UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERA CIVIL

TEMA:

PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR".

AUTOR:

SILVANA YOLANDA SÁNCHEZ VELOZ

TUTOR:

BYRON IVÁN ALTAMIRANO LEÓN

Quito, febrero del 2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Silvana Yolanda Sánchez Veloz, con documento de identificación N° 1724298128, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación titulado: PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR", mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERA CIVIL, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, febrero del 2021

…….

Silvana Yolanda Sánchez Veloz

CI: 172429812-8

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el proyecto técnico de titulación, con el tema: PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR", realizado por Silvana Yolanda Sánchez Veloz, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, febrero del 2021

…….
Byron Iván Altamirano León

C.I: 1709301590

DEDICATORIA

Quiero dedicar este presente proyecto en primer lugar a Dios por haberme dado salud, fortaleza en los momentos difíciles, paciencia y perseverancia para poder alcanzar esta meta y propósito en mi vida.

A mis padres Ligia y Carlos, por su infinito amor y ser mi pilar fundamental, quienes me han guiado con tanta sabiduria para nunca dejarme vencer y seguir luchando por mis sueños, por siempre apoyarme e inculcarme buenos valores para ser una buena hija, buena hermana y sobre todo una mujer generosa y de bien.

A mis hermanos Rolando, Marco, Maricela, Humberto y Pamela, quienes me han enseñado que todo con esfuerzo y dedicación se puede lograr.

A Carmen, Esperanza, Laura, Martha y Carmita quienes son ejemplo en mi vida, y siempre me han brindado su apoyo y cariño incondicional.

A mis sobrinitas Mishelle y Daniela, por brindarme una inmensa felicidad al tenerlas a mi lado y verlas crecer.

A mi ángel guardian, que desde el cielo me cuida y protege, siempre te tendré presente en mis pensamientos, aunque pase el tiempo y no te encuentre entre nosotros, tu alma siempre seguirá conmigo. Te amo hermanito

Silvana Sánchez

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por guiarme y mantenerme en el camino correcto, por la vida de mis padres y de toda mi familia, gracias a mi madre por brindarme ese amor tan puro y apoyo incondicional, por acompañarme en largas madrugadas de estudio y darme palabras de aliento para no desfallecer. Gracias.

A Danny, por acompañarme cada día e impulsarme a ser mejor, por llenar mi vida de risas, por ser un apoyo incondicional en las buenas y malas desde que lo conocí y por cada palabra de aliento para levantarme el ánimo justo en el momento adecuado.

Agradecer de igual manera al Ing. Byron Altamirano por la estupenda orientación y ayuda que me brindó en la elaboración del presente proyecto, por su guía y generosidad en compartir conmigo todos sus conocimientos y brindarme todo su apoyo, así mismo agradezco a todos los docentes que a lo largo de la carrera me enseñaron tanto de la profesión como de la vida, impulsándome siempre a seguir adelante.

Por último, agradecer a mis amigos por cada momento y risas compartidas.

Silvana Sánchez

"Toma un respiro, se fuerte y sigue adelante"

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

RESUMEN

El presente proyecto está dirigido a la propuesta de dimensionamiento y ubicación de parqueaderos y estacionamientos para la Universidad Politécnica Salesiana “Campus Sur”, debido a un problema evidente de la falta de aparcamientos a causa del incremento notable de estudiantes y docentes, lo que ha generado un crecimiento vehicular frente a la capacidad física existente en la actualidad. Una vez realizada la visita en campo del lugar del proyecto se realizó su levantamiento, para obtener toda la información pertinente para llevar a cabo el diseño de los estacionamientos.

Posterior se determinó el estudio de tráfico mediante conteos manuales vehiculares obteniendo así el tráfico promedio diario anual para de esta forma diseñar un aparcamiento de forma segura de calidad, y de fácil acceso para sus beneficiarios. El diseño geométrico fue el siguiente paso para poder determinar las 2 alternativas de diseño utilizando normativa vigente y el software dinámico ParkCAD, mediante el cual se pretende ampliar en cada una la capacidad del estacionamiento para escoger el diseño más óptimo.

Sin embargo, antes de realizar el diseño de las capas y superficie de rodadura para pavimentos articulados aplicando el método AASHTO 93, se realizó el estudio de suelos para obtener todas las propiedades de cada estrato, con el fin de utilizar el programa MIDAS GTS NX para realizar el análisis de estabilidad de taludes.

Finalmente se realizó el diseño de señalización vial, estudios de impactos ambientales, además de planos a detalle del aparcamiento para obtener el cronograma valorado y presupuesto referencial del proyecto.

Palabras clave: aparcamiento, vehículos livianos, estratos, pavimento articulado, diseño geométrico.

ABSTRACT

This project is aimed at the proposed dimensioning and location of parking lots and parking lots for the Salesian Polytechnic University "Campus Sur", due to an evident problem of the lack of parking due to the notable increase in students and teachers, which has generated a vehicular growth compared to the current physical capacity. Once the field visit of the project site was carried out, it was surveyed to obtain all the pertinent information to carry out the design of the parking lots.

Subsequently, the traffic study was determined through manual vehicle counts, thus obtaining the annual average daily traffic in order to design a safe, quality car park with easy access for its beneficiaries. The geometric design was the next step to be able to determine the 2 design alternatives using current regulations and the dynamic ParkCAD software, through which it is intended to expand the parking capacity in each one to choose the most optimal design.

However, before carrying out the design of the layers and rolling surface for articulated pavements applying the AASHTO 93 method, the soil study was carried out to obtain all the properties of each layer, in order to use the MIDAS GTS NX program to perform slope stability analysis.

Finally, the design of road signs, environmental impact studies, as well as detailed plans of the parking lot were carried out to obtain the valued schedule and referential budget of the project.

Keywords: parking, light vehicles, strata, articulated pavement, geometric design.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

El presente estudio se realiza debido a un problema evidente de la falta de aparcamientos en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur, ya que existe un aumento de vehículos, frente a la capacidad física existente actual; esto ha sido generado por el incremento notable de estudiantes y docentes debido a la creación de nuevas carreras, además de la facilidad de financiamiento para la compra de vehículos por parte de las casas comerciales en la ciudad de Quito.

La Universidad Politécnica Salesiana, a través de la carrera de Ingeniería Civil con el presente proyecto se ha propuesto el dimensionamiento y la ubicación de parqueaderos y estacionamientos; cuyo objetivo es brindar un estacionamiento seguro, de calidad, y de fácil acceso; enfocado al desarrollo de nuevos aparcamientos que aun futuro próximo serán utilizados en beneficio de la Universidad.

Sin embargo, para que el proyecto se lleve a cabo, es necesario coordinar las diferentes actividades que se realizarán como es el estudio de tráfico, topografía, estudio de suelos, análisis de estabilidad del talud, capacidad hidráulica de la quebrada Ortega, diseño geométrico, implementar señalización vertical y horizontal, materiales utilizados en la infraestructura vial, sistema de drenaje; las cuales garanticen la vida útil del proyecto.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general.

Elaborar una propuesta de dimensionamiento y ubicación de parqueaderos y estacionamientos para vehículos livianos, motocicletas y bicicletas para la Universidad

Politécnica Salesiana “Campus Sur”, ubicado en la Parroquia Quitumbe del Cantón Quito provincia de Pichincha, de acuerdo con las normativas vigentes con el fin de garantizar su funcionamiento para mejorar las condiciones de movilidad vehicular y por ende el bienestar social de sus beneficiarios.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Realizar el levantamiento topográfico de la plataforma donde se ubicarán los aparcamientos.
- Definir la demanda mínima y máxima de estacionamientos y parqueaderos.
- Evaluar las condiciones actuales de la movilidad vehicular en la UPS (línea base), mediante esto establecer dimensionamientos generales a implementarse.
- Determinar la capacidad hidráulica de la quebrada Ortega.
- Realizar el análisis de estabilidad de taludes que permita evitar los posibles deslizamientos que pongan en peligro la funcionalidad de los aparcamientos.
- Determinar los volúmenes y tiempos de obra que permitan realizar el correspondiente cronograma.
- Realizar el presupuesto, análisis de precios unitarios, especificaciones técnicas y planos respectivos.

1.3 Identificación, descripción y diagnóstico del problema

En la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur; se ha identificado una notable demanda de vehículos, principalmente en horas pico, es decir, al inicio de las jornadas académicas, además de impulsar la creación de nuevos sitios de estacionamientos; para ello se propone realizar un estudio integral, el cual ayude a determinar la oferta y demanda para la situación actual y la situación futura del presente proyecto de por lo menos 5 años.

A través de este proyecto se desea realizar un nuevo parqueadero que será ubicado en el sector sur occidental colindantes con la quebrada Ortega, para lo cual se ha contemplado el análisis de estabilidad del talud, para de esta forma implantar en este espacio los aparcamientos de forma segura y cómoda para el usuario.

Además se cuenta con la colaboración de la Universidad Politécnica Salesiana a través del laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil con el estudio de Suelos, información hidráulica y topográfica de la quebrada Ortega.

Figura 1
Estado actual de la plataforma en estudio

Nota:Plataforma de estudio ubicada en el sector sur occidental de la UPS, colindante a la quebrada Ortega. Elaborado por: La autora

1.4 Justificación

A través de este proyecto se plantea una propuesta técnica y viable enfocada al dimensionamiento y ubicación de parqueaderos y estacionamientos para la UPS "Campus Sur", mediante un diseño técnico-económico bien sustentado; considerando el análisis de estabilidad del talud, ya que en el área de estudio se considera la quebrada que limita el lado occidental de los futuros aparcamientos.

Además, este proyecto será de gran interés para la Universidad, ya que con su funcionamiento a futuro podrá abastecer a estudiantes, docentes y personal administrativo; y así solventar esta necesidad a través de este trabajo de titulación. De

forma general la construcción de este proyecto dará como resultado una excelente movilización y espacio para los automotores incluyendo todos los docentes, personal administrativo y estudiantes del Campus Sur, cuyo objetivo es brindar un estacionamiento seguro, de calidad, y de fácil acceso.

1.5 Datos generales del proyecto

1.5.1 Localización del proyecto.

Provincia:	Pichincha
Cantón:	Quito
Parroquia:	Quitumbe

La parroquia de Quitumbe limita con las siguientes parroquias:

- Norte: Las Parroquias Urbanas, La Mena, Solanda, La Argelia
- Sur: Las Parroquias Urbanas, Guamaní, Turubamba.
- Este: Parroquias Rurales, Conocoto, Amaguaña
- Oeste: Las Parroquias Urbanas, Chillogallo La Ecuatoriana

Figura 2
Mapa administración Quitumbe

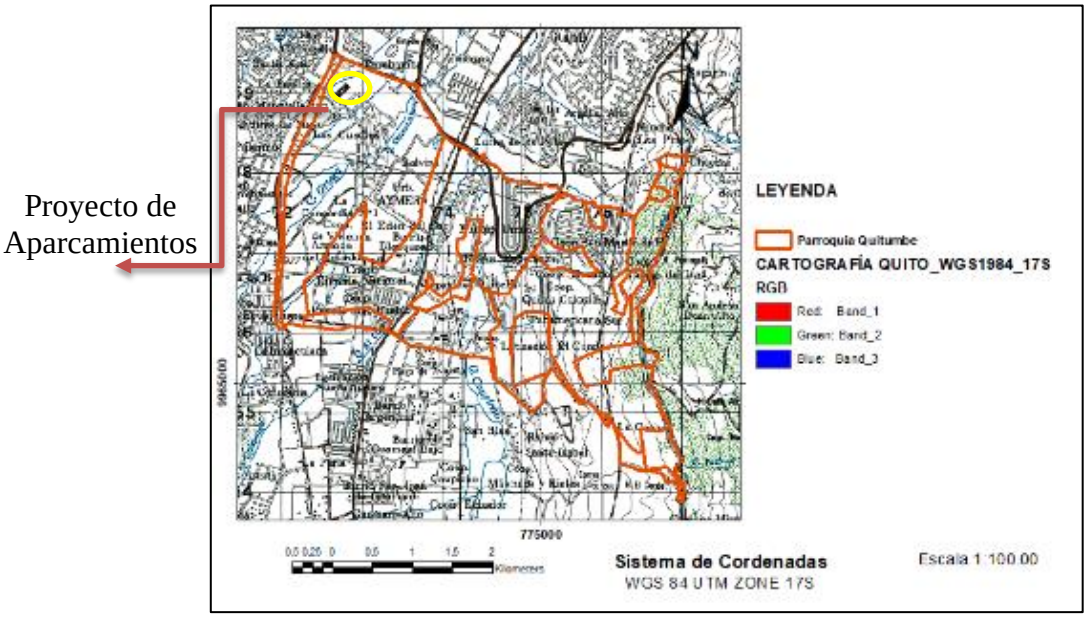
Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM), 2020

1.5.2 Ubicación geográfica del proyecto.

El dimensionamiento de los aparcamientos que corresponde al presente estudio se encuentra ubicado dentro de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur en la Av. Rumichaca Ñan y Av. Moran Valverde en la parroquia de Quitumbe, cantón Quito, ubicado en la Provincia de Pichincha.

El proyecto se localiza entre las siguientes coordenadas UTM/ DATUM WGS 84/ Zona 17 Sur, a una altitud promedio de 2850 metros sobre el nivel del mar. En la figura 3 utilizando la cartografía del cantón Quito, se muestra la ubicación del proyecto en la parroquia Quitumbe, utilizando el software ArcGIS 10.3

Figura 3
Cartografía parroquia Quitumbe



Elaborado por: La autora

En la siguiente tabla 1, se muestra las coordenadas de ubicación de la zona de estudio donde se diseñara los aparcamientos.

Tabla 1
Coordenadas de ubicación del proyecto

Coordenadas UTM/ DATUM WGS 84/ Zona 17 Sur	
Este	Norte
(m)	(m)
772606.13	9968793.49

Elaborado por: La autora

En la figura 4, se muestra la ubicación geográfica del proyecto a realizarse.

Figura 4
Ubicación geográfica del proyecto

Nota:Plataforma en donde se realizará el proyecto de aparcamiento ubicada en el sector sur occidental de la UPS, colindante a la quebrada Ortega. Fuente: Google Earth Pro, 2020

1.6 Descripción de la situación actual de la zona del proyecto

1.6.1 Población.

Conforme a la información del censo de población y vivienda realizado en el año 2010 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC en la parroquia Quitumbe existen 79057 habitantes y su índice de crecimiento poblacional previsto para el periodo 2010-2020 es del 13.5%. (QUITUMBE, 2019)

Tabla 2
Población de la zona de influencia del proyecto

Descripción	Población Provincia Pichincha	Población Cantón Quito	Población Área Influencia Parroquia Quitumbe	%
Urbana	1.761.867	1.619.146		
Rural	814.420	620.045		
Hombres	1.255.711	1.088.811	39133	49.5
Mujeres	1.320.576	1.150.380	39924	50.5
Total	**2.576.287**	**2.239.191**	**79057**	**100**

Fuente: Plan de ordenamiento territorial del cantón Quito, 2019

La parroquia Quitumbe en donde está ubicado nuestro proyecto, forma parte de "La administración Zonal de Quitumbe", la cual cuenta con 190.525 habitantes esto según el censo del 2010 y se considera una proyección hasta el 2020, de 295.528 habitantes. La siguiente tabla describe la población de las cinco parroquias pertenecientes a la Administración Zonal Quitumbe en cantidad y porcentaje, así mismo el porcentaje de crecimiento hasta el 2020 como proyección.

Tabla 3
Distribución poblacional de la administración zonal Quitumbe

Parroquia	Población	Porcentaje (%)	Crecimiento al 2020 (%)
Quitumbe	39458	20.71	13.50
Chillogallo	41777	21.93	6.70
La Ecuatoriana	41858	21.97	9.10
Turubamba	31695	16.64	13
Guamaní	35737	18.76	10.10
TOTAL	**190525**	**100**	**52.40**

Fuente: Censos de población y vivienda INEC, 2010

1.6.2 Salud.

En el DMQ el 40.9% no tiene cobertura de seguro de salud, el 48.8% tiene acceso al Seguro General (IESS), el 4.7% al IESS Seguro Voluntario o Campesino y el 5.6% tiene seguro de salud privado. Existen registrados 444 establecimientos de salud, el 36% son establecimientos del Ministerio de Salud, el 26% corresponde a establecimientos privados con fines de lucro y el 22% a establecimientos del IESS.

También dispone una tasa del 5.3% de profesionales de la salud por cada 1.000 habitantes, los mismos que se encuentran concentrados en el área urbana, mayoritariamente en los servicios con internación. (DMQ, 2019)

1.6.3 Educación.

De acuerdo al censo del 2010, la población del Distrito Metropolitano de Quito tiene una tasa del 27.7% de la población con estudios de primaria, el 24.5% tiene secundaria, el 22.5% cuenta con estudios superiores y el 2.4% con estudios de postgrado.

La parroquia de Pichincha cuenta con 2.271 establecimientos educativos entre públicos y privados, según el censo 2010, 25.100 jóvenes entre el rango de edad de 15-21 años; no han terminado su educación básica por limitaciones económicas. (DMQ, 2019)

A continuación se detalla en la tabla 4 el porcentaje de tasa neta de asistencia escolar de la parroquia Quitumbe.

Tabla 4
Tasa neta de asistencia escolar

Parroquia	Educación básica	Educación Secundaria	Superior Pública	Superior Privada
Quitumbe	96.90%	85.10%	59.99%	40.01%

Nota:Porcentaje de asistencia escolar de la parroquia Quitumbe. Fuente: Instituto de la ciudad Quito DMQ, 2019

Según datos del censo de población y vivienda del 2010, el índice de analfabetismo en el DMQ corresponde al 2,71%. La población analfabeta corresponde sobre todo a mujeres pobres, afrodescendientes e indígenas. Generalmente el analfabetismo se concentra en el sector rural, en las zonas noroccidentales y norcentral del distrito, ver tabla 5.

Tabla 5
Tasa de analfabetismo

Parroquia	Población año 2018	Tasa de analfabetismo 10+	Tasa de analfabetismo 15+
Quitumbe	79057	2.42%	2.70

Fuente: Instituto de la ciudad Quito DMQ, 2019

1.6.4 Sistema económico

La economía de la parroquia de Quitumbe está basada en mayor porcentaje a la actividad de comercio minorista, por cuenta propia y en los centros comerciales por comisión con un 34%, seguido de la construcción con el 17%, el transporte y comunicaciones 12%, la administración pública 8%, las actividades inmobiliarias 7%, los hoteles y restaurantes 6%, el sector de la enseñanza un 5% y en menor porcentaje de 4% las actividades de servicios sociales y de salud, como último la agricultura y ganadería con un 3%, siendo un sector dedicado al comercio y el transporte. (BORJA, 2014)

Existe otra fuente de ingreso a través de proyectos comunitarios como el centro botánico-Quitumbe, el cual intercambiará la producción vegetal, bio-botánica, y de arborización por una remuneración, lo cual permitirá un soporte económico permitiendo así generar trabajo a los habitantes del sector. (BORJA, 2014)

En la siguiente figura, se muestra los porcentajes de actividades de la parroquia Quitumbe.

Figura 5
Porcentajes de actividades de la parroquia Quitumbe

Fuente: Planificación urbana rehabilitación equipamiento y espacio público de Quitumbe, 2014

1.6.5 Vialidad del sector.

Actualmente el sector en donde se realizará el presente proyecto colinda en los aparcamientos internos existentes en tres lugares de la universidad con una estructura de rodadura conformada por un adoquinado, además cuenta con vías principales, secundarias que conectan al mismo con la cuidad.

En la tabla 6, se describe el estado de las vías; por donde se movilizan los estudiantes, docentes y personal administrativo para llegar a la UPS Campus Sur.

Tabla 6
Estado de vías principales y secundarias

Nombre	Número de carriles	Capa de rodadura	Estado de la vía
	VIAS PRINCIPALES		
Av. Morán Valverde	6 carriles	Asfalto	Bueno
Av. Mariscal Antonio José de Sucre	6 carriles	Asfalto y Hormigón	Bueno
Av. Maldonado	6 carriles	Asfalto y Hormigón	Bueno
	VIAS SECUNDARIAS		
Av. Rumichaca Ñan	4 carriles	Asfalto	Bueno
Matilde Álvarez	4 carriles	Asfalto	Regular
Matilde Hidalgo	2 carriles	Empedrada	Regular

Elaborado por: La autora

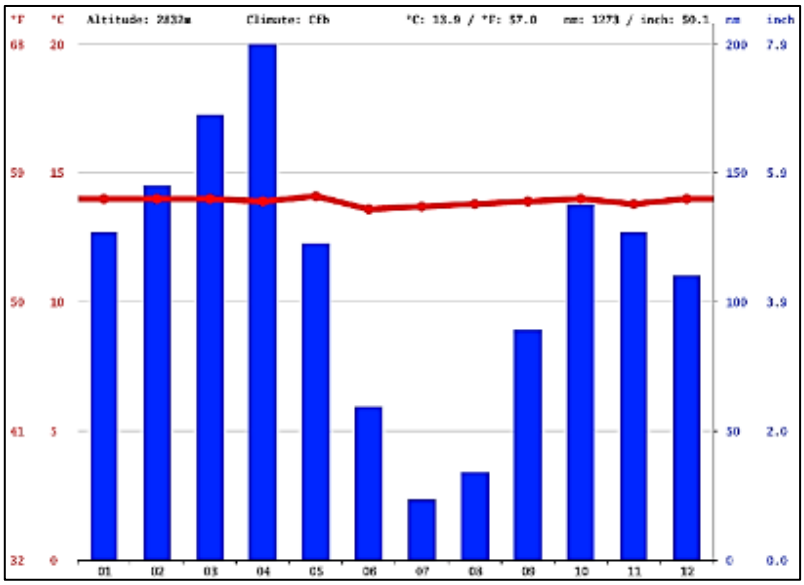
1.6.6 Clima y temperatura.

El clima de Quito es templado y cálido; pero cabe recalcar que incluso en el mes más seco este cantón presenta una gran cantidad de lluvia. De acuerdo con Köppen y Geiger el clima de Quito se clasifica como Cfb (clima oceánico). (Climate-Data, 2020)

Según Climate-Data la temperatura media anual es de 13.9 °C, mientras que las precipitaciones promedios son de 1273 mm. El mes más seco de Quito es julio con 22 mm de precipitación; así mismo la mayor cantidad de precipitación ocurre en abril, con un promedio de 189 mm.

La precipitación anual varía 167 mm entre el mes más seco y el mes más húmedo. La variación en las temperaturas durante todo el año es 0.5 °C. En la siguiente figura, se muestra el climograma anual de Quito.

Figura 6
Climograma del cantón Quito



Nota: Variación de clima en Quito. Fuente: Climate-Data.org, 2020

Por otro lado el clima de Quitumbe corresponde a un clima templado frio con una temperatura máxima promedio de 23°C y una mínima promedio de 7°C. (BORJA, 2014)

CAPÍTULO II

ESTUDIO TOPOGRÁFICO

2.1 Alcance

Para el análisis del presente estudio el levantamiento topográfico de la quebrada Ortega ha sido entregada por la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur a través de la información procesada realizada por la carrera de Ingeniería Civil, posterior se realizó el levantamiento topográfico de la plataforma ubicada en la parte lateral sur occidental de la UPS, de tal forma que se cuente con información tanto horizontal como vertical para así representarla gráficamente a una escala adecuada; de esta manera se procederá con la caracterización del terreno utilizando la información obtenida de la topografía, evidenciando si la plataforma cumple con los requerimientos técnicos para la implantación de los aparcamientos requeridos.

En función de estas consideraciones se realizará un trazado geométrico acorde a las curvas verticales y horizontales existentes en la plataforma permitiendo un estacionamiento seguro y de fácil acceso.

2.2 Equipos topográficos utilizados

Se realizó el levantamiento topográfico utilizando la metodología RTK, se lo realizó mediante la utilización de los siguientes equipos topográficos:

- Un par de antenas (GPS) doble frecuencia marca TRIMBLE modelo R4 versión 3 (RTK), con una precisión de ± (0.005+ 1ppm).
- 2 Receptores geodésicos GPS (antena base y antena móvil)
- 1 Colectora inalámbrica para GPS.
- 1 Bastón telescópico calibrado h:2m
- Trípode con plato nivelante y plomada óptica

2.3 Actividades realizadas en el levantamiento topográfico

La metodología que se utilizó fue un levantamiento topográfico mediante la metodología RTK (Real Time Kinematic), que en principio es una relación ordenada coherente y lógica, en la cual se inicia con un levantamiento en campo y finaliza con el trabajo realizado en oficina (trabajos de gabinete).

2.3.1 Trabajos de campo.

Los trabajos en campo se inician mediante el montaje de las antenas GPS, utilizamos solamente un punto georeferenciado GPS-02, el cual tiene las siguientes coordenadas.

Tabla 7
Coordenadas de punto de control GPS-02

Coordenadas UTM/ DATUM WGS 84/ Zona 17 Sur				
Latitud	Longitud	Este	Norte	Elevación
(° ´ “)	**(° ´ “)**	(m)	(m)	(m)
0°16'54,51453"S	78°33'01,98273"O	772642.717	9968822.893	2884.143

Nota: Coordenadas del BM utilizado GPS-02. Elaborado por: La autora

La monografía del punto de control GPS-02 fue proporcionada por parte de MOGRO CONSTRUCTORES Ingenieros & Arquitectos Asociados, contienen toda la información referente al punto GPS-02 utilizado, el cual está ubicado en la plataforma. El archivo de la monografía lo podemos observar en el ANEXO N°1.

<u>ANEXO No 1:</u> Monografía del punto de control GPS-02 UPS Campus Sur

El hito se encuentra ubicado frente al bloque “B” a 80 metros en dirección N 60° W cruzando los parqueaderos, junto a la quebrada. En la siguiente figura 7, se muestra la ubicación del punto de control GPS-02.

Figura 7
Ubicación de punto de control GPS-02

Nota: Ubicación del BM GPS-02 en la plataforma donde se realizará el proyecto de estacionamientos. Elaborado por: La autora

Una vez establecido el punto de control se procede a realizar el levantamiento topográfico dinámico, levantando a detalle todo lo existente en la plataforma como postes, sumideros, pozos etc.

2.3.1.1 *Metodología RTK del levantamiento topográfico.*

La metodología RTK (Real Time Kinematic), es un método de posicionamiento cinemático en tiempo real se basa en transmitir señales a través de los sistemas globales de navegación por satélites GPS, GALILEO y GLONASS. (Mundo GEO, 2020)

Este método se compone de un GPS fijo de referencia y un GPS en movimiento.

Para el levantamiento de la plataforma primero, se estaciono el equipo de referencia que permanecerá fijo durante todo el proceso, centrando su base y nivelándola en el punto de control GPS-02; el radio módem de éste va a transmitir sus datos de

observación por ondas de radio al receptor móvil, que a su vez almacenará en la unidad de control.

Se utilizaron antenas TRIMBLE modelo R4 versión 3, no se necesitó cambio de estación base; ya que se trabajó con un solo BM.

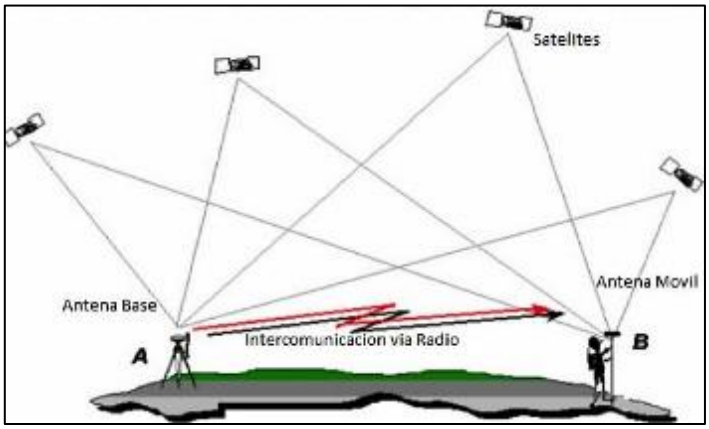
Las coordenadas que obtiene el equipo pueden tener una precisión máxima de 2 y 3 centímetros en la posición horizontal y vertical respectivamente.

La estación base es la encargada de transmitir las señales de correcciones diferenciales hacia la antena móvil (RTK) para determinar la posición relativa con precisiones milimétricas, para este fin es necesario que se recepte la mayor cantidad de satélites posibles siendo el mínimo 5 satélites y realizar observaciones de 30 segundos a 2 minutos; dependiendo de la geometría de los satélites. (Mundo GEO, 2020)

La técnica RTK se restringe a líneas de base cortas (hasta 10 km), debido al alcance limitado del UHF.

En la figura 8, se observa un levantamiento topográfico usando la metodología de RTK (Real Time Kinematic).

Figura 8
Levantamiento topográfico usando RTK



Fuente: Instituto Geográfico Nacional PERÚ - IGN, 2020

A continuación, se muestran imágenes del levantamiento realizado mediante el método RTK.

Figura 9
Instalación de la estación base

Elaborado por: La autora

Figura 10
Toma de datos mediante RTK

Elaborado por: La autora

2.3.2 Trabajos de gabinete.

Una vez realizado el levantamiento en campo se procede a exportar todos los datos desde la estación base y a transformarlos en formato csv. Todos los puntos obtenidos los exportamos al programa *CIVIL CAD 3D VERSIÓN 2020*.

2.3.2.1 *Análisis y procesamiento de información en el software Civil CAD 3D.*

A partir del levantamiento realizado por el método RTK, se procede a exportar todos los datos al software Civil CAD 3D. En consecuencia, se obtuvo en total 192 puntos, con su respectiva descripción cota y coordenadas en norte y este, para posterior ser procesada y analizada.

Este procesamiento de información se realizó por parte de MOGRO CONSTRUCTORES Ingenieros & Arquitectos Asociados, en el cual se obtuvo el levantamiento topográfico del área verde frente al bloque D.

Se generó un dibujo tridimensional con curvas de nivel cada (0,50 metros) y 192 puntos.

<u>ANEXO No 2:</u> Puntos de Levantamiento Topográfico.

2.4 Descripción de la planimetría – altimetría (planos topográficos)

El modelo digital obtenido genera un total de 192 puntos topográficos los cuales forman un área total de 5481.87m2, el cual representa toda la superficie de la plataforma. MOGRO CONSTRUCTORES Ingenieros & Arquitectos Asociados proporcionó el plano topográfico del levantamiento de la plataforma en formato digital y físico, el mismo que contiene a detalle toda la información necesaria para posterior utilizarla para realizar el diseño del aparcamiento.

El plano se puede observar el en ANEXO No 3.

<u>ANEXO No 3</u>: Levantamiento Topográfico del Área Verde frente al bloque D (Plataforma).

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE TRÁFICO

3.1 Alcance

El presente estudio de tráfico permitirá analizar la información existente y determinar el volumen del tráfico actual y proyectarlo mediante tasas de crecimiento vehicular a un periodo de diseño establecido de cinco años dentro de la UPS, posterior esto nos ayudará para establecer el dimensionamiento de los aparcamientos acorde a la normativa vigente de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248 y diseño estructural de Pavimentos Urbanos AASHTO-93.

Una vez obtenida la proyección del volumen de tráfico se identifica la carga vehicular a la cual será sometido el presente proyecto y de esta manera proponer el dimensionamiento del aparcamiento con su respectivo pavimento articulado. (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016)

3.2 Conteo de tránsito

Para un estudio definitivo, se realizó primeramente un conteo manual – visual de los diferentes aparcamientos existentes en la UPS, posterior se obtuvo datos de un conteo manual durante la jornada diurna, vespertina y nocturna dentro de la universidad. Cabe recalcar que mediante la emergencia sanitaria por la cual está atravesando nuestro país debido al COVID-19 también conocida como enfermedad por coronavirus, posteriormente no se realizará un conteo vehicular exhaustivo; ya que se trabajará con datos existentes proporcionados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Mediante lo explicado anteriormente al retomar paulatinamente las actividades diarias, de igual manera no se realizará conteos manuales-visuales de motos y bicicletas; ya que no sería un conteo real. Por esta razón no se llevará a cabo el diseño de

aparcamientos para motos y bicicletas, solo se realizará el diseño de aparcamientos de vehiculos livianos con los conteos obtenidos y realizados antes de la emergencia sanitaria.

En el ANEXO No 4, se puede observar todos los espacios de los parqueaderos existentes en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur; los mismos que fueron obtenidos en conjunto con el departamento de CCTV-Monitoreo Campus Sur.

<u>ANEXO No 4:</u> Espacios de los Parqueaderos Existentes en la UPS Campus Sur.

Tabla 8
Ubicación de estaciones de conteo

Estaciones	Ubicación
Sierra 2	Av. Rumichaca Ñan
Sierra 6	Av. Moran Valverde

Elaborado por: La autora

-*Estaciones de Conteo.*

El conteo manual se localizó al ingreso principal de la UPS Campus Sur, el cual es conocida como (Sierra 2) en la jornadas matutina, vespertina y nocturna durante 5 días sin contar sábado y domingo del miércoles 26 de febrero al martes 3 marzo del 2020 desde la 6:30 am hasta las 20:00pm, ver ANEXO No 5.

<u>ANEXO No 5:</u> Conteos Manuales Clasificados (Sierra 2).

Figura 11
Ubicación de la estación para el conteo manual (sierra 2)

Elaborado por: La autora

De igual manera se obtuvo información del periodo 54 de los vehículos del personal docente, administrativo y estudiantes que ingresan a la universidad, por Sierra 6 y también por Sierra 2, ver ANEXO No 6.

<u>ANEXO No 6:</u> Conteos Manuales Clasificados (Sierra 2 y Sierra 6).

Figura 12
Ubicación de la estación para el conteo manual (sierra 6)

Elaborado por: La autora

La clasificación de los vehículos se la realizo bajo los siguientes términos:

-Livianos.- Son aquellos vehículos de cuatro ruedas destinados al transporte de pocas personas o de mercancías livianas (automóviles y camionetas). Automóviles de cuatro y dos puertas, camionetas con cajón, de dos ejes con tracción sencilla, camiones livianos de reparto y jeeps 4x4. (ROJAS, 2011)

-Pesados.- Son todos los demás vehículos con peso bruto total mayor de cuatro toneladas, poseen uno o más ejes sencillos de doble llanta, tienen seis o más ruedas, pueden ser buses, camiones de dos o tres ejes, remolques y semirremolques. Las características de operación entre estos varían, especialmente en tamaño y relación peso/potencia. (AGUDELO, 2012)

-Motos.- Incluye todos los tipos de motocicletas tales, como mini motos, motonetas, etc. Las motos no serán tomadas en cuenta en el estudio posteriormente. (AGUDELO, 2012)

-Bicicletas.- Incluye todos los tipos de bicicletas tales, como bicicletas de ruta, eléctricas, híbridas, urbanas, etc. Las bicicletas no serán tomadas en cuenta en el estudio posteriormente.

3.2.1 Trabajos de campo.

Los trabajos que se realizaron en campo fueron los siguientes:

1. Recopilación de Información: Se obtuvo información de los espacios existentes de los parqueaderos dentro de la universidad, se recopiló también conteos de control y revisión de ingreso vehicular del parqueadero 2 (Av. Rumichaca) y del parqueadero 6 (Av. Moran Valverde) de 6:45 am a 16:15 pm del 22-23-24/01/2019, ver ANEXO No 7.

<u>ANEXO No 7:</u> Control y revisión de ingreso vehicular Sierra 2 y 6.

2. Desarrollo: Se realizó los respectivos formatos para llevar a cabo los conteos manuales del tráfico existente dentro de la universidad.

3.2.2 Trabajos de gabinete.

Procesamiento de información recopilada: Una vez recopilada la información se procesaron los datos obtenidos durante el conteo manual de los vehículos para la posterior determinación del TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual), el cual permitirá tener una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro.En función al conteo manual clasificado, se procede a catalogar los diferentes tipos de vehículos que circulan en los parqueaderos existentes dentro de la universidad. En base a la normativa vigente del país se tendrá los pesos permitidos, los cuales se detallan en la siguiente tabla 9 para obtener las diferentes cargas a aplicarse sobre el estacionamiento.

Tabla 9

Clasificación vehicular - tabla nacional de pesos y dimensiones

CUADRO DEMOSTRATIVOS DE TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES							
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN		PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
					Largo	Ancho	Alto
2 D	2 D 3 4		CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	7	5,00	2,60	3,00
2DA	2 DA 3 7		CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
2DB	2 DB 7 11		CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10
3-A	3A 7 20		CAMIÓN DE 3 EJES	27	12,20	2,60	4,10

Nota: Vehículos con sus respectivos pesos. Fuente: MOP NEVI-12 Libro 2A, 2013.

Antes de determinar el TPDA es importante conocer el tamaño y peso de los vehículos. Para las características por tipo de vehículos, se tomó la clasificación general de los vehículos de acuerdo a las normas del MTOP, tal como se muestra a continuación en la figura 13.

Figura 13

Clasificación general de los vehículos

TIPO DE VEHICULO		No. de EJES	ESQUEMA	SIMBOLO
VEHICULOS LIVIANOS	AUTOMOVIL	2		P
	CAMIONETA			C
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES	2		B
	CAMIONES	2		2-S
		3		3-S
				2-S1
		4		2-S2
		5		3-S2
			OTRAS COMBINACIONES	
VEHICULOS ESPECIALES	CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES	VARIABLE		En variable
	MAQUINARIA AGRICOLA			
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS			
	OTROS			

Fuente: Tabla de tipos de vehículos (MTOP), 2014

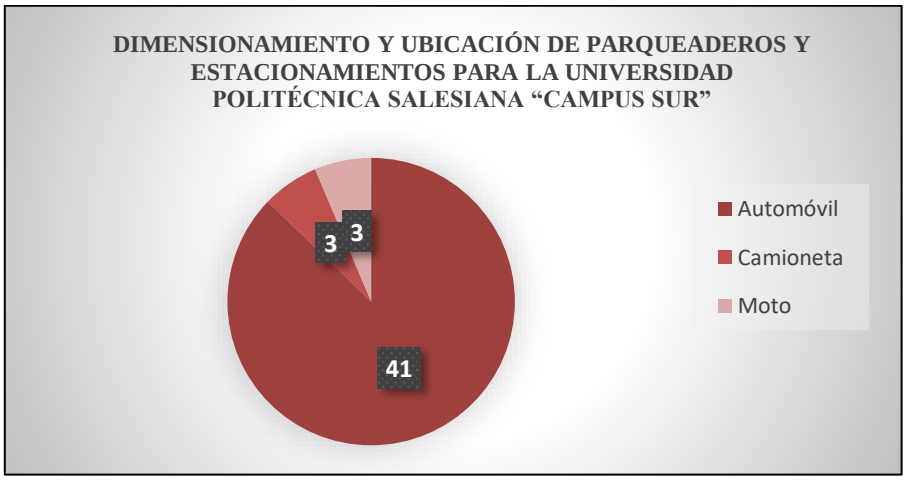
Las siguientes tablas muestran los resultados de los conteos manuales obtenidos en las estaciones Sierra 2 y Sierra 6 mediante la clasificación vehicular y conteos realizados. Además se detalla mediante las siguientes figuras el promedio de los conteos vehiculares.

Tabla 10
Resumen del conteo manual vehicular de la estación sierra 2

TIPO VEHICULO	CONTEO VEHICULAR SIERRA 2					Promedio
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	
Automóvil	40	42	38	46	41	41
Camioneta	4	1	6	1	1	3
Moto	3	4	3	0	5	3
TOTAL	**47**	**47**	**47**	**47**	**47**	**47**

Elaborado por: La autora

Figura 14
Conteo vehicular de la estación sierra 2



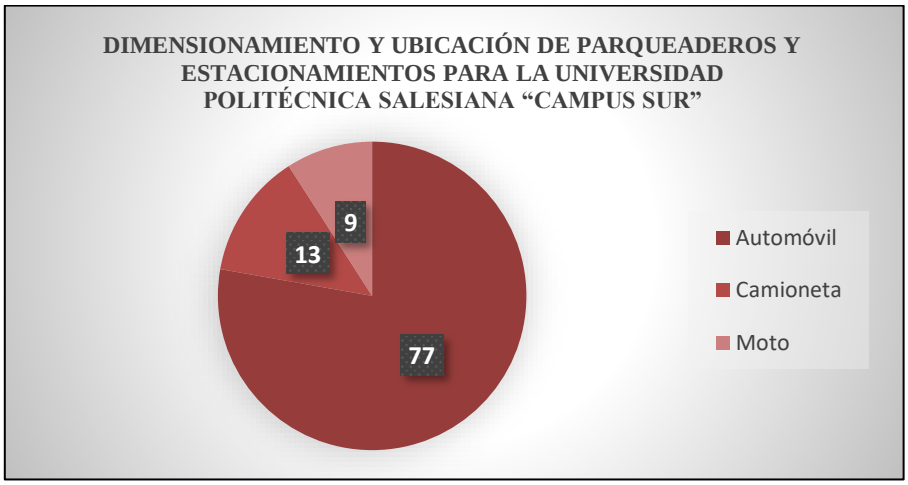
Elaborado por: La autora

Tabla 11
Resumen del conteo manual vehicular de la estación sierra 2 y sierra 6

	TIPO VEHICULO	CONTEO VEHICULAR SIERRA 2 Y SIERRA 6				Promedio
		Personal Administrativo	Docentes	Estudiantes Matutino	Estudiantes Vespertino-Nocturno	
Entrega de Stikers (Periodo 54)	Automóvil	23	83	111	89	77
	Camioneta	6	46	0	0	13
	Moto	2	1	32	2	9
	TOTAL	**31**	**130**	**143**	**91**	**99**

Elaborado por: La autora

Figura 15
Conteo vehicular de la estación sierra 2 y sierra 6



Elaborado por: La autora

3.3 Determinación del tráfico promedio diario anual (TPDA)

Para determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) se realizó a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los siguientes factores de variación de tráficos promedio diario. (Estudio de Lluvias Intensas INAMHI, 2015, p. 17)

Ec. 1

$$\text{TPDA} = \text{To} * \text{Fd} * \text{Fs} * \text{Fm}$$

Dónde:

To = Tráfico promedio diario observado

Fd = Factor de ajuste diario

Fs = Factor semanal

Fm = Factor mensual

3.3.1 Tráfico promedio diario semanal (TPDS).

Se define como el número de vehículos que pasan por una determinada estación de conteo establecida, en un periodo de una semana continua.

Para la obtención del tráfico promedio semanal, los resultados del conteo vehicular manual son incrementados por un factor diario, a fin de considerar el resto de

horas del día en las que no se pudo realizar el conteo, con esto se obtendrá el volumen de tráfico diario semanal (TPDS), mediante la siguiente ecuación:

Ec. 2

$$Fd = \frac{\text{Mayor número vehículo diario}}{\text{Total vehículos en la semana}}$$

Sierra 2

$$Fd = \frac{47}{235} * 100 = 20\%$$

Sierra 2 y Sierra 6

$$Fd = \frac{143}{395} * 100 = 36{,}20\%$$

$$TDS = \text{To} * \text{Fd}$$

En las siguientes tablas, se muestran el ajuste del tráfico semanal tanto de la estación sierra 2 como de la estación sierra 6.

Tabla 12

Ajuste del tráfico diario semanal de la estación sierra 2

TIPO VEHICULO	CONTEO VEHICULAR SIERRA 2					Promedio
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	
Automóvil	40	42	38	46	41	41
Camioneta	4	1	6	1	1	3
Moto	3	4	3	0	5	3
Tráfico Diario Semanal (Automóvil, Camioneta, Moto)						**47**

Nota: Tabla resumen ajuste semanal (sierra 2). Elaborado por: La autora

Tabla 13

Ajuste del tráfico diario semanal estación de la estación sierra 2 y sierra 6

	CONTEO VEHICULAR SIERRA 2 Y SIERRA 6					
Entrega de Stikers (Periodo 54)	TIPO VEHICULO	Personal Administrativo	Docentes	Estudiantes Matutino	Estudiantes Vespertino-Nocturno	Promedio
	Automóvil	23	83	111	89	77
	Camioneta	6	46	0	0	13
	Moto	2	1	32	2	9
	Tráfico Diario Semanal (Automóvil, Camioneta, Moto)					**99**

Nota: Tabla resumen ajuste semanal (sierra 2 y 6). Elaborado por: La autora

3.3.2 Tráfico promedio diario mensual (TPDM).

Consiste en el número de vehículos que pasan por una determinada estación en un periodo de un mes. Existe el factor de ajuste semanal es igual a 1 (fs=1), obteniendo lo siguiente:

Ec. 3

$$TPDM = TPDS * fs$$

Dónde:

TPDM = Tráfico promedio diario mensual

TPDS = Tráfico promedio diario semanal

fs = Factor de ajuste semanal = 1 por las características del tráfico

En las siguientes tablas, se muestran el ajuste del tráfico diario mensual tanto de la estación sierra 2 como de la estación sierra 6.

Tabla 14

Ajuste del tráfico diario mensual de la estación sierra 2

TIPO VEHICULO	CONTEO VEHICULAR SIERRA 2					Promedio
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	
Automóvil	40	42	38	46	41	41
Camioneta	4	1	6	1	1	3
Moto	3	4	3	0	5	3
Tráfico Diario Mensual (Automóvil, Camioneta, Moto)						**47**

Nota: Tabla resumen ajuste mensual (sierra 2). Elaborado por: La autora

Tabla 15

Ajuste del tráfico diario mensual de la estación sierra 2 y sierra 6

	CONTEO VEHICULAR SIERRA 2 Y SIERRA 6					
Entrega de Stikers (Periodo 54)	TIPO VEHICULO	Personal Administrativo	Docentes	Estudiantes Matutino	Estudiantes Vespertino-Nocturno	Promedio
	Automóvil	23	83	111	89	77
	Camioneta	6	46	0	0	13
	Moto	2	1	32	2	9
	Tráfico Diario Mensual (Automóvil, Camioneta, Moto)					**99**

Nota: Tabla resumen ajuste mensual (sierra 2 y 6). Elaborado por: La autora

3.3.3 Tráfico promedio diario anual (TPDA).

Se determinó el tráfico promedio diario anual, a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los factores de variación.

El valor del factor mensual Fm se lo determinó en base al consumo de combustible anual del cantón Quito, para ello se obtuvo la relación entre el promedio anual total de combustible para el mes en el que se realizó el conteo dentro de la UPS Campus Sur. En tabla 16, se muestra el consumo de combustible del cantón Quito.

Tabla 16
Estadística de consumo de combustible "cantón Quito"

Producto / Mes	Gasolina		Diesel 2	Diesel Premium	N° de Días
	Extra	Súper			
Enero	539575	327287	114066	613849	31
Febrero	408415	304223	117403	540854	29
Marzo	568389	367970	104449	611195	31
Abril	470333	289836	115126	637083	30
Mayo	473328	304083	96863	644171	31
Junio	416072	475147	113466	604440	30
Julio	421601	318034	112014	692399	31
Agosto	460875	336483	115105	622145	31
Septiembre	521700	322232	119346	663483	30
Octubre	413177	280041	110317	531066	31
Noviembre	457160	382895	111532	611083	30
Diciembre	355330	475389	157722	633079	31

Fuente: Informe estadístico, EP PetroEcuador, 2019

Mediante los datos obtenidos, tomamos en cuenta el mes en el que se realizó el conteo vehicular que fue en febrero; posterior utilizamos los siguientes factores establecidos por la dirección de estudios del MTOP para el año 2014 los cuales se presentan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 17
Factor de incidencia en el aforo vehicular

MES	FACTOR MENSUAL
Enero	1.07
Febrero	1.132
Marzo	1.085
Abril	1.093
Mayo	1.056
Junio	1.034
Julio	1.982
Agosto	0.974
Septiembre	0.923
Octubre	0.931
Noviembre	0.953
Diciembre	0878

Nota: Factor mensual de incidencia vehicular. Fuente: Departamento de la dirección de estudios del MTOP 2014

Acorde a los datos obtenidos tomamos un valor de ajuste mensual del mes de febrero de 1.132 como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 18
Factor de ajuste mensual

Mes \ Producto	Promedio		Factor Mensual
	Gasolina	Diesel	
Enero	433431	363958	1.07
Febrero	356319	329129	1.132
Marzo	568389	357822	1.085
Abril	468180	376105	1.093
Mayo	388706	370517	1.056
Junio	445610	358953	1.034
Julio	369818	402207	1.982
Agosto	398679	368625	0.974
Septiembre	421966	391415	0.923
Octubre	346609	320692	0.931
Noviembre	420028	361308	0.953
Diciembre	415360	395401	0878

Nota: Factor mensual escogido del mes del conteo. Elaborado por: La autora

Por lo tanto tenemos:

Ec. 4

$$T.P.D.A = T.P.D.M * fm$$

Dónde:

TPDA = Tráfico promedio diario anual

TPDM = Tráfico promedio diario mensual

fm = Factor de ajuste mensual

En las siguientes tablas se muestra el Tráfico Promedio Diario Anual de la estación Sierra 2 y de la estación Sierra 6:

Tabla 19

Tráfico promedio diario anual (TPDA) sierra 2

TIPO VEHICULO	CONTEO VEHICULAR SIERRA 2					Promedio
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	
Automóvil	45	48	43	52	46	47
Camioneta	6	1	7	1	1	3
Moto	4	6	4	0	6	4
Tráfico Diario Semanal (Automóvil, Camioneta, Moto)						**54**

Nota: Tabla resumen TPDA de la estación sierra 2. Elaborado por: La autora

Tabla 20

Tráfico promedio diario anual (TPDA) sierra 2 y sierra 6

	CONTEO VEHICULAR SIERRA 2 Y SIERRA 6					
Entrega de Stikers (Periodo 54)	TIPO VEHICULO	Personal Administrativo	Docentes	Estudiantes Matutino	Estudiantes Vespertino-Nocturno	Promedio
	Automóvil	26	94	126	101	87
	Camioneta	7	52	0	0	15
	Moto	3	1	36	3	11
	Tráfico Diario Semanal (Automóvil, Camioneta, Moto)					**113**

Nota: Tabla resumen TPDA de la estación sierra 2 y 6. Elaborado por: La autora

3.4 Proyección del tráfico

Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto. (Estudio de Lluvias Intensas INAMHI, 2015, p. 17)

El tránsito en función de la vida útil en este caso para el proyecto del estacionamiento mediante normativa MOP 2003, indica que tiene una variación de vida esperada de 15-20 años máximo. Mediante lo establecido anteriormente se determinará

la oferta y demanda para la situación actual y la situación futura del presente proyecto de por lo menos 5 años, para la cual se utilizará el método de crecimiento lineal, basado en la tasa de crecimiento anual y el tráfico que transita actualmente. Mediante la siguiente ecuación:

Ec. 5

$$\text{TPDA}_{\text{FUTURO}} = \text{TPDA} * (1 + \text{i})^{n}$$

Dónde:

$\text{TPDA}_{\text{Futuro}}$= Tráfico promedio diario anual futuro o proyectado

TPDA = Tráfico promedio diario anual

i= Tasa de crecimiento vehicular del tráfico

n= Número de años proyectados

-*Tasa de Crecimiento Anual.*

Las tasas de crecimiento vehicular fueron emitidas por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Pichincha; la siguiente tabla muestra las tasas de crecimiento que se adoptará para el proyecto.

Tabla 21
Tasa de crecimiento vehicular provincia de Pichincha

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2015-2020	4.72	1.94	2.34
2021-2025	3.81	1.88	2.09
2026-2030	3.20	1.81	1.90
2031-2035	2.80	1.75	1.75

Fuente**:** GADPP, departamento de estudios viales, 2014

En la tabla 22 se muestra los resultados obtenidos de la proyección.

Tabla 22
Cálculo del tráfico del proyecto

Años	Tiempo	Automóvil	Camioneta	Moto	Total Vehículos
2020	**0**	**87**	**15**	**11**	**113**
2021	1	90	16	11	117
2022	2	94	16	12	122
2023	3	97	17	12	126
2024	4	101	17	13	131
2025	**5**	**104**	**18**	**13**	**135**
2026	6	108	19	14	141
2027	7	113	20	14	147
2028	8	117	20	15	152
2029	9	122	21	15	158
2030	**10**	**127**	**22**	**16**	**165**

Nota: Tabla resumen del total de vehículos en un periodo de tiempo. Elaborado por: La autora

3.4.1 Tráfico desarrollado (Td).

Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. (Estudio de Lluvias Intensas INAMHI, 2015, p. 18)

La normativa AASHTO 93 establece que el tráfico desarrollado se encuentra entre los siguientes rangos:

Ec. 6

$$\mathrm{Td} = (5 - 8)\% * \mathrm{TA}$$

Para nuestro proyecto se considerado el valor siguiente para el tráfico desarrollado.

$$\mathrm{Td} = 7\% * \mathrm{TA}$$

3.4.2 Tráfico desviado (TD).

Este tráfico consiste en el aumento de la cantidad de vehículos que circularán por la vía, cuyo volumen es atraído desde otras carreteras una vez que entre en servicio es mejorada, ahorrando tiempo, distancias y costos. (Estudio de Lluvias Intensas INAMHI, 2015, p. 18)

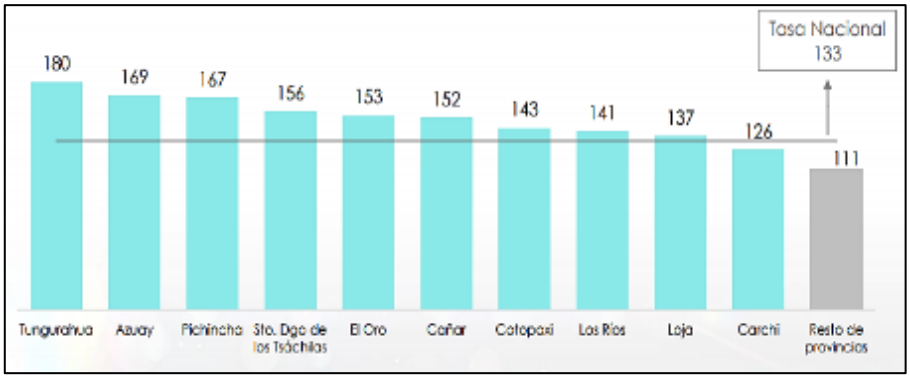
Como el presente proyecto consiste en el dimensionamiento de un aparcamiento, entonces el tráfico desviado para el mismo será igual a 0%.

