independiente (X):

- **Polímero Poliacrilamida (PAM)**

Una de las características más notables del polímero poliacrilamida al ser combinado con el suelo este aumenta la capacidad de soporte, reduce la permeabilidad y reduce la erosión.

Variable Dependiente (Y):

- Estabilización del Suelo

Mejoramiento de las condiciones físico - mecánicas determinadas en laboratorio, las cuales se determinan de la granulometría, valor de soporte (CBR), Modulo de resiliencia, Proctor modificado, Limites de atterberg y coeficiente de permeabilidad.

2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 9 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
X: aplicación del Poliacrilamida (PAM)	Polímero orgánico sintético formados a partir de monómeros de acrilamida.	Una de las características más notables del polímero poliacrilamida al ser combinado con el suelo este aumenta la capacidad de soporte, reduce la permeabilidad y reduce la erosión.	D1: estabilizador	I1: Propiedades del estabilizador	Fichas de laboratorio	Razón
Y: Estabilización del suelo	Una de las características más notables del polímero poliacrilamida al ser cambiando con el suelo este aumenta la capacidad de soporte, reduce la permeabilidad y reduce la erosión.	La presente investigación tiene como proceso realizar los ensayos de laboratorio que son: granulometría, CBR, Límites de Atterberg, Módulo de resiliencia, Proctor Modificado, Permeabilidad	D1: Propiedades Físicas D2: Propiedades Mecánicas	I1: Ensayo de granulometría I2: Consistencia I3: Clasificación de suelo I4: Permeabilidad I1: Capacidad de Soporte (CBR). I2: Compactación	Ficha de recopilación de información	Razón Razón

Fuente: Propia

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

El método científico es la manera que se sigue la investigación para manifestar las formas de existencia de los objetivos, para sistematizar y profundizar los conocimientos obtenidos, para posteriormente explicar y demostrar en el experimento y con las técnicas de su aplicación. (RUIZ, 2007 pág. 6)

Esta investigación es científica, debido a que se realizó mediante pasos sistematizados para adquirir conocimientos fiables a través de las hipótesis y la observación, mediante la comprobación con la experimentación.

3.2. Tipo de investigación

La investigación aplicada busca la aplicación o utilización de los conocimientos para después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. (MURILLO Hernández, 2008) .

La presente tesis es un tipo de investigación aplicativo, debido a que busca mecanismos y estrategias que permiten establecer un objetivo concreto que es la estabilización del suelo a través de la aplicación del polímero poliacrilamida.

3.3. Nivel de investigación

La investigación descriptiva es aquella describen los datos y características de una población; sin embargo, una investigación explicativa se encarga en buscar el porqué de los hechos mediante la relación causa – efecto. (MARROQUIN Peña, 2012)

En nivel de investigación del presenta investigación es descriptivo – explicativo ya que establece una descripción de la problemática; y explicativo la cual determina las causas y consecuencias de este problema, para luego obtener conclusiones.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación es cuasi experimental, debido a que basa sobre todo analizar el efecto de la variable independiente (Polímero Poliacrilamida) sobre la variable dependiente (Estabilización del suelo).

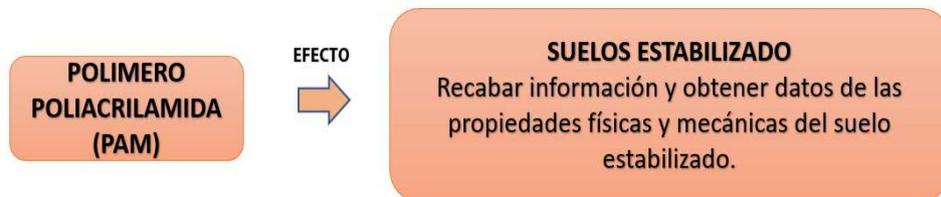


Figura 6 Diseño de la investigación
Fuente: Propia

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población

La población es grupo de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características similares visibles en un lugar y en un momento determinado. (HERNANDEZ Herмосillo, 2013)

De acuerdo a lo citado la población serán las carreteras vecinales de la provincia de Angaraes Región Huancavelica.

3.5.2. Muestra

La muestra es un subconjunto característico de la población. (HERNANDEZ Hermosillo, 2013)

La muestra constituida por la carretera vecinal Lircay – Jatumpata – Mitoccasa –Dv. Ccollpa – Pitinpata – Perccapampa, la cual posee una longitud de 16 + 670 km.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos es cualquier técnica que utiliza el investigador para aproximarse a los fenómenos y obtener de ellos información. (SABINO, 1992 pág. 108)

Se realizó el muestreo de la cantera principal ubicada en el margen derecho de la carretera que será posteriormente almacenada en bolsas impermeables.

Los instrumentos que se utilizarán serán equipos de laboratorio de mecánica de suelos, equipos fotográficos, libreta de campo y equipos de cómputo para el procesamiento de los datos.

3.6.2. Validez

La validez representa la eficacia con la que un instrumento mide lo que se pretende evaluar. (CHAVEZ, 2001).

Los instrumentos serán evaluados por profesionales que serán ingenieros civiles.

3.7. Procesamiento de la información

Una vez efectuado el muestreo se realizará los ensayos de laboratorio como la granulometría, determinación de los límites de atterberg, clasificación AASTHO y SUCS, ensayo de Proctor Modificado y Ensayo de CBR según las normas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Los datos en sí mismos tienen limitada importancia, es necesario “hacerlos hablar”, en ello consiste, en esencia, el análisis e interpretación de los datos. (ENCINAS Ramirez, 1993)

Los datos de la Investigación se procesarán y analizarán como la Distribución de Frecuencias y Representaciones Gráficas (Histogramas; polígonos de frecuencia; gráficas de barras; gráficas circulares; tabulación cruzada). Distribución normal (prueba normal de porcentajes) de los datos obtenidos de la granulometría, determinación de los límites de atterberg, clasificación AASTHO y SUCS, ensayo de Proctor Modificado y Ensayo de CBR (ENCINAS Ramirez, 1993)

CAPITULO IV

RESULTADO

4.1. Análisis del nivel de servicio

Los niveles de servicio recomendados por el MTC que se debe tener en cuenta para una carretera no pavimentada, como es el caso de la carretera en estudio, son los siguientes:

- **Baches:** El afirmado no debe tener baches (Huecos), estos deben ser rellenadas y compactadas con material de préstamo.
- **Control de Polvo:** La superficie de la capa de rodadura debe tener un permanente control del polvo.
- **Reposición de afirmado:** El espesor mínimo admisible debe ser de 15 cm.
- **Perfilado de la superficie:** Intervalo de intervención es una vez al año.

Por ello se realizó la evaluación de los daños en la superficie de rodadura, si de acuerdo al MTC se viene cumpliendo con los niveles de servicio que debe brindar una carretera de afirmado.

4.1.1. Daños en la superficie de rodadura

Se realizó una verificación de la carretera vecinal Lircay – Jatumpata – Mitoccasa – Dv. Ccollpa – Pitinpata – Perccapampa, la cual tiene una longitud de 16+670 km donde se pudo presenciar los diferentes daños tal como se detalla en la tabla de **DAÑOS EN LA SUPERFICIE DE RODADURA:**

Tabla 10 Daños en la superficie de rodadura

DAÑOS EN LA SUPERFICIE DE RODADURA						
Tesis:	APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA (PAM) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LOS CAMINOS VECINALES DE LA PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCVELICA.					
Tesista:	Bach. Jose Carlos Poma Loayza					
tramo:	Lircay – Jatumpata – Mitoccosa –Dv. Ccollpa – Pitinpata – Perccapampa					
Región:	Huancavelica					
Provincia:	Angaraes					
Distrito:	Lircay					
Tipo de Daño:	Ahuellamiento	1	Baches:	3	Lodaza:	5
	Erosión:	2	Encalaminado:	4	Cruce de agua:	6
Progresiva		Daño del afirmado		Observaciones / Comentarios	Foto	
Del Km	Al Km	Tipo	Dimensiones [Longitud (m)]		N°	
0+000	0+250	1	250.00	ahuellamiento	Panel fotografico	
0+250	0+500	3	250.00	baches		
0+500	0+750	1	250.00	ahuellamiento		
0+750	1+000	3	250.00	baches		
1+000	1+250	2	250.00	desprendimiento de agregado		
1+250	1+500	3	250.00	baches		
1+500	1+750	1	250.00	ahuellamiento		
1+750	2+000	3	250.00	baches		
2+000	2+250	3	250.00	baches		
2+250	2+500	2	250.00	desprendimiento de agregado		
2+500	2+750	3	250.00	baches		
2+750	3+000	3	250.00	baches		
3+000	3+250	3	250.00	baches		
3+250	3+500	2	250.00	desprendimiento de agregado		
3+500	3+750	2	250.00	desprendimiento de agregado		
3+750	4+000	4	250.00	encalaminado		
4+000	4+250	4	250.00	encalaminado		
4+250	4+500	2	250.00	desprendimiento de agregado		
4+500	4+750	2	250.00	desprendimiento de agregado		
4+750	5+000	4	250.00	encalaminado		
5+000	5+250	2	250.00	desprendimiento de agregado		
5+250	5+500	2	250.00	desprendimiento de agregado		
5+500	5+750	3	250.00	baches		
5+750	6+000	4	250.00	encalaminado		
6+000	6+250	4	250.00	encalaminado		
6+250	6+500	4	250.00	encalaminado		
6+500	6+750	2	250.00	desprendimiento de agregado		
6+750	7+000	2	250.00	desprendimiento de agregado		
7+000	7+250	1	250.00	ahuellamiento		
7+250	7+500	3	250.00	baches		
7+500	7+750	3	250.00	baches		
7+750	8+000	2	250.00	desprendimiento de agregado		
8+000	8+250	2	250.00	desprendimiento de agregado		
8+250	8+500	3	250.00	baches		
8+500	8+750	2	250.00	desprendimiento de agregado		
8+750	9+000	3	250.00	baches		
9+000	9+250	3	250.00	baches		
9+250	9+500	3	250.00	baches		
9+500	9+750	1	250.00	ahuellamiento		
9+750	10+000	1	250.00	ahuellamiento		
10+000	10+250	1	250.00	ahuellamiento		
10+250	10+500	2	250.00	desprendimiento de agregado		
10+500	10+750	2	250.00	desprendimiento de agregado		
10+750	11+000	2	250.00	desprendimiento de agregado		
11+000	11+250	3	250.00	baches		
11+250	11+500	3	250.00	baches		
11+500	11+750	2	250.00	desprendimiento de agregado		
11+750	12+000	2	250.00	desprendimiento de agregado		
DV. PINTINPATA						
0+000	0+250	2	250.00	desprendimiento de agregado	Panel fotografico	
0+250	0+500	2	250.00	desprendimiento de agregado		
0+500	0+750	3	250.00	baches		
0+750	1+000	3	250.00	baches		
1+000	1+250	1	250.00	ahuellamiento		
1+250	1+500	4	250.00	encalaminado		
1+500	1+750	2	250.00	desprendimiento de agregado		
DV. CCOLLPA						
0+000	0+250	2	250.00	desprendimiento de agregado	Panel Fotografico	
0+250	0+500	2	250.00	desprendimiento de agregado		
0+500	0+750	3	250.00	baches		
0+750	1+000	3	250.00	baches		
1+000	1+250	3	250.00	baches		
1+250	1+500	4	250.00	encalaminado		
1+500	1+600	4	100.00	encalaminado		
DV. PERCCAPAMPA						
0+000	0+250	2	250.00	desprendimiento de agregado	Panel fotografico	
0+250	0+500	1	250.00	ahuellamiento		
0+500	0+750	1	250.00	ahuellamiento		
0+750	1+000	3	250.00	baches		
1+000	1+250	3	250.00	baches		
1+250	1+500	4	250.00	encalaminado		
1+500	1+750	3	250.00	baches		
1+750	2+000	3	250.00	baches		

Fuente: Propia

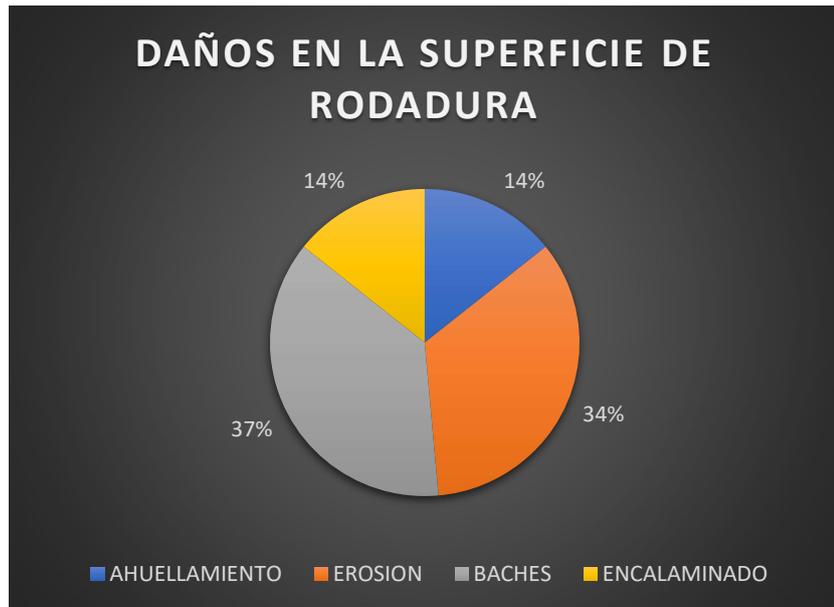


Figura 7 Porcentaje de daños en la carretera vecinal
Fuente: propia

A. Lircay – Jatumpata – Mitoccasa Progresiva 0+000 KM hasta 12+000 KM

Durante el recorrido se pudo verificar que la estructura del afirmado ha sufrido daños por la erosión, baches, encalaminado; con respecto a ello se puede aseverar que entre el intervalo de las progresivas lo que más repercute es el **daño 3 (baches)**.



Imagen 4 Presencia de baches Prog. 2+000 km
Fuente: Propia

B. Dv. Pitinpata Progresiva 0+000 KM hasta 1+750 KM

La plataforma de la vía hacia el Centro Poblado de Pitinpata se pudo apreciar que hay un fuerte desprendimiento de los agregados causados por la erosión lo cual según a la tabla de daños de superficie de rodadura sería el **grado 2**.



Imagen 5 Desprendimiento de agregado Prog. 0+420 KM
Fuente: Propia

C. Dv. Ccollpa Progresiva 0+000 KM hasta 1+600 KM

En el recorrido hacia el Centro Poblado de Ccollpampa, se pudo constatar la presencia de baches lo cual según a la tabla de daños de superficie de rodadura sería el **grado 2**.



Imagen 6 baches Prog.. 0+740 KM
Fuente: Propia

D. Dv. Perccapampa Progresiva 0+000 KM hasta 2+000 KM

Durante el recorrido de esta parte del tramo se pudo verificar que la estructura del afirmado ha sufrido daños por ahuellamiento, baches, encalaminado; con respecto a ello se puede afirmar que el **daño 3 (baches)** tuvo mayor presencia.



Imagen 7 Encalaminado y Desp. de agregado Prog. 0+000
Fuente: Propia

4.2. Análisis del material granular

4.2.1. Ubicación

El ingreso a la cantera Principal está ubicado en el Km 3+780 de la vía Lircay – Jatumpata. La cual tiene las siguientes coordenadas UTM:

Norte : 8563664.123

Este : 529056.645



Imagen 8 Ubicación de Cantera
Fuente: Google Earth Pro

4.2.2. Accesibilidad

La cantera cuenta con un acceso directo de 40 m, desde el pie de la carretera hasta el centro de acopio.



Imagen 9 Acceso a la cantera Prog. 3+780 Km

4.2.3. Uso

En base a los resultados de laboratorio y las normativas vigentes del manual de carreteras no pavimentadas se determina que este material será utilizado para el mantenimiento periódico a nivel de afirmado.

4.2.4. Disponibilidad

Se cuenta con la libre disponibilidad cantera que pertenece a la Comunidad Campesina San Juan de Dios.

4.2.5. Potencia de la cantera

El área aproximada de explotación de los materiales granulares según lo estimado es de 6018.95 m², con un estrato de 8.00 m en promedio. En relación a ello se determinó la potencia neta aprovechable.

Tabla 11 Potencia de cantera

CALCULO DE POTENCIA	
Area de cantera	6018.95 m ²
Altura Promedio Aprovechable aproximada	8.00 m
Top Soil (Suelo Superficial que debera eliminarse)	0.20 m
Over de la cantera (Material Mayor de 2" despues del desbroce)	15%
POTENCIA BRUTA EN BANCO	48152 m³
Desbroce:	1204 m ³
POTENCIA NETA EN BANCO BRUTA - DESBROCE	46948 m³
Over de la Potencia neta:	7042 m ³
POTENCIA NETA APROVECHABLE	39906 m³

Fuente: propia

4.2.6. Características generales del material

Los datos obtenidos de los ensayos estándar y especiales fueron en base al Manual de ensayos de materiales para carreteras del MTC y las normas internacionales e incluyendo técnicas estadísticas para el análisis de los datos, la clasificación del material para afirmado se ha dado mediante el método SUCS y AASHTO, se realizó los ensayos de los límites de atterberg (Limite Liquido, Liquido Plástico e Índice de Plasticidad); ensayo de Proctor modificado para establecer las MDS y su OCH del material de cantera y finalmente se determinó mediante el ensayo de CBR (Capacidad de Soporte) al 100% de la Maxima Desidad Seca a una penetración de 0.1”.

