



EN LA UAP
TÚ ERES PARTE
DEL CAMBIO

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“DISEÑO ESTRUCTURAL PARA EL SERVICIO VEHICULAR DEL
PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. SANTA CRUZ Y JR. 15
DE FEBRERO DEL C.P SALINAS, DISTRITO
ANDAHUAYLAS, APURIMAC, 2022”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
EDWIN DARCY AYMARA CONTRERAS
ORCID 0000-0002-0640-6023**

**ASESOR
MTR. ENRIQUE ESPINOZA MOSCOSO
ORCID 0000-0001-9535-6656**

LIMA – PERÚ, 2022

DEDICATORIA

A mi familia;

Dedico de manera muy especial la presente tesis a toda mi familia y amigos, principalmente a mi Madre Felicitas Contreras Peralta, que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza consejos para lograrlo, a mi esposa Yanet Ortiz Ayquipa, gracias por estar en estos momentos difíciles brindándome su amor, paciencia y comprensión, que me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye esta meta.

AGRADECIMIENTO

A mis asesores;

Que son parte importante de mi historia con sus aportes profesionales, ayuda, paciencia, dedicación, consejos y sus orientaciones.

A mis docentes;

Sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos. Donde quiera que vaya, los llevaremos conmigo en mi transitar profesional.

A mis familiares y amigos;

Gracias por ser el motor que impulsan mis sueños y esperanzas, gracias por su compañía y siempre están presentes con todo su apoyo incondicional. Gracias por creer en mí.

RESUMEN

El trabajo de investigación realizado tiene como objetivo principal realizar el diseño estructural del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de febrero del Centro Poblado Salinas, distrito de Andahuaylas, Apurímac, 2022; como solución a la problemática del estado actual de las vías a diseñar, ya que no cuentan con vías pavimentadas, los anchos de vía no corresponden a los permisibles.

El método empleado para el diseño de pavimento rígido será la Guía de diseño AASHTO 1993 el cual nos da alcances y parámetros de diseño tanto para pavimentos flexibles como rígidos. Como primer punto se realizó el análisis del estudio de tráfico el cual, mediante las estaciones de conteo, se realizó el conteo y clasificación vehicular obteniendo el IMDa proyectado a 20 años según la serviciabilidad del pavimento rígido, obteniendo un Esal de diseño para la Av. Santa Cruz de $5.44E+05$ y un Esal de diseño en el Jr. 15 de Febrero de $6.41E+06$. Se analizó el estudio de suelos mediante 12 calicatas o pozos a cielo abierto, los cuales están compuestos por gravas bien graduadas, mezcla de gravas arena; obteniendo finalmente un CBR al 100% mínimo al 10% y máximo al 56%. Finalmente, se determinó el espesor de la losa de concreto para el diseño estructural del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de febrero; con los datos de diseño obtenido de los estudios ya mencionados, se aplicó la Guía de diseño AASHTO 1993, determinando un espesor de losa de 20 cm y base granular de 20 cm.

El proyecto constructivo de las vías tuvo un costo de S/ 6,013,268.16 nuevos soles, en un plazo contractual de 240 días calendarios.

Palabras Clave: AASHTO, estudio de suelos, CBR, estudio de tráfico, Esal, pavimento rígido, Esal, diseño estructural.

ABSTRACT

The main objective of the research work carried out is to carry out the structural design of the rigid pavement on Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero in the Centro Poblado Salinas, district of Andahuaylas, Apurímac, 2022; as a solution to the problem of the current state of the roads to be designed, since they do not have paved roads, the track widths do not correspond to the permissible ones.

The method used for the design of rigid pavement will be the AASHTO 1993 Design Guide, which gives us scope and design parameters for both flexible and rigid pavements. As a first point, the analysis of the traffic study was carried out, which, through the counting stations, the vehicle count and classification was carried out, obtaining the IMDa projected to 20 years according to the serviceability of the rigid pavement, obtaining a design Esal for Av. Santa Cruz of $5.44E+05$ and a designer Esal in the Jr. 15 de Febrero of $6.41E+06$. The study of soils was analyzed through 12 pits or open pits, which are composed of well-graded gravel, a mixture of gravel-sand; finally obtaining a CBR at 100% minimum at 10% and maximum at 56%. Finally, the thickness of the concrete slab was determined for the structural design of the rigid pavement on Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero; With the design data obtained from the aforementioned studies, the AASHTO 1993 Design Guide was applied, determining a slab thickness of 20 cm and a granular base of 20 cm.

The construction project of the roads had a cost of S/ 6,013,268.16 nuevos soles, within a contractual term of 240 calendar days.

Keywords: AASHTO, soil study, CBR, traffic study, Esal, rigid pavement, Esal, structural design.

INTRODUCCIÓN

Se tiene como finalidad el trabajo de suficiencia profesional por la necesidad de contar con vías de pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y el Jr. 15 de Febrero, Centro Poblado de Salinas, provincia de Andahuaylas, Apurímac, 2022, ya que actualmente las viviendas que se encuentran en las vías proyectadas del centro poblado de Salinas no cuentan con pistas y veredas adecuadamente construidas y aquellos pobladores que necesitan de veredas en sus frontis las han construido de manera artesanal las cuales no coinciden con las alturas y distancias correspondientes al proyecto. Adicionalmente a este problema, se debe indicar que en esta zona se encuentra el Seguro Social del Perú – ESSALUD, el cual se ve afectado por la abundancia de polvo y humedad a causa de la no pavimentación de las vías.

Las autoridades y la población beneficiaria son conscientes de la problemática sobre la mala calidad de las vías existentes en el centro poblado, por ello se realiza el siguiente proyecto, con el cual se busca las adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal del Jr. 15 de febrero de acuerdo con los lineamientos, objetivos generales y específicos del proyecto. Así mismo, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar el pavimento rígido y como éste mejorar el servicio vehicular de las vías ya mencionadas considerando los datos obtenidos del expediente técnico tanto del estudio de suelos para el CBR del suelo de fundación, como el estudio de tráfico para el Esal de diseño y finalmente con la determinación del pavimento rígido mediante la Guía de diseño AASHTO 1993.

Se obtuvo como resultado el diseño de pavimento rígido abarcando un área de 2,048.22 m² en la Av. Santa Cruz y 2,370.98 m² en el Jr. 15 de febrero, con un espesor de losa de concreto de 20 cm colocado sobre una base granular de 20 cm.

TABLA DE CONTENIDOS

CARATULA	
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
TABLA DE CONTENIDO	vii
CAPÍTULO I	10
GENERALIDADES DE LA EMPRESA	10
1.1 Antecedentes de la Empresa	10
1.2 Perfil de la Empresa	10
1.3 Actividades de la Empresa	11
1.3.1 Misión	11
1.3.2 Visión	11
1.3.3 Proyectos Similares	11
CAPÍTULO II	12
REALIDAD PROBLEMÁTICA	12
2.1 Descripción de la Realidad Problemática	12
2.2 Formulación del Problema	14
2.2.1 Problema General	14
2.2.2 Problemas Específicos	14
2.3 Objetivos del Proyecto	14
2.3.1 Objetivo General	14
2.3.2 Objetivos Específicos	14
2.4 Justificación	15
2.5 Limitantes de la Investigación	16
CAPÍTULO III	17
DESARROLLO DEL PROYECTO	17
3.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado	17
3.1.1 Requerimientos	18
	vii

3.1.2 Cálculos	19
3.1.3 Dimensionamiento	29
3.1.4 Equipos Utilizados	31
3.1.5 Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto	32
3.1.6 Estructura	33
3.1.7 Elementos y Funciones	34
3.1.8 Planificación del Proyecto	36
3.1.9 Servicios y Aplicaciones	37
CAPÍTULO IV	59
DISEÑO METODOLOGICO	59
4.1 Tipo y Diseño de Investigación	59
4.2 Método de Investigación	60
4.3 Población y Muestra	60
4.4 Lugar de Estudio	60
4.5 Técnica e Instrumentos para la Recolección de Información	62
4.6 Análisis y Procesamiento de Datos	63
CAPÍTULO V	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1 Conclusiones	64
5.2 Recomendaciones	65
CAPÍTULO VI	66
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y REFERENCIAS	66
6.1 Glosario de Términos	66
6.2 Libros	67
6.2 Electrónica	68
CAPITULO VII	69
ÍNDICES	69
7.1 Índice de Gráficos	69
7.2 Índice de Tablas	70
7.3 Índice de Fotos	71

7.4 Índice de Direcciones Web	71
7.5 Índice de Elaboración Propia	71
CAPÍTULO VIII	72
ANEXOS	72
ANEXO 1 - Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto	72
ANEXO 2 – Diapositivas Utilizadas en la Sustentación	73

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 Antecedentes de la empresa.

La empresa Grupo Astra Nueva Apurímac S.A.C, es una empresa constructora dedicada a la consultoría y ejecución de obras públicas y privadas, generando oportunidades de trabajo constantemente dentro del ámbito nacional y local.

En la actualidad la empresa viene trabajando de manera satisfactoria en la ejecución de diversos proyectos, los cuales se vienen desarrollando de manera responsable y profesionalismo.

1.2 Perfil de la empresa.

Con más de 9 años de presencia dentro del medio, la empresa Grupo Astra Nueva Apurímac S.A.C se ha caracterizado por su seriedad, responsabilidad y puntualidad en todo momento, y desde su fundación ha tenido a su cargo la ejecución de diferentes proyectos de inversión pública como es la ejecución de obras de pequeña, mediana y gran envergadura, al mismo tiempo ha tenido la oportunidad de desarrollar estudios de importantes proyectos a nivel de perfiles, fichas técnicas y expedientes técnicos para diversas entidades del estado, contribuyendo así con un granito de arena para el desarrollo de nuestra sociedad.

1.3 Actividades de la empresa .

1.3.1 Misión .

La Misión de la empresa es destacar y posicionarse como una de las mejores empresas dentro del medio local, regional y nacional, ganar prestigio y oportunidades para desarrollar constantemente proyectos de calidad y satisfacer las necesidades de la población.

1.3.2 Visión .

La Visión de la empresa es consolidarse y fortalecerse a través de las buenas prácticas dentro del medio, con proyección internacional brindando servicios de ejecución y consultorías, generar diferentes oportunidades para el desarrollo y ejercicio de la ingeniería de forma integral.

1.3.3 Proyectos Similares.

Desde la fundación y el inicio de sus actividades, la empresa Grupo Astra Nueva Apurímac S.A.C ha ejecutado diversas obras, las cuales mencionamos a continuación.

Tabla 01
Proyectos similares

Cui	Descripción	Monto de inversión
OC-234-1	Mejoramiento de pistas y veredas de la Av. San José y Av. Daniel Perales del C.P Ancatira, distrito de Andahuaylas.	S/ 3'857,835.00

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1 Descripción de la Realidad Problemática

El ámbito del proyecto abarca el centro poblado Salinas dentro del distrito de Andahuaylas la cual se ubica en el porte nor oeste del distrito de Andahuaylas.

El sistema de transitabilidad vial y peatonal actual no cuenta con vías pavimentadas, veredas de concreto, ni las estructuras que estos componentes traen consigo, En épocas de lluvia las corrientes de agua toman curso por las calles dañando las bases y fachadas de las viviendas, este sistema actual no garantiza el adecuado servicio de transitabilidad vial y peatonal, que sin tener infraestructura el suelo sufre por el peso de los autos sin ningún tratamiento y el servicio de mantenimiento es escaso, las veredas existentes construidas por cada dueño de vivienda muestras fisuras; debido a esto se planteó la construcción de la infraestructura vial y peatonal para garantizar el servicio demandado de manera constante y suficiente a la población de la unidad vecinal de Salinas.

Debido a esto se plantea el mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal de las principales calles del centro poblado de Salinas, infraestructura que se construirá con el fin de garantizar el servicio de transitabilidad seguro en la localidad que será proyectado para 20 años de vida útil.

Foto 01
Condición actual de Av. Santa Cruz



Fuente: Expediente tecnico

Foto 02
Condición actual de Jr. 15 de Febrero



Fuente: Expediente tecnico

2.2 Formulación del Problema

2.2.1 Problema General

- a) ¿Cómo realizar el diseño estructural para el servicio vehicular del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022?

2.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cómo el ensayo de Relación de Soporte California de las calicatas contribuirá en el diseño estructural para el servicio vehicular del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022?
- b) ¿Cómo la carga axial simple equivalente contribuirá en el diseño estructural para el servicio vehicular del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022?
- c) ¿Cómo establecer el espesor de pavimento rígido por medio de la Guía de diseño AASHTO 1993 en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022 ?

2.3 Objetivos del Proyecto

2.3.1 Objetivo General

- a) Diseñar estructuralmente el pavimento rígido para el servicio vehicular en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022.

2.3.2 Objetivos Específicos

- a) Establecer el ensayo de Relación de Soporte California de las calicatas contribuirá en el diseño estructural para el servicio vehicular del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022.

- b) Establecer la carga axial simple equivalente contribuirá en el diseño estructural para el servicio vehicular del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022.
- c) Establecer el espesor de pavimento rígido por medio de la Guía de diseño AASHTO 1993 en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022.

2.4 Justificación

Relevancia Social:

En épocas de lluvia (de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y mediados de abril) se percibe la gran acumulación de barro y desperdicios en las calles ya que gracias a la pendiente de estas el recorrido de las aguas pluviales hace el barrido de todo a su paso. Este fenómeno también causa la proliferación de enfermedades afectando en su mayoría a los niños. Las familias beneficiaras asentadas en el centro poblado del presente proyecto realizan pagos por mantenimiento y/o limpieza pública, sin embargo, este servicio es deficiente y a veces inaccesible.

Relevancia Estructural:

Se pretende garantizar las adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal del Jr. 15 de febrero y Av. Santa Cruz. Con el presente objetivo se busca:

- Reducir la cantidad de polvo en las fachadas e interiores de las viviendas.
- Mejorar el drenaje pluvial de las calles del área del proyecto.
- Facilidad de tránsito para peatones y vehículos.
- Mejorar la estética de los barrios intervenidos.
- Reducir los accidentes de tránsito y peatonales por falta de veredas y señalizaciones.

2.5 Limitantes de la Investigación

Para lograr los objetivos propuestos del trabajo de suficiencia profesional no se presentaron limitantes que obstruyan el avance del Tsp.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

Para el diseño estructural del servicio vehicular del pavimento rígido de la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero se desarrolló bajo la Guía de diseño AASHTO 1993 el cual nos da alcances y parámetros de diseño tanto para pavimentos flexibles como rígidos. Como primer punto se realizó el análisis del estudio de tráfico el cual, mediante las estaciones de conteo, se realizó el conteo y clasificación vehicular obteniendo el IMDa proyectado a 20 años según la serviciabilidad del pavimento rígido, obteniendo un Esal de diseño para la Av. Santa Cruz y un Esal de diseño en el Jr. 15 de Febrero.

Se analizo el estudio de suelos mediante 12 calicatas o pozos a cielo abierto, los cuales están compuestos por gravas bien graduadas, mezcla de gravas arena; obteniendo finalmente un CBR al 100% mínimo al 10% y máximo al 56%. Finalmente, se determinó el espesor de la losa de concreto para el diseño estructural del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de febrero; con los datos de diseño obtenido de los estudios ya mencionados, se aplicó la Guía de diseño AASHTO 1993, determinando un espesor de losa de 20 cm y base granular de 20 cm.