3.4.3 Tráfico generado (TG).

El MTOP expresa que el tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarán sólo si las mejoras propuestas ocurren. Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera. (Estudio de Lluvias Intensas INAMHI, 2015, p. 20)

Así mismo el valor se obtuvo tomando en cuenta el número de vehículos por cada habitante de la Provincia de Pichincha, ver ilustración 3. (INEC, 2010)

Figura 16
Estadísticas vehiculares por cada 1000 hab. provincia de Pichincha



Elaborado por: La autora

Por lo tanto el tráfico generado para este estudio será:

$$\text{TG} = \text{TPDA} * \left(\frac{167 \text{ vehículos}}{1000\ habitantes}\right) x\ 100$$

$$\text{TG} = \text{TPDA} * 16.7\%$$

En las siguientes tablas, se muestran el TPDA hasta 10 años y la proyección del tráfico en base al mismo.

Tabla 23
TPDA proyecto hasta 10 años

Años	TPDA	Td = 7% TPDA	TG = 16.7% TPDA	TD 0.0% TPDA	TPDA (Total)
2020	113	8	19	0	140
2025	**135**	10	23	0	168
2030	165	12	28	0	205

Nota: Tabla resumen del TPDA proyectado. Elaborado por: La autora

Tabla 24
Proyección del tráfico

Años	TPDA	Td 0 7%	TG 16.7%	TD 0.0%	TPDA (Total)
2020	**113**	**8**	**19**	**0**	**140**
2021	117	8	20	0	145
2022	122	9	20	0	151
2023	126	9	21	0	156
2024	131	9	22	0	162
2025	**135**	**10**	**23**	**0**	**168**
2026	141	10	24	0	175
2027	147	10	25	0	182
2028	152	11	25	0	188
2029	158	11	26	0	195
2030	**165**	**12**	**28**	**0**	**205**

Nota: Tabla resumen del TPDA proyectado por años. Elaborado por: La autora

3.5 Clasificación del parqueadero de acuerdo al tráfico bajo normativa (MOP 2003)

Realizado la estimación del tráfico de diseño, se determina que el TPDA del proyecto de aparcamiento es de 168 vehículos/día para los 5 años, y el TPDA para 10 años es de 205 vehículos/día.

Por lo tanto se establece que para el proyecto de estacionamientos tienen una clasificación tipo IV de 100 a 300 vehículos en referencia a la tabla que se muestra a continuación, propuestas por la normativa de diseño geométrico del MOP 2003.

Tabla 25
Clasificación de la vía de acuerdo al tráfico

Cuadro De Carreteras En Función Del TPDA

Clase De Carretera	Tráfico Proyectado TPDA
R-I O R-II	MAS DE 80000
I	3000 a 80000
II	1000 a 3000
III	300 a 100
IV	100 a 300
V	menos de 100

Fuente: Normas de diseño geométrico MOP-2003 pág. 22

La Norma de Ministerio de Obras Públicas MOP 2003 realiza una clasificación basada en el criterio que cimentara las bases de la estructura de la red vial del país que se muestra a continuación según la jerarquía y la clasificación según el MOP.

Tabla 26
Clasificación del tipo de vía (aparcamiento)

Cuadro De Carreteras en Función Del TPDA

Función	Clase De Carretera	TPDA
Corredor Arterial	R-I O R-II	MAS DE 80000
	I	3000 a 8000
	II	1000 a 3000
Colectora	I	3000 a 8000
	II	1000 a 3000
	III	300 a 100
	IV	100 a 300
Vecinal	IV	100 a 300
	V	< 100

Fuente: Normas de diseño geométrico MOP-2003 pág. 23

Mediante lo estipulado en la propuesto por el MOP 2003 se determina que el proyecto entra dentro la categoría de vías tipo IV con una función vecinal.

Cabe mencionar que debido a que los pavimentos articulados o “de adoquines” no son puramente flexibles ni puramente rígidos, no es posible, en rigor, aplicar el enfoque

de daño equivalente del método AASHTO 93. Sin embargo, ante la ausencia de métodos que expliquen adecuadamente la forma de estimar el FEE para pavimentos de adoquines, se puede utilizar el método de Diseño estructural de Pavimentos Urbanos AASHTO-93 asumiendo que el pavimento de adoquines se comporta como pavimento flexible.

3.6 Cálculo del número de ejes equivalentes ESALS's

Para el diseño de estructuras de pavimentos, es necesario estimar el número acumulado de cargas por ejes simples equivalentes de 18 kips para el periodo de diseño. (AASTHO., 1993)

El ESALS´s es un parámetro usado en el diseño de la estructura del pavimento, con el cual el tránsito es reducido a un número equivalente de ejes de una determinada carga que producirán el mismo daño que toda la composición del tránsito. Esta carga tipo según la normativa AASHTO 93 es de 80 KN o 18 kips. (El Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón, 2006)

La ecuación utilizada para el cálculo de Ejes Equivalentes está dada por AASHTO 1993 (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), tomando en cuenta el factor carril, el factor de dirección, la tasa de crecimiento y el periodo de análisis mediante la siguiente ecuación:

Ec. 7

$$\mathrm{Nt} = N * Fc * Fd * 365 * \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

Dónde:

Nt = número de ejes equivalentes

N= número de ejes equivalentes al inicio del período de diseño.

Fc= Factor Carril.

Fd= Factor dirección.

n= número de años de proyección.

i= tasa de crecimiento.

El factor de dirección (Fd). Bajo un flujo vehicular contabilizado, para nuestro aparcamiento mediante la normativa AASHTO 93, se recomienda tomar el valor de 0.5 (50 por ciento).

Tabla 27
Factor dirección del aparcamiento

Factor dirección definido por el número de vehículos que pasaran por una sola dirección		
Fd	40 - 60 %	FD= 0.5
	70 - 30 %	FD= 0.7
	100%	FD= 1.0

Fuente: AASHTO, guide for design of pavement, 1993

El factor de distribución por carril (Fc). La AASHTO 93 recomienda en su guía de diseño utilizar la siguiente tabla para el factor por carril, el valor asumido es de 0.9, ya que depende de la cantidad de carriles que tendrá el aparcamiento.

Tabla 28
Factor carril del proyecto

Factor Carril - Depende Del Número De Carriles		
	No carriles	FC
Fc	1	1
	2	0.9
	3	0.75
	4	0.5

Fuente: AASHTO, guide for design of pavement, 1993

Factores Daño (Factores equivalentes de carga): Para el FEC se utilizó el método AASHTO simplificado, la misma que se basa en las cargas de los diferentes tipos de vehículos y mediante las siguientes ecuaciones:

$$EJE\ SIMPLE\ RUEDA\ SIMPLE \qquad \text{FEC} = \left(\frac{CARGA\ DEL\ EJE}{6.6}\right)^4 \qquad \textbf{Ec. 8}$$

$$EJE\ SIMPLE\ RUEDA\ DOBLE \qquad \text{FEC} = \left(\frac{CARGA\ DEL\ EJE}{8.2}\right)^4 \qquad \textbf{Ec. 9}$$

$$EJE\ TANDEM \qquad \text{FEC} = \left(\frac{CARGA\ DEL\ EJE}{15.0}\right)^4 \qquad \textbf{Ec. 10}$$

$$EJE\ TRIDEM \qquad \text{FEC} = \left(\frac{CARGA\ DEL\ EJE}{23.0}\right)^4 \qquad \textbf{Ec. 11}$$

Cabe recalcar que para nuestro proyecto de aparcamiento solo se utilizará el tipo de vehículos livianos (automóviles, camionetas) para la determinación del ESALS's para 5 y 10 años respectivamente.

Para calcular el FEC se utilizará la ecuación 8 como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 29
Ejes equivalentes para el año base

Tipo Vehículo	Tipo De Eje	Carga	FEC	TPDA	ESALS's (FEC*TPDA)	N
Vehículos Livianos	Simple	2	0.008432	87	0.73358	8
	Simple	3.5	0.079085		6.88039	

Nota: ESALS´s para año base de vehículos livianos. Elaborado por: La autora

En la siguiente tabla resumen se muestran los valores obtenidos de ESALS's para los 5 Y 10 años de proyección.

Tabla 30
Número de ejes equivalentes (Esals' S) para 5 años

Tipo de vehículo	N	Fc	Fd	Nt
Vehículos Livianos	8	0.9	0.5	7090
Total, ejes equivalentes para 5 años:				7090

Nota: ESALS´s para 5 años de vehículos livianos. Elaborado por: La autora

Tabla 31
Número de ejes equivalentes (Esals' S) para 10 años

Tipo de vehículo	N	Fc	Fd	Nt
Vehículos Livianos	8	0.9	0.5	15203
Total, ejes equivalentes para 10 años:				15203

Nota: ESALS´s para 5 años de vehículos livianos. Elaborado por: La autora

CAPÍTULO IV

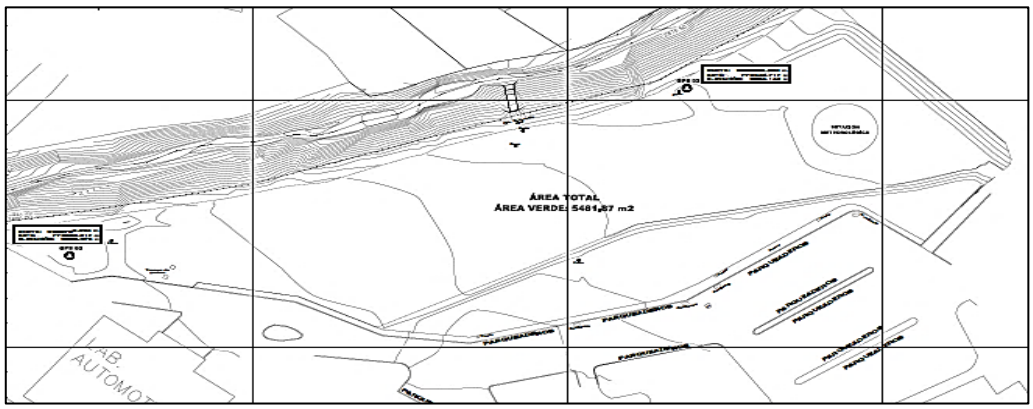
ANÁLISIS DE LÍNEA BASE Y ZONIFICACIÓN

El proyecto se realizará en la plataforma existente dentro de la Universidad ubicado en el sector sur occidental colindante con la quebrada Ortega, incluido el análisis de estabilidad de talud el cuál evitará posibles deslizamientos que pongan en peligro la funcionalidad del aparcamiento. El espacio vehicular actual dentro de la UPS Campus Sur es de 232 vehículos (automóviles y camionetas), 24 espacios para motos y 19 espacios para bicicletas.

La plataforma tiene un área total de 5481,87 m2, se encuentra ubicada frente al bloque D de la UPS. Además cabe mencionar que para actuar con las medidas adecuadas de seguridad, es importante considerar una franja de protección para la quebrada Ortega, ya que esta se encuentra colindante a nuestro proyecto.

La franja de protección consiste en el área de retiro de construcción obligatorio en el cual no se pueden implantar y ejecutar edificaciones, únicamente lo previsto en la normativa vigente, para lo cual en nuestro proyecto se asumirá una limitación de franja de protección estimada de 10m medido desde el borde superior de la quebrada Ortega hacia dentro de la plataforma.

Figura 17
Área de la plataforma



Nota: Área total del levantamiento de la zona de estudio. Elaborado por: La autora

4.1 Cálculo de oferta y demanda de parqueaderos y estacionamientos

4.1.1 Oferta.

Para obtener el cálculo de oferta de los parqueaderos y estacionamientos se realizó un inventario físico de los espacios existentes disponibles, dentro de la UPS Campus Sur.

Este inventario se realizó recorriendo los diferentes parqueaderos existentes para contabilizarlos, posterior se realizó una tabla resumen del total de espacios de los estacionamientos que la universidad posee, ver ANEXO No 4. (Arqhys - Arquitectura, 2011)

Tabla 32
Oferta del proyecto de aparcamientos

Espacios de los Parqueaderos Existentes en la UPS Campus Sur

VEHÍCULOS	Parqueadero 1 (Bloque B)	99
	Parqueadero 2 (Tras el Bloque B)	43
	Parqueadero 3 (Capilla)	30
	Parqueadero (Bloque D)	14
	Parqueadero (Bloque G)	46
TOTAL DE PARQUEADEROS (VEHÍCULOS)		**232**
MOTOS	Parqueadero 1 (Bloque B)	13
	Parqueadero (Bloque D)	11
TOTAL DE PARQUEADEROS (MOTOS)		**24**
BICICLETAS	Parqueadero (Frente al Bloque A)	19
TOTAL DE PARQUEADEROS (BICICLETAS)		**19**

Nota: Tabla resumen espacios existentes UPS Sur. Elaborado por: La autora

4.1.2 Demanda.

Para la demanda del presente proyecto de parqueaderos, se obtendrá toda la información posible del tiempo o frecuencia horaria de ingreso de los vehículos a la UPS Campus Sur; está representará la necesidad de espacios para estacionarse, o el número de

vehículos que desean estacionarse con cierta duración de tiempo, en las diferentes jornadas de estudio y programaciones especiales que se den dentro de la universidad. (Arqhys - Arquitectura, 2011)

En la tabla 33, se muestra la duración de los vehículos dentro de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur.

Tabla 33

Demanda (tabla resumen de duración de los vehículos dentro de UPS Sur)

Frecuencia Horaria de Ingreso de los Vehículos a la UPS Campus Sur					
	Fecha	**Estación**	**Hora de Entrada**	**Hora de Salida**	**Total**
Vehículos	**26/02/2020**	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	40
	27/02/2020	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	42
	28/02/2020	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	38
	02/03/2020	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	46
	03/03/2020	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	41
	26/03/2019	Sierra 2 y Sierra 6	8:30:00	18:30:00	23
	27/03/2019	Sierra 2 y Sierra 6	6:30:00	20:00:00	83
	28/03/2019	Sierra 2 y Sierra 6	7:00:00	13:00:00	111
	29/03/2019	Sierra 2 y Sierra 6	13:00:00	21:30:00	89
Total Vehículos					**513**
Camionetas	**26/02/2020**	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	4
	27/02/2020	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	1
	28/02/2020	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	6
	02/03/2020	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	1
	03/03/2020	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	1
	26/03/2019	Sierra 2 y Sierra 6	8:30:00	18:30:00	6
	27/03/2019	Sierra 2 y Sierra 6	6:30:00	20:00:00	46
	28/03/2019	Sierra 2 y Sierra 6	7:00:00	13:00:00	0
	29/03/2019	Sierra 2 y Sierra 6	13:00:00	21:30:00	0
Total Camionetas					**65**
Motos	**26/02/2020**	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	3
	27/02/2020	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	4
	28/02/2020	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	3
	02/03/2020	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	0
	03/03/2020	Sierra 2	6:30:00	20:00:00	5
	26/03/2019	Sierra 2 y Sierra 6	8:30:00	18:30:00	2
	27/03/2019	Sierra 2 y Sierra 6	6:30:00	20:00:00	1
	28/03/2019	Sierra 2 y Sierra 6	7:00:00	13:00:00	32
	29/03/2019	Sierra 2 y Sierra 6	13:00:00	21:30:00	2
Total Motos					**52**

Nota: Frecuencia de ingreso de vehículos por las diferentes estaciones de conteo.

Elaborado por: La autora

4.1.3 Determinación del índice de rotación.

Conocida la oferta y demanda del proyecto, posterior se realizará el índice de rotación que para un espacio determinado de estacionamiento, se define como el número de veces que se usa dicho espacio durante un lapso de tiempo. Para varios espacios de estacionamiento el índice promedio de rotación (Ir) en vehículos por cajón se calcula de la siguiente manera:

Ec. 12

$$\mathrm{Ir} = \mathrm{Demanda/Oferta}$$

Ec. 13

$$\mathrm{Ir} = \mathrm{N°\ de\ vehículos\ que\ se\ estacionan/\ N°\ de\ espacios\ para\ estacionarse}$$

El índice de rotación de un estacionamiento, puede expresarse tomando en cuenta un período determinado de estudio, según se explica mediante la siguiente ecuación:

Ec. 14

$$\mathrm{Ir} = \frac{\mathrm{v, + Ve}}{\mathrm{C}}$$

Donde:

v, = Número de vehículos estacionados al inicio del estudio

Ve = Numero de vehículos que entran durante el tiempo de estudio

C = Capacidad de estacionamiento en número de cajones disponibles

Dentro de la universidad se observa 5 plazas de parqueaderos vehiculares existentes con un total de 232 espacios para estacionarse.

A nivel global dentro de la universidad en una hora de estudio estuvieron ocupados 173 estacionamientos. Durante la hora de estudio llegaron 15 vehículos adicionales, por lo tanto aplicando la siguiente fórmula tenemos:

$$\text{Ir} = \text{Demanda/Oferta} = \frac{v, + Ve}{C}$$

$$\text{Ir} = \frac{173 \ + 15}{232}$$

$$\text{Ir} = 0.81 \text{ (Global)}$$

4.1.4 Demanda actual.

Posterior se realizó una tabla resumen, en donde se obtendrá el índice de rotación para cada uno de los parqueaderos existentes dentro de la universidad; mediante lo cual calcularemos la demanda actual.

Tabla 34
Índice de rotación promedio

Demanda Actual

Zonas	Área (m2)	Perímetro (m)	Oferta Cajones	v,	Ve	Índice de Rotación	Demanda Actual
Parqueadero 1 (Bloque B)	2848	324	99	48	17	0,66	65
Parqueadero 2 (Tras el Bloque B)	824	114	43	29	9	0,88	38
Parqueadero 3 (Capilla)	763	141	30	15	8	0,77	23
Parqueadero (Bloque D)	328	102	14	7	0	0,50	7
Parqueadero (Bloque G)	991	137	46	27	6	0,72	33
TOTAL	**5754**	**818**	**232**	**126**	**40**	**0,70**	**166**

Nota: Cálculo de demanda actual del proyecto. Elaborado por: La autora

4.1.5 Demanda futura.

Para realizar el cálculo de la demanda futura utilizaremos la tasa de crecimiento del cantón de estudio, en este caso es Quito, también para el proyecto aplicaremos el método tasa acumulada de un modelo exponencial donde:

- Po y Pt = Población al inicio y al final del periodo
- t = tiempo en años, entre No y Nt
- r = Tasa de crecimiento observado en el periodo

- log e= es una constante igual a 0.434294

Entonces se tiene:

Ec. 15

$$\mathrm{Pt} = \mathrm{Po}\ (1 + \mathrm{r})^{t}$$

Despejamos la tasa de crecimiento y obtenemos:

Ec. 16

$$\mathrm{r} = \left(\frac{Pt}{\mathrm{Po}}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Aplicando logaritmos la ecuación exponencial es:

Ec. 17

$$\mathrm{r} = \frac{\left(\log\left(\frac{\mathrm{Pt}}{\mathrm{Po}}\right)\right)}{\mathrm{t} * \log \mathrm{e}}$$

En las siguientes tablas se muestra el cálculo de la tasa de crecimiento de un modelo exponencial.

Tabla 35
Población y tasa de crecimiento de Quito 2015 - 2020

Ciudad	Provincia	Población Po (2010)	Tasa de crecimiento (r)	Población (2015)	Población (2020)
Quito	Pichincha	2187932	0,28835052	2522102	2907310

Fuente: Censos de población y vivienda, 2010

Log e	0,434294
t (años)	10

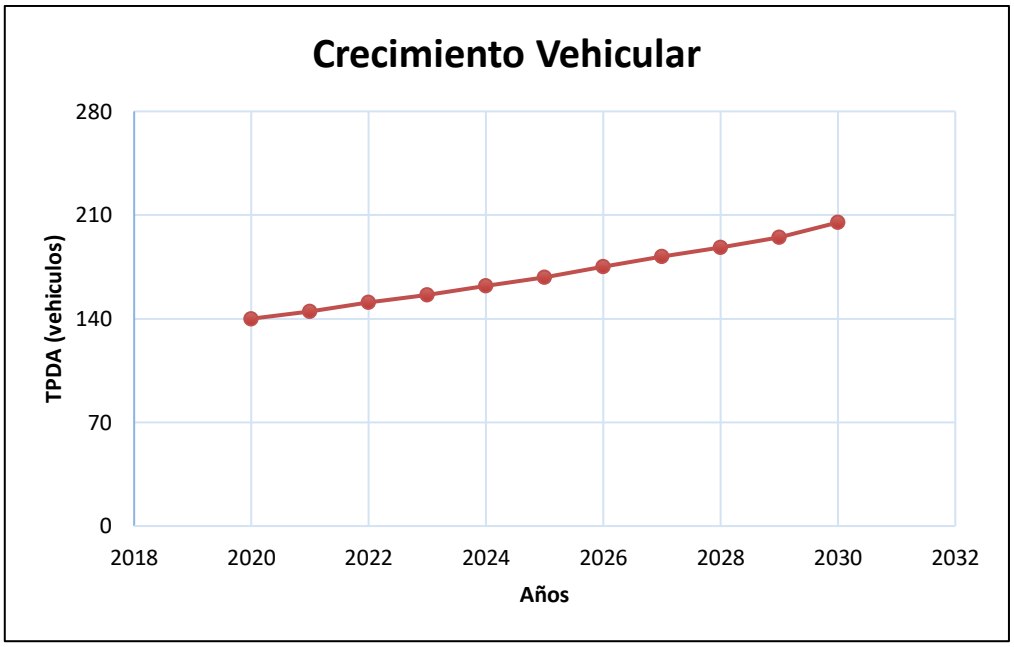
Tabla 36
Cálculo de la tasa de crecimiento de un modelo exponencial

Ciudad	Provincia	Población Po (2001)	Población Pf (2010)	Pf/Po	log (PF/Po)	n*log e	R
Quito	Pichincha	1639853	2187932	1,33422	0,12523	4,34294	0,02884

Elaborado por: La autora

En la figura 18 se muestra, el posible incremento vehicular que puede tener los estacionamientos dentro de la Universidad Politecnica Salesiana Campus Sur, en base al tráfico promedio diario anual (TPDA), el cual se realizó a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los factores de variación.

Figura 18
Crecimiento vehicular UPS Campus sur



Elaborado por: La autora

CAPÍTULO V

DISEÑO GEOMÉTRICO

5.1 Generalidades

El trazado geométrico del presente proyecto al tratarse de una propuesta de dimensionamiento y ubicación de parqueaderos y estacionamientos dentro de la universidad, tendrá un diseño previo donde se explicará la metodología y criterios que se tomaron en cuenta para realizar dicha propuesta de diseño para la distribución de los espacios de los estacionamientos. Sin embargo este diseño se ajustará a las condiciones topográficas existentes de la plataforma en donde se realizará el parqueadero, en base a estudios posteriores de determinará si la plataforma requiere de mejoramiento de suelo.

Mediante las visitas de campo realizadas, al determinar el dimensionamiento del parqueadero se apreciará si las medidas de los espacios de parqueo elaboradas son suficientes para que los vehículos pequeños y grandes se puedan estacionar y salir cómodamente del estacionamiento.

Cabe recalcar que utilizaremos el software dinámico de diseño de aparcamientos ParkCAD, el cual nos ofrece herramientas adecuadas para crear distribuciones de forma más inteligente, eficiente y precisa, permitiéndole escoger la mejor solución de diseño.

Utilizaremos el software ParkCAD para colocar flechas, símbolos, bordillos y una extensa biblioteca de sombreados y bloques de CAD relacionados con el área de aparcamiento.

5.2 Referencias normativas para estacionamientos y parqueaderos en el Ecuador

Tomaremos como referencia la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248: 2016 “Accesibilidad De Las Personas Al Medio Físico Estacionamientos”.

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de esta normativa al proyecto.

- NTE INEN 2239: 2015, Accesibilidad de las personas al medio físico. Señalización. Requisitos y clasificación.
- NTE INEN 2240: 2012, Accesibilidad de las personas al medio físico. Símbolo gráfico. Características generales.
- NTE INEN 2855: 2015, Accesibilidad de las personas al medio físico. Vados y rebajes de cordón.
- Distrito Metropolitano de Quito Ordenanza Municipal N° 3746, Capítulo III Parágrafo 2do (Estacionamientos).

De acuerdo a la Ordenanza del Distrito Metropolitano de Quito N° 3746, mediante los siguientes artículos establecen las regulaciones básicas para el diseño de parqueaderos. (Corral Fernando & Andrade, 2016)

- El artículo 48, hace referencia a la clasificación del estacionamiento público, de acuerdo al diseño, localización y tipos de vehículos (menores, livianos, carga liviana, carga pesada). (Municipio de Quito, 2008)
- El artículo 49, determinará el cálculo del número de espacios de estacionamientos dentro de un proyecto, de acuerdo al uso de suelo, lo que permitirá solventar el problema de esta investigación de manera técnica y viable. (Municipio de Quito, 2008)

5.3 Propuesta de dimensionamiento del aparcamiento

Para realizar la propuesta de dimensionamiento y ubicación del aparcamiento para la Universidad Politécnica Salesiana “Campus Sur”, adquirimos la respectiva información de la normativa vigente que nos ayudará en la realización del proyecto.

Según el Art. 50 de la Ordenanza del Distrito Metropolitano de Quito N° 3746, los accesos a los estacionamientos deberán conservar el mismo nivel de la acera, a partir

de la línea de fábrica se permitirá una tolerancia del 10% en dirección de la pendiente hasta un máximo de tres 3 metros. (Municipio de Quito, 2008)

En la siguiente tabla, se muestra según su uso el requerimiento mínimo de estacionamientos para vehículos livianos.

Tabla 37

Requerimiento mínimo de estacionamientos para vehículos livianos por usos

Usos	N° de unidades	N° de unidades para visitas	Áreas para vehículos menores y complementarias
		EDUCACIÓN	
Superior: Universidades, Institutos de educación superior	1 cada 30 m2 de AU	1 cada 60 m2 de AU	Bahía de ascenso y descenso de pasajeros próxima a la entrada principal y área de estacionamiento exclusivo para 3 autobuses de transporte escolar dentro del predio. Cinco módulos de estacionamiento para vehículos menores.

Fuente: Ordenanza del distrito metropolitano de Quito N° 3746, 2008

Donde AU: Área útil total de construcción

El número de estacionamientos en las universidades e institutos superiores, deben cumplir con la normativa establecida de acuerdo a la ordenanza N°3746.

5.3.1 Estacionamientos en sitios abiertos.

El área de estacionamiento debe estar estrictamente delimitada y señalizada. Así mismo los espacios no deben interrumpir los cruces peatonales, las rampas para personas con discapacidad, la disposición del mobiliario urbano y la arborización.

Los estacionamientos ubicados en sitios abiertos deben continuar con el mismo diseño y material de la acera, como mínimo 0,10m por debajo del nivel de ésta y con una pendiente máxima del 3% hacia la vía. (Municipio de Quito, 2008)

Los estacionamientos no deben interrumpir la circulación de la acera al paso cebra y de ésta a la otra acera.

5.3.2 Dimensiones mínimas para puestos de estacionamientos de vehículos livianos.

Las dimensiones y áreas mínimas requeridas para los puestos de estacionamientos estarán de acuerdo a la forma de colocación de los mismos.

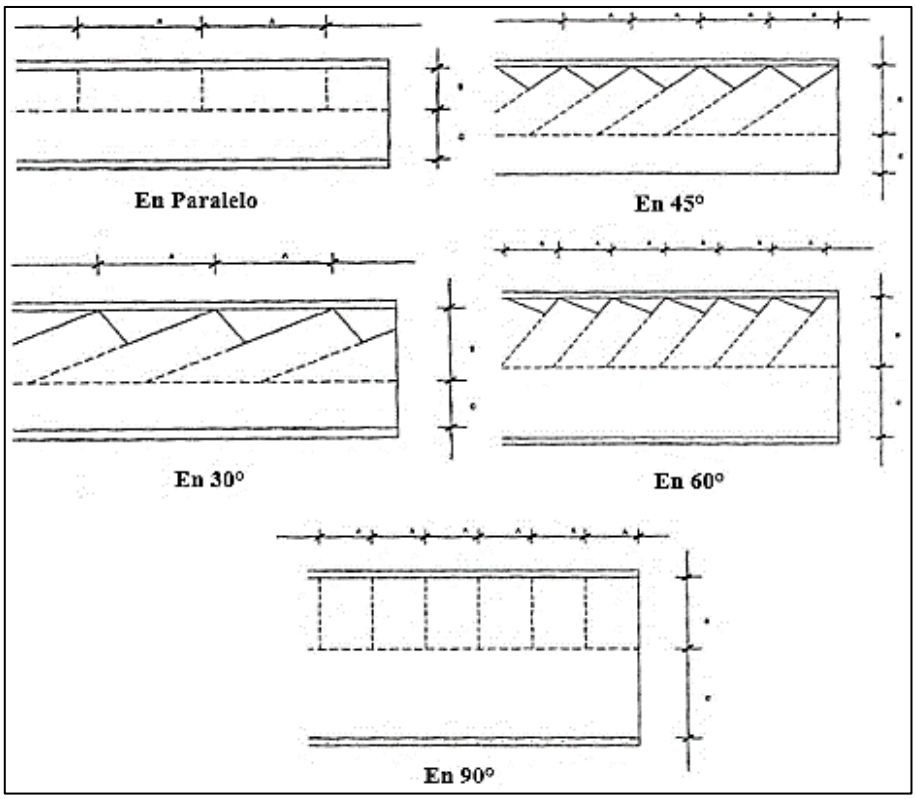
Tabla 38
Dimensiones mínimas para puestos de estacionamientos

Forma de Colocación	A	B	C
A 30°	5.00	4.30	3.30
A 45°	3.40	5.00	3.30
A 60°	2.75	5.50	6.00
A 90°	2.30	4.80	5.00
En Paralelo	6.00	2.20	3.30

Fuente: Ordenanza del distrito metropolitano de Quito N° 3746, 2008

A, B y C son las diferentes formas de colocación de los puestos de estacionamientos que a continuación se observará en la figura 19.

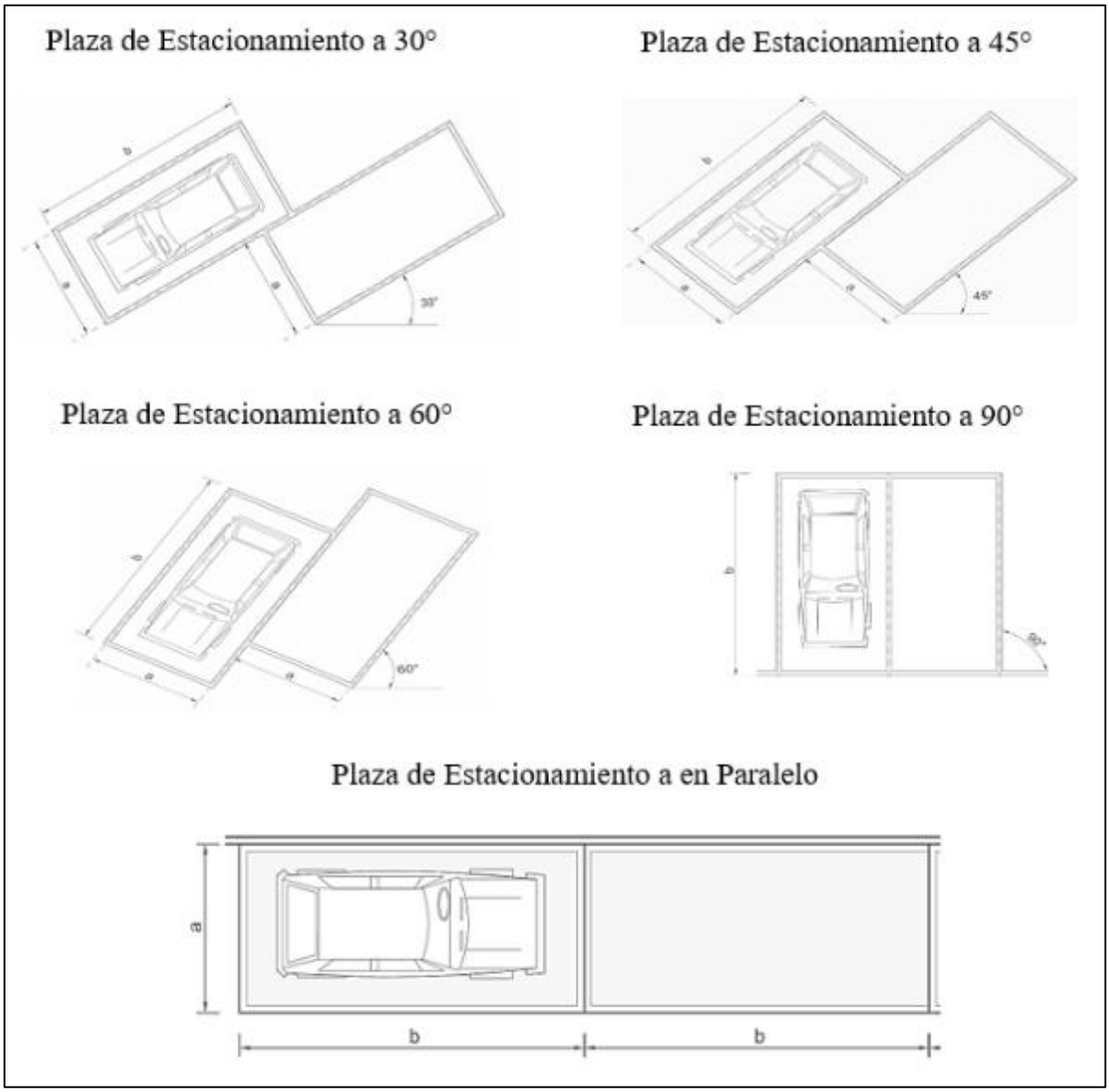
Figura 19
Formas de colocación de puestos de estacionamientos



Fuente: Ordenanza del distrito metropolitano de Quito N° 3746, 2008

A continuación se detallará mediante las siguientes figuras la forma de colocación de las plazas de estacionamientos:

Figura 20
Colocación de plazas de estacionamientos



Nota: Formas de colocación a 30,45,60,90 grados y en paralelo de las plazas de estacionamientos. Fuente: Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016

Donde:

a: ancho

b: longitud.

El área mínima de para vehículos livianos en un lugar abierto por todos los lados o contra un obstáculo es de 4,80m x 2,30m.

Según la NTE INEN 2248, 2016 la siguiente tabla indica los tipos de vehículos considerados en esta norma:

Tabla 39
Tipos de vehículos

Subclase	Descripción
L	Vehículos motorizados con dos, tres o cuatro ruedas
M1	Vehículos con capacidad no mayor a ocho plazas, sin contar el asiento del conductor y sin espacio para viajeros de pie.
M2	Vehículos con capacidad mayor a ocho plazas, sin contar el asiento del conductor, y cuyo Peso Bruto vehicular no supere los 5000 kg.
N1	Vehículos automotores cuyo Peso Bruto vehicular no exceda de 3500 kg.
S	Vehículo automotor diseñado y accionado para trasladar o dar primeros auxilios a heridos o enfermos, y para cuidados en emergencias médicas.

Fuente: Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016

Además las plazas de estacionamiento deben tener las siguientes dimensiones mínimas:

Tabla 40
Dimensiones mínimas para plazas de estacionamiento vehicular

	Dimensiones Mínimas (m)		
Tipo de Vehículo	a	b	H
L	2,40	2,40	2,20
N1 y M1	2,40	5,00	2,20
M2	2,40	5,40	2,60
SC	3,50	5,40	2,60

Fuente: Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016, Pg 5

Donde:

a, b y h son el ancho, longitud y altura mínima libre respectivamente.

Posterior los estacionamientos también deben tener una franja de circulación libre para maniobra de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 41
Dimensiones mínimas de la franja de circulación libre

Disposición de la plaza de estacionamiento	Una vía (d) m	Doble vía (c) m
30°	3,00	5,00
45°	3,00	5,00
60°	3,00	5,00
90°	5,00	5,00
En Paralelo	5,00	5,00

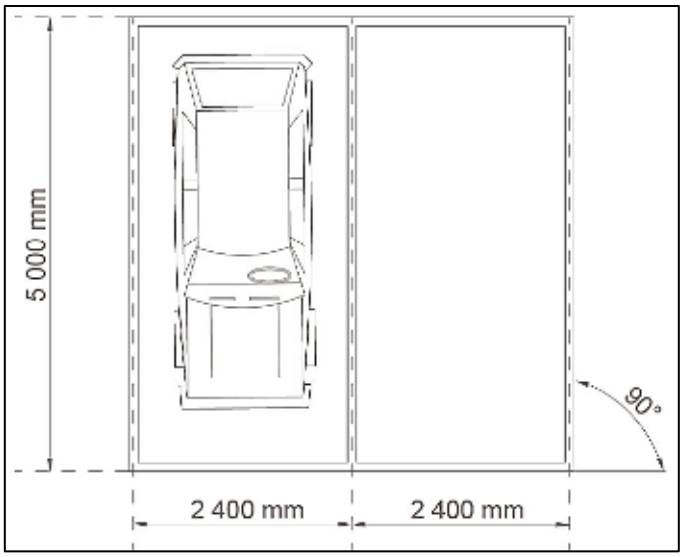
Fuente: Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016, Pg 5

Donde:

c y d son la franja de circulación libre (doble vía) y la franja de circulación libre (una vía) respectivamente.

En el siguiente gráfico, se muestra las dimensiones mínimas que deben tener los vehículos livianos.

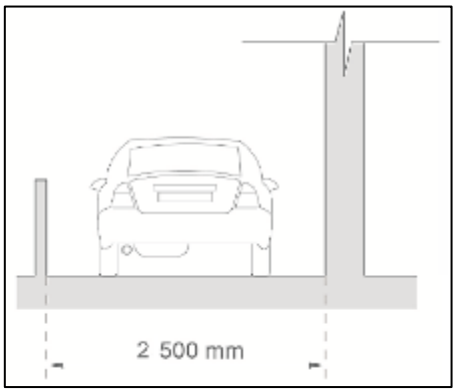
Figura 21
Dimensiones mínimas para vehículos tipo N1 y M1



Fuente: Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016, Pg 7

Además en plazas de estacionamiento delimitadas con paramentos verticales, el ancho libre mínimo debe ser 2.50 m, (ver figura 22).

Figura 22
Plazas de estacionamiento delimitadas



Nota:Ancho mínimo libre en plazas de estacionamiento delimitadas con paramentos verticales. Fuente: NTE INEN 2248, 2016, Pg 7

5.3.3 Señalización.

Para la señalización de los estacionamientos, se adoptará la misma señalización de tránsito utilizada en vías públicas la cual informa:

- Altura máxima permisible
- Entrada y salida de vehículos
- Sentido de circulación y rampas
- Pasos peatonales
- Divisiones entre los puestos del estacionamiento
- Nivel, número del puesto o espacio
- Bordillos, topes y si en tal caso hay columnas o muros de protección. (Municipio de Quito, 2008)

Los estacionamientos, para facilitar su identificación y localización, deben estar señalizados:

Horizontalmente con señalización informativa según NTE INEN 004-2: 2011:

- Delimitando la plaza de estacionamiento con líneas blancas continuas de un ancho mínimo de 100 mm.
- Sentido de circulación debe señalizarse en la franja de circulación.

Verticalmente con señalización informativa según NTE INEN 004-1: 2011:

- Sentido de circulación, accesos y salidas
- Alturas máximas de estacionamiento, lugares reservados

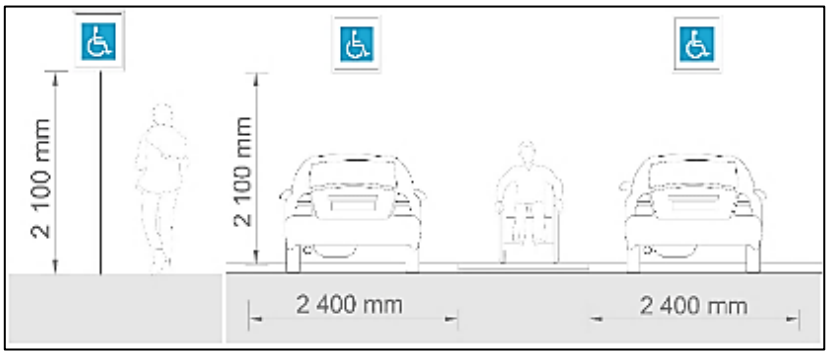
5.3.3.1 *Señalización para plazas de estacionamiento para personas con discapacidad y movilidad reducida.*

Estas señalizaciones deben cumplir con los requisitos establecidos en NTE INEN 2239:2015 y NTE INEN 2240:2012. La señalización horizontal y vertical de plazas de estacionamientos para personas con discapacidad debe ubicarse como se indica en los siguientes figuras:

Figura 23
Señalización horizontal

Nota: Señalización horizontal para plazas de estacionamiento para personas con discapacidad. Fuente: NTE INEN 2248, 2016

Figura 24
Señalización vertical



Nota: Señalización vertical para plazas de estacionamiento para personas con discapacidad. Fuente: NTE INEN 2248, 2016, Pg 16

5.3.4 Dimensiones mínimas y características de estacionamientos para personas con capacidades reducidas.

Así mismo todo espacio predestinado para estacionamientos debe disponer de una reserva permanente para vehículos que transporten a personas discapacitadas o con movilidad reducida, correspondiente a un espacio por cada 25 lugares. Por otra parte los estacionamientos deben estar señalizados horizontal y verticalmente con el símbolo de personas con discapacidad, de forma que sean fácilmente identificados a distancia. (Municipio de Quito, 2008)

Las dimensiones mínimas para los lugares destinados para personas con capacidad reducida son las siguientes:

Tabla 42
Tabla de dimensiones mínimas para personas discapacitadas

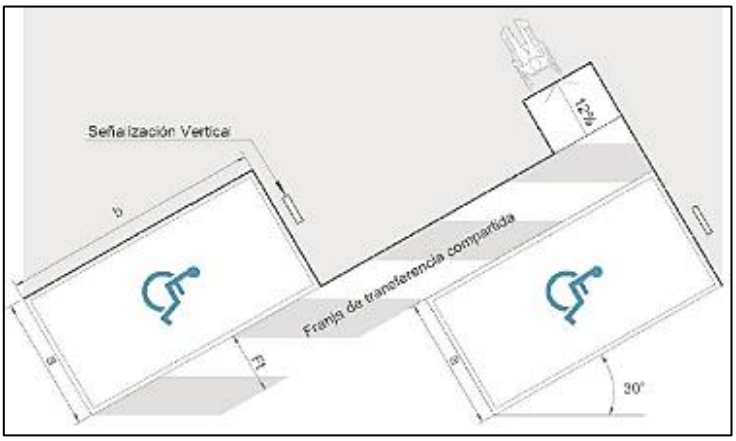
Ancho	Largo	Área de transferencia
3,50 m	5,00 m	1 m + área para el vehículo: 2,50 m

Fuente: Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016

De acuerdo a la disposición de la plaza de estacionamiento, a continuación, se presentan diferentes tipos de plazas de estacionamientos vehiculares para personas con discapacidad o movilidad reducida.

Figura 25

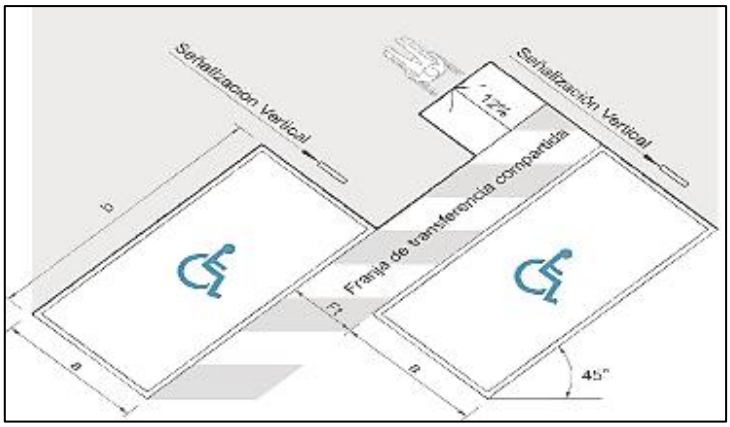
Plazas de estacionamiento a 30° para personas con discapacidad



Fuente: Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016, Pg 10

Figura 26

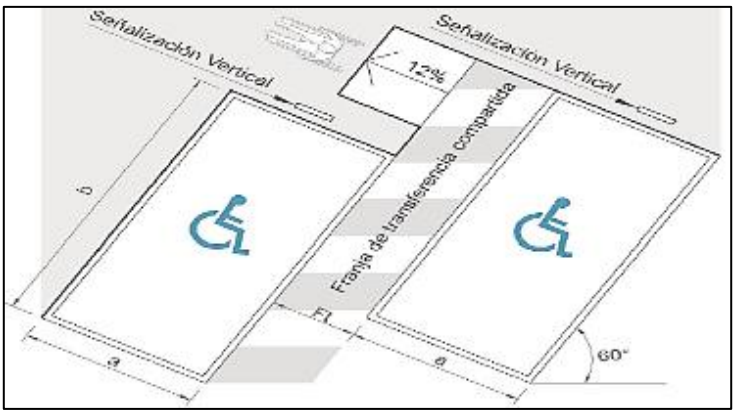
Plazas de estacionamiento a 45° para personas con discapacidad



Fuente: Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016, Pg 10

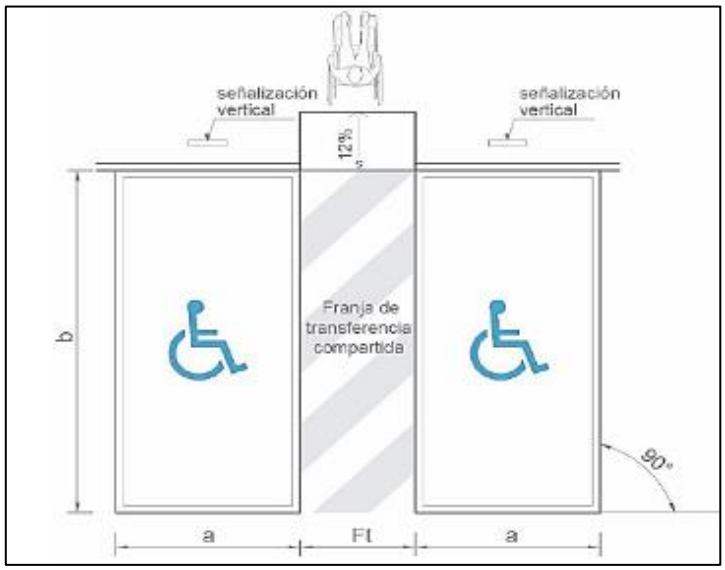
Figura 27

Plazas de estacionamiento a 60° para personas con discapacidad



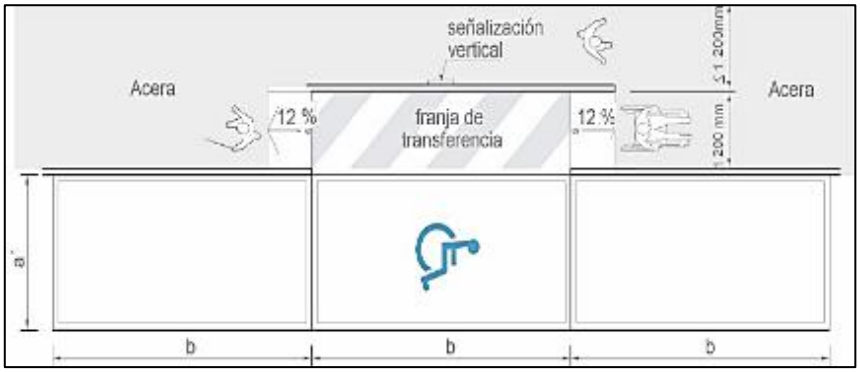
Fuente: Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016, Pg 11

Figura 28
Plazas de estacionamiento a 90° para personas con discapacidad



Fuente: Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016, Pg 11

Figura 29
Plazas de estacionamiento en paralelo para personas con discapacidad



Fuente: Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016, Pg 12

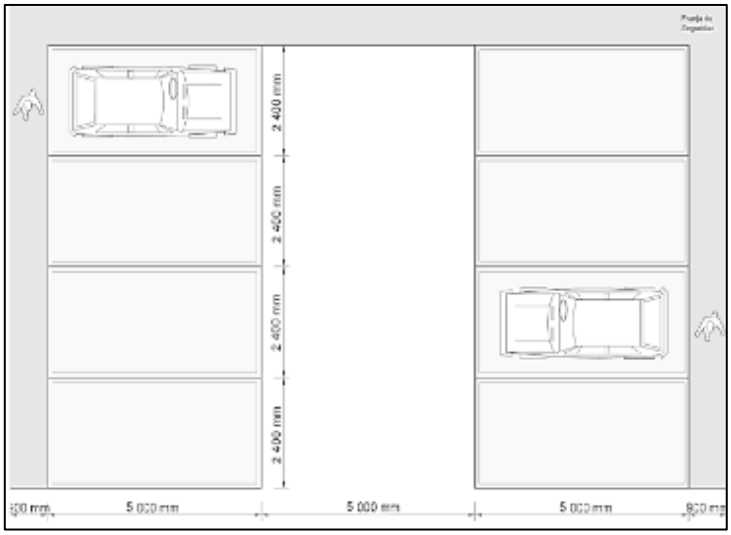
Las dimensiones mínimas para las plazas de estacionamiento preferenciales son:

- Ancho (a) = 2.40m
- Longitud (b)= 5.00m
- Altura mínima libre (h) = 2.20m
- Franja de transferencia (Ft) = 1.20m

5.3.5 Área de circulación peatonal en estacionamientos.

Como requisito adicional se debe contar con un área de circulación peatonal debidamente especificada (tipo acera), que asegure el recorrido desde cualquier plaza de estacionamiento hacia los accesos y circulaciones.

Figura 30
Área de circulación peatonal tipo acera



Fuente: Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016, Pg 12

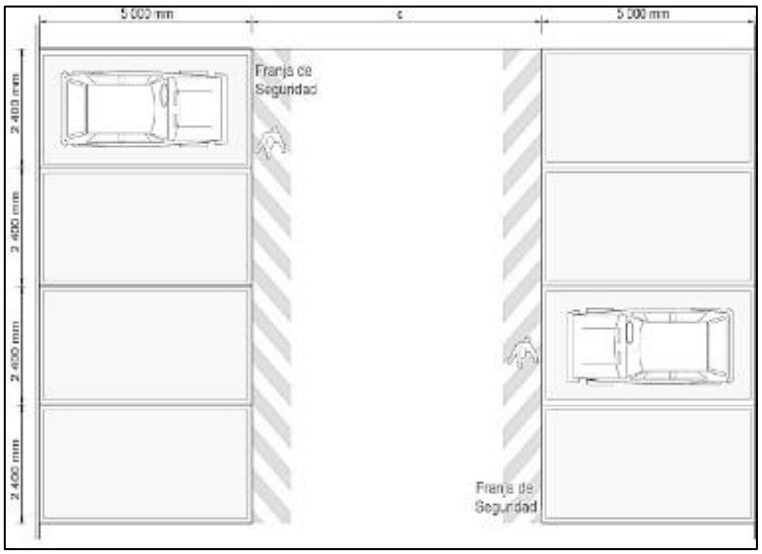
De no existir el área de circulación peatonal, se debe implementar en el piso al mismo nivel de las plazas de estacionamiento una franja de seguridad peatonal de uso preferencial que debe cumplir las siguientes condiciones:

- Estar ubicada junto a la plaza de estacionamiento y ser parte del área de circulación vehicular.
- Estar ubicada junto a la plaza de estacionamiento y ser de uso compartido por vehículos, y peatones, dando prioridad a la circulación peatonal.
- Tener un ancho libre mínimo de paso de 900 mm.
- Estar debidamente señalizada ya sea con material o acabado de color contrastante.

A continuación se muestra, la franja de seguridad peatonal de uso preferencial según normativa vigente de NTE INEN 2248, 2016.

Figura 31

Franja de seguridad peatonal de uso preferencial



Fuente: Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, 2016, Pg 13

5.4 Propuestas de diseño

Se plantearán 2 alternativas de diseño, mediante las cuales se pretende ampliar en cada una la capacidad del estacionamiento para escoger el diseño más óptimo, basándonos en las diferentes formas de colocación de los puestos del estacionamiento y de la aplicación de normativa vigente.

De esta manera se propondrá una zona de estacionamiento seguro, de calidad, y de fácil acceso para sus beneficiarios, ayudando a solventar el problema evidente de la falta de demanda de aparcamientos en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur.

5.4.1 Primer diseño.

En la primera alternativa para el diseño geométrico del aparcamiento se propuso mediante la NTE INEN 2248:2016 y la Ordenanza del Distrito Metropolitano de Quito N° 3746:2008, las siguientes dimensiones para vehículos livianos de 4,80m de largo x 2,30m de ancho por cada puesto de estacionamiento, con lo que se obtubo 92 puestos en total incluyendo 4 puestos de estacionamientos para personas con capacidades reducidas.