Tabla 12 Datos generales del material de Cantera

ENSAYOS GENERALES	NORMA	CANTERA PRINCIPAL
Contenido de Humedad	MTC E108	12.65%
Limite Liquido	MTC E110	31.36%
Limite Plastico	MTC E111	16.57%
Indice de Plasticidad	MTC E111	14.79%
Clasificacion SUCS	NTP 339.135	SC
Clasificacion AASHTO	NTP 339.134	A-2-6
Proctor Modificado M.D.S (gr/cm ³)	MTC E132	1.904
OCH	MTC E115	10.69%
C.B.R para el 100% de la M.D.S a 0.1"	MTC E115	26.70%

Fuente: Obtenidos de Laboratorio

4.2.6.1. Granulometría

Tabla 13 Granulometría del Material de la Cantera Principal

DATOS GRANULOMETRICOS DE LA CANTERA PRINCIPAL					
TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2"	38.100	0.000	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	98.410	5.26	5.26	94.74
3/8"	9.525	127.930	6.84	12.10	87.90
N°4	4.760	123.750	6.62	18.72	81.28
N° 8	2.380	152.780	8.17	26.89	73.11
N°16	1.190	151.820	8.12	35.01	64.99
N°20	0.840	95.450	5.10	40.11	59.89
N°30	0.590	115.380	6.17	46.28	53.72
N°40	0.426	121.290	6.49	52.77	47.23
N°50	0.297	101.110	5.41	58.18	41.82
N°100	0.149	74.540	3.99	62.16	37.84
N°200	0.075	54.370	2.91	65.07	34.93
N°200	FONDO	653.170	34.93	100.00	0.00
TOTAL		1870.000			

Fuente: Datos Obtenidos de laboratorio

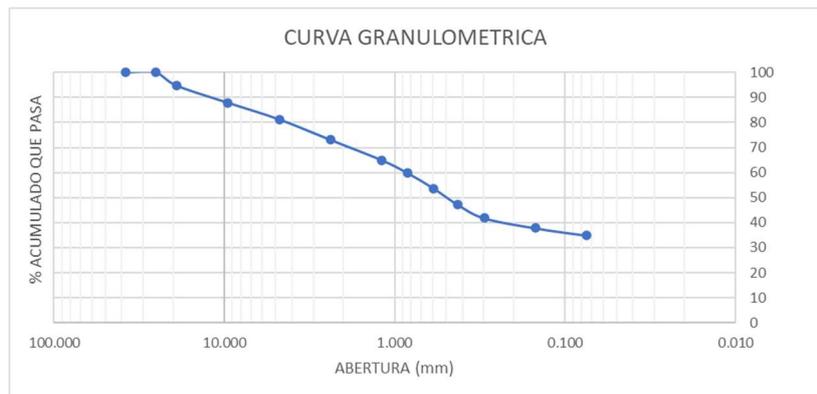


Figura 8 Curva granulométrica del Material
Fuente: Obtenidos del Laboratorio



Imagen 10 Tamizado en el agitador de tamiz
Fuente: Propia

4.2.6.2. Límites de Consistencia

Tabla 14 Limite Liquido del Material de Cantera

LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318 , MTC E110)					
Tara Numero	Unidades	L-6	L-7	L-8	L-9
Peso Recipiente + Suelo Humedo	gr	66.30	67.40	67.20	72.10
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	59.50	60.20	59.80	63.40
Peso de Recipiente	gr	36.95	36.70	36.70	36.90
Peso del Suelo Seco	gr	22.55	23.50	23.10	5.29
Peso del Agua	gr	6.80	7.20	7.40	8.70
Contenido de Humedad	%	30.16	30.64	32.03	32.83
Numero de Golpes		38	33	22	13

Fuente: Obtenidos de laboratorio

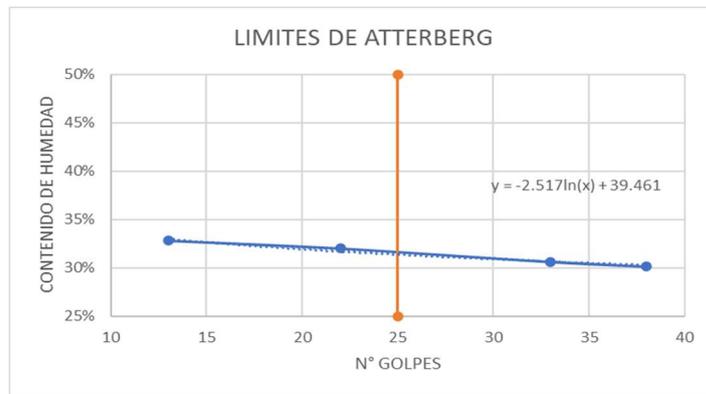


Figura 9 Diagrama de Fluidez del material de Cantera
Fuente: Obtenidos de laboratorio

Tabla 15 Limite Plástico del material

LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318 , MTC E111)			
Tara Numero	Unidades	L-3	L-4
Peso Recipiente + Suelo Humedo	gr	41.10	42.80
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	39.50	41.10
Peso de Recipiente	gr	30.30	30.30
Peso del Suelo Seco	gr	9.20	10.80
Peso del Agua	gr	1.60	1.70
Contenido de Humedad	%	17.39	15.74

Fuente: Obtenidos de laboratorio

Tabla 16 Resultados de los límites de consistencia

LIMITES DE CONSISTENCIA	
LL (%) =	31.36
LP (%) =	16.57
LL - LP= IP (%) =	14.79

Fuente: Obtenidos de laboratorio



Imagen 11 Pesando la muestra para determinar el Limite Plástico
Fuente: Propio

4.2.6.3. Clasificación SUCS y AASHTO

SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

Tabla 17 Clasificación SUCS del material de cantera

LIMITES DE CONSISTENCIA		SUCS
LL (%) =	31.36	SC
LP (%) =	16.57	
LL - LP= IP (%) =	14.79	

Fuente: Obtenidos de laboratorio

Símbolo de grupo	Criterios
SW	Menos de 5% pasa la malla No. 200; $C_u = D_{60}/D_{10}$ mayor que o igual a 6; $C_z = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3
SP	Menos de 5% pasa la malla No. 200; no cumple ambos criterios para SW
SM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12); o índice de plasticidad menor que 4
SC	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican arriba de la línea A (figura 2.12); índice de plasticidad mayor que 7
SC-SM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL-ML en la figura 2.12
SW-SM	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SM
SW-SC	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SC
SP-SM	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SM
SP-SC	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SC

Figura 10 SUCS símbolos de grupo para suelos arenosos

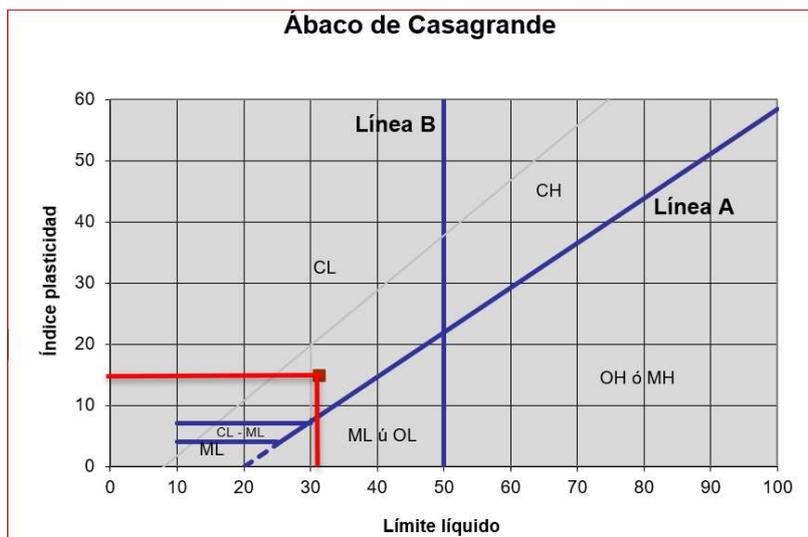


Figura 11 Clasificación SUCS de acuerdo al Abaco de Casagrande
Fuente: Obtenidos de Laboratorio

AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)

Tabla 18 Clasificación AASHTO del Material de cantera

LIMITES DE CONSISTENCIA		AASHTO
LL (%) =	31.36	A-2-6 (1)
LP (%) =	16.57	
LL - LP = IP (%) =	14.79	

Fuente: obtenidos de laboratorio

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz Nº 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)			
	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6				
Porcentaje que pasa: Nº 10 (2mm) Nº 40 (0,425mm) Nº 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- -	- -	- 35 máx	- -	- 36 mín	- -	- -
Características de la fracción que pasa por el tamiz Nº 40 Límite líquido Índice de plasticidad	- 6 máx	- NP (1)	- 40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín (2) 11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo			

Figura 12 Clasificación del Suelo Según AASHTO

$$IG = (F - 35) \times (0.2 + 0.005 \times (LL - 40)) + 0.01 \times (F - 15) \times (IP - 10)$$

$$IG = (34.92 - 35) \times (0.2 + 0.005 \times (31.36 - 40)) + 0.01 \times (34.92 - 15) \times (14.79 - 10)$$

$$IG = 1$$

Figura 13 Cálculo del Índice de Grupo del material de cantera

4.2.6.4. Máxima Densidad Seca y Óptimo Contenido de Humedad

Tabla 19 Proctor Modificado del material de cantera

PRUEBA NUMERO	UND.	1	2	3	4
N° DE CAPAS					
		5	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA		25	25	25	25
PESO DEL MOLDE + SUELO COMPACTADO	gr	3861	3975	3998	3932
PESO DEL MOLDE	gr	2000	2000	2000	2000
PESO DEL SUELO COMPACTADO	gr	1861	1975	1998	1932
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	943.89	943.89	943.89	943.89
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm ³	1.972	2.092	2.117	2.047
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.833	1.901	1.900	1.790
	UND.	1	2	3	4
N° TARRO					
		L-5	L-9	J-3	J-4
Tarro + Suelo Humedo	Gr.	86.60	73.70	99.10	70.80
Tarro + Suelo Seco	Gr.	83.10	70.30	92.70	66.50
Agua	Gr.	3.50	3.40	6.40	4.30
Peso Del Tarro	Gr.	36.80	36.40	36.70	36.60
Peso Del Suelo Seco	Gr.	46.30	33.90	56.00	29.90
% De Humedad	%	7.56	10.03	11.43	14.38
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.833	1.901	1.900	1.790

Fuente: Obtenidos de laboratorio

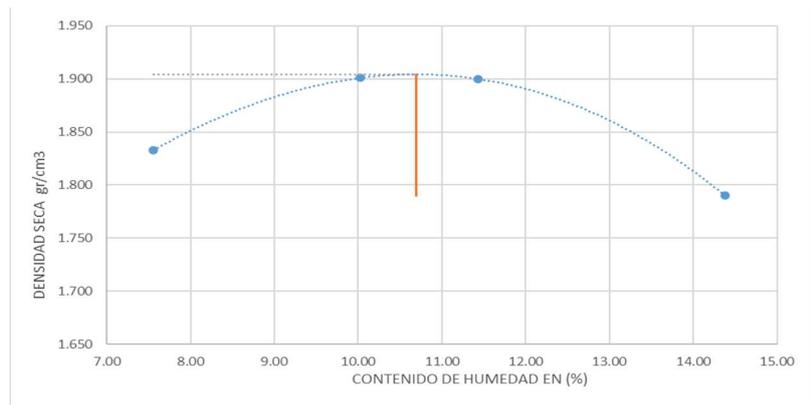


Figura 14 Relación Humedad – Densidad del material de cantera
Fuente: Obtenidos de laboratorio

Tabla 20 Resultados del Proctor Modificado

RESULTADOS DEL PROCTOR MODIFICADO		
Maxima Densidad Seca (MDS)=	gr/cm ³	1.904
Optimo contenido de humedad (OCH)=	%	10.69

Fuente: obtenidos de laboratorio

4.2.6.5. Capacidad de Soporte (CBR)

Tabla 21 Compactación para CBR del material de Cantera

MOLDE	COMPACTACION					
	1		2		3	
Altura Molde mm.	120		120		120	
N° Capas	5		5		5	
N°Golp x Capa	12		26		56	
Cond. Muestra	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
P. Húm.+ Molde	11310.00	11331.79	11990.00	12069.07	12910.00	12991.17
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8115.00	8115.00
Peso Húmedo (gr)	4544.00	4565.79	4732.00	4811.07	4795.00	4876.17
Vol. Molde (cc)	2177.51	2177.51	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31
Densidad H.(gr/cc)	2.09	2.10	2.09	2.12	2.12	2.15
Número de Ensayo	1-B	1-C	2-B	2-C	3-B	3-C
P.Húmedo + Tara	149.50	150.10	141.10	144.20	158.10	160.00
Peso Seco + Tara	138.10	138.40	131.30	133.00	146.80	147.10
Peso Agua (gr)	11.40	11.70	9.80	11.20	11.30	12.90
Peso Tara (gr)	34.20	34.80	33.10	34.50	34.50	38.10
P. Muestra Seca	103.90	103.60	98.20	98.50	112.30	109.00
Cont. Humedad	10.97%	11.29%	9.98%	11.37%	10.06%	11.83%
Cont.Hum.Prom.	10.76%	11.29%	9.54%	11.37%	9.97%	11.83%
DENSIDAD SECA	1.884	1.884	1.908	1.908	1.926	1.926

Fuente: Obtenidos de laboratorio

Tabla 22 Expansión del material de cantera

TIEMPO		NUMERO DE MOLDE 1			NUMERO DE MOLDE 1			NUMERO DE MOLDE 1		
ACUMULADO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.600	0.600	0.50	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0.900	0.900	0.75	0.700	0.700	0.58	0.400	0.400	0.33
72	3	1.200	1.200	1.00	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50
96	4	1.200	1.200	1.00	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

Fuente: Obtenidos de laboratorio

Tabla 23 Penetración CBR del material de cantera

PENETRACION		MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	44	2.24	100	5.09	190	9.68
1.27	0.050	70	3.57	156	7.95	277	14.11
1.91	0.075	96	4.89	205	10.44	365	18.59
2.54	0.100	119	6.06	250	12.73	435	22.15
5.08	0.200	210	10.70	410	20.88	710	36.16
7.62	0.300	275	14.01	485	24.70	855	43.54
10.16	0.400	320	16.30	521	26.53	925	47.11
12.70	0.500	365	18.59	565	28.78	987	50.27

Fuente: Obtenidos de laboratorio

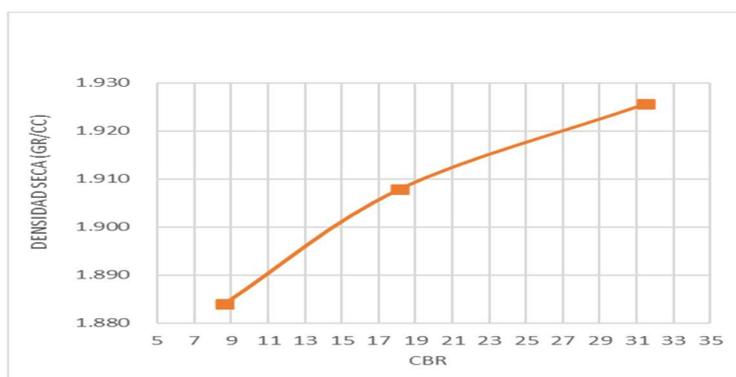


Figura 15 Curva de CBR

Fuente: Obtenidos de laboratorio

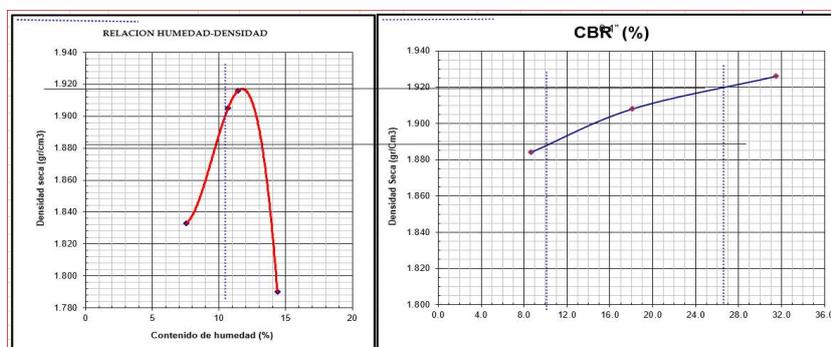


Figura 16 Relación de CBR y MDS

Fuente: Obtenidos de laboratorio

Tabla 24 Resultados del CBR a un Penetración de 0.1"

RESULTADOS DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)	
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	26.70%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	10.20%

Fuente: Obtenidos de laboratorio

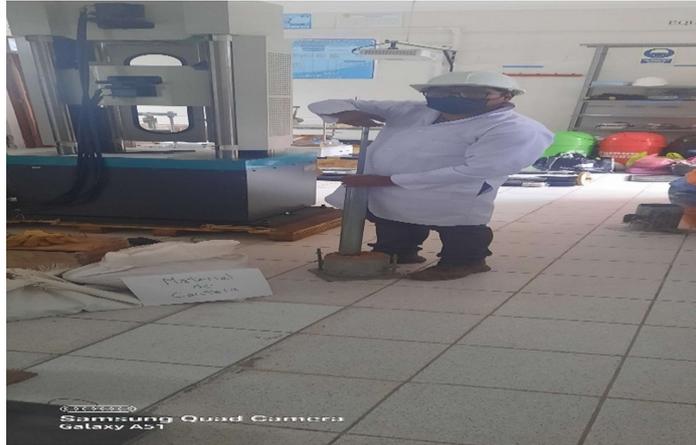


Imagen 12 Ensayo de Proctor Modificado
Fuente: Propia

4.3. Análisis de la combinación del material de cantera y el polímero poliacrilamida (PAM)

4.3.1. Polímero Poliacrilamida (PAM)

4.3.1.1. Descripción

Polycom es un estabilizador químico australiano la cual tiene una presentación en Polvo concentrado de acrilamida.

4.3.1.2. Características técnicas

- Aplicable en suelos de baja calidad
- Aplicable de para sub rasante, sub base y base granular como también para camino en afirmado
- Mejora la capacidad de soporte del suelo
- Incrementa la resistencia del suelo

4.3.1.3. Características ambientales

- Ecológico
- No toxico
- Biodegradable
- No Inflamable
- Producto no peligroso



Imagen 13 Polímero Poliacrilamida PolyCom
Fuente: Propia

4.3.2. Características generales de la combinación

La combinación realizó a 0.030 g x kg de material de acuerdo las especificaciones técnicas del proveedor, las cuales se realizó los ensayos de los límites de atterberg (Limite Liquido, Liquido Plástico e Índice de Plasticidad); ensayo de Proctor modificado para establecer las MDS (Máxima Densidad Seca) y su OCH (Optimo Contenido de Humedad) del material de cantera y finalmente se determinó mediante el ensayo de CBR (Capacidad de Soporte) al 100% de la Máxima Densidad Seca a una penetración de 0.1”.