3.1.1 Requerimientos

El trabajo de suficiencia profesional se realizó bajo parámetros normativos aplicados al diseño de pavimento rígido:

Tabla 02

Normatividad para el diseño de pavimentos

Normatividad u Organización	Diseño geométrico de carreteras Diseño vial
DG-2018-MTC	Velocidad de diseño Vehículo de diseño Ancho de calzada Pendientes Faja de dominio Bombeo Peralte

Fuente: DG-2018-MTC

Tabla 03

Parámetros de diseño según guía AASHTO 93

Normatividad u Organización	Metodología AASHTO 93 (Pavimento Rígido)
Guía AASHTO 93	Confiability Serviciabilidad Periodo de diseño Numero estructural Espesores Coeficientes de capa Coeficientes de drenaje Esal (W_{18}) de diseño y CBR de diseño

Fuente: AASHTO 1993

Tabla 04

Calificación de la transitabilidad

Índice de transitabilidad	Calificación
5	Excelente
4	Muy buena
3	Buena
2	Regular
1	Mala
0	Pésima

Fuente: DG-2018-MTC

3.1.2 Cálculos

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:

El instrumento utilizado en el estudio topográfico presente es el Drone Fanton 4 Pro.

La metodología empleada consta de las siguientes etapas:

- Reconocimiento en campo.
- Plan de vuelo para la zona del proyecto, el cual consta de la configuración de la altura de vuelo del dron con la finalidad de obtener una resolución adecuada de las imágenes.
- Captura de imágenes para la zona en estudio y con las configuraciones necesarias.

Descripción del proyecto:

Se realizó el levantamiento fotogramétrico de todo el proyecto en coordinación con las autoridades, elaborándose los planos de localización, ubicación y planos de detalle de las obras componentes; trabajos topográficos de levantamiento al detalle en toda el área de trabajo y observar las ubicaciones de las nuevas infraestructuras.

Grafica 01

Vista panorámica del centro poblado de Salinas



Fuente: Expediente tecnico

Recopilación de información:

Previamente al inicio del Estudio de fotogrametría se procedió a recopilar toda la información Topográfica existente del área de estudio. La información recopilada es la siguiente:

- Planos de transporte vial, cartas nacionales, planos de otros expedientes realizados por la zona de estudio.
- En campo (BM o punto de partida).

Equipo empleado:

Estos trabajos se han realizado empleando los siguientes equipos:

- Drone Fanton 4 Pro.

Metodología de trabajo:

Las metodologías de trabajo establecidas sobre el terreno y en la oficina se han adaptado a los programas que se muestran en la información de descripción de tareas y los calendarios de actividades.

- Para la ejecución de la fotogrametría, se consideró un jefe de operación, dirigidos por el jefe de estudio.
- El estudio topográfico se realizó utilizando el drone, con una planificación ilustrativa posterior al vuelo, selección de la altitud de vuelo y escala del mapa, preparación del plan de vuelo vertical.

Levantamiento topográfico:

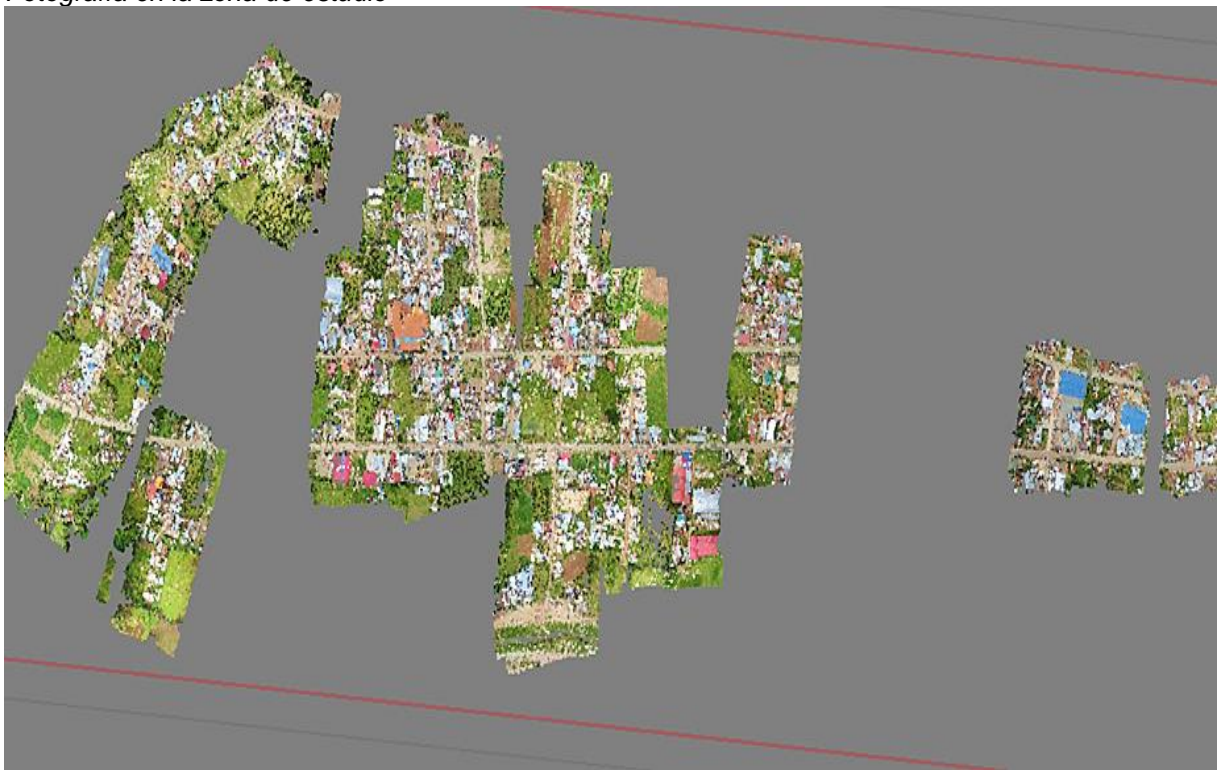
El proceso de fotogrametría se efectuó de manera directa, utilizando para ello el Drone Fanton 4 Pro. Todas las coordenadas que se muestran en los planos de

planta han sido referidas al sistema UTM WGS84. Para obtener la información necesaria, realizar una descripción de las diversas características naturales y artificiales del área de investigación; Se realizó un levantamiento fotogramétrico utilizando un dron para capturar imágenes desde el espacio.

Las cotas están referidas al Nivel Medio del Mar. Se realizó el levantamiento de forma detallada como se ve en las siguientes imagenes.

Grafica 02

Fotografía en la zona de estudio



Fuente: Expediente tecnico

Trabajo de campo:

Luego del reconocimiento del Campo de la extensión de la zona que comprende el estudio Topográfico. Se procedió a preparar el dron en un lugar en donde el operador tenga facilidad de operación y lograrse abarcar una gran área de la zona de trabajo luego de la preparación se procedió a tomar los datos fotogramétricos.

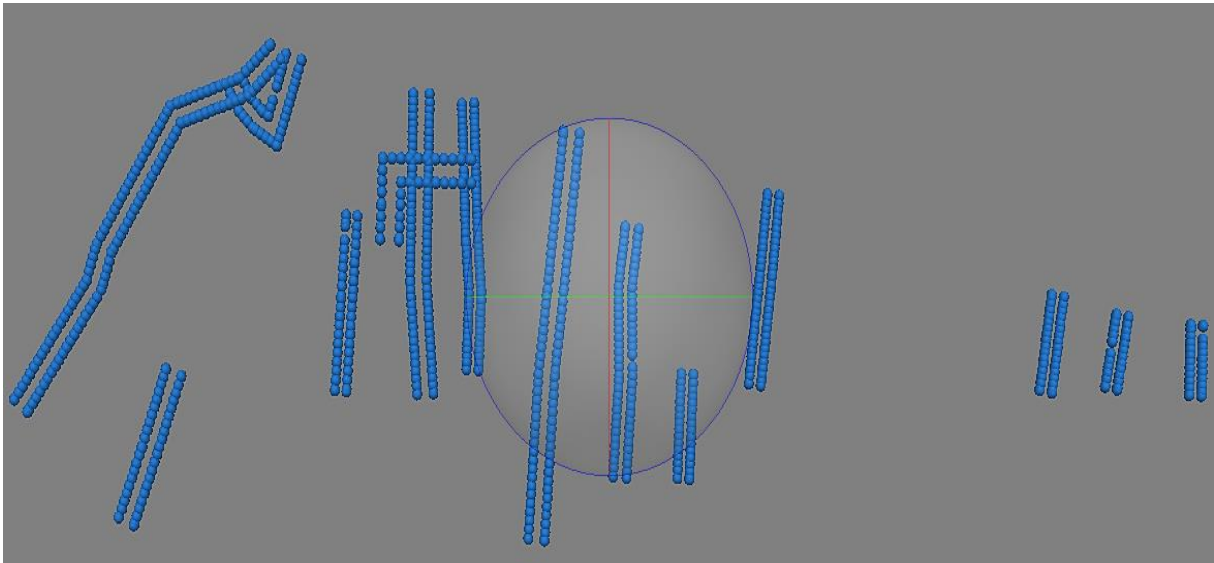
Trabajo de gabinete:

a) Procesamiento de datos:

El procesamiento de datos se trabajó usando el software Agisoft PhotoScan de las imágenes para obtener el modelo de elevación digital (DEM) y la ortofoto, esto se detalla a continuación.

Grafica 03

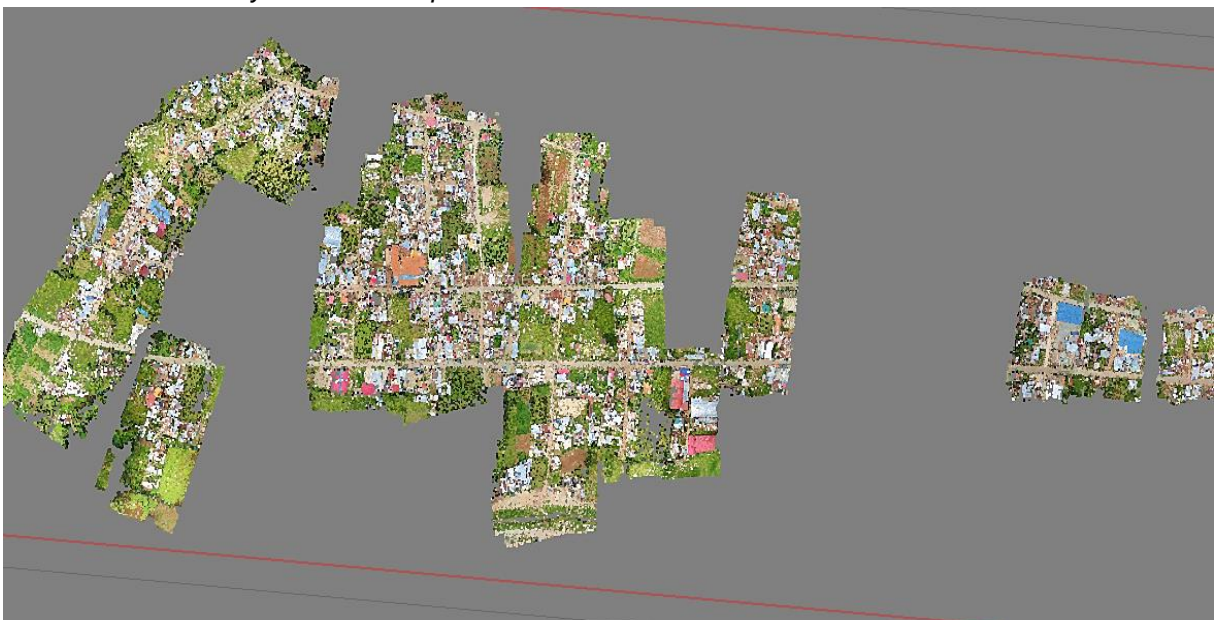
Importación de las imágenes al programa



Fuente: Expediente tecnico

Grafica 04

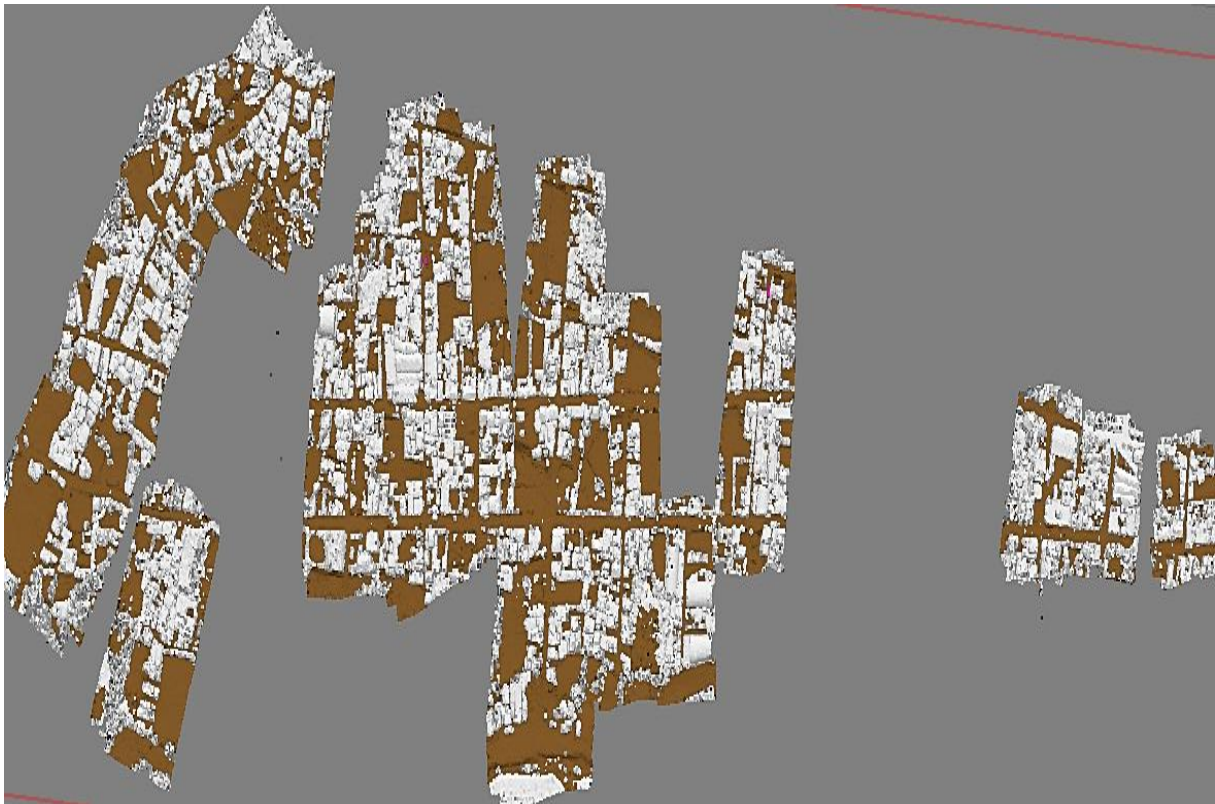
Orientación de fotos y obtención de puntos de enlace