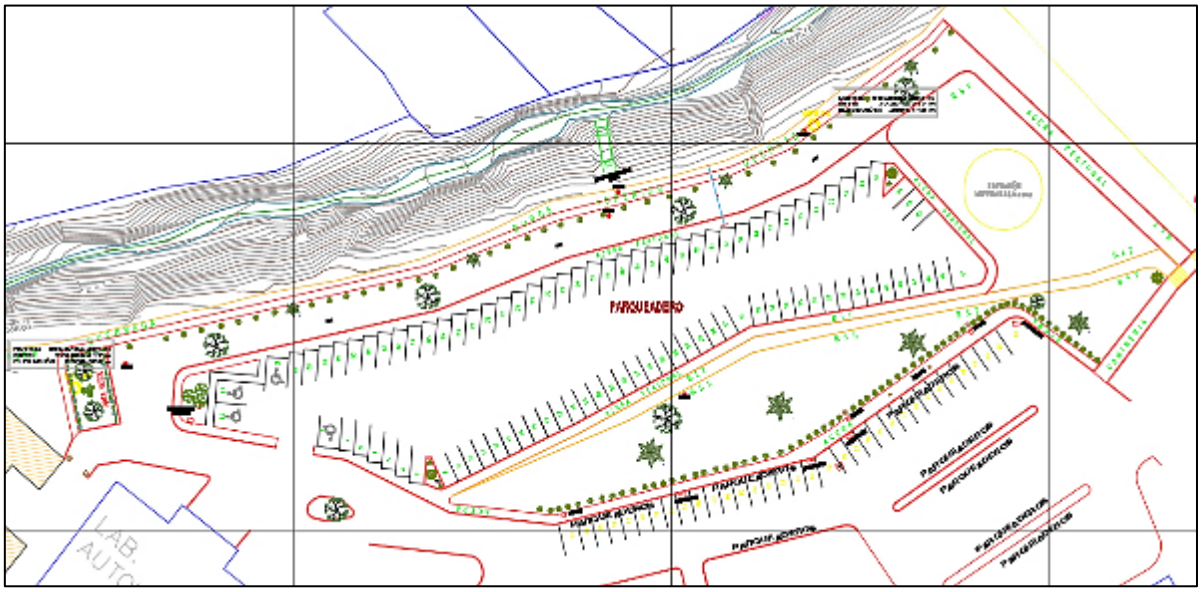
Según la norma NTE INEN 2248, 2016, los puestos de estacionamientos para personas con capacidades reducidas tienen una dimensión de 5m de largo x 3.50m de ancho.

De igual manera la forma de colocación de los puestos de estacionamientos en esta alternativa fue a 90 grados, con aceras peatonales de 1,20m de ancho.

Para actuar con las medidas adecuadas de seguridad, es necesario e importante mencionar la distancia que se consideró para la franja de protección de la quebrada Ortega, que se encuentra colindante a nuestro proyecto.

La franja de protección será medida, desde el borde superior del talud, y está en función a su pendiente. De acuerdo al plano de implantación general de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur proporcionado por el Arq. Renato Barrionuevo B., la cual se puede apreciar en el ANEXO No 8**,** se puede apreciar una franja de protección de 9.68 m, para lo cual se propondrá para nuestro proyecto una franja de protección estimada de 10m medido desde el borde superior del talud hacia dentro de la plataforma donde se realizó el diseño geométrico de los aparcamientos.

Figura 32
Diseño geométrico del aparcamiento primera alternativa



Elaborado por: La autora

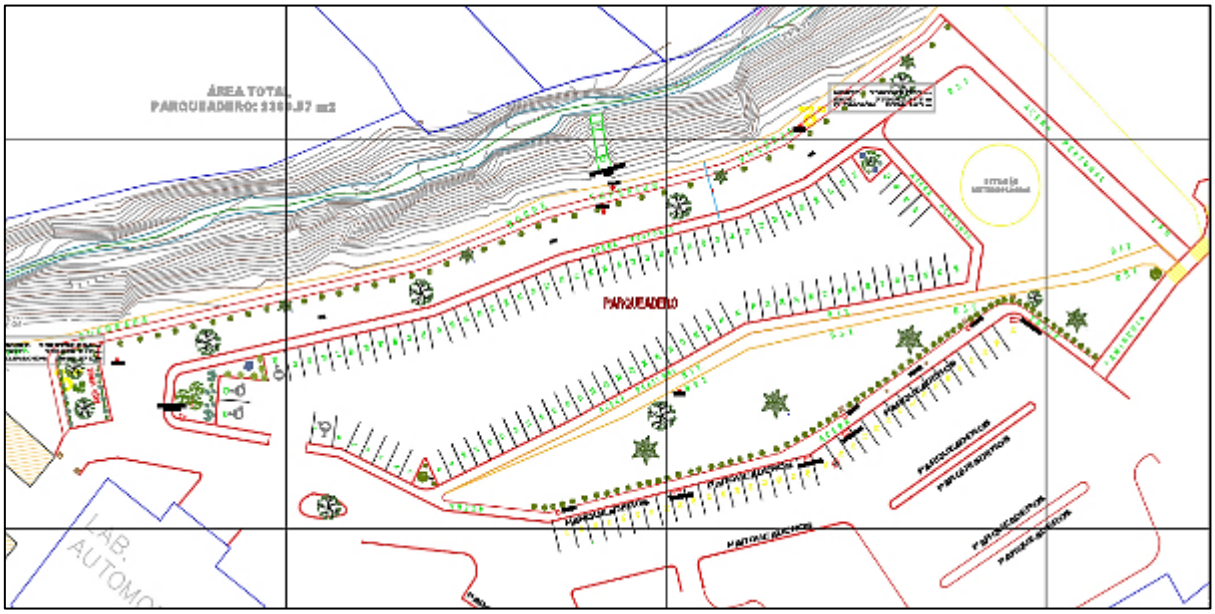
5.4.2 Segundo diseño.

En la segunda alternativa de igual manera para el diseño geométrico del aparcamiento se propuso mediante la NTE INEN 2248:2016 y la Ordenanza del Distrito Metropolitano de Quito N° 3746:2008, las siguientes dimensiones y áreas mínimas para vehículos livianos de 4,80m de largo x 2,30m de ancho por cada puesto de estacionamiento, para las personas con capacidades reducidas mediante normativa vigente tienen una dimensión de 5m de largo x 3.50m de ancho.

Con esta alternativa se obtuvo 94 puestos en total incluyendo 4 puestos de estacionamientos para personas con capacidades reducidas, con una forma de colocación de los puestos de estacionamientos a 90 grados, con aceras peatonales de 1,20m de ancho y una franja de protección estimada de 10 m igual que en la alternativa anterior.

Con lo mencionado anteriormente concluimos que el diseño geométrico que utilizaremos para nuestro proyecto es la segunda alternativa, por su mejor distribución de los puestos de los estacionamientos consiguiendo así un aparcamiento seguro y de fácil acceso para las personas, ver figura 33.

Figura 33
Diseño geométrico del aparcamiento segunda alternativa



Elaborado por: La autora

El aparcamiento cuenta con un área total de 2360.57 m2 y un perímetro de 283.65m. A continuación, en la tabla 43 se detalla las dimensiones del parqueadero, los planos se pueden apreciar en el ANEXO No 8.

<u>ANEXO No 8:</u> Diseño Geométrico del aparcamiento UPS.

Tabla 43
Dimensiones finales del proyecto de aparcamientos

Puestos de estacionamientos	N° de puestos de estacionamientos	Disposición de la plaza de estacionamiento	Ancho (m)	Largo (m)
NORMALES	90	90°	2.30	4.80
P.C.R	4	90°	3.50	5.00

Elaborado por: La autora

Donde:

P.C.R: Personas con capacidades reducidas.

5.5 Drenaje vial

La función principal de un sistema de drenaje es permitir la evacuación de las aguas que se acumulan en depresiones topográficas del terreno, causando inconvenientes como: erosión, inundaciones, daños en la infraestructura del aparcamiento que vamos a diseñar.

Mediante lo explicado anteriormente para garantizar el buen funcionamiento y duración de vida útil de la estructura del pavimento articulado (adoquinado), se plantea que se considere un buen sistema de drenaje, de tal forma que el agua se aleje lo más posible de la plataforma en donde se ubican los aparcamientos; además de realizar mantenimientos periódicos de manera preventiva, que también evita los altos costos del mantenimiento correctivo y/o rehabilitación.

El sistema de drenaje vial en nuestro proyecto estará asociado con los cruces e intersecciones de ríos, quebradas, que estén cercanas al área de estudio.

5.5.1 Alcance.

Se diseñará el sistema de drenaje vial para el agua que fluye a lo largo de la superficie de la plataforma, por lo cual se debe canalizar y evacuar el agua mediante diferentes estructuras de tal manera que no se produzcan daños en el aparcamiento o a su vez afecte su descarga.

La protección que el drenaje vial brinda es el de asegurar la inversión que representan el diseño del parqueadero, impidiendo el deterioro que el agua produce en el mismo.

Principalmente, el sistema de drenaje estará georeferenciado y compuesto por:

- Colector
- Sumideros

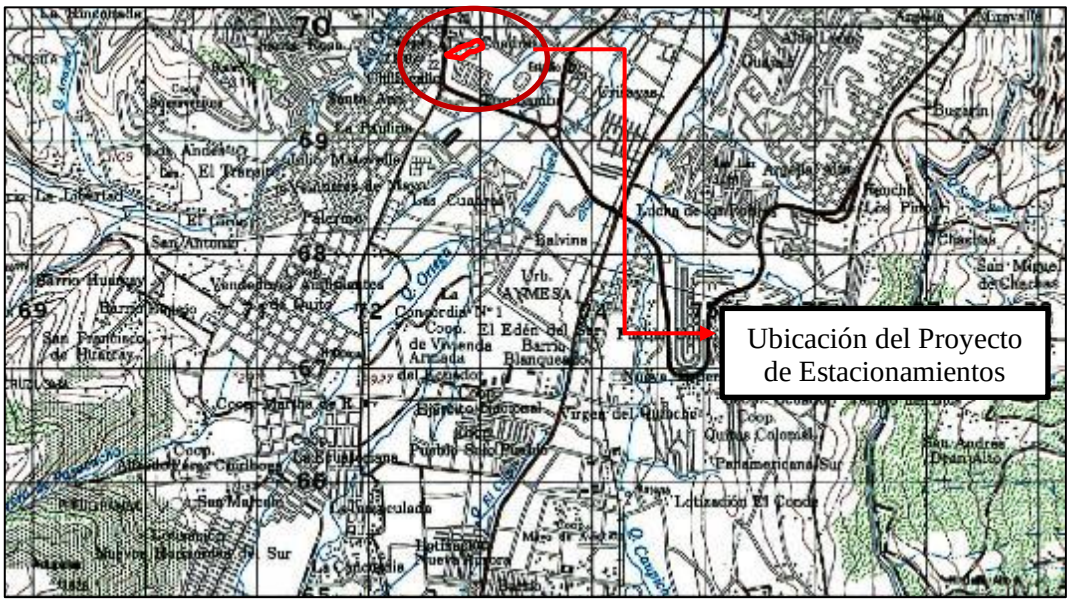
5.5.2 Cartografía y topografía.

Para realizar un óptimo diseño de drenaje vial es necesario e indispensable obtener la cartografía y topografía de la zona de estudio.

Para el trazado de áreas de aportación en el proyecto, generalmente estará en su gran mayoría constituido por la aportación de aguas lluvias superficiales en la plataforma, para los cauces que crucen transversalmente se utilizará la cartografía a una escala 1:50 000. Toda esta información se la obtuvo en la Carta Básica Nacional del IGM Quito CT-ÑIII-A4, 3893-I. (IGM, 2013)

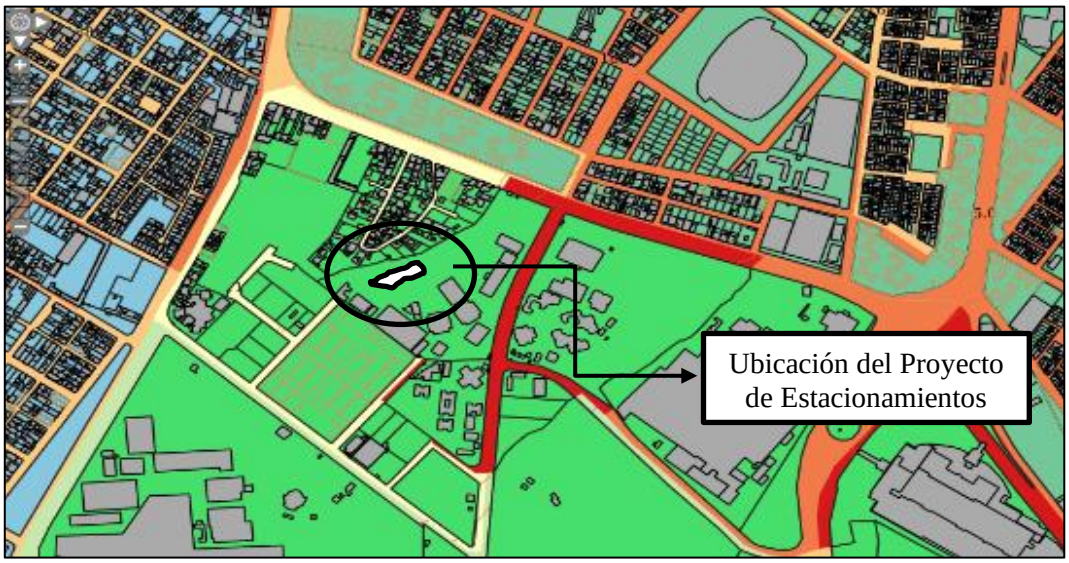
En las siguientes figuras, se muestra la hidrografía de Quito en donde se puede apreciar el cruce de la quebrada Ortega, y la ubicación del proyecto en el Catastro de Quito.

Figura 34
Hidrografía a lo largo del proyecto



Fuente: Carta básica nacional del IGM, 2020

Figura 35
Ubicación del proyecto en el catastro de Quito



Fuente: Geo portal IGM, 2020

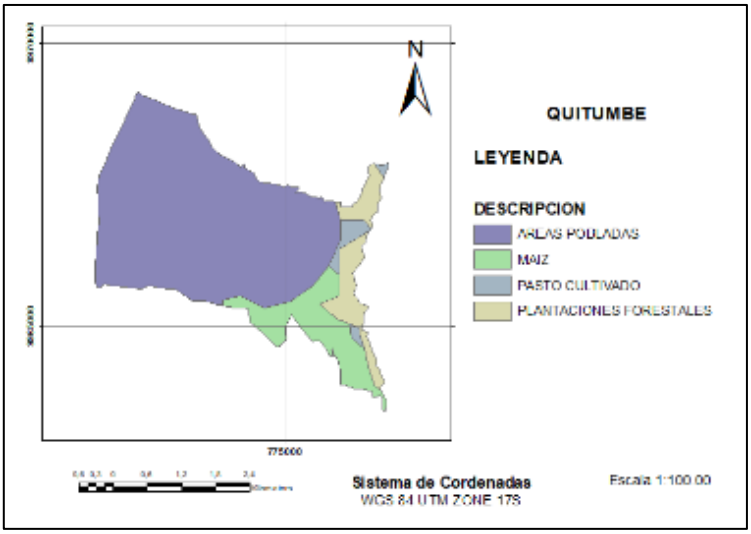
5.5.3 Uso del suelo en el área de influencia del proyecto.

En la parroquia Quitumbe se encuentra suelos arenosos, limosos profundos, arcillosos, suelos negros y suelos limosos o con arena muy fina, además podemos notar

que en la zona de estudio existen muchas áreas pobladas a diferencia de zonas cultivadas. Con la ayuda del software ArcGIS 10.3, obtuvimos mapas con diferentes descripciones de la parroquia de Quitumbe.

En la figura 36, se muestra el uso que se le dio al suelo en la parroquia de Quitumbe.

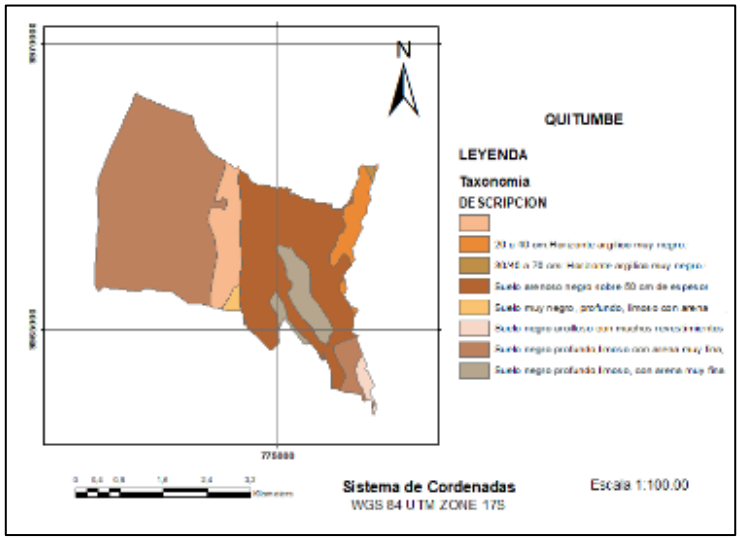
Figura 36
Uso del suelo de la parroquia Quitumbe



Elaborado por: La autora

En la figura 37, observamos el tipo de suelo a lo largo de toda la parroquia Quitumbe.

Figura 37
Tipo de suelo en la parroquia Quitumbe



Elaboración por: La autora

5.5.4 Información hidrometeorológica.

Para encontrar la escorrentía superficial producida por los eventos de precipitación que existe en el área de estudio, determinaremos las áreas de aportación existentes para posterior obtener el caudal acumulado. Mediante el instituto nacional de metereología e hidrología INHAMI, se obtuvo las características y recopilación de toda la información base de la región en donde se encuentra el presente proyecto.

Se utilizó la estación meteorológica M0003-Izobamba, ya que es la estación más cercana a la zona del proyecto. Está ubicada en la zona 2 de la red de estaciones automáticas monitoreada por el INHAMI.

Posterior se determinará las intensidades de precipitación, mediante el análisis por medio de las ecuaciones pluviométricas, las cuales relacionan intensidad, frecuencia y duración. Para la obtención de las ecuaciones como primer paso se procede a la construcción de las curvas IDF, después se procede a determinar el valor promedio para cada una de las intensidades, las mismas que están en función del periodo de retorno y duración. (Estudio de Lluvias Intensas INAMHI, 2015)

Cabe recalcar que la estación M1274-Politécnica Salesiana-Campus Sur, se encuentra ubicada en el sector sur occidental colindantes con la plataforma en donde vamos a realizar el diseño de los aparcamientos. Dicha estación meteorológica en el Campus Sur fue inaugurada el 12 de octubre del 2017, con la presencia de representantes del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía (INAMHI), docentes y estudiantes de las carreras de ingeniería de la universidad. Mediante este proyecto, la UPS y el INAMHI colaboraran con el fin de permitir monitorear las condiciones atmosféricas en el sur del Distrito Metropolitano.

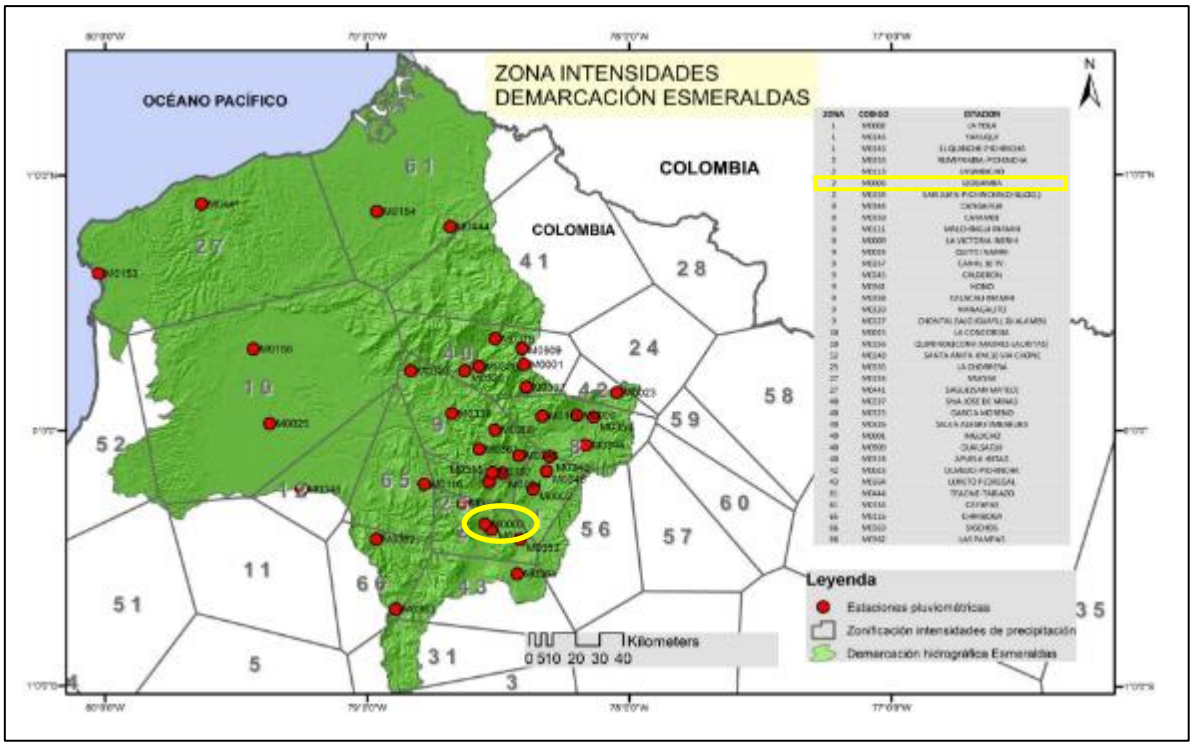
En la figura 38, se muestra la estación meteorológica M1274 ubicada en la UPS Campus Sur.

Figura 38
Estación meteorológica M1274- UPS Campus Sur

Elaboración por: La autora

El proyecto se encuentra en la demarcación de Esmeraldas, se utilizará la estación M0003-Izobamba para calcular la intensidad máxima de precipitación, a continuación en la figura 39 se muestra la zonificación de la estación seleccionada.

Figura 39
Zonificación de intensidades en la demarcación de esmeraldas



Fuente: Instituto nacional de meteorología e hidrología, INAMHI 2015

5.5.5 Caracterización hidroclimatológica general de la zona

La recopilación de información de la estación Izobamba, se basó principalmente en los archivos de la red meteorológica nacional del INAMHI, GDAC y SIGAGRO-MAGAP. Para la caracterización de los parámetros se dispone obtener (precipitación, temperatura, velocidad del viento, humedad relativa y heliofanía), ver ANEXO No 9.

<u>ANEXO No 9:</u> Características Mensuales Estación Meteorológica Izobamba

En la siguiente tabla, se muestra las características de la estación meteorológica Izobamba.

Tabla 44
Estación meteorológica izobamba

Código	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m)	Serie de datos	N° años	Institución
M0003	Izobamba	772701.78	9959434.98	3058	1962-2010	45	INAMHI

Fuente: Instituto nacional de meteorología e hidrología, INAMHI 2015

5.5.5.1 *Precipitación.*

Analizando las series de precipitaciones mensuales simultáneamente con los días de lluvia del mismo lapso de tiempo y relacionándolos con los valores de estaciones vecinas, se han obtenido valores medios mensuales y anuales de las alturas de precipitaciones, las cuales fueron realizadas en base a todo el período de años de observación. (CLIMA E HIDROLOGÍA, 2013)

En la tabla 45, se muestra los valores medios mensuales y sus totales anuales de las precipitaciones sobre el período más largo posible.

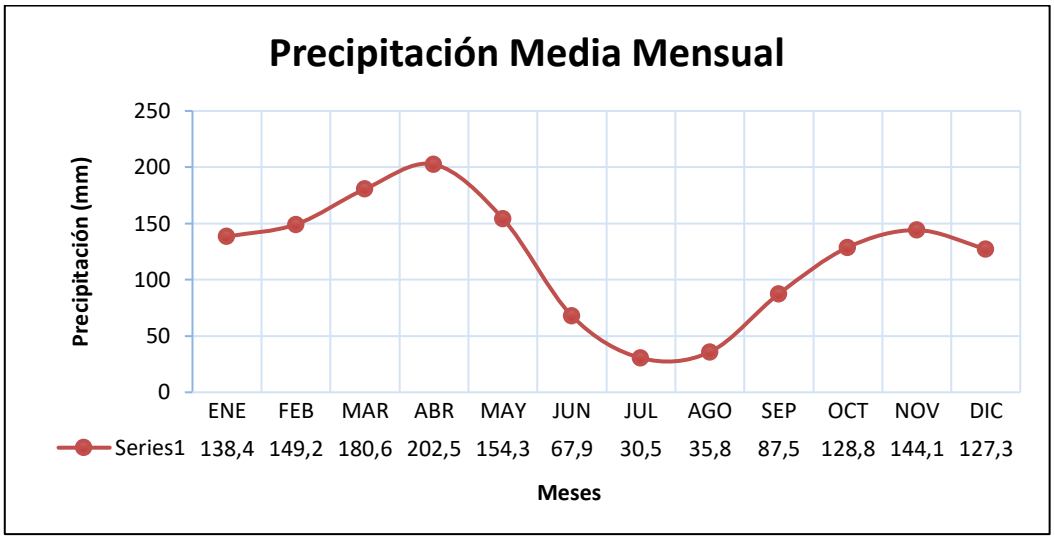
Tabla 45
Precipitación media mensual (mm) de la estación meteorológica izobamba

CODIGO	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
M0003	IZOBAMBA	138,4	149,2	180,6	202,5	154,3	67,9	30,5	35,8	87,5	128,8	144,1	127,3	1446,9

Fuente: IEE-MAGAP, 2013

En la figura 40 podemos apreciar que el mes con menor precipitación media mensual es el mes de julio.

Figura 40
Precipitación media mensual



Elaborado por: La autora

5.5.5.2 *Temperatura.*

Según (CLIMA E HIDROLOGÍA, 2013), la temperatura del aire es el elemento del clima al que se asigna mayor importancia como causa de las variaciones que experimentan el crecimiento, el desarrollo y la productividad de los cultivos agrícolas. Se calculó la temperatura media mensual y anual de todo el período histórico de registros, el cual que se presentan en la siguiente tabla.

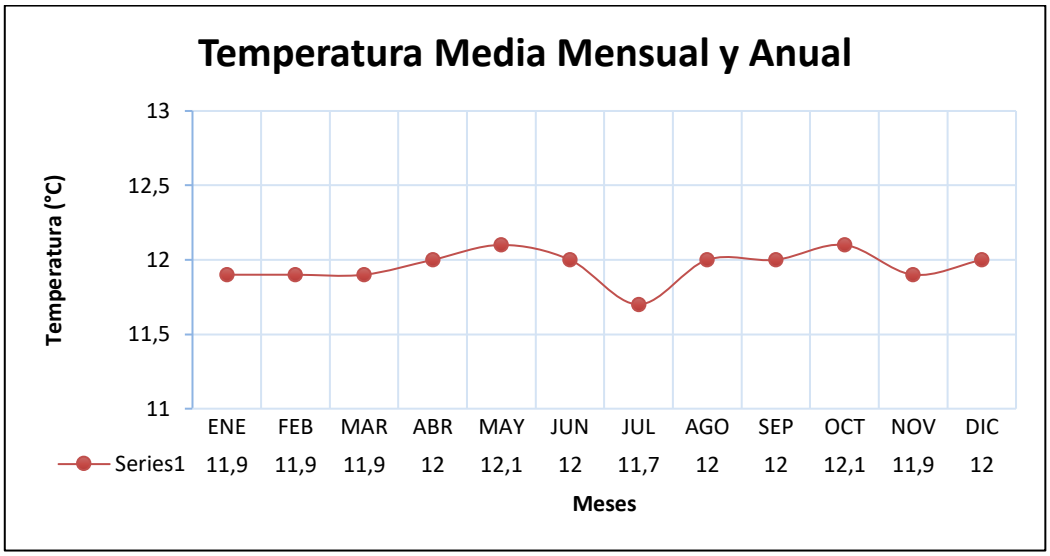
Tabla 46
Temperatura media mensual y anual (°C)

COD.	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
M003	IZOBAMBA	11,9	11,9	11,9	12,0	12,1	12,0	11,7	12,0	12,0	12,1	11,9	12,0	12,0

Fuente: IEE-MAGAP, 2013

Posterior se observa, que el mes de julio posee la menor temperatura media mensual y anual.

Figura 41
Temperatura media mensual y anual



Elaborado por: La autora

5.5.5.3 *Evapotranspiración potencial.*

Según (CLIMA E HIDROLOGÍA, 2013), la evapotranspiración constituye un parámetro fundamental para el cálculo del balance hídrico, así como las precipitaciones son los aportes de agua, la evapotranspiración potencial son los egresos de agua.

La evapotranspiración potencial (ETP), es la máxima evapotranspiración (evaporación física del suelo sumada a la transpiración fisiológica de las plantas de cobertura), que puede producir una superficie suficientemente abastecida de agua, bajo determinadas condiciones climáticas. (CLIMA E HIDROLOGÍA, 2013)

Según (VEN TE CHOW, 1994), al comparar las precipitaciones (P) y la evapotranspiración potencial (ETP), permiten distinguir situaciones diferentes en función de umbrales que son directamente significativos para un lugar o un período dado por ejemplo Si P < ETP, la evaporación real será igual a P; habrá deducción sobre las reservas, ausencia de escurrimiento; mientras que Si P > ETP, la evaporación real será igual al ETP, habrá escurrimiento y constitución de reservas.

En la tabla 47, se muestra los valores de la ETP mensual y anual de la estación meteorológica Izobamba.

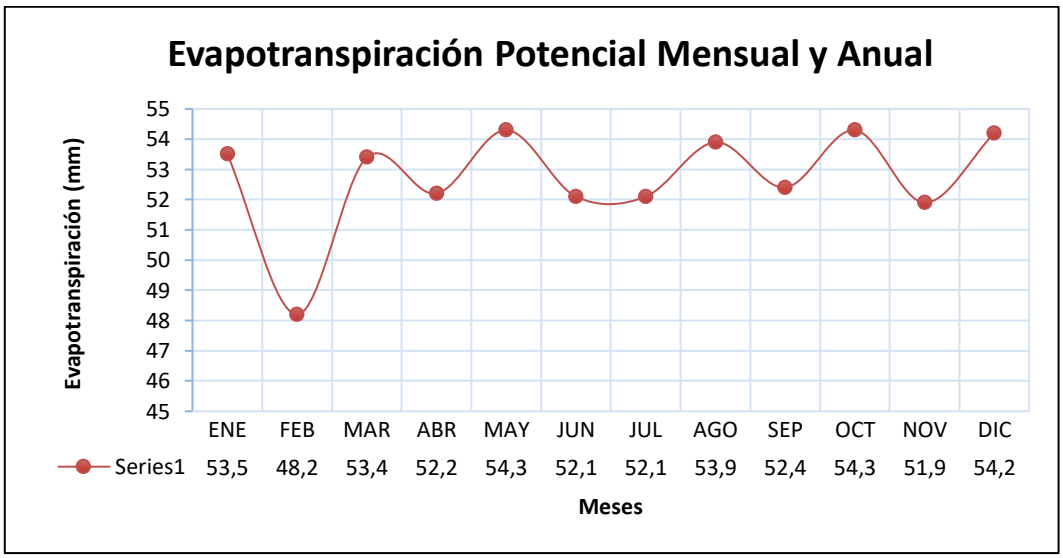
Tabla 47
Evapotranspiración potencial mensual y anual (mm)

CODIGO	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
M003	IZOBAMBA	53,5	48,2	53,4	52,2	54,3	52,1	52,1	53,9	52,4	54,3	51,9	54,2	632,4

Fuente: IEE-MAGAP, 2013

La menor ETP se produce en el mes de febrero, tal como se muestra en la figura 42.

Figura 42
Evapotranspiración potencial mensual y anual



Elaborado por: La autora

Por lo tanto, en el siguiente cuadro resumen se presenta los valores máx. y mín. de ETP media mensual.

Tabla 48
Valores máx. y mín. de ETP mensual de izobamba (mm)

COD.	NOMBRE	Máx.	Mes de ocurrencia	Mín.	Mes de ocurrencia
M003	IZOBAMBA	54.3	Mayo y Octubre	48.2	Febrero

Fuente: IEE-MAGAP, 2013

5.5.5.4 *Balance hídrico climático.*

El Balance Hídrico Climático (BHC) según la metodología de Thornthwaite se construye a partir de los ingresos (precipitación) y los egresos (ETP), mediante un cómputo que incluye como intermediario al suelo con su máxima retención de agua. Para el cómputo tanto de la evapotranspiración potencial como para la precipitación se utilizó valores mensuales de una serie de los últimos 25 años. (CLIMA E HIDROLOGÍA, 2013)

Según (CLIMA E HIDROLOGÍA, 2013), el balance para la ETP se consideró las temperaturas medias mensuales y por otro lado para las precipitaciones las medianas mensuales por ser más representativas que las medias mensuales. Se tomó una capacidad media de retención de agua en el suelo de 300mm.

A continuación en la siguiente tabla, se obtiene el balance hidroclimático de la estación Izobamba, el cual tiene un déficit hídrico durante el periodo comprendido entre los meses de julio y agosto.El déficit hídrico total es de 5.6 mm, con 0.5 en el mes de julio y 5.1 en el mes de agosto.

Tabla 49
Balance hídrico climático estación M0003 izobamba

CODIGO	**M0003**											
NOMBRE	**IZOBAMBA**						**ALT.**	3058		**Almace Max**		150
Caract.	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
Precip	141,9	157,4	201,4	189,9	132,7	66,8	28,6	28,8	91,1	134,9	145,8	121,4
ETP	53,5	48,2	53,4	52,2	54,3	52,1	52,1	53,9	52,4	54,3	51,9	54,2
P-ETP	88,4	109,2	148	137,7	78,4	14,7	-23,5	-25,1	38,7	80,6	93,8	67,2
(P-ETP)							-23,5	-48,6				
negativos(P-ETP)							-23,5	-48,6	-9,9	70,8		
Almac	150	150	150	150	150	150	127	107	140	150	150	150
L almac	0	0	0	0	0	0	-23	-20	33	10	0	0
ER	53,5	48,2	53,4	52,2	54,3	52,1	51,6	48,8	52,4	54,3	51,9	54,2
EXC	88,4	109,2	148	137,7	78,4	14,7	0	0	5,7	70,6	93,8	67,2
DEF	0	0	0	0	0	0	0,5	5,1	0	0	0	0
ER/ETP*100	100	100	100	100	100	100	99	90,6	100	100	100	100

Fuente: CLIRSEN-MAGAP, 2012

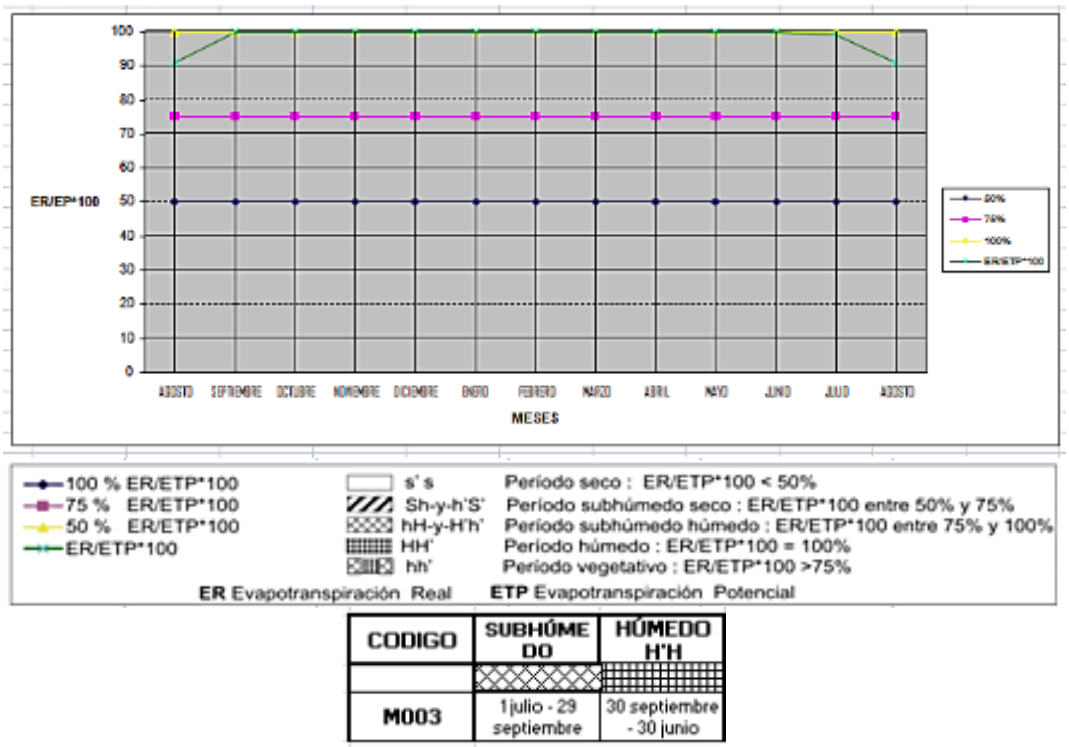
5.5.5.5 *Periodos secos y vegetativos.*

Para la elaboración de estos períodos, se realizó la curva expresada en porcentaje (ER/ETP)*100, con los datos mensuales de ETP y ER.

"El período seco es determinado por el lapso en el cual la curva (ER/ETP)*100 está por debajo del 50%. El período vegetativo, favorable para las actividades agrícolas, está definido por el lapso en el cual la curva (ER/ETP)*100 está por encima del 75%" (CLIMA E HIDROLOGÍA, 2013)

A continuación en la figura 43, se muestra los periodos secos y vegetativos de la estación Izobamba.

Figura 43
Periodos secos y vegetativos estación izobamba



Fuente: IEE-MAGAP, 2013

5.5.6 Inventario de estructuras de drenaje existentes en la zona de estudio.

Para realizar un óptimo sistema de drenaje, es fundamental conocer el estado estructural de las obras de arte menor existentes en la zona de estudio.

5.5.6.1 *Inventario de estructuras de drenaje longitudinales.*

Al realizar una inspección en campo se pudo observar que existen algunas estructuras de drenaje longitudinales a lo largo de la zona de estudio del proyecto, las cuales se especificarán en las siguientes tablas.

Tabla 50
Inventario de estructuras existentes de drenaje longitudinales pozos

# Pozos	Long. tubería (m)	Diam.tuberia (mm)	J%	Cota Terreno (msnm)	Cota Proyecto (msnm)	Profundidad hasta la cota clave	Cota	Salto de Pozo (m)	Material del Tubo
P2	80.23	1200	1.94%	2883.84	2879.44	3.20	C. Salida	0.00	PVC
				2883.84	2879.44	3.20	C. Entrada		
P3	33.75	1200	2.37%	2881.08	2877.88	2.00	C. Salida	0.00	PVC
				2881.08	2877.88	2.00	C. Entrada		
P4	65.46	1200	2.41%	2880.28	2877.08	2.00	C. Salida	2.00	PVC
				2880.28	2875.08	4.00	C. Entrada		

Fuente: UPS, 2020

De igual manera se observa 4 sumideros cercanos al área de estudio de las siguientes dimensiones estándar.

Tabla 51
Inventario de estructuras existentes de drenaje longitudinales sumideros

Sumideros			
N°	Ancho (m)	Largo(m)	Rejillas (mm)
4	0.60	1.25	48

Elaborado por: La autora

En la tabla 52, se muestra las dimensiones del colector que se encuentra en la parte lateral sur occidental de la UPS.

Tabla 52
Inventario de estructuras existentes de drenaje longitudinales colector

Colector	
Ancho (m)	Largo(m)
1.80	2.00

Elaborado por: La autora

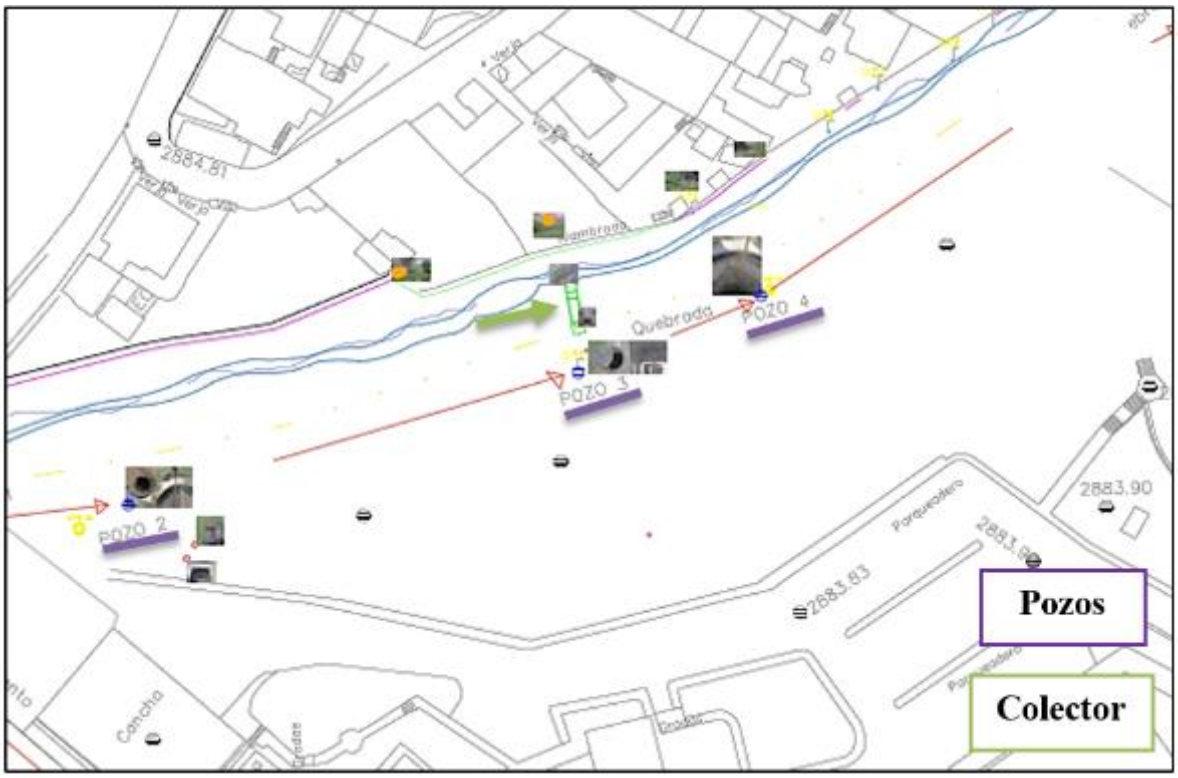
El colector en la actualidad tiene paredes recubiertas de hormigón, las mismas que no se encuentran trizadas ni en mal estado, el colector presenta una marca de agua de 7cm para épocas de lluvia, tal como se puede apreciar en la figura 44.

Figura 44
Colector UPS campus sur

Elaborado por: La autora

A continuación en la figura, se muestra el estado actual de las estructuras de drenaje longitudinales a lo largo de la plataforma.

Figura 45
Estructuras de drenaje longitudinal a lo largo de la plataforma



Nota: Colector y pozos existentes a lo largo de la plataforma. Fuente:UPS, 2020

5.5.6.2 *Inventario de estructuras de drenaje transversales.*

Al realizar el levantamiento topográfico y la inspección en campo, se determina que en la zona de estudio no existe ningún tipo de estructura de drenaje transversal.

5.5.7 Obtención de caudales acumulados.

5.5.7.1 *Determinación del tiempo de concentración (Tc).*

Según (VEN TE CHOW, 1994), el tiempo de concentración Tc es el tiempo en el cual se demora en recorrer una gota de agua desde el punto más lejano hasta la salida de la cuenca, se puede medir en minutos u horas.

Para obtener el tiempo de concentración Tc, por un lado se tiene la fórmula más recomendada y utilizada de KIRPICH, mediante la siguiente ecuación.

Ec. 18

$$Tc = 0.0195 \left(\frac{L^3}{\Delta H}\right)^{0.385}$$

Dónde:

Tc = tiempo de concentración, (minutos)

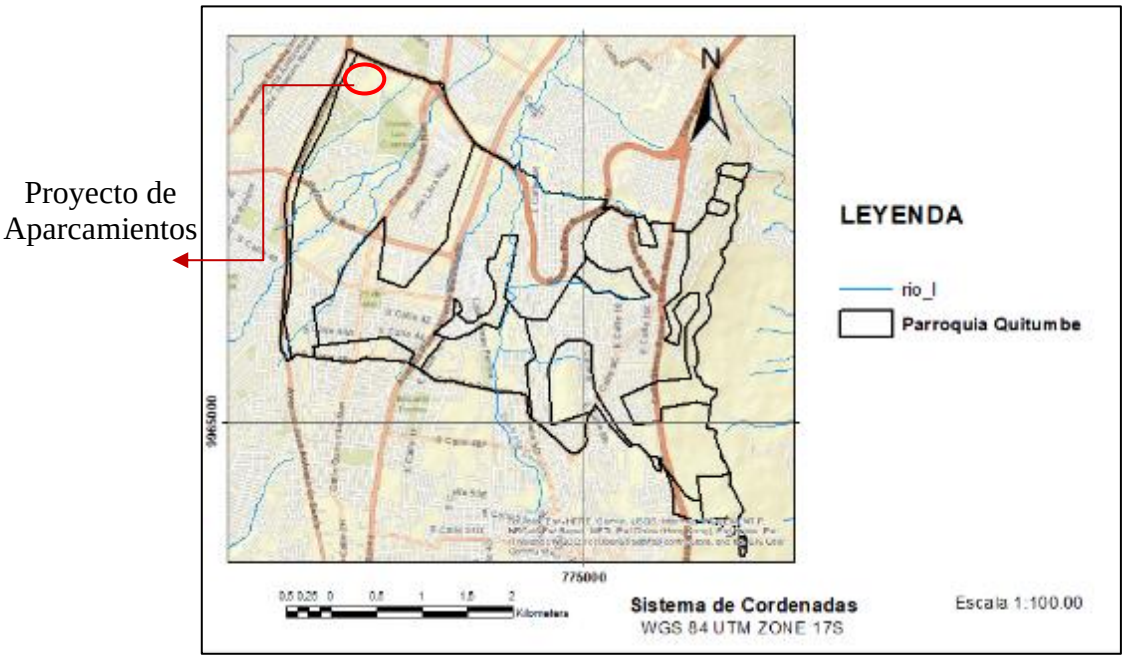
L = longitud del cauce principal, (metros)

ΔH = desnivel crítico del cauce principal, (metros)

Cabe recalcar que se asumió un tiempo de concentración de 12 min para toda la plataforma, ya que no tiene cruces de cauces que atraviesen el área de estudio. Esto se realizó con el fin de tener en cuenta el tiempo inicial que tarda el agua en concentrarse en una micro cuenca.

En la figura 46, se muestra que no existen cruces de cauces en nuestro proyecto.

Figura 46
Cauces en la parroquia Quitumbe



Elaborado por: La autora

5.5.7.2 *Periodo de retorno.*

El número de años que en promedio se presenta un evento determinado de igual o mayor intensidad se llama periodo de retorno, intervalo de recurrencia o simplemente frecuencia. El periodo de retorno también es conocido como el tiempo en años que un caudal pico es igualado o excedido al menos una vez. (Estudio de Lluvias Intensas INAMHI, 2015)

5.5.7.3 *Determinación de la intensidad máxima de lluvia (curvas IDF).*

Para la obtención de las curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia), se necesitará conocer el comportamiento de las precipitaciones a través de una curva que entrega la intensidad media en función de la duración y la frecuencia, y cuya única finalidad será la de aportar patrones de conductas de las lluvias, tal que permitan diseños confiables y efectivos. (Estudio de Lluvias Intensas INAMHI, 2015)

Cabe recalcar que el cálculo de las curvas IDF se obtuvo, mediante las intensidades máximas en 24 horas para un periodo de retorno de 25 y 50 años, utilizando las ecuaciones pluviométricas para la estación M0003-Izobamba, ver ANEXO N° 10.

<u>ANEXO No 10:</u> Zonificación de Intensidades en la Demarcación de Esmeraldas e Intensidades máximas en 24 horas con un periodo de retorno de 25 y 50 años.

Por lo tanto en la tabla 53, se obtuvo las intensidades máximas en 24 horas con el Tr de 25 y 50 años para la estación M0003.

Tabla 53
Tabla resumen de obtención de Idtr con Tr 25 y 50 años

Estación M0003-Izobamba	
Tr (años)	**Idtr (mm/h)**
25	2.57
50	2.79

Fuente: INAMHI 2015

La estación M0003-Izobamba se encuentra en la zona 2, posterior se utilizará la siguiente ecuación para calcular la Intensidad diaria para un periodo de retorno (Idtr).

Tabla 54
Zonificación de intensidades

Código	Estación	Duración	Ecuación
M0003	IZOBAMBA	5min < 42.99min	$I_{Tr} = 104.44 * Idtr * Tc^{-0.434}$ $R^2 = 0.984$
		42.99min < 1440 min	$I_{Tr} = 514.56 * Idtr * Tc^{-0.858}$ $R^2 = 0.9992$

Fuente: Instituto nacional de meteorología e hidrología, INAMHI 2015

Dónde:

$I_{TR:}$ intensidad de precipitación (mm/hora)

Tc: tiempo de concentración (minutos)

Idtr: intensidades diaria (máximas en 24 horas) para diferentes períodos de retorno (mm/hora)

Mediante el programa Excel, se obtuvo la figura de curvas IDF de la estación Izobamba; de acuerdo a la anterior expresión. Se calcularon las intensidades máximas de precipitación, con diferentes Tc, para un periodo de retorno de 25 y 50 años, los cuales observamos en la siguiente tabla resumen.

<u>ANEXO No 11:</u> Curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia)

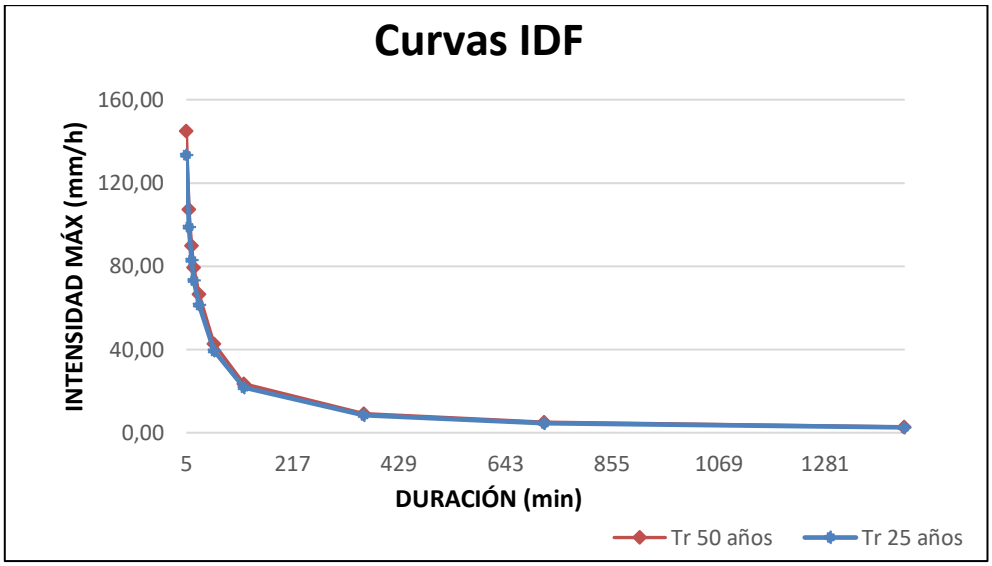
Tabla 55
Tabla resumen IDF

Tr (Años)	Intensidad en (mm/hora) Duración en minutos									
	5	**10**	**15**	**20**	**30**	**60**	**120**	**360**	**720**	**1440**
25	133,49	98,81	82,87	73,14	61,34	39,42	21,75	8,47	4,67	2,58
50	144,92	107,27	89,96	79,40	66,59	42,79	23,61	9,20	5,08	2,80

Nota: Cálculo de intensidades máximas para diferentes Tc. Elaborado por: La autora

En la figura 47, se muestra las curvas IDF de la estación M0003.

Figura 47
Curvas IDF de la estación M0003-izobamba



Nota: Curva de intensidad-duración-frecuencia. Elaborado por: La autora

5.5.7.4 *Método racional.*

Para estimar la escorrentía de una cuenca, o de una región dentro de ella, existen varios métodos. El método más utilizado es el método racional, el cual asume que la precipitación cae de manera uniforme en toda la cuenca, permite determinar el caudal máximo que escurre por una determinada sección; se utiliza para áreas de cuencas pequeñas menores a 5 km^2, a través de la siguiente ecuación. (Gutierrez Carlos, 2014).

Ec. 19

$$Qmáx = 0.000278\ CIA$$

Dónde:

Qmáx = Caudal máximo en lt/s.

C = Coeficiente de escurrimiento.

I = intensidad de lluvia de diseño en mm/h.

A= área de aportación en m^2.

5.5.7.5 *Determinación del coeficiente de escurrimiento (C)*

El coeficiente de escorrentía depende de la inclinación del terreno, tipo y uso de suelo. Para encontrar los diferentes caudales obtenemos diferentes coeficientes de escorrentía, los mismos que se detallan en la siguiente tabla, mediante normativa MTOP. (NORMAS DE DISEÑO DE CARRETERAS MOP, 2003)

<u>ANEXO No 12:</u> Tabla de Coeficientes de Escorrentía (C) mediante normativa MTOP

Tabla 56
Coeficiente de escorrentía para la plataforma (C)

Coeficiente De escorrentía (C)				
Plataforma	Pastos vegetación ligera	Semipermeable	Pendiente suave	0,40
Talud	Pastos vegetación ligera	Semipermeable	Pendiente alta	0,50

Elaborado por : La autora

5.5.7.6 *Determinación de caudales*

Para calcular el caudal máximo será necesario obtener el área de aportación en este caso solo de la plataforma donde se realizará el presente proyecto y del pequeño talud que existe alado del mismo. Cabe recalcar que no existe ningún cruce de cauce ni alguna otra área de aportación, solamente la escorrentía producto de la precipitación pluvial.

A continuación se muestra el área de aportación de la plataforma y del talud que existe alado del mismo.

Tabla 57
Áreas de aportación

Aportación	Área (m2)
Plataforma	5481,87
Talud	156,69

Elaborado por : La autora

Posterior se calcula la intensidad de precipitación mediante la ecuación meteorológica M0003-Izobamba, detallada a continuación en la tabla 58.