ENSAYOS GENERALES	NORMA	CANTERA PRINCIPAL
Limite Liquido	MTC E110	26.30%
Limite Plastico	MTC E111	14.36%
Indice de Plasticidad	MTC E111	11.97%
Clasificacion SUCS	NTP 339.135	SC
Clasificacion AASHTO	NTP 339.134	A-2-6 (1)
Proctor Modificado M.D.S (gr/cm ³)	MTC E132	2.221
OCH	MTC E115	9.38%
C.B.R para el 100% de la M.D.S a 0.1"	MTC E115	43.10%



Imagen 14 Proporción del polímero Poliacrilamida 0.03g x 1kg material
Fuente: Propia

4.3.3. Límites de consistencia

Tabla 25 Limite Liquido del Material Con Polimero Poliacrilamida (PAM)

LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318 , MTC E110)					
Tara Numero	Unidades	L-6	L-7	L-8	L-9
Peso Recipiente + Suelo Humedo	gr	71.10	68.10	65.80	63.90
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	64.10	61.60	59.70	58.10
Peso de Recipiente	gr	36.95	36.70	36.70	36.90
Peso del Suelo Seco	gr	27.15	24.90	23.00	21.20
Peso del Agua	gr	7.00	6.50	6.10	5.80
Contenido de Humedad	%	25.78	26.10	26.52	27.36
Numero de Golpes		36	29	21	12

Fuente: Obtenidos de laboratorio

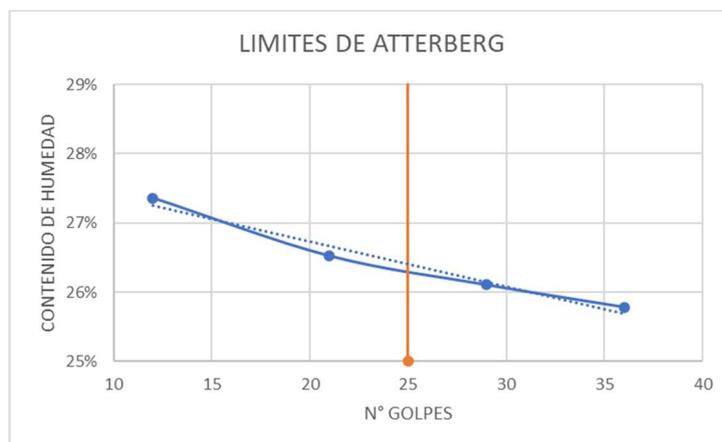


Figura 17 Diagrama de Fluidez del material con Polímero Poliacrilamida (PAM)
Fuente: Obtenidos de laboratorio

Tabla 26 Limite Plástico del material con PAM

LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318 , MTC E111)			
Tara Numero	Unidades	L-3	L-4
Peso Recipiente + Suelo Humedo	gr	42.40	42.10
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	40.90	40.60
Peso de Recipiente	gr	30.30	30.30
Peso del Suelo Seco	gr	10.60	10.30
Peso del Agua	gr	1.50	1.50
Contenido de Humedad	%	14.15	14.56

Fuente: Obtenidos de Laboratorio

Tabla 27 Resultado de los límites de consistencia

LIMITES DE CONSISTENCIA	
LL (%) =	26.30
LP (%) =	14.36
LL - LP= IP (%) =	11.94

Fuente: Obtenidos de Laboratorio



Imagen 15 Limite Liquido con la Cuchara de Casagrande

Fuente: Propio

4.3.4. Clasificación SUCS y AASHTO

SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

Tabla 28 Clasificación SUCS del material de combinado con PAM

LIMITES DE CONSISTENCIA		SUCS
LL (%) =	26.30	SC
LP (%) =	14.36	
LL - LP= IP (%) =	11.94	

Fuente: Obtenidos de laboratorio

Símbolo de grupo	Criterios
SW	Menos de 5% pasa la malla No. 200; $C_u = D_{60}/D_{10}$ mayor que o igual a 6; $C_z = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3
SP	Menos de 5% pasa la malla No. 200; no cumple ambos criterios para SW
SM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12); o índice de plasticidad menor que 4
SC	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican arriba de la línea A (figura 2.12); índice de plasticidad mayor que 7
SC-SM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL-ML en la figura 2.12
SW-SM	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SM
SW-SC	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SC
SP-SM	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SM
SP-SC	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SC

Figura 18 SUCS símbolos de grupo para suelos arenosos

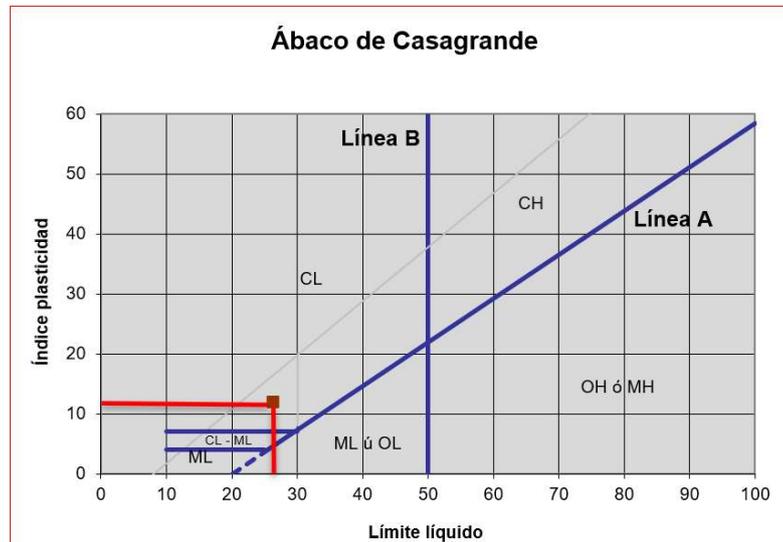


Figura 19 Clasificación SUCS de acuerdo al Abaco de Casagrande
Fuente: Obtenidos del laboratorio

AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)

Tabla 29 Clasificación AASHTO del material de cantera con PAM

LÍMITES DE CONSISTENCIA		AASHTO
LL (%) =	26.30	A-2-6 (1)
LP (%) =	14.36	
LL - LP= IP (%) =	11.94	

Fuente: Obtenidos de laboratorio

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- -	- -	- -	35 máx	- -	- -	- -	36 mín
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 Limite liquido Indice de plasticidad	- 6 máx	- -	- NP (1)	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín (2) 11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo			

Figura 20 Clasificación del Suelo + PAM Según AASHTO

$$IG=(F-35) \times(0.2+0.005 \times(L L-40))+0.01 \times(F-15) \times(I P-10)$$

$$IG=(52.62-35) \times(0.2+0.005 \times(26.30-40))+0.01 \times(52.62-15) \times(11.94-10)$$

$$IG=1$$

Figura 21 Clasificación del Suelo + PAM según AASHTO

4.3.5. Máxima Densidad Seca y Optimo Contenido de Humedad

Tabla 30 Proctor Modificado del material de Cantera + PAM

PRUEBA NUMERO	UND.	1	2	3	4
N° DE CAPAS		5	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA		25	25	25	25
PESO DEL MOLDE + SUELO COMPATADO	gr	3887	4120	4210	3958
PESO DEL MOLDE	gr	2000	2000	2000	2000
PESO DEL SUELO COMPACTADO	gr	1887	2120	2210	1958
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	943.89	943.89	943.89	943.89
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm3	1.999	2.246	2.341	2.074
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.842	2.037	2.129	1.869
N° TARRO		L-5	L-9	J-3	J-4
Tarro + Suelo Humedo	Gr.	85.20	74.10	87.60	77.10
Tarro + Suelo Seco	Gr.	81.40	70.60	83.00	73.10
Agua	Gr.	3.80	3.50	4.60	4.00
Peso Del Tarro	Gr.	36.80	36.40	36.70	36.60
Peso Del Suelo Seco	Gr.	44.60	34.20	46.30	36.50
% De Humedad	%	8.52	10.23	9.94	10.96
DENSIDAD SECA	gr/cm3	1.842	2.037	2.129	1.869

Fuente: Obtenidos de Laboratorio

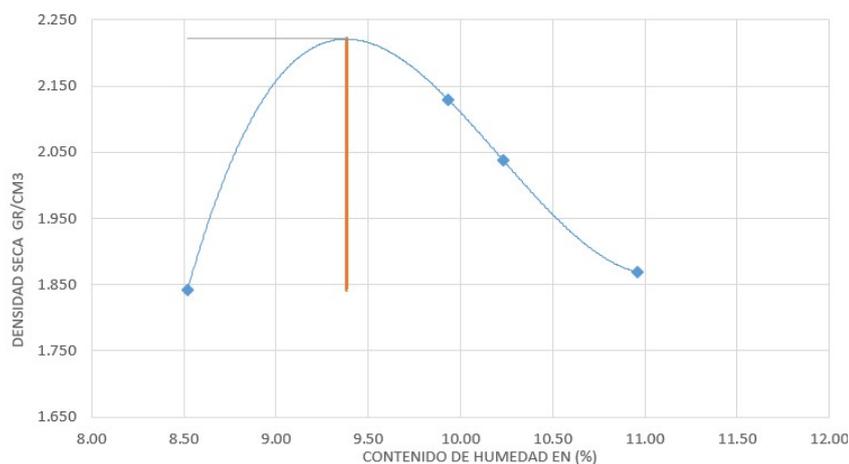


Figura 22 Relación Humedad – Densidad del Material de cantera + PAM
Fuente: Obtenidos de laboratorio

Tabla 31 Resultados del Proctor Modificado del Material + PAM

Maxima Desidad Seca (MDS)=	gr/cm ³	2.221
Optimo Contenido de Humedad (OCH)=	%	9.38

Fuente: Obtenidos de laboratorio

4.3.6. CAPACIDAD DE SOPORTE

Tabla 32 Compactación para CBR del Material de Cantera + PAM

COMPACTACION						
MOLDE	4		5		6	
Altura Molde mm.	120		120		120	
N° Capas	5		5		5	
N°Golp x Capa	12		26		56	
Cond. Muestra	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
P. Húm.+ Molde	11080.00	11092.98	12740.00	12780.60	13920.00	13933.92
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8115.00	8115.00
Peso Húmedo (gr)	4314.00	4326.98	5482.00	5522.60	5805.00	5818.92
Vol. Molde (cc)	2177.51	2177.51	2264.31	2264.31	2264.31	2264.31
Densidad H.(gr/cc)	1.98	1.99	2.42	2.44	2.56	2.57
Número de Ensayo	1-B	1-C	2-B	2-C	3-B	3-C
P.Húmedo + Tara	150.30	151.50	140.20	145.20	159.10	162.20
Peso Seco + Tara	140.90	141.80	131.10	134.90	148.40	151.20
Peso Agua (gr)	9.40	9.70	9.10	10.30	10.70	11.00
Peso Tara (gr)	34.20	34.80	33.10	34.50	34.50	38.10
P. Muestra Seca	106.70	107.00	98.00	100.40	113.90	113.10
Cont. Humedad	8.81%	9.07%	9.29%	10.26%	9.39%	9.73%
Cont.Hum.Prom.	8.74%	9.07%	9.45%	10.26%	9.46%	9.73%
DENSIDAD SECA	1.822	1.822	2.212	2.212	2.342	2.342

Fuente: Obtenidos de laboratorio

Tabla 33 Expansión del material de cantera + PAM

TIEMPO		MODEL 4			MOLDE 5			MODEL 6		
ACUMULADO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.400	0.400	0.33	0.200	0.200	0.17	0.100	0.100	0.08
48	2	0.700	0.700	0.58	0.600	0.600	0.50	0.200	0.200	0.17
72	3	1.000	1.000	0.83	0.800	0.800	0.67	0.500	0.500	0.42
96	4	1.100	1.100	0.92	0.900	0.900	0.75	0.600	0.600	0.50

Fuente: Obtenidos de laboratorio

Tabla 34 Penetración CBR del Material de cantera + PAM

PENETRACION		MOLDE N° 04		MOLDE N° 05		MOLDE N° 05	
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	127	6.47	99	5.04	137	6.98
1.27	0.050	251	12.78	242	12.32	347	17.67
1.91	0.075	383	19.51	453	23.07	580	29.54
2.54	0.100	454	23.12	584	29.74	825	42.02
5.08	0.200	813	41.41	1059	53.93	1422	72.42
7.62	0.300	1078	54.90	1399	71.25	2038	103.79
10.16	0.400	1287	65.55	1703	86.73	2432	123.86
12.70	0.500	1459	74.31	1950	99.31	2684	136.69

Fuente: Obtenidos de laboratorio

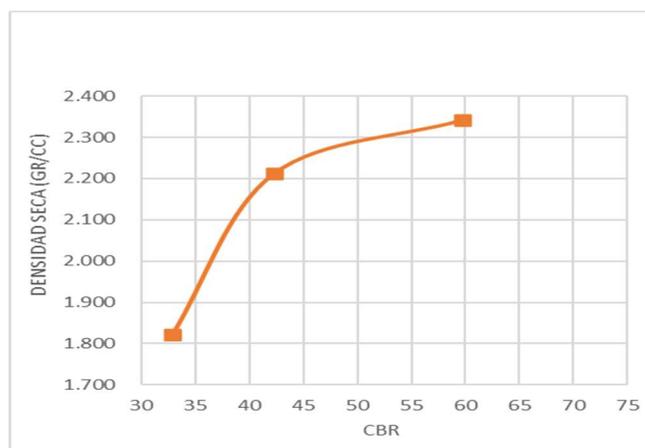


Figura 23 Curva CBR del Material + PAM

Fuente: Obtenidos de laboratorio

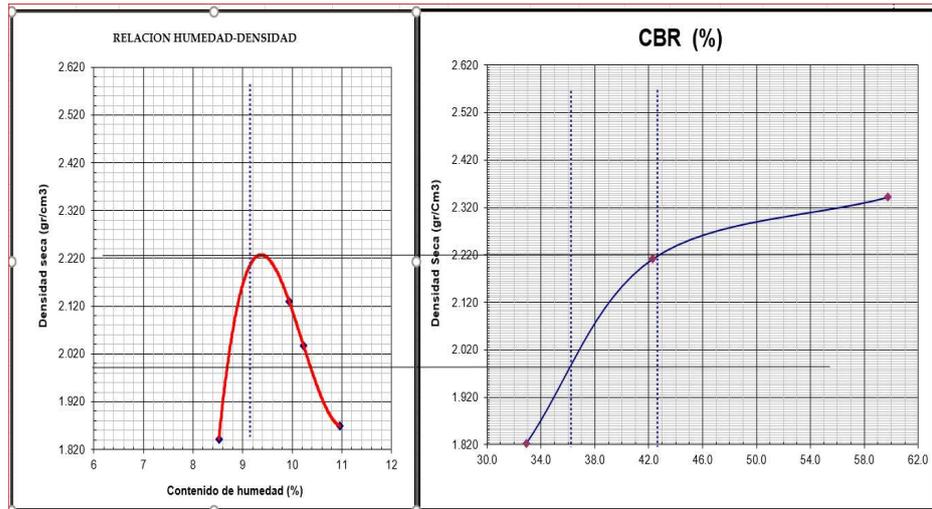


Figura 24 Relación de CBR y MDS
Fuente: Obtenidos de laboratorio

Tabla 35 Resultados del CBR a una Penetración de 0.1”

RESULTADOS DEL CBR DEL MATERIAL CANTERA + PAM	
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	43.10%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	36.30%

Fuente: Obtenidos de laboratorio



Imagen 16 Prensa de Penetración maquina CBR
Fuente: Propia

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADO

5.1. Influencia de la aplicación del Polímero Poliacrilamida (PAM).

En esta investigación al determinar la influencia de la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM) en la estabilización del suelo se pudo contrastar que mejora sus propiedades físico - mecánicas del material estabilizado. Esto quiere decir que el material de la cantera principal al ser combinado con el Polímero Poliacrilamida (PAM) aumenta su capacidad de soporte, reduce el Optimo contenido de humedad, su índice de plasticidad y como también minimiza los daños en la superficie; mejorando su tiempo de vida útil y niveles de servicio de la superficie de rodadura. Frente a los mencionado se acepta la hipótesis de investigación, donde refiere que Influirá en las propiedades físico – mecánicas con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM) en la estabilización del suelo de las carreteras vecinales de la Provincia de Angaraes – Huancavelica. Estos resultados son corroborados por (Nesterenko Cortes, 2018) quien en su investigación llega a concluir que las muestras estabilizadas con PAM mejoran en sus propiedades mecánicas frente a las muestras en estado natural. En tal sentido, al analizar estos resultados, confirmamos que al combinar el

polímero poliacrilamida (PAM) y el material de la cantera principal esta influye adquiriendo una mayor resistencia y durabilidad debido a ello van a requerir una menor intervención a nivel de mantenimiento periódico el cual sería una alternativa de solución de problemas viales.

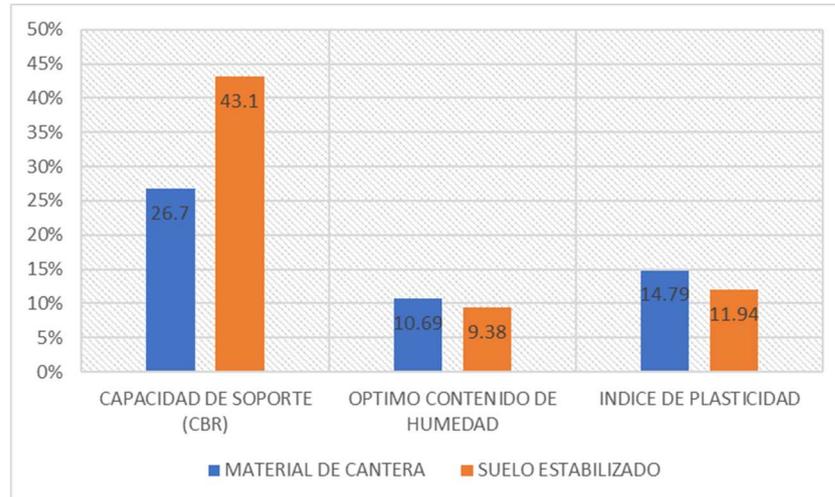


Figura 25 Comparación de las Propiedades del Suelos
Fuente: Obtenidos de laboratorio

5.2. Comportamiento del Índice de Plasticidad del Suelo estabilizado

Al analizar el comportamiento del índice de plasticidad del suelo estabilizado con la aplicación de polímero poliacrilamida se verifico que la muestra estabilizada presenta un Índice Plasticidad de 11.94%, mientras que la muestra sin estabilizar presento un Índice de Plasticidad de 14.79%; Es decir que la muestra en su estado natural con un IP de 14.79% se encuentra fuera de los parámetros de MTC, mientras que el suelo estabilizado cumple con los parámetros, debido a que este reduce el IP en un 2.85%. Ante lo indicado se acepta la hipótesis de investigación, donde se indica que el índice de plasticidad del suelo estabilizado se reduce con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM). Estos resultados son corroborados por (Curitomay Najarro, 2018) quien en su investigación llega a concluir que los polímeros como estabilizador químico produjeron reducción en el Índice de plasticidad. Al analizar los resultados podemos determinar que al aplicar el estabilizador químico poliacrilamida (PAM) a un material granular esta reduce el Índice de plasticidad.