Fuente: Expediente tecnico

Grafica 05

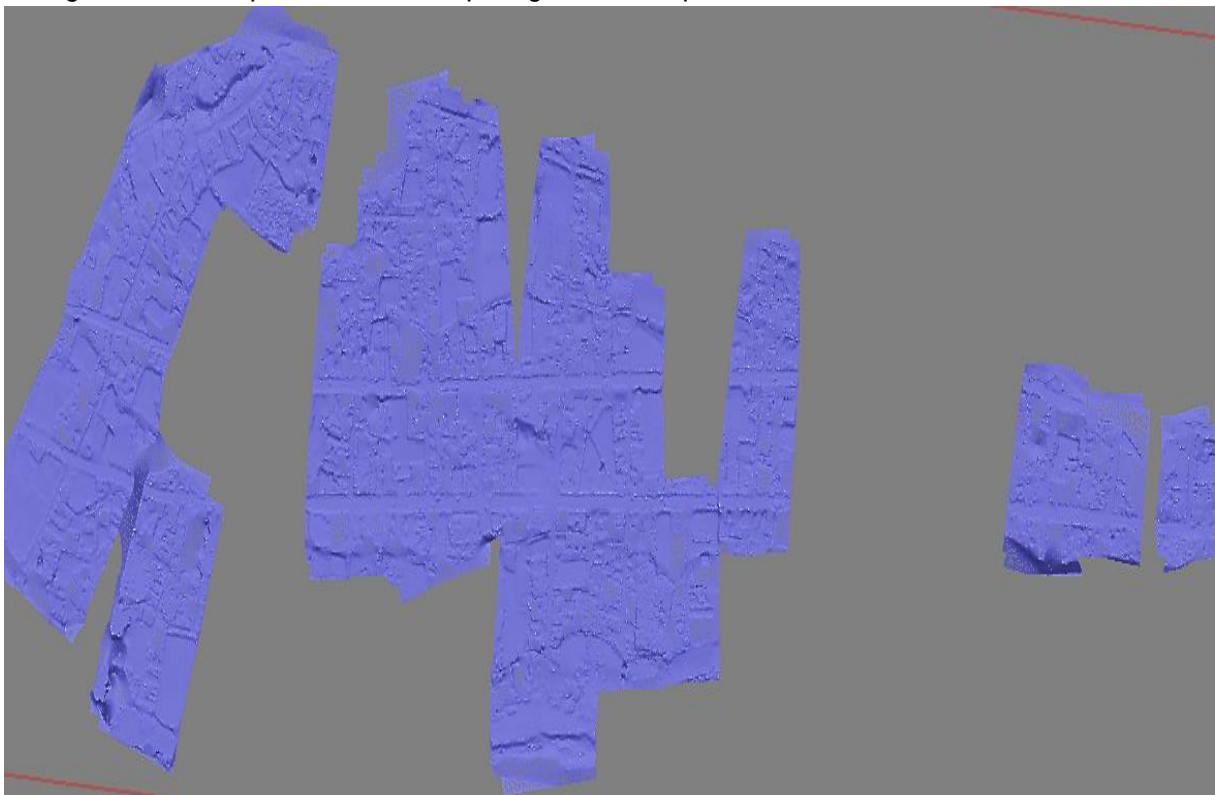
Clasificación de los puntos del terreno y limpieza de ruidos



Fuente: Expediente tecnico

Grafica 06

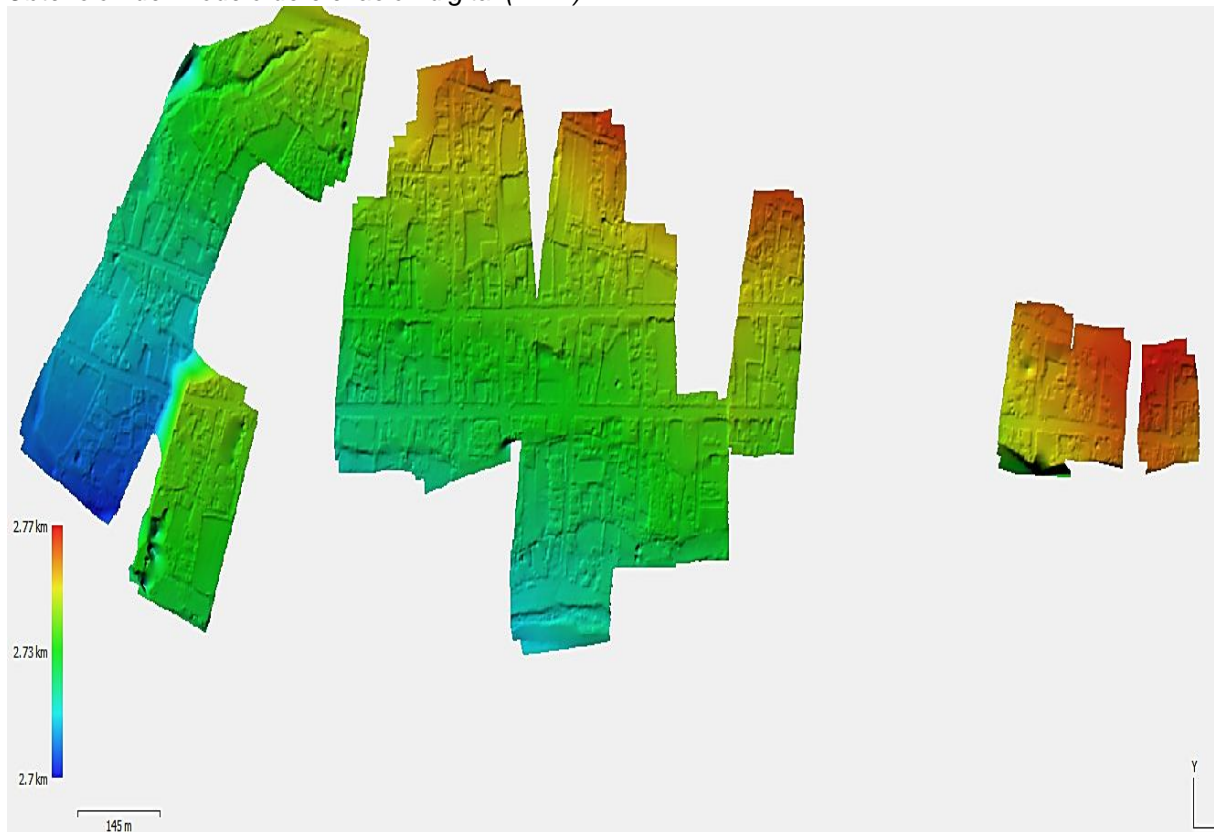
Triangulación de los puntos de terreno para generar la superficie



Fuente: Expediente tecnico

Grafica 07

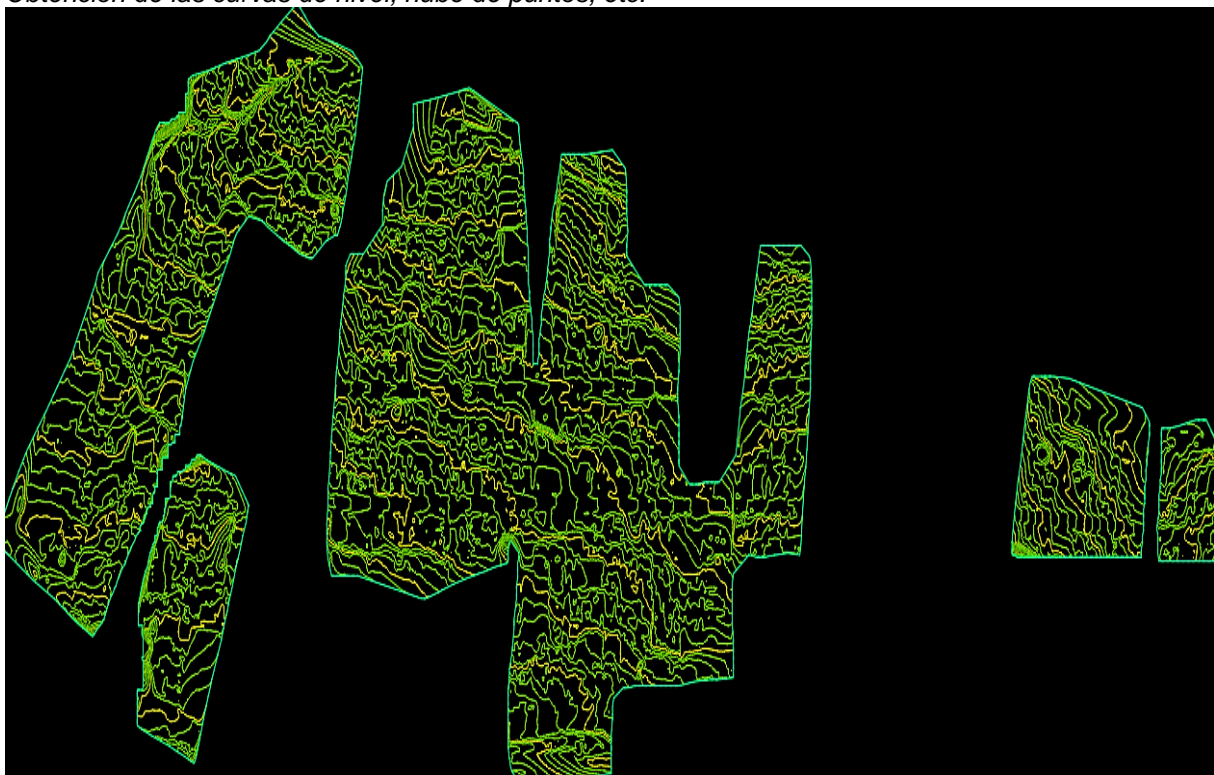
Obtención del modelo de elevación digital (DEM)



Fuente: Expediente tecnico

Grafica 08

Obtención de las curvas de nivel, nube de puntos, etc.



Fuente: Expediente tecnico

Grafica 09*Comprobación y vista 3D de la superficie generada*

Fuente: Expediente tecnico

Coordenadas UTM de la poligonal:

a) Jr. 15 de Febrero:

Grafica 10*Coordenadas UTM*

CUADRO DE CONSTRUCCION JR. 15 DE FEBRERO TRAMO I					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 – P2	21.54	91°28'38"	671820.022	8489805.594
P2	P2 – P3	39.96	72°42'42"	671841.520	8489806.873
P3	P3 – P4	186.69	195°57'6"	671831.931	8489768.081
P4	P4 – P5	8.03	89°25'43"	671838.667	8489581.512
P5	P5 – P6	51.12	89°39'45"	671830.636	8489581.302
P6	P6 – P7	3.50	226°2'25"	671829.602	8489632.408
P7	P7 – P8	66.95	135°48'32"	671827.032	8489634.788
P8	P8 – P1	104.01	178°55'8"	671823.519	8489701.645

Area: 2418.82 m²

Area: 0.24188 ha

Perimetro: 481.80 ml

CUADRO DE CONSTRUCCION JR. 15 DE FEBRERO TRAMO II					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 – P2	10.49	89°5'42"	671830.489	8489565.530
P2	P2 – P3	89.78	91°6'35"	671840.970	8489565.067
P3	P3 – P4	11.08	102°22'1"	671838.744	8489475.316
P4	P4 – P1	92.35	77°25'41"	671827.868	8489473.213

Fuente: Expediente tecnico

b) Av. Santa Cruz:

Grafica 11
Coordenadas UTM

CUADRO DE CONSTRUCCION AV. SANTA CRUZ TRAMO I					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 – P2	10.45	88°56'1"	671984.237	8489770.544
P2	P2 – P3	114.97	91°28'5"	671994.614	8489769.265
P3	P3 – P4	48.42	179°42'41"	671983.474	8489654.831
P4	P4 – P5	23.15	177°34'46"	671978.540	8489606.660
P5	P5 – P6	10.39	99°41'14"	671975.211	8489583.751
P6	P6 – P7	27.99	82°18'52"	671964.825	8489583.493
P7	P7 – P8	38.96	180°42'4"	671967.880	8489611.319
P8	P8 – P1	121.10	179°36'17"	671971.660	8489650.096

Area: 2044.93 m²
Area: 0.20449 ha
Perimetro: 395.45 ml

CUADRO DE CONSTRUCCION AV. SANTA CRUZ TRAMO II					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 – P2	8.55	96°47'8"	671966.054	8489569.157
P2	P2 – P3	93.32	88°26'20"	671974.570	8489568.413
P3	P3 – P4	11.81	113°7'42"	671963.924	8489475.706
P4	P4 – P5	81.45	66°17'26"	671952.606	8489472.337
P5	P5 – P1	16.34	175°21'24"	671962.719	8489553.161

Area: 977.83 m²
Area: 0.09778 ha
Perimetro: 211.47 ml

CUADRO DE CONSTRUCCION AV. SANTA CRUZ TRAMO III					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 – P2	12.10	97°55'14"	671949.598	8489454.416
P2	P2 – P3	40.15	80°30'23"	671961.671	8489455.250
P3	P3 – P4	87.58	180°50'25"	671957.795	8489415.286
P4	P4 – P5	45.10	176°50'23"	671950.618	8489328.003
P5	P5 – P6	8.50	91°29'46"	671944.450	8489283.330
P6	P6 – P7	37.64	89°40'7"	671936.000	8489284.272
P7	P7 – P1	133.08	182°43'43"	671940.390	8489321.656

Fuente: Expediente tecnico

Grafica 12
BM en Av. Santa Cruz

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LAS PRINCIPALES CALLES DEL CENTRO POBLADO SALINAS, DISTRITO DE ANDAHUAYLAS - PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS - DEPARTAMENTO DE APURIMAC"		
DESCRIPCION DE MARCA DE COTA FIJA (BM)		
DATOS GENERALES		
Departamento:	Característica de la marca:	Código:
APURIMAC	PINTURA SOBRE CONCRETO	BM-06
Provincia:	Establecida por:	Altitud (m):
ANDAHUAYLAS	EMPRESA CONSULTORA	2879.00
Distrito:	Código de hoja:	Orden:
ANDAHUAYLAS		6°
Tramo:	Estampado:	Datum:
Progr. 0+000	BM-06 ©	WGS 84
CROQUIS Y FOTOGRAFIA DE SU UBICACIÓN		
Croquis:	Fotografía del BM:	
		
DESCRIPCION		
Itinerario: En losa de buzón en el tramo I de la Av. Santa Cruz, cerca al canal de riego se colocó el BM-06, en la localidad de Salinas, sus coordenadas aprox. WGS 84 son:		
Norte: 8489654 Este : 671978 Marca de cota fija: Marca con pintura rojo oxidado en el lado inferior izquierdo sobre plataforma de concreto .		
Referencias: 1. Desde el vértice oeste del terreno "propiedad de la unidad vecinal", rumbo S 53° 3' 20". 2. Buzón en el tramo I de la Av. Santa Cruz, cerca al canal de riego. 3. El terreno es inclinado.		