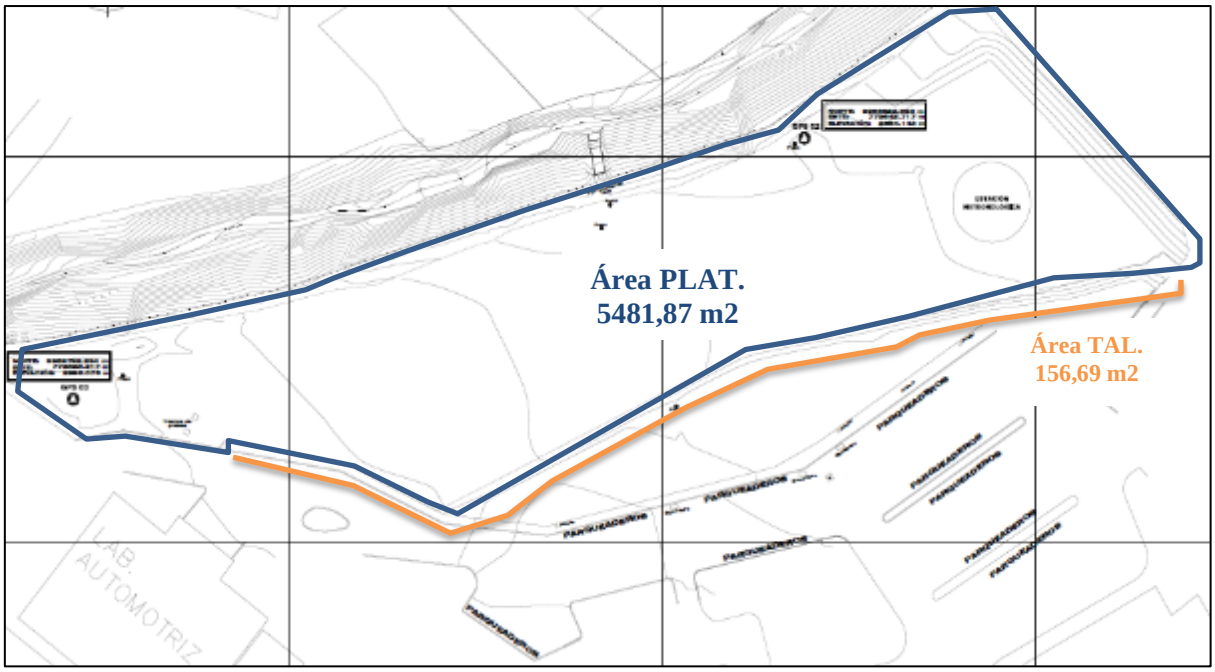
Tabla 58
Intensidad de precipitación

Estación M0003-IZOBAMBA		
Ecuación		
$I_{Tr} = 104.44 * Idtr * Tc^{-0.434}$ $R^2 = 0.984$		
Idtr	2,57	mm/h
TR	25	Años
Tc	12	Min
I_{TR}	91,29	mm/h

Elaborado por : La autora

En la figura 48, se muestra las áreas de aportación de la plataforma y del talud considerado para posterior el cálculo de caudales acumulados.

Figura 48
Áreas de aportación para cálculo de caudales



Elaborado por : La autora

En la tabla 59, se muestra el cálculo del caudal acumulado tanto como para la plataforma como para el talud existente, para captar conducir y evacuar la escorrentía superficial a causa de la precipitación.

Tabla 59
Cálculo de caudal máximo

I=	**91,29**	**mm/h**

CAUDAL MÁXIMO							
TRAMO	I (mm/h)	Ident. Área	Área(m2)	Área(km2)	C	Caudal Q (lt/s)	Qacum Q (lt/s)
PLATAFORMA	91,29	PLAT.	5481,87	0,005482	0,4	55,649	**57,637**
TALUD		TAL.	156,69	0,000157	0,5	1,988	

Elaborado por : La autora

5.5.8 Estructura de drenaje (Sumideros).

Los sumideros son estructuras de drenaje urbano ubicado generalmente junto al bordillo de la acera, que interceptan el caudal pluvial de escurrimiento superficial de la calzada. El caudal será interceptado por una rejilla o una ventana y conducido a una cámara de recolección para descargarlo mediante una tubería a la red pública de alcantarillado.

La eficiencia de un sumidero depende del tamaño y su ubicación en la plataforma, de la pendiente longitudinal y transversal, de la rugosidad y de la profundidad de depresión.

5.5.8.1 *Tipos de sumideros.*

Según RTDCS-BOLIVIA:2007, los sumideros pueden ser de varios tipos y su selección está determinada por las características topográficas, el grado de eficiencia del

sumidero, la importancia de la vía y la posibilidad de acumulación y arrastre de sedimentos en el sector.

Se clasifican en:

a) Sumideros de acuerdo a la estructura de la abertura o entrada

- Rejilla en cuneta
- Rejilla en calzada
- Ventana o laterales
- Combinados o mixtos
- Especiales

b) Sumideros de acuerdo a la localización a lo largo de las cunetas

- Intermedios
- De cruces o boca calles
- De puntos bajos

c) Sumideros de acuerdo al funcionamiento

- Libres
- Ahogados o saturados

5.5.8.2 *Sumideros de reja en cunetas.*

En el presente proyecto se utilizará el sumidero de reja en cuneta el cual consiste en una caja recolectora con rejillas que recibe el caudal de la calzada captado a través de una rejilla.

Las rejillas pueden tener barras paralelas o perpendiculares a la calle, pero de preferencia sus barrotes son paralelos a la dirección de flujo aunque se los puede ubicar en otro sentido por temas de seguridad de tránsito. (RTDCS-BOLIVIA, 2007)

- *Ventaja*

Tienen mayor capacidad de captación de agua en calles con pendientes pronunciadas.

- *Desventaja*

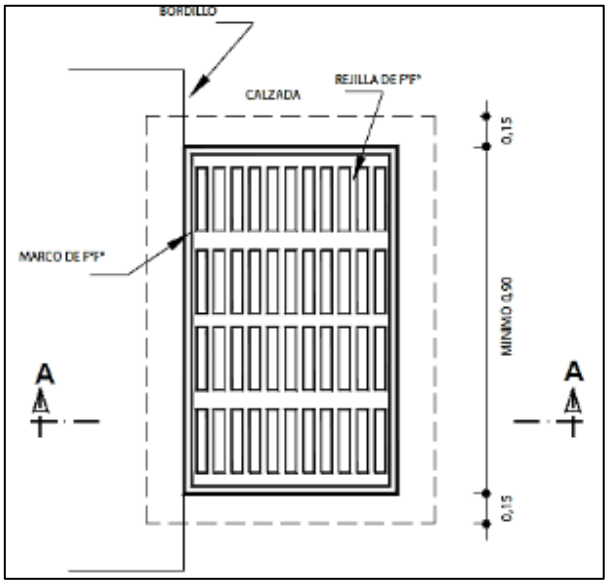
La capacidad de este sumidero puede ser reducida por taponamiento.

- *Recomendaciones*

- Se recomienda usar estos sumideros cuando se cuenta con calles con pendientes longitudinales del 5% o mayores, teniendo presente que a medida que aumente la pendiente disminuirá la eficiencia del sumidero.
- Se recomienda usar barras paralelas al flujo cuando su separación sea menor a 2.5 cm.
- No deben ser deprimidos cuando el sumidero ocupe parte de la calzada.
- No se deben utilizar en puntos bajos (excepción cuando no se puede utilizar otro tipo). (RTDCS-BOLIVIA, 2007)

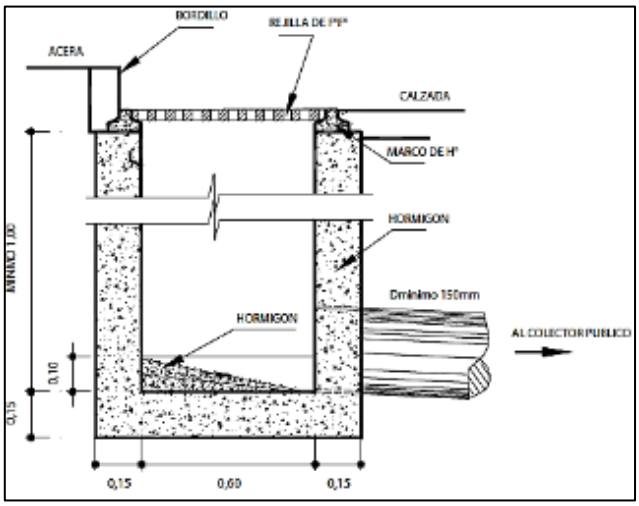
En la figura 49 y 50, se muestran el sumidero de reja en cuneta vista en planta y su respectivo corte A-A.

Figura 49
Sumidero de reja en cuneta



Fuente: RTDCS-BOLIVIA, 2007

Figura 50
Corte A-A del sumidero de reja en cuneta



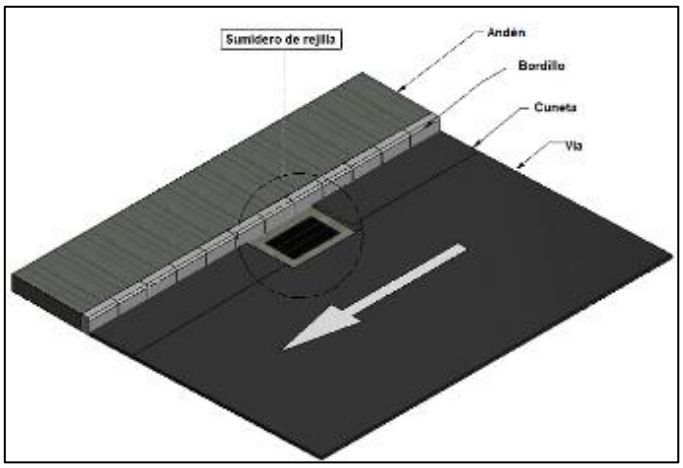
Fuente: RTDCS-BOLIVIA, 2007

5.5.8.3 *Dimensiones de sumideros de reja*

Los sumideros se conectarán directamente a los pozos de revisión más cercanos con una tubería de 200 mm de diámetro mínimo y una pendiente de entre 2 % al 11 %.

El cálculo simplificado de dimensionamiento deberá efectuarse por fajas longitudinales de sumidero no mayores a 1,0 m, asumiendo que en cada faja se mantienen los valores medios de tirante y energía específica. (EMAAP-Q., 2009)

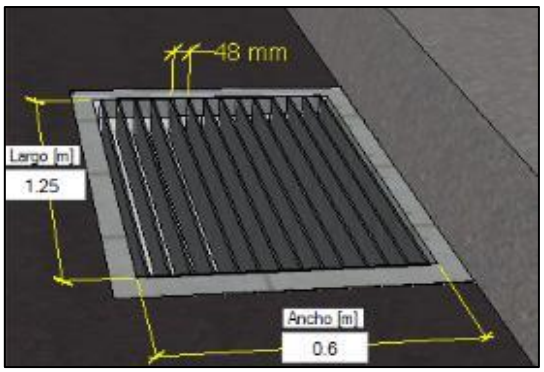
Figura 51
Sumidero de rejilla



Fuente: EMAAP, 2009

En el proyecto utilizaremos el sumidero de rejilla P-50 tiene dimensiones estándar las cuales son 0,60 m de ancho por 1,25 m de largo, las rejillas con barras paralelas a la dirección del flujo y que están separadas entre sí a una distancia de 48 mm.

Figura 52
Dimensiones del sumidero de reja



Fuente: EMAAP, 2009

La altura H depende de la profundidad de la tubería, en general se recomienda una altura de 1.00 m. En la tabla 60, se muestra las diferentes dimensiones que tiene un sumidero.

Tabla 60
Dimensiones de sumideros de rejilla

Sumidero	A (m)	B (m)	C (m)	D (m)	E (m)	F (m)	G (m)	H (m)	I (m)
TIPO A	0.70	0.90	0.30	0.50	0.40	0.60	0.20	varia	0.10
TIPO B	0.80	1.10	0.40	0.70	0.50	0.80	0.20	varia	0.10

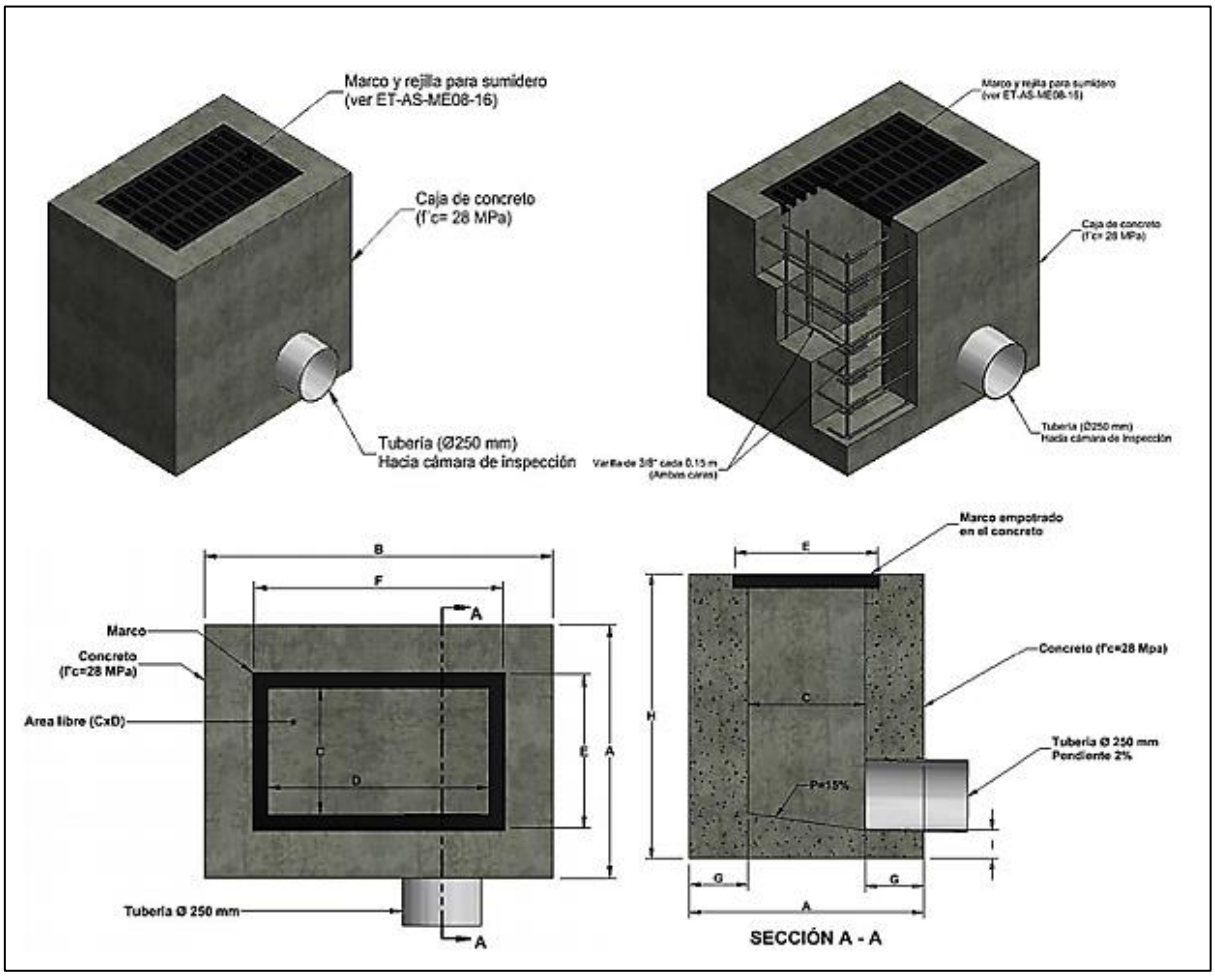
Fuente: Norma de construcción de sumideros, NC-AS-IL02, 2017

Las características técnicas de la rejilla para sumidero deben cumplir los requerimientos establecidos en la especificación técnica de EPM: ET-AS-ME08-16 rejilla para sumidero.

La pendiente de la tubería de desagüe debe ser mínimo de 2%. En la figura 53, se muestra las dimensiones aproximadas del siguiente sumidero.

Figura **53**

Dimensiones del sumidero



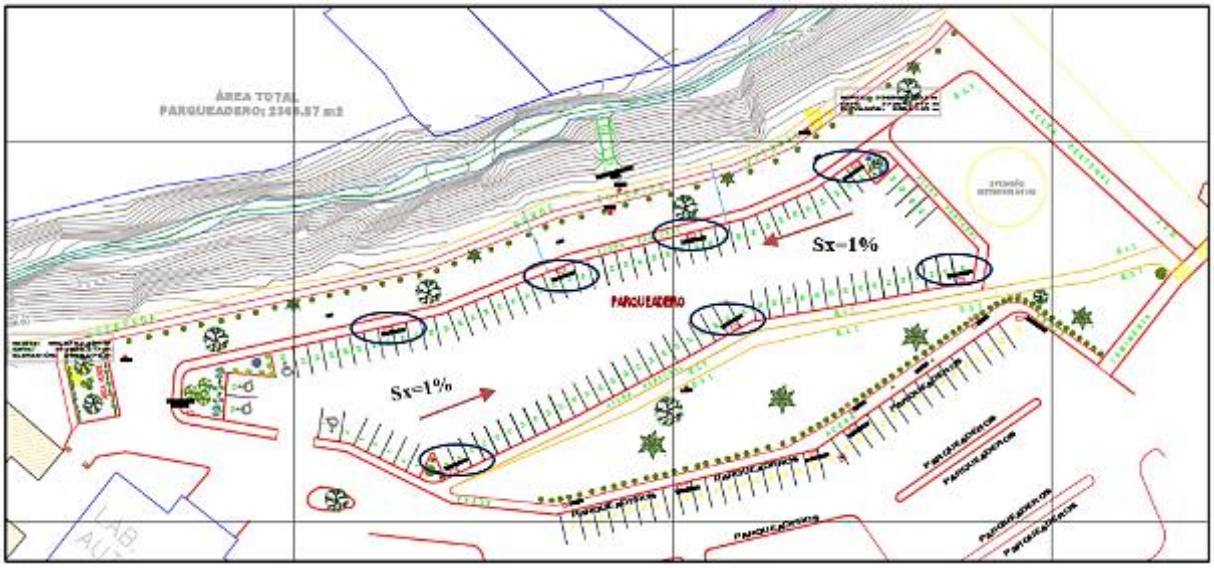
Nota: Detalle y dimensiones de un sumidero de rejilla. Fuente: Norma de Construcción de Sumideros, NC-AS-IL02, 2017

En el presente proyecto se colocaron 7 sumideros de dimensiones estándar las cuales son 0,60 m de ancho por 1,25 m de largo, las rejillas con barras paralelas a la dirección del flujo y que están separadas entre sí a una distancia de 48 mm, además para conectar estos sumideros al colector principal se colocará una tubería de material PVC, con diámetro de 250mm y una longitud 185 m.

En la figura 54, se presenta la colocación de la obra de drenaje (sumideros), cuyo detalle y ubicación se encuentra en los planos del ANEXO No 13.

<u>ANEXO No 13:</u> Plano de Drenaje Vial

Figura 54
Plano de drenaje vial, colocación de sumideros



Elaborado por : La autora

5.5.9 Estructura de drenaje (Colector).

Los colectores pluviales son la red de drenaje que permite un rápido desalojo del agua de lluvia, para evitar encharcamientos e inundaciones. Se ubican en zonas bajas que propician la concentración del agua, y áreas donde se registran importantes escurrimientos. En nuestro proyecto se encuentra ubicado un colector de aguas pluviales presenta una marca de agua de 7cm para sus épocas de lluvia, tiene una sección de (1,80 x 2,00) m.

En la tabla 61, se muestra las coordenadas del colector ubicado alado de la plataforma donde se diseñara los aparcamientos.

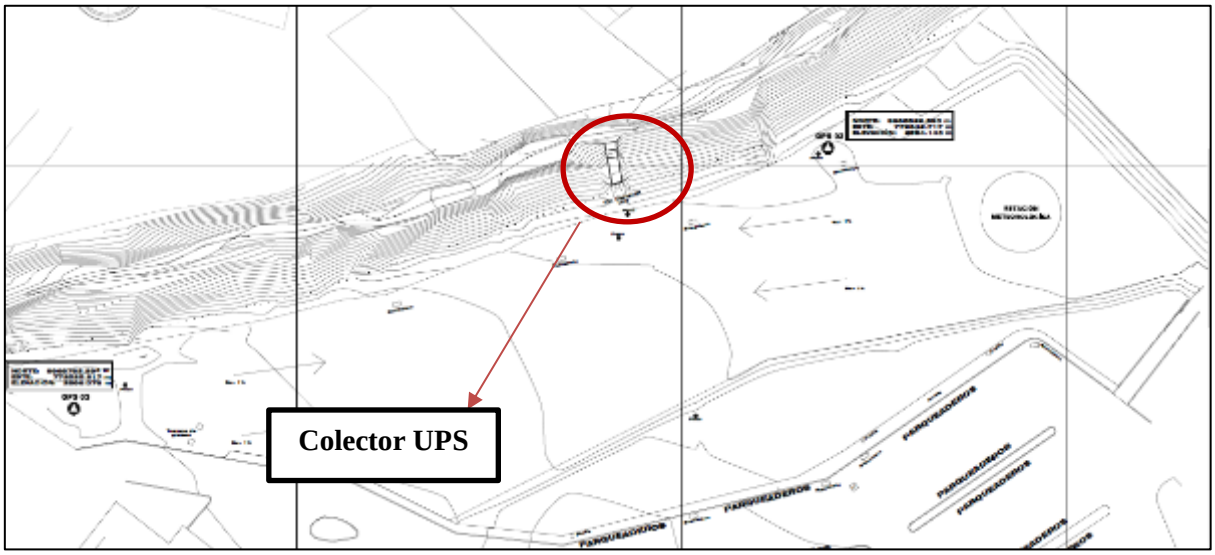
Tabla 61
Coordenadas de ubicación del colector

Coordenadas UTM/ DATUM WGS 84/ Zona 17 Sur	
Este (m)	Norte (m)
772610.74	9968817.54

Elaborado por : La autora

A continuación, en la figura 55, se muestra la ubicación del colector en la plataforma en la parte lateral sur occidental de la UPS.

Figura 55
Coordenadas del colector UPS



Elaborado por: La autora

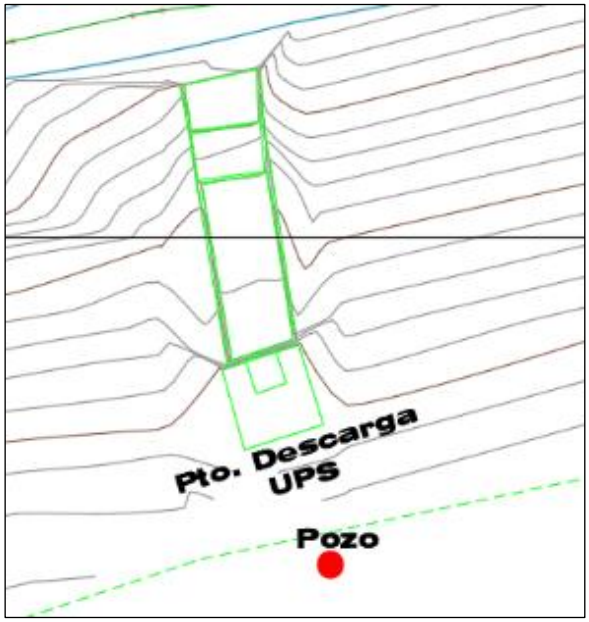
En la figura 56, se muestra el colector proveniente de Chillogallo.

Figura 56
Colector de aguas pluviales

Fuente: UPS, 2020

En la figura 57, se muestra el colector y su ubicación en planta.

Figura 57
Ubicación en planta del Colector UPS



Elaborado por: La autora

CAPÍTULO VI

DISEÑO DE LAS CAPAS Y SUPERFICIE DE RODADURA DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS EN LA UPS

6.1 Generalidades

Los pavimentos de adoquines ”articulados” de hormigón (PAH), se utilizan como una solución alternativa a los pavimentos tradicionales para aparcamientos vehiculares. (Echaveguren N, 2013)

Según (Echaveguren N, 2013), los pavimentos articulados tienen una serie de ventajas que pueden ser aprovechadas, ya sea por las soluciones de sobre capas con adoquines de concreto que resultan más económicas que la remoción y reconstrucción de pavimentos asfalticos, de esta manera se plantea como una solución de pavimentación económica pues no requiere equipos especializados para su construcción y mantenimiento.

Debido a que los pavimentos de adoquines no son puramente flexibles ni puramente rígidos, no es posible, aplicar el enfoque de daño equivalente del método AASHTO 93. Sin embargo, se puede asumir que el pavimento de adoquines se comporta como pavimento flexible y así emplear el método de diseño estructural de pavimentos urbanos AASHTO-93. (Echaveguren N, 2013)

El pavimento articulado está constituido por las siguientes capas:

-*Capa de rodadura de adoquines de hormigón*

Esta capa debe soportar directamente las cargas y resistir el desgaste producido por la abrasión del tráfico al desplazarse. Está conformada por un conjunto de adoquines

separados por juntas selladas con arena, apoyado sobre una capa delgada de arena. (Sánchez C. X, 2003)

-*Sello de arena (Emporado)*

Según (Sánchez C. X, 2003) el sello de arena está constituido por arena fina que se esparce para llenar las juntas entre los adoquines. Sirve para obtener una mayor fijación y garantiza el buen comportamiento a flexión y la capacidad portante de la superficie del pavimento.

-*Cama de arena*

Capa de arena gruesa y limpia de poco espesor sobre la cual se colocan los adoquines. Está compuesta por una granulometría uniforme que facilita su colocación, la infiltración, y el flujo libre de agua. (Sánchez C. X, 2003)

-*Base*

Según (Sánchez C. X, 2003) es la principal capa estructural del pavimento, colocada directamente bajo la capa de arena, proporciona mayor capacidad estructural y suministra un apoyo uniforme, estable y permanente al pavimento.

-*Subbase*

Capa estructural localizada directamente bajo la base. Consta de un material granular no tratado o estabilizado según los parámetros de diseño. Para vías de bajo tráfico se puede reemplazar por un tratamiento de la subrasante. (Sánchez C. X, 2003)

-*Capa de conformación*

Capa de transición entre la subrasante y el resto de estructura del pavimento, que funciona como capa estructural pues mejora las características del suelo de subrasante y como plataforma de trabajo para proteger la subrasante durante la etapa de construcción, especialmente sobre subrasantes de baja capacidad de soporte. (Sánchez C. X, 2003)

-Subrasante

Según el (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES PERU, 2014, p. 33), la subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento. Está conformada por suelos de características aceptables y compactados por capas para formar un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito.

6.2 Módulo resiliente de diseño (Mr)

El módulo resiliente de la subrasante es el parámetro utilizado con el fin de representar las propiedades de los suelos de la subrasante en el diseño de pavimentos, para determinarlo, la guía recomienda realizar el ensayo AASHTO T274 sobre una muestra representativa, la cual estará sometida a una carga de duración definida bajo determinadas condiciones de esfuerzo y humedad, pero normalmente resulta complicado realizar el ensayo de módulo de resiliente por lo cual en este sentido la Guía de diseño AASHTO 93 ha propuesto ecuaciones a partir de ensayos CBR. (Herrera M, 2014)

Para realizar el diseño de la estructura de pavimento se obtendrá el módulo resiliente (Mr) de la subrasante, el mismo que está en función de los CBR obtenidos en laboratorio, del cual se tomará un percentil al 85% el cual usaremos como CBR de diseño de la subrasante, ver tabla 62.

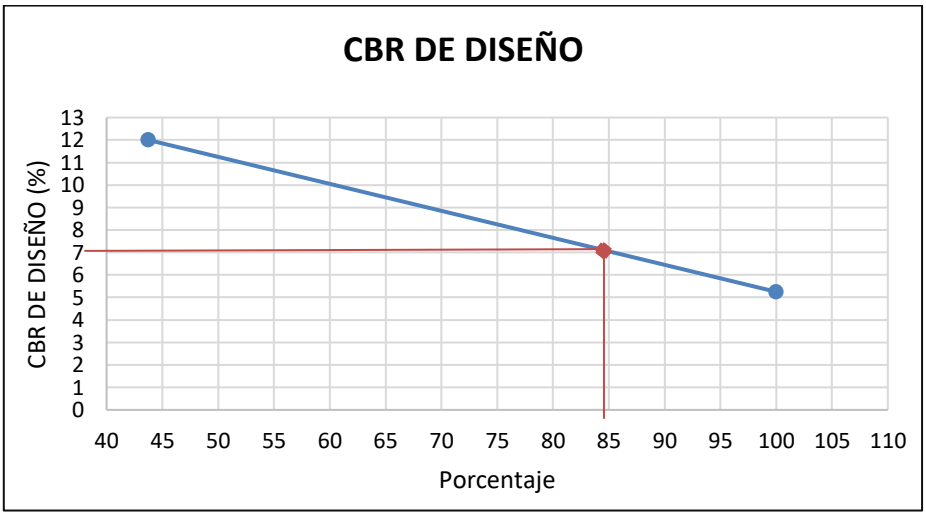
Tabla 62
Cálculo del CBR de diseño

Calicata	CBR	Percentil 85 %	
1	12.00%	43.75	7%
2	5.25%	100.00	

Elaborado por: La autora

En la figura 58, se muestra el CBR de diseño de 7%.

Figura 58
Obtención del CBR de Diseño



Elaborado por: La autora

Mejoramiento de sub rasante: en los casos en que la subrasante exhibe CBR bajos, es posible incorporar dentro del diseño un mejoramiento de suelo que eleve el CBR de diseño hasta valores superiores al 10%. (Echaveguren N, 2013)

Por lo tanto, se procederá con la estabilización de los suelos incorporando un mejoramiento de sub rasante con material granular arena limosa bien compactada al 95% con proctor normal, controlando la humedad óptima y su densidad. Para este caso utilizaremos un CBR de la subrasante mejorada de 10%.

De igual manera utilizaremos la norma ASSHTO 93 (Design of Pavement Structures), la cual establece las siguientes ecuaciones para determinar el módulo resiliente (Mr).

Ec. 20

Materiales sub rasante CBR <= 7.2% $MR(PSI) = 1500 * CBR\ (PSI)$

Ec. 21

Materiales sub rasante 7.2% < CBR <= 20% $MR(PSI) = 3000 * CBR^{0.65}\ (PSI)$

Ec. 22

Materiales sub rasante CBR > 20% $MR(PSI) = 436 * \ln CBR + 241\ (PSI)$

Mediante un CBR de 10% utilizaremos la ecuación 21 para determinar el módulo Resiliente, obteniendo un valor de 13 400 PSI.

$$\mathrm{MR(PSI)} = 3000 * \mathrm{CBR}^{0.65}\ (\mathrm{PSI})$$

$$\mathrm{MR(PSI)} = 3000 * 10^{0.65}\ (\mathrm{PSI})$$

$$\mathrm{MR(PSI)} = 13\ 400\ \mathrm{PSI}$$

6.3 Diseño estructural del pavimento articulado mediante normativa AASHTO 93

El pavimento articulado a implantarse en el aparcamiento se lo realizará mediante el método AASHTO 93, el cuál se basa principalmente en identificar el número estructural (SN) para el análisis de las diferentes capas que van a ser colocadas sobre la sub rasante.

A continuación, asumimos el pavimento de adoquines se comporta como pavimento flexible por lo cual se presenta la ecuación establecida por el AASHTO 93 para diseño de pavimento flexible.

Ec. 23

$$Log_{10}w_{18} = Zr * So + 9.36 * log_{10}(SN+1) - 0.2 + \frac{Log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right]}{0.4 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * Log_{10}Mr - 8.07$$

Dónde:

- ZR = Factor de desviación normal para un nivel de confiabilidad R
- SN = Número estructural, So = Desviación estándar
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseadoWt18
- MR = Módulo de resiliencia efectivo de material usado para la sub rasante
- W18 = Número de ejes equivalentes acumulados para el período de diseño (ESAL´s) o tráfico equivalente

6.3.1 TPDA y ESALS´s

Una vez definido el TPDA, el cual se estableció mediante un método de conteo para determinar el total de número de vehículos que circularán por el aparcamiento, se obtuvo la carga vehicular correspondiente al número total de ejes equivalentes (ESALS's) los mismos que determinados en el capítulo III para periodos de 5 y 10 años.

En la siguientes tabla resumen se pueden observar los resultados obtenidos:

Tabla 63

Tabla resumen de cálculo de ESALS's y TPDA

Años	TPDA vehículos	Ejes equivalentes (ESALS´s)
2025 (5 años)	168	7090
2030 (20 años)	205	15 203

Elaborado por: La autora

6.3.2 Desviación estándar (So) e índice de servicialidad (ΔPsi)

La desviación estándar (So), toma en cuenta factores que afectan el comportamiento del pavimento; como por ejemplo medio ambiente, diseño. (Manual de Carreteras Conservación Vial., 2013)

El índice de servicialidad es la comodidad de circulación ofrecida al usuario, su valor varía entre 0 para pavimentos en pésimas condiciones y 5 para pavimentos en perfecto estado.

Según (Farinango D, 2014) la servicialidad inicial (Po) es función directa de la calidad y diseño del pavimento, la servicialidad final o (Pt) va en función de la categoría de la carretera y se basa en el índice más bajo que pueda ser tolerado antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación o una reconstrucción, los valores que recomienda la Guía AASHTO 93 de servicialidad inicial (Po) es de 4.2 para pavimento flexible; y un valor de Índice de servicialidad final (Pt) de 2.0 al considerar el aparcamiento como una carretera con clasificación menor.

Tabla 64
Índices de servicialidad de diseño

Índice de servicialidad inicial (Po)		Índice de servicialidad final (Pt)	
4.2	pavimento flexible	1.5	carreteras relativamente menores, donde las condiciones económicas determinan que gastos iniciales deben ser mantenidos bajos
4.5	pavimentos rígidos	**2.0**	carreteras con clasificación menor
		2.5 ó 3.0	carreteras principales

Fuente: Guide for design of pavement structures AASHTO 1993, pg. 28

Una vez obtenido los índices de servicialidad inicial y final se determina la variación de servicialidad ΔPSI mediante la siguiente ecuación:

Ec. 24

$$\Delta \mathrm{PSI} = \mathrm{Po} - \mathrm{Pt}$$

$$\Delta \mathrm{PSI} = 4.20 - 2.00$$

$$\Delta \mathrm{PSI} = 2.20$$

Además, determinamos el valor de desviación estándar a partir de la siguiente tabla con un valor promedio de 0.45 para pavimento flexible.

Tabla 65
Desviación estándar total (So)

Valores de diseño establecidos por AASHTO 93	
0.30 - 0.40	Pavimentos rígidos
0.40 - 0.50	**Pavimentos flexibles**

Fuente: Guide for design of pavement structures AASHTO 1993, pg. 84

6.3.3 Confiabilidad de Diseño (R%) y Desviación Estándar (Zr)

Mediante el método AASHTO 93 podemos determinar el criterio de la confiabilidad en el diseño (R%), el cual está relacionada con la aparición de fallas en el pavimento además representa la probabilidad de comportamiento de una estructura durante su periodo de diseño. (Palacios C., 2017)

En el siguiente cuadro se presentan los niveles de confianza recomendados por la normativa AASHTO 93 para los diferentes tipos de carreteras:

Tabla 66
Nivel de confiabilidad de diseño

Clasificación Funcional	Nivel de confiabilidad recomendado (R%)					
	Urbano			Rural		
Autopista y carreteras importantes	85	-	99.9	80	-	99.9
Arterias principales	80	-	99	75	-	95
Colectoras	80	-	95	75	-	95
Locales	50	-	***80***	50	-	80

Fuente: Guide for design of pavement structures AASHTO 1993, pg. 99

Cabe recalcar que el aparcamiento será considerado de acuerdo a su clasificación funcional como locales en una zona urbana, se eligió adoptar un valor de confiabilidad del 80%.

Según (Palacios C., 2017) al seleccionar un valor de confiabilidad (R%) para el análisis hay que tomar en cuenta que cada porcentaje tiene un valor propio como desviador normal estándar (Zr) y se presentan como recomendación de la AASHTO en el siguiente cuadro:

Tabla 67
Valores normales de desviación estándar (Zr)

Confiabilidad (R%)	Desviación normal estándar (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	**-0.841**
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: Guide for design of pavement structures AASHTO, 1993

Por lo tanto, para una confiabilidad de diseño del 80% el valor de desviación normal estándar es de ZR= -0.841 para los periodos de diseño de 5 y 10 años.

6.3.4 Capacidad de drenaje (mi)

El drenaje considera el efecto del agua sobre las propiedades de las capas del pavimento y sus consecuencias sobre la capacidad estructural del mismo. El valor de este coeficiente depende de la calidad del drenaje de acuerdo al tiempo que tarda el agua en ser evacuada del pavimento, y el porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento está expuesto a niveles de humedad. (AASHTO, 1993)

Para determinar la capacidad de drenaje se asumió la calidad de drenaje del aparcamiento como excelente, debido a que por la topografía ondulada y pendientes muy pronunciadas por el talud existente se puede estimar un tiempo de evacuación del agua de 2 horas.

Tabla 68
Capacidad de drenaje

Calidad de drenaje	Tiempo de eliminación del agua
Excelente	**2 horas**
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	No drena

Fuente: Guide for design of pavement structures AASHTO, 1993

Para determinar los coeficientes de drenaje de las diferentes capas del pavimento se procedió a dividir la precipitación media máxima del mes con mayor precipitación para la precipitación total anual, mediante los datos obtenidos de la estación meteorológica M 0003-Izobamba.

A continuación, se muestra la precipitación media mensual de la estación Izobamba

Tabla 69
Precipitación media mensual de la estación meteorológica M0003

CODIGO	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
M0003	IZOBAMBA	138,4	149,2	180,6	**202,5**	154,3	67,9	30,5	35,8	87,5	128,8	144,1	127,3	1446,9

Fuente: IEE-MAGAP, 2013

Ec. 25

$$m2 = \frac{\text{Precipitación de meses mayores de lluvia}}{\text{Precipitación total anual}} *100$$

$$m2 = \frac{202.50}{1446.9} * 100 = 14.00\ \%$$

Mediante la ecuación 25 se obtuvo que las capas que conformarán la estructura de pavimento llegarán a tener un 14.00% de saturación, posterior estos resultados definirán la capacidad de drenaje en base a una interpolación que se realizó utilizando la siguiente tabla de la normativa AASHTO 93:

Tabla 70
Coeficientes de drenaje para tiempos en función de la calidad del drenaje

Calidad de drenaje	Porcentaje de tiempo anual en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles cercanos a saturación (%)						
	0	**1**	**1**	**5**	**5**	**25**	**> 25**
Excelente	1.40	1.35	1.35	1.30	**1.30**	**1.20**	1.20
Bueno	1.35	1.25	1.25	1.15	**1.15**	**1.00**	1.00
Regular	1.25	1.15	1.15	1.05	1.00	0.80	0.80
Pobre	1.15	1.05	1.05	0.80	0.80	0.60	0.60
Malo	1.05	0.95	0.95	0.75	0.75	0.40	0.40

Fuente: Guide for design of pavement structures AASHTO, 1993

Obteniendo así los siguientes valores tanto para la base (m_1=1.255) y sub base (m_2= 1.082).

6.3.5 Número estructural requerido de la subrasante (SN_T)

El número estructural expresa la resistencia estructural del pavimento requerido, este se obtendrá reemplazando todos los datos determinados anteriormente en la ecuación de la normativa AASHTO.

Para determinar el número estructural de la sub rasante (SN_T) utilizaremos el programa (Ecuación AASHTO 93), la utilización de este software nos permite obtener de manera rápida y correcta el número estructural. (Estudio de Incidencia del Número Estructural, 2018)

Una vez que se ha determinado el número estructural debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán de base y sub base, mediante el uso de los coeficientes estructurales. (Manual de Carreteras Conservación Vial, 2013)

En la siguiente tabla resumen se muestra todos los datos obtenidos para calcular el número estructural necesario de la subrasante.

Tabla 71

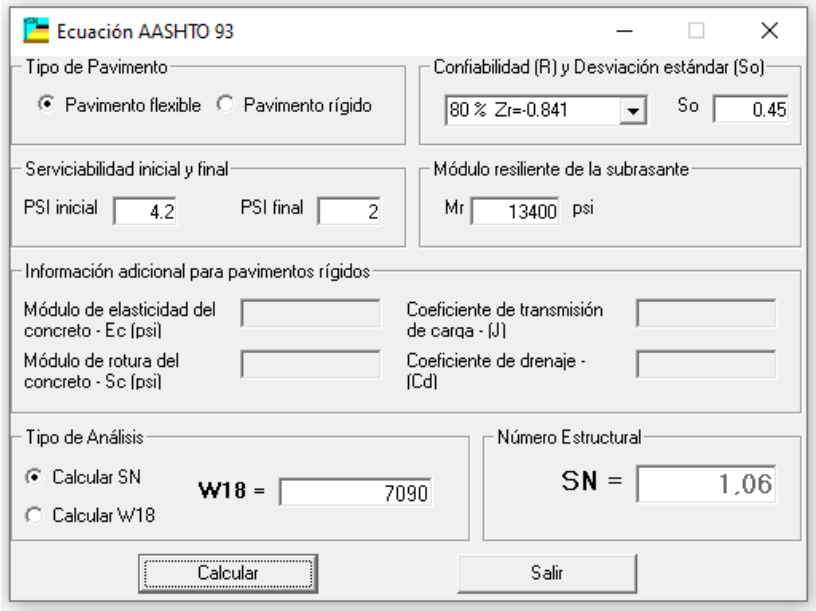
Parámetros del pavimento articulado para obtención del (SN_T) de la sub rasante

Material	T (AÑOS)	MR PSI	TPDA	ESALS' s	Confiabilidad R%	D. Estándar Zr	So	Po	Pt	Δ PSI
Sub rasante	5	13 400	168	7 090	80	-0.841	0.45	4.2	2.0	2.2
	10		205	15 203	80	-0.841	0.45			

Fuente: Guide for design of pavement structures AASHTO, 1993

El valor obtenido mediante el programa Ecuación AASHTO 93 para 5 años fue de 1.06, tal como se observa en la figura 59.

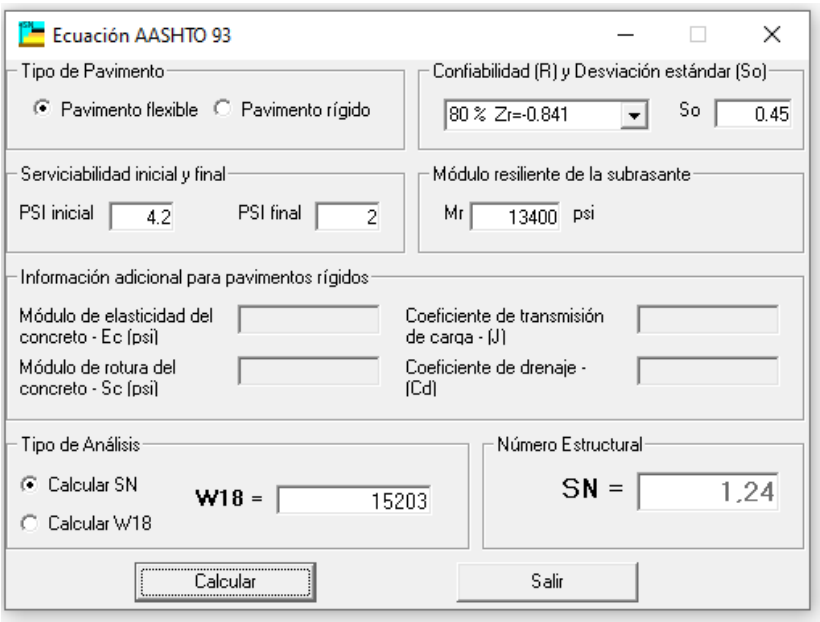
Figura 59
Número estructural para 5 años sub rasante



Elaborado por: La autora

De igual manera el valor obtenido mediante el programa Ecuación AASHTO 93 para 10 años fue 1.24, tal como se observa en la figura 60.

Figura 60
Número estructural para 10 años sub rasante



Elaborado por: La autora

6.3.6 Número estructural de la sub base (SN_3)

El proyecto estará constituido por una sub base clase III, las cuales son sub bases construidas con agregados naturales, se hallan graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1. (MOP-001-F, 2002, p. 242).

Según la (MOP-001-F, 2002, p. 242) los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N.º 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

En base a la normativa MOP-001-F 2002 sección 403-1 nos permite clasificar a la sub base como una clase 3. A continuación, se detalla los tipos de sub base que existen.

Tabla 72
Tipos de sub bases

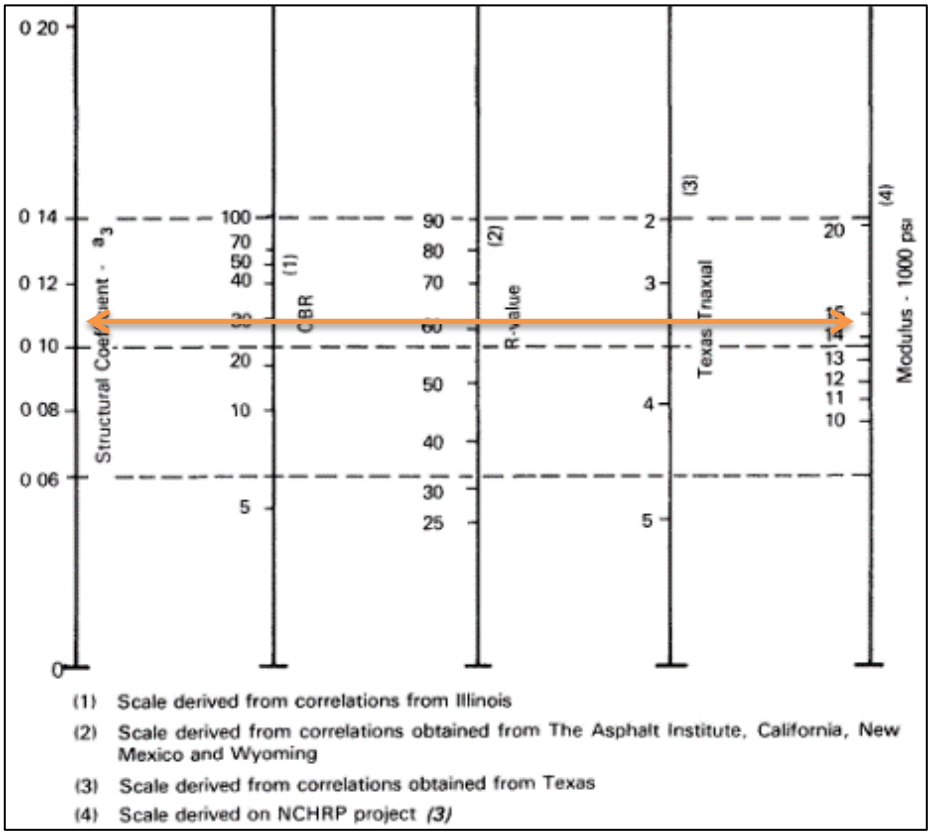
Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	**Clase 2**	**Clase 3**
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
11/2 (38,1 mm.)	100	70-100	--
N.º 4 (4.75 mm.)	30-70	30-70	30-70
N.º 40 (0.425 mm.)	30-70	15-40	--
N.º 200 (0.075 mm.)	0-15	0-20	0-20

Fuente: MOP F 001, pg-243 sección 403-1 sub bases, 2002

De igual manera con un CBR de 30% se determina el coeficiente estructural y módulo resiliente para la sub base mediante el siguiente ábaco dado por la normativa AASHTO 93, ver figura 61.

Figura 61

Ábaco para la determinación del coeficiente estructural y módulo resiliente para la sub base



Fuente: Guide for design of pavement structures AASHTO 1993, pg. 111

- Coeficiente estructural de sub base (a_3) = 0.11
- Módulo resiliente de la sub base Mr_s= 15 000 PSI

Posterior, se procedió a partir de los datos obtenidos a calcular el número estructural para la sub base, ver tabla 73.

Tabla 73

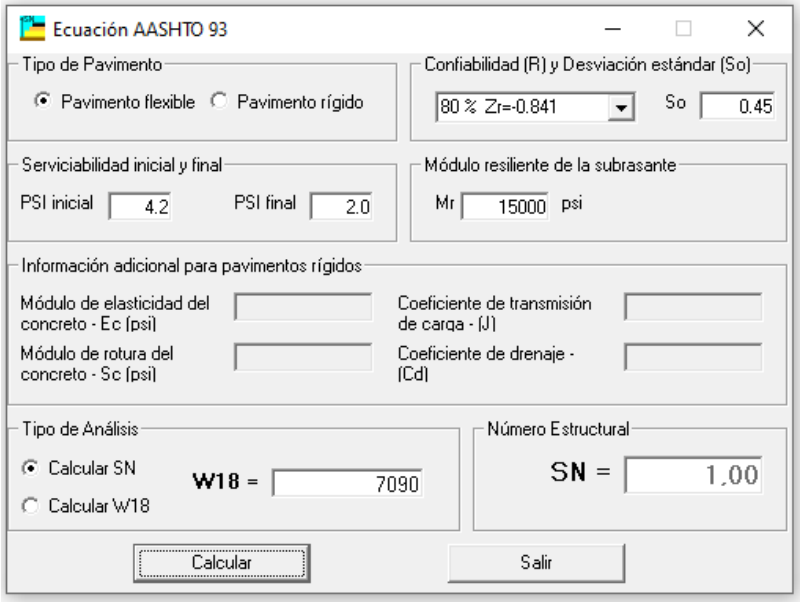
Parámetros del pavimento articulado para obtención (SN_3) de la sub base

Material	T (AÑOS)	MR PSI	TPDA	ESALS' s	Confiabilidad R%	D. Estándar Zr	So	Po	Pt	Δ PSI
Sub base	5 10	15 000	168 205	7 090 15 203	80 80	-0.841 -0.841	0.45 0.45	4. 2	2.0	2.2

Fuente: Guide for design of pavement structures AASHTO, 1993

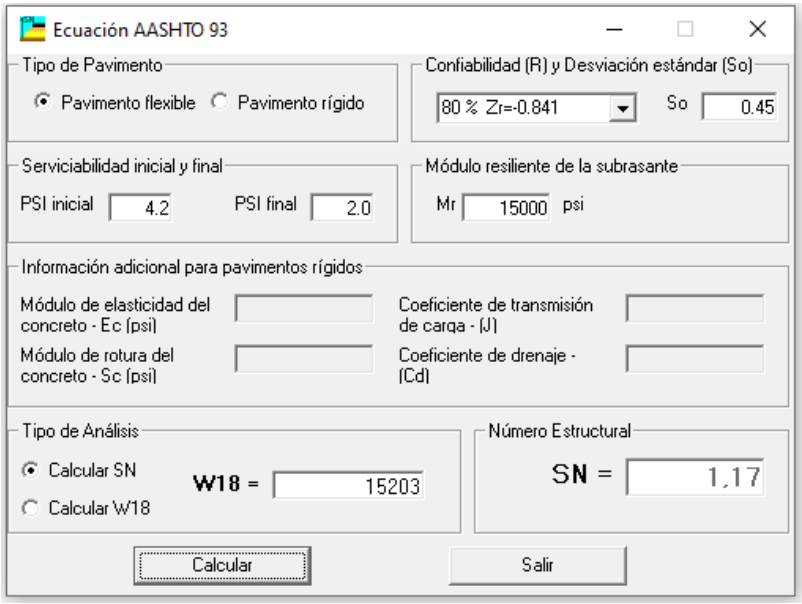
Los valores de números estructurales obtenidos fueron de 1.00 y 1.17 para 5 y 10 años respectivamente, ver figuras 62 y 63.

Figura 62
Número estructural para 5 años sub base



Elaborado por: La autora

Figura 63
Número estructural para 10 años sub base



Elaborado por: La autora

6.3.7 Número estructural de la base (SN_2)

El proyecto estará constituido por una base clase IV, las cuales son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas

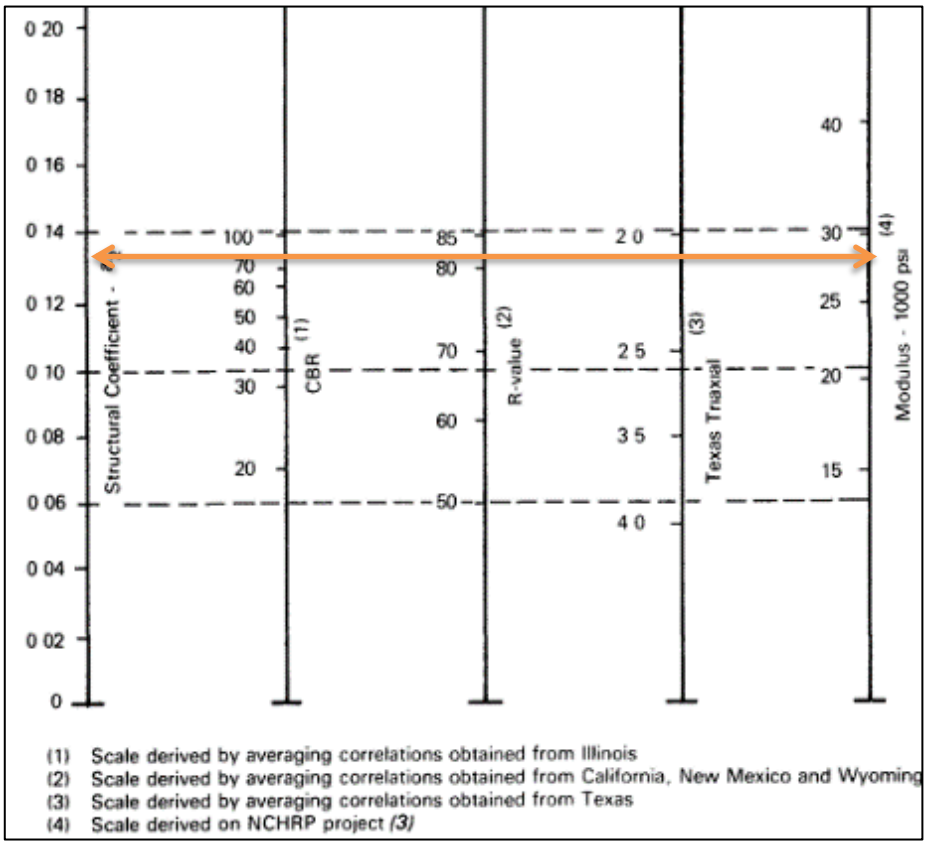
naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en la subsección 814-3 de las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la tabla 404-1.4 de las mismas especificaciones. (MOP-001-F, 2002).