Tabla 36 Comparación del índice de Plasticidad

CLASIFICACION DEL SUELO		MATERIAL DE CANTERA	SUELO ESTABILIZADO	INDICE DE PLASTICIDAD
SUCS	AASHTO			
SC	A-2-6 (1)	X		14.79
SC	A-2-6 (1)		X	11.94

Fuente: Obtenidos de laboratorio

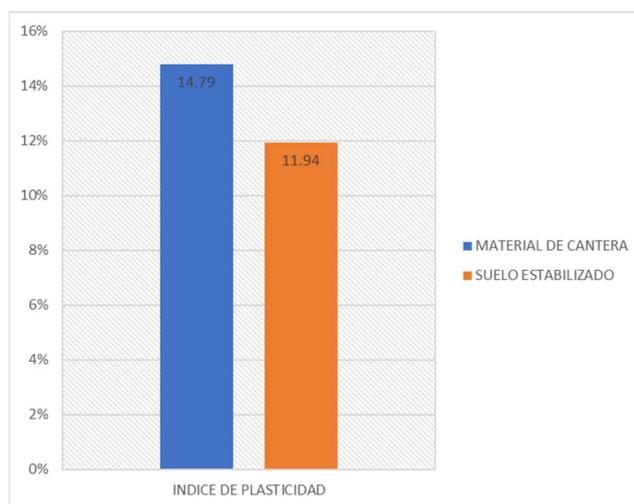


Figura 26 Comparación de los Límites de Consistencia
Fuente: Obtenidos de laboratorio

5.3. Valores de la Capacidad de Soporte (CBR)

Al evaluar los valores de capacidad de soporte (CBR) obtenidos del suelo estabilizado con la aplicación del polímero poliácridamida (PAM) se contrasta que el CBR del material de cantera es de 26.70 % al 100% MDS y el suelo estabilizado tiene un CBR de 43.10% al 100% de MDS. Esto quiere decir que hay un incremento de 16.40% de la capacidad de soporte (CBR) en comparación con el material de cantera sin estabilizar. Por lo que se acepta la hipótesis de investigación, donde refiere que los valores de la capacidad de soporte (CBR) de suelo estabilizado aumentaran significativamente con la aplicación del polímero poliácridamida (PAM). Estos resultados son corroborados por (Villanueva Flores, 2017) quien en su investigación concluye que el valor de CBR aumenta significativamente en un 58.90% con la aplicación de un Polímero poliácridamida en comparación con un material natural. ante ello confirmamos que la aplicación de un estabilizador químico (polímero poliácridamida PAM) incrementara la capacidad de soporte (CBR) de un suelo.

Tabla 37 Valores de la Capacidad de Soporte

CLASIFICACION DEL SUELO		MATERIAL DE CANTERA	SUELO ESTABILIZADO	CBR
SUCS	AASHTO			0.01%
				100%MDS
SC	A-2-6 (1)	X		26.70
SC	A-2-6 (1)		X	43.10

Fuente: Ensayos de Laboratorio

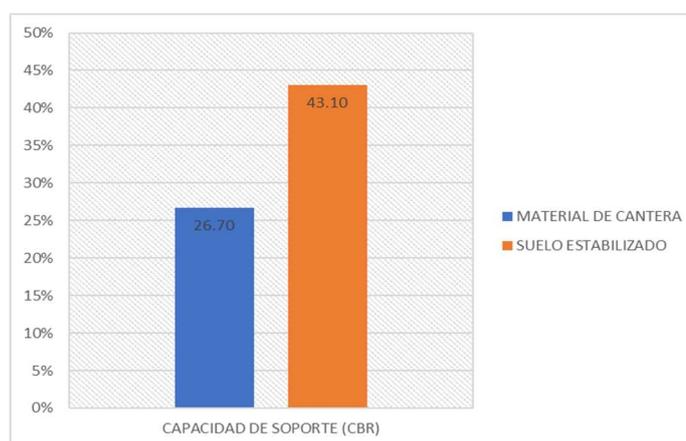


Figura 27 Comparación del CBR

Fuente: Ensayos de Laboratorio

5.4. Niveles de servicio

Al explicar de qué manera mejoraría los niveles de servicio con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM), se evaluó los niveles de servicio de la carretera vecinal las cuales presentan daños en la superficie de rodadura como ahuellamiento, erosión, baches y encalaminado debido a que el material con el que se realiza el mantenimiento periódico son susceptibles al agua por tanto al estabilizar el material de cantera con el polímero poliacrilamida (PAM) se logra que las capas de rodadura tengan mejor desempeño las cuales minimizaran los daños antes mencionado en cualquier época del año, prolongando su vida útil y reduciendo los costos de mantenimiento, cumpliendo los parámetros de los niveles de servicio y esta brindara al usuario (comodidad, seguridad y económica). Por lo descrito anteriormente se acepta la hipótesis de investigación, donde se menciona que se mantendría los niveles de servicio a largo plazo con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM). Este resultado es corroborado con el proyecto ejecutado del tramo Chaglla - Panao -

Provincia de Pachitea - Región Huánuco de 30 km en la que se visualiza la conservación de los niveles de servicio de la vía a los 8 meses de haberse estabilizado el suelo con el Polímero Poliacrilamida a nivel de mantenimiento periódico. En ese sentido, se confirma que una vez estabilizado el suelo con el polímero poliacrilamida (PAM) sus niveles de servicio se mantendrán en buenas condiciones requiriendo una menor intervención de mantenimiento.



Imagen 17 Estado Final de la Vía del Tramo Chaglla – Panao
Fuente: AustLatin



Imagen 18 Estado de la vía a los 8 meses del tramo Chaglla – Panao
Fuente: AustLatin

CONCLUSIONES

1. Se verifica que al aplicar el polímero poliacrilamida (PAM) al material de cantera esta influye en sus propiedades físico – mecánicas, mejorando su vida útil y reduciendo su intervalo de intervención (mantenimiento periódico).
2. Se verifica una reducción del Índice de plasticidad del suelo estabilizado con el polímero poliacrilamida (PAM) frente al material de cantera en un 2.85%. Por lo tanto, el polímero poliacrilamida (PAM) tiene la capacidad de reducir la plasticidad de un material, las cuales su mayoría los materiales en su estado natural no cumplen con los parámetros de MTC.
3. Se verifica que suelo estabilizado tiene un CBR de 43.10% al 100%MDS mientras que el suelo en estado natural tiene un CBR de 26.70% al 100% MDS. Esto quiere decir que hay un incremento de 16.40% de la capacidad de soporte.
4. Al aplicar polímero poliacrilamida (PAM) se logra capas granulares con mejor desempeño, los cuales reducirán los daños como ahuellamiento, erosión, baches y encalaminado en cualquier época del año. Esto quiere decir que cumplirá con los niveles de servicio y se prolongará a vida útil de vía brindando al usuario comodidad, seguridad y economía.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que al determinar la capacidad de soporte (CBR), la muestra estabilizada con polímero poliacrilamida tenga 28 días de curado, para verificar los mayores resultados de acuerdo a las especificaciones técnicas del producto.
2. Se recomienda que los proyectos de mejoramiento y mantenimientos periódicos de carreteras se apliquen soluciones básicas, para conservar los niveles de servicio, para minimizar costos de operación involucrando una mejor utilización de los recursos del estado.
3. Se recomienda realizar una investigación de las condiciones de la superficie de rodadura una vía estabilizada con polímero poliacrilamida (PAM) a nivel de afirmado

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar Castañeda, Catherin Gisella y Borda Riveros, Yeraldin. 2015. Revisión de estado del arte de uso de polímeros en la estabilidad de suelos. Universidad Santos Tomas, Bogota : 2015.

Aguilar, Catherin. Revisión de estado del arte de uso de polímeros en la estabilidad del suelos. Universidad Santo Tomas, Bogota : s.n.

ALTAMIRANO Navarro, Genaro Jose y DIAZ Sandino, Axell Exequiel. 2015. Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la Comunidad de San San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas. Managua : Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2015.

Aplicación de la poliacrilamida como una alternativa para el tratamiento de suelos contaminados por hidrocarburos. **Osorio Bautista, Manuel y Adams Schroeder, Randy. 2013.** 2013, Kuxulkab, pág. 83.

Aplicación de las poliacrilamidas en paisajismo y Jardinería. **Enseñat De Carlos, Luz y Cabot Moura, Orene. 2005.** 2005, Horticultura.

ARROYO Hilton, Nancy. 2012. Diseño y conservación de pavimentos Rígidos. Universidad Nacional Autónoma de México, Managua : 2012.

Baldeon Sauñe, Irvin P. 2019. Análisis del uso de la arena de sílice en la estabilidad de la subrasante. Universidad Peruana Los Andes, Huancayo : 2019.

BAÑÓN Blázquez, Luis y BEVIA García, José F. 2000. Manual de Carreteras - Construcción y Mantenimiento. s.l. : Ortiz e Hijos, Contratistas de Obras, S.A., 2000.

BARRIOS Bolaños, Walter. 2007. Guía teórica y práctica de los cursos de pavimentos y mantenimiento de carreteras. Guatemala : s.n., 2007.

CHAVEZ Pajuelo, Rafael Antonio. 2018. Estudio comparativo empleando el aditivo Proes y Consolid para la estabilización de suelos en Caminos Vecinales. Universidad Cesar Vallejo, Lima : 2018.

CHAVEZ, Alizo. 2001. Introducción a la Investigación Educativa. 2001.

Curitomay Najarro, Carlos Jan. 2018. Estabilización de suelos arcillosos con polímeros de tipo copolímero, aplicado a obra viales de media tránsito en la carretera Pucalloma - Yanayacu - Distrito de Socos. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho : 2018.

DUQUE, Gonzalo y ESCOBAR, Carlos. 2002. Origen, formación y constitución del suelo. 2002.

ENCINAS Ramirez, Irma. 1993. Análisis de Datos. [En línea] 1993. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8180/1/UPS-QT06544.pdf>.

HERNANDEZ Hermosillo, Silvia. 2013. Población y muestra. Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo, México : 2013.

HUAMANI Gamarra, Zayda y CONDORI Ñahuinlla, Visayda. 2018. Aplicación del estabilizador Z con polímero en el incremento del valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental ap-103, tramo puente Ullpuhuaycco –

Karkatera (l= 14.050 kms) Abancay-Apurímac 2018. Abancay : Universidad Tecnológica de los Andes, 2018.

LOPEZ Carrasquero, Francisco. 2004. Fundamentos de polímero. Merida : s.n., 2004.

Marroquin Peña, Roberto. 2012. Confiabilidad y Validez de instrumentos de investigación. Universidad Nacional De Educación Enrique Guzmán Y Valle, Lima : 2012.

MARROQUIN Peña, Roberto. 2012. Metodología de la investigación. Universidad Nacional De Educación Enrique Guzmán Y Valle, Lima : 2012.

Ministerio de Economía y Finanzas. 2015. Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Lima : s.n., 2015.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2013. Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima : s.n., 2013.

—. **2013.** Manual de Carreteras Suelo - Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima : s.n., 2013.

—. **2008.** Manual para diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Lima : s.n., 2008.

—. **2016.** Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. Lima : s.n., 2016.

—. **2014.** Suelo, Geología y pavimento - Sección Suelos y Pavimentos. Lima : s.n., 2014.

MURILLO Hernández, W. 2008. La investigación científica. 2008.

Nesterenko Cortes, Darko. 2018. Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú. Universidad De Piura, Piura : 2018.

NESTERENKO Cortes, Darko. 2018. Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú. Universidad De Piura, Piura : 2018.

RAMOS vasquez,, Juan David y LOZANO Gomez, Juan Pablo. 2019. Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos. Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2019.

RUIZ, Ramon. 2007. El método científico y sus etapas. México : s.n., 2007.

SABINO, Carlos. 1992. El proceso de investigación. Caracas : s.n., 1992.

SALINAS, Pedro J. 2012. Metodología de la investigación científica. Merida : s.n., 2012.

Villanueva Flores, Silvia Monica. 2017. Propuesta de estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m., utilizando poliacrilamida aniónica, organosilano y sulfonatado. Universidad Ricardo Palma, Lima : 2017.

ANEXOS

ANEXOS 01

- **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA (PAM) PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CARRETERAS VECINALES EN LA PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCVELICA 2021.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿De qué manera influye la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM) en la estabilización del suelo en las carreteras vecinales de la Provincia de Angaraes - Huancavelica?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuál es el comportamiento del Índice de plasticidad del suelo estabilizado con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM)?</p> <p>¿Cuáles son los valores de la capacidad de soporte (CBR) obtenidos del suelo estabilizado con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM)?</p> <p>¿De qué manera mejoraría los niveles de servicio con la aplicación de polímero poliacrilamida (PAM)?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Determinar la influencia de la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM) en la estabilización del suelo de las carreteras vecinales de la Provincia de Angaraes – Huancavelica.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Analizar el comportamiento del índice de plasticidad del suelo estabilizado con la aplicación de polímero poliacrilamida.</p> <p>Evaluar los valores de capacidad de soporte (CBR) obtenidos del suelo estabilizado con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM).</p> <p>Explicar de qué manera mejoraría los niveles de servicio con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM).</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>Influirá en las propiedades físico - mecánicas con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM) en la estabilización del suelo de las carreteras vecinales en la Provincia de Angaraes – Huancavelica.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA:</p> <p>El índice de plasticidad del suelo estabilizado se reduce con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM).</p> <p>Los valores de la capacidad de soporte (CBR) de suelo estabilizado aumentaran significativamente con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM).</p> <p>Se conservaría los niveles de servicio a largo plazo con la aplicación del polímero poliacrilamida (PAM).</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Polímero Poliacrilamida (PAM)</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>:</p> <p>Estabilización del Suelo</p>	<p>METODO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>El método de investigación es científico, debido a que se realizó mediante pasos ordenados para adquirir conocimientos fiables a través de las hipótesis y la observación, mediante la comprobación con la experimentación.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACION:</p> <p>La presente tesis es un tipo de investigación aplicativo, debido a busca mecanismos y estrategias que permite establecer un objetivo concreto que es la estabilización del suelo a través de la aplicación del polímero poliacrílica.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Investigación descriptiva y explicativa.</p> <p>EL DISEÑO:</p> <p>Es diseño cuasi experimental</p> <p>POBLACIÓN</p> <p>Todas las carreteras vecinales de la provincia de Angaraes Región Huancavelica.</p> <p>MUESTRA</p> <p>La muestra constituida por la carretera vecinal Lircay – Jatumpata – Mitocasa –Dv. Ccollpa – Pitinpata – Perccapampa, la cual posee una longitud de 16 + 670 km.</p> <p>TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</p> <p>Las principales técnicas que se realizo es el muestreo de cantera.</p> <p>Los instrumentos que se utilizarán serán equipos de laboratorio de mecánica de suelos.</p> <p>PROCESAMIENTO DE INFORMACION</p> <p>Una vez efectuado el muestreo se realizará los ensayos de laboratorio como la granulometría, determinación de los límites de atterberg, clasificación AASTHO y SUCS, ensayo de Proctor Modificado y Ensayo de CBR</p> <p>TECNICA Y ANALISIS DE DATOS:</p> <p>Los datos de la Investigación se procesarán y analizarán como la Distribución de Frecuencias y Representaciones Gráficas</p>

ANEXOS 02

- **ENSAYOS DE LABORATORIO**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
 ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO : APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA (PAA) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS VECINALES DE LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCVELICA

SOLICITADO : BACH. JOSÉ CARLOS POMA LOAYZA

ALTITUD : 3471 msnm

ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA : N.T.P. 338.127 ASTM: D-2216

Procedencia : CANTERA JATUMPATA PROG. 3+820 KM

Fecha : 30/12/2021

Muestreo por : EL SOLICITANTE

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

CONTENIDO DE HUMEDAD(N.T.P.-338.127)		Muestra N°	1		
		Cantera N°	C-01		
		Potencia:	39906 M3		
N° DE PRUEBA		1	2	3	
N° TARRO	UND.	L-6	L-7	J-1	
Peso Del Tarro	Gr.	27.20	36.80	36.90	
Tarro + Muestra Humedo	Gr.	137.40	129.30	137.10	
Tarro + Muestra Seco	Gr.	126.10	121.20	122.60	
Peso del Agua Contenido	Gr.	11.30	8.10	14.50	
Peso De la Muestra Seca	Gr.	98.90	84.40	85.70	
% De Humedad	Gr.	11.426	9.597	16.919	
HUMEDAD PROM. (%)		12.647			

OBSERVACIONES:

Alfonso
 Ing. Alfonso Samueldo Ancochea
 INGENIERO CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE
 SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

Alfonso
 Ing. Alfonso Samueldo Ancochea
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 76935



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
 ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO : APLICACION DEL POLIMERO POLIACRILAMIDA (PAA) EN LA ESTABILIZACION DEL SUELO EN LAS CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE ANDARAES - HUANCVELICA

SOLICITADO : BACH. JOSE CARLOS POMA LOAYZA

AL TITULO : 3471 main

ENSAYO : LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

NORMA : N.T.P. 399.139 ASTM D4318

Procedencia : CANTERA JATUMPATA PRÓG. 3+820 KM

Fecha : 30/12/2021

Muestreo por : EL SOLICITANTE

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

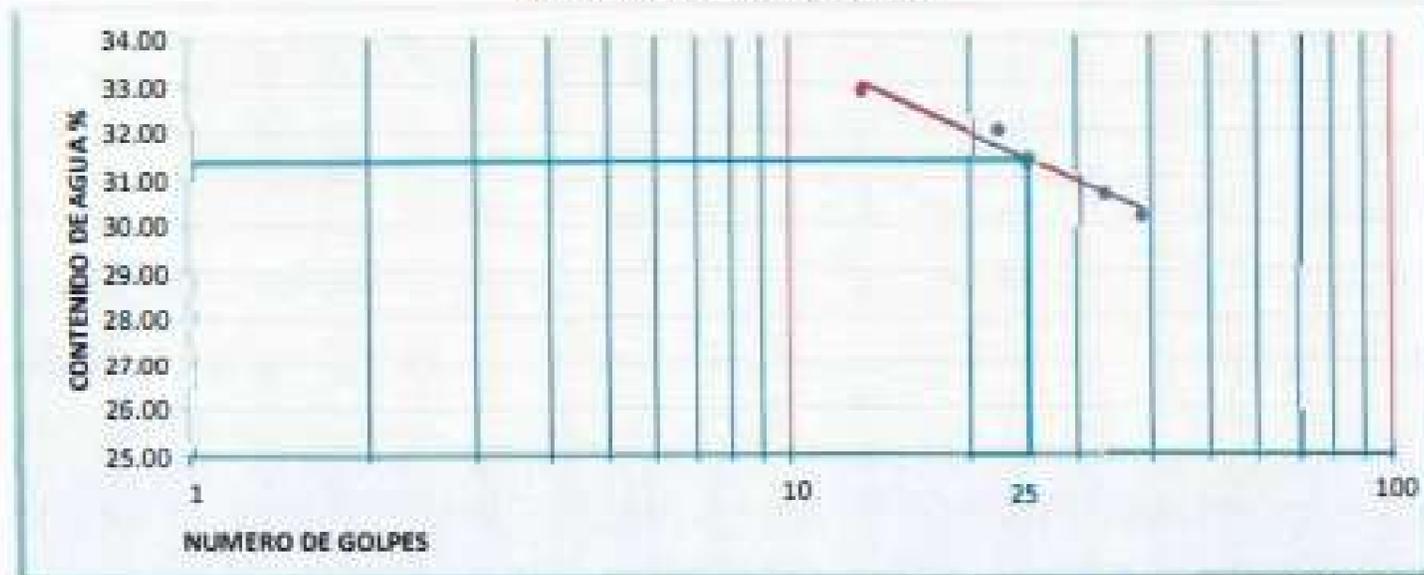
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (NTP 399.139 ASTM D4318)