Fuente: Expediente tecnico

Grafica 13

BM en Jr. 15 de Febrero

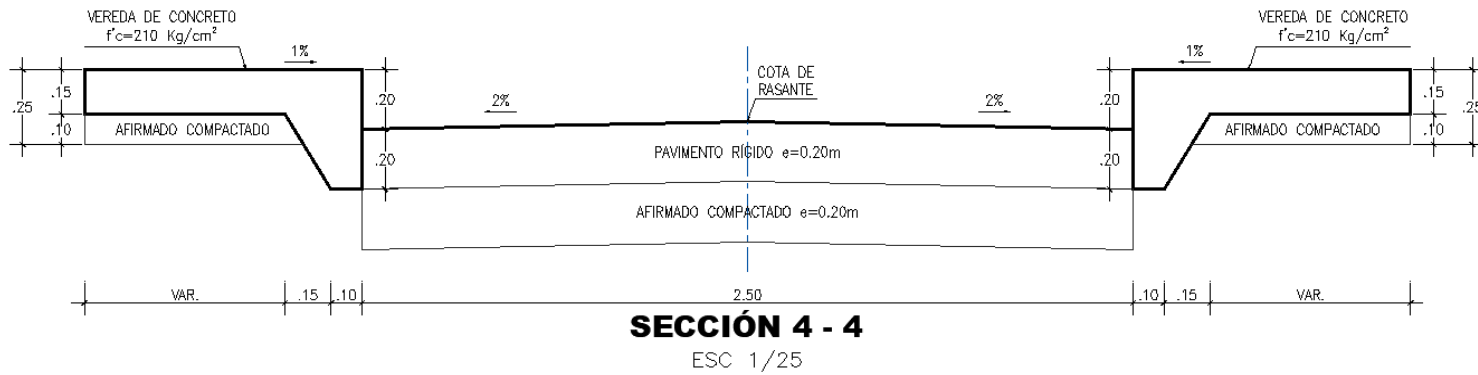
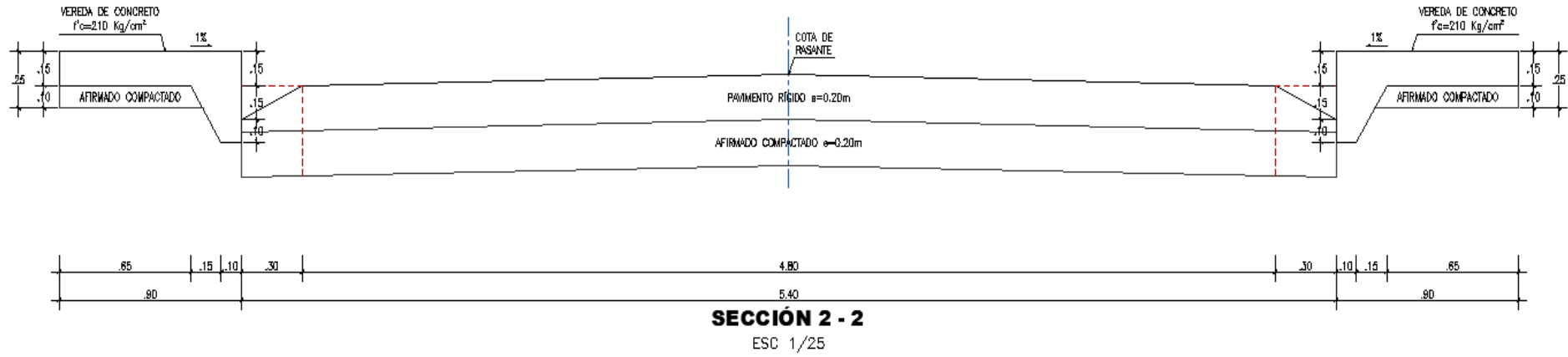
PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LAS PRINCIPALES CALLES DEL CENTRO POBLADO SALINAS, DISTRITO DE ANDAHUAYLAS - PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS - DEPARTAMENTO DE APURIMAC"		
DESCRIPCION DE MARCA DE COTA FIJA (BM)		
DATOS GENERALES		
Departamento:	Característica de la marca:	Código:
APURIMAC	PINTURA SOBRE CONCRETO	BM-05
Provincia:	Establecida por:	Altitud (m):
ANDAHUAYLAS	EMPRESA CONSULTORA	2886.00
Distrito:	Código de hoja:	Altitud (m):
ANDAHUAYLAS		5°
Tramo:	Estampado:	Datum:
Progr. 0+000	BM-05 ©	WGS 84
CROQUIS Y FOTOGRAFIA DE SU UBICACIÓN		
Croquis:	Fotografía del BM:	
		
DESCRIPCION		
Itinerario:		
En una de las viviendas de adobe en el Jr. 15 de enero, frente al terreno de la losa deportiva se colocó el BM-05, en la unidad vecinal de Salinas, sus coordenadas aprox. WGS 84 son:		
Norte: 8489755.000		
Este : 671821.307		
Marca de cota fija:		
Marca con pintura rojo oxido en el lado inferior izquierdo sobre plataforma de concreto .		
Referencias:		
1. Desde el vértice oeste del terreno "propiedad de la unidad vecinal", rumbo S 60° 44' 3".		
2. Vivienda de adobe frente a la losa deportiva.		
3. El terreno es inclinado.		
Fuente: Expediente tecnico		

3.1.3 Dimensionamiento

Se propone para los servicios de transitabilidad vehicular y peatonal de la unidad vecinal de Salinas lo siguiente:

- Se plantea la construcción de pavimento rígido abarcando un área de 2,048.22 m² en la Av. Santa Cruz y 2,370.98 m² en el Jr. 15 de febrero de concreto $F'c=210$ kg/cm².
- Sardineles de concreto en 438.23 m³, cuneta para evacuación de aguas pluviales en 316.92 m² de concreto $F'c=210$ kg/cm².
- Veredas de concreto $F'c=210$ kg/cm² de espesor $e=0.15$ m en 1,718.85 m², construcción de martillos de concreto en acera peatonal en 5.92 m³.
- Rampas para discapacitados de concreto $F'c=175$ kg/cm² en 8.42 m³.
- Escaleras de concreto $F'c=175$ kg/cm² en la Av. Santa Cruz en 1.00 m³,
- Construcción de muros de contención en concreto armado en el Jr. 15 de febrero de altura 2.00 metros con concreto $F'c=210$ kg/cm² en 19.65 m³ de muro de muro reforzado, construcción de muros de contención en concreto armado en el Jr. 15 de febrero de altura 3.50 metros y longitud de 35 metros lineales con concreto $F'c=210$ kg/cm² en 116.41 m³ de muro de muro reforzado, construcción de muros de contención en concreto armado en la Av. Santa Cruz de altura 2.00 metros y longitud de 15 metros lineales con concreto armado $F'c=210$ kg/cm² en 19.65 m³ de muro reforzado.
- Se plantea también la rehabilitación de buzones que se vean afectados por la intervención de las pistas, la construcción de obras de arte y drenaje como alcantarillas. La construcción de áreas verdes en jardines en 24.75 m², la rehabilitación de conexiones domiciliarias de agua y desagüe sumando un total de 38 cajas.

Grafica 14
Sección de pavimento rígido



Fuente: Expediente tecnico

3.1.4 Equipos utilizados

En busca de lograr los objetivos propuestos en el presenta trabajo de investigacion es necesario el uso de equipos de ingeniería para la medición, observación y análisis de muestras en las vías a intervenir, así también como equipos de oficina para el desarrollo óptimo de los diferentes análisis en gabinete como los estudios de ingeniería redactados en el expediente tecnico y comprobación de datos.

Tabla 05

Equipos utilizados en el TSP

Equipos	Descripcion
Equipos y softwares de Ingeniería	
Nivel topográfico: Leica NA 300	Se adaptan a cualquier circunstancia y garantizan que la construcción sea lo más segura y esté lo más enderezada posible. La gama NA300 es su herramienta de confianza para obtener mediciones precisas y resultados de gran calidad. Gracias a su diseño ergonómico.
Medidor distancias: Rueda Bosch GWM 32	es una rueda medidora profesional muy ligera y manejable. Empuñadura de pistola ergonómica y modelo ligero de aluminio para un trabajo cómodo. Mango telescópico con ajuste de altura continuo para una mayor flexibilidad y comodidad.
Software Topográfico: Autocad Civil 3D	software de diseño de ingeniería civil que admite BIM (Building Information Modeling) con funciones integradas para mejorar el dibujo, el diseño y la documentación de construcción.
Equipos de Gabinete	
Computadora Portatil: Honor Magicbook 14	Cuenta con un potente procesador AMD Ryzen 5 con una velocidad máxima de 3.7 GHz, memoria RAM de 8GB, almacenamiento en estado sólido de 256GB y una batería de polímero de litio de 4 celdas.
Impresora: DCP-L2540DW Brother	es un multifuncional láser monocromático confiable y asequible con un alimentador automático de hasta 35 páginas, para uso doméstico o para oficinas pequeñas.
Otros Equipos	
Movilidad de la empresa: Camioneta Kia Sportage	El Kia Sportage es un SUV, del segmento C, fabricado por la marca surcoreana Kia desde el año 1993. Actualmente se comercializa la quinta generación, presentada en 2021 y que compite directamente en el reñido segmento de los SUV medianos.
Cámara Fotografica: Rebel T7	La cámara EOS Rebel T7 tiene una enorme pantalla LCD brillante de 3.0 pulgadas que es ideal para componer y capturar imágenes sorprendentes, como también para mostrárselas a amigos y familiares.

Fuente: Elaboracion propia

3.1.5 Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto

- **AASHTO:** El método AASHTO-1993 para el diseño de pavimentos rígido, se basa primordialmente en identificar un "D" para el pavimento, que hace referencia al espesor de la losa de concreto de un pavimento requerido para una combinación de soporte del suelo (M_r), tránsito total (W_{18}), de la serviciabilidad terminal y de las condiciones ambientales.
- **Estudio de suelos:** Documento técnico que engloba el conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tiene por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones de carga.
- **CBR:** Las siglas CBR significan Californian Bearing Ratio y proviene de que este ensayo fue desarrollado, antes de la segunda guerra mundial, por el Departamento de Transportes de California. Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo. Se rige por la norma ASTM 1883.
- **Estudio de tráfico:** El Estudio de Tráfico tiene como objetivo determinar la intensidad y composición del tráfico proyectado para la zona de proyecto, a fin de clasificar el Tipo de Carretera de acuerdo a la intensidad de tráfico y parámetros de diseño geométrico.
- **Pavimento rígido:** Una estructura construida en el suelo para resistir y dispersar las fuerzas generadas por los vehículos, mejorando las condiciones de seguridad y confort del tráfico. Generalmente consta de las siguientes capas: el sustrato, la suela y la banda de rodadura.
- **Esal:** Los ejes equivalentes; se los denominara ESAL "equivalent simple axial load", es la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips

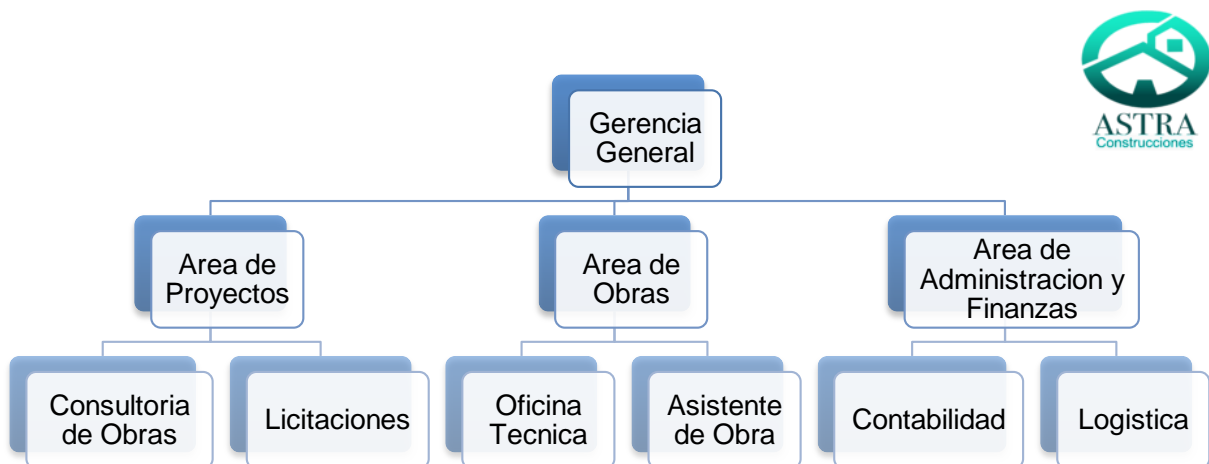
(8,16 t = 80 kN) para un periodo determinado, utilizamos esta carga equivalente por efectos de cálculo ya que el tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes.

- **Diseño estructural:** El diseño estructural es una metodología que estudia la estabilidad, la resistencia y la rigidez de las estructuras, y su función principal es crear estabilidad de las estructuras mediante el correcto uso de los materiales y su diseño.

3.1.6 Estructura

El organigrama de la empresa constructora es una representación gráfica de los roles y la estructura de la organización. Usando el organigrama, el personal y las partes interesadas pueden reconocer claramente las relaciones operativas, para así poder saber cómo funciona el tipo de proyecto a ejecutar.

Grafica 15
Organigrama Grupo Astra Nueva Apurímac S.A.C.