EL MOP 001-F, 2002 establece que el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N.º 40 deberá ser menor de 25 y el IP menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%. De esta manera con un CBR igual a 80% obtuvimos mediante el siguiente ábaco los siguientes resultados, ver figura 64.

- Coeficiente estructural de base (a_2) = 0.132
- Módulo resiliente de la base Mrs= 28500 PSI

Figura 64

Ábaco para la determinación del coeficiente estructural y módulo resiliente para la base



Fuente: Guide for design of pavement structures AASHTO 1993, pg. 112

A partir de estos valores se procedido con la determinación del número estructural para este material.

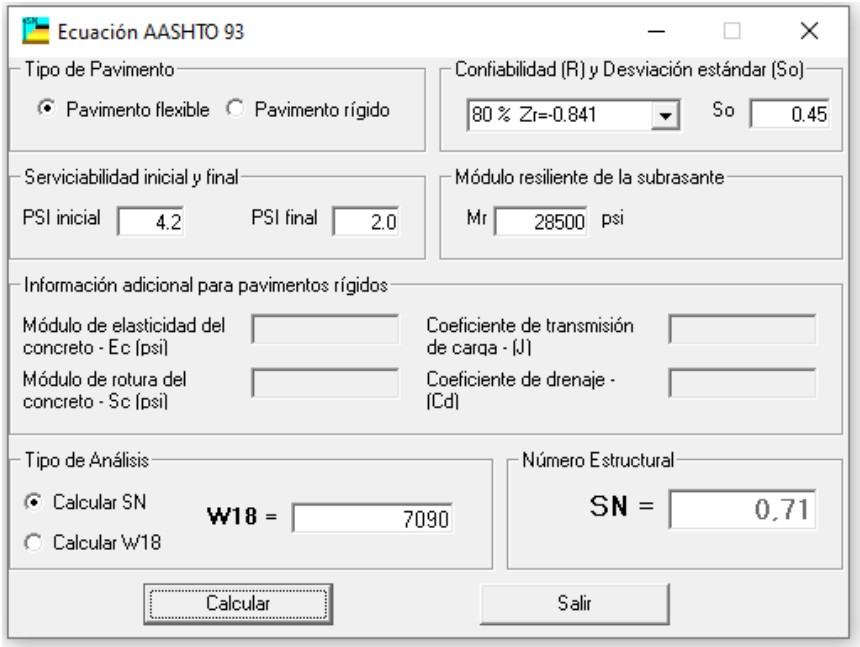
Tabla 74
Parámetros del pavimento articulado para obtención (SN_2) de la base

Material	T (AÑOS)	MR PSI	TPDA	ESALS' s	Confiabilidad R%	D. Estándar Zr	So	Po	Pt	Δ PSI
Base	5	28 500	168	7 090	80	-0.841	0.45	4.2	2.0	2.2
	10		205	15 203	80	-0.841	0.45			

Fuente: Guide for design of pavement structures AASHTO, 1993

Por lo tanto, los valores de números estructurales obtenidos en el programa Ecuación AASHTO 93 fueron de 0.71 y 0.85 para 5 y 10 años respectivamente, ver figuras 65 y 66.

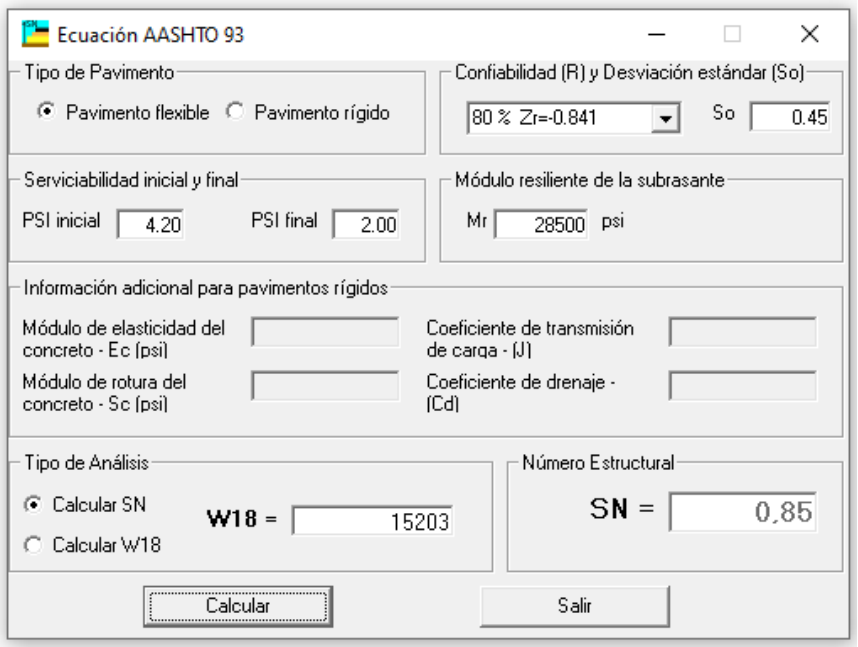
Figura 65
Número estructural para 5 años de la base



Elaborado por: La autora

Figura 66

Número estructural para 10 años de la base



Elaborado por: La autora

6.3.8 Pavimento de adoquines de hormigón

El presente proyecto de estacionamientos estará diseñado con un pavimento de adoquines de hormigón, los cuales son permeables, porosos y permiten la filtración de agua. (Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón., 2013)

6.3.8.1 *Ventajas de un pavimento de adoquines*

Al igual que cualquier otro tipo de pavimento, poseen ventajas las cuales se mencionarán a continuación.

-Diversidad. - La gran variedad de formas, colores y texturas con que pueden fabricarse los adoquines y la diversidad de configuraciones posibles de usar. (Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón., 2013)

-Calidad. - Según el (Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón., 2013), puesto que los adoquines son elementos prefabricados, el control de

calidad y su certificación pueden desarrollarse en la fábrica, reduciendo la heterogeneidad en calidad del material en obra.

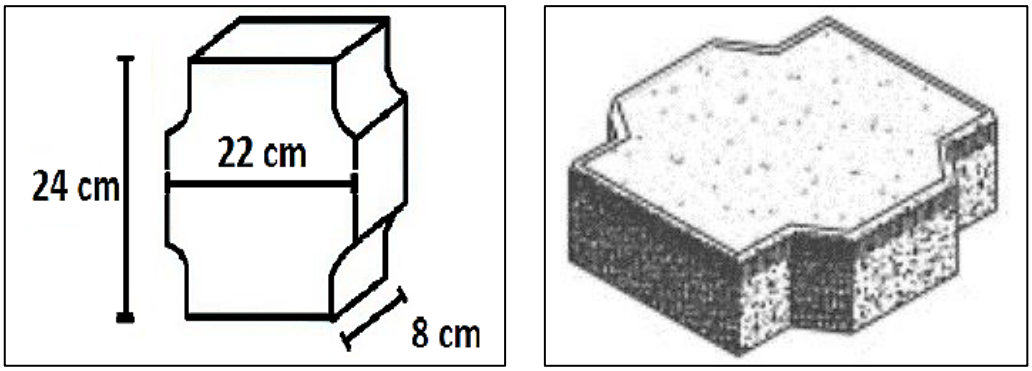
-Rapidez de puesta en operación. **-** Los pavimentos de adoquines pueden utilizarse inmediatamente después de construidos, lo cual les otorga una ventaja importante respecto de otros tipos de pavimentos, especialmente en aquellos lugares en donde no es posible contar con otras tecnologías de pavimentación. (Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón., 2013)

-Mantenimiento. **-** Según el (Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón., 2013), puesto que los elementos se pueden reponer fácilmente, cualquier defecto inducido por aspectos funcionales o estructurales puede corregirse logrando restituir en su totalidad la condición superficial.

6.3.8.2 *Especificaciones técnicas para adoquines de hormigón*

En el presente proyecto se utilizará el tipo de adoquín tabasco tipo "C", estos adoquines tienen formas regulares en sus caras y nos ofrecen una inter trabazón favorable para resistir movimientos longitudinales o rotacionales. (Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón., 2013)

Figura 67
Adoquines hexagonales tipo "C"



Fuente: Manual de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón, 2013

-Características. **-** Las medidas del adoquín son las siguientes: 24x22x8 (cm). Además tiene un peso de 7,8 kg.

-Resistencia. **-** Para este proyecto de aparcamientos se utilizará una resistencia de adoquín de F'c=30 MPa o 300 Kg/cm2.

-Espesores de cama de arena. **-** Se observo que en la medida que el espesor de la cama de arena disminuye, disminuye también la deformación del pavimento. Es por este motivo que recomendó uso de espesores entre 20 y 40 mm. (Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón., 2013)

-Base granular. **-** Se consideró un CBR del 80%.

-Sub base granular. - En este caso se consideró un CBR del 30%.

-Mejoramiento de subrasante. **-** Para el aparcamiento se consideró una remoción de capa vegetal de 50 cm para realizar un mejoramiento de suelo en la sub rasante con material arena limosa.

6.3.8.3 *Deterioros en pavimentos de adoquines*

Según el (Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón., 2013), los deterioros de los pavimentos articulados o de adoquines, al igual que todo tipo de pavimento, corresponden a la respuesta del pavimento ante la variabilidad de solicitaciones de tráfico, clima, de los materiales y de los métodos constructivos. A continuación, se presentan diferentes deterioros en estos pavimentos los cuales son:

- Ahuellamiento o deformaciones permanentes, pérdida de resistencia al deslizamiento, degradación de la superficie de los adoquines, rotura de adoquines, pérdida de arena en las juntas, abertura de juntas, desprendimiento de adoquines

6.4 Espesores de pavimento articulado flexible

Utilizando la normativa AASHTO 1993 podemos determinar los espesores de cada una de las capas que formarán parte de la estructura del pavimento articulado a implementarse.

Ec.26

$$\mathrm{Di} = \frac{\mathrm{SNi}}{\mathrm{ai} * \mathrm{mi}}$$

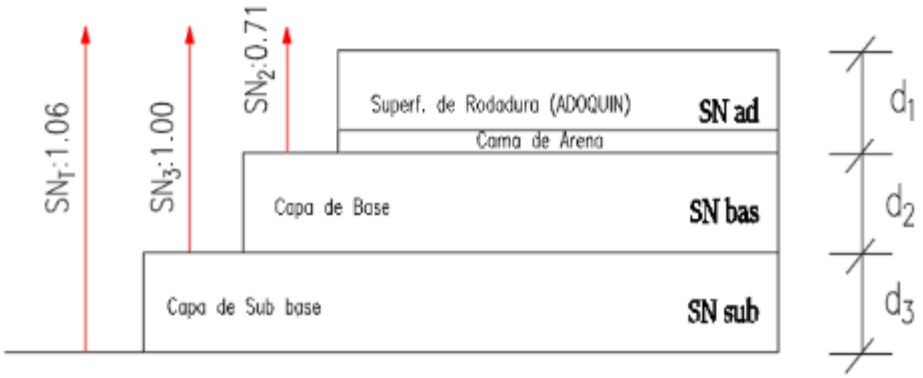
Dónde:

- Di = Espesores de sub base, base y adoquín
- SNi = Espesores de sub base, base y adoquín
- ai = Coeficientes de capa sub base, base y adoquín
- mi = Coeficientes drenaje de sub base, base y adoquín

Según el (Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, 2013), para determinar el coeficiente estructural de los adoquines se toma en consideración a las primeras investigaciones desarrolladas por John Knapton en donde encontró que la rigidez de una capa de rodadura de adoquines de 8 cm de espesor, con una capa de arena de 4 cm de espesor, debidamente sellada y compactada, era equivalente a la de una carpeta asfáltica de 160 mm de concreto asfáltico.

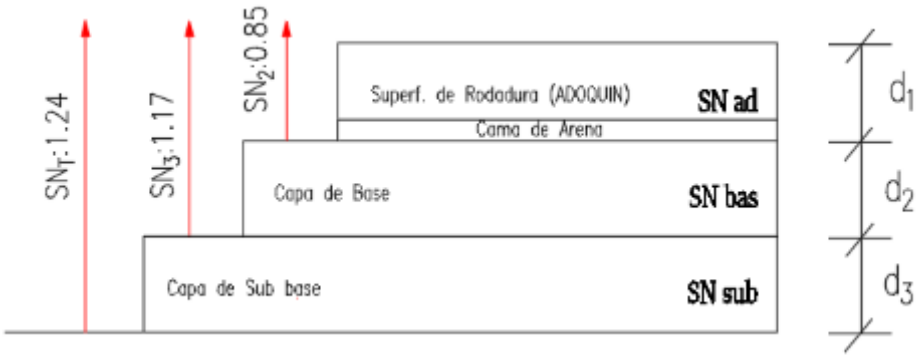
En los siguientes gráficos 68 y 69 se detallan los números estructurales para 5 años y 10 años respectivamente:

Figura 68
Números estructurales para periodo de 5 años



Elaborado por: La autora

Figura 69
Números estructurales para periodo de 10 años



Elaborado por: La autora

Posterior se procede a determinar los espesores de cálculo, para lo cual se cuenta con las siguientes ecuaciones:

Ec.27 $$SNa = SN2$$

Ec.28 $$SNb = SN3 - SN2$$

Ec.29 $$SNsub = SNT - SN3$$

A continuación, en la siguiente figura se detalla las diferentes capas que conforman la estructura de un pavimento articulado del presente proyecto de aparcamientos.

Figura 70
Capas de un pavimento articulado

Elaborado por: La autora

A continuación, en las siguientes tablas resumen se presentan los resultados obtenidos para un periodo de 5 y 10 años respectivamente:

Tabla 75
Determinación de los espesores de cálculo periodo de 5 años

Estructura	Número estructural (SN)	Coeficiente estructural capa (A)	Coef. drenaje (mi)	Espesor de cálculo (d)
Adoquín	0.71	0.440	-	8
Base	0.29	0.132	1.255	1.75
Sub base	0.06	0.110	1.082	0.50
Número estructural de cálculo = 1.1 > 1.0 Cumple				

Elaborado por: La autora

Tabla 76
Determinación de los espesores de cálculo periodo de 10 años

Estructura	Número estructural (SN)	Coeficiente estructural capa (A)	Coef. drenaje (mi)	Espesor de cálculo (d)
Adoquín	0.85	0.440	-	8
Base	0.32	0.132	1.255	1.93
Sub base	0.07	0.110	1.082	0.58
Número estructural de cálculo = 1.24 > 1.17 Cumple				

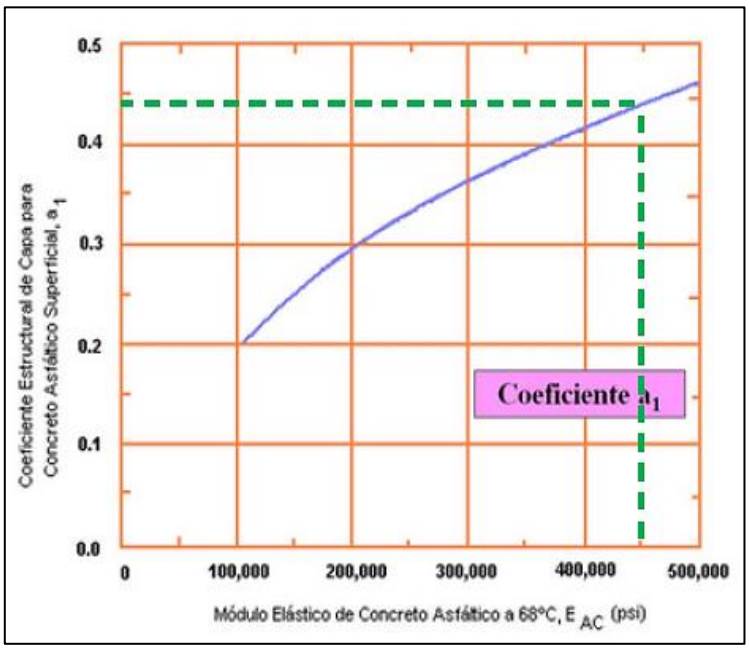
Elaborado por: La autora

Así mismo, a la capa de rodadura se le asignó valores de módulo resiliente entre 2760 MPa (400 000psi) y 3100 MPa (450 000 psi) para el conjunto de: adoquines de 8

cm y 4 cm de capa de arena, utilizamos la siguiente ilustración para determinar el coeficiente estructural del adoquín el cual fue de a1= 0.44, obtenido del siguiente nomograma. (Díaz E., 2018)

Figura 71

Nomograma para determinar el coeficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto asfaltico "a1" del adoquín.



Fuente: Guide for design of pavement structures AASHTO, 1993

En base a la normativa AASHTO 93 se determina los espesores mínimos finales de las capas del pavimento en función del número de ejes equivalentes.

Tabla 77

Espesores mínimos en función de número de ejes equivalentes

Tránsito ESAL's ejes equivalentes	Carpeta de concreto asfáltico (pulg)	Base granular (pulg)
Menos de 50,000	**1,0 o (T.S)**	**4,0**
50,001 - 150,000	2,0	4,0
150,001 - 500,000	2,5	4,0
500,001 - 2 000,000	3,0	6,0
2 000,001 - 7 000,000	3,5	6,0
Mayor de 7 000,000	4,0	6,0

Fuente: Guide for design of pavement structures AASHTO, 1993

Por lo tanto, en base a la anterior tabla se establece que para un período de diseño de 5 y 10 años con un ESALS's de 7 090 y 15 203 respectivamente, se adoptará un espesor de 4.0'' de base granular. De esta manera para obtener los espesores finales para un periodo de diseño de 5 y 10 años se utilizará la siguiente ecuación:

Ec.30

$$SN = a1 * d1 + a2 * d2 + a3 * d3 + a4 * d4$$

Dónde:

SN = Número estructural total de la suma de sub base, base

a1, a2, a3 = Coeficientes de capa de sub base, base

d1, d2, d3 = Espesor de capa de sub base, base

m2, m3 = Coeficientes de drenaje de sub base, base

Tabla 78

Espesores finales para periodo de 5 años

Material	Espesor (in)	Espesor (cm)	Coeficiente De Capa	Coeficiente de Drenaje	(SN) Parcial
Adoquín	2.40	6.00	0.440	-	1.056
Base clase IV	6.00	15.00	0.132	1.255	0.792
Sub base clase III	6.00	15.00	0.110	1.082	0.66
				Número estructural obtenido	2.51
				Número estructural requerido	2.36
		2.51 > 2.36 Cumple			

Elaborado por: La autora

Tabla 79

Espesores finales para periodo de 10 años

Material	Espesor (in)	Espesor (cm)	Coeficiente De Capa	Coeficiente De Drenaje	(SN) Parcial
Adoquín	3,15	8.00	0.440	-	1.38
Base clase IV	6.00	15.50	0.132	1.255	0.79
Sub base clase III	6.00	15.50	0.110	1.082	0.66
				Número estructural obtenido	2.83
				Número estructural requerido	2.69
		2.83 > 2.69 Cumple			

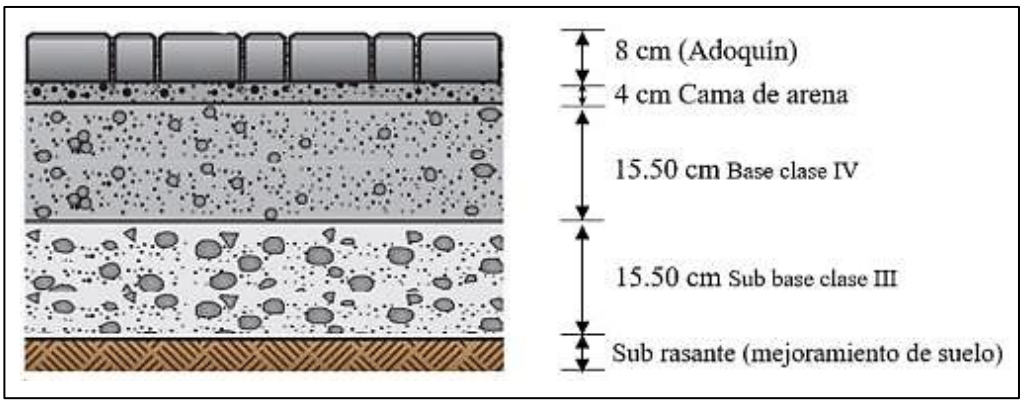
Elaborado por: La autora

6.4.1 Espesores finales de las capas de la estructura de pavimento articulado

Los espesores de las capas de la estructura de pavimento articulado para 5 años dieron como resultado (36 cm), obteniendo: 6 cm de adoquín, 15.0 cm de base granular clase IV y 15.0 cm de sub base clase III; a diferencia de las capas de la estructura de pavimento articulado para 10 años, la cual nos dio como resultado (39 cm), obteniendo: 8 cm de adoquín, 4 cm de cama de arena, 15.50cm de base granular clase IV y 15.50 cm de sub base clase III.

Se escogió los espesores para 10 años ya que mediante esta opción mejorará el comportamiento del pavimento y su deterioro será menor.

Figura 72
Espesores de las capas de la estructura del pavimento articulado

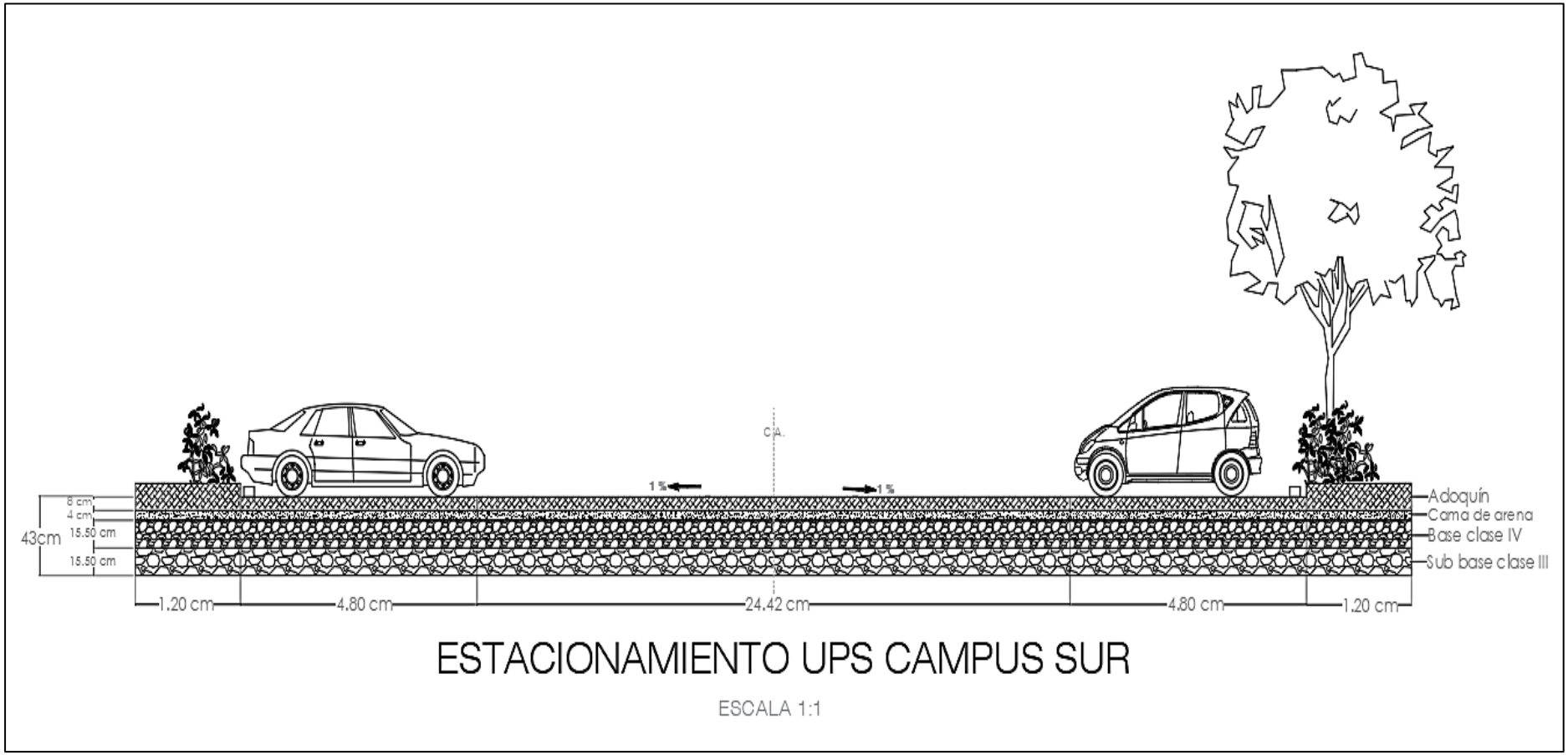


Elaboración por: La autora

A continuación, en la figura 73 se muestra la sección del aparcamiento con sus diferentes capas de la estructura del pavimento articulado y sus espesores.

Figura **73**

Sección del aparcamiento UPS Campus Sur



Nota: Detalle del diseño de las capas de rodadura del pavimento articulado del presente proyecto. Elaborado por: La autora

6.5 Colocación de berma de confinamiento

Las bermas o llaves de confinamiento son muros o bordes firmes construidos transversalmente y a nivel del adoquín, que evita que se desplace, se abran las juntas y que el aparejo se destruya especialmente en superficies totalmente inclinadas. (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1483, 1986)

6.5.1 Especificaciones

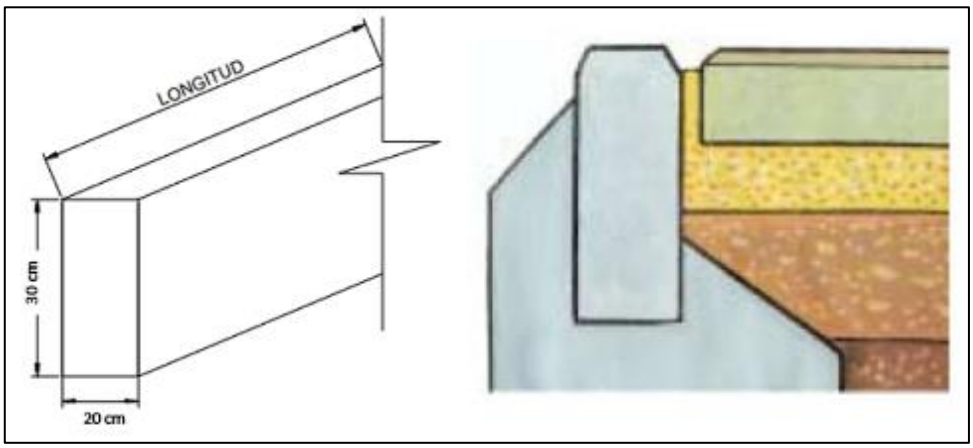
Generalmente es recomendable ubicar las bermas de confinamiento cada 100 m como mínimo, pero en el presente proyecto al tratarse de un pavimento articulado para un estacionamiento se colocará una berma a la entrada del mismo. (Guía de Instalación de Adoquines de concreto., 2014)

Según la (Guía de Instalación de Adoquines de concreto., 2014), estas bermas producen una transferencia de carga que da lugar a reducciones en los esfuerzos de flexión y en las deflexiones producidas por las cargas de los vehículos.

La sección de esta berma será de 20x30 (cm) para confinamiento interno, estas bermas son construidas con hormigón ciclópeo de F´c= 180 Kg/cm2. (Rojas F, 2017)

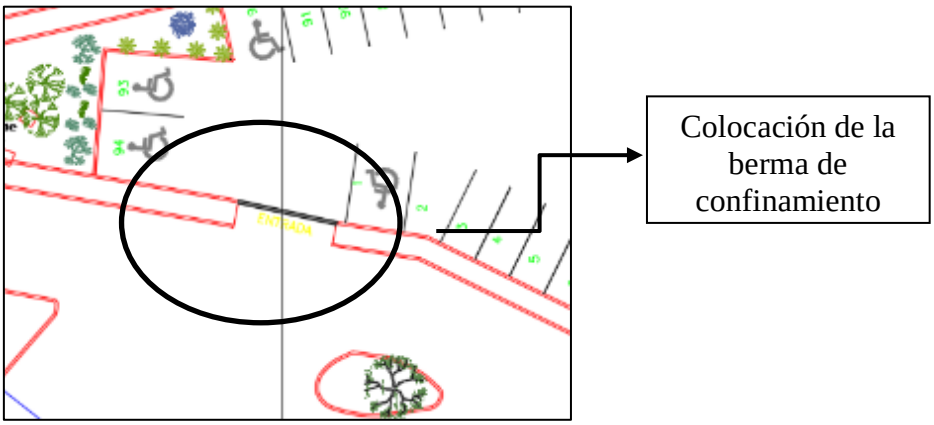
En las siguientes figuras, se muestran los detalles de la berma de confinamiento.

Figura 74
Berma de confinamiento



Elaborado por: La autora

Figura 75
Colocación en el aparcamiento de la berma de confinamiento



Elaborado por: La autora

6.6 Resistencia de los adoquines de hormigón

La resistencia a la compresión característica de los adoquines se muestra en la tabla 80:

Tabla 80
Clasificación de tránsito y tipo de adoquín

Tipo de uso	No. de vehículos por día mayores de 3t brutas	Equivalente total de repeticiones de eje estándar después de 20 años de servicio	Forma recomendada de adoquín	Resistencia característica (MPa) compresión a los 28 días
Peatonal	0	0	A, B, C	(20)
Estacionamiento y calles residenciales	0 - 150	0 - 4,5 x 10^5	A, B, C	(30)
Caminos secundarios y calles y principales	150 - 1500	4,5 x 10^5 - 4,5 x 10^6	A	(40)

Fuente: NTE INEN 1488, 1986, pg. 3

6.7 Volúmenes de Obra

- Área de la plataforma de aparcamientos = 2360.57 m2
- Área de la berma de confinamiento= 0.06 m2
- Espesor de adoquín = 3.15’’ (8cm)
- Espesor de cama de arena = 4 cm

- Espesor de base clase IV= 15.50 cm
- Espesor de sub base clase III= 15.50 cm

A continuación, en la tabla 81 se muestra las cantidades de obra del pavimento articulado del presente proyecto.

Tabla 81
Cantidades de obra del pavimento articulado flexible

Cod.	Calzada (pavimento articulado)	U	Cantidad	Observación
1	Capa de rodadura de adoquines de hormigón F´c=300kg/cm2 8.00 cm. de espesor	m^2	2360.57	Obtenido del producto entre el ancho y la longitud total de la plataforma.
2	Berma de confinamiento	m	6.00	Obtenido del producto entre el ancho de la entrada a la plataforma y el área de la berma de confinamiento.
3	Reductor de velocidad - resalto P5-1	m	5.60	Obtenido de la longitud del reductor de velocidad.
3	Material cama de arena 4 cm de espesor	m^3	94.42	Obtenido del producto entre el área del aparcamiento y el espesor del material.
4	Material granular base clase IV	m^3	365.89	Obtenido del producto entre el área del aparcamiento y el espesor del material.
5	Material granular sub base clase III	m^3	365.89	Obtenido del producto entre el área del aparcamiento y el espesor del material.
6	Mejoramiento (Sub rasante) 50 cm con material compactado arena limosa	m^3	1180.29	Obtenido del producto entre el área del aparcamiento y el espesor del material.

Elaborado por: La autora

CAPÍTULO VII

ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL TALUD Y CAPACIDAD HIDRAÚLICA DE LA QUEBRADA ORTEGA

7.1 Caracterización geotécnica

La caracterización geotécnica consiste en determinar la composición y propiedades físicas, mecánicas, hídricas, químicas del terreno donde se proyecta realizar la obra. Para realizar la caracterización geotécnica de un talud es necesario conocer del terreno su naturaleza y clasificación, lo mismo que las propiedades físicas y mecánicas para evaluar su estabilidad. Estas propiedades son: Peso unitario (γ), cohesión (c), ángulo de fricción (φ), módulo de elasticidad (E), coeficiente de poisson (υ). En la misma forma se investigó los niveles de agua subterránea del terreno, en la parte del talud.

7.2 Trabajos de campo – Exploración y Muestreo de Suelos

Se realizó la inspección del sitio de estudio y se determinó el lugar donde se realizarían los sondeos en la plataforma y en el talud. Con la realización de estos trabajos de campo se obtuvo en laboratorio toda la información de parámetros y propiedades de cada estrato.

Mediante la ayuda de un navegador GPS manual se procedió con la identificación y ubicación de los sondeos, de los cuales se procedió a extraer las respectivas muestras de suelo, para posterior analizarlas en el laboratorio de ensayo de materiales de la UPS.

También se procedió a realizar dos calicatas para el ensayo CBR, acorde a lo establecido en el libro de Braja M Das la distancia entre calicatas para obtener los CBR de campo puede ser de 250 a 500 metros.

Tabla 82
Distancia entre calicatas en el proyecto

Calicatas	Espaciamiento (m)
Calicata 1 – Calicata 2	55.29

Elaborado por: La autora

Tabla 83
Distancia entre sondeos en el proyecto

Perforaciones SPT	Espaciamiento (m)
Pozo 1 Plataforma – Pozo 2 Plataforma	43.02
Pozo 2 Plataforma – Pozo 3 Plataforma	51.12
Pozo 1 Talud – Pozo 2 Talud	61.30
Pozo 2 Talud – Pozo 3 Talud	31.33

Elaborado por: La autora

A continuación, en la tabla 84 se muestra la descripción de los sondeos, calicatas y coordenadas de ubicación de los mismos.

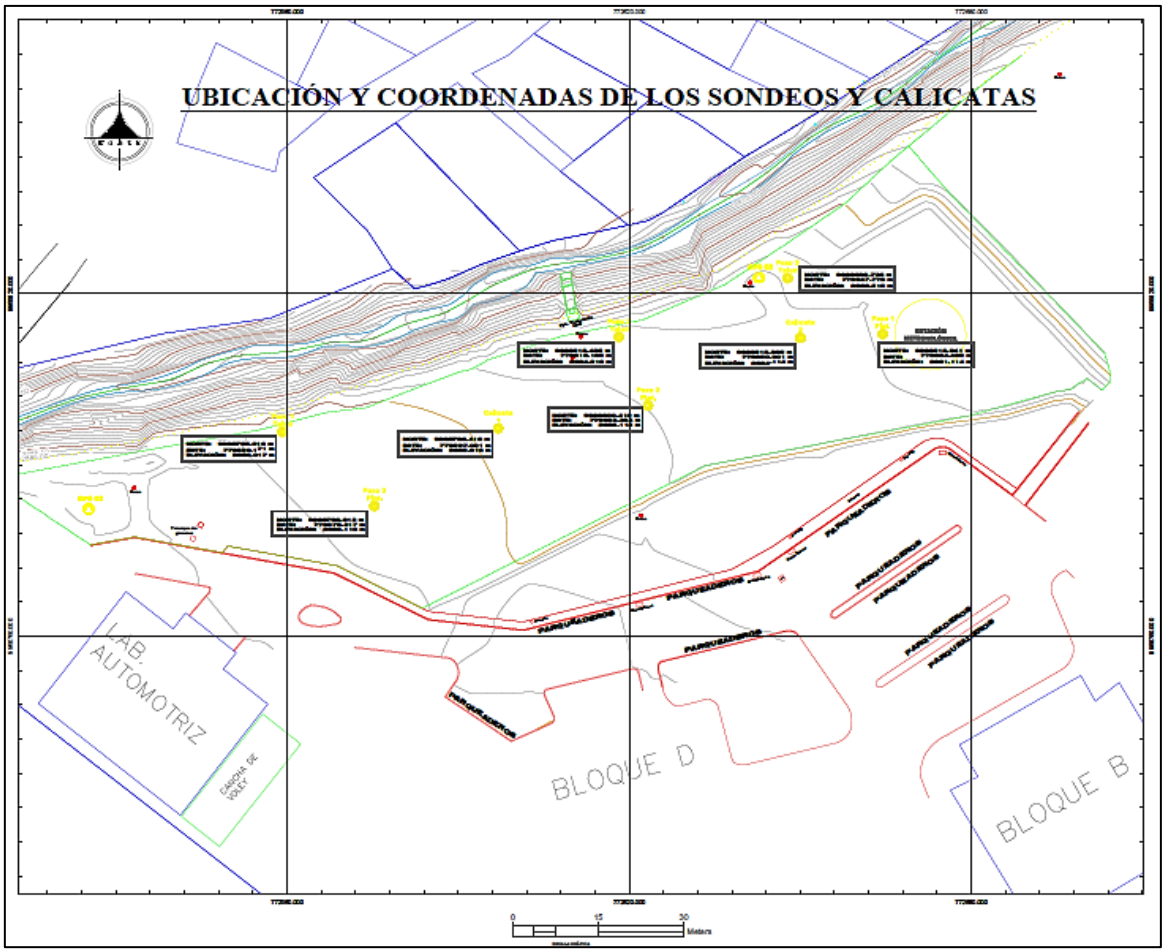
Tabla 84
Ubicación y coordenadas de los sondeos y calicatas del proyecto

Descripción	Norte	Este	Elevación
Pozo 1 Plataforma	9968812.941	772664.462	2881.114
Pozo 2 Plataforma	9968800.412	772623.324	2885.115
Pozo 3 Plataforma	9968782.813	772575.317	2885.116
Pozo 1 Talud	9968795.816	772559.171	2886.017
Pozo 2 Talud	9968812.435	772618.185	2884.216
Pozo 1 Talud	9968822.736	772647.776	2883.515
Calicata 1	9968796.146	772597.038	2882.916
Calicata 2	9968812.262	772650.001	2884.114

Elaborado por: La autora

A continuación, en la figura 76 se muestra la ubicación y coordenadas de los sondeos y calicatas ubicados en la plataforma, ver ANEXO No 15

Figura 76
Ubicación y coordenadas de los sondeos y calicatas del proyecto



Elaborado por: La autora

7.2.1 Ensayos de laboratorio.

Los ensayos de laboratorio son pruebas realizadas para la determinación de las características geotécnicas de un terreno, como parte de las técnicas de un reconocimiento. Estos ensayos se ejecutan sobre las muestras previamente obtenidas en el terreno y, dependiendo del tipo de ensayo, se exigen distintas calidades de muestra.

Una vez que se extrajo todas las muestras de campo y se trasladaron hacia el laboratorio, se procedió a realizar los ensayos correspondientes para obtener las

propiedades de las muestras de suelo. A continuación, se resumen los respectivos ensayos realizados para cada una de las muestras:

- ***Contenido de humedad – Norma ASTM D 2216***

Este método de ensayo describe la determinación del contenido de agua mediante su masa seca, en laboratorio, de un suelo, roca y materiales similares, donde la disminución de la masa por secado es debido a la pérdida de agua. (Norma ASTM D 2216, 2017)

En suelos de grano finos (cohesivos), la consistencia de un tipo de suelo dado depende del contenido de humedad. A continuación, se presenta un ejemplo de cálculo de la obtención del contenido de humedad en una muestra de suelo.

Tabla 85
Ejemplo de cálculo contenido de humedad pozo 1 plataforma

Pozo 1. plataforma		**A**	**B**	**C**	**D**	**C-D**	**D-B**	**C-D/D-B**
Contenido de humedad	**Prof. (m)**	**Cap.#**	**Masa Cap. (m)**	**M.cap+ s.sum (m)**	**M.cap+ s.seco (m)**	**Masa Agua (m)**	**Masa Seca (m)**	**% HUM**
Natural	0.50-	222	26.99	62.93	57.32	5.61	30.33	18.50
Granulometría	1.00	67	26.56	64.89	38.33		32.35	

Elaborado por: La autora

Donde:

$$MASA\ SECA = \left(\frac{\text{M. humeda}}{1 + \frac{\%\ HUM}{100}} \right)$$

- ***Análisis Granulométrico mediante tamizado por lavado – Norma ASTM D 421***

Una vez determinado el contenido de humedad, procedemos a retirar las muestras que dejamos secando al horno durante 24 horas a una temperatura de 110 ± 0,5 °C para posterior tamizarlos. Este es un procedimiento que se aplica a suelos que fueron secadas previamente.

Este análisis granulométrico, se realiza mediante ensayos en el laboratorio con tamices de diferente denominación y abertura. Los granos que pasen o queden retenidos en los tamices números 4, 10, 40 y 200. Se pesa la masa retenida acumulada en cada tamiz, para posterior calcular el porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que pasa, a continuación, en la siguiente tabla se presenta un ejemplo de cálculo. (NORMA ASTM D 421., 2009)

Tabla 86
Granulometría mediante tamizado por lavado pozo 1 plataforma

Prof. (m)	Cap. #	Masa Seca	MASA RETENIDA ACUM.				% RETENIDO ACUM				% QUE PASA			
			4	10	40	200	4	10	40	200	4	10	40	200
0.50 – 1	67	32.35	0	0.03	1.93	9.29	0	0.093	5.97	28.72	0	99.9	94.03	71.28

Elaborado por: La autora

- ***Tamiz 200 – Norma ASTM D 422***

La norma determina cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo además describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta la malla de 74mm (No 200) (ASTM D-422-63, 2009)

- ***Límite de Consistencia / Atterberg – Norma ASTM D4318***

-Límite Líquido (LL): El contenido de agua, en porcentaje, de un suelo en un límite arbitrariamente definido entre los estados líquidos y plásticos. Se deberá iniciar el ensayo preparando una pasta de suelo en una cápsula con una humedad ligeramente superior al límite líquido, ésta pasta se coloca en la cápsula de la máquina de Casagrande, asegurándose que ella se encuentre perfectamente limpia y seca. (ASTM D4318-84, 2009)

Se coloca entre 50 y 70 g de la pasta de suelo en la cápsula, se alisa la superficie a una altura de 1 cm con la espátula, se retira la muestra donde se cerró el surco de aproximadamente 11 a 13 mm, se tomó en cuenta un solo punto entre 20 y 30 golpes siendo 25 golpes el más óptimo, la copa cae a 10 mm en un aparato estándar de límite líquido. (ASTM D4318-84, 2009)

-Límite Plástico (LP): El contenido de agua, en porcentaje, de un suelo en el límite entre los estados plástico y quebradizo. El contenido de agua en el cual un suelo no puede ser más deformado al enrollarlo en 3.2 mm en diámetro de hebra sin desmenuzarlo. (ASTM D4318-84, 2009)

Según la (ASTM D4318-84, 2009), para esto se realiza una mezcla de agua y suelo, la cual se amasa entre los dedos o entre el dedo índice y una superficie inerte (vidrio), hasta conseguir un cilindro de 3 mm de diámetro. Con ese contenido de humedad, el suelo se vuelve quebradizo (por pérdida de humedad) o se vuelve pulverulento. Se mide el contenido de humedad, el cual corresponde al Límite Plástico.

Tabla 87
Límites de atterberg pozo 1 plataforma

Pozo 1. plataforma			**C**	**B**	**A**	**A-C**	**B-A**	**B-A/A-C**	
MUESTRA #	**# de golpes**	**Cap.#**	**Peso Cap. (m)**	**Peso.cap+ s.sum (m)**	**Peso.cap+ s.seco (m)**	**Peso suelo seco (gr)**	**Peso del agua (gr)**	**% HUM**	**% de Humedad a 25 golpes**
0.50-1.00	29	65	21.19	32.38	28.56	7.37	3.82	51.83	52.77
		23L	21.19	25.91	24.52	3.33	1.39	41.74	IP: 11.03

Elaborado por: La autora

Donde:

Limite líquido de 1 punto

de Golpes → (20 - 30)

$$LL = W\% * \left(\frac{\#\ \text{GOLPES}}{25}\right)^{0.121}$$

- ***Gravedad especifica de las partículas sólidas– Norma ASTM D854***

La gravedad especifica es la relación entre la masa de un cierto volumen de sólidos a una temperatura dada y la masa del mismo volumen de agua libre de gas a la misma temperatura. Para determinar la gravedad específica se determina la masa del picnómetro, se introduce la muestra de suelo en el picnómetro, se añade agua y se agita hasta que se mezcle el agua y la muestra de suelo.

Se utiliza una bomba de vacíos para aspirar el aire atrapado entre las partículas de suelo. Posterior se lava con cuidado todas las partículas que se encuentren en el picnómetro y se coloca en el horno el recipiente con la muestra, para proceder al cálculo y analizar los datos obtenidos. (ASTM D854, 2009)

- ***Análisis granulométrico por hidrómetro - ASTM D 422***

El método se basa en la ley de Stokes que enuncia, que una partícula esférica al caer dentro de agua adquiere una velocidad uniforme (la velocidad será uniforme cuando la fuerza de arrastre sea equivalente a la fuerza de gravedad, para que exista equilibrio de fuerzas) que depende del diámetro y de la densidad de la partícula, así como también de la viscosidad del agua. Esta ley al principio se la probó para partículas esféricas y se validó para tamaños menores a 0.2mm. Al aplicarse a suelos se realizó la transformación del diámetro de las partículas a un diámetro equivalente por lo que las partículas de suelo no necesariamente son esféricas. (ASTM D422, 2009)

- ***Proctor Modificado – Norma ASTM D1557***

Es la determinación de la humedad óptima para que un suelo alcance su máxima compacidad o densidad máxima seca, que mediante el proceso de compactación se le aplica un esfuerzo modificado con un pisón o martillo de 10 lbf (44.5N), que cae de una altura de 18 pulgadas (457 mm) produciendo una energía de compactación de 56 000 lb-pie/pie3 (2,700 kN-m/m3). (ASTM D 1557, 2006)

- ***CBR – Norma ASTM D 1883***

Según la (ASTM D - 1883, 2006) el ensayo CBR (*California Bearing Ratio*), denominado ensayo de relación de soporte mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, también se obtiene la calidad del terreno mediante la determinación del índice de resistencia y evalúa la capacidad de soporte de los suelos para subrasante, y de las capas de base y sub base.

El ensayo se efectúa bajo condiciones controladas en laboratorio de humedad y densidad, este es uno de los parámetros necesarios obtenidos en los estudios geotécnicos previos a la construcción, como también el ensayo Proctor y los análisis granulométricos del terreno. (ASTM D - 1883, 2006)

- ***Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) – Norma ASTM D 2487***

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), es usado para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se puede clasificar suelos con tamaños menores de 3 pulgadas. Este ensayo describe un sistema para clasificación mineral y orgánica-mineral de suelos, basados en determinación de laboratorio de características como tamaño de las partículas, limite líquido e índice plástico. (ASTM D 2487 - 03, 2006)

7.2.2 Ensayo de Perforación SPT.

El ensayo de penetración estándar o SPT (Standard Penetration Test), es un tipo de prueba de penetración dinámica, empleada para ensayar terrenos en los que se quiere realizar un reconocimiento geotécnico; éste ensayo es el más utilizado en la realización de sondeos, y se realiza en el fondo de la perforación. (DEVINCENZI, 2004)

Este ensayo consiste en contar el número de golpes necesarios para que se introduzca a una determinada profundidad una cuchara (cilíndrica y hueca) muy robusta

(diámetro exterior de 51 milímetros e interior de 35 milímetros, que permite tomar una muestra, naturalmente alterada, en su interior. El peso de la masa está normalizado, así como la altura de caída libre, siendo de 63,5 kilogramos y 76 centímetros respectivamente. (DEVINCENZI, 2004)

Este ensayo nos permitió tomar muestras representativas de suelo, para determinar las características, espesor y estratificación de los materiales que se encuentran en el subsuelo, así como también permite conocer la resistencia a la penetración en función del número de golpes de los diferentes estratos que conforman el subsuelo a diversas profundidades. (DEVINCENZI, 2004)

7.2.3 Caracterización de muestras.

Las muestras obtenidas en campo deberán ser analizadas a través de ensayos de laboratorio. Ésta caracterizaciones de muestras sirven para determinar las propiedades mecánicas y químicas de un material, comprobando si cumplen o no con los estándares establecidos, para así decidir si se usa o no en obra.

Una vez obtenidas las muestras del sitio de estudio, se debe realizar en laboratorio una identificación visual de las muestras del suelo de las perforaciones para conocer el tipo y número de ensayos posteriores. A continuación, se identifican los ensayos más frecuentes para clasificar suelos:

- **Granulometría por tamizado:** para determinar la proporción del tamaño de las partículas que componen dicha muestra.
- **Hidrómetro:** tiene el objetivo determinar la distribución del agua dentro de la muestra.
- **Límites de Atterberg**: se definen arbitrariamente y determinan el contenido de humedad del suelo en diferentes estados.
- **Peso unitario:** para medir el peso del suelo en un determinado volumen.

7.2.4 Ensayo CBR y resultados

El ensayo CBR mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, se lo utiliza generalmente para evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos. (Carlos Hernando Higuera Sandoval, 2011, p. 157)

El valor de CBR se los puede clasificar en un rango de 0 a 100, en donde se define mientras mayor valor mejor será la respuesta a la capacidad de soporte del suelo, en la siguiente tabla se muestra los valores de CBR acorde a su clasificación:

Tabla 88
Clasificación del suelo de acuerdo al CBR

CBR	Clasificación
0-5	Subrasante Muy Mala
5-10	Subrasante Mala
10-20	Subrasante Regular A Buena
20-30	Subrasante Muy Buena
30-50	Sub Base Buena
50-80	Base Buena
80-100	Base Muy Buena

Fuente: American society of testing materials ASTM D05, 1883

Realizamos un promedio de CBR con los datos obtenidos en laboratorio de la calicata 1 y de la calicata 2, como se muestra en la siguiente tabla resumen:

Tabla 89
Resultado de CBR en la plataforma

Ensayo	Calicata 1 (%)	Calicata 2 (%)	
CBR 0.1”	12.00	5.25	
CBR 0.2”	10.00	5.10	**Promedio de CBR (%)**
Promedio	11.00	5.18	**8.10**

Elaborado por: La autora

En base a los CBR obtenidos en laboratorio podemos observar que en la calicata 1 tiene un CBR de (5-10) % y en la calicata 2 (10-20) %, por lo cual se define un promedio

de CBR de 8.10%, el cual ingresaría en la clasificación de (5-10) % obteniendo así una subrasante mala.

De acuerdo a los estudios realizados en el laboratorio se pudo determinar que el suelo de conformación de la sub rasante según clasificación SUCS está conformado por suelos ML correspondientes a limos arenosos.

Todos los ensayos antes mencionados, incluido los ensayos de CBR que se realizaron en laboratorio se pueden observar en el ANEXO No 14.

<u>ANEXO No 14</u>: Ensayos de laboratorio.

A continuación, se muestran figuras de los diferentes ensayos que se realizaron en el laboratorio de la UPS Campus Sur.

Figura 77
Ensayo de perforación SPT

Elaborado por: La autora

Figura 78
Contenido de humedad

Elaborado por: La autora

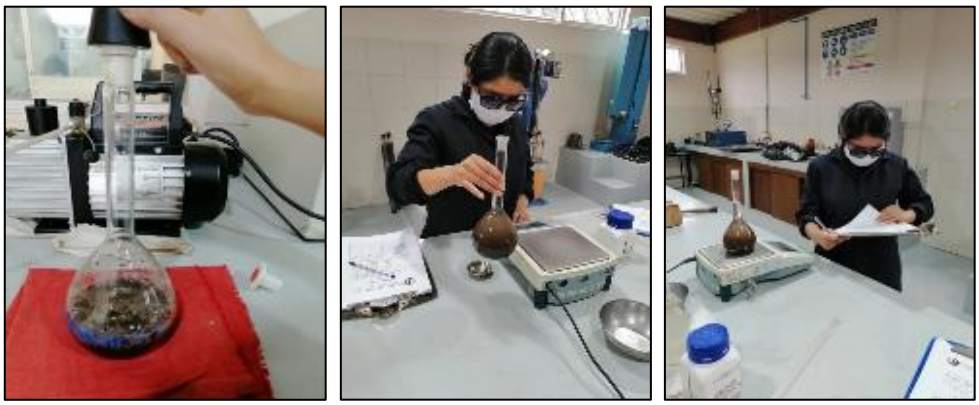
Figura 79
Análisis granulométrico mediante tamizado

Elaborado por: La autora

Figura 80
Límite de consistencia / atterberg

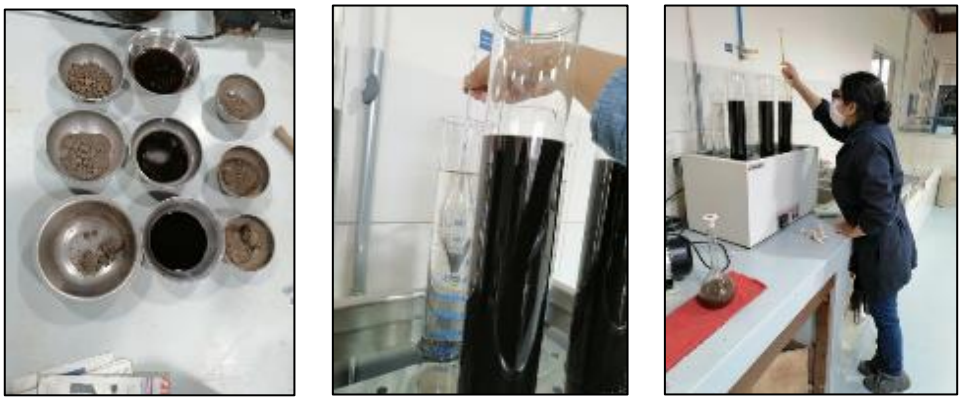
Elaborado por: La autora

Figura 81
Gravedad especifica de las partículas sólidas



Elaborado por: La autora

Figura 82
Análisis granulométrico por hidrómetro



Elaborado por: La autora

Figura 83
Ensayo proctor modificado

Elaborado por: La autora

Figura 84
Ensayo CBR

Elaborado por: La autora

7.2.5 Parámetros de resistencia al corte.

Para realizar el análisis representativo de la estabilidad de taludes en sus condiciones reales, es esencial determinar las resistencias de los materiales existentes del talud; por lo tanto, se determinó los parámetros de resistencia al corte (cohesión y ángulo de fricción interna). No obstante, los valores de resistencia al corte fueron determinados para todos los estratos del suelo, tanto en los sondeos que se realizó en el talud como en los sondeos realizados en la plataforma; los mismos que dependen de factores tales como la calidad de las muestras, su tamaño y el método de ensayo.