Muestra N°: 1
 Cantera N° C-01
 Potencia: 39906 M3

LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	L-6	L-7	L-8	L-9
PRUEBA N°	1	2	3				
FRASCO N°	L-3	L-4		L-6	L-7	L-8	L-9
N° DE GOLPES				38	33	22	13
W FRASCO + S. HUMEDO (gr)	41.10	42.80		66.30	67.40	67.20	72.10
W FRASCO + S. SECO (gr)	39.50	41.10		59.50	60.20	59.80	63.40
PESO DEL AGUA (gr)	1.60	1.70		6.80	7.20	7.40	8.70
PESO DEL FRASCO (gr)	30.30	30.30		36.95	36.70	36.70	36.90
PESO DEL SUELO SECO (gr)	9.20	10.80		22.55	23.50	23.10	26.50
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.39	15.74		30.16	30.64	32.03	32.83

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



PAG. 1 DE 2

[Signature]
 Ing. Aperto Sarmiento Anchoa
 INGENIERO CIVIL
 LABORATORIA DE MECANICA DE SUELO CONCRETO Y ASFALTO

[Signature]
 Ing. Abel Nino Calsin
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 76935

RESULTADOS

LIMITE DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA			
LIM. LIQUIDO (%)	LL	=	21.28
LIM. PLASTICO (%)	LP	=	16.57
IND. PLASTICO (%)	IP	=	14.79
CONTENIDO DE HUMEDAD	Wt	=	12.66
GRADO DE CONSISTENCIA	Fc	=	1.26

OBSERVACIONES





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
 ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO	APLICACION DEL FODAPREPOSLICIONAMIA EN ABSEN LA ESTABILIDAD DEL SUELO EN EL CARRISTERO VESTIMENTA DE LA PROVINCIA DE HUANCVELICA		
SOLICITADO	SACH. JOSE CARLOS POBIA LOAYZA		
AL TITULO	JAT		
ENSAYO	ANALISIS GRANULOMETRICO		
NORMA	NTP: 339.128 ASTM: C422		
Procedencia	CANTERA JATUMPATA PROG. 3+820 KM		
Fecha	30/12/2021		
Muestreo por	EL SOLICITANTE		
Revisado por	Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH		
ANALISIS GRANULOMETRICO (NTP 339.128 ASTM-C422)	Muestra N°	1	
	Cantera N°	C-01	
	Peso: 1000 G		

Humedad de la muestra (%)

PESO SECO+TARA (gr)	3000	Peso Seco de muestra Usada:	1870
PESO TARA-1 (gr)	130	Peso para el tamizado:	1688
PESO SECO DESPUES DE LAVADO (gr)	1738	Fondo:	202
PESO TARA-2 (gr)	100		

ASTM	malla mm	Peso retenido (gr)	Peso coqueado (gr)	% parcial retenido	ACUMULADO	
					% Retenido	% que Pasa
3"	76.2	1	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	3	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	40.00	98.41	1.26	1.26	94.34
3/8"	9.525	52.00	107.93	1.74	12.10	87.90
#4	4.75	98.30	128.75	5.82	18.72	81.28
#6	2.5	92.10	152.38	8.17	26.89	73.11
#10	1.9	81.71	151.82	8.12	35.01	64.99
#20	0.84	38.88	95.48	5.18	40.19	59.81
#30	0.60	48.88	115.38	6.17	46.36	53.64
#40	0.425	49.38	121.29	6.48	52.84	47.16
#60	0.250	41.10	101.11	5.41	58.25	41.75
#100	0.149	30.38	74.54	3.98	62.23	37.77
#200	0.074	22.10	54.37	2.91	65.14	34.86
plástico y lavado		202				
plástico y tamizado		62.52	662.17	34.92	100.00	0.00
SUMA		760.11	1000.00	100		

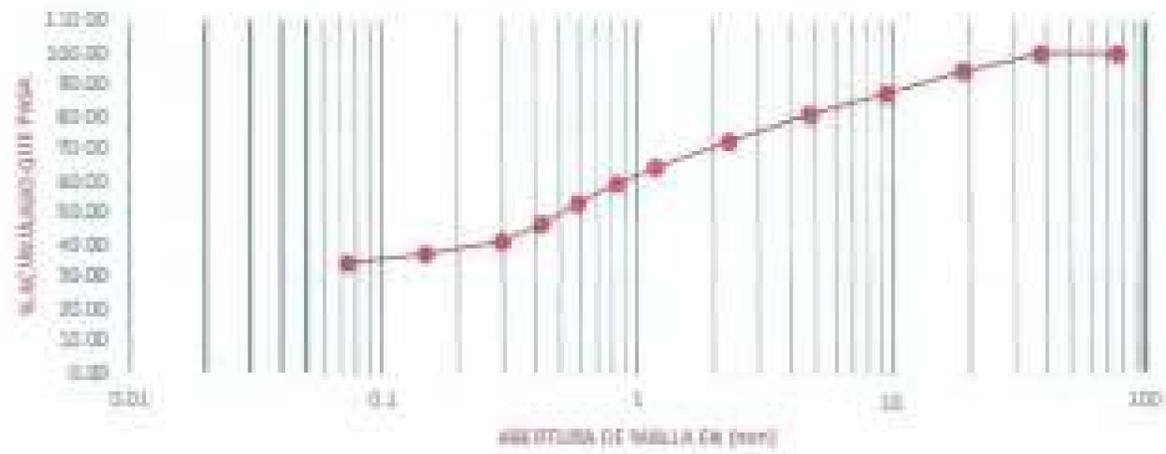
DIFERENCIA DE PESOS (gr): 1109.9 DE 1870.00

Ing. Apuro Sumate Anillo
 INGENIERO CIVIL
 MANTENIMIENTO Y REPARACION
 DE CARRETERAS

Ing. Edwin Rojas Caceres
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 78835

3.1 DE 3

ANALISIS GRANULOMETRICO



INTERPOLACION D15

P.S. = 34.32
 P.I. = 0
 D.S. = 0.074
 D.I. = 0
 D10 = 0.021

INTERPOLACION D30

P.S. = 34.32
 P.I. = 0.000
 D.S. = 0.074
 D.I. = 0
 D30 = 0.064

INTERPOLACION D60

P.S. = 64.99
 P.I. = 55.890
 D.S. = 1.190
 D.I. = 0.840
 D60 = 0.848

Coefficiente de Uniformidad

Cu = 40.381

Coefficiente de Curvatura:

Cc = 0.23




 Ing. Agostino Sorrentino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 76935

OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY
 AREA DE PRODUCCION Y SERVICIOS



PROYECTO : APLICACION DEL POLIMERO POLIACRILAMIDA (PAA) EN LA ESTABILIZACION DEL SUELO EN LAS CARRETERAS VECINALES DE LA PROVINCIA DE ANCAHUECO - HUANCavelica

SOLICITADO : BACH. JOSE CARLOS POMA LEONARDO

ALTITUD : 3471 msnm

ENSAYO : CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S

NORMA : ASTM D-2487

Procedencia : CANTERA JATUMPATA PROG. 3-620 KM

Fecha : 30/12/2021

Muestreo por : EL SOLICITANTE

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S. (I)	Muestra N°	1
	Cartera N°	C-01
	Potrera:	38906 MD

% Que pasa malla N°200	34.92	D10:	0.021
% Que pasa malla N°4	81.28	D30:	0.064
Límite líquido	LL: 31.36	D60:	0.848
Límite plástico	LP: 16.07	Cu:	40.381
Índice de plasticidad	IP: 14.79	Cc:	0.230

Tipo de suelo según su granulometría:	SUELO ORUGO	
Tipo de simbología	SC	
Tipo de suelo:	SC	
Sueto:	ARENA ARCILLOSA	
CLASIFICACION SUCS	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA

OBSERVACIONES:

PAQ.1 DE 1





UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
 ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO : APLICACIÓN DEL POLIURETANO AGRANADO SOBRE LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS VERTICALES DE LA PROVINCIA DE HUANCAMELICA.
SOLICITADO : BACH. JOSE CARLOS ROMA LOAYZA
ALTIUD : 3071 msnm

ENSAYO : CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN A.A.S.H.T.O.
NORMA : ASTM : D-2487

Procedencia : CANTERA JATUMPATA PROG. 3+600 KM
Fecha : 30/12/2021
Muestreo por : EL SOLICITANTE
Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN A.A.S.H.T.O.G)	Muestra N°	1
	Cantera N°	C-01
	Potencia	39001 M3

% Que pasa malla N°200	34.92	Determinación del índice de grupo (IG)	
% Que pasa malla N°40	47.23	Ip	0.00
% Que pasa malla N°10	69.579	Ip	19.92
Limite liquido	LL: 31.36	Ip	0.00
Limite plastico	LP: 16.566	Ip	4.79
Índice de Plasticidad	IP: 14.79		

Tipo de suelo: Material Granular
Clasificación de suelo: A-2
Suelo: A-2-E (1)
Tipo de material: Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas
Tamaño de Fundación:

OBSERVACIONES:

Jose Carlos Roma Loayza
 Ing. Jose Carlos Roma Loayza
 INGENIERO CIVIL
 UNH

Jose Carlos Roma Loayza
 Ing. Jose Carlos Roma Loayza
 INGENIERO CIVIL
 UNH



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
 AREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO	APLICACIÓN DEL PROCEDEO POLICRISTALINO PARA EN LA DISTRIBUCIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS Y OBRAS DE LA PROVINCIA DE ANCAHUELA - HUANCAMELICA
SOLICITADO	ING. JOSÉ CARLOS FORN LÓPEZ
ALTIUD	3471 msnm
ENSAYO	PROCTOR MODIFICADO
NORMA	N.T.P. 200.041 ASTM D1557
Procedencia	CARRETERA JAUMILLA - A - PUNO: 3+855 KM
Fecha	30/12/2021
Muestras por	EL SOLICITANTE
Realizado por	Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreteo y Asfalto - UNH

COMPACTACION		METODO A UTILIZAR: METODO A			
PRUEBA NUMERO	UND.	1	2	3	4
N° DE CAPAS		5	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA		25	25	25	25
PESO DEL MOLDE + SUELO COMPACTADO	gr	3861	3975	3998	3932
PESO DEL MOLDE	gr	2000	2000	2000	2000
PESO DEL SUELO COMPACTADO	gr	1861	1975	1998	1932
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	943.89	943.89	943.89	943.89
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm ³	1.972	2.092	2.117	2.047
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.833	1.901	1.900	1.790

CONTENIDO DE HUMEDAD					
	UND.	1	2	3	4
N° TARRO		L-5	L-9	J-3	J-4
Tarro + Suelo Humedo	gr	66.60	73.70	69.10	70.60
Tarro + Suelo Seco	gr	63.10	70.30	62.70	66.50
Agua	gr	3.50	3.40	6.40	4.30
Peso Del Tarro	gr	36.80	36.40	36.70	36.60
Peso Del Suelo Seco	gr	46.30	33.90	56.00	29.90
% De Humedad	%	7.56	10.03	11.43	14.38
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.833	1.901	1.900	1.790

[Firma]
 Ing. Apolo Sarmiento Arco
 INGENIERO CIVIL
 MATRICULADO EN EL REGISTRO
 DEL COLEGIO N° 10018

[Firma]
 Ing. Abelardo Castro
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 78835



RESULTADOS

DESCRIPCIÓN	UNO	
DENSIDAD MÁXIMA*	g/cm ³	1.904
Óptimo contenido de humedad*	%	10.69

OBSERVACIONES



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARCOS

 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

 LABORATORIO DE MATERIALES

 CONSTRUCCIONES Y MATERIALES



 Ing. Edwin Nino Castro

 INGENIERO CIVIL

 CIP. 76935

PÁG. 1 DE 3



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
 ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO	INFORME DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA TRACCIÓN DE UN MUESTRO DE CONCRETO EN UN MUESTRO DE CEMENTO		
SOLICITADO	ING. JOSÉ CARLOS POSA LOAYZA		
AL TÍTULO	2471 horas		
ENSAYO	Vicio relativo de soporte CSR		
NORMA	NTN:	359-145	ACTM: 01983

Precedencia	ORDEN JARAMPATA/ROC 3-622 HR
Fecha	2018/02/01
Muestras por	EL SOLICITANTE
Revisado por	Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Aridos - 094

MOLDE	1		2		3					
	ANTES DE EMPAQUAR	DESPUES	ANTES DE EMPAQUAR	DESPUES	ANTES DE EMPAQUAR	DESPUES				
Altura Molde (mm)	120		120		120					
N° Capas	3		3		3					
N° Grupos + Capas	12		24		36					
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAQUAR	DESPUES	ANTES DE EMPAQUAR	DESPUES	ANTES DE EMPAQUAR	DESPUES				
P. Hum + Molde	112+0.00	1123+79	1196+00	1206+07	1201+00	1206+17				
Peso Molde (gr)	6766.00	6766.00	7258.00	7258.00	8115.00	8115.00				
Peso Humedo (gr)	4894.00	4895.79	4732.00	4811.07	4765.00	4876.17				
Vol. Molde (cc)	2177.31	2177.31	2284.31	2284.31	2284.31	2284.31				
Densidad H (gr/cc)	2.24	2.19	2.09	2.12	2.12	2.16				
Número de Ensayo:	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C	
P. Humedo + Tara	147.30	149.50	150.10	159.30	141.10	144.30	158.30	155.10	160.00	
Peso Seco + Tara	126.50	128.10	128.40	127.30	131.30	133.00	142.10	145.80	147.10	
Peso Agua (gr)	10.70	11.40	11.70	8.00	9.80	11.20	11.40	11.30	12.90	
Peso Tara (gr)	35.10	34.20	34.60	38.00	33.10	34.30	32.80	34.00	38.10	
P. Muestra Seca	101.40	103.90	103.80	91.30	98.20	98.50	112.30	113.30	109.00	
Cont. Humedad	10.58%	10.97%	11.26%	8.10%	9.98%	11.37%	9.68%	10.06%	11.92%	
Cont. Hum. Prom.	10.78%		11.26%		9.94%		11.37%		10.97%	
DENSIDAD SECA	1.884		1.884		1.908		1.908		1.924	

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

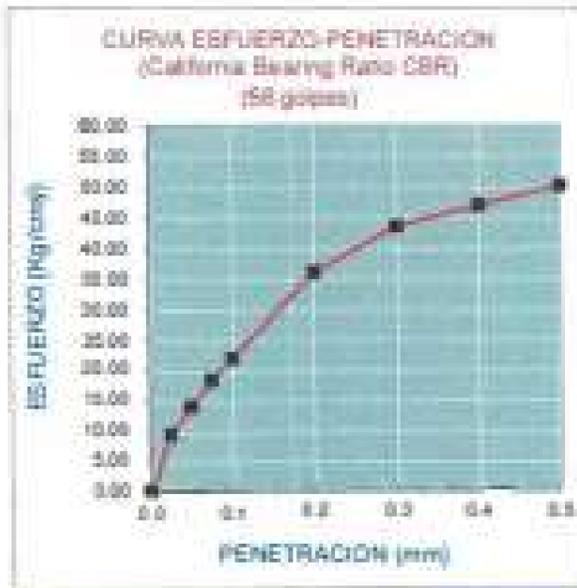
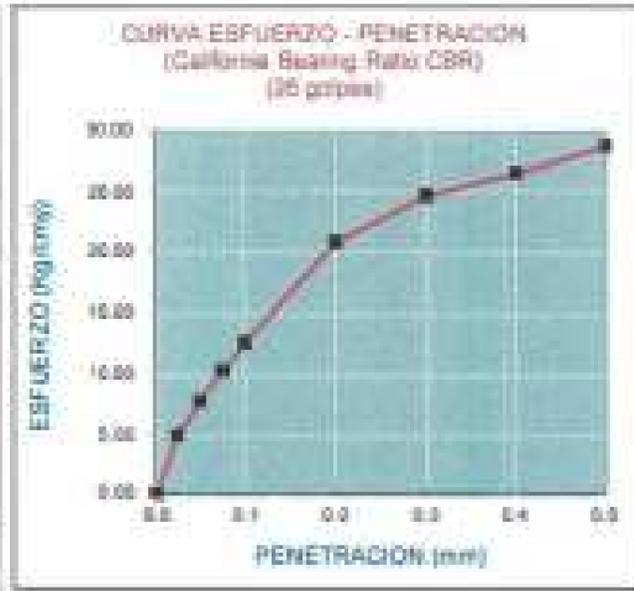
TIEMPO ACUMULADO	HORA	DÍAS	NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE			NÚMERO DE MOLDE		
			LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
				DEFORM.	(mm)		(%)	DEFORM.		(mm)	(%)
0	0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0	0.000	0.000	0.00	0.300	0.300	0.25	0.200	0.200	0.17
48	2	0	0.000	0.000	0.75	0.750	0.750	0.59	0.400	0.400	0.33
72	3	0	1.200	1.200	1.00	0.900	0.900	0.71	0.600	0.600	0.50
96	4	0	1.200	1.200	1.00	0.900	0.900	0.71	0.600	0.600	0.50

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN

PENETRACION		MOLDE N° 51		MOLDE N° 52		MOLDE N° 53	
(mm)	(N/mg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.09	0.002	44	4.44	100	4.00	100	6.66
1.27	0.008	79	8.07	128	7.82	277	16.11
1.91	0.015	98	6.50	282	15.64	385	18.54
2.54	0.100	119	6.08	290	15.78	495	22.15
3.00	0.200	210	10.70	470	20.88	710	28.16
3.82	0.300	275	14.37	480	24.79	825	43.34
10.16	0.400	320	16.30	521	26.53	825	47.11
12.70	0.500	360	18.36	540	28.78	887	50.22

Prof. José Carlos Posa Loayza
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 76935

Prof. José Carlos Posa Loayza
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 76935



PENETR.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	8.06	10.70
MOLDE 2	12.73	20.89
MOLDE 3	22.15	36.16

(*) Valores Corregidos

	DENS	0.1	0.2	CBR	UBICACIÓN
MOLDE 1	1.894	8.02	10.15	10.15	MUESTRA 1
MOLDE 2	1.909	16.11	19.80	19.80	
MOLDE 3	1.926	21.99	34.29	34.29	

CBR Para el 100% de la M.D.S. =	26.78%
CBR Para el 95% de la M.D.S. =	10.20%

OBSERVACIONES



PAG. 1 DE 2
Ing. Abelardo Cordero
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 76935



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY
 AREA DE PRODUCCION Y SERVICIOS



PROYECTO : APLICACION DEL POLIURETANO POLIACRILAMIDA (PAC) EN LA ESTABILIZACION DEL RASO EN LAS CARRETERAS VECINALES DE LA
 REGION DE AYACUCHO - HUANCVELICA