Fuente: Grupo Astra Nueva Apurímac S.A.C

3.1.7 Elementos y funciones

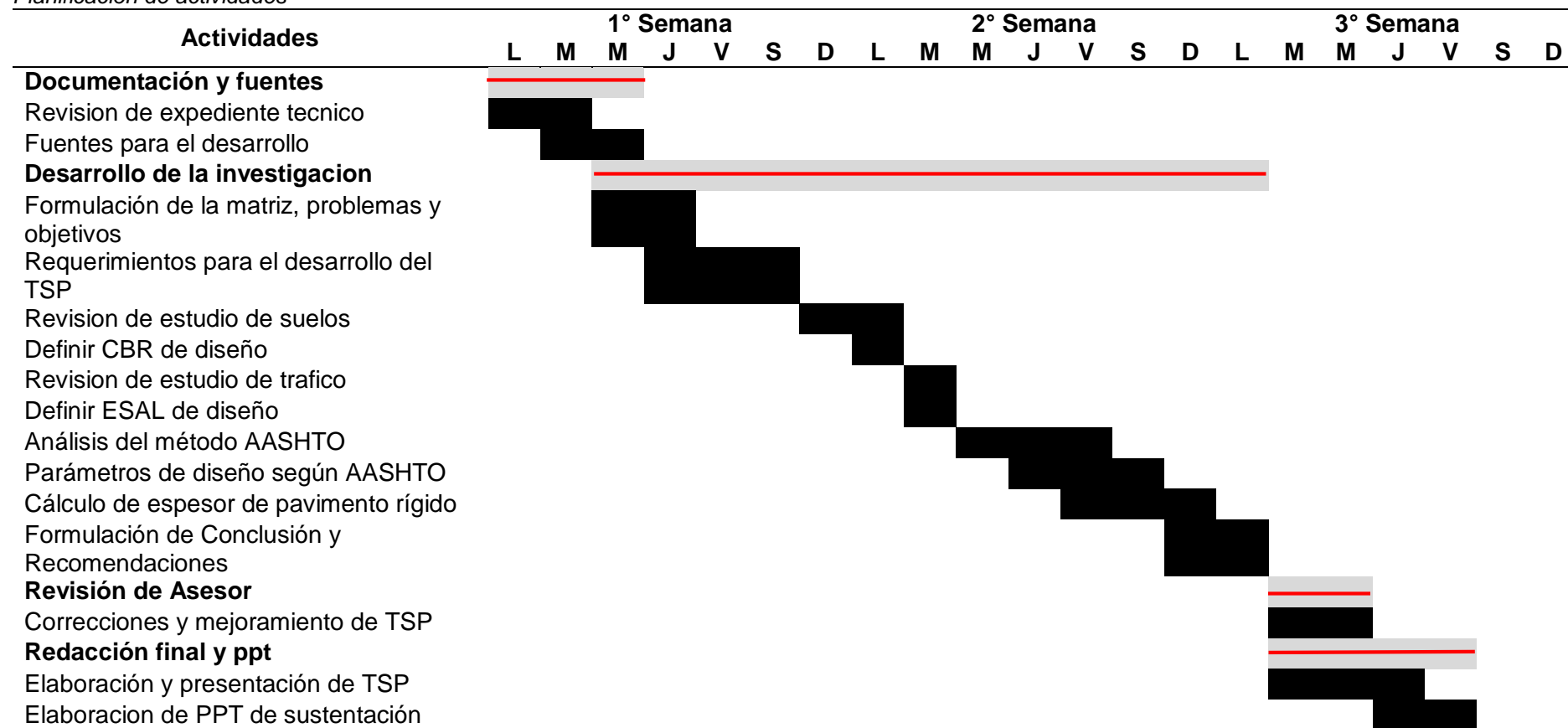
- **Gerencia General:** Ejecutivo que tiene la responsabilidad general de la marcha administrativa, gestionar, coordinar y supervisar las actividades de la compañía.
- **Área de Proyectos:** Es el área que define las entregas, la estructura del equipo, el proceso y la planificación. Además de poseer acceso a todos los artefactos de proyecto, como planes, elementos de trabajo, requisitos dentro del contexto del proyecto.
- **Consultoría de Obras:** Se refiere a servicios profesionales de calidad, incluida la elaboración de documentación técnica de obras o la supervisión de obras.
- **Licitaciones:** Procesos participativos por el cual se busca adquirir mejores condiciones de compra convenientes para un determinado proyecto u obra. La licitación pública es un proceso de selección abierta y regulado por el cual un organismo público abre un proceso de contratación para la ejecución de una obra o la provisión de un suministro o servicio.
- **Área de Obras:** Se encarga de planificar, dirigir, controlar y evaluar el proyecto u obra desde el momento de su concepción, hasta su finalización (todo ello dentro de los plazos y presupuestos establecidos).
- **Oficina Técnica:** Encargado de realizar la denominada gestión de ejecución, control preciso y exacto del proyecto para garantizar que se lleva a cabo de acuerdo con las buenas prácticas de construcción, las medidas de seguridad necesarias y de acuerdo con los documentos técnicos.
- **Asistente de Obra:** Asistir diaria y permanentemente al lugar de la obra a su cargo. Establece los niveles, delimita el terreno y los puntos geométricos de referencia que coincidan con lo establecido en los planos.

- **Área de Administración y Finanzas:** Le corresponde la gestión y administración de los recursos financieros y materiales de la compañía, para lo cual diseña y ejecuta en forma continua los procesos administrativos que permitan mantener la operatividad y el funcionamiento óptimo de esta.
- **Contabilidad:** Será responsable de preparar y revisar las consultas sobre cuestiones de contabilidad corporativa y de información financiera, como las cuentas anuales y otras cuentas, para tomar decisiones oportunas.
- **Logística:** Realiza las actividades enfocadas a suministrar en las mejores condiciones posibles los recursos necesarios para llevar a cabo la obra.

3.1.8 Planificación del proyecto

El desarrollo de actividades se llevó a cabo según el orden requerido para lograr los objetivos propuestos durante las 3 últimas semanas del Curso especial de suficiencia:

Tabla 06
Planificación de actividades



Fuente: Expediente técnico

3.1.9 Servicios y Aplicaciones

A. Ensayo de Relación de Soporte California para pavimento rígido:

El estudio de suelos comprende el análisis de parámetros físico químicos de las muestras de suelo obtenidas en el eje de vía, mediante las cuales se determinaron la capacidad de soporte de cada suelo (CBR). La ubicación de calicatas y la cantidad de muestras de campo fueron realizadas por los responsables del proyecto.

Trabajo de Campo:

El trabajo de campo, así como la toma de muestras se realizó con maquinaria pesada y cuyas muestras fueron trasladadas al laboratorio de INGEOLAB S.R.L. para que se realicen los ensayos correspondientes la ubicación y cantidad de muestras fueron realizadas por los encargados del proyecto en campo se logró determinar el perfil estratigráfico hasta la profundidad de 1.60m.

Análisis y ensayos de laboratorio:

Se ejecutaron los ensayos de laboratorio para determinar las características físico-mecánicas y la resistencia del soporte de california. El programa de ensayos comprende de las siguientes pruebas de laboratorio:

- Determinación del contenido de humedad MTC E 108 (ASTM-D-2216)
- Análisis Granulométrico por tamizado MTC E 107 (ASTM-D-422)
- Determinación del límite Líquido MTC E 110 (ASTM-D-423)
- Determinación del límite Plástico MTC E 111 (ASTM-D-424)
- Determinación Humedad-Densidad (Proctor) MTC E 115 (ASTM D-1557)
- Valor Relativo de Soporte (CBR) MTC E 132 (ASTM-D-1883)
- Clasificación de SUCS ASTM-D-2487

- Clasificación AASHTO

ASTM D-3282

- Informe

Los ensayos de laboratorio Estándar, fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos INGEOLAB SRL; bajo las Normas de la American Society For Testing and Materiales (A.S.T.M), Normas MTC.

Tabla 07

Resumen de parámetros físico mecánicos

Resumen de parámetros Físico Mecánicos					
Progresiva	C-3 Av. Santa Cruz	C-4 Av. Santa Cruz	C-5 Jr. 15 de Febrero	C-6 Jr. 15 de Febrero	C-8 Av. Santa Cruz
Profundidad	1.60 m	1.60 m	1.60 m	1.60 m	1.60 m
Lim. Líquido	73.3%	24.6%	25.3%	28.7%	NP
Lim. Plástico	35.84	18.14	18.87	19.71	NP
Índice de Plasticidad	37.5%	6.5%	6.4%	9.0%	NP
Humedad Natural	45.62%	19.60%	7.06%	8.78%	9.47%
Densidad Máxima	1.59	2.10	2.28	2.14	2.24
Humedad óptima	18.27%	9.26%	7.59%	9.16%	5.90%
C.B.R.100%	6%	39%	43%	35%	41%
C.B.R.95%	4.58%	33.89%	35.57%	29.69%	35.03%
Clasificación SUCS	MH	GM-GC	GM-GC	GC	SM
Tipo Suelo ASSTHO	A-7-5	A-2-4	A-1-a	A-2-4	A-1-a
Grava (%)	4.73%	52.69%	%	%	43.12%
Arena (%)	5.83%	26.25%	%	%	44.69%
Finos (%)	89.44%	21.06%	%	%	12.19%
Composición	Arcilla inorgánica	Grava, Arena, Limo, Arcilla	Grava, arena, Arcilla	Grava, Arena, Arcilla	Arena, Grava, Arcilla
Matriz	Arcillosa	Arcillosa	Limo-arcillosa	Arcillosa	Arcillosa

Fuente: Expediente técnico

Parámetros de CBR para suelos:

Para la obtención del valor CBR de diseño de la subrasante, se debe considerar lo siguiente:

- En tramos con 6 o más valores de CBR, que se realizan a partir de un tipo de suelo representativo o de una parcela con propiedades de suelo similares, el valor de CBR de diseño de los recursos subterráneos se determina teniendo en cuenta la media de los valores totales analizados de los tramos similares.
- En secciones con menos de 6 valores de CBR, que están hechas del mismo tipo de suelo o una sección con propiedades de suelo similares, el valor de CBR del diseño subterráneo se determina con base en los siguientes criterios. - Si los valores son iguales o similares, tome el valor promedio. - Si los valores no son similares o diferentes, tomar el valor crítico (más bajo) o, en todo caso, dividir la sección en subsecciones agrupadas con valores de CBR similares o similares y determinar el valor promedio. La longitud de las subdivisiones no es inferior a 100 metros. Los valores de CBR similares o similares son valores que se enmarcan dentro de una determinada categoría de recursos del subsuelo.
- Después de establecer el valor de diseño CBR, para cada sector con características similares, la categoría de infraestructura a la que pertenece el sector o subsector se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 08

Categorías de subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Expediente técnico

Categorización de las Subrasante:

Tabla 09

Categorías de subrasante

Muestra	CBR (%)	Categorización de subrasante	
C-3	36	S2	Subrasante Regular
C-4	39	S5	Subrasante Excelente
C-5	43	S5	Subrasante Excelente
C-6	35	S5	Subrasante Excelente
C-8	41	S5	Subrasante Excelente

Fuente: Expediente tecnico

Perfiles del suelo:

a) Calicata 3:

Desde los 0.00 - 0.40 m. Material de cobertura o relleno.

Desde los 0.40 - 1.20 m. arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas. Desde los 1.20 - 1.60 m limos inorgánicos suelos arenosos finos y limosos con mica o diatomea, limos elásticos color gris oscuro con presencia de suelos orgánicos Según la clasificación SUCS son suelos del tipo MH y según la clasificación AASTHO son suelos del tipo A-7-5 estos suelos son de baja resistencia

b) Calicata 4:

Desde los 0.00 - 0.40 m. Material de cobertura o relleno.

Desde los 0.40 - 1.60 m. Suelos compuestos por gravas arenosas y gravas limosas, mezcla de gravas arcillas y arenas, color gris oscuro. Según la clasificación SUCS son suelos del tipo GM-GC y según la clasificación AASHTO son suelos del tipo A-2- 4 estos suelos son de buena resistencia.

c) Calicata 5:

Desde los 0.00 - 0.40 m. Material de cobertura.

Desde los 0.40 - 1.60 m. Suelos compuestos por gravas arenosas y gravas limosas, mezcla de gravas arcillas y arenas, color gris oscuro. Según la clasificación SUCS son suelos del tipo GM-GC y según la clasificación AASTHO son suelos del tipo A-1- a estos suelos son de buena resistencia.

d) Calicata 6:

Desde los 0.00 - 0.50 m. Material de cobertura relleno.

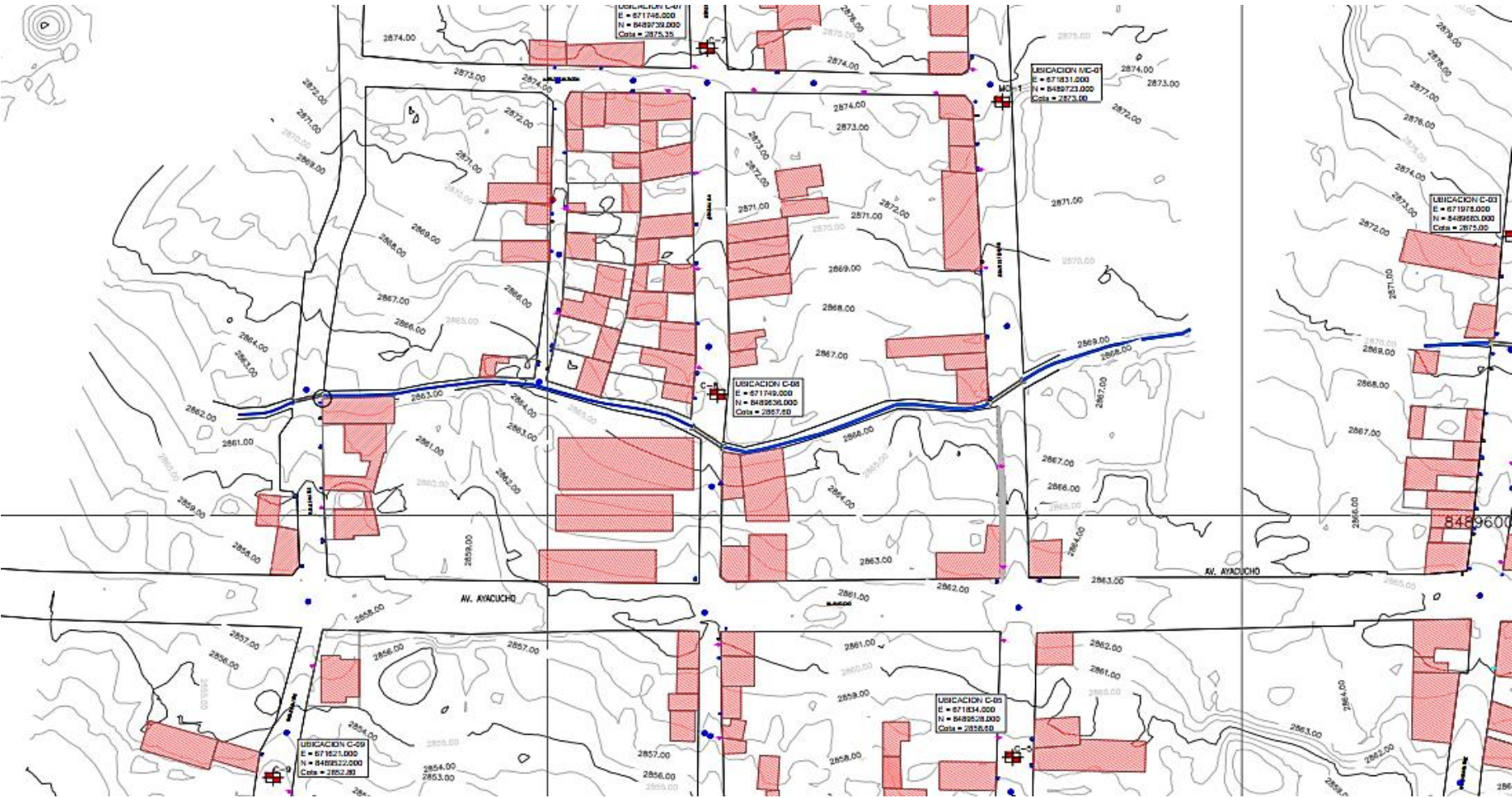
Desde los 0.50 - 1,60 m. Suelos compuestos por gravas arcillosas, mezcla de gravas arena y arcillas, color gris claro. Según la clasificación SUCS son suelos del tipo GC y según la clasificación AASTHO son suelos del tipo A-2-4 estos suelos son de buena resistencia.

e) Calicata 8:

Desde los 0.00 - 0.40 m. Material de cobertura o relleno.

Desde los 0.30 - 1.50m. suelos a estos suelos son de buena resistencia. Suelos compuestos por gravas arcillosas, mezcla de gravas arena y arcillas, color gris claro. Según la clasificación SUCS son suelos del tipo GC y según la clasificación AASTHO son suelos del tipo A-2-4 estos suelos son de buena resistencia.

Grafica 16
Ubicación de calicatas



Fuente: Expediente tecnico

B. Carga Axial simple equivalente para pavimento rígido:

El presente estudio consiste en la estimación de los Factores Equivalentes de Cargas para la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero por tipo de vehículo para el año 2021, partiendo de los reportes obtenidos de la báscula móvil de pesaje proporcionada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) en un periodo de 7 días consecutivos.

Composición vehicular:

La circulación de vehículos por vías urbanas está destinada a distintos usos en función del peso del vehículo, su potencia, dimensiones y la maniobrabilidad que determina las características del diseño geométrico y la resistencia del pavimento. En los artículos quinto y sexto del “Reglamento Nacional de Vehículos” del D.S. N°034-2001-MTC se establece la clasificación vehicular.