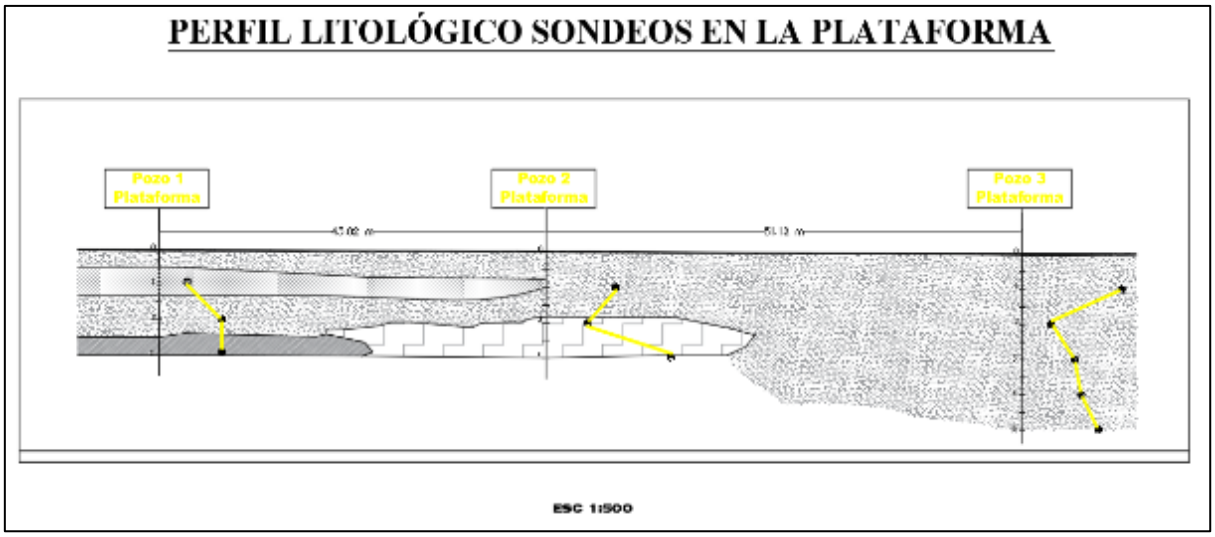
7.2.6 Perfiles Litológicos

El perfil litológico representa gráficamente la estratigrafía generalizada de un sector. Se procedió a dibujar los estratos más jóvenes arriba, colocando la variación de estratos que existen en cada sondeo, en donde se visualiza los números de golpes del ensayo de SPT. El plano se puede observar el en ANEXO No 15.

<u>ANEXO No 15:</u> Planos de Perfiles Litológicos sondeos en la plataforma y talud.

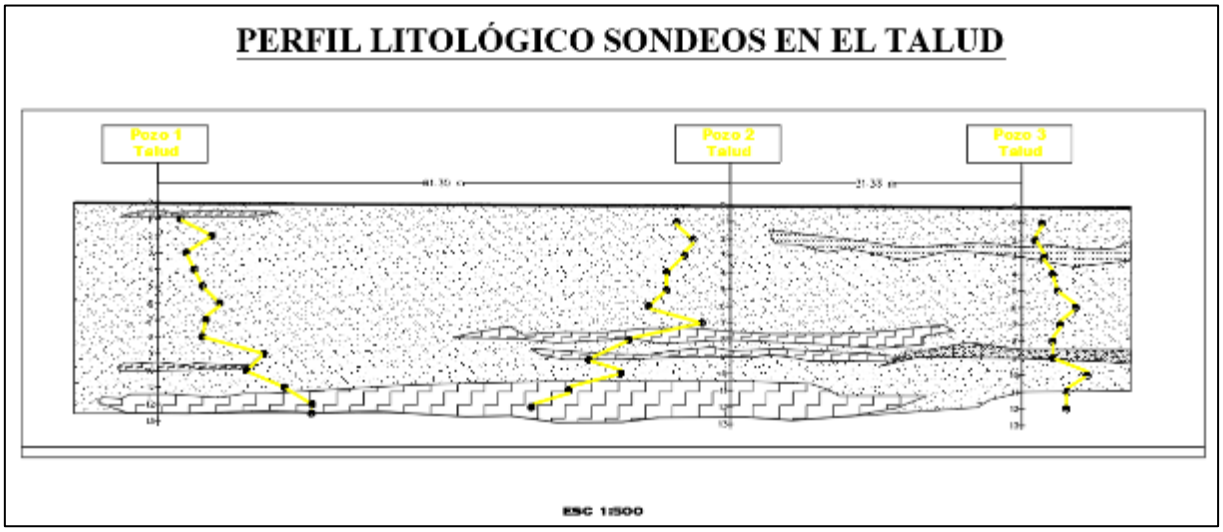
A continuación, en las figuras 85 y 86 se muestran los perfiles litológicos de los sondeos ubicados en la plataforma y en el talud.

Figura 85
Perfil litológico plataforma



Elaborado por: La autora

Figura 86
Perfil litológico talud



Elaborado por: La autora

7.3 Análisis de Estabilidad de Taludes Colindante con la Quebrada Ortega.

El análisis de estabilización de taludes es una solución geotécnica integral que se implementa en un talud, capaz de incorporarle equilibrio suficiente y sostenible; que atienda los criterios gravitatorios y sísmicos, medidos por factores de seguridad, sin afectar negativamente a su entorno. (Suarez J, 2002)

Para este análisis se tomará en cuenta el talud crítico, estimando los parámetros de resistencia al corte y dando soluciones a los mecanismos de falla más comunes en taludes, como los deslizamientos superficiales, movimiento del cuerpo del talud, cumpliendo factores de seguridad conservadores, para lo cual utilizamos el programa MIDAS GTS NX especializado en geotecnia.

MIDAS GTS NX es un programa de cálculo por elementos finitos que realiza el análisis de estabilidad de taludes por el método de reducción de esfuerzos y de equilibrio límite, es un análisis numérico que calcula el mínimo factor de seguridad para el talud. (MIDAS GTS NX, 2020)

El método de reducción de esfuerzo (SRM) disminuye gradualmente la fuerza cortante y el ángulo de fricción del suelo hasta que el cálculo del programa ya no converge y se produce la falla en el talud, el máximo factor de reducción de la resistencia se usa para calcular el factor de seguridad mínimo.

Este programa a más de realizar un análisis numérico donde se obtiene un factor de seguridad mínimo, también analiza el comportamiento de falla utilizando varias formas, cargas y condiciones de contorno. En particular, el método de reducción de la fuerza se puede utilizar para simular el proceso de caída sin ningún supuesto previo. (Gritfith et. Al 1999)

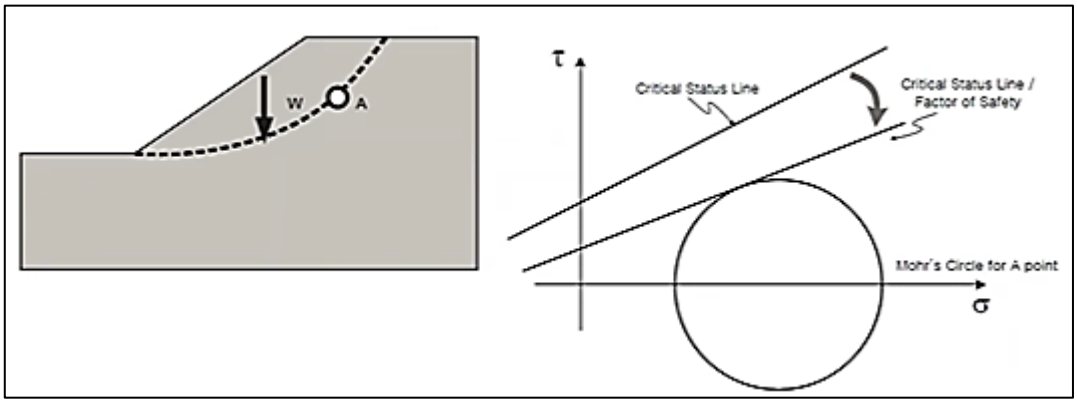
El radio reductor de resistencia máxima y ese punto se utiliza para calcular el factor mínimo de seguridad de la pendiente utilizando la siguiente fórmula:

$$F = \frac{\Sigma(\text{FUERZAS RESISTENTES})}{\Sigma(\text{FUERZAS MOTRICES})}$$

Teoría de reducción de la resistencia

Para simular la falla de la pendiente utilizando el método de reducción de la resistencia, el factor de seguridad se calcula en un punto arbitrario donde el círculo de Mohr está en contacto con la envolvente de la falla, como se muestra en la siguiente figura. (Suarez J, 2002)

Figura 87
Teoría de reducción de resistencia



Fuente: Suarez J, 2002

El estado de tensión en este punto se puede determinar como el estado de falla y cuando este punto de falla aumenta, ocurre el colapso general de la pendiente. El análisis de elementos finitos en este estado límite diverge y el factor de seguridad en este punto se define como el factor de seguridad mínimo. (Suarez J, 2002)

7.3.1 Caracterización del talud.

En esta fase de caracterización se realizó la obtención de todas las propiedades físicas y mecánicas de cada estrato de suelo. Además, se realizaron las planillas de perforación, las cuales recogieron todos los datos de cada muestra de suelo obtenida en campo.

7.3.1.1 *Obtención de parámetros, propiedades físicas y mecánicas de los diferentes estratos de suelos.*

Para realizar la caracterización geotécnica de un talud es necesario conocer del terreno su naturaleza y clasificación, lo mismo que las propiedades físicas y mecánicas para evaluar su estabilidad. Estas propiedades son: Peso unitario (ɤ), cohesión (c), ángulo de fricción (φ), módulo de elasticidad (E), coeficiente de poisson (υ). En la misma forma se investigó los niveles de agua subterránea del terreno, en la parte del talud. Se realizó la investigación de los diferentes parámetros de resistencia al corte para cada estrato de suelo, así mismo sus propiedades para suelo cohesivo y suelo granular.

Mediante la ayuda del programa Excel, realizamos correlaciones entre las diferentes propiedades del suelo y el número de golpes obtenido a partir del ensayo de SPT.

El suelo tipo limo arenoso que tiene límite plástico y límite liquido fueron tratados como suelos cohesivos, mientras tanto que los limos no plásticos fueron tratados como arenas.

A continuación, podemos observar en las siguientes tablas las correlaciones investigadas a partir del número de golpes Nspt y las diferentes propiedades de cada suelo en los sondeos realizados en la plataforma y en el talud, para ello utilizamos el programa Excel, ver ANEXO No 16.

<u>ANEXO No 16:</u> Propiedades y parámetros de los diferentes estratos de suelo en la plataforma y talud.

Tabla 90

Propiedades y parámetros del pozo 1 plataforma

Eficiencia	60%	DATOS		
Pa	100 Kn/m2			
Ns	1			
Nb	1			
Nh	60			
Nr	1	0,95	0,85	0,75

Descripción de la clasificación del suelo (SUCS)		
MH	Limo de alta plasticidad	Cohesivo
ML	Limo arenoso	Cohesivo
CH	Arcilla de alta plasticidad arenosa dura	Cohesivo
NP	No plástico	Granular

POZO 1 (PLATAFORMA)

							Lambe Whitman		Terzaghi y Peck (1948) Resistencia al corte no drenada					
N° Capas	**Prof. Inicial (m)**	**Prof. Final (m)**	**Nspt**	**Clasif. SUCS**	**N60**	**σ'v (kg/cm2)**	**CN**	**N1(60)**	**Cu (Kn/m2)**	**Cu (Kg/cm2)**	**Consistencia**	**Compacidad**	**CI**	**Resistencia a la compresión simple, qu (kN/m2)**
1	0,50	1,00	3	MH	2,25	0,158	2,516	5,66	51,996	0,125 - 0,25	Blanda	-	0,5 - 0,75	25 - 80
2	1,50	1,85	18	ML	13,5	0,336	1,726	23,30	188,903	1,0 - 2,0	Muy Rígido	-	1,0 - 1,5	80 - 150
3	1,85	2,00		ML	13,5	0,367	1,651	22,29	188,903	1,0 - 2,0	Muy Rígido	-	1,0 - 1,5	80 - 150
4	2,50	3,00	18	CH	13,5	0,576	1,318	17,79	188,903	1,0 - 2,0	Muy Rígido	-	1,0 - 1,5	80 - 150

Karol 1960 TERZAGHI,K- PECK- MESRI, G. (1996) Soil Mechanics in Engineering Practice 3rd. Edition				Suelo sin Perturbacion		Suelo sin Perturbaciones	
	Prof. Inicial (m)	**Prof. Final (m)**	**Nspt**	**Cohesión (psf)**	**SUELO COHESIVO**	**Cohesión (psf)**	**SUELO INTERMEDIO**
	0,50	1,00	3	250 - 500	Suave	100	Suelto
	1,50	1,85	18	2000 - 4000	Muy Rígido	100 - 1000	Medio
	1,85	2,00		2000 - 4000	Muy Rígido	100 - 1000	Medio
	2,50	3,00	18	2000 - 4000	Muy Rígido	100 - 1000	Medio

							Meyerhof 196	Varios autores	Bowless	arena	N, Ip, E				
N° Capas	**Prof. Inicial (m)**	**Prof. Final (m)**	**Nspt**	**Clasif. SUCS**	**N60**	**N1(60)**	**Ø(grados)**	**C (Kn/m2)**	**C (Kg/cm2)**	**Dr(%)**	**E (KPa)**	**Su (kpa)**	**ɤ(KN/m3)**	**qc(Mpa)**	**ν**
1	0,50	1,00	3	MH	2,25	5,66	-	63,96	0,38	-	7050	37,5	15,5	0,5 - 1,5	0,49
2	1,50	1,85	18	ML	13,5	23,30	-	232,38	1,55	-	43200	300	20,5	3,0 - 6,0	0,49
3	1,85	2,00		ML	13,5	22,29	-	232,38	1,49	-	44100	300	20,5	3,0 - 6,0	0,49
4	2,50	3,00	18	CH	13,5	17,79	-	232,38	1,19	-	20340	300	20,5	3,0 - 6,0	0,49

Elaborado por: La autora

Tabla 91

Propiedades y parámetros del pozo 2 plataforma

Eficiencia	60%	DATOS		
Pa	100 Kn/m2			
Ns	1			
Nb	1			
Nh	60			
Nr	1	0,95	0,85	0,75

Descripción de la clasificación del suelo (SUCS)		
MH	Limo de alta plasticidad	Cohesivo
ML	Limo arenoso	Cohesivo
CH	Arcilla de alta plasticidad arenosa dura	Cohesivo
NP	No plástico	Granular

POZO 2 (PLATAFORMA)

							Lambe Whitman		Terzaghi y Peck (1948) Resistencia al corte no drenada					
N° Capas	**Prof. Inicial (m)**	**Prof. Final (m)**	**Nspt**	**Clasif. SUCS**	**N60**	**σ'v (kg/cm2)**	**CN**	**N1(60)**	**Cu (Kn/m2)**	**Cu (Kg/cm2)**	**Consistencia**	**Compacidad**	**CI**	**Resistencia a la compresión simple, qu (kN/m2)**
1	0,50	1,00	14	ML	10,5	0,199	2,243	23,55	157,636	0,50 - 1,0	Rígida	-	0,75 - 1,0	80 - 150
2	1,50	1,80	7	ML	5,25	0,341	1,711	8,98	95,700	0,25 - 0,50	Media	-	0,5 - 0,75	25 - 80
3	1,80	2,00		NP	5,25	0,374	1,635	8,58	-	-	-	Suelta	-	-
4	2,50	3,00	25	NP	18,75	0,573	1,321	24,77	-	-	-	Densa	-	-

Karol 1960 TERZAGHI,K- PECK- MESRI, G. (1996) Soil Mechanics in Engineering Practice 3rd. Edition				Suelo sin Perturbacion		Suelo sin Perturbaciones	
	Prof. Inicial (m)	**Prof. Final (m)**	**Nspt**	**Cohesión (psf)**	**SUELO COHESIVO**	**Cohesión (psf)**	**SUELO INTERMEDIO**
	0,50	1,00	14	1000 - 2000	Rígido	100 - 1000	Medio
	1,50	1,80	7	500 - 1000	Firme	100	Suelto
	1,80	2,00		-	-	100	Suelto
	2,50	3,00	25	-	-	100 - 1000	Medio

							Meyerhof 196	Varios autores	Bowless	arena	N, Ip, E				
N° Capas	**Prof. Inicial (m)**	**Prof. Final (m)**	**Nspt**	**Clasif. SUCS**	**N60**	**N1(60)**	**Ø(grados)**	**C (Kn/m2)**	**C (Kg/cm2)**	**Dr(%)**	**E (KPa)**	**Su (kpa)**	**ɤ(KN/m3)**	**qc(Mpa)**	**ν**
1	0,50	1,00	14	ML	10,5	23,55	-	193,91	1,57	-	38500	150	19,5	1,5 - 3,0	0,49
2	1,50	1,80	7	ML	5,25	8,98	-	117,72	0,60	-	21700	75	17,5	0,5 - 1,5	0,49
3	1,80	2,00		NP	5,25	8,58	28,66	-	-	35,78	4292	-	16	2,5 - 5,0	0,4
4	2,50	3,00	25	NP	18,75	24,77	32,54	-	-	67,63	12386	-	19,5	10,0 - 20,0	0,4

Elaborado por: La autora

Tabla 92

Propiedades y parámetros del pozo 3 plataforma

Eficiencia	60%	DATOS		
Pa	100 Kn/m2			
Ns	1			
Nb	1			
Nh	60			
Nr	1	0,95	0,85	0,75

Descripción de la clasificación del suelo (SUCS)		
MH	Limo de alta plasticidad	Cohesivo
ML	Limo arenoso	Cohesivo
CH	Arcilla de alta plasticidad arenosa dura	Cohesivo
NP	No plástico	Granular

POZO 3 (PLATAFORMA)

							Lambe Whitman		Terzaghi y Peck (1948) Resistencia al corte no drenada					
N° Capas	**Prof. Inicial (m)**	**Prof. Final (m)**	**Nspt**	**Clasif. SUCS**	**N60**	**σ'v (kg/cm2)**	**CN**	**N1(60)**	**Cu (Kn/m2)**	**Cu (Kg/cm2)**	**Consistencia**	**Compacidad**	**CI**	**Resistencia a la compresión simple, qu (kN/m2)**
1	0,50	1,00	21	ML	15,75	0,209	2,188	34,45	211,08	1,0 - 2,0	Muy Rígida	-	1,0 - 1,50	150,0 - 400,0
2	1,50	2,00	3	ML	2,25	0,367	1,651	3,71	52,00	0,125 - 0,25	Blanda	-	0,75 - 1,0	25 - 80
3	2,50	3,00	6	ML	4,50	0,545	1,354	6,09	85,65	0,25 - 0,50	Media	-	0,5 - 0,75	25 - 80
4	3,50	4,00	7	ML	5,25	0,724	1,175	6,17	95,70	0,25 - 0,50	Media	-	0,5 - 0,75	25 - 80
5	4,50	5,00	12	ML	10,20	0,923	1,041	10,62	154,38	0,50 - 1,0	Rígida	-	0,75 - 1,0	80 - 150

Karol 1960 TERZAGHI,K- PECK- MESRI, G. (1996) Soil Mechanics in Engineering Practice 3rd. Edition				Suelo sin Perturbacion		Suelo sin Perturbaciones	
	Prof. Inicial (m)	**Prof. Final (m)**	**Nspt**	**Cohesión (psf)**	**SUELO COHESIVO**	**Cohesión (psf)**	**SUELO INTERMEDIO**
	0,50	1,00	21	2000 - 4000	Muy rígido	100 - 1000	Medio
	1,50	2,00	3	250 - 500	Suave	100	Suelto
	2,50	3,00	6	500 - 1000	Firme	100	Suelto
	3,50	4,00	7	500 - 1000	Firme	100	Suelto
	4,50	5,00	12	1000 - 2000	Rígido	101 - 1000	Medio

							Meyerhof 19(	Varios autore:	Bowless	arena	N, Ip, E				
N° Capas	**Prof. Inicial (m)**	**Prof. Final (m)**	**Nspt**	**Clasif. SUCS**	**N60**	**N1(60)**	**Ø(grados)**	**C (Kn/m2)**	**C (Kg/cm2)**	**Dr(%)**	**E (KPa)**	**Su (kpa)**	**ɤ(KN/m3)**	**qc(Mpa)**	**υ**
1	0,50	1,00	21	ML	15,75	34,45	-	259,65	2,30	-	65100	300	20,5	3,0 - 6,0	0,49
2	1,50	2,00	3	ML	2,25	3,71	-	63,96	0,25	-	9600	37,5	15,5	0,5 - 1,5	0,49
3	2,50	3,00	6	ML	4,50	6,09	-	105,36	0,41	-	19260	75	17,5	0,5 - 1,5	0,49
4	3,50	4,00	7	ML	5,25	6,17	-	117,72	0,41	-	19250	75	17,5	0,5 - 1,5	0,49
5	4,50	5,00	12	ML	10,20	10,62	-	173,54	0,71	-	31200	150	19,5	1,5 - 3,0	0,49

Elaborado por: La autora

Tabla 93

Propiedades y parámetros del pozo 1 talud

Eficiencia	60%	DATOS		
Pa	100 Kn/m2			
Ns	1			
Nb	1			
Nh	60			
Nr	1	0,95	0,85	0,75

Descripción de la clasificación del suelo (SUCS)		
MH	Limo de alta plasticidad	Cohesivo
ML	Limo arenoso	Cohesivo
CH	Arcilla de alta plasticidad arenosa dura	Cohesivo
NP	No plástico	Granular

POZO 1 (TALUD)

							Lambe Whitman		Terzaghi y Peck (1948) Resistencia al corte no drenada					
N° Capas	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Nspt	Clasif. SUCS	N60	σ'v (kg/cm2)	CN	N1(60)	Cu (Kn/m2)	Cu (Kg/cm2)	Consistencia	Compacidad	CI	Resistencia a la compresión simple, qu (kN/m2)
1	0,50	0,80	2	NP	1,50	0,106	3,071	4,61	-	-	-	Muy suelta	-	-
2	0,80	1,00	2	ML	1,50	0,138	2,696	4,04	38,83	0,125 - 0,25	Blanda	-	0,5 - 0,75	25 - 80
3	1,50	2,00	12	ML	9,00	0,336	1,724	15,52	141,08	0,5 - 1,0	Rígida	-	0,75 - 1,0	80 - 150
4	2,50	3,00	3	ML	2,25	0,494	1,422	3,20	52,00	0,125 - 0,25	Blanda	-	0,5 - 0,75	25 - 80
5	3,50	3,90	5	ML	3,75	0,655	1,236	4,63	75,11	0,25 - 0,50	Media	-	0,5 - 0,75	25 - 80
6	4,50	5,00	9	ML	7,65	0,862	1,077	8,24	125,50	0,5 - 1,0	Rígida	-	0,75 - 1,0	80 - 150
7	5,50	6,00	13	ML	11,05	1,051	0,975	10,78	163,54	0,5 - 1,0	Rígida	-	0,75 - 1,0	80 - 150
8	6,50	7,00	10	ML	9,50	1,240	0,898	8,53	146,68	0,5 - 1,0	Rígida	-	0,75 - 1,0	80 - 150
9	7,50	8,00	9	ML	8,55	1,428	0,837	7,15	135,96	0,5 - 1,0	Rígida	-	0,75 - 1,0	80 - 150
10	8,50	9,00	35	ML	33,25	1,642	0,780	25,95	361,48	> 2	Dura	-	> 1,5	> 400
11	9,50	10,00	27	NP	25,65	1,831	0,739	18,96	-	-	-	Densa	-	-
12	10,50	11,00	46	ML	46	2,045	0,699	32,17	456,65	> 2	Dura	-	> 1,5	> 400
13	11,50	12,00	54	NP	54	2,254	0,666	35,97	-	-	-	Muy densa	-	-
14	12,50		R	NP	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

				Suelo sin Perturbacione		Suelo sin Perturbaciones	
Karol 1960 TERZAGHI,K- PECK- MESRI, G. (1996) Soil Mechanics in Engineering Practice 3rd. Edition - John Wiley and	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Nspt	Cohesión (psf)	SUELO COHESIVO	Cohesión (psf)	SUELO INTERMEDIO
	0,50	0,80	2	-	-	100	Suelto
	0,80	1,00	2	250 - 500	Suave	100	Suelto
	1,50	2,00	12	1000 - 2000	Rígido	100 - 1000	Medio
	2,50	3,00	3	250 - 500	Suave	100	Suelto
	3,50	3,90	5	500 - 1000	Firme	100	Suelto
	4,50	5,00	9	1000 - 2000	Rígido	100	Suelto
	5,50	6,00	13	1000 - 2000	Rígido	100 - 1000	Medio
	6,50	7,00	10	1000 - 2000	Rígido	100 - 1000	Medio
	7,50	8,00	9	1000 - 2000	Rígido	100	Suelto
	8,50	9,00	35	4000	Duro	1000	Denso
	9,50	10,00	27	-	-	100 - 1000	Medio
	10,50	11,00	46	4000	Duro	1000	Denso
	11,50	12,00	54	-	-	1000	Denso
	12,50		R	-	-	-	-

							Meyerhof 19	Varios autore	Bowless	arena	N, Ip, E				
N° Capas	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Nspt	Clasif. SUCS	N60	N1(60)	Ø(grados)	C (Kn/m2)	C (Kg/cm2)	Dr(%)	E (KPa)	Su (kpa)	ɤ(KN/m3)	qc(Mpa)	υ
1	0,50	0,80	2	NP	1,50	4,61	27,55	-	-	19,13	2303	-	13,00	0 - 2,50	0,4
2	0,80	1,00	2	ML	1,50	4,04	-	47,77	0,27	-	4800	37,5	15,5	0,5 - 1,5	0,49
3	1,50	2,00	12	ML	9,00	15,52	-	173,54	1,03	-	34440	150	19,5	1,5 - 3	0,49
4	2,50	3,00	3	ML	2,25	3,20	-	63,96	0,21	-	8790	37,5	15,5	0,5 - 1,5	0,49
5	3,50	3,90	5	ML	3,75	4,63	-	92,40	0,31	-	14500	75	17,5	0,5 - 1,5	0,49
6	4,50	5,00	9	ML	7,65	8,24	-	141,08	0,55	-	25200	150	19,5	1,5 - 3	0,49
7	5,50	6,00	13	ML	11,05	10,78	-	183,84	0,72	-	30550	150	19,5	1,5 - 3	0,49
8	6,50	7,00	10	ML	9,50	8,53	-	152,19	0,57	-	23200	150	19,5	1,5 - 3	0,49
9	7,50	8,00	9	ML	8,55	7,15	-	141,08	0,48	-	24300	150	19,5	1,5 - 3	0,49
10	8,50	9,00	35	ML	33,25	25,95	-	375,08	1,73	-	110250	405	22	> 6	0,49
11	9,50	10,00	27	NP	25,65	18,96	34,44	-	-	79,10	9478	-	19,5	10,0 - 20,0	0,4
12	10,50	11,00	46	ML	46	32,17	-	456,65	2,14	-	147200	405	22	> 6	0,49
13	11,50	12,00	54	NP	54	35,97	41,73	-	-	114,76	17985	-	21,5	> 20	0,4
14	12,50		R	NP	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

Elaborado por: La autora

Tabla 94

Propiedades y parámetros del pozo 2 talud

Eficiencia	60%	DATOS		
Pa	100 Kn/m2			
Ns	1			
Nb	1			
Nh	60			
Nr	1	0,95	0,85	0,75

Descripción de la clasificación del suelo (SUCS)		
MH	Limo de alta plasticidad	Cohesivo
ML	Limo arenoso	Cohesivo
CH	Arcilla de alta plasticidad arenosa dura	Cohesivo
NP	No plástico	Granular

POZO 2 (TALUD)

							Lambe Whitman		Terzaghi y Peck (1948) Resistencia al corte no drenada					
N° Capas	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Nspt	Clasif. SUCS	N60	σ'_v (kg/cm2)	CN	N1(60)	Cu (Kn/m2)	Cu (Kg/cm2)	Consistencia	Compacidad	CI	Resistencia a la compresión simple, qu (kN/m2)
1	0,50	1,00	6	ML	4,50	0,178	2,368	10,65	85,65	0,25 - 0,50	Media	-	0,5 - 0,75	25 - 80
2	1,50	2,00	4	ML	3,00	0,336	1,724	5,17	63,96	0,125 - 0,25	Blanda	-	0,5 - 0,75	25 - 80
3	2,50	3,00	5	ML	3,75	0,515	1,394	5,23	75,11	0,25 - 0,50	Media	-	0,5 - 0,75	25 - 80
4	3,50	4,00	7	ML	5,25	0,693	1,201	6,31	95,70	0,25 - 0,50	Media	-	0,5 - 0,75	25 - 80
5	4,50	4,80	7	ML	5,95	0,828	1,099	6,54	104,72	0,25 - 0,50	Media	-	0,5 - 0,75	25 - 80
6	5,50	6,00	10	ML	8,50	1,054	0,974	8,28	135,39	0,5 - 1,0	Rígida	-	0,75 - 1,0	80 - 150
7	6,50	7,00	3	ML	2,85	1,202	0,912	2,60	61,64	0,125 - 0,25	Blanda	-	0,5 - 0,75	25 - 80
8	7,50	8,00	16	NP	15,2	1,380	0,851	12,94	-	-	-	Media	-	-
9	8,50	8,75	33	ML	31,35	1,522	0,811	25,41	346,49	0,5 - 1,0	Dura	-	> 1,5	> 400
10	8,75	9,00	33	NP	31,35	1,569	0,798	25,03	-	-	-	Densa	-	-
11	9,50	10,00	20	ML	19	1,768	0,752	14,29	241,60	1,0 - 2,0	Muy Rígida	-	1,0 - 1,5	150 - 400
12	10,50	11,00	42	NP	42	1,956	0,715	30,03	-	-	-	Densa	-	-
13	11,50	12,00	72	NP	72	2,165	0,680	48,93	-	-	-	Muy densa	-	-

Karol 1960 TERZAGHI,K- PECK- MESRI, G. (1996) Soil Mechanics in Engineering Practice 3rd. Edition - John Wiley and				Suelo sin Perturbacione		Suelo sin Perturbaciones	
	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Nspt	Cohesión (psf)	SUELO COHESIVO	Cohesión (psf)	SUELO INTERMEDIO
	0,50	1,00	6	500 - 1000	Firme	100	Suelto
	1,50	2,00	4	250 - 500	Suave	100	Suelto
	2,50	3,00	5	500 - 1000	Firme	100	Suelto
	3,50	4,00	7	500 - 1000	Firme	100	Suelto
	4,50	4,80	7	500 - 1000	Firme	100	Suelto
	5,50	6,00	10	1000 - 2000	Rígido	100 - 1000	Medio
	6,50	7,00	3	250 - 500	Suave	100	Suelto
	7,50	8,00	16	-	-	100 - 1000	Medio
	8,50	8,75	33	4000	Duro	1000	Denso
	8,75	9,00	33	-	-	1000	Denso
	9,50	10,00	20	2000 - 4000	Muy rígido	100 - 1000	Medio
	10,50	11,00	42	-	-	1000	Denso
	11,50	12,00	72	-	-	1000	Denso

							Meyerhof 19	Varios autor	Bowless	arena	N, Ip, E				
N° Capas	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Nspt	Clasif. SUCS	N60	N1(60)	Ø(grados)	C (Kn/m2)	C (Kg/cm2)	Dr(%)	E (KPa)	Su (kpa)	ɤ(KN/m3)	qc(Mpa)	υ
1	0,50	1,00	6	ML	4,50	10,65	-	105,36	0,71	-	14400	75	17,5	0,5 - 1,5	0,49
2	1,50	2,00	4	ML	3,00	5,17	-	78,68	0,34	-	9560	37,5	15,5	0,5 - 1,5	0,49
3	2,50	3,00	5	ML	3,75	5,23	-	92,40	0,35	-	11500	75	17,5	0,5 - 1,5	0,49
4	3,50	4,00	7	ML	5,25	6,31	-	117,72	0,42	-	20440	75	17,5	0,5 - 1,5	0,49
5	4,50	4,80	7	ML	5,95	6,54	-	117,72	0,44	-	20300	75	17,5	0,5 - 1,5	0,49
6	5,50	6,00	10	ML	8,5	8,28	-	152,19	0,55	-	34000	150	19,5	1,5 - 3	0,49
7	6,50	7,00	3	ML	2,85	2,60	-	63,96	0,17	-	8250	37,5	15,5	0,5 - 1,5	0,49
8	7,50	8,00	16	NP	15,20	12,94	31,54	-	-	60,89	6469	-	18,5	5,0 - 10,0	0,4
9	8,50	8,75	33	ML	31,35	25,41	-	359,52	1,69	-	95700	150	19,5	1,5 - 3	0,49
10	8,75	9,00	33	NP	31,35	25,03	35,97	-	-	87,44	12515	-	19,5	10,0 - 20,0	0,4
11	9,50	10,00	20	ML	19	14,29	-	250,69	0,95	-	65000	300	20,5	3,0 - 6,0	0,49
12	10,50	11,00	42	NP	42	30,03	38,75	-	-	101,21	15015	-	19,5	10,0 - 20,0	0,4
13	11,50	12,00	72	NP	72	48,93	45,90	-	-	132,52	24466	-	21,5	> 20	0,4

Elaborado por: La autora

Tabla 95

Propiedades y parámetros del pozo 3 talud

Eficiencia	60%	DATOS		
Pa	100 Kn/m2			
Ns	1			
Nb	1			
Nh	60			
Nr	1	0,95	0,85	0,75

Descripción de la clasificación del suelo (SUCS)		
MH	Limo de alta plasticidad	Cohesivo
ML	Limo arenoso	Cohesivo
CH	Arcilla de alta plasticidad arenosa dura	Cohesivo
NP	No plástico	Granular

POZO 3 (TALUD)

							Lambe Whitman		Terzaghi y Peck (1948) Resistencia al corte no drenada					
N° Capas	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Nspt	Clasif. SUCS	N60	σ'v (kg/cm2)	CN	N1(60)	Cu (Kn/m2)	Cu (Kg/cm2)	Consistencia	Compacidad	CI	Resistencia a la compresión simple, qu (kN/m2)
1	0,50	1,00	3	ML	2,25	0,158	2,516	5,66	52,00	0,125 - 0,25	Blanda	-	0,5 - 0,75	25 - 80
2	1,50	2,00	2	ML	1,50	0,316	1,779	2,67	38,83	0,125 - 0,25	Blanda	-	0,5 - 0,75	25 - 80
3	2,50	3,00	4	ML	3,00	0,474	1,452	4,36	63,96	0,125 - 0,25	Blanda	-	0,5 - 0,75	25 - 80
4	3,50	4,00	5	ML	3,75	0,652	1,238	4,64	75,11	0,25 - 0,50	Media	-	0,5 - 0,75	25 - 80
5	4,50	5,00	6	ML	5,10	0,831	1,097	5,60	93,72	0,25 - 0,50	Media	-	0,5 - 0,75	25 - 80
6	5,50	6,00	13	ML	11,05	1,019	0,990	10,94	163,54	0,5 - 1,0	Rígida	-	0,75 - 1,0	80 - 150
7	6,50	7,00	7	ML	6,65	1,188	0,918	6,10	113,46	0,25 - 0,50	Media	-	0,5 - 0,75	25 - 80
8	7,50	8,00	5	ML	4,75	1,356	0,859	4,08	89,05	0,25 - 0,50	Media	-	0,5 - 0,75	25 - 80
9	8,50	9,00	5	ML	4,75	1,524	0,810	3,85	89,05	0,25 - 0,50	Media	-	0,5 - 0,75	25 - 80
10	9,50	10,00	19	ML	18,05	1,723	0,762	13,75	232,84	1,0 - 2,0	Muy Rígida	-	1,0 - 1,50	150 - 400
11	10,50	11,00	9	ML	9,00	1,911	0,723	6,51	141,08	0,5 - 1,0	Rígida	-	0,75 - 1,0	80 - 150
12	11,50	12,00	R	NP	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

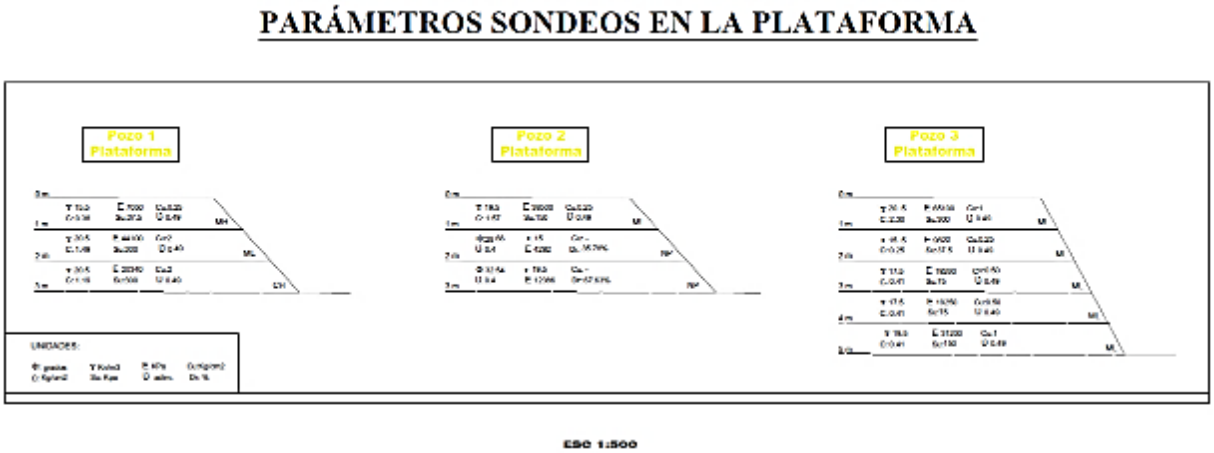
				Suelo sin Perturbacione		Suelo sin Perturbaciones	
Karol 1960 TERZAGHI,K- PECK- MESRI, G. (1996) Soil Mechanics in Engineering Practice 3rd. Edition - John Wiley and	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Nspt	Cohesión (psf)	SUELO COHESIVO	Cohesión (psf)	SUELO INTERMEDIO
	0,50	1,00	3	250 - 500	Suave	100	Suelto
	1,50	2,00	2	250 - 500	Suave	100	Suelto
	2,50	3,00	4	250 - 500	Suave	100	Suelto
	3,50	4,00	5	500 - 1000	Firme	100	Suelto
	4,50	5,00	6	500 - 1000	Firme	100	Suelto
	5,50	6,00	13	1000 - 2000	Rígido	100 - 1000	Medio
	6,50	7,00	7	500 - 1000	Firme	100	Suelto
	7,50	8,00	5	500 - 1000	Firme	100	Suelto
	8,50	9,00	5	500 - 1000	Firme	100	Suelto
	9,50	10,00	19	2000 - 4000	Muy rígido	100 - 1000	Medio
	10,50	11,00	9	1000 - 2000	Rígido	100	Suelto
	11,50	12,00	R	-	-	-	-

							Meyerhof 19	Varios autore	Bowless	arena	N, Ip, E				
N° Capas	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Nspt	Clasif. SUCS	N60	N1(60)	Ø(grados)	C (Kn/m2)	C (Kg/cm2)	Dr(%)	E (KPa)	Su (kpa)	ɤ(KN/m3)	qc(Mpa)	υ
1	0,50	1,00	3	ML	2,25	5,66	-	63,96	0,38	-	8250	37,5	15,5	0,5 - 1,5	0,49
2	1,50	2,00	2	ML	1,50	2,67	-	47,77	0,18	-	5300	37,5	15,5	0,5 - 1,5	0,49
3	2,50	3,00	4	ML	3,00	4,36	-	78,68	0,29	-	11040	37,5	15,5	0,5 - 1,5	0,49
4	3,50	4,00	5	ML	3,75	4,64	-	92,40	0,31	-	13500	75	17,5	0,5 - 1,5	0,49
5	4,50	5,00	6	ML	5,10	5,60	-	105,36	0,37	-	16560	75	17,5	0,5 - 1,5	0,49
6	5,50	6,00	13	ML	11,05	10,94	-	183,84	0,73	-	38610	150	19,5	1,5 - 3	0,49
7	6,50	7,00	7	ML	6,65	6,10	-	117,72	0,41	-	19040	75	17,5	0,5 - 1,5	0,49
8	7,50	8,00	5	ML	4,75	4,08	-	92,40	0,27	-	13700	75	17,5	0,5 - 1,5	0,49
9	8,50	9,00	5	ML	4,75	3,85	-	92,40	0,26	-	13800	75	17,5	0,5 - 1,5	0,49
10	9,50	10,00	19	ML	18,05	13,75	-	241,60	0,92	-	53200	300	20,5	3,0 - 6,0	0,49
11	10,50	11,00	9	ML	9	6,51	-	141,08	0,43	-	23400	150	19,5	1,5 - 3	0,49
12	11,50	12,00	R	NP	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

Elaborado por: La autora

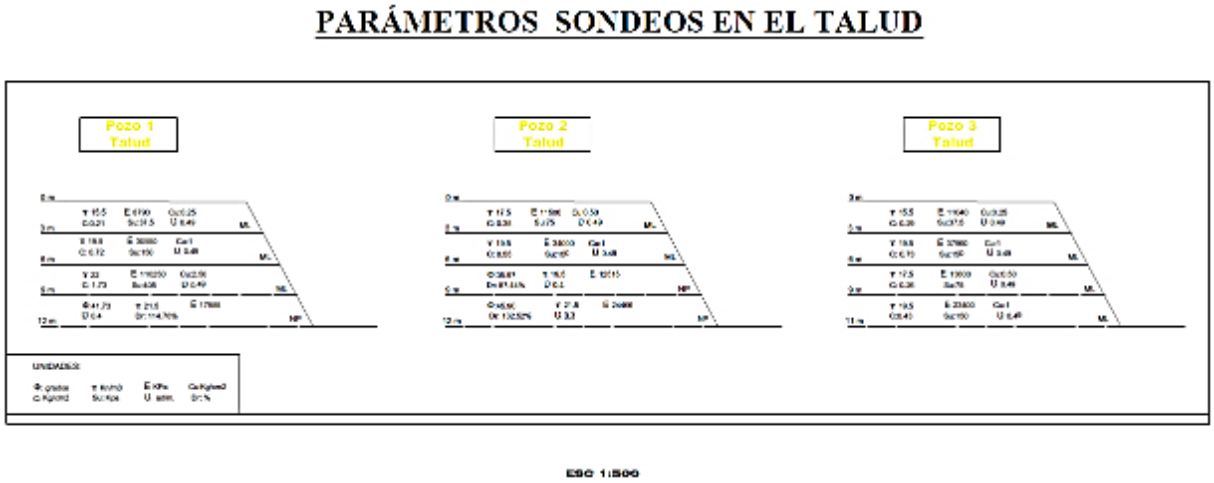
A continuación se muestra un resumen de los parámetros obtenidos para cada estrato en los sondeos ubicados en la plataforma y en el talud, ver ANEXO No 16.

Figura 88
Parámetros para cada estrato en la plataforma



Elaborado por: La autora

Figura 89
Parámetros para cada estrato en el talud



Elaborado por: La autora

7.3.1.2 *Planillas de perforaciones*

Una vez realizado todos los ensayos de suelos, en donde se obtuvo mediante diferentes correlaciones todos sus parámetros y propiedades de cada estrato, se procedió a realizar planillas de todas las perforaciones que se realizaron.

Además, estas planillas recogieron todos los datos posibles en campo y en laboratorio, en las cuales podemos observar los perfiles estratigráficos, en número de muestra, descripción visual del suelo, consistencia, número de golpes (Nspt), propiedades índices, granulometría y sus parámetros de cada estrato de suelo, ver ANEXO No 17.

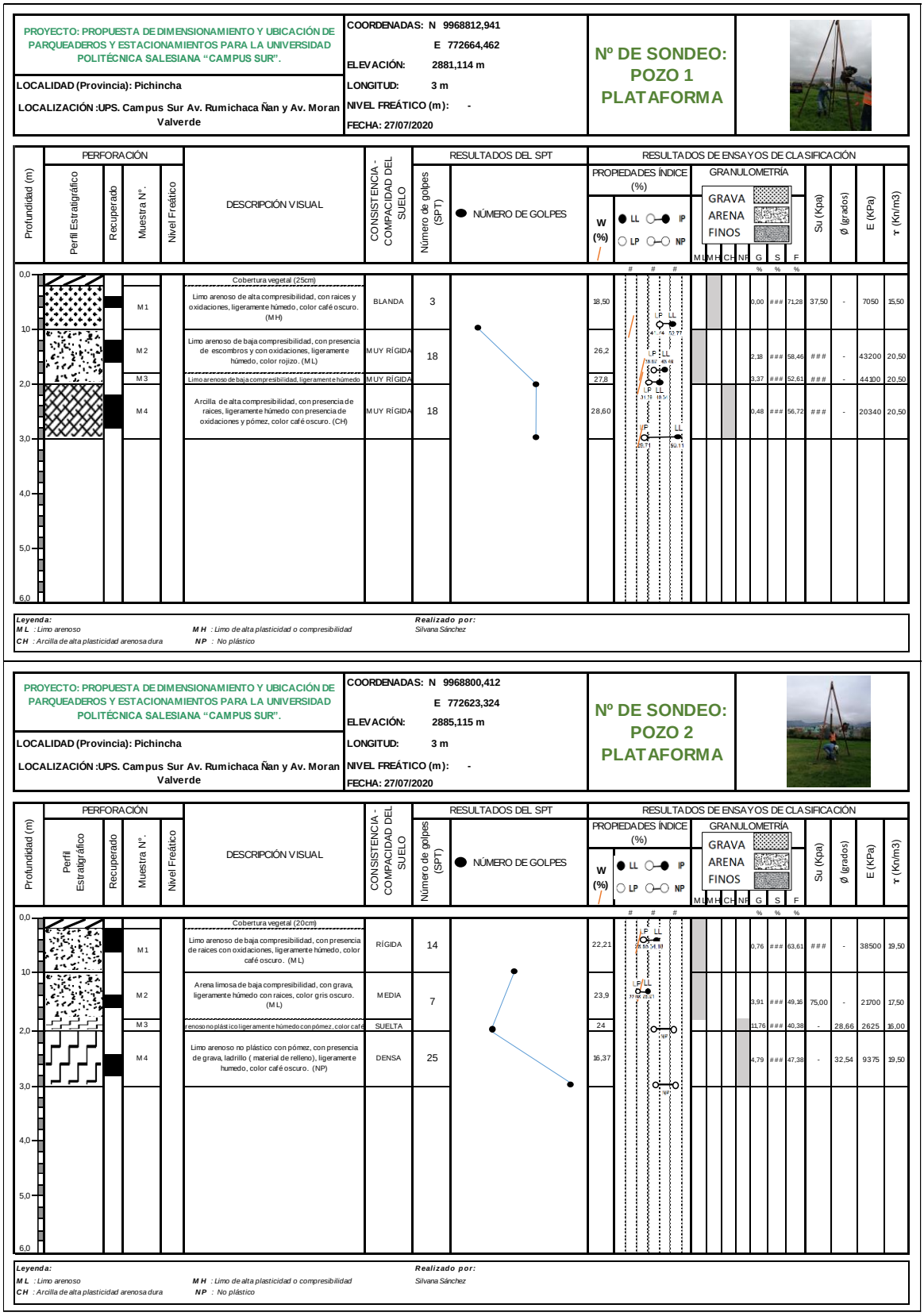
Con relación a la granulometría se debe saber que la suma de los tres componentes Grava + Arena + Finos debe resultar 100%, por lo tanto el porcentaje de grava va a ser el % retenido acumulado en el tamiz # 4, el porcentaje de finos va a ser el % que pasa del tamiz # 200 y la arena es la diferencia de (100-Grava-Finos); o a su vez también se puede obtener restando el porcentaje acumulado en tamiz #4 - el porcentaje acumulado en tamiz # 200.

ANEXO No 17: Planillas de perforaciones

En las siguientes figuras, se muestra las planillas de perforaciones de los diferentes sondeos que se realizó en el área de estudio.

Figura 90

Planilla de perforación pozo 1 y pozo 2 plataforma



PROYECTO: PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR".

LOCALIDAD (Provincia): Pichincha

LOCALIZACIÓN :UPS. Campus Sur Av. Rumichaca Ñan y Av. Moran Valverde

COORDENADAS: N 9968812,941
E 772664,462
ELEVACIÓN: 2881,114 m
LONGITUD: 3 m
NIVEL FREÁTICO (m): -
FECHA: 27/07/2020

Nº DE SONDEO: POZO 1 PLATAFORMA

Profundidad (m)	Muestra N°.	DESCRIPCIÓN VISUAL	CONSISTENCIA - COMPACIDAD DEL SUELO	Número de golpes (SPT)	W (%)	G %	S %	F %	Su (Kpa)	Ø (grados)	E (KPa)	ɤ (Kn/m3)
		Cobertura vegetal (25cm)										
0,0–1,0	M 1	Limo arenoso de alta compresibilidad, con raices y oxidaciones, ligeramente húmedo, color café oscuro. (MH)	BLANDA	3	18,50	0,00	###	71,28	37,50	-	7050	15,50
1,0–2,0	M 2	Limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de escombros y con oxidaciones, ligeramente húmedo, color rojizo. (ML)	MUY RÍGIDA	18	26,2	2,18	###	58,46	###	-	43200	20,50
2,0	M 3	Limo arenoso de baja compresibilidad, ligeramente húmedo	MUY RÍGIDA		27,8	3,37	###	52,61	###	-	44100	20,50
2,0–3,0	M 4	Arcilla de alta compresibilidad, con presencia de raices, ligeramente húmedo con presencia de oxidaciones y pómez, color café oscuro. (CH)	MUY RÍGIDA	18	28,60	0,48	###	56,72	###	-	20340	20,50

Leyenda:
ML : Limo arenoso
MH : Limo de alta plasticidad o compresibilidad
CH : Arcilla de alta plasticidad arenosa dura
NP : No plástico

Realizado por: Silvana Sánchez

PROYECTO: PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR".

LOCALIDAD (Provincia): Pichincha

LOCALIZACIÓN :UPS. Campus Sur Av. Rumichaca Ñan y Av. Moran Valverde

COORDENADAS: N 9968800,412
E 772623,324
ELEVACIÓN: 2885,115 m
LONGITUD: 3 m
NIVEL FREÁTICO (m): -
FECHA: 27/07/2020

Nº DE SONDEO: POZO 2 PLATAFORMA

Profundidad (m)	Muestra N°.	DESCRIPCIÓN VISUAL	CONSISTENCIA - COMPACIDAD DEL SUELO	Número de golpes (SPT)	W (%)	G %	S %	F %	Su (Kpa)	Ø (grados)	E (KPa)	ɤ (Kn/m3)
		Cobertura vegetal (20cm)										
0,0–1,0	M 1	Limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de raices con oxidaciones, ligeramente húmedo, color café oscuro. (ML)	RÍGIDA	14	22,21	0,76	###	63,61	###	-	38500	19,50
1,0–2,0	M 2	Arena limosa de baja compresibilidad, con grava, ligeramente húmedo con raices, color gris oscuro. (ML)	MEDIA	7	23,9	3,91	###	49,16	75,00	-	21700	17,50
2,0	M 3	renoso no plástico ligeramente húmedo con pómez, color café	SUELTA		24	11,76	###	40,38	-	28,66	2625	16,00
2,0–3,0	M 4	Limo arenoso no plástico con pómez, con presencia de grava, ladrillo (material de relleno), ligeramente humedo, color café oscuro. (NP)	DENSA	25	16,37	4,79	###	47,38	-	32,54	9375	19,50

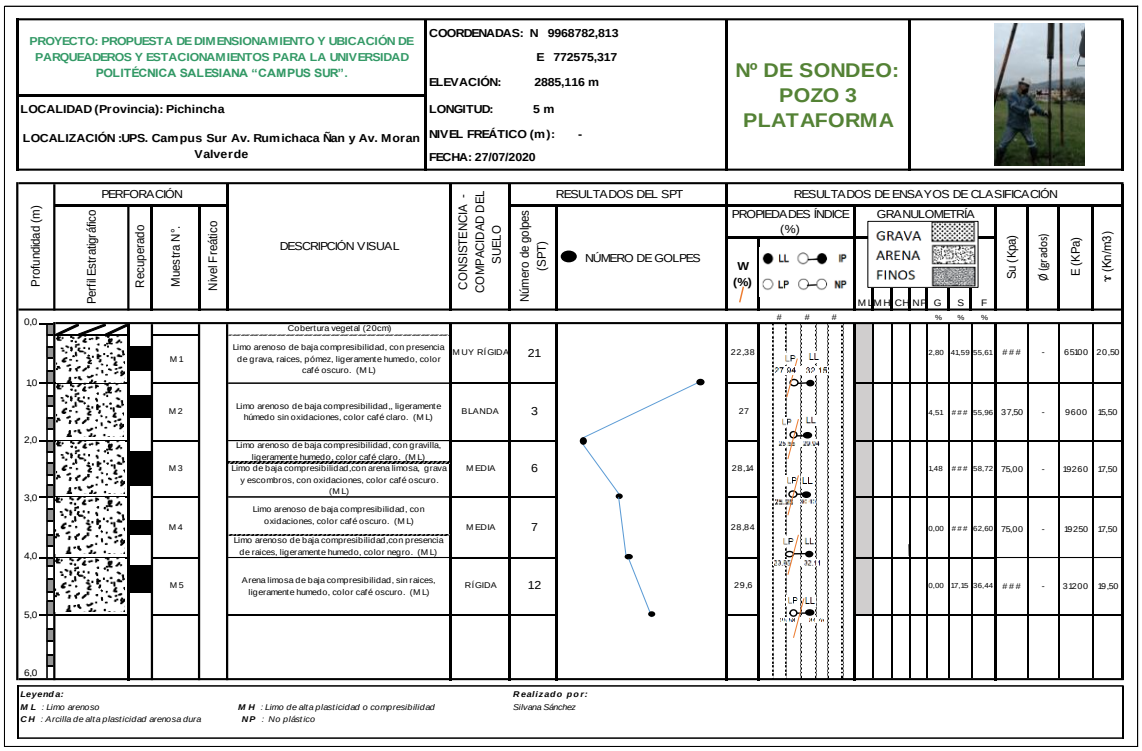
Leyenda:
ML : Limo arenoso
MH : Limo de alta plasticidad o compresibilidad
CH : Arcilla de alta plasticidad arenosa dura
NP : No plástico

Realizado por: Silvana Sánchez

Elaborado por: La autora

Figura 91

Planilla de perforación pozo 3 plataforma



PROYECTO: PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR".