SOLICITADO : DRA. JOSE CARLOS POMA (18/7)

ALTIUD : 3471 msn

ENSAYO : LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

NORMA : N.T.P. 308.108 ASTM D4318

Procedencia : CANTERA + POLIACRILAMIDA (0.030gr/kg)

Fecha : 30/12/2021

Muestras por : EL SOLICITANTE

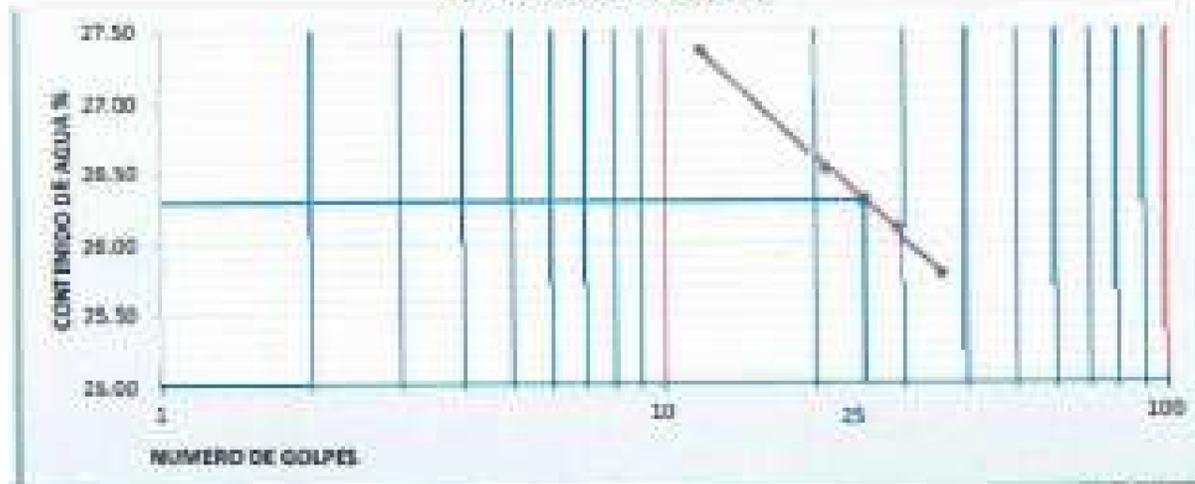
Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (NTP 308.108
 ASTM D4318) Muestra N°: 1
 Cantera N°: C-01
 Ubicación: 39006 M3

LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO			
	1	2	3	L-6	L-7	L-8	L-9
PRUEBA N°							
FRASCO N°	L-3	L-4		L-6	L-7	L-8	L-9
N° DE GOLPES				36	29	21	12
W FRASCO + S. HUMEDO (gr)	42.40	42.10		71.70	68.10	69.60	63.90
W FRASCO + S. SECO (gr)	40.90	40.60		64.10	61.60	59.70	58.10
PESO DEL AGUA (gr)	1.50	1.60		7.00	6.50	6.10	5.80
PESO DEL FRASCO (gr)	30.30	30.30		36.95	35.70	36.70	38.00
PESO DEL SUELO SECO (gr)	10.60	10.30		27.15	24.90	29.00	21.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.15	14.56		25.78	26.10	26.53	27.36

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



PAG. 1 DE 2

Alfred
 No. Apuro, Comercio Asfalto
 INGENIERO CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

Alfred
 Ing. Alfredo Poma
 INGENIERO CIVIL
 EP. 7885

RESULTADOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA MUESTRA			
LM. LÍQUIDO (%)	LL	+	28.33
LM. PLÁSTICO (%)	LP	+	18.33
MO. PLÁSTICO (%)	MP	0	11.33
CONTENIDO DE HUMEDAD	W _m	+	52.66
ÍNDICE DE CONSISTENCIA	I _c	+	1.14

OBSERVACIONES



[Handwritten Signature]
Ing. *[Handwritten Name]*
INGENIERO CIVIL
C.P. 78000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
 ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO : HUANCAY DEL PIS. MERO POLICRETHIN. PASELA COTRIBUCION DEL SUELO DEL LA CARPETA DEL AEROPUERTO DE LA CIUDAD DE HUANCAY - HUANCVELICA

SOLICITADO : MRO. JOSE CARLOS POMA LUYZA

ALTUD : 3411 msnm

ENSAYO : CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN A.A.S.H.T.O.

NORMA : ASTM D-2487

Procedencia : CANTERA + POLIACRILAMIDA (0.030g/kg)

Fecha : 30/12/2021

Muestreo por : EL SOLICITANTE

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UNH

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN A.A.S.H.T.O.(g)	Muestra N°	1
	Cantera N°	C-01
	Potencia	39905 M3

% Que pasa malla N°200	34.92	Determinación del índice de grupo (IG)	
% Que pasa malla N°40	47.23	w _p	0.00
% Que pasa malla N°10	88.575	w _L	13.02
Límite líquido	LL: 26.92	w _p	0.00
Límite plástico	LP: 14.357	w _p	1.94
Índice de elasticidad	IP: 11.54		

Tipo de suelo:	Material Granular
Clasificación de suelo:	A-2
Suelo:	A-3-B (1)
Tipo de material:	Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas
Terrazo de Fundación:	

OBSERVACIONES:

Ing. Agustin Toranzo Ancochea
 INGENIERO CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Ing. Edwin Nolas Cobian
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 78995



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
 AREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO : APLICACION DEL FILM MODO POLIACRILAMIDA (PAA) EN LA ESTABILIZACION DEL SUELO EN LAS CARACTERISITICAS VEDORIALES DE LA PROVINCIA DE HUANCAMELICA

SOLICITADO : BACH. JOSE CARLOS TOMA JAVIERA

ALTITUD : 3871 msnm

ENSAYO : CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S.

NORMA : ASTM D-3481

Procedencia : CANTERA + POLIACRILAMIDA (0.030gr/kg)

Fecha : 30/12/2021

Muestreo por : EL SOLICITANTE

Revisado por : Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - LNH

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S.

Ø

Gravim N° : 1
 Cantera N° : C-01
 Población : 38805 MO

% Que pasa malla N° 200	34.32	D ₁₀	0.021
% Que pasa malla N° 4	81.28	D ₃₀	0.054
Límite líquido	LL: 26.3	D ₆₀	0.848
Límite plástico	LP: 14.36	Cu	40.381
Índice de plasticidad	IP: 11.94	Cc	0.230

Tipo de suelo según su granulometría	SUELO GRUESO	
Tipo de inhomogeneidad	SC	
Tipo de suelo	SC	
Suelo	ARENA ARCILLOSA	
CLASIFICACION SUCS	SC	ARENA ARCILLOSA CON GRASA

OBSERVACIONES

U. N. Huancavelica
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

Jose Carlos Toma Javiera
 INGENIERO CIVIL
 Nº 10005



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
 ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO	: APLICACION DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA PARA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS Y COMERCIO DE LA PROVINCIA DE ANCAHIMAS - HUANCVELICA
SOLICITADO:	: Sr. JHON CARLOS PERALTA (DAYZA)
ALTITUD	: 2871 m.s.n.m
ENSAYO	: PROCTOR MODIFICADO
NORMA	: N.T.P. 309.141 ASTM D1557
Procedencia	: CANTERA + POLIACRILAMIDA (0.030g/kg)
Fecha	: 30/12/2021
Muestras por	: EL SOLICITANTE
Elaborado por	: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Tecnología de Concreto y Asfalto - UHVI

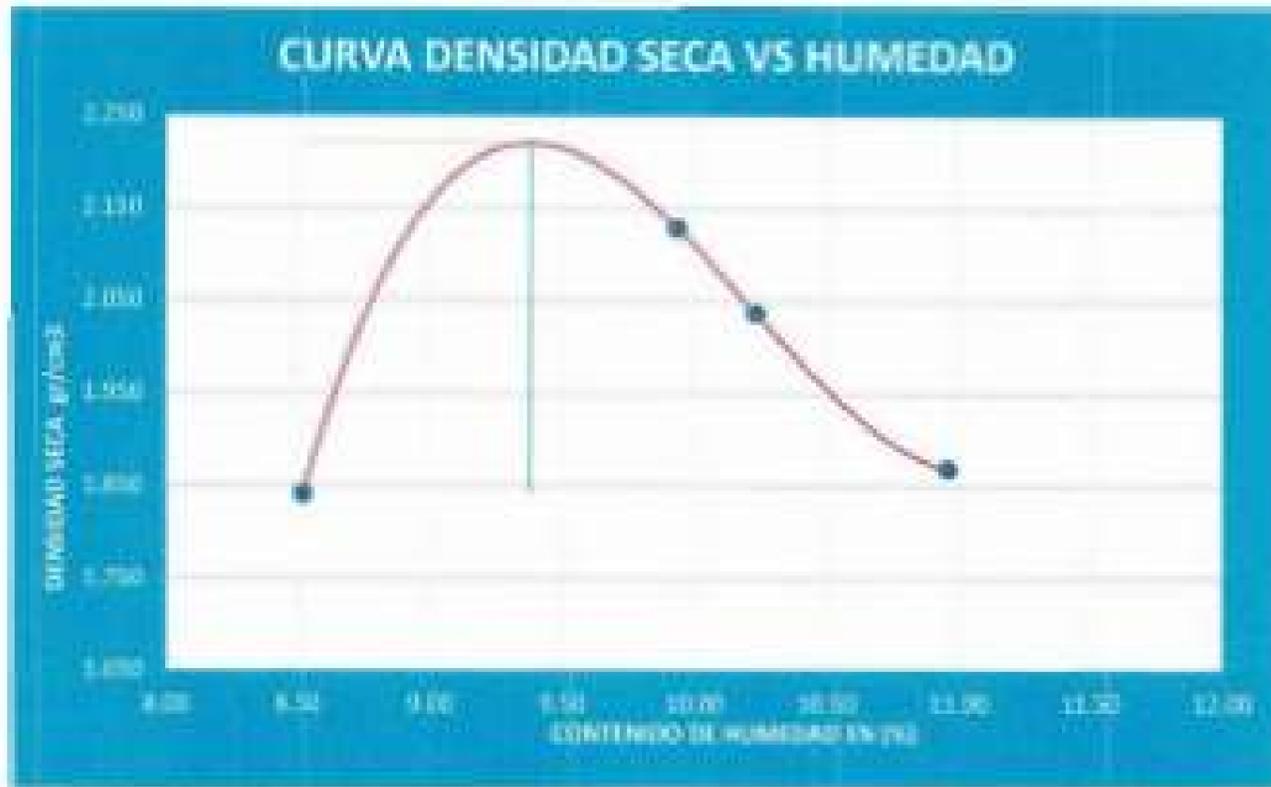
COMPACTACION		METODO A UTILIZAR: METODO A			
PRUEBA NUMERO	UND.	1	2	3	4
N° DE CAPAS		5	5	5	5
N° DE GOLPES POR CAPA		25	25	25	25
PESO DEL MOLDE + SUELO COMPACTADO	gr	3887	4120	4210	3958
PESO DEL MOLDE	gr	3000	2000	2000	2000
PESO DEL SUELO COMPACTADO	gr	1887	2120	2210	1958
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	943.89	943.89	943.89	943.89
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm ³	1.999	2.246	2.341	2.074
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.842	2.037	2.129	1.869

CONTENIDO DE HUMEDAD					
	UND.	1	2	3	4
N° TARRO		L-5	L-9	J-3	J-4
Tarro + Suelo Humedo	gr.	85.20	74.10	87.60	77.10
Tarro + Suelo Seco	gr.	81.40	70.60	83.00	73.10
Agua	gr.	3.80	3.50	4.60	4.00
Peso Del Tarro	gr.	38.80	38.40	38.70	38.60
Peso Del Suelo Seco	gr.	44.60	34.20	46.30	38.50
% De Humedad	%	8.52	10.23	9.94	10.90
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.842	2.037	2.129	1.869

Apolonia Sarmiento Aranda
 INGENIERO CIVIL
 MATRICULADO N° 10804
 REGISTRO PROFESIONAL

Jhon Carlos Peralta
 INGENIERO CIVIL
 Q.F. 7880

PAG. 1 DE 2



RESULTADOS

DESCRIPCION	UNO	
DENSIDAD MAXIMA*	g/cm ³	2.221
Óptimo contenido de humedad*	%	9.38

OBSERVACIONES:



[Signature]
 INGENIERO CIVIL
 NÚM. 76035



[Signature]
 INGENIERO CIVIL
 NÚM. 76035

PÁG. 2 DE 2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY
 ÁREA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS



PROYECTO	OPERAÇÃO DE RECONSTRUÇÃO DE REDES DE DRENAGEM EM BARRIO DE FAVELA DO MUNICÍPIO DE HUANCVELICA
SOLICITADO	SACI JOSE CARLOS TOMA LOAYZA
ALTURA	3477 msnm
ENSAYO	Valor relativo de absorción ORB
NORMA	ASTM C 138, ASTM C 188

Presentación	CANTON - POLIACETILAMIDA (P000g/m ³)
Fecha	20/02/21
Muestras por	EL SOLICITANTE
Realizado por	Laboratorio de Ingeniería de Sucesos, Tecnología de Concreto Asfalto - UNH

MOLDE	4		5		6							
Altura Molde (mm)	100		100		100							
Nº Capas	3		3		3							
Nº Grutas x Capa	12		12		12							
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES		ANTES DE EMPAPAR		DESPUES		ANTES DE EMPAPAR		DESPUES	
P. Hum. + Molde	11080.00		11082.08		12740.00		12750.00		13820.00		13825.00	
Peso Molde (gr)	6760.00		6760.00		7250.00		7250.00		8110.00		8110.00	
Peso Humedo (gr)	4314.00		4322.08		5490.00		5520.00		5710.00		5715.00	
Vol Molde (cc)	2177.01		2177.01		2294.01		2294.01		2294.01		2294.01	
Densidad H. (gr/cc)	1.98		1.98		2.40		2.44		2.50		2.57	
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C			
P. Humedo + Tara	148.20	150.38	151.50	137.50	140.20	142.30	152.30	154.10	152.20			
Peso Seco + Tara	148.10	149.00	147.80	138.00	131.10	134.00	141.50	140.40	141.20			
Peso Agua (gr)	0.10	1.38	3.70	9.50	9.10	8.30	10.80	13.70	11.00			
Peso Tara (gr)	25.10	24.20	24.00	26.00	25.10	24.30	23.80	24.20	24.10			
P. Muestra Seca	100.00	106.70	107.00	92.00	89.00	100.40	108.10	113.00	113.10			
Cont. Humedad	0.07%	0.01%	0.07%	0.01%	0.02%	0.02%	0.02%	0.03%	0.02%			
Cont. Hum. Prom.	0.74%		0.07%		0.40%		0.20%		0.40%		0.73%	
DENSIDAD SECA	1.822		1.822		2.212		2.212		2.342		2.342	

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

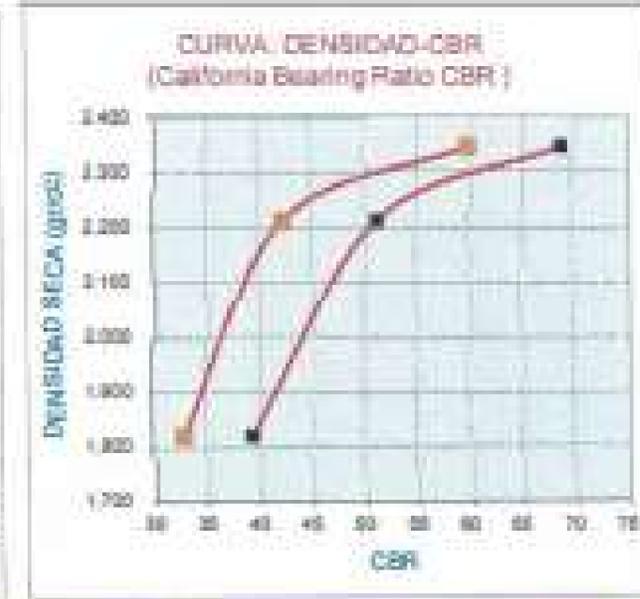
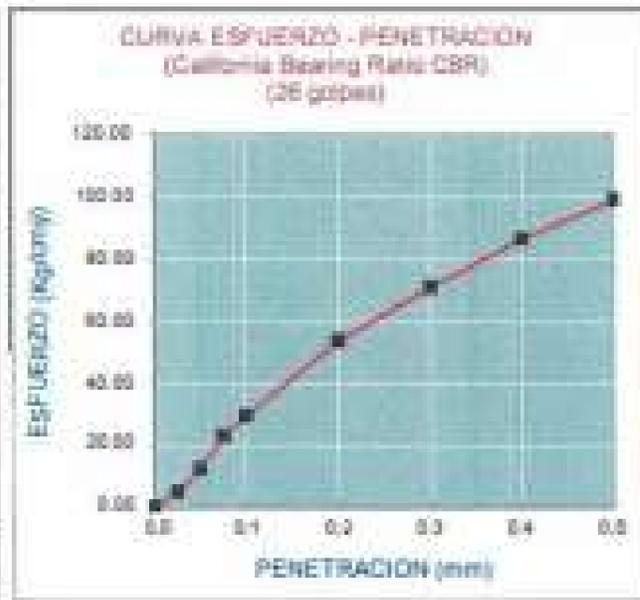
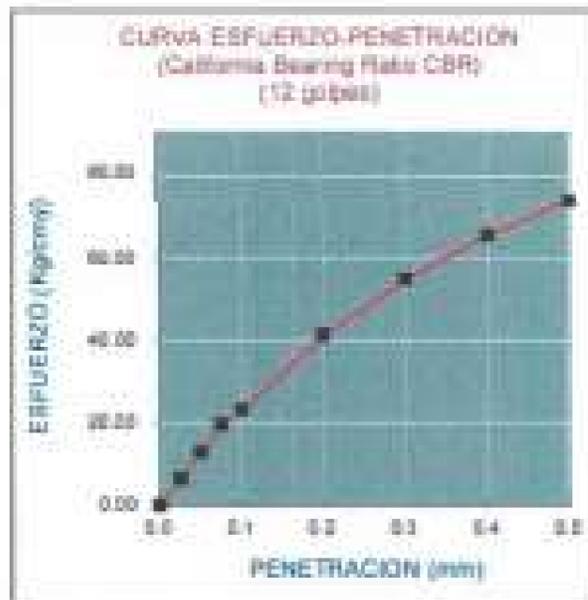
TIEMPO ACUMULADO	NÚMERO DE MOLDE					NÚMERO DE MOLDE					NÚMERO DE MOLDE				
	LECTURA		HINCHAMIENTO			LECTURA		HINCHAMIENTO			LECTURA		HINCHAMIENTO		
	(mm)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	
24	1	0.400	0.400	0.33	0.300	0.300	0.17	0.100	0.100	0.08	0.100	0.100	0.08	0.08	
48	2	0.700	0.700	0.59	0.600	0.600	0.50	0.200	0.200	0.17	0.300	0.300	0.17	0.17	
72	3	1.000	1.000	0.83	0.900	0.900	0.67	0.300	0.300	0.40	0.500	0.500	0.40	0.40	
96	4	1.100	1.100	0.92	0.900	0.900	0.75	0.400	0.400	0.50	0.600	0.600	0.50	0.50	

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE Nº 04		MOLDE Nº 05		MOLDE Nº 06	
(mm)	(Psi)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.04	0.008	127	9.47	88	3.08	107	4.68
1.27	0.026	291	12.78	242	12.50	247	17.27
1.81	0.072	362	16.51	403	23.07	380	29.54
2.54	0.100	454	20.12	584	28.74	625	42.02
3.08	0.200	912	41.41	1059	33.63	1482	72.42
3.81	0.300	1078	54.30	1309	71.22	2008	102.79
10.16	0.400	1387	62.50	1700	80.73	2402	122.88
12.70	0.500	1459	74.31	1850	88.21	2094	120.09

Unidad
 Ing. [Firma]
 PROFESOR CIVIL
 LABORATORIO DE MATERIALES

Capitán
 Ing. [Firma]
 PROFESOR CIVIL
 LABORATORIO DE MATERIALES



PENETRACION	0.1 (")	0.2 (")
HOLDE 3	23.12	41.41
HOLDE 4	29.74	53.85
HOLDE 5	42.02	72.42

	DENS	0.1	0.2	CBR	UBICACION
HOLDE 4	1.823	32.89	30.56	36.36	MUESTRA 1
HOLDE 3	1.212	42.50	21.14	21.14	
HOLDE 5	2.342	58.76	68.57	68.57	

(") Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	43.10%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	36.30%

OBSERVACIONES:



[Signature]
Ing. Carlos Rivas Calderón
 INGENIERO CIVIL
 C.I.R. 7805

ANEXOS 03

- **LIBRE DISPONIBILIDAD DE CANTERA**
- **DAÑOS EN LA SUPERFICIE DE RODADURA**
- **CONTEO DE TRAFICO**

CERTIFICADO DE LIBRE DISPONIBILIDAD DE CANTERA

El que suscribe, alcalde del Centro Poblado de San Juan de Dios, Distrito de Lircay, Provincia de Angaraes, Región de Huancavelica; donde se ejecutara el proyecto de investigación **APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA (PAM) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS VECINALES DE LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA**, lo cual el tramo a intervenirse es el **CAMINO VECINAL TRAMO: LIRCAY - JATUMPATA - MITOCCASA, DV. COLLPA - PITINPATA - PERCCAPAMPA (L=16.670 KM)**, la cual pongo de manifiesto la libre **DISPONIBILIDAD DE CANTERA** que se ubica a lo largo tramo.