Aforo vehicular en la zona del proyecto:

Aforo vehicular realizado durante la semana del 08 al 14 de marzo del 2021 para la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero. Las estaciones de conteo se emplazaron en las 2 vías indicadas. El número de vehículos de cada tipo aforados son los que ingresan como los que salen por la ruta principal y que pasan por el punto de conteo.

Volumen de tráfico:












Es el número de vehículos que circulan por la vía en un período de tiempo determinado. Puede ser diario, semanal, mensual, etc. Técnicamente, se conoce como Tráfico Promedio Diario (TPD) o Índice Promedio Diario (IMD) y describe la cantidad de tráfico al comienzo del período de diseño.

Tabla 10*Resumen de conteo diario Jr. 15 de Febrero*

Hora	Moto carguera	Auto	Station wagon	Camionetas			Micro	Bus		Camión	
				Pick up	Panel	Rural combi		2E	3E	2E	3E
Diagra. Veh.											
Dia 01	61	68	42	39	4	4	0	0	0	150	33
Dia 02	28	31	12	7	0	1	0	0	0	45	0
Dia 03	20	15	19	17	1	0	0	0	0	30	1
Dia 04	95	47	32	38	1	3	0	0	0	149	42
Dia 05	16	14	15	13	0	0	0	0	0	23	3
Dia 06	55	66	47	51	6	5	0	0	0	159	33
Dia 07	55	67	52	55	8	4	0	0	0	163	42
Total	330	308	219	220	20	17	0	0	0	719	154

Fuente: Expediente tecnico

Tabla 11*Resumen de conteo diario Av. Santa Cruz*

Hora	Moto carguera	Auto	Station wagon	Camionetas			Micro	Bus		Camión	
				Pick up	Panel	Rural combi		2E	3E	2E	3E
Diagra. Veh.											
Dia 01	2	7	0	7	0	0	0	0	0	6	0
Dia 02	11	9	6	12	0	2	0	0	0	11	0
Dia 03	18	14	0	7	0	0	0	0	0	8	0
Dia 04	12	10	0	18	0	0	0	0	0	5	0
Dia 05	14	19	7	11	0	0	0	0	0	8	0
Dia 06	20	14	9	15	0	2	0	0	0	11	0
Dia 07	23	14	17	13	0	2	0	0	0	18	0
Total	100	87	39	83	0	6	0	0	0	67	0

Fuente: Expediente tecnico

Transito diario promedio diario:

Es el volumen medio diario de tráfico que transita por una misma vía los 365 días del año. Suele expresarse en vehículos/día total para ambos sentidos de circulación.

Tabla 12

Transito promedio diario Jr. 15 de Febrero

Tipo de vehículo	TPD						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Moto carguera	61	28	20	95	16	55	55
Auto	68	31	15	47	14	66	67
Station wagon	42	12	19	32	15	47	52
Pick up	39	7	17	38	13	51	55
Panel	4	0	1	1	0	6	8
Rural combi	4	1	0	3	0	5	4
Micro	0	0	0	0	0	0	0
Bus 2 e	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3 e	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2 e	150	45	30	149	23	159	163
Camión 3 e	33	0	1	42	3	33	42
Total vehiculos	401	124	103	407	84	422	446

Fuente: Expediente tecnico

Tabla 13

Transito promedio diario Av. Santa Cruz

Tipo de vehículo	TPD						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Moto carguera	2	11	18	12	14	20	23
Auto	7	9	14	10	19	14	14
Station wagon	0	6	0	0	7	9	17
Pick up	7	12	7	18	11	15	13
Panel	0	0	0	0	0	0	0
Rural combi	0	2	0	0	0	2	2
Micro	0	0	0	0	0	0	0
Bus 2 e	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3 e	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2 e	6	11	8	5	8	11	18
Camión 3 e	0	0	0	0	0	0	0
Total vehiculos	22	51	47	45	59	71	87

Fuente: Expediente tecnico

Transito diario promedio diario semanal:

Como el mismo tuvo una duración de 7 días, el promedio de los volúmenes diarios dará lo que se denomina el Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS), en donde para la obtención del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) se deberán utilizar factores de variación.

Tabla 14

Transito promedio diario semanal Jr. 15 de Febrero

Tipo de vehículo	TPDS			
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04
Moto carguera	330	330	330	330
Auto	308	308	308	308
Station wagon	219	219	219	219
Pick up	220	220	220	220
Panel	20	20	20	20
Rural combi	17	17	17	17
Micro	0	0	0	0
Bus 2 e	0	0	0	0
Bus 3 e	0	0	0	0
Camión 2 e	719	719	719	719
Camión 3 e	154	154	154	154
Total vehiculos	1987	1987	1987	1987

Fuente: Expediente tecnico

Tabla 15

Transito promedio diario semanal Av. Santa Cruz

Tipo de vehículo	TPDS			
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04
Moto carguera	100	100	100	100
Auto	87	87	87	87
Station wagon	39	39	39	39
Pick up	83	83	83	83
Panel	0	0	0	0
Rural combi	6	6	6	6
Micro	0	0	0	0
Bus 2 e	0	0	0	0
Bus 3 e	0	0	0	0
Camión 2 e	67	67	67	67
Camión 3 e	0	0	0	0
Total vehiculos	382	382	382	382

Fuente: Expediente tecnico

Indice diario:

Se utiliza para caracterizar el tránsito cuando no existe el fenómeno de la congestión. Se expresa en vehículos por día. Los vehículos pueden corresponder a una tipología especificada o a una agrupación general de categorías (livianos, pesados).

Tabla 16

Indice Medio Diario Jr. 15 de Febrero

Tipo de vehículo	TPDM	TPDA	IMD
Moto carguera	1320	15840	43
Auto	1232	14784	41
Station wagon	876	10512	29
Pick up	880	10560	29
Panel	80	960	3
Rural combi	68	816	2
Micro	0	0	0
Bus 2 e	0	0	0
Bus 3 e	0	0	0
Camión 2 e	2876	34512	95
Camión 3 e	616	7392	20
Total vehiculos	7948	95376	262

Fuente: Expediente tecnico

Tabla 17

Indice Medio Diario Av. Santa Cruz

Tipo de vehículo	TPDM	TPDA	IMD
Moto carguera	400	4800	13
Auto	348	4176	11
Station wagon	156	1872	5
Pick up	332	3984	11
Panel	0	0	0
Rural combi	24	288	1
Micro	0	0	0
Bus 2 e	0	0	0
Bus 3 e	0	0	0
Camión 2 e	268	3216	9
Camión 3 e	0	0	0
Total vehiculos	1528	18336	50

Fuente: Expediente tecnico

Tabla 18*Vehiculos de diseño y cargas Jr. 15 de Febrero*

Tipo	IMD	%
Liviano	147	56.11
Buses	0	0.00
Camiones	115	43.89
Total	262	100.00

Fuente: Expediente tecnico

Tabla 19*Vehiculos de diseño y cargas Av. Santa Cruz*

Tipo	IMD	%
Liviano	41	82.00
Buses	0	0.00
Camiones	9	18.00
Total	50	100.00

Fuente: Expediente tecnico

Tabla 20*Vehiculos de diseño y cargas*

TIPO DE VEHICULO		EJE DELANTERO	CARGAS POR EJES (TON)		
			SIMPLE	EJES POSTERIORES TÁNDEM	TRIDEM
MOTO CARGUERO		0.5	1		
AUTO		1.5	1.5		
STATION WAGON		1.5	1.5		
PICK UP		1.5	1.5		
PANEL		1.5	1.5		
RURAL COMBI		7	11		
MICRO		7	11		
BUS 2 E		7	11		
BUS 3 E		7		16	
CAMION 2 E		7	11		
CAMION 3 E		7		18	

Fuente: Expediente tecnico

Evaluando los distintos factores de carga equivalente (FEC) obtenemos una variable para calcular la carga axial equivalente (Esal) utilizando las tablas AASHTO-93 para determinar la capacidad estructural.

Tabla 21

Factores equivalencias de cargas de los vehiculos de diseño

Tipo de vehículo	Factor de equivalencia de carga (FEC)				Fd total
	Eje delantero	Ejes posteriores			
		Simple	Tándem	Tridem	
Moto carguera	0.00004	0.00038			0.00042
Auto	0.00143	0.00143			0.00286
Station wagon	0.00143	0.00143			0.00286
Pick up	0.00143	0.00143			0.00286
Panel	0.00143	0.00143			0.00286
Rural combi	0.53	3.24			3.77
Micro	0.53	3.24			3.77
Bus 2 e	0.53	3.24			3.77
Bus 3 e	0.53		2.16		2.69
Camión 2 e	0.53	3.24			3.77
Camión 3 e	0.53		3.43		3.96

Fuente: Expediente tecnico

$$FC = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

FC = Factor de Crecimiento.

r = Tasa de crecimiento anual.

n = Periodo de diseño.

$$ESAL = IMD \times FC \times FEC \times 365 \times Fd$$

Donde:

ESAL= Equivalent single axle load o ejes equivalentes a 18000 libras o 8.2 ton.

IMD = Indice medio diario.

FEC = Factor de equivalencia de carga.

Fd = Factor de distribución de carril (0.5 para calzada de dos carriles).

Tabla 22*Factor de Distribución*

Número de carriles en una dirección	Porcentaje de Esal en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Fuente: Expediente tecnico

El tamaño del camino diseñado se convierte en un número ESAL específico, que es el parámetro utilizado en el diseño estructural. ESAL es un eje estándar que consta de un eje y dos ruedas en cada extremo.

Tabla 23*Esal Jr. 15 de Febrero*

Tipo de vehículo	IMD	Tasa de crecimiento anual (r %)	Periodo de diseño (años)	Factor de crecimiento (fc)	Esal (w18)
Moto carguera	43	0.59	20	21.16	1.39E+02
Auto	41	0.59	20	21.16	9.06E+02
Station wagon	29	0.59	20	21.16	6.41E+02
Pick up	29	0.59	20	21.16	6.41E+02
Panel	3	0.59	20	21.16	6.63E+01
Rural combi	2	6.65	20	39.46	1.09E+05
Micro	0	6.65	20	39.46	0.00E+00
Bus 2 e	0	6.65	20	39.46	0.00E+00
Bus 3 e	0	6.65	20	39.46	0.00E+00
Camión 2 e	95	6.65	20	39.46	5.16E+06
Camión 3 e	20	6.65	20	39.46	1.14E+06
Esal total					6.41E+06

Fuente: Expediente tecnico

Tabla 24*Esal Av. Santa Cruz*

Tipo de vehículo	IMD	Tasa de crecimiento anual (r %)	Periodo de diseño (años)	Factor de crecimiento (fc)	Esal (w18)
Moto carguera	13	0.59	20	21.16	4.22E+01
Auto	11	0.59	20	21.16	2.43E+02
Station wagon	5	0.59	20	21.16	1.10E+02
Pick up	11	0.59	20	21.16	2.43E+02
Panel	0	0.59	20	21.16	0.00E+00
Rural combi	1	6.65	20	39.46	5.43E+04
Micro	0	6.65	20	39.46	0.00E+00
Bus 2 e	0	6.65	20	39.46	0.00E+00
Bus 3 e	0	6.65	20	39.46	0.00E+00
Camión 2 e	9	6.65	20	39.46	4.89E+05
Camión 3 e	0	6.65	20	39.46	0.00E+00
Esal total					5.44E+05

Fuente: Expediente tecnico

C. Espesor de pavimento rígido según Guía de diseño AASHTO:

Una losa de hormigón o suelo macizo es básicamente una losa plana o de hormigón armado que se apoya directamente sobre la subestructura o subestructura. Debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, la placa absorbe la mayor parte de las presiones que actúan sobre la carretera, por lo que la carga sobre las ruedas se distribuye bien y se producen muy pocas presiones bajo el suelo.

Datos de diseño:

a) Periodo de diseño:

- Periodo= 20 años

b) Tráfico de diseño:

- ESAL (Av. Santa Cruz) = 5.44E+05 W (18)
- ESAL (Jr. 15 de Febrero) = 6.41E+06 W (18)

c) Confiabilidad y desviación estándar normal:

- R (Av. Santa cruz y Jr. 15 de Febrero) = 90 %
- Zr (Av. Santa cruz y Jr. 15 de Febrero) = -1.282

Tabla 25

Confiabilidad y desviación estándar normal

TRÁFICO		EJES ACUMULADOS EQUIVALENTES		CONFIABILIDAD (R%)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
TIPOS DE CAMINOS	T P8	5,000,001	7,500,000	90 %	-1.282
	T P9	7,500,001	10,000,000	90 %	-1.282
	T P10	10,000,001	12,500,000	90 %	-1.282
	T P11	12,500,001	15,000,000	90 %	-1.282
	T P12	15,000,001	20,000,000	90 %	-1.282
	T P13	20,000,001	25,000,000	90 %	-1.282
	T P14	25,000,001	30,000,000	90 %	-1.282

Fuente: Expediente tecnico

d) Desviación estándar combinada:

Según el AASHTO: 0.25 del error de diseño y 0.10 del tráfico

- So (Av. Santa cruz y Jr. 15 de Febrero) = 0.30

e) Propiedades del concreto:

Siendo el caso que se utilice concreto con un $f'c$ de 210 kg/ cm², se recomienda que sea en bajos volúmenes de tránsito.