LOCALIDAD (Provincia): Pichincha

LOCALIZACIÓN :UPS. Campus Sur Av. Rumichaca Ñan y Av. Moran Valverde

COORDENADAS: N 9968782,813
E 772575,317
ELEVACIÓN: 2885,116 m
LONGITUD: 5 m
NIVEL FREÁTICO (m): -
FECHA: 27/07/2020

Nº DE SONDEO: POZO 3 PLATAFORMA

Profundidad (m)	Muestra N°.	DESCRIPCIÓN VISUAL	CONSISTENCIA - COMPACIDAD DEL SUELO	Número de golpes (SPT)	W (%)	LL	LP	IP	NP	G %	S %	F %	Su (Kpa)	Ø (grados)	E (KPa)	τ (Kn/m3)
0,0		Cobertura vegetal (20cm)														
1,0	M 1	Limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de grava, raices, pómez, ligeramente humedo, color café oscuro. (ML)	MUY RÍGIDA	21	22,38	37,18	27,94			2,80	41,59	55,61	###	-	65100	20,50
2,0	M 2	Limo arenoso de baja compresibilidad,, ligeramente húmedo sin oxidaciones, color café claro. (ML)	BLANDA	3	27		25,55	29,54		4,51	###	55,96	37,50	-	9600	15,50
3,0	M 3	Limo arenoso de baja compresibilidad, con gravilla, ligeramente humedo, color café claro. (ML) Limo de baja compresibilidad,con arena limosa, grava y escombros, con oxidaciones, color café oscuro. (ML)	MEDIA	6	28,14		25,88			1,48	###	58,72	75,00	-	19260	17,50
4,0	M 4	Limo arenoso de baja compresibilidad, con oxidaciones, color café oscuro. (ML) Limo arenoso de baja compresibilidad,con presencia de raices, ligeramente humedo, color negro. (ML)	MEDIA	7	28,84		33,67	33,11		0,00	###	62,60	75,00	-	19250	17,50
5,0	M 5	Arena limosa de baja compresibilidad, sin raices, ligeramente humedo, color café oscuro. (ML)	RÍGIDA	12	29,6		31,54	37,46		0,00	17,15	36,44	###	-	31200	19,50
6,0																

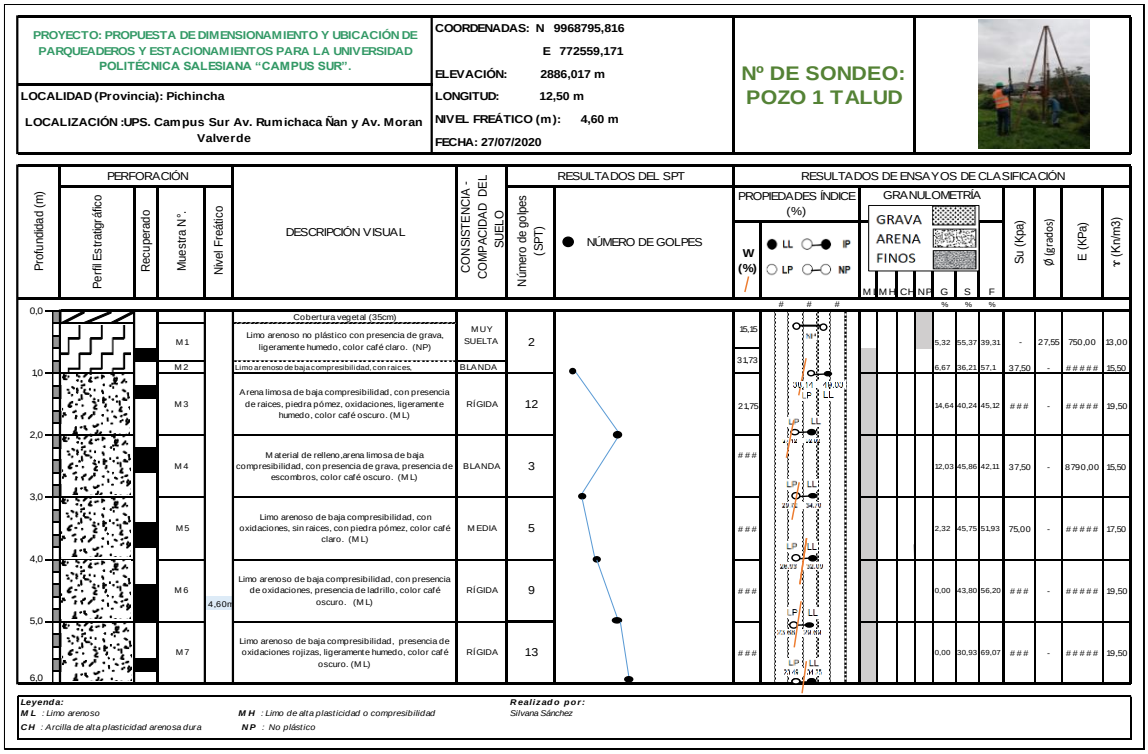
Leyenda:
ML : Limo arenoso
CH : Arcilla de alta plasticidad arenosa dura
MH : Limo de alta plasticidad o compresibilidad
NP : No plástico

Realizado por:
Silvana Sánchez

Elaborado por: La autora

Figura 92

Planilla de perforación pozo 1 talud



PROYECTO: PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR".

LOCALIDAD (Provincia): Pichincha

LOCALIZACIÓN :UPS. Campus Sur Av. Rumichaca Ñan y Av. Moran Valverde

COORDENADAS: N 9968795,816
E 772559,171
ELEVACIÓN: 2886,017 m
LONGITUD: 12,50 m
NIVEL FREÁTICO (m): 4,60 m
FECHA: 27/07/2020

Nº DE SONDEO: POZO 1 TALUD

Profundidad (m)	Muestra N°.	DESCRIPCIÓN VISUAL	CONSISTENCIA - COMPACIDAD DEL SUELO	Número de golpes (SPT)	W (%)	LL	LP	IP	NP	G %	S %	F %	Su (Kpa)	Ø (grados)	E (KPa)	τ (Kn/m3)
0,0		Cobertura vegetal (35cm)														
	M 1	Limo arenoso no plástico con presencia de grava, ligeramente humedo, color café claro. (NP)	MUY SUELTA	2	15,15					5,32	55,37	39,31	-	27,55	750,00	13,00
	M 2	Limo arenoso de baja compresibilidad, con raices,	BLANDA		31,73					6,67	36,21	57,1	37,50	-	#####	15,50
1,0	M 3	Arena limosa de baja compresibilidad, con presencia de raices, piedra pómez, oxidaciones, ligeramente humedo, color café oscuro. (ML)	RÍGIDA	12	21,75	19,03	30,14			14,64	40,24	45,12	###	-	#####	19,50
2,0	M 4	Material de relleno,arena limosa de baja compresibilidad, con presencia de grava, presencia de escombros, color café oscuro. (ML)	BLANDA	3	###		24,12			12,03	45,86	42,11	37,50	-	8790,00	15,50
3,0	M 5	Limo arenoso de baja compresibilidad, con oxidaciones, sin raices, con piedra pómez, color café claro. (ML)	MEDIA	5	###		33,46			2,32	45,75	51,93	75,00	-	#####	17,50
4,0	M 6	Limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de oxidaciones, presencia de ladrillo, color café oscuro. (ML)	RÍGIDA	9	###		26,03			0,00	43,80	56,20	###	-	#####	19,50
5,0	M 7	Limo arenoso de baja compresibilidad, presencia de oxidaciones rojizas, ligeramente humedo, color café oscuro. (ML)	RÍGIDA	13	###		33,46			0,00	30,93	69,07	###	-	#####	19,50
6,0																

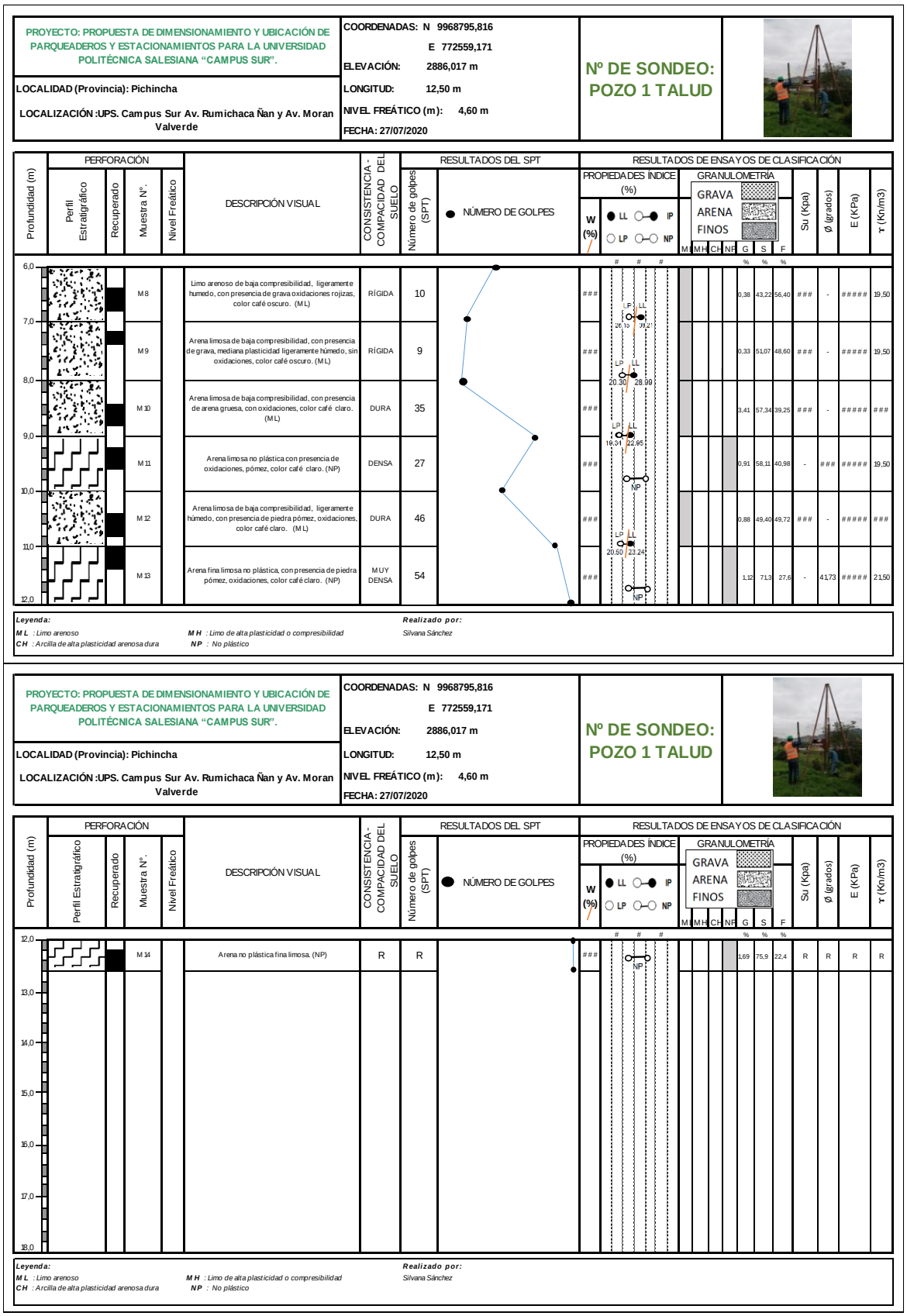
Leyenda:
ML : Limo arenoso
CH : Arcilla de alta plasticidad arenosa dura
MH : Limo de alta plasticidad o compresibilidad
NP : No plástico

Realizado por:
Silvana Sánchez

Elaborado por: La autora

Figura 93

Planilla de perforación pozo 1 talud



PROYECTO: PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR".

LOCALIDAD (Provincia): Pichincha

LOCALIZACIÓN :UPS. Campus Sur Av. Rumichaca Ñan y Av. Moran Valverde

COORDENADAS: N 9968795,816
E 772559,171
ELEVACIÓN: 2886,017 m
LONGITUD: 12,50 m
NIVEL FREÁTICO (m): 4,60 m
FECHA: 27/07/2020

Nº DE SONDEO: POZO 1 TALUD

Profundidad (m)	Perfil Estratigráfico	Recuperado	Muestra Nº.	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN VISUAL	CONSISTENCIA - COMPACIDAD DEL SUELO	Número de golpes (SPT)	W (%)	LL	LP	IP	NP	M	MH	CH	NP	G %	S %	F %	Su (Kpa)	Ø (grados)	E (KPa)	ϒ (Kn/m3)
6,0–7,0		■	M 8		Limo arenoso de baja compresibilidad, ligeramente humedo, con presencia de grava oxidaciones rojizas, color café oscuro. (ML)	RÍGIDA	10	###	26,10	20,21	5,89						0,38	43,22	56,40	###	-	#####	19,50
7,0–8,0		■	M 9		Arena limosa de baja compresibilidad, con presencia de grava, mediana plasticidad ligeramente humedo, sin oxidaciones, color café oscuro. (ML)	RÍGIDA	9	###	20,30	28,00	7,70						0,33	51,07	48,60	###	-	#####	19,50
8,0–9,0		■	M 10		Arena limosa de baja compresibilidad, con presencia de arena gruesa, con oxidaciones, color café claro. (ML)	DURA	35	###	19,34	22,95	3,61						3,41	57,34	39,25	###	-	#####	###
9,0–10,0		■	M 11		Arena limosa no plástica con presencia de oxidaciones, pómez, color café claro. (NP)	DENSA	27	###				NP					0,91	58,11	40,98	-	###	#####	19,50
10,0–11,0		■	M 12		Arena limosa de baja compresibilidad, ligeramente húmedo, con presencia de piedra pómez, oxidaciones, color café claro. (ML)	DURA	46	###	20,60	23,24	2,64						0,88	49,40	49,72	###	-	#####	###
11,0–12,0		■	M 13		Arena fina limosa no plástica, con presencia de piedra pómez, oxidaciones, color café claro. (NP)	MUY DENSA	54	###				NP					1,12	71,3	27,6	-	41,73	#####	21,50

Leyenda:
ML : Limo arenoso
CH : Arcilla de alta plasticidad arenosa dura
MH : Limo de alta plasticidad o compresibilidad
NP : No plástico

Realizado por:
Silvana Sánchez

PROYECTO: PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR".

LOCALIDAD (Provincia): Pichincha

LOCALIZACIÓN :UPS. Campus Sur Av. Rumichaca Ñan y Av. Moran Valverde

COORDENADAS: N 9968795,816
E 772559,171
ELEVACIÓN: 2886,017 m
LONGITUD: 12,50 m
NIVEL FREÁTICO (m): 4,60 m
FECHA: 27/07/2020

Nº DE SONDEO: POZO 1 TALUD

Profundidad (m)	Perfil Estratigráfico	Recuperado	Muestra Nº.	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN VISUAL	CONSISTENCIA - COMPACIDAD DEL SUELO	Número de golpes (SPT)	W (%)	LL	LP	IP	NP	M	MH	CH	NP	G %	S %	F %	Su (Kpa)	Ø (grados)	E (KPa)	ϒ (Kn/m3)
12,0		■	M 14		Arena no plástica fina limosa. (NP)	R	R	###				NP					1,69	75,9	22,4	R	R	R	R
13,0																							
14,0																							
15,0																							
16,0																							
17,0																							
18,0																							

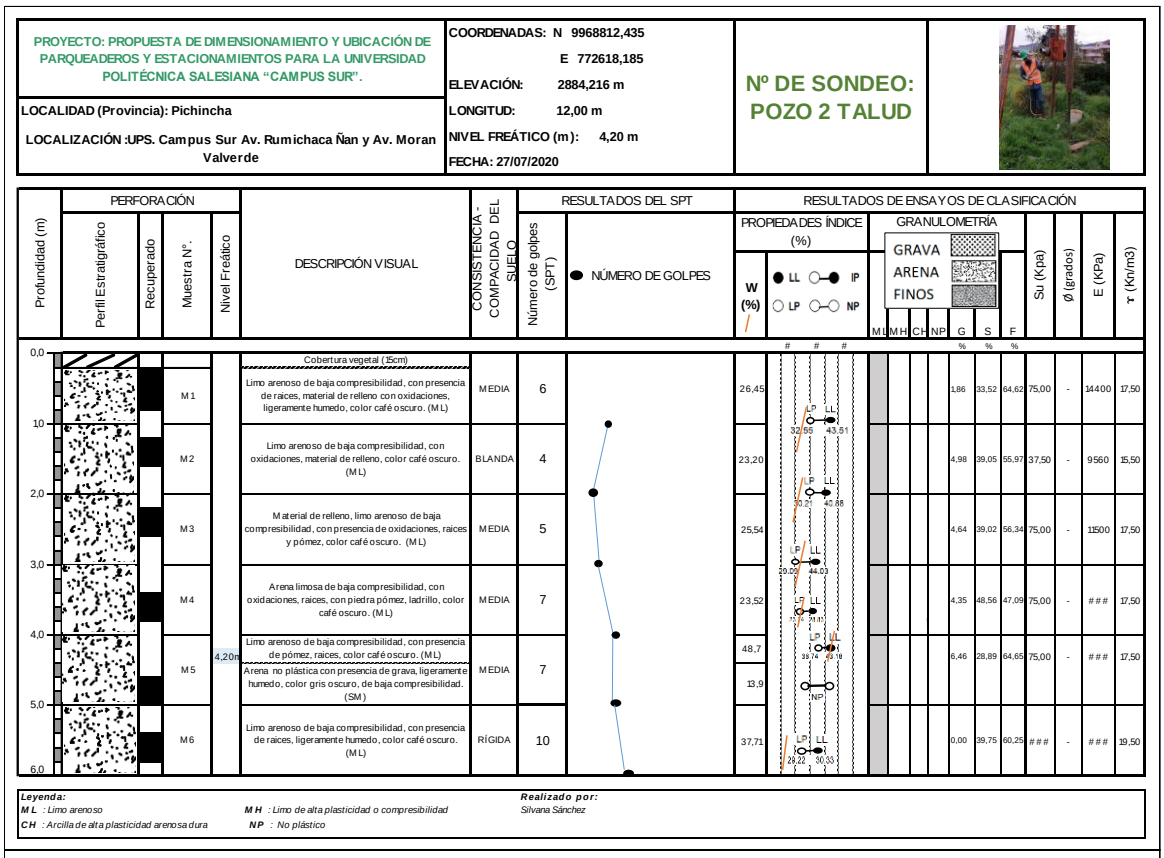
Leyenda:
ML : Limo arenoso
CH : Arcilla de alta plasticidad arenosa dura
MH : Limo de alta plasticidad o compresibilidad
NP : No plástico

Realizado por:
Silvana Sánchez

Elaborado por: La autora

Figura 94

Planilla de perforación pozo 2 talud



PROYECTO: PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR".

LOCALIDAD (Provincia): Pichincha

LOCALIZACIÓN :UPS. Campus Sur Av. Rumichaca Ñan y Av. Moran Valverde

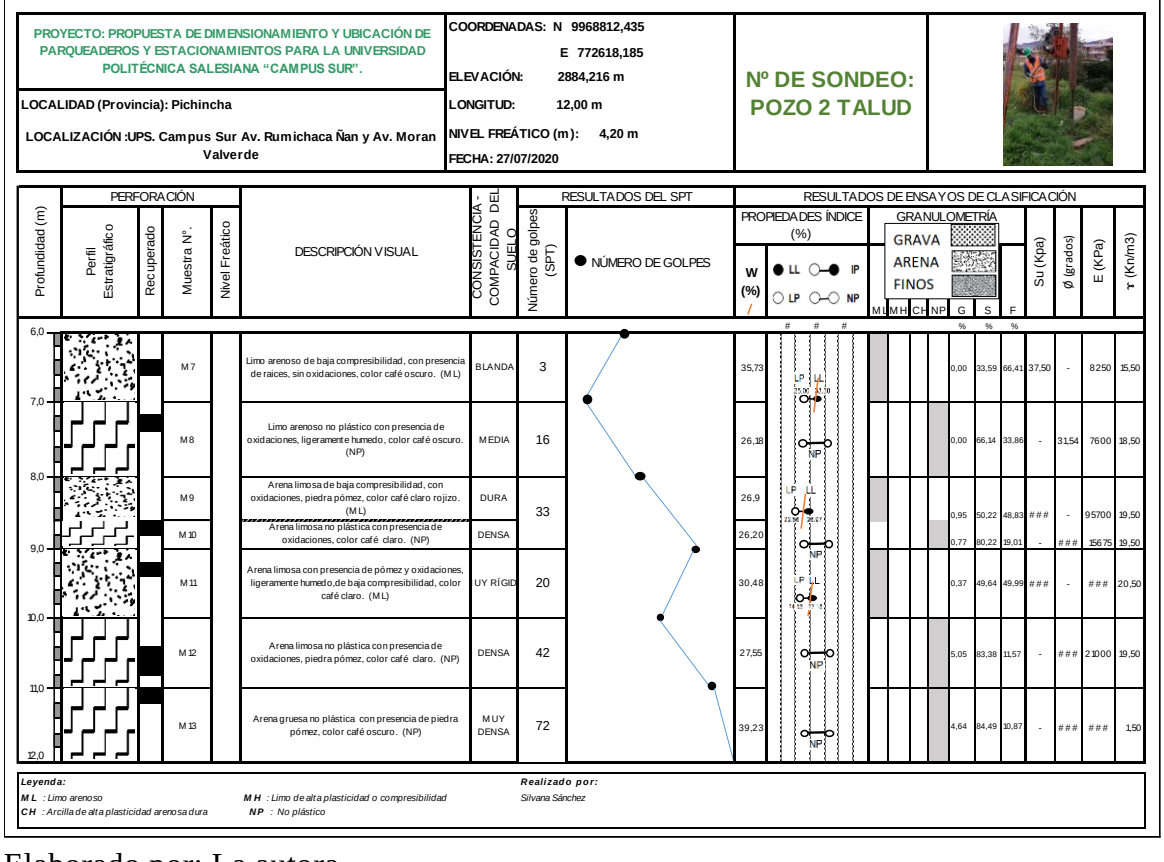
COORDENADAS: N 9968812,435
E 772618,185
ELEVACIÓN: 2884,216 m
LONGITUD: 12,00 m
NIVEL FREÁTICO (m): 4,20 m
FECHA: 27/07/2020

Nº DE SONDEO: POZO 2 TALUD

Profundidad (m)	Muestra Nº.	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN VISUAL	CONSISTENCIA - COMPACIDAD DEL SUELO	Número de golpes (SPT)	W (%)	LL	LP	IP	NP	M L	M H	C H	N P	G %	S %	F %	Su (Kpa)	Ø (grados)	E (KPa)	ɤ (Kn/m3)
0,0			Cobertura vegetal (15cm)																		
1,0	M 1		Limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de raices, material de relleno con oxidaciones, ligeramente humedo, color café oscuro. (ML)	MEDIA	6	26,45	32,55	26,22	6,33						1,86	33,52	64,62	75,00	-	14400	17,50
2,0	M 2		Limo arenoso de baja compresibilidad, con oxidaciones, material de relleno, color café oscuro. (ML)	BLANDA	4	23,20	43,51	30,21	13,30						4,98	39,05	55,97	37,50	-	9560	15,50
3,0	M 3		Material de relleno, limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de oxidaciones, raices y pómez, color café oscuro. (ML)	MEDIA	5	25,54	40,88	29,09	11,79						4,64	39,02	56,34	75,00	-	11500	17,50
4,0	M 4		Arena limosa de baja compresibilidad, con oxidaciones, raices, con piedra pómez, ladrillo, color café oscuro. (ML)	MEDIA	7	23,52	44,03	31,74	12,29						4,35	48,56	47,09	75,00	-	###	17,50
	M 5	4,20m	Limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de pómez, raices, color café oscuro. (ML)	MEDIA	7	48,7	51,81	39,74	12,07						6,46	28,89	64,65	75,00	-	###	17,50
			Arena no plástica con presencia de grava, ligeramente humedo, color gris oscuro, de baja compresibilidad. (SM)			13,9	43,19		NP												
5,0	M 6		Limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de raices, ligeramente humedo, color café oscuro. (ML)	RÍGIDA	10	37,71	30,55	26,22	4,33						0,00	39,75	60,25	###	-	###	19,50
6,0																					

Leyenda:
M L : Limo arenoso
C H : Arcilla de alta plasticidad arenosa dura
M H : Limo de alta plasticidad o compresibilidad
N P : No plástico

Realizado por:
Silvana Sánchez



PROYECTO: PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR".

LOCALIDAD (Provincia): Pichincha

LOCALIZACIÓN :UPS. Campus Sur Av. Rumichaca Ñan y Av. Moran Valverde

COORDENADAS: N 9968812,435
E 772618,185
ELEVACIÓN: 2884,216 m
LONGITUD: 12,00 m
NIVEL FREÁTICO (m): 4,20 m
FECHA: 27/07/2020

Nº DE SONDEO: POZO 2 TALUD

Profundidad (m)	Muestra Nº.	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN VISUAL	CONSISTENCIA - COMPACIDAD DEL SUELO	Número de golpes (SPT)	W (%)	LL	LP	IP	NP	M L	M H	C H	N P	G %	S %	F %	Su (Kpa)	Ø (grados)	E (KPa)	ɤ (Kn/m3)
6,0	M 7		Limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de raices, sin oxidaciones, color café oscuro. (ML)	BLANDA	3	35,73	37,30	25,00	12,30						0,00	33,59	66,41	37,50	-	8250	15,50
7,0	M 8		Limo arenoso no plástico con presencia de oxidaciones, ligeramente humedo, color café oscuro. (NP)	MEDIA	16	26,18			NP						0,00	66,14	33,86	-	31,54	7600	18,50
8,0	M 9		Arena limosa de baja compresibilidad, con oxidaciones, piedra pómez, color café claro rojizo. (ML)	DURA	33	26,9	26,67	22,86	3,81						0,95	50,22	48,83	###	-	95700	19,50
	M 10		Arena limosa no plástica con presencia de oxidaciones, color café claro. (NP)	DENSA		26,20			NP						0,77	80,22	19,01	-	###	15675	19,50
9,0	M 11		Arena limosa con presencia de pómez y oxidaciones, ligeramente humedo,de baja compresibilidad, color café claro. (ML)	UY RÍGID	20	30,48	31,5	14,75	16,75						0,37	49,64	49,99	###	-	###	20,50
10,0	M 12		Arena limosa no plástica con presencia de oxidaciones, piedra pómez, color café claro. (NP)	DENSA	42	27,55			NP						5,05	83,38	11,57	-	###	21000	19,50
11,0	M 13		Arena gruesa no plástica con presencia de piedra pómez, color café oscuro. (NP)	MUY DENSA	72	39,23			NP						4,64	84,49	10,87	-	###	###	1,50
12,0																					

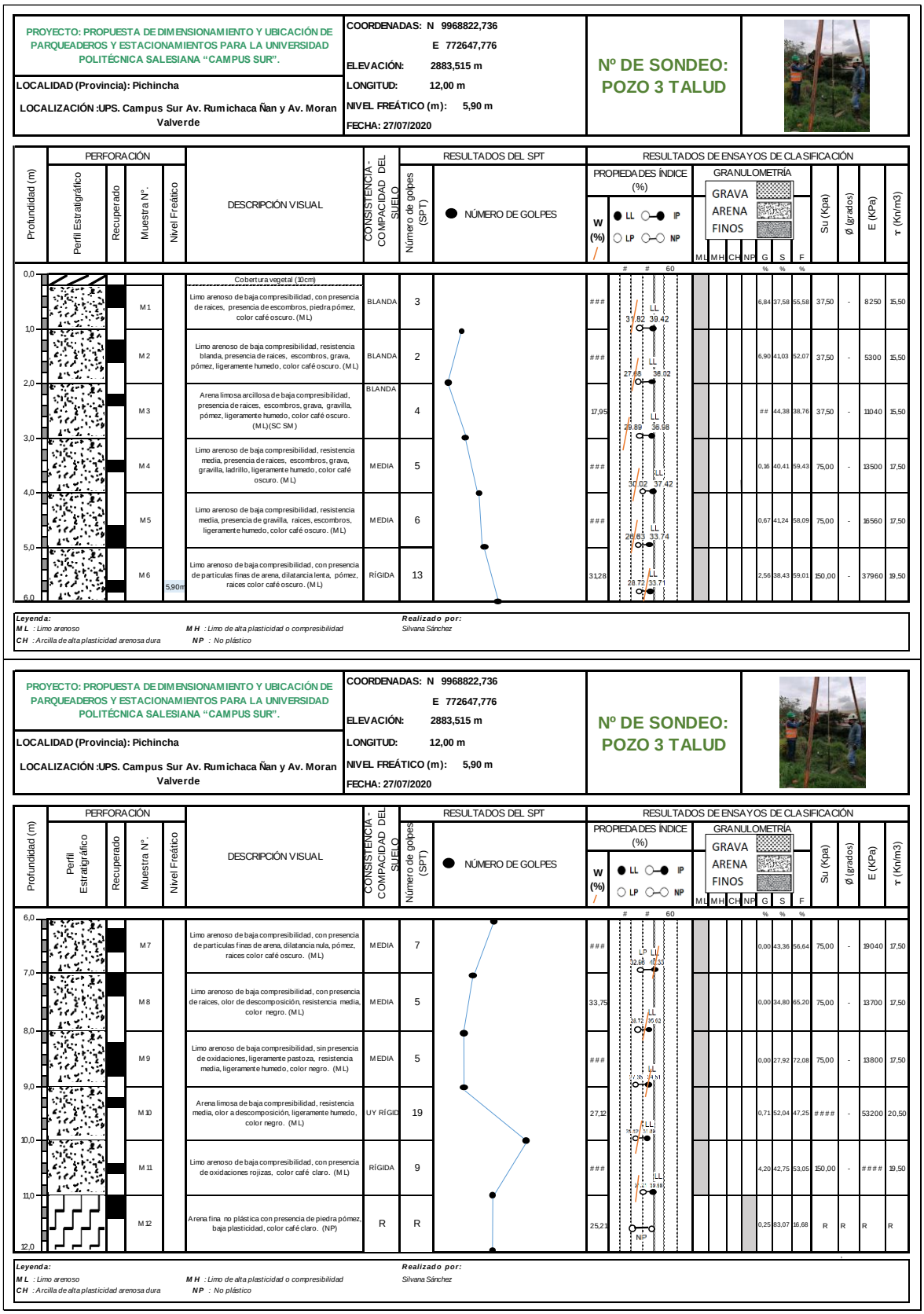
Leyenda:
M L : Limo arenoso
C H : Arcilla de alta plasticidad arenosa dura
M H : Limo de alta plasticidad o compresibilidad
N P : No plástico

Realizado por:
Silvana Sánchez

Elaborado por: La autora

Figura 95

Planilla de perforación pozo 3 talud



PROYECTO: PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR".

LOCALIDAD (Provincia): Pichincha

LOCALIZACIÓN :UPS. Campus Sur Av. Rumichaca Ñan y Av. Moran Valverde

COORDENADAS: N 9968822,736
E 772647,776
ELEVACIÓN: 2883,515 m
LONGITUD: 12,00 m
NIVEL FREÁTICO (m): 5,90 m
FECHA: 27/07/2020

Nº DE SONDEO: POZO 3 TALUD

Profundidad (m)	Muestra Nº.	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN VISUAL	CONSISTENCIA - COMPACIDAD DEL SUELO	Número de golpes (SPT)	W (%)	LL	IP	LP	NP	G (%)	S (%)	F (%)	Su (Kpa)	Ø (grados)	E (KPa)	τ (Kn/m3)
0,0			Cobertura vegetal (10cm)														
1,0	M 1		Limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de raices, presencia de escombros, piedra pómez, color café oscuro. (ML)	BLANDA	3	###	39,42	31,82			6,84	37,58	55,58	37,50	-	8250	15,50
2,0	M 2		Limo arenoso de baja compresibilidad, resistencia blanda, presencia de raices, escombros, grava, pómez, ligeramente humedo, color café oscuro. (ML)	BLANDA	2	###	36,02	27,68			6,90	41,03	52,07	37,50	-	5300	15,50
3,0	M 3		Arena limosa arcillosa de baja compresibilidad, presencia de raices, escombros, grava, gravilla, pómez, ligeramente humedo, color café oscuro. (ML)(SC SM)	BLANDA	4	17,95	36,98	29,89			##	44,38	38,76	37,50	-	11040	15,50
4,0	M 4		Limo arenoso de baja compresibilidad, resistencia media, presencia de raices, escombros, grava, gravilla, ladrillo, ligeramente humedo, color café oscuro. (ML)	MEDIA	5	###	37,42	30,02			0,16	40,41	59,43	75,00	-	13500	17,50
5,0	M 5		Limo arenoso de baja compresibilidad, resistencia media, presencia de gravilla, raices, escombros, ligeramente humedo, color café oscuro. (ML)	MEDIA	6	###	33,74	26,63			0,67	41,24	58,09	75,00	-	16560	17,50
6,0	M 6	5,90m	Limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de particulas finas de arena, dilatancia lenta, pómez, raices color café oscuro. (ML)	RÍGIDA	13	31,28	33,71	28,72			2,56	38,43	59,01	150,00	-	37960	19,50

Leyenda:
ML : Limo arenoso
MH : Limo de alta plasticidad o compresibilidad
CH : Arcilla de alta plasticidad arenosa dura
NP : No plástico

Realizado por:
Silvana Sánchez

PROYECTO: PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR".

LOCALIDAD (Provincia): Pichincha

LOCALIZACIÓN :UPS. Campus Sur Av. Rumichaca Ñan y Av. Moran Valverde

COORDENADAS: N 9968822,736
E 772647,776
ELEVACIÓN: 2883,515 m
LONGITUD: 12,00 m
NIVEL FREÁTICO (m): 5,90 m
FECHA: 27/07/2020

Nº DE SONDEO: POZO 3 TALUD

Profundidad (m)	Muestra Nº.	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN VISUAL	CONSISTENCIA - COMPACIDAD DEL SUELO	Número de golpes (SPT)	W (%)	LL	IP	LP	NP	G (%)	S (%)	F (%)	Su (Kpa)	Ø (grados)	E (KPa)	τ (Kn/m3)
6,0	M 7		Limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de particulas finas de arena, dilatancia nula, pómez, raices color café oscuro. (ML)	MEDIA	7	###	40,30	32,46	LP		0,00	43,36	56,64	75,00	-	19040	17,50
7,0	M 8		Limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de raices, olor de descomposición, resistencia media, color negro. (ML)	MEDIA	5	33,75	35,62	28,72			0,00	34,80	65,20	75,00	-	13700	17,50
8,0	M 9		Limo arenoso de baja compresibilidad, sin presencia de oxidaciones, ligeramente pastoza, resistencia media, ligeramente humedo, color negro. (ML)	MEDIA	5	###	34,51	27,35			0,00	27,92	72,08	75,00	-	13800	17,50
9,0	M 10		Arena limosa de baja compresibilidad, resistencia media, olor a descomposición, ligeramente humedo, color negro. (ML)	UY RÍGID	19	27,12	37,48	26,07			0,71	52,04	47,25	####	-	53200	20,50
10,0	M 11		Limo arenoso de baja compresibilidad, con presencia de oxidaciones rojizas, color café claro. (ML)	RÍGIDA	9	###	39,98	31,21			4,20	42,75	53,05	150,00	-	####	19,50
11,0	M 12		Arena fina no plástica con presencia de piedra pómez, baja plasticidad, color café claro. (NP)	R	R	25,21			NP		0,25	83,07	16,68	R	R	R	R

Leyenda:
ML : Limo arenoso
MH : Limo de alta plasticidad o compresibilidad
CH : Arcilla de alta plasticidad arenosa dura
NP : No plástico

Realizado por:
Silvana Sánchez

Elaborado por: La autora

En total se tiene 6 sondeos, de los cuales 3 sondeos están ubicados en la plataforma donde se realizaró los aparcamientos y los otros 3 sondeos están ubicados al pie del talud.

Mediante la clasificación SUCS se obtuvo el tipo de suelo de cada estrato; así mismo mediante correlaciones se obtuvo para suelos cohesivos el módulo de elasticidad (E), Peso unitario (ɤ), cohesión no drenada (Su), y coeficiente de poisson (ʊ).

Además, para suelos no cohesivos obtuvimos el módulo de elasticidad (E), Peso unitario (ɤ), cohesión drenada (C), coeficiente de poisson (ʊ), y ángulo de fricción (φ).

Mediante la siguiente tabla resumen se puede observar el tipo de suelo que predomina en cada sondeo.

Tabla 96

Tabla resumen de parámetros de cada estrato

Descripción de la clasificación del suelo (SUCS)		
MH	Limo de alta plasticidad	Cohesivo
ML	Limo arenoso	Cohesivo
CH	Arcilla de alta plasticidad arenosa	Cohesivo
NP	No plástico	Granular

N° Capas	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Clasif. SUCS	Parámetros
Pozo 1 Plataforma	0,50	1,00	MH	E (KPa), Su (kpa), ɤ(KN/m3), ʊ
	1,50	2,00	ML	E (KPa), Su (kpa), ɤ(KN/m3), ʊ
	2,00	3,00	CH	E (KPa), Su (kpa), ɤ(KN/m3), ʊ
Pozo 2 Plataforma	0,50	1,80	ML	E (KPa), Su (kpa), ɤ(KN/m3), ʊ
	1,80	3,00	NP	Ø(grados), E (KPa), ɤ(KN/m3), ʊ
Pozo 3 Plataforma	0,50	5,00	ML	E (KPa), Su (kpa), ɤ(KN/m3), ʊ
Pozo 1 Talud	0,50	0,80	NP	Ø(grados), E (KPa), ɤ(KN/m3), ʊ
	0,50	9,00	ML	E (KPa), Su (kpa), ɤ(KN/m3), ʊ
	9.00	10,00	NP	Ø(grados), E (KPa), ɤ(KN/m3), ʊ
	10,00	11,00	ML	E (KPa), Su (kpa), ɤ(KN/m3), ʊ
	11,00	12,50	NP	Ø(grados), E (KPa), ɤ(KN/m3), ʊ
Pozo 2 Talud	0,50	7,00	ML	E (KPa), Su (kpa), ɤ(KN/m3), ʊ
	7,00	8,00	NP	Ø(grados), E (KPa), ɤ(KN/m3), ʊ
	8,00	8,75	ML	E (KPa), Su (kpa), ɤ(KN/m3), ʊ
	8,75	9,00	NP	Ø(grados), E (KPa), ɤ(KN/m3), ʊ
	9,00	10,00	ML	E (KPa), Su (kpa), ɤ(KN/m3), ʊ
	10,00	12,00	NP	Ø(grados), E (KPa), ɤ(KN/m3), ʊ
Pozo 3 Talud	0,50	11,00	ML	E (KPa), Su (kpa), ɤ(KN/m3), ʊ
	11,00	12,00	NP	Ø(grados), E (KPa), ɤ(KN/m3), ʊ

Elaborado por: La autora

7.3.2 Modelación numérica.

Se realizó cortes en la topografía donde se obtuvo las geometrías de 3 taludes, los cuales fueron importados al programa Midas GTS NX para posterior realizar su estudio mediante el análisis planar o modelo en 2D.

En la siguiente tabla se muestra, los cortes en la topografía para generar las geometrías de los taludes.

Tabla 97
Geometrías de los taludes

Geometría del Talud	Cortes
1 Geometría	Pozo 1 Plataforma - Pozo 3 Talud
2 Geometría	Pozo 2 Plataforma - Pozo 2 Talud
3 Geometría	Pozo 3 Plataforma - Pozo 1 Talud

Elaborado por: La autora

Procedimiento en el programa MIDAS

- Una vez definida la geometría del talud, ingresamos todos los materiales y propiedades de cada estrato de suelo.
- Generamos la malla para colocar los materiales de cada estrato.
- Se asignó restricciones al modelo de análisis.
- Además, se colocó una sobrecarga para simular la carga de los vehículos dejando un retiro de la cresta del talud de 5 metros. En el talud 1 se colocó una sobrecarga de 80 kn/m, en el talud 2 de 70 kn/m y en el talud 3 de 95 kn/m.
- Se generó el caso de análisis, el cual es el método de estabilidad de taludes (SRM) y las condiciones de contorno.
- Establecer los parámetros de cálculo y análisis adecuados a cada caso.
- Analizar los resultados obtenidos.

En la siguiente tabla resumen se muestra, los factores de seguridad mínimos obtenidos mediante el programa Midas GTS NX.

Tabla 98
Factor de seguridad de los taludes

GEOMETRÍA	SOBRECARGA	FS
TALUD 1	80 kn/m	2,23
TALUD 2	70 kn/m	1,97
TALUD 3	95 kn/m	2,16

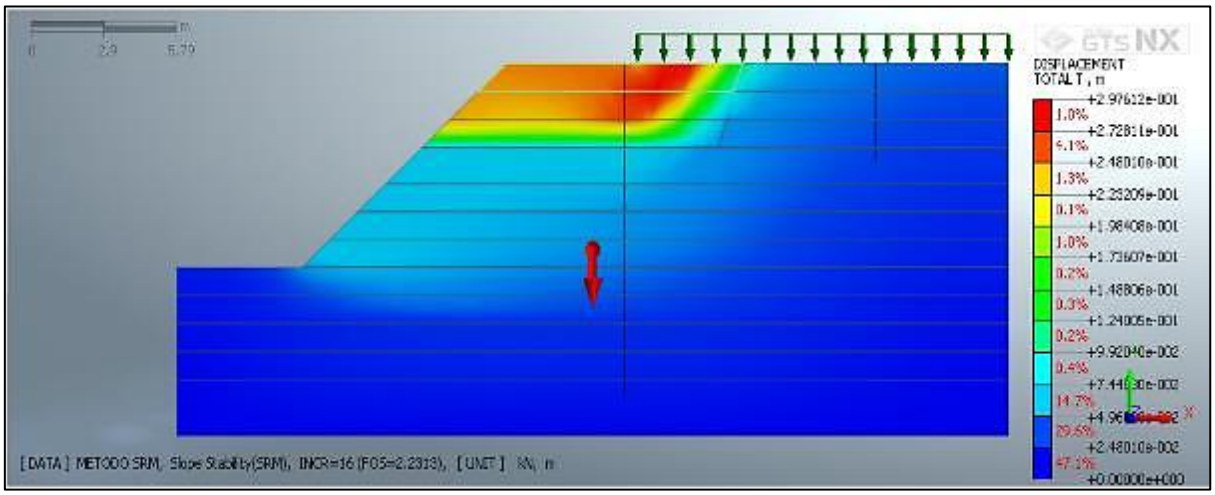
Elaborado por: La autora

A continuación, se muestra diferentes gráficos de los taludes con los resultados que se obtuvo el programa Midas GTS NX.

El modelamiento de los 3 taludes se pueden observar el en ANEXO No 18.

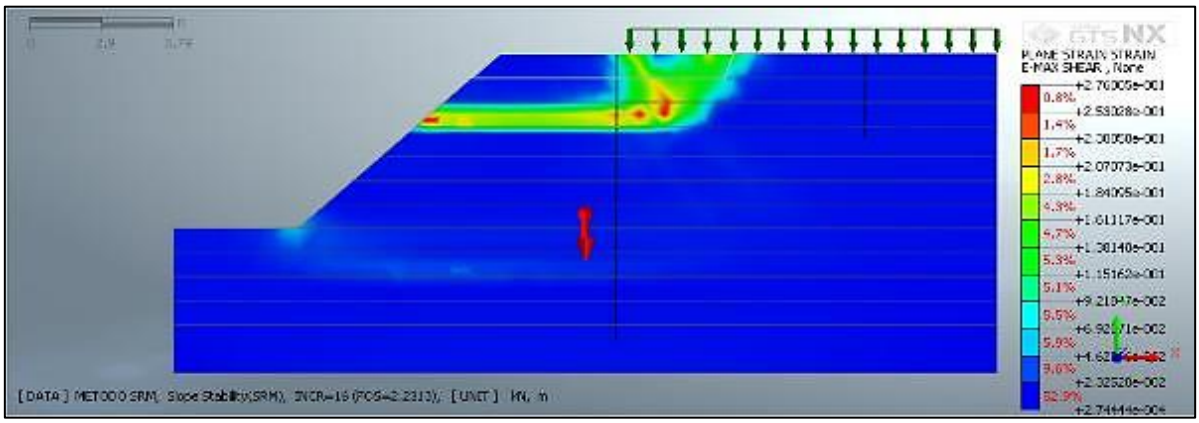
<u>ANEXO No 18:</u> Modelamiento de taludes en MIDAS GTS NX

Figura 96
Desplazamiento total talud 1



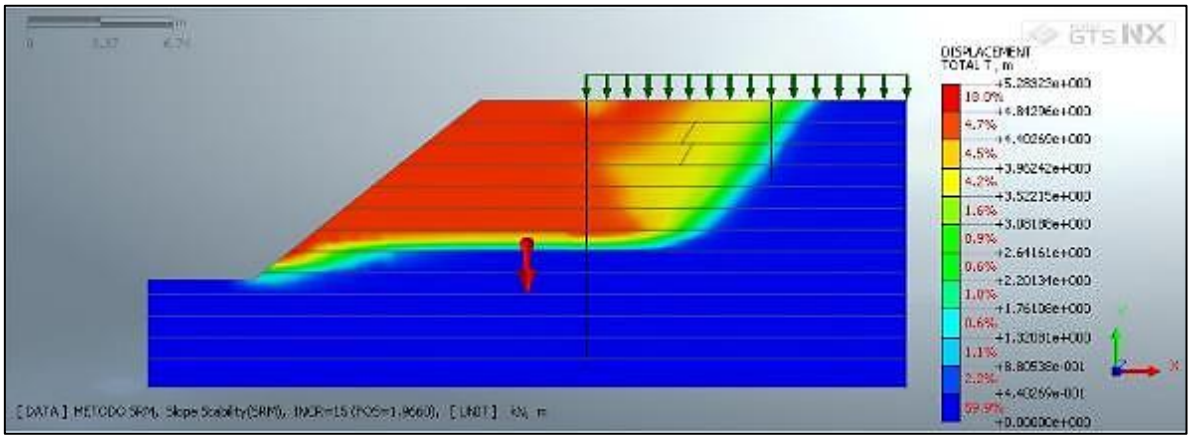
Fuente: Midas GTS NX, 2020

Figura 97
Plano de corte máximo talud 1



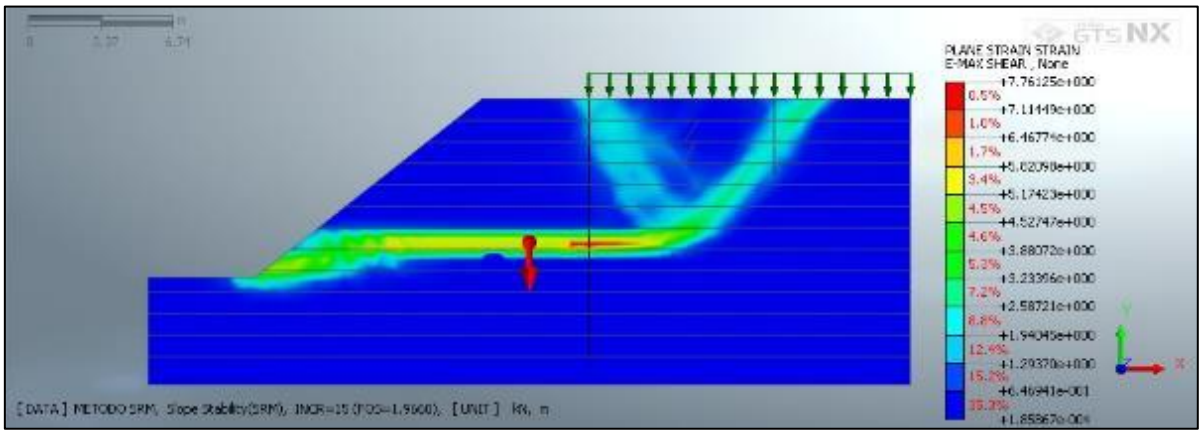
Fuente: Midas GTS NX, 2020

Figura 98
Desplazamiento total talud 2



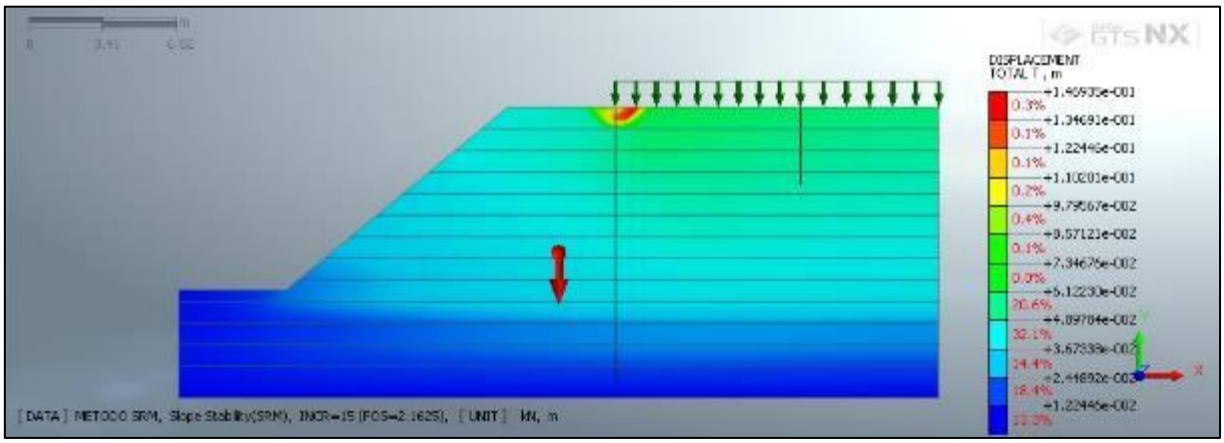
Fuente: Midas GTS NX, 2020

Figura 99
Plano de corte máximo talud 2



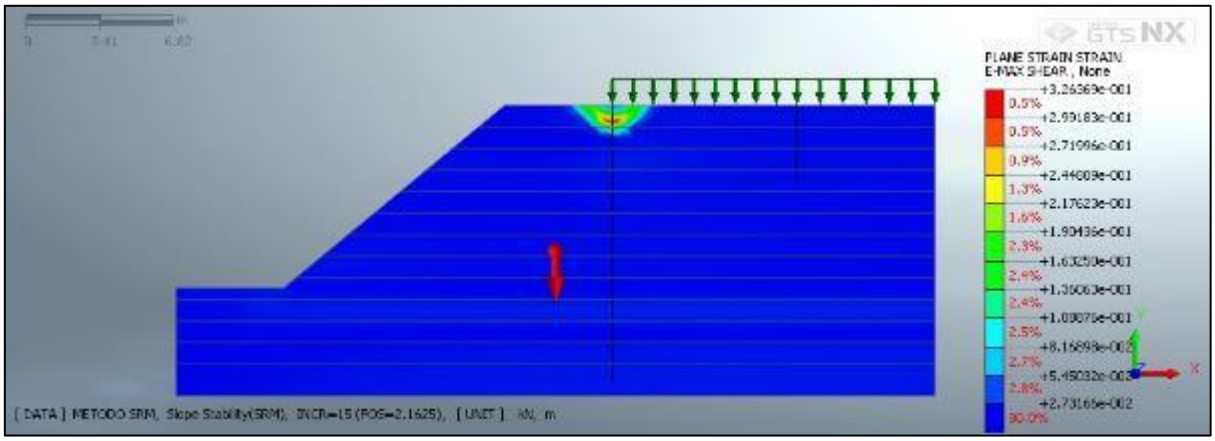
Fuente: Midas GTS NX, 2020

Figura 100
Desplazamiento total talud 3



Fuente: Midas GTS NX, 2020

Figura 101
Plano de corte máximo talud 3



Fuente: Midas GTS NX, 2020

7.3.2.1 *Conclusiones*

- Al utilizar los parámetros de resistencia al corte del suelo como cohesión (C) y ángulo de fricción (φ) obtenidos de ensayos de laboratorio, se pueden originar incertidumbres en el análisis de la estabilidad de taludes. Esto se debe a que las propiedades in situ del suelo pueden variar de las obtenidas y llevadas al laboratorio por su manipulación y a la anisotropía del suelo. El análisis

retrospectivo de taludes es una herramienta poderosa para estimar la resistencia al corte en terreno o movilizada directamente de taludes que han fallado.