Se expide el presente certificado, a petición de parte interesado para los fines pertinentes.

San Juan de Dios, 22 de diciembre del 2021.

Atentamente.



DAÑOS EN LA SUPERFICIE DE RODADURA

Título: APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA (PAM) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS VECINALES DE LA PROVINCIA DE ANGARAES – HUANCABELICA.

Testada: Bach. Jose Carlos Poma Lora

Tramo: Urcay – Jatumpata – Mitocasa –Dr. Coillpa – Pitigata – Pericapampa

Región: Huancavelica

Provincia: Angaraes

Distrito: Urcay

Tipo de Daño:	Ahuellamiento	1	Baches	3	Lodazas	5
	Erosión	2	Encalaminado	4	Cruce de agua	6

Progresiva		Daño del afirmado		Observaciones / Comentarios	Foto
Del Km	Al Km	Tipo	Dimensiones (longitud [m])		N°
0+000	0+250	1	250.00	ahuellamiento	Fotos fotografadas
0+250	0+500	3	250.00	baches	
0+500	0+750	1	250.00	ahuellamiento	
0+750	1+000	3	250.00	baches	
1+000	1+250	2	250.00	desprendimiento de agregado	
1+250	1+500	3	250.00	baches	
1+500	1+750	1	250.00	ahuellamiento	
1+750	2+000	3	250.00	baches	
2+000	2+250	3	250.00	baches	
2+250	2+500	2	250.00	desprendimiento de agregado	
2+500	2+750	3	250.00	baches	
2+750	3+000	3	250.00	baches	
3+000	3+250	3	250.00	baches	
3+250	3+500	2	250.00	desprendimiento de agregado	
3+500	3+750	2	250.00	desprendimiento de agregado	
3+750	4+000	4	250.00	encalaminado	
4+000	4+250	4	250.00	encalaminado	
4+250	4+500	2	250.00	desprendimiento de agregado	
4+500	4+750	2	250.00	desprendimiento de agregado	
4+750	5+000	4	250.00	encalaminado	
5+000	5+250	2	250.00	desprendimiento de agregado	
5+250	5+500	2	250.00	desprendimiento de agregado	
5+500	5+750	3	250.00	baches	
5+750	6+000	4	250.00	encalaminado	
6+000	6+250	4	250.00	encalaminado	
6+250	6+500	4	250.00	encalaminado	
6+500	6+750	2	250.00	desprendimiento de agregado	
6+750	7+000	2	250.00	desprendimiento de agregado	
7+000	7+250	1	250.00	ahuellamiento	
7+250	7+500	3	250.00	baches	
7+500	7+750	3	250.00	baches	
7+750	8+000	2	250.00	desprendimiento de agregado	
8+000	8+250	2	250.00	desprendimiento de agregado	
8+250	8+500	3	250.00	baches	
8+500	8+750	2	250.00	desprendimiento de agregado	
8+750	9+000	3	250.00	baches	
9+000	9+250	3	250.00	baches	
9+250	9+500	3	250.00	baches	
9+500	9+750	1	250.00	ahuellamiento	
9+750	10+000	1	250.00	ahuellamiento	

[Firma]
70299054
JOSE CARLOS POMA LORA

[Firma]
Carmen Ramos
INGENIERO CIVIL
N° 142152

DAÑOS EN LA SUPERFICIE DE RODADURA

Título: APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA (PAA) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS VECINALES DE LA PROVINCIA DE ANCASES – HUANCAMELICA.
Técnico: Bach. José Carlos Poma Loayza
Tramo: Urcay – Inturayata – Mifocosa – Di. Crofpa – Pitturata – Perocapampa
Región: Huancavelica
Provincia: Ancaes
Distrito: Urcay

Tipo de Daño	Ahuellamiento	1	Luchas	3	Desprendimiento	5
	Escalaminado	2	Escalaminado	4	Chorro de agua	6

Progresiva		Daño del afirmado		Observaciones / Comentarios	Foto	
Del Km	Hl Km	Tipo	Dimensiones (Longitud (m))		Nº	
10+000	10+250	1	250.00	ahuellamiento		
10+250	10+500	2	250.00	desprendimiento de agregado		
10+500	10+750	2	250.00	desprendimiento de agregado		
10+750	11+000	2	250.00	desprendimiento de agregado		
11+000	11+250	3	250.00	luchas		
11+250	11+500	3	250.00	luchas		
11+500	11+750	2	250.00	desprendimiento de agregado		
11+750	12+000	1	250.00	desprendimiento de agregado		
DI. PINTURATA						
0+000	0+250	2	250.00	desprendimiento de agregado		Foto 10/09/2012
0+250	0+500	2	250.00	desprendimiento de agregado		
0+500	0+750	3	250.00	luchas		
0+750	1+000	3	250.00	luchas		
1+000	1+250	1	250.00	ahuellamiento		
1+250	1+500	4	250.00	escalaminado		
1+500	1+750	2	250.00	desprendimiento de agregado		
DI. COCLIPA						
0+000	0+250	2	250.00	desprendimiento de agregado	Foto 10/09/2012	
0+250	0+500	2	250.00	desprendimiento de agregado		
0+500	0+750	3	250.00	luchas		
0+750	1+000	3	250.00	luchas		
1+000	1+250	3	250.00	luchas		
1+250	1+500	4	250.00	escalaminado		
1+500	1+750	4	250.00	escalaminado		
DI. PERCAPAMPA						
0+000	0+250	2	250.00	desprendimiento de agregado	Foto 10/09/2012	
0+250	0+500	2	250.00	ahuellamiento		
0+500	0+750	1	250.00	ahuellamiento		
0+750	1+000	3	250.00	luchas		
1+000	1+250	3	250.00	luchas		
1+250	1+500	4	250.00	escalaminado		
1+500	1+750	3	250.00	luchas		
1+750	2+000	2	250.00	luchas		


 70299054
 José Carlos Poma Loayza


 José Carlos Poma Loayza
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 25122

FICHA DE CONTEO DE TRAFICO

TESIS: APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA (PAA) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS TERCIALES DE LA PROVINCIA DE ANQUIARÉ - BUENOS AIRES.

TESISTA: BACH. ING. JOSÉ CARLOS POMA LOAYZA

TRAMO: LIRCAY - JATUNPATA - MITOCASA, DV OCOLLA - FITOPATA-PERCUCAPAMPA LOG.16/9/2021

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: BUENOS AIRES PROVINCIA: ANQUIARÉ ESTACIÓN: LIRCAY

ESTACIÓN: JATUNPATA

HORA	Transporte Ligero		Transporte Urbano			Transporte Pesado	
	AUTOS Y PICK UP		CAMIONES	MOTOCICL	BICICLOS	CAMIONES	
	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	
00 - 01							
01 - 02							
02 - 03							
03 - 04							
04 - 05							
05 - 06							
06 - 07							
07 - 08	2		3				
08 - 09	1					1	
09 - 10	2		2				
10 - 11	3		1			1	
11 - 12	2		2				
12 - 13	1		1			1	
13 - 14	3		1			1	
14 - 15	2					1	
15 - 16	2		2			1	
16 - 17	2		1				
17 - 18			1				
18 - 19							
19 - 20							
20 - 21							
21 - 22							
22 - 23							
23 - 24							
TOTAL	20		14		8	6	0

IMD = (Cantidad Autos(1) + Cantidad Moto(2) + Cantidad Bici(3) + Cantidad Camión(4) + Cantidad Camión(5)) / (24)

= 14

El IMD de todos los formatos se suma y se divide entre 7 (IMD¹ = Σ IMD⁷)

1) Volumen de Tráfico = Índice Medio Diario IMD.

Observaciones: EL TRAFICO POR HORAS

15/11/2021

Fecha del conteo

[Firma]
FIRMA DEL TESISTA

[Firma]
FIRMA DE UN PROFESIONAL
FLORES MUJICA Diana
INGENIERA CIVIL
CP. Nº 263358

FICHA DE CONTEO DE TRAFICO

TESIS: APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA (PAA) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS TERCIALES DE LA PROVINCIA DE ANQUIARÉ - BUENOS AIRES.

TESISTA: BACH. ING. JOSÉ CARLOS POMA LOAYZA

TRAMO: LIRCAY - JATUNPATA - MITOCASA, DV OCOLLA - FITOPATA-PERCUCAPAMPA LOG.16/9/2021

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: BUENOS AIRES PROVINCIA: ANQUIARÉ ESTACIÓN: LIRCAY

ESTACIÓN: JATUNPATA

HORA	Transporte Ligero		Transporte Urbano			Transporte Pesado	
	AUTOS Y PICK UP		CAMIONES	MOTOCICL	BICICLOS	CAMIONES	
	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	
00 - 01							
01 - 02							
02 - 03							
03 - 04							
04 - 05							
05 - 06							
06 - 07							
07 - 08							
08 - 09	4						
09 - 10	1		2			1	
10 - 11	2		1			1	
11 - 12	3		2			1	
12 - 13	2		1				
13 - 14	3		1			1	
14 - 15	2		2				
15 - 16	2		1				
16 - 17	4		2				
17 - 18	3					1	
18 - 19	2						
19 - 20							
20 - 21							
21 - 22							
22 - 23							
23 - 24							
TOTAL	28		12		8	5	0

IMD = (Cantidad Autos(1) + Cantidad Moto(2) + Cantidad Bici(3) + Cantidad Camión(4) + Cantidad Camión(5)) / (24)

= 16

El IMD de todos los formatos se suma y se divide entre 7 (IMD¹ = Σ IMD⁷)

1) Volumen de Tráfico = Índice Medio Diario IMD.

Observaciones: EL TRAFICO POR HORAS

16/11/2021

Fecha del conteo

[Firma]
FIRMA DEL TESISTA

[Firma]
FIRMA DE UN PROFESIONAL
FLORES MUJICA Diana
INGENIERA CIVIL
CP. Nº 263358

FICHA DE CONTEO DE TRAFICO

TENIS: APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA (PAM) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS VERTICALES DE LA PROVINCIA DE ANCAHUELA - HUANCAYELCA.
TESTISTA: RAUL DRG. JOSE CARLOS POMA LOAYZA
TRAMO: LIRCAY - JATUMPATA - MITOCASA, DV COOLLA - PITAMPATA-PERICAPAMPA 10010-0700M

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: HUANCAYELCA, PROVINCIA: ANCAHUELA, DISTRITO: LIRCAY

ESTACION: JATUMPATA

HORA	Transporte Ligero	Transportes Urbanos			Transportes Públicos	
	AUTOS Y PICK UP	CORRIDOS	MICROBUS	HUBBUS	COLECTIVOS	OTROS
00 - 01						
01 - 02						
02 - 03						
03 - 04						
04 - 05						
05 - 06						
06 - 07						
07 - 08	2					
08 - 09	3					
09 - 10	2	1				
10 - 11	3	1				
11 - 12	2	2			2	
12 - 13	2	2			2	
13 - 14	3	1			1	
14 - 15	3	1				
15 - 16	2	2			2	
16 - 17	3	1				
17 - 18	3					
18 - 19						
19 - 20						
20 - 21						
21 - 22						
22 - 23						
23 - 24						
TOTAL	70	11	0	0	7	0

$IMD = (Transporte Ligero(T1) + Corridos de Micro(T2) + Hubbus(T3) + Colectivos de Bus(T4) + Colectivos de Troncal(T5)) / 7$

El IMD de todos los formatos se suma y se divide entre 7 (IMD^T = Σ IMD^N/7)

1) Volumen de Trafico - Índice Medio Diario IMD.

Observaciones: EL TRAFICO FUE BUENO

Fecha del conteo

[Firma]
 FIRMA DEL TESTISTA

[Firma]
 FIRMA DE UN PROFESIONAL

FLORES HUIZA Diana
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 261158

FICHA DE CONTEO DE TRAFICO

TENIS: APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA (PAM) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS VERTICALES DE LA PROVINCIA DE ANCAHUELA - HUANCAYELCA.
TESTISTA: RAUL DRG. JOSE CARLOS POMA LOAYZA
TRAMO: LIRCAY - JATUMPATA - MITOCASA, DV COOLLA - PITAMPATA-PERICAPAMPA 10010-0700M

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: HUANCAYELCA, PROVINCIA: ANCAHUELA, DISTRITO: LIRCAY

ESTACION: JATUMPATA

HORA	Transporte Ligero	Transportes Urbanos			Transportes Públicos	
	AUTOS Y PICK UP	CORRIDOS	MICROBUS	HUBBUS	COLECTIVOS	OTROS
00 - 01						
01 - 02						
02 - 03						
03 - 04						
04 - 05						
05 - 06						
06 - 07						
07 - 08	3					
08 - 09	3	2				
09 - 10	2	1			1	
10 - 11	2	1			2	
11 - 12	3	1			1	
12 - 13	1	1			2	
13 - 14	3	1			1	
14 - 15	2	2			1	
15 - 16	3	1			1	
16 - 17	2					
17 - 18	3					
18 - 19						
19 - 20						
20 - 21						
21 - 22						
22 - 23						
23 - 24						
TOTAL	27	10	0	0	9	0

$IMD = (Transporte Ligero(T1) + Corridos de Micro(T2) + Hubbus(T3) + Colectivos de Bus(T4) + Colectivos de Troncal(T5)) / 7$

El IMD de todos los formatos se suma y se divide entre 7 (IMD^T = Σ IMD^N/7)

1) Volumen de Trafico - Índice Medio Diario IMD.