- $f'c = 210.00$ KgF/cm²
- $S'c = 463.72$ psi

f) Serviciabilidad:

- Po (Av. Santa cruz y Jr. 15 de Febrero) = 4.30
- Pf (Av. Santa cruz y Jr. 15 de Febrero) = 2.50
- ΔPSI (Av. Santa cruz y Jr. 15 de Febrero) = 1.80

Tabla 26
Serviciabilidad

Tipos de caminos	Tráfico	Ejes acumulados equivalentes		Serviciabilidad inicial (Po)	Serviciabilidad final (Pf)	Pérdida de serviciabilidad (Δpsi)
Caminos de bajo volumen de tránsito	T P1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T P2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T P3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T P4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
	T P5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T P6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T P7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T P8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
Resto de camino	T P9	7,500,001	10,000,000	4.30	2.50	1.80
	T P10	10,000,001	12,500,000	4.30	2.50	1.80
	T P11	12,500,001	15,000,000	4.30	2.50	1.80
	T P12	15,000,001	20,000,000	4.50	3.00	1.50
	T P13	20,000,001	25,000,000	4.50	3.00	1.50
	T P14	25,000,001	30,000,000	4.50	3.00	1.50
	T P15		> 30,000,000	4.50	3.00	1.50

Fuente: Expediente tecnico

g) Módulo de reacción compuesto de la subrasante:

- SubBase D = 8 pulg <<< SUPONER
- K = 1100 pci o psi/pulg <<< OBTENER DEL ABACO

h) Coeficiente de transferencia de carga:

- J (Av. Santa cruz y Jr. 15 de Febrero) = 3.10

Tabla 27

Coeficiente de carga

Dispositivo de carga	Asfalto		Pcc	
	Si	No	Si	No
Tipo de pavimento				
Con juntas, y con juntas y refuerzo	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
CRCP	2.9 - 3.2	NA	2.3 - 2.9	NA

Fuente: Expediente tecnico

i) COEFICIENTE DE DRENAJE

- Sub Base Granular, Cd (Av. Santa cruz y Jr. 15 de Febrero) = 0.90

Tabla 28

Coeficiente de drenaje

Calidad del drenaje	% de tiempo que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1 %	1 - 5 %	5 - 25 %	> 25 %
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Expediente tecnico

Espeor de losa:

Formula para pavimento ríido según la Guía de Diseño AASHTO 93:

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times P_f) \times \log\left(\frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E}{K})^{0.25}})}\right)$$

Espeor de losa Jr. 15 de febrero:

- ESAL = 6,410,470.23
- Zr = -1.282
- So = 0.3
- S'c = 463.72
- Pf = 2.50
- Δ PSI = 1.80
- E = 3,503,968
- K = 1100
- J = 3.10
- Cd = 0.90

a) Reemplazo de datos: (D= 10.05")

$$\begin{aligned}
\log(W_{18}) &= -1.282 \times 0.3 + 7.35 \times \log(10.05 + 1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{1.80}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(10.05 + 1)^{8.46}}} \\
&+ (4.22 \\
&- 0.32 \times 2.50) \times \log\left(\frac{463.72 \times 0.90 \times (10.05^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times 3.10 \times (10.05^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{3,503,968}{1100})^{0.25}})}\right) \\
&= -0.3846 + 7.668 - 0.06 + \frac{-0.2218}{1 + 0.024} + (3.42) \times \log\left(\frac{1883.277}{215.63 \times 3.10 \times (10.05^{0.75} - 2.451)}\right) \\
&= 7.223 + (-0.216) + (3.42) \times \log(0.882) \\
&= 6.805
\end{aligned}$$

Desarrollo de Esal:

$$\text{Log}(W_{18}) = \text{Log}(6410470.23) = 6.805$$

Según el D= 10.05" propuesto es correcto para resolver la igualdad de la ecuación AASHTO:

- Losa D1 = 10.0 pulg = 25.00 cm
- Sub Base Granular D2 = 8.00 pulg = 20.00 cm

Espesor de losa Av. Santa Cruz:

- ESAL = 543,659.42
- Zr = -1.282
- So = 0.3
- S'c = 463.72
- Pf = 2.50

- Δ PSI = 1.80
- E = 3,503,968
- K = 1100
- J = 3.10
- Cd = 0.90

b) Reemplazo de datos: (D= 5")

$$\begin{aligned} \log(W_{18}) &= -1.282 \times 0.3 + 7.35 \times \log(5 + 1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{1.80}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(5 + 1)^{8.46}}} \\ &\quad + (4.22 - 0.32 \times 2.50) \times \log\left(\frac{463.72 \times 0.90 \times (5^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times 3.10 \times (5^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{3,503,968}{1100})^{0.25}})}\right) \\ &= -0.3846 + 5.71 - 0.06 + \frac{-0.2218}{1 + 4.24} + (3.42) \times \log\left(\frac{923.049}{215.63 \times 3.10 \times (5^{0.75} - 2.451)}\right) \\ &= 5.265 + (-0.042) + (3.42) \times \log(1.42) \\ &= 5.73 \end{aligned}$$

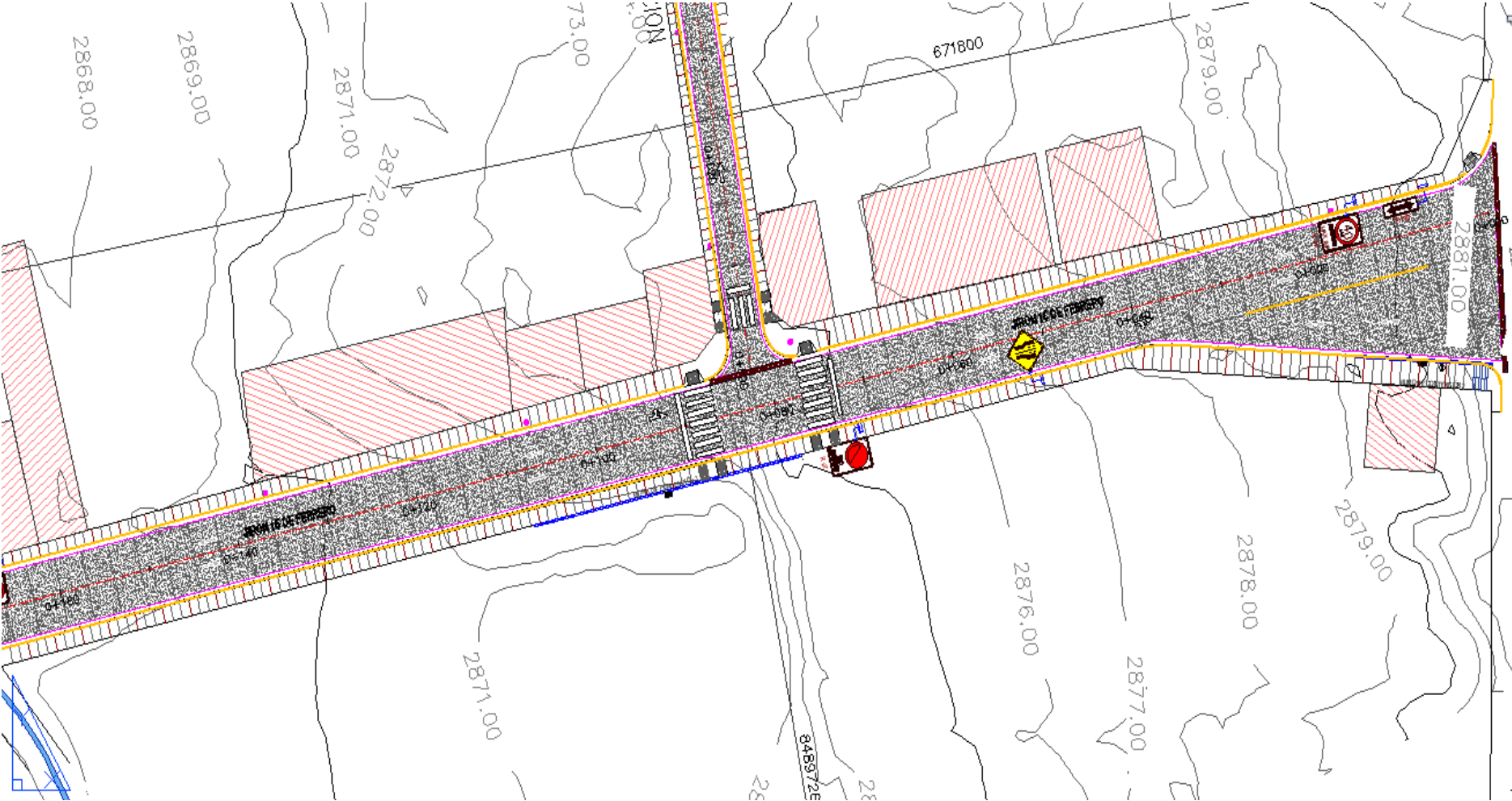
Desarrollo de Esal:

$$\text{Log}(W_{18}) = \text{Log}(543659.42) = 5.73$$

Según el D= 5.73" propuesto es correcto para resolver la igualdad de la ecuación AASHTO, pero por motivo de diseño se utilizará un espesor mínimo de 8" equivalente a 20 cm:

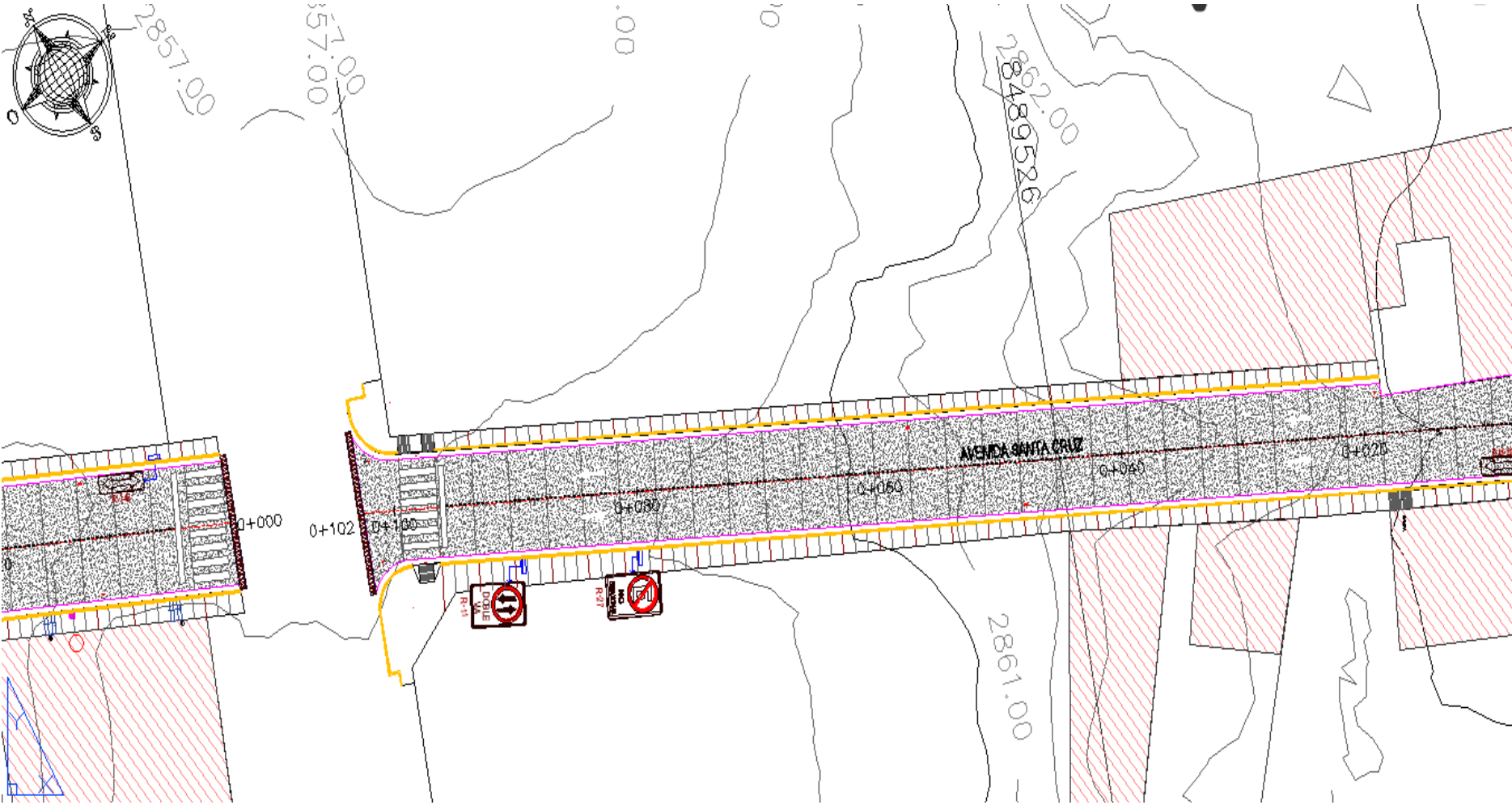
- Losa $D_1 = 8.00$ pulg = 20.00 cm
- Sub Base Granular $D_2 = 8.00$ pulg = 20.00 cm

Grafica 17
Planta de Jr. 15 de Febrero



Fuente: Expediente tecnico

Grafica 18
Planta de Av. Santa Cruz



Fuente: Expediente tecnico

CAPITULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y diseño de Investigación

Tipo aplicado:

Según Murillo (2008) “La investigación aplicada lo denomina como “investigación práctica o empírica”, y se caracteriza por buscar aplicar o utilizar los conocimientos adquiridos, mientras que otros los adquieren luego de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación”. Para el trabajo de suficiencia profesional, Utilizamos el conocimiento establecido del marco normativo que lleva a las siguientes investigaciones: ASTM, NTP y AASHTO.

Diseño Descriptivo no experimental:

Porque son los que buscan analizar un fenómeno y sus componentes. Es decir, a través del estudio se describirá la importancia del diseño estructural para el servicio vehicular del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022.

Transversal:

Porque según Quezada (2014) “La medición de las variables estudiadas a través de la aplicación de sus instrumentos será medida en un solo momento”.

4.2 Método de Investigación

El método de investigación aplicado al trabajo de suficiencia profesional es el método científico ya que según Calduch (2012) "El método de la investigación es el conjunto de tareas, procedimientos y técnicas que deben emplearse, de una manera coordinada, para poder desarrollar en su totalidad el proceso de investigación".

4.3 Población y Muestra

Población:

Se establece que la población es "un conjunto de N elementos que se adhiere a un conjunto de especificaciones para establecer claramente las características de la población para representar los parámetros de muestreo". La población para el trabajo de investigación está conformada por todas las vías del distrito Andahuaylas.

Muestra:

La muestra se representa como el subconjunto de la población en la que se recopilan los datos y debe ser representativa de ellos. La muestra para el trabajo de investigación está conformada por la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas.

4.4 Lugar de Estudio

• Ubicación Política:

Departamento : Apurímac

Provincia : Andahuaylas

Distrito : Andahuaylas

Localidades : Salinas

• Ubicación Geográfica:

El distrito de Andahuaylas, está ubicado en la zona nor oeste de la región Apurímac, está localizada entre las coordenadas 13° 39' 28.80" de Latitud Sur y 73°

22' 55.82" de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Ubicación geográfica de la localidad beneficiaria con el proyecto del Distrito de Andahuaylas:

Grafica 19

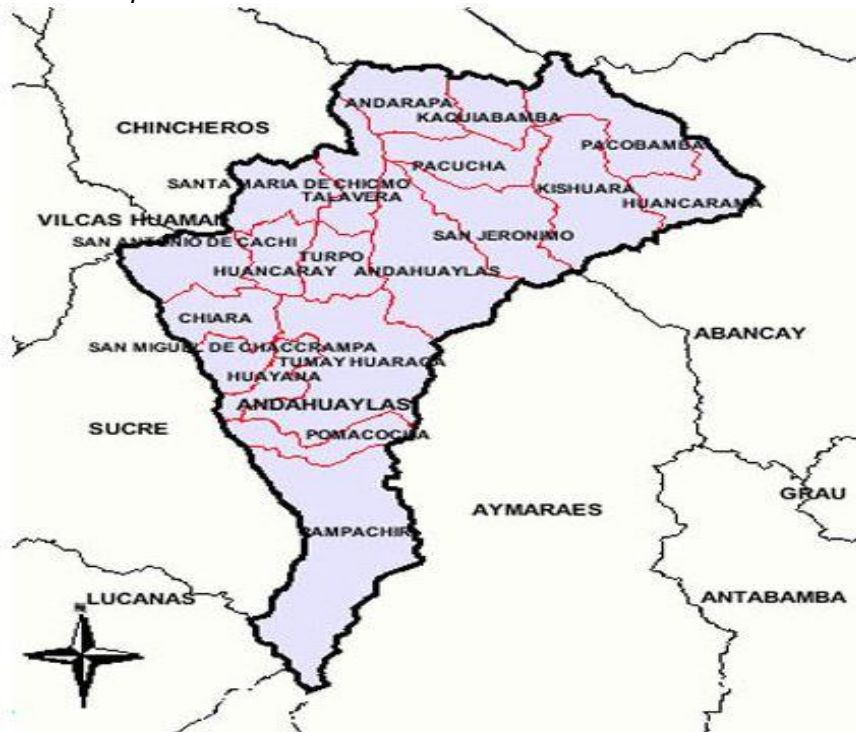
Ubicación Departamental de Apurímac



Fuente: Expediente tecnico

Grafica 20

Ubicación Provincial de Apurímac



Fuente: Expediente tecnico

4.5 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información

Técnicas:

Para lograr los diferentes objetivos es necesario recurrir a diversas técnicas las cuales no permitirán absorber información necesaria, así como también del uso tecnológico para su simplificación.

- La observación nos permite percibir el terreno, registrar y registrar donde el proyecto se llevará a cabo para estudiar las calicatas y perfil estratigráfico del suelo.
- El análisis de documentos nos permite revisar todos los documentos es necesario empezar a diseñar el pavimento rígido, estudios de ingeniería, método AASHTO, presupuestos, plan de trabajo.

Instrumentos:

Según Sánchez y Reyes (2015), el instrumento es el factor que facilita, prolonga o completa la tarea observacional que realiza el investigador.

- Guía de Observación, una herramienta para el seguimiento de las características de la formación, estudios de muestreo de suelos, estimaciones del número de vehículos y ejecución del pavimento rígido.
- Documentar tablas de análisis que documenten los resultados de los instrumentos topográficos y su respectivo resultado en puntos topográficos, información en fichas técnicas, resultados de mediciones, ensayos CBR y sus resultados, etc.
- Fichas de conteo vehicular, con los cuales podremos sintetizar la información de la cantidad de vehículos en la estación de conteo

4.6 Análisis y Procesamiento de datos

Tabla 29

Matriz de consistencia

"Diseño estructural para el servicio vehicular del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022"			
Problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología
<p>Problema general ¿Cómo realizar el diseño estructural para el servicio vehicular del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>PE.1. ¿Cómo el ensayo de Relación de Soporte California de las calicatas contribuirá en el diseño estructural para el servicio vehicular del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022?</p> <p>PE.2. ¿Cómo la carga axial simple equivalente contribuirá en el diseño estructural para el servicio vehicular del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022?</p> <p>PE.3. ¿Cómo establecer el espesor de pavimento rígido por medio de la Guía de diseño AASHTO 1993 en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022?</p>	<p>Objetivo General Diseñar estructuralmente el pavimento rígido para el servicio vehicular en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>OE.1. Establecer el ensayo de Relación de Soporte California de las calicatas contribuirá en el diseño estructural para el servicio vehicular del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022.</p> <p>OE.2. Establecer la carga axial simple equivalente contribuirá en el diseño estructural para el servicio vehicular del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022.</p> <p>OE.3. Establecer el espesor de pavimento rígido por medio de la Guía de diseño AASHTO 1993 en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022.</p>	<p>Hipótesis General. El Diseño estructural del pavimento rígido mejorara el servicio vehicular en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, distrito Andahuaylas, Apurímac, 2022.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>HE.1. El diseño estructural del pavimento mediante la determinación el ensayo de Relación de Soporte California contribuirá a un óptimo diseño de pavimento en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, Andahuaylas, 2022.</p> <p>HE.2. El diseño estructural del pavimento mediante la determinación de la carga axial simple equivalente contribuirá a un óptimo diseño de pavimento en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, Andahuaylas, 2022.</p> <p>HE.3. El diseño estructural del pavimento mediante el método AASHTO para determinar el espeso de losa contribuirá a un óptimo diseño de pavimento en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas, Andahuaylas, 2022.</p>	<p>Diseño de investigación: • Descriptivo no experimental.</p> <p>Tipo de investigación: • Aplicada</p> <p>Población: Conformada por todas las vías del distrito Andahuaylas.</p> <p>Muestra: conformada por la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas.</p> <p>Técnicas e instrumentos de recojo de datos Técnica: Observación. Instrumento: Ficha de observación.</p> <p>Técnicas de análisis de datos Estadística, fichas de conteo vehicular.</p>

Fuente: Elaboracion Propia

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se realizó el diseño estructural para el servicio vehicular del pavimento rígido en la Av. Santa Cruz y Jr. 15 de Febrero del C.P Salinas en el distrito de Andahuaylas, con un área de intervención de 4,419.20 m², el proyecto constructivo de las vías tuvo un costo de S/ 6,013,268.16 nuevos soles, en un plazo contractual de 240 días calendarios.

1. Se determinó mediante las 05 calicatas a una profundidad máxima de 1.60m la capacidad de soporte o CBR mínimo de 35% y un máximo de 43% considerado la categorización de subrasante como Subrasante excelente. El suelo está compuesto por Arenas limosas, mezcla de arena y limo, mezcla arena-arcilla, según SUCS del tipo SM y según AASTHO del tipo A-1-a.
2. Se estableció la carga axial simple equivalente para pavimentos rígido mediante 02 estaciones de conteo durante 7 días las 24 horas del día, obteniendo en el Jr. 15 de Febrero un IMD de 262 veh/día, de los cuales 56.11% son livianos y 43.89% de camiones y un Esal de diseño de 6.41E+06. En la Av. Santa Cruz un IMD de 50 veh/día, de los cuales 82.00% son livianos y 18.00% de camiones y un Esal de diseño de 5.44E+05.
3. Se determinó el espesor de pavimento rígido mediante la Guía de Diseño AASHTO según los datos de diseño para el Jr. 15 de Febrero: ESAL =6,410,470.23, $Z_r = -1.282$, $S_o = 0.3$, $S'_c = 463.72$, $\Delta \text{PSI} = 1.80$, $J = 3.10$, $C_d = 0.90$, con un D (espesor de losa) propuesto de 10", para finalmente obtener mediante la ecuación AASHTO un espesor de losa de 25 cm y sub base granular de 20 cm. Y la Av. Santa Cruz con datos de diseño: ESAL =543,659.42, $Z_r = -1.282$, $S_o = 0.3$, $S'_c = 463.72$, $\Delta \text{PSI} = 1.80$,

$J=3.10$, $C_d=0.90$, con un D (espesor de losa) propuesto de 5", para finalmente obtener mediante la ecuación AASHTO un espesor de losa de 20 cm y sub base granular de 20 cm.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda en este proyecto, utilizar el método AASHTO - y los reglamentos de MTC como una guía para determinar estas características estructurales de un efectivo pavimento rígido. Este método ha demostrado su eficacia para calcular el espesor de las capas estructurales en pavimentos rígidos, por lo que su uso.
- Realizar estudios básicos de calidad para cada proyecto específico, para así asegurar parámetros mínimos como cálculos correctos, control, seguridad en la ejecución del proyecto.
- Se recomienda que en el proceso constructivo se tenga un control en calidad de los materiales y equipos para que el producto final del proyecto sea el esperado y así este cumpla su propósito en todas sus dimensiones.
- Mediante este trabajo se recomienda realizar mantenimiento constante de la vía para no generar el tráfico vehicular, con las señalizaciones correspondientes en cada zona, y esto tendría un impacto significativo en la población objeto de estudio.

CAPÍTULO VI

GLOSARIO DE TÉRMINOS, REFERENCIAS

6.1 Glosario de Términos

- **Agregado:** Material granular hecho composición mineral como arena, grava, escoria o piedra triturada, utilizado para mezclar en diferentes tamaños en la producción de mortero y hormigón.
- **Base:** Una capa de material seleccionado y curado colocado entre la parte superior del sustrato o sustrato y la capa de uso. Esta capa también se puede recubrir con betún o tratamiento planificado. La cimentación es parte de la estructura del pavimento.
- **Calicata:** Se realizan excavaciones superficiales en tierra, para permitir la observación de capas de suelo a diferentes profundidades y generalmente se pueden obtener muestras reelaboradas.
- **Carretera:** Vía para la circulación vehicular de al menos dos ejes con una característica geométrica determinada por los reglamentos técnicos vigentes del MTC.
- **Carretera pavimentada:** Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Pórtland (rígida).
- **cemento portland:** Es un producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de yeso natural.
- **Concreto:** Mezcla de material aglomerante y agregados fino y grueso. En algunos casos se agrega aditivos para proporcionarle cualidades que no poseen y en otros para mejorar los que poseen.
- **Granulometría:** Indicación de la distribución granulométrica de los áridos mediante tamizado según especificaciones.

- **Pavimento rígido:** Constituido por cemento Pórtland como aglomerante, agregados y, de ser el caso, aditivos.
- **Tránsito:** Circulación de personas y vehículos en la vía.
- **Transitabilidad:** Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura el estado permisible del tránsito regular durante un determinado período de tiempo.

6.2 Libros

Juárez Badillo – Rico Rodríguez: Mecánica de Suelos, Tomos I y II.

Karl Terzaghi / Ralph B. Peck: Mecánica de suelos en la ingeniería Práctica. Segunda edición 1973.

Yang H. Huang: "Pavement análisis and design", Pretince Hall. United Sates of América, 1993.

Vílchez, C. y Vara, A. (2009). Manual de redacción de artículos científicos. Instituto de Investigación CCAA & RRHH Universidad de San Martín de Porres

Ñaupas, H. (2013). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Bogotá-México, DF: ediciones de la U.

Sánchez, H. y Reyes, C. (2015). Metodología y Diseños en la Investigación Científica. Bussines Suport

Norma E.060, Concreto Armado (2009).

Norma E.050, Suelos y Cimentaciones (2018).

Norma E.030, Diseño Sismo resistente (2018).

Fadi K. (1994). Definición de mejoramiento. [Internet] [Consultado 2022 may 10].

Disponibile en: <https://definicion.de/mejoramiento/>.

Hernández R. (2018). *Metodología de la investigación*. México: Mac Graw Hill.

Quezada N. (2010). *Metodología de la investigación*. Lima: Macro.

6.3 Electrónica

Rojas CM. *Redacción científica: Tema pendiente en la Universidad*. <http://mrojas.perulactea.com/2009/08/05/la-redaccion-cientifica-un-tema-pendiente-en-la-universidad-una-aproximacion/#more-144> . También en *Monografías.com*: <http://www.monografias.com/trabajos74/redaccion-cientifica-universidad/redaccion-cientifica-universidad2.shtml>

Rojas CM. *Tesis de Grado: Eficacia del Esquema lógico*: <http://mrojas.perulactea.com/2012/05/22/tesis-de-grado-eficaz-esquema-logico-para-el-proyecto-y-la-tesis/#more-947>.

Rojas CM. *Manual de Redacción 2012*. <http://mrojas.perulactea.com/2013/07/08/nuevo-manual-de-redaccion-cientifica-electronico-2012/>

CAPÍTULO VII

ÍNDICES

7.1 Índices de Gráficos

Grafica 01. Vista panorámica del centro poblado de Salinas.....	19
Grafica 02. Fotografía en la zona de estudio.....	21
Grafica 03. Importación de las imágenes al programa.....	22
Grafica 04. Orientación de fotos y obtención de puntos de enlace.....	22
Grafica 05. Clasificación de los puntos del terreno y limpieza de ruidos.....	23
Grafica 06. Triangulación de los puntos de terreno para generar la superficie.....	23
Grafica 07. Obtención del modelo de elevación digital (DEM).....	24
Grafica 08. Obtención de las curvas de nivel, nube de puntos, etc.....	24
Grafica 09. Comprobación y vista 3D de la superficie generada.....	25
Grafica 10. Coordenadas UTM.....	25
Grafica 11. Coordenadas UTM.....	26
Grafica 12. BM en Av. Santa Cruz.....	27
Grafica 13. BM en Jr. 15 de Febrero.....	28
Grafica 14. Sección de pavimento rígido.....	30
Grafica 15. Organigrama Grupo Astra Nueva Apurímac S.A.C.....	33
Grafica 16. Ubicación de calicatas.....	42
Grafica 17. Planta de Jr. 15 de Febrero.....	57
Grafica 18. Planta de Av. Santa Cruz.....	58
Grafica 19. Ubicación Departamental de Apurímac.....	61
Grafica 20. Ubicación Provincial de Apurímac.....	61

7.2 Índice de Tablas

Tabla 01. Proyectos similares.....	11
Tabla 02. Normatividad para el diseño de pavimentos.....	18
Tabla 03. Parámetros de diseño según guía AASHTO 93.....	18
Tabla 04. Calificación de la transitabilidad.....	18
Tabla 05. Equipos utilizados en el TSP.....	31
Tabla 06. Planificación de actividades.....	36
Tabla 07. Resumen de parámetros físico mecánicos.....	38
Tabla 08. Categorías de subrasante.....	39
Tabla 09. Categorías de subrasante.....	40
Tabla 10. Resumen de conteo diario Jr. 15 de Febrero.....	44
Tabla 11. Resumen de conteo diario Av. Santa Cruz.....	44
Tabla 12. Transito promedio diario Jr. 15 de Febrero.....	45
Tabla 13. Transito promedio diario Av. Santa Cruz.....	45
Tabla 14. Transito promedio diario semanal Jr. 15 de Febrero.....	46
Tabla 15. Transito promedio diario semanal Av. Santa Cruz.....	46
Tabla 16. Índice Medio Diario Jr. 15 de Febrero.....	47
Tabla 17. Índice Medio Diario Av. Santa Cruz.....	47
Tabla 18. Vehículos de diseño y cargas Jr. 15 de Febrero.....	48
Tabla 19. Vehículos de diseño y cargas Av. Santa Cruz.....	48
Tabla 20. Vehículos de diseño y cargas.....	48
Tabla 21. Factores equivalencias de cargas de los vehículos de diseño.....	49
Tabla 22. Factor de Distribución.....	50
Tabla 23. Esal Jr. 15 de Febrero.....	50
Tabla 24. Esal Av. Santa Cruz.....	50

Tabla 25. Confiabilidad y desviación estándar normal.....	51
Tabla 26. Serviabilidad.....	52
Tabla 27. Coeficiente de carga.....	53
Tabla 28. Coeficiente de drenaje.....	53
Tabla 29. Matriz de consistencia.....	63
7.3 Índice de Fotos	
Foto 01. Condición actual de Av. Santa Cruz.....	13
Foto 02. Condición actual de Jr. 15 de Febrero.....	13
7.4 Índice de Direcciones Web	
7.5 Índice de Elaboración Propia	
Tabla 01. Proyectos similares.....	11
Tabla 02. Normatividad para el diseño de pavimentos.....	18
Tabla 03. Parámetros de diseño según guía AASHTO 93.....	18
Tabla 04. Calificación de la transitabilidad.....	18
Tabla 05. Equipos utilizados en el TSP.....	31
Tabla 06. Planificación de actividades.....	36

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

ANEXO 1 – Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto

Tabla

Costo total de la investigación

Descripción	Unidad	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
Gastos generales				1130.00
Gastos externos				750.00
Asesoramiento	glb	1.00	400.00	400.00
alquiler equipos topográficos	glb	1.00	350.00	350.00
Gastos internos				380.00
Movilidad particular	glb	1.00	70.00	70.00
Alimentación	glb	1.00	100.00	100.00
impresión de documentos	glb	1.00	20.00	20.00
Útiles de escritorio	glb	1.00	40.00	40.00
Tramites en general	glb	1.00	100.00	100.00
Varios				50.00
Costo directo				1130.00
			Mil ciento treinta y 00/100 nuevos soles	1130.00

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2 – Diapositivas utilizadas en la sustentación