7.3.2.2 *Recomendaciones*

- Una vez que se encuentra y se observa las características de las fallas en los taludes se puede proponer para mayor seguridad, remover la materia orgánica o capa vegetal alrededor de 50 cm y re compactar si es posible con proctor normal para dejar un material bien competente, es decir se realizará un mejoramiento de suelo en la sub rasante, puesto que esto servirá para elevar los valores de CBR para el diseño del aparcamiento.
- Así mismo como material de sub rasante se colocará un material granular arena limosa cuyo valor de CBR como mínimo sea 10% y que este compactado por lo menos al 95% del proctor normal, controlando la humedad óptima y haciendo mediciones en campo de la densidad ya sea con el ensayo de cono de arena o con el ensayo del densímetro nuclear.
- Cabe recalcar que con este material de mejoramiento se garantiza la estabilidad del suelo y además que se realizará una buena compactación de este material cada 20 cm, hasta completar los 50 cm para que el mejoramiento del suelo sea más eficaz.
- Verificar el funcionamiento constante de los sistemas de drenaje los cuales de buena forma vienen garantizando el abatimiento de nivel de aguas freáticas, y el manejo de las aguas superficiales para evitar su infiltración en las capas más superficiales del suelo.

CAPÍTULO VIII

CAPACIDAD VIAL Y DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VIAL

La señalización vial responde a la necesidad de organizar y brindar seguridad en nuestro proyecto. La señalización es el lenguaje vial guía, tanto de transeúntes como de conductores para su seguridad y prevención ante cualquier tragedia. (Dextre J.C, 2005)

El proyecto debe estar señalizado tanto horizontalmente como verticalmente con el símbolo de personas con discapacidad para el aparcamiento, de forma que sean fácilmente identificados a distancia. Estas señalizaciones deben estar de acuerdo con las normas NTE INEN 2 239:2015 Y 2 240:2012.

Para la señalización de los estacionamientos, se adoptará la misma señalización de tránsito utilizada en vías públicas la cual informa: entrada y salida de vehículos, sentido de circulación y rampas, pasos peatonales, divisiones entre los puestos del estacionamiento, número del puesto o espacio, bordillos. (Municipio de Quito, 2008)

Según el (Municipio de Quito, 2008), los estacionamientos deben estar bien identificados y señalizados de la siguiente manera:

Horizontalmente con señalización informativa según NTE INEN 004-2: 2011:

- Delimitando la plaza de estacionamiento con líneas blancas continuas de un ancho mínimo de 100 mm.
- Sentido de circulación debe señalizarse en la franja de circulación.

Verticalmente con señalización informativa según NTE INEN 004-1: 2011:

- Sentido de circulación
- Accesos y salidas
- Lugares reservados

8.1 Normativa vigente utilizada

Para brindar información sobre indicaciones generales y evitar accidentes en los aparcamientos, se deberá realizar un diseño de señalización. En este diseño de señalización se tomó en consideración la siguiente normativa:

- Señalización Horizontal (RTE INEN-004-2:2011)
- Señalización Vertical (RTE INEN-004-1:2011)
- Pinturas de señalamiento de tráfico (RTE INEN-004-1-042:2009)
- Reflectividad en Materiales (ASTM D4956-2004)
- Demarcadores reflectivos (RTE INEN-2-289:2009)

8.2 Señalización vertical

La señalización vertical debe cumplir los siguientes requisitos básicos:

- Ser visible y llamar la atención del usuario vial
- Contener, transmitir un mensaje claro y simple
- Inspirar respeto y colocarse de modo que brinde el tiempo adecuado para una respuesta del usuario vial.

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos. Contienen instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previenen de peligros. El mensaje de la señal de tránsito puede ser una leyenda, un símbolo o un conjunto de los dos. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011)

8.2.1 Color.

Los colores normalizados para señales son los que se indican a continuación y deben cumplir con las especificaciones de las normas INEN correspondientes o, en su defecto con las de la norma ASTM D 4956, 2004.

-NEGRO: Se usa como color de símbolos, leyenda y flechas para las señales que tienen fondo blanco, amarillo, verde limón y naranja, en marcas de peligro, además se utiliza para leyenda y fondo en señales de direccionamiento.

-BLANCO: Se usa como color de fondo para la mayoría de señales regulatorias, delineadores de rutas, nomenclatura de calles y señales informativas; y, en las señales que tienen fondo verde, azul, negro, rojo o café, como un color de leyendas, símbolos como flechas y orlas.

-VERDE: Se usa como color de fondo para las señales informativas de destino, peajes control de pesos y riesgo; también se utiliza como color de leyenda, símbolo y flechas para señales de estacionamientos no tarifados con o sin límite de tiempo. El color debe cumplir con lo especificado en la norma ASTM D 4956,2004.

-AMARILLO: Se usa como color de fondo para señales preventivas, señales complementarias de velocidad, distancias y leyendas, señales de riesgo, además en señales especiales delineadoras. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011)

8.2.2 Retroreflectividad e iluminación.

Las señales deben ser retro reflectivas o iluminadas, de modo que puedan verse sus colores y forma, tanto en la noche como en el día. La retroreflectividad, también puede ser inefectiva en algunas áreas con alumbrado público de alta intensidad. Se debe cumplir con los requerimientos de la norma ASTM D 4956:2004, mientras no exista norma INEN. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011)

8.2.3 Señales regulatorias (código R).

Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011)

8.2.3.1 *Serie de movimiento y dirección.*

-No rebasar (R2-13): Esta señal se utiliza para indicar la prohibición de efectuar la maniobra de rebasamiento en vía con un solo carril de circulación en cada sentido. En vías pavimentadas, se debe complementar con la respectiva señalización horizontal.

Siempre se debe colocar esta señal a ambos lados de la vía, ya que los conductores que deseen efectuar dicha maniobra dirigen una visión hacia la izquierda buscando la oportunidad de realizarla. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011)

Tabla 99
Señal regulatoria dimensiones

DIMENSIONES (mm)	
Código N°.	Alto
R2-13 A	600*600

Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 004-1, 2011

8.2.4 Señales de información (código I).

Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011)

8.2.4.1 *Serie de servicios en la vía (I2)*

-Zona de estacionamiento en carretera (I2-5). Esta señal indica a los conductores de vehículos la zona de estacionamiento disponible donde la velocidad sea mayor a 50 km/h; se debe complementar con la información adicional requerida según el estudio de ingeniería de tránsito, los que pueden ser: distancia a la que ubica, tipo de vehículos, y flecha de direccionamiento. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-1, 2011)

Figura 102
Zona de estacionamiento

Fuente: INEN 004-1,2011

8.3 Señalización horizontal

Toda señalización horizontal de tránsito debe satisfacer las siguientes condiciones mínimas para cumplir su objetivo:

- Debe ser necesaria
- Debe ser visible y llamar la atención
- Debe ser legible y fácil de entender
- Debe dar tiempo suficiente al usuario para responder adecuadamente
- Debe infundir respeto y debe ser creíble.

La señalización horizontal corresponde a todas las marcas efectuadas sobre la superficie de la vía, tales como líneas, símbolos, flechas, letras y leyendas, describiéndose

su función, propósito y características. Estas especificaciones constituyen el estándar mínimo aceptable. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011).

8.3.1 Función.

La señalización horizontal se emplea para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. Pueden utilizarse solas o junto a otros dispositivos de señalización. En algunas situaciones, son el único y más eficaz dispositivo para comunicar instrucciones a los conductores. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011).

8.3.2 Diseño.

El diseño de la señalización horizontal debe cumplir lo siguiente:

a) Su tamaño, contraste, colores, forma, composición y retro reflectividad o iluminación, se combinen de tal manera que atraigan la atención de todos los usuarios. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011).
b) Su forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje, se combinen para que este sea claro, sencillo e inequívoco. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011).
c) Su legibilidad y tamaño correspondan al emplazamiento utilizado, permitiendo en un tiempo adecuado de reacción. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011).
d) Su tamaño, forma y mensaje concuerden con la situación que se señaliza, contribuyendo a su credibilidad y acatamiento. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011).

e) Sus características de color y tamaño se aprecien de igual manera durante el día, la noche y períodos de visibilidad limitada. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011).

Sin embargo, las señalizaciones presentan ciertas limitaciones.

a) Son percibidas a menor distancia que las señales verticales.
b) Son ocultadas generalmente por sedimentaciones en la vía.
c) Su visibilidad se reduce significativamente por la presencia de agua y neblina.
d) Son sensibles al tránsito, a las condiciones ambientales, climáticas, al estado y características de la superficie de la calzada, por lo que requieren mantenimiento más frecuente que otras señales.

8.3.3 Líneas longitudinales.

Las líneas longitudinales se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de estacionar; para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, y para advertir la aproximación a un cruce cebra. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011).

8.3.3.1 *Características.*

-Forma.

Las líneas longitudinales pueden ser continuas, segmentadas y zigzag. Las primeras y zigzag indican sectores donde está prohibido estacionar o efectuar las maniobras de rebasamiento y giros, y las segmentadas, donde dichas maniobras están permitidas. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011).

-Dimensiones.

El ancho y patrón de señalización en pavimentos de las líneas longitudinales deben ser:

- Una línea continua de color amarillo, prohíbe el cruce o rebasamiento.
- Doble línea continua (línea de barrera).
- El ancho mínimo de una línea es de 100 mm y máximo de 150 mm (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011).

En nuestro proyecto adoptaremos un ancho de línea de pintura de 10cm.

-*Colores.*

Los colores de las señalizaciones de pavimento longitudinales deben ser conforme a lo siguiente:

a) Líneas amarillas definen:

- Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas
- Restricciones.
- Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre)

b) Líneas blancas definen:

- La separación de flujos de tráfico en la misma dirección.
- Borde derecho de la vía (Berma).
- Zonas de estacionamiento
- Proximidad a un cruce cebra

c) Línea azul definen:

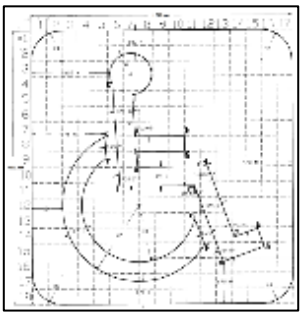
- Zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011).

8.3.4 Estacionamiento exclusivo para personas con movilidad reducida.

Este símbolo indica que el lugar en que se encuentra señalizado debe ser utilizado exclusivamente sólo por vehículos autorizados por la entidad Regulatoria (CONADIS) para personas con discapacidad y movilidad reducida. Su forma debe cumplir con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 240 y corresponde al símbolo que identifica a las personas con discapacidad. Su color es fondo azul y símbolo blanco; sus dimensiones con módulos de 10 cm. (REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO INEN 004-2, 2011).

En las siguientes figuras, se muestran los estacionamientos exclusivos para personas con movilidad reducida.

Figura 103
Estacionamiento exclusivo para personas con movilidad reducida



Fuente: Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 004-2,2011

Además, se colocarán dos rampas exclusivamente para las personas con discapacidad y movilidad reducida de 1.20 m de ancho x 2.00 m de largo con una pendiente longitudinal del 2% según la normativa de accesibilidad de las personas al medio físico (rampas). (NTE INEN 2245., 2016)

En el caso de mujeres embarazadas se usará el símbolo que se detalla en la figura. Indica que el lugar en que se encuentra señalizado debe ser utilizado exclusivamente sólo por vehículos que sean conducidos u ocupados por mujeres en periodos de gestación. Su

color es fondo azul y símbolo blanco; sus dimensiones con módulos de 10cm, ver en la siguiente figura.

Figura 104
Estacionamiento exclusivo para mujeres embarazadas

Fuente: INEN 004-2,2011

Según el (Municipio de Quito, 2008) para vehículos menores, el módulo de cada estacionamiento tendrá una dimensión mínima de:

- Abierto por todos los lagos o contra un obstáculo: 2,30m x 4,80m.

8.4 Ubicación de la señalización

A continuación, se resume los tipos de señalización utilizadas en el presente proyecto de acuerdo a todos los criterios antes mencionados.

Posterior se realizó los planos de señalización respetando la Norma técnica RTE-INEN 004. **ANEXO No 19: Planos de señalización vial del aparcamiento UPS**

Tabla 100
Señales viales en el lado derecho

Señalización vial - Lado derecho	
Código	**Tipo de señal**
R2-13A	Señal Regulatoria – No rebasar
I2-5	Señal de Información – zona de estacionamiento

Nota: Señales colocadas en la vía antes de ingresar al aparcamiento.
Elaborado por: La autora

Tabla 101
Señales viales en el lado izquierdo

Señalización vial - Lado izquierdo	
Código	**Tipo de Señal**
R2-13ª	Señal Regulatoria – No rebasar

Nota: Señales colocadas en la vía antes de ingresar al aparcamiento.
Elaborado por: La autora

8.5 Cálculo de cantidades de señalización

En la siguiente tabla se muestra las cantidades utilizadas de toda la señalización en los estacionamientos.

Tabla 102
Cantidades de señalización

Resumen de tipos de señalización	Unidad	Cantidad
Señal Regulatoria – No rebasar - letreros de 0.60x0.60 m	u	2
Señal Regulatoria – Velocidad máxima - letreros de 0.60x0.60 m	u	2
Señal de Información – Zona de estacionamiento, Entrada y Salida de vehículos - letreros de 0.60x0.60 m	u	5
Marcas de pavimento (pintura amarilla)	m	1200.36
Pintura de pavimento continua (blanca)	m	79.83

Elaborado por: La autora

De igual manera colocaremos 6 postes de iluminación para el aparcamiento, además como seguridad adicional implementaremos 2 hidrantes que suministren gran cantidad de agua en poco tiempo.

Estos hidrantes permiten la conexión de mangueras y equipos de lucha contra incendios, en caso de producirse algúno dentro o colindante al aparcamiento.

CAPÍTULO IX

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

9.1 Introducción

Este estudio de impacto ambiental, consiste en definir la línea base del proyecto de estudio, caracterizando el escenario actual de la plataforma ubicada en la parte lateral sur occidental de la UPS, donde se considera realizar la implantación de los aparcamientos.

En la actualidad el 99% de la plataforma posee vegetación conformada por césped natural, además se debe establecer zonas de vulnerabilidad para realizar un diagnóstico del ambiente.

Identificar, describir y analizar los impactos ambientales significativos, negativos, positivos, directos e indirectos generados por el proyecto, durante las fases de construcción y operación del mismo.

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) ha sido establecido para proteger los componentes del ecosistema natural que constituye el entorno donde se construirá y operará el proyecto del aparcamiento, el mismo que comprende una serie de planes, programas, procedimientos, prácticas y acciones orientados a prevenir, controlar y corregir los posibles impactos ambientales producidos por el desarrollo del proyecto.

El PMA está desarrollado en función de la legislación ambiental vigente y proporciona una conexión esencial entre los impactos que se generan y las medidas de mitigación especificadas, entre los resultados del análisis de impactos y las actividades operativas. El PMA precisa medidas ambientales de prevención, mitigación, control y contingencia laboral, dentro de una serie de planes, las cuales deben ser cumplidas por los contratistas al realizar el proyecto, con la finalidad de cumplir con el marco legal

ambiental ecuatoriano y las políticas ambientales del Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (Plan de Manejo Ambiental, 2020)

9.2 Objetivos

Los objetivos del presente plan de manejo ambiental del proyecto, “Propuesta de dimensionamiento y ubicación de parqueaderos y estacionamientos para vehículos livianos, para la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur”, son los siguientes:

- Formular un documento instructivo para la buena gestión ambiental de las actividades constructivas y operativas del proyecto en condiciones ambientalmente eficientes, estas permitirán preservar el entorno, a fin de cumplir con lo establecido en las Leyes y Reglamentos vigentes.
- Minimizar los impactos sobre el entorno derivados de las actividades del proyecto, tanto en sus fases de construcción como de operación y mantenimiento.
- Reducir o minimizar los efectos negativos en el ambiente, los daños a la salud de los trabajadores y habitantes del sector circundante de la obra, mediante la aplicación de medidas preventivas en la construcción del proyecto.
- Establecer la necesidad de aplicar un programa de seguimiento y evaluación de las medidas ambientales durante toda la ejecución del proyecto con el fin de verificar su cumplimiento.
- Prevenir accidentes laborales durante la construcción del proyecto.
- Evitar la contaminación de los recursos suelo, agua y aire dentro y fuera del área donde se desarrolla el proyecto.

9.3 Alcance

El presente plan de manejo ambiental tiene como alcance establecer las estrategias, planes, programas y mecanismos que se requieran para prevenir, controlar y/o

mitigar los impactos negativos que se generen en las diferentes fases del proyecto. (Plan de Manejo Ambiental, 2020)

9.4 Estructura del plan de manejo ambiental

El PMA establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en el desarrollo del proyecto; este capítulo incluye también planes de seguimiento, evaluación y monitoreo descritas en fichas de medidas ambientales. (Ecuador, 2020)

Los subplanes que trataremos en el presente plan de manejo ambiental, que permiten tomar medidas para prevenir, reducir, controlar y mitigar los impactos negativos y potenciar los positivos son los siguientes:

1. Plan de prevención y mitigación de impactos (PPM)
2. Plan de manejo de desechos (PMD)
3. Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental (PPC)
4. Plan de relaciones comunitarias (PRC)
5. Plan de contingencias (PDC)
6. Plan de seguridad y salud en el trabajo (PSS)
7. Plan de monitoreo y seguimiento (PMS)
8. Plan de cierre, abandono (PCA)
9. Plan de rehabilitación de áreas intervenidas (PRA)

9.4.1 Ficha ambiental.

A través de la siguiente ficha se identifica las actividades que se realizarán en el proyecto a fin de prevenir y controlar los posibles efectos negativos que se puedan derivar en el trascurso de la ejecución de las actividades.

Además para el plan de manejo ambiental se incluirá otros aspectos importantes como son: identificación de la ficha ambiental, marco legal referencial, identificación de los principales impactos ambientales y subplanes de manejo ambiental.

Por otra parte, en la siguiente tabla se muestra la identificación de la ficha ambiental que se realizó para el proyecto.

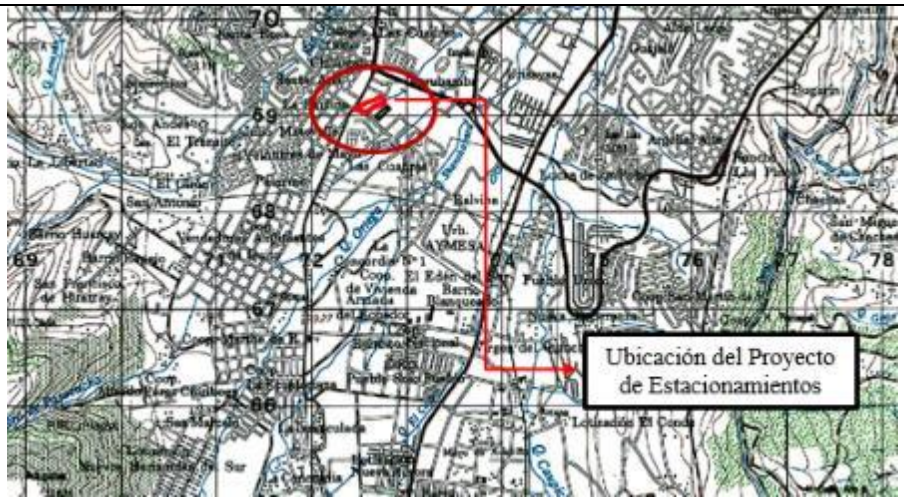
Tabla 103
Identificación de la ficha ambiental del proyecto

1.- PROYECTO Propuesta de dimensionamiento y ubicación de parqueaderos y estacionamientos para vehículos livianos, para la Universidad Politécnica Salesiana "Campus Sur", ubicado en la Parroquia Quitumbe del Cantón Quito provincia de Pichincha.	**ACTIVIDAD** Dimensionamiento y ubicación de parqueaderos y estacionamientos para vehículos livianos

Elaborado por: La autora

Tabla 104
Ficha ambiental de dimensionamiento y ubicación de parqueaderos UPS

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO		
Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 17 S		
Este	**Norte**	**Altitud (msnm)**
772606.130	9968793.490	2884.143
Cantón: Quito	**Ciudad:** Quito	**Provincia:** Pichincha
PARROQUIA: Quitumbe **Urbana:** **X** **Rural:**	**Zona no delimitada:**	**Periferia:**
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA		
Área del proyecto (Ha o m^2): 5481,87 m^2	**Infraestructura:** Propuesta de dimensionamiento y ubicación de parqueaderos y estacionamientos de vehículos livianos UPS Campus Sur.	
Mapa del sitio:		
(Referenciado de acuerdo al manual de procedimientos para la elaboración de la Ficha Ambiental CII-03)		



EQUIPOS Y ACCESORIOS PRINCIPALES A UTILIZAR		
Un par de antenas (GPS)	Rodillo	Motoniveladora
Cargadora	Herramientas menores	Volquetas

REQUERIMIENTO DE PERSONAL

- Ingeniero Civil Residente de obra
- Topógrafo
- Maestro de obra.
- Chofer profesional
- Operador de maquinaria pesada
- Albañil
- Peón

IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO / ESPACIO FÍSICO CONSTRUCCIÓN	
Espacio físico (m^2): 5481,87 m^2	**Consumo de agua:** Agua entubada
Tipo de terreno: llano	**Consumo de energía eléctrica:** Red pública

Facilidades de transporte:
El sector analizado cuenta con el servicio de transporte público su traslado.

Observaciones:
La construcción del aparcamiento se realizará dentro del terreno privado perteneciente a la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur.

Elaborado por: La autora

9.4.2 Marco legal ambiental.

El marco legal aplicable al Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) para el presente proyecto de dimensionamiento de estacionamientos y parqueaderos en la UPS, se refiere a la legislación y reglamentación nacional en el territorio ecuatoriano. La constitución de la república del Ecuador publicada en el registro oficial No. 449, considera la protección ambiental como uno de los deberes primordiales del estado. (MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL, 2012)

A continuación se detallará la legislación ambiental que está relacionada con el proyecto.

Tabla 105
Marco legal ambiental

Marco legal
Constitución de la República del Ecuador - Publicado en el Registro Oficial N° 449 del 20 de octubre de 2008. Art.14, 15, 66, 71, 86, 87, 88, 89.
Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental. Decreto 1040, Registro Oficial No 332 del 8 de mayo de 2008 y el Instructivo al Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental. Acuerdo Ministerial 112 del 17 de julio de 2008.
Código del Trabajo- Publicado en la Codificación 17, Registro Oficial Suplemento N° 167 del 16 de Diciembre del 2005, Art. 42.
Codificación de la Ley de Gestión Ambiental, No. 19, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 418, de 10 de septiembre de 2004.
Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Decreto 2393 R.O. No. 249 del 03 de Febrero de 1998, Art. 11, 164.
Codificación de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental No. 20, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 418, de 10 de septiembre de 2004.
Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental (Capítulo III, Título IV, Libro VI De la Calidad Ambiental).
Ley de Gestión Ambiental - Publicada en el Registro Oficial Suplemento # 418, del 10 de septiembre del 2004. Art. 12, 19, 20.
Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición final de desechos sólidos no-peligrosos, que estipula normas para prevenir la contaminación del agua, aire y suelo, en general. (Anexo 6, Libro VI, De la Calidad Ambiental).

Elaborado por: La autora

9.4.3 Identificación de los principales impactos ambientales en el proyecto.

En la siguiente tabla se ha identificado los posibles impactos ambientales, tanto positivos como negativos que pueden suscitarse durante la ejecución de la obra civil del presente proyecto.

Tabla 106
Descripción de los principales impactos ambientales del proyecto

PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES		
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	POSITIVO /NEGATIVO
FASE DE OPERACIÓN		
COMPONENTE FÍSICO		
SUELO	Contaminación del suelo por residuos de materiales acumulados en la plataforma, durante la ejecución de la obra.	NEGATIVO
	Mejoramiento del suelo para la construcción de los aparcamientos.	POSITIVO
AGUA	Contaminación del agua por acumulación de basura y residuos en el interior de la quebrada Ortega.	NEGATIVO
AIRE	Afectación a la calidad del aire, por más demanda de vehículos.	NEGATIVO
	Afectación a la calidad del aire, durante el mantenimiento de la obra civil	NEGATIVO
ESTÉTICA	Cambios en la percepción del paisaje. La construcción del proyecto no afectará el entorno.	POSITIVO
COMPONENTE SOCIOECONÓMICO		
POBLACIÓN Y OBREROS	Generación de empleo, debido a la construcción de los aparcamientos.	POSITIVO

	Riesgo de accidentes laborales, si los trabajadores no utilizan equipo de protección: guantes, gafas, protectores auditivos, cascos y mascarillas como un hábito de trabajo, durante el periodo de la ejecución de la obra civil.	NEGATIVO

Elaborado por: La autora

9.5 Descripción de los subplanes de manejo ambiental.

9.5.1 Plan de prevención y mitigación de impactos.

El plan de prevención, control y mitigación es una herramienta de planificación para la implementación adecuada de medidas para reducir los impactos ambientales. Este programa está enfocado en determinar las diferentes tareas que debe realizar el contratista para suprimir los efectos negativos resultantes durante la fase de movimiento de tierra, estos procedimientos que se realizan, deberán garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental como también prevenir y mitigar sustancialmente las emisiones finales del proceso. (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013). A continuación se presentan diferentes fichas del plan de prevención y mitigación de impactos ambientales.

Tabla 107

Ficha plan de prevención y mitigación de impactos (medida 1)

FICHA DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS
MEDIDA 1. Programación de la obra
Posibles impactos negativos enfrentados • Incumplimientos legales y sanciones. • Demoras en el inicio y desarrollo de la obra. • Molestias para los sectores aledaños.
Medidas propuestas: • Dentro de la planificación de la obra se deberá elaborar el cronograma detallado de las actividades constructivas a realizarse durante esta primera fase del proyecto.

- La obra deberá estar programada de tal forma que se facilite el tránsito vehicular y peatonal a los aparcamientos, definiendo caminos peatonales de acuerdo con el tráfico estimado.
- Se deberá considerar la no interrupción de vías de acceso a la zona de estudio por períodos muy largos de tiempo.
- Una vez realizado el cronograma de las actividades de obra se deberá ejecutar de acuerdo a lo programado
- Todas las actividades diarias deberán quedar registradas en el libro de obra

Aspecto Ambiental	**Impacto Ambiental**
• Inadecuada planificación de cronograma de avance de obra.	• Problemas en el avance de ejecución de la obra y riesgos de accidentes para los trabajadores de la obra.

Resultados esperados:

- Prevenir accidentes en el interior de la obra.
- Prevenir la exposición del medio a niveles constantes de contaminación.

Responsables de la ejecución:

- Fiscalización.
- Constructor y subcontratista del proyecto.

Verificación de obtención de permisos legales

Procedimientos:

- Es de responsabilidad del promotor del proyecto la obtención del permiso de construcción y de otros complementarios exigidos para la ejecución de trabajos previos, como derrocamientos, cerramientos provisionales, u otros varios trabajos.
- Dentro de la planificación de la obra se deben realizar los debidos trámites municipales.
- De igual manera, para el inicio de toda actividad se deberá contar con la licencia ambiental respectiva,
- Se deberá solicitar el permiso de desalojo de escombros (todo desecho de construcción), el cual debe de estar autorizado por el ministerio del ambiente.
- Obtener la certificación de inscripción en el registro nacional de fichas y licencias ambientales

Documentos de referencia:

- Ley de gestión ambiental
- Ley de aguas

Registros:

- Aprobación de la ficha ambiental
- Oficio de aprobación por la correspondiente autoridad sobre la disposición final de escombros.

Elaborado por: La autora

Tabla 108

Ficha plan de prevención y mitigación de impactos (medida 2)

FICHA DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	
MEDIDA 2. Instalación de oficinas o campamentos de obra	
Objetivo: • Reducir el riesgo de contaminación ambiental. • Proporcionar a los ingenieros y trabajadores de un lugar apto para coordinaciones y logística del proyecto, así como para conservar la información necesaria en obra. • Establecer un lugar destinado para bodega de almacenamiento de materiales y equipos. • Establecer lugares de parqueo para maquinarias y vehículos particulares. • Establecer un lugar para la ubicación de baterías sanitarias para personal. • Mantener el control y aseo dentro de la obra a lo largo de la ejecución de los aparcamientos.	
Posibles impactos negativos enfrentados: • Salud y seguridad ocupacional. • Impacto visual • Desperdicios o pérdidas de material en obra.	
Mantener en buen estado la oficina de obra	
Medidas propuestas: • Durante la etapa de construcción se deberá de mantener en buen estado el área de oficina, cumpliendo con las siguientes recomendaciones: - iluminación y ventilación. - la puerta y ventanas deberán tener las seguridades del caso para evitar la pérdida de los materiales y documentos guardados en esta caseta. - se deberá colocar dentro de esta caseta una mesa de trabajo, cajones para guardar materiales y documentos de ser necesarios, o si el constructor lo requiere, deberá colocarse una computadora, para el correcto funcionamiento de la oficina, deberá proporcionarse todas las instalaciones eléctricas necesarias; por lo menos dos puntos de iluminación y tomacorrientes dobles.	
Aspecto Ambiental • Establecer un lugar destinado para bodega de almacenamiento de materiales y equipos.	**Impacto Ambiental** • Reducir el riesgo de contaminación ambiental.
Documentos de reference:	

• Reglamento de seguridad para la construcción y obras públicas • Especificaciones técnicas y constructivas
Registro: • Planillas o facturas del mantenimiento de los implementos y equipos de la oficina de obra.

Elaborado por: La autora

Tabla 109

Ficha plan de prevención y mitigación de impactos (medida 3)

FICHA DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS
MEDIDA 3. Mantenimiento preventivo de los equipos y maquinarias
Objetivo: • Garantizar que el avance de la fase de construcción sea seguro al contar con equipos y maquinaria en buen estado y operatividad. • Prevenir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera • Prevenir el aumento de los niveles de presión sonora.
Posibles impactos negativos enfrentados • Contaminación de los recursos naturales
Realizar el mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias.
Medidas propuestas: • Elaborar un listado de todas las maquinarias y demás equipos a ser utilizados en obra. • Dentro del mantenimiento de las máquinas, se incluye la revisión de sus resguardos y dispositivos de seguridad. • El constructor presentará a la supervisión ambiental y al fiscalizador, el programa de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinaria utilizados en obra . • De requerirse ejecutar mantenimientos dentro de la obra, se solicitará previamente autorización por parte del fiscalizador y supervisión ambiental. • Mensualmente el constructor y subcontratistas mostrará comprobantes del mantenimiento efectuado en los talleres especializados.
Documentos de referencia: • Norma de calidad del aire ambiente. Libro vi, “de la calidad ambiental”, del texto unificado de legislación ambiental secundaria.

• Límites permisibles de ruido ambiente. Libro vi, “de la calidad ambiental”, del texto unificado de legislación ambiental secundaria.
Registro: • Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. • Registros de mantenimiento de las maquinarias y equipos usados durante la fase de construcción**.**

Elaborado por: La autora

Tabla 110

Ficha plan de prevención y mitigación de impactos (medida 4)

FICHA DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS
MEDIDA 4. Revisión y control de emisión de ruido
Objetivo: • Proteger de la contaminación sonora a las áreas cercanas al proyecto mientras dure la construcción de las instalaciones. • Prevenir molestias y alteraciones a la población aledaña. • Cumplir con los límites permisibles dispuestos en las normas ambientales ecuatorianas
Posibles impactos negativos enfrentados • Contaminación acústica
Cumplimiento de las horas de trabajo establecidas
Medidas propuestas: • Las actividades para la construcción de la obra no se realizarán pasada las 17h00, de lunes a viernes. • Antes de dar paso a las actividades de la construcción de la obra, se deberá verificar las condiciones en las que se encuentran los equipos y maquinaria. • Preferiblemente, el constructor deberá efectuar el mantenimiento correspondiente a los equipos y maquinaria previo el inicio de la construcción**.**
Documentos de referencia: • Memorias y especificaciones de construcción. • Límites máximos permisibles de niveles de ruido y vibraciones. Libro vi. De la calidad ambiental, del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente TULSMA.
Registros

• Libro de obra que indique las horas trabajadas por día.	
Indicadores verificables de aplicación: Quejas de moradores = 0	
Aspecto Ambiental: • Generación de altos niveles de ruido.	**Impacto Ambiental:** • Contaminación sonora
Resultados esperados: • Evitar la contaminación acústica del área del proyecto procurando incrementar los niveles de presión sonora existentes. • Cumplimiento de los niveles de presión sonora establecidos en la normativa ambiental vigente.	

Elaborado por: La autora

Tabla 111

Ficha plan de prevención y mitigación de impactos (medida 5)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	
MEDIDA 5. Revisión y control de emisión de polvo	
Objetivo: • Control de la generación de polvo proveniente de áreas abiertas y actividades constructivas en el área de influencia de la obra.	
Medidas Propuestas: • En los días que no ocurran precipitaciones, la empresa contratista deberá efectuar el control del polvo en el área de influencia de la construcción. • Se recomienda hacerlo por lo menos dos veces al día y la frecuencia de este procedimiento variará dependiendo de la actividad que se esté ejecutando y la estación del año. • Cubrir el balde de las volquetas, con lona debidamente asegurada para evitar que el material se disperse durante el recorrido de transporte de material de construcción y desalojo.	
Aspecto Ambiental: • Generación de material.	**Impacto Ambiental:** • Contaminación del aire

Elaborado por: La autora

9.5.2 Plan de Manejo de desechos.

Este plan sirve para garantizar un mejor manejo ambiental respecto a la generación de residuos y tratamiento de los mismos, se ha establecido el programa de manejo de

desechos sólidos, efluentes y emisiones que busca, en primer lugar, la reducción de la cantidad de residuos generados en la fase preliminar del proyecto; con el fin de asegurar que los desechos, cualquiera que fuera su estado, se dispongan de manera adecuada y no afecten a las condiciones normales del ambiente. (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013)

9.5.2.1 *Objetivo.*

Implementar un manejo integral, eficiente, y ambientalmente adecuado de los desechos sólidos, emisiones y efluentes generados durante la fase preliminar del proyecto, desde su origen hasta su disposición final.

9.5.2.2 *Resultados esperados.*

Los resultados esperados de la implementación del programa y procedimiento son los siguientes:

- Establecer técnicas y métodos para el manejo eficaz de los desechos generados en las fases del proyecto.
- Cumplimiento de la normativa ambiental vigente respecto a la generación de desechos sólidos, líquidos y emisiones que se generen
- Minimizar el uso de recursos y los diferentes impactos negativos que se generen en las fases del proyecto. (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013)

A continuación se presentan diferentes fichas del plan de manejo de desechos.

Tabla 112
Ficha plan de manejo de desechos (medida 6)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, EFLUENTES Y EMISIONES
MEDIDA 6. Gestión **para el manejo de desechos sólidos, efluentes y emisiones**

Objetivo:

- Reducir la cantidad de desechos, efluentes y emisiones en la fuente.
- Implementar procedimientos para un control e inventario de desechos, efluentes y emisiones de la actividad.
- Efectuar la segregación y clasificación de los desechos de acuerdo a sus características.
- Implementar técnicas de reutilización y reciclaje.
- Almacenar de forma adecuada los desechos sólidos y efluentes que se generan como producto de las actividades de construcción.
- Garantizar que el transporte y disposición final de los desechos sólidos y efluentes se efectúe en cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

Posibles impactos negativos enfrentados

- Contaminación de los recursos (suelo, agua y aire)
- Generación de malos olores
- Aparición de vectores infecciosos
- Contaminación cruzada y consumo de recursos

Reducción de desechos en la fuente

Medidas Propuestas:

Esta fase de la gestión pretende lograr la reducción hasta donde sea posible de todos los residuos generados a través de la implementación de políticas de sustitución de materiales contaminantes, ahorro de recursos y evitar gastos y pérdidas innecesarias. Los beneficios para el proyecto mediante la reducción de desechos en la fuente son múltiples y se destacan:

- Cuidado con el medio ambiente que le rodea.
- Ahorro directo de los costos a través de la conservación de los recursos e insumos
- Cumplimiento con las leyes ambientales.
- Disminución de los costos actuales y futuros asociados al tratamiento y disposición de los residuos

Documentos de referencia y mecanismos de verificación:

- Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos. Libro vi “de la calidad ambiental”, TULSMA.

Resultados esperados:

- Implementación de técnicas y procedimientos que reducen la cantidad de residuos en la fuente.
- Gestión de inventarios mediante el control de stock.

Aspecto Ambiental:	**Impacto Ambiental:**
• Disposición de materiales de desalojo.	• Contaminación de agua y suelo

Elaborado por: La autora

Tabla 113
Ficha plan de manejo de desechos (medida 7)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, EFLUENTES Y EMISIONES
MEDIDA 7. Control de residuos generados
Medidas Propuestas: • El control de residuos generados, cuantifica con el fin de realizar un diagnóstico que permita identificar la naturaleza de los residuos, estado físico, cantidad generada, métodos de eliminación y cantidades eliminadas; de esta manera priorizar esfuerzos de reducción y mejorar la gestión de residuos. • Con la aplicación de este tipo de acciones se controla de forma más eficiente el cumplimiento del programa respecto a la legislación ambiental vigente y las políticas de la empresa. • Para este fin se utiliza el registro de generación de desechos que se puede visualizar en este programa.
Documentos de referencia: • Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos y norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua. Libro vi "de la calidad ambiental", texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente del Ecuador.
Registros: • Registro de generación de desechos • Planillas de ejecución de obra
Resultados esperados: • Control determinado a los desechos generados, indicando cantidades generadas, origen del residuo y métodos de disposición final. • Se registra la cantidad de efluentes que se originan en la fase de construcción del proyecto, especificando el caudal, pre-tratamiento y destino final de las descargas.
Segregación y recolección
Medidas Propuestas: • Con esta actividad se identifica los residuos según su nivel de peligrosidad y según esto determinar las diferentes medidas para su almacenamiento *in situ*.

Color	Tipo de desecho
no reciclados	En los recipientes de este color se depositarán los desechos que por ningún proceso o tratamiento pueden ser utilizados nuevamente y son entregados al servicio de aseo autorizado; como por ejemplo: papel higiénico, residuos inertes, plásticos deteriorados, metales, etc.
plástico	En los recipientes de este color se depositará el plástico que se genere en el proyecto.
vidrio	En los recipientes de este color se depositará el vidrio que se genere en el proyecto.
papel	En los recipientes de este color se depositará el papel que se genere en el proyecto.
orgánicos	En los recipientes de este color se depositarán los desechos generados de alimentos.

- La clave de colores podrá ser utilizada en recipientes o con rótulos que identifique el tipo de desechos que debe de ser colocado en cada tacho.
- La segregación y clasificación de los desechos produce varias ventajas como son:

- Identificación de los residuos según su origen y características
- Reducción de costos de tratamiento de residuos (al saber de forma concreta que tratamiento se debe aplicar)
- Reutilización y reciclaje
- Generación de valor agregado a los residuos
- Facilitar las actividades de recolección y manejo de los residuos en el proyecto
- Aplicación de la normativa ambiental vigente para las posteriores fases de gestión como son: almacenamiento, transporte y disposición final.

- La recolección de los desechos deberá ser efectuada por personal capacitado, entrenado cuando la cantidad y volúmenes de desechos para su transferencia hacia el sitio de almacenamiento temporal sean significativos, se deberá utilizar un montacargas o carreta.
- La frecuencia de recolección interna depende de la capacidad de almacenamiento, recolección y el tipo de residuo.

Documentos de referencia:

- Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos y norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua. Libro vi “de la calidad ambiental”, texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente del Ecuador.

Registros:

- Registro de generación de desechos
- Observación directa de los puntos de recolección

Resultados esperados:

- Clasificación adecuada de los residuos generados en el proyecto.
- Evitar la contaminación cruzada debido a la mezcla de los diferentes residuos originados en el proyecto

Reuso y reciclaje

Medidas Propuestas:

- La reutilización permite usar reiteradas veces algún recurso o material para un fin similar o distinto, es una forma de reducir la cantidad y volumen de desechos generados; además de alargar la vida útil de muchos productos mediante un buen mantenimiento y adecuada recuperación. el reciclaje, es algo más complejo que requiere la aplicación de procesos para la transformación de los desechos en productos nuevos.
- A continuación, se sugieren algunas alternativas para la reutilización de los desechos generados en el proyecto.

tipo de desecho	alternativa
papel	siempre que sea posible se debe reutilizar el papel para las actividades
cartón	Alargar el uso de cajas y cartones mediante un buen mantenimiento, alejándolos de la humedad.
plásticos	Se podrán reutilizar los envases plásticos que no hayan contenido sustancias peligrosas en su interior, estos deben ser rotulados según lo que tengan almacenado en su interior

Documentos de referencia:

- Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos y norma de calidad ambiental y descarga de efluentes. Recurso agua. Libro vi "de la calidad ambiental", texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente del Ecuador.

Elaborado por: La autora

Tabla 114

Ficha plan de manejo de desechos (medida 8)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, EFLUENTES Y EMISIONES
MEDIDA 8. Almacenamiento temporal de los desechos

Medidas Propuestas:

- El almacenamiento es la acción de retener temporalmente los desechos sólidos y efluentes, en tanto se procesan para su aprovechamiento, tratamiento o simplemente se entregan al servicio de recolección para su disposición final. por otra parte se deben agrupar y almacenar los residuos de forma adecuada para optimizar su manejo de acuerdo a criterios de compatibilidad y factibilidad de reutilización y reciclaje y evitar la contaminación cruzada y degradación de los residuos.

- Se debe garantizar que el área de almacenamiento cumpla con las siguientes condiciones:

- Lugar cubierto, ventilado y seguro.
- Espacio suficiente para el almacenamiento de los residuos y para su limpieza.
- Contar con capa de protección e impermeabilización para evitar la contaminación del recurso suelo.
- Contar con sistema contra incendio portátil cercano al área.
- De acuerdo a lo señalado para la clasificación de los desechos, se considerarán los códigos de colores para el almacenamiento de los residuos generados.

- No se debe almacenar ningún tipo de desechos directamente en el piso, este debe estar sobre pallets.

Documentos de referencia:

- Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos y norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua. Libro vi "de la calidad ambiental", texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente del ecuador.

- Ordenanzas vigentes

- NTE INEN 2266:2010 " transporte, almacenamiento, manejo de materiales peligrosos"

Resultados esperados:

- Clasificación adecuada de los residuos generados en el proyecto.
- Evitar la contaminación cruzada debido a la mezcla de los diferentes residuos originados en el proyecto

Manejo de movimiento de tierra y escombros

Objetivo:

- Implementar procedimientos para un control en el movimiento de tierra y escombros

- Efectuar la segregación y clasificación de los desechos de acuerdo a sus características

- Garantizar que el transporte y disposición final de los desechos sólidos y que se efectúe en cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

Posibles impactos negativos enfrentados

- Contaminación del agua
- Generación de residuos sólidos

Manejo de movimiento de tierra y escombros **Medidas Propuestas:**
• Se debe proteger al máximo las zonas verdes evitando el depósito de escombros o tierra en ellas. • Antes de iniciar las actividades de construcción se debe limitar el área a intervenir, cerca de esta área se debe disponer de un lugar de almacenamiento temporal con las normas antes descritas; se debe colocar señalización respectiva en el sitio y confinar el material mediante implementación de cercos y con lona de propileno en el suelo para evitar las infiltraciones al mismo. • Una vez generado el material de excavación se debe clasificar con el fin de reutilizar el material que se pueda y el escombro sobrante deberá ser retirado inmediatamente del frente de la obra y transportado a los sitios autorizados para su disposición final. • Los vehículos destinados al transporte de escombros no deben ser llenados por encima de su capacidad.
Documentos de referencia: • Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos. Libro vi "de la calidad ambiental", texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente del ecuador.
Registros: • Observación directa • Registro de generación de desechos • Registro de movimiento de tierra

Elaborado por: La autora

Tabla 115

Ficha plan de manejo de desechos (medida 9)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, EFLUENTES Y EMISIONES
MEDIDA 9. Manejo de material de construcción
Objetivo: • Implementar procedimientos para el uso eficaz del material de construcción. • Efectuar la segregación y clasificación de los desechos de acuerdo a sus características. • Garantizar que el transporte y disposición final de los desechos sólidos y que se efectúe en cumplimiento de la normativa ambiental vigente. • Minimizar la generación de residuos de material de construcción
Posibles impactos negativos enfrentados

• contaminación del agua por sedimentos y residuos • generación de residuos sólidos • afectación de la cobertura vegetal • cambio de a escorrentía superficial • impacto visual • salud ocupacional
Manejo de papel y sacos de cemento
Medidas Propuestas: • Los residuos de papel que son generados por los sacos de cemento u otros materiales para la construcción que vienen empaquetados en fundad de papel, según el criterio del personal este puede ser reutilizado en otras actividades. • La cantidad del residuo almacenado y entregado al gestor ambiental debe de reportarse en el registro de generación de desechos. • El gestor ambiental que retire el desecho en mención debe de facilitar el código de manifiesto o cadena de custodia, documento que lo avala como gestor ambiental autorizado. • Como otra opción de manejo para el desecho, esta puede ser dispuesto con los escombros en sitios autorizados por la autoridad ambiental correspondiente.
Documentos de referencia: • Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos. libro vi "de la calidad ambiental", texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente. • NTE INEN 2266:2010 " transporte, almacenamiento, manejo de materiales peligrosos"
Registros: • Observación directa • Registro de generación de desechos

Elaborado por: La autora

Tabla 116

Ficha plan de manejo de desechos (medida 10)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, EFLUENTES Y EMISIONES
MEDIDA 10. Manejo de desechos infecciosos
Medidas Propuestas:

- De las actividades de construcción se puede suscitar algún tipo de accidente y de este sus residuos por primeros auxilios in situ, estos desechos son considerados peligrosos y se les debe realizar el siguiente procedimiento:

- Cuando se tenga almacenado una cantidad representativa de estos desechos, se debe comunicar con el gestor ambiental autorizado para que realice el transporte y disposición final del mismo.

- Las cantidades del desecho generada, almacenado y entregado al gestor debe ser reportado en el registro de generación de desechos.

- El gestor ambiental autorizado debe entregar la cadena de custodia o código único de manifiesto al constructor.

- El etiquetado del desecho se realiza de forma a lo diseñado en el presente programa de manejo de desechos.

Documentos de referencia:

- Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos. Libro vi "de la calidad ambiental", texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente del ecuador.

- NTE INEN 2266:2010 " transporte, almacenamiento, manejo de materiales peligrosos"

Registros:

- Observación directa
- Registro de generación de desechos
- Cadenas de custodia

Medidas Propuestas:

- En obra se deben colocar baterías sanitarias, las cuales generan residuos debido al uso de las mismas, tales residuos serán almacenados dentro de las mismas baterías en recipientes plásticos con tapas. Estos desechos deben ser desalojados junto con el resto de estos que tienen origen doméstico.

- Las aguas residuales acumuladas en las baterías sanitarias serán desalojadas por la empresa proveedora de estos baños portátiles. Esta empresa a cargo de esto debe entregar al constructor algún tipo de registro por el servicio prestado.

Documentos de referencia:

Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos. Libro vi "de la calidad ambiental", TULSMA.

Registros:

- Observación directa

- Contrato con empresa que presta el servicio de baterías sanitarias

Elaborado por: La autora

9.5.3 Plan de Monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad ambiental

Este plan tiene como objetivo general verificar el cumplimiento con la normativa ambiental vigente de las emisiones a la atmósfera, descargas y niveles de ruido procedentes de la actividad, se analizará de manera que se valorará la efectividad de las medidas aplicadas para la prevención y control de los impactos biofísicos y socio - ambientales dentro y fuera del área del proyecto.

-*Monitoreo para determinar la Calidad del Aire Ambiente*

Según (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013), este monitoreo deberá efectuarse en las fases de construcción y funcionamiento, el principal impacto a la calidad de aire en las diferentes actividades que se realizarán en la obra resultará por el material particulado en suspensión proveniente de las actividades de movimiento de suelos, movimiento de equipos y maquinaria pesada, el incremento de transporte y equipo pesado en ejecución.

Los equipos, métodos y procedimientos a utilizarse en la determinación de la concentración de contaminantes en el aire ambiente, serán aquellos descritos en la legislación ambiental federal de los Estados Unidos de América (Code of Federal Regulations), tal y como lo establece el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA, 2019).

-*Monitoreo del Ruido Ambiente*

El monitoreo consiste en realizar mediciones del ruido ambiental con el fin de llevar un control de operaciones y en caso de producirse aumento en estos niveles tomar las acciones pertinentes. Las mediciones tienen por objetivo determinar el nivel de presión sonora equivalente y comparar el resultado obtenido con los valores límites establecidos en Legislación Ambiental Ecuatoriana vigente. (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013)

-Seguimiento Ambiental

El seguimiento ambiental del proyecto tiene por objeto asegurar las variables ambientales relevantes y el cumplimiento del plan de manejo ambiental (PMA) contenido en el estudio de impacto ambiental.

La evaluación de impacto ambiental permitió identificar cuáles son y dónde se ubican geográficamente los componentes y procesos físicos, bióticos, socioeconómicos o culturales que serán directa o indirectamente afectados durante las distintas etapas del proyecto. Esta evaluación permitió efectuar las medidas que permitan prevenir, mitigar, reparar y compensar dichos impactos. (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013)

A continuación se presentan diferentes fichas del plan de manejo de monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad ambiental.

Tabla 117
Ficha plan de manejo de monitoreo y seguimiento ambiental (medida 11)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE MANEJO DE MONITOREO, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL
MEDIDA 11. Programa de monitoreo y seguimiento ambiental
Objetivos: • Cumplir con los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente. • Monitorear la cantidad de contaminantes atmosféricos durante la fase de construcción.
Posibles impactos negativos enfrentados • Contaminación del recurso aire por material particulado, gases de combustión y niveles de presión sonora. • Afectación en la salud.
Monitoreo para determinar la calidad del aire ambiente
Medidas Propuestas: • Aplicar lo descrito en el plan de monitoreo ambiental en los apartados de metodología límites máximos permisibles, ubicación de puntos de muestreo y frecuencia.

Documentos de referencia:
• Norma de calidad del aire ambiente. libro vi “de la calidad ambiental”, del texto unificado de legislación secundaria del ministerio de ambiente (TULSMA).
Registros: • Informe y reporte de los monitoreos efectuados.
Resultados esperados: • Ejecución de los monitoreos en tiempos establecidos. • Aplicación de los informes de monitoreo como herramienta de gestión ambiental.
Monitoreo para determinar los niveles de presión sonora
Medidas Propuestas: • Aplicar lo descrito en el plan de monitoreo ambiental en los apartados de metodología límites máximos permisibles, ubicación de puntos de muestreo y frecuencia.
Documentos de referencia: • Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas, fuentes móviles y para vibraciones. Libro vi “de la calidad ambiental”, del texto unificado de legislación secundaria del ministerio de ambiente (TULSMA).
Resultados esperados: • Ejecución de los monitoreos en tiempos establecidos. • Aplicación de los informes de monitoreo como herramienta de gestión ambiental.
Seguimiento ambiental **Objetivo:**
• Determinar procedimientos que sirvan como guía para el correcto seguimiento del plan de manejo ambiental del proyecto. • Verificar el cumplimiento de las especificaciones de construcción.
Posibles impactos negativos enfrentados • Salud, seguridad pública y laboral. • Calidad ambiental

Elaborado por: La autora

Tabla 118

Ficha plan de manejo de monitoreo y seguimiento ambiental (medida 12)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE MANEJO DE MONITOREO, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL
MEDIDA 12. Regular el control de gestión de residuos.
Documentos de referencia: • Plan de manejo y seguimiento ambiental. • Plan de manejo de desechos
Registros: • Registros de entrega al gestor ambiental • Disposición correcta de los desechos. • Registros de entrega al gestor ambiental
Funciones del supervisor de seguimiento ambiental.
Medidas Propuestas: La constructora encargada del proyecto deberá contar con una persona que realice el seguimiento ambiental, este podrá ser un miembro de fiscalización. las funciones del supervisor de seguimiento ambiental serán las siguientes: • Organizar el seguimiento ambiental del proyecto y supervisar y designar responsabilidades, de tipo ambiental. establecer lineamientos para las visitas técnicas, coordinar con todas las ingenierías del proyecto involucradas en el cumplimiento del plan de manejo ambiental, las acciones relevantes para su óptimo desempeño y analizar la efectividad del plan de manejo ambiental. • Llevar un registro fotográfico por cada visita realizada, verificar los avances del proyecto y el cumplimiento de las medidas del plan de manejo ambiental. • Verificar el cumplimiento de los requerimientos especificados en los permisos, concesiones, autorizaciones, y de los actos administrativos. • Llevar los registros de seguimiento ambiental en orden y actualizados. • El supervisor ambiental deberá emitir un informe, el cual deberá contener por lo menos: - Introducción. - Descripción general del proyecto - Avance financiero de la obra - Actividades realizadas por la fiscalización - Actividades realizadas por la contratista - Verificaciones ambientales realizadas - Rubros ambientales de contrato

- Observaciones ambientales de contrato - Matriz de impactos ambientales y medidas efectivamente aplicadas - Matriz ambiental - Personal técnico, personal auxiliar y administrativo asignado por la fiscalización a la obra. - Conclusiones y recomendaciones - Responsable de la elaboración del presente informe - Anexos
Documentos de referencia: • Plan de manejo ambiental

Elaborado por: La autora

9.5.4 Plan de Relaciones Comunitarias

El plan constituye una herramienta de gestión socio ambiental, orientada a implementar procesos que permitan manejar de una manera adecuada las actividades del proyecto mediante una eficiente y transparente relación con los grupos de interés y población local presente en las zonas de influencia del mismo; de esta manera asegurar el éxito del proyecto.

Al referirse a población de área de influencia directa, se hace alusión a los siguientes componentes sociales del proyecto:

1. Contratistas y subcontratistas para la construcción del proyecto