Observaciones: EL TRAFICO FUE BUENO

Fecha del conteo

[Firma]
 FIRMA DEL TESTISTA

[Firma]
 FIRMA DE UN PROFESIONAL

FLORES HUIZA Diana
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 261158

FICHA DE CONTEO DE TRAFICO

TESIS: APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACETILAMIDA (PAM) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL TIPOLO EN LAS CARRETERAS VECINALES DE LA PROVINCIA DE ANCAHUAS - HUANCAYELCA.
TESISTA: BACHE. ING. JOSÉ CARLOS POMA LOAYZA
TRAMO: LIRCAY - ATUMPAFA - MITOCASA D'Y COOLPA - PITUPATA-PRETCAPAMPA - LOLLIN-ORCON

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: HUANCAVELCA PROVINCIA: ANCAHUAS CANTÓN: LIRCAY DISTRITO: LIRCAY

ESTACION: ATUMPAFA

Hora	Transporte Ligero	Transporte Urbano			Transporte Pesado	
	AUTOS Y PICK UP	COMBIS	MOTOCICL	OLIMOS	Camiones	Trucks
00 - 01						
01 - 02						
02 - 03						
03 - 04						
04 - 05						
05 - 06						
06 - 07						
07 - 08						
08 - 09	3	2			1	
09 - 10	3	2			2	
10 - 11	2	1			1	
11 - 12	2	2			1	
12 - 13	2	1			1	
13 - 14	3	1			2	
14 - 15	3	1			1	
15 - 16	3	2				
16 - 17	3				1	
17 - 18	2					
18 - 19						
19 - 20						
20 - 21						
21 - 22						
22 - 23						
23 - 24						
TOTAL	26	12	0	0	10	0

IMD = (Transporte Ligero(TL) + (Camión de Motor(CM) + Camión(C) + (Camión de 4 Ruedas(C4) + Camión de 2 Ruedas(C2))) / 7

= 4

EL IMD de todos los formatos se suma y se divide entre 7 (IMEP = I IMD*7)

1) Volumen de Tráfico - Índice Medio Diario IMD

Observaciones: EL TRAMITO FOLIO 100

Fecha del conteo:


 FIRMA DEL TESISTA

FLORES HUIZA Diana
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 261158

FICHA DE CONTEO DE TRAFICO

TESIS: APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACETILAMIDA (PAM) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL TIPOLO EN LAS CARRETERAS VECINALES DE LA PROVINCIA DE ANCAHUAS - HUANCAYELCA.
TESISTA: BACHE. ING. JOSÉ CARLOS POMA LOAYZA
TRAMO: LIRCAY - ATUMPAFA - MITOCASA D'Y COOLPA - PITUPATA-PRETCAPAMPA - LOLLIN-ORCON

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: HUANCAVELCA PROVINCIA: ANCAHUAS CANTÓN: LIRCAY DISTRITO: LIRCAY

ESTACION: ATUMPAFA

Hora	Transporte Ligero	Transporte Urbano			Transporte Pesado	
	AUTOS Y PICK UP	COMBIS	MOTOCICL	OLIMOS	Camiones	Trucks
00 - 01						
01 - 02						
02 - 03						
03 - 04						
04 - 05						
05 - 06						
06 - 07						
07 - 08	2					
08 - 09	2					
09 - 10	2					
10 - 11	3	1			1	
11 - 12	4				1	
12 - 13	2	2			2	
13 - 14	1	1			1	
14 - 15	1	1			1	
15 - 16	3	1			1	
16 - 17	4	2				
17 - 18	3	2			1	
18 - 19						
19 - 20						
20 - 21						
21 - 22						
22 - 23						
23 - 24						
TOTAL	33	10	0	0	8	0

IMD = (Transporte Ligero(TL) + (Camión de Motor(CM) + Camión(C) + (Camión de 4 Ruedas(C4) + Camión de 2 Ruedas(C2))) / 7

= 4

EL IMD de todos los formatos se suma y se divide entre 7 (IMEP = I IMD*7)

1) Volumen de Tráfico - Índice Medio Diario IMD

Observaciones: EL TRAMITO FOLIO 100

Fecha del conteo:


 FIRMA DEL TESISTA

FLORES HUIZA Diana
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 261158

FICHA DE CONTEO DE TRAFICO

TESIS: APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACILANIDA (PAM) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS VERTICALES DE LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAYELICA.
TESISTA: INGE. JOSE CARLOS POMA LOAYZA
TRAMO: LIRCAY - JATIMPATA - MEDOCASAL DV COLLEPA - PITINPATA - PERUCAPAMPA - LONJÓWOTOM

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: HUANCAYELICA PROVINCIA: ANGARAES ESTACIÓN: LIRCAY

ESTACIÓN: JATIMPATA

FECHA	Transporte Ligero		Transporte Urbano			Transporte Pesado	
	AUTOS Y PICK UP	CAMIONES	MICROBUS	RENDIS	CAMIONES	RENDIS	
01 - 02							
01 - 02							
02 - 03							
03 - 04							
04 - 05							
05 - 06							
06 - 07							
07 - 08							
08 - 09	2						
09 - 10	1		1				
10 - 11	1		1				
11 - 12	4				1		
12 - 13	1		1				
13 - 14	1						
14 - 15	1						
15 - 16							
16 - 17	1		1				
17 - 18							
18 - 19							
19 - 20							
20 - 21							
21 - 22							
22 - 23							
23 - 24							
TOTAL	12		4		0	1	

$IMD = (Camiones ligeros) + (Autos y Pick up) + (Camiones) + (Microbus) + (Rendis) + (Camiones Pesados) + (Rendis Pesados)$

El IMD de todos los formatos se suma y se divide entre 7 (IMDP = $\sum IMD/7$)
 1) Volumen de Trafico = Índice Medio Diario (IMD)

Observaciones: EL TRAFICO ES NORMAL

Fecha del conteo: 


FICHA DE CONTEO DE TRAFICO

TESIS: APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACILANIDA (PAM) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS VERTICALES DE LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAYELICA.
TESISTA: INGE. JOSE CARLOS POMA LOAYZA
TRAMO: LIRCAY - JATIMPATA - MEDOCASAL DV COLLEPA - PITINPATA - PERUCAPAMPA - LONJÓWOTOM

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: HUANCAYELICA PROVINCIA: ANGARAES ESTACIÓN: LIRCAY

ESTACIÓN: JATIMPATA

FECHA	Transporte Ligero		Transporte Urbano			Transporte Pesado	
	AUTOS Y PICK UP	CAMIONES	MICROBUS	RENDIS	CAMIONES	RENDIS	
1	26		14		0	6	
2	28		12		0	5	
3	28		18		0	7	
4	27		10		0	9	
5	26		12		0	10	
6	23		10		0	8	
7	12		4		0	1	

01/11/2021	IMD 1	53
02/11/2021	IMD 2	56
03/11/2021	IMD 3	59
04/11/2021	IMD 4	60
05/11/2021	IMD 5	64
06/11/2021	IMD 6	64
07/11/2021	IMD 7	29

$IMDP = \frac{IMD1 + IMD2 + IMD3 + IMD4 + IMD5 + IMD6 + IMD7}{7}$

IMDP = 54

El IMD de todos los formatos se suma y se divide entre 7 (IMDP = $\sum IMD/7$)
 1) Volumen de Trafico = Índice Medio Diario (IMD)

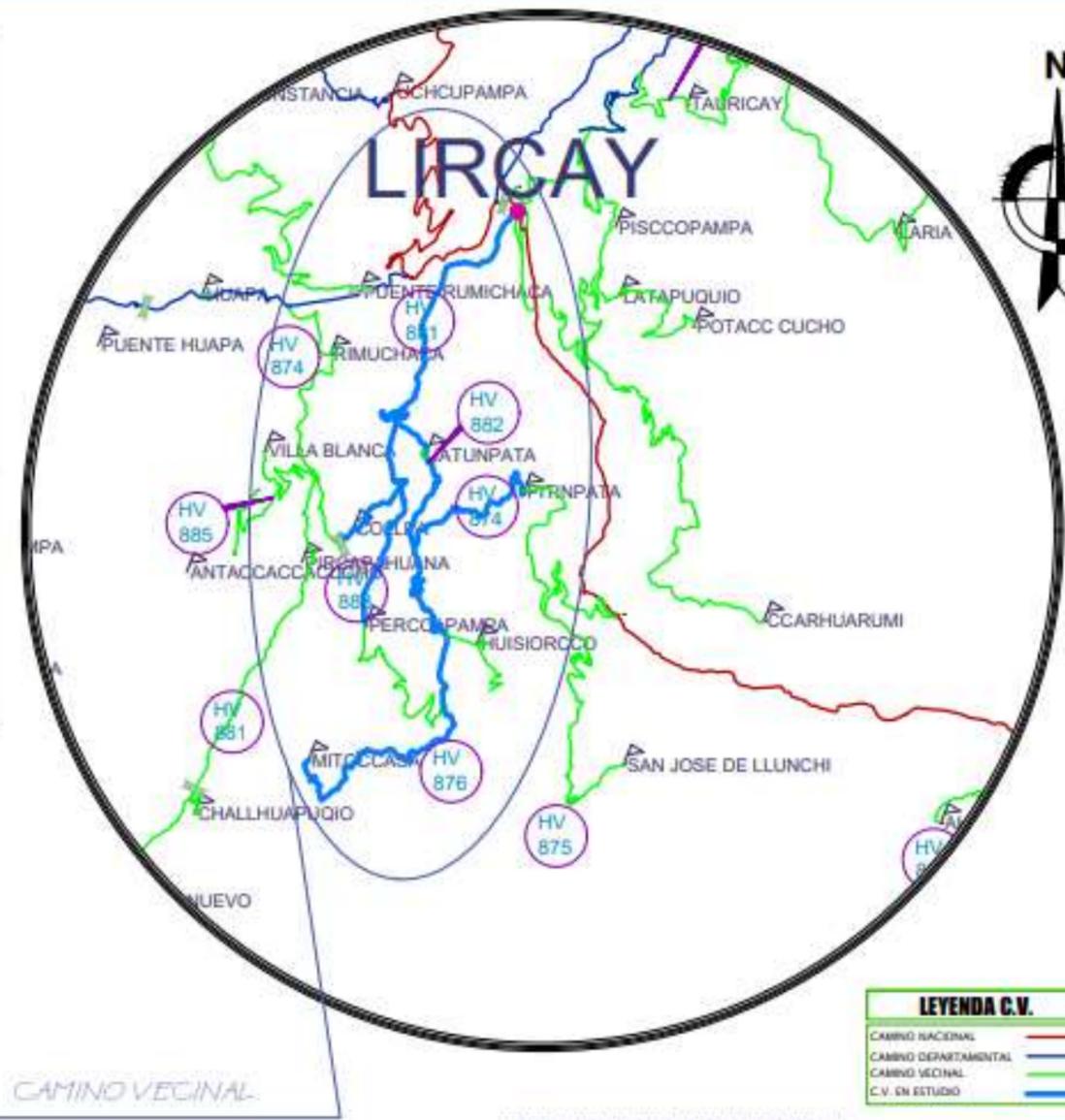
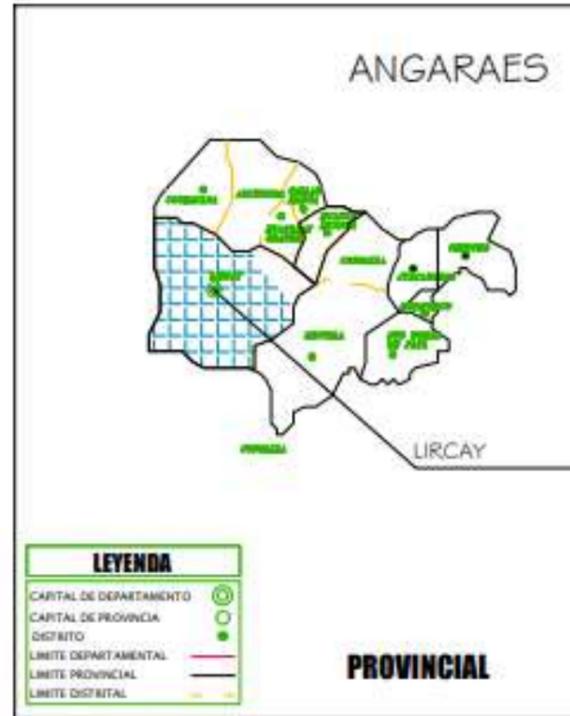
Observaciones: EL TRAFICO ES NORMAL

Fecha de elaboración: 



ANEXOS 04

- **PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACION**
- **PLANO CLAVE**
- **PLANO DE CANTERA PRINCIPAL**



UBICACIÓN

UBICACION	
REGION :	HUANCVELICA
DEPARTAMENTO :	HUANCVELICA
PROVINCIA :	ANGARAES
DISTRITO :	LIRCAY

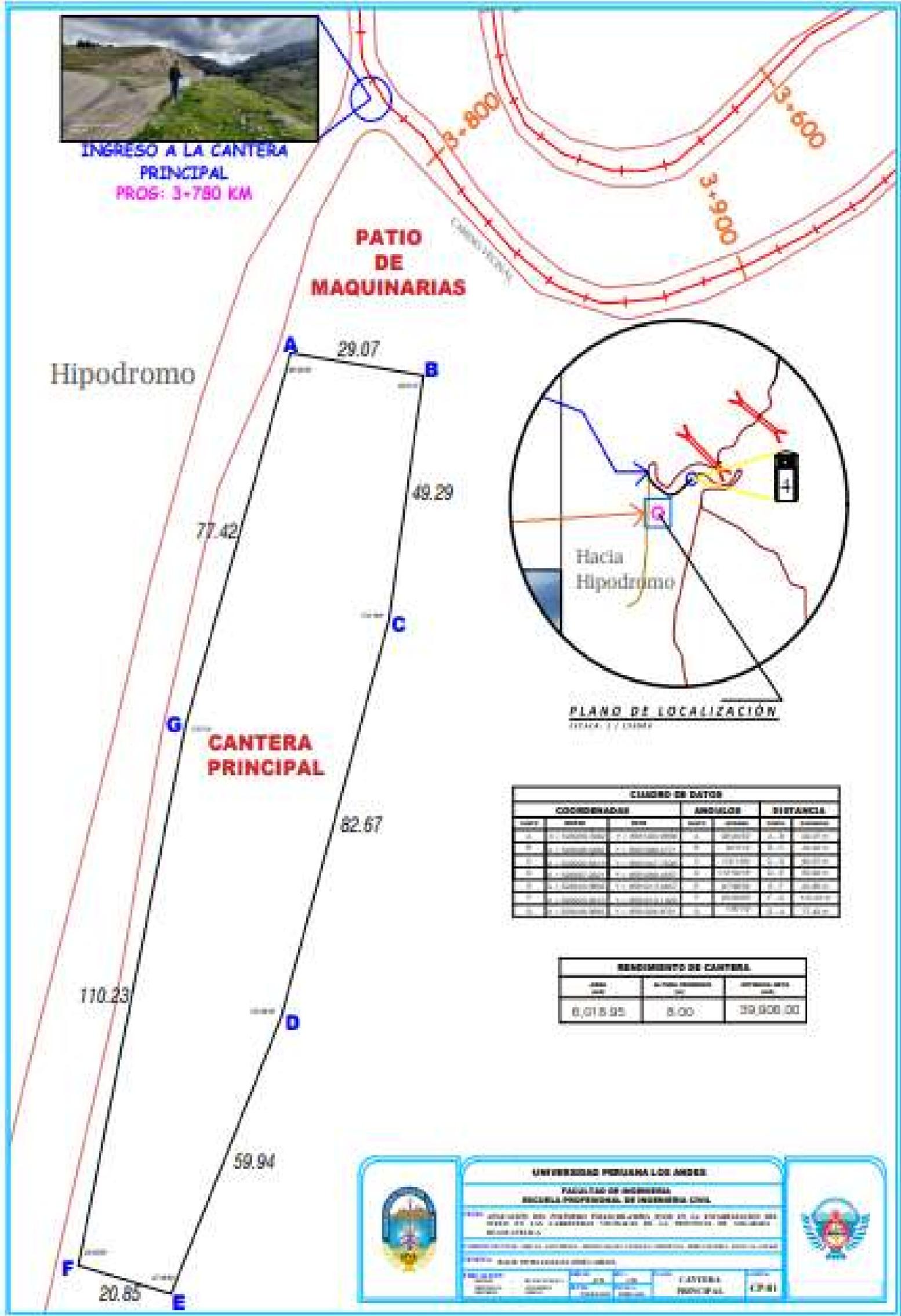
CAMINO VECINAL

HV-881, HV-882, HV 883, HV 874, HV 876

	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES		
	FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TESIS: APLICACIÓN DEL POLÍMERO POLIACRILAMIDA (PAM) EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN LAS CARRETERAS VECINALES DE LA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCVELICA.			
CAMINO VECINAL: LIRCAY - JATUPATA - MEDIO ABAD - COLLEPA - PITIPATA - PERCCAMPAMBA - LONG W - ENAN			
TENSITA: BACH. POMA LOAYZA JOSÉ CARLOS			
UBICACIÓN: REGION : HUANCVELICA PROVINCIA : ANGARAES DISTRITO : LIRCAY	TÍTULO: TÍTULO:	PLAN: UBICACION Y LOCALIZACION	PLAN: PU-01



INGRESO A LA CANTERA PRINCIPAL
PROS: 3-780 KM



PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESCALA: 1/10000

CLASIFICACION DE DATOS					
COORDENADAS		ANGULOS		DISTANCIA	
PUNTO	COORDENADA	PUNTO	ANGULO	PUNTO	DISTANCIA
A	310000.00	B	90.00	A-B	29.07
B	310000.00	C	90.00	B-C	49.29
C	310000.00	D	90.00	C-D	82.67
D	310000.00	E	90.00	D-E	59.94
E	310000.00	F	90.00	E-F	20.85
F	310000.00	G	90.00	F-G	110.23
G	310000.00	A	90.00	G-A	77.42

RENDIMIENTO DE CANTERA		
AREA TOTAL	ALTA DE CANTERA	RENDIMIENTO
8,018.25	8.00	39,908.00

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

DECLARACION DEL AUTOR: ESTE TRABAJO FUE ELABORADO POR MI EN LAS CARRERAS INGENIERIA DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL.

DECLARACION DEL AUTOR: ESTE TRABAJO FUE ELABORADO POR MI EN LAS CARRERAS INGENIERIA DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL.

NOMBRE:	CARRERA:	CATEDRA:	FECHA:

ANEXOS 05

- **PANEL FOTOGRAFICO**

PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 01: Mantenimiento rutinario del tramo en estudio - febrero 2020



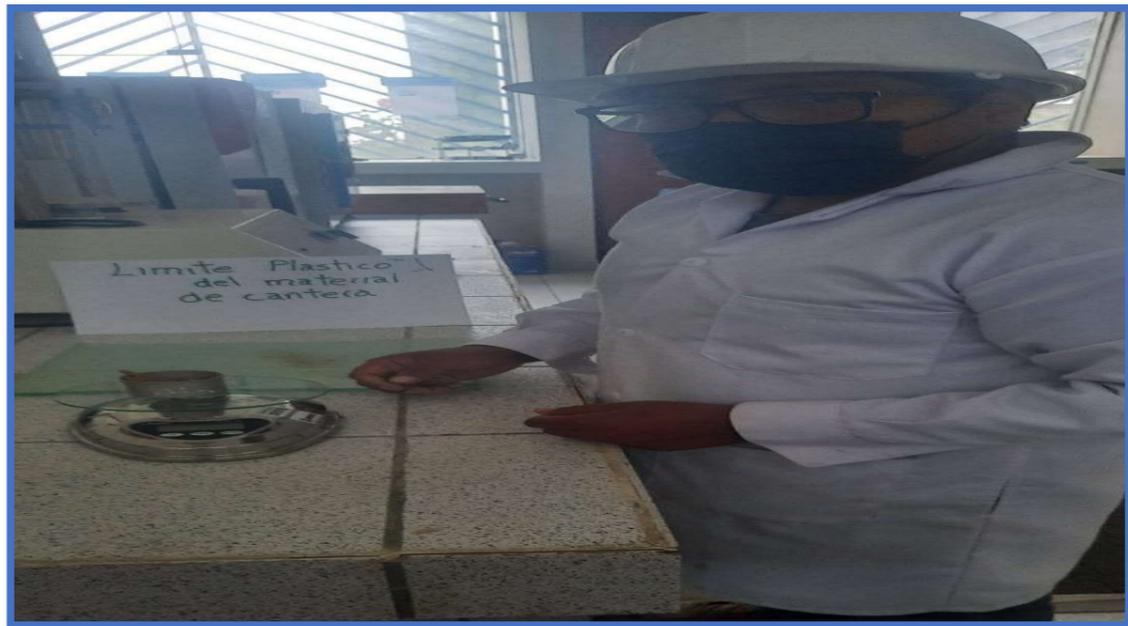
Fotografía 02: Cantera Principal del Tramo en estudio



Fotografía 03: Cuarteo del material de cantera



Fotografía 04: secado de la muestra en el horno a $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$



Fotografía 05: determinación de los límites de atterberg (Limite Plastico)



Fotografía 06: Desprendimiento de agregados en la progresiva 0+000 km



Fotografía 03: Presencia de baches en la progresiva 0+450 km



Fotografía 04: Presencia de baches en la progresiva 2+000 km



Fotografía 05: Presencia de ahuellamiento y desprendimiento de agregado en la progresiva 5+960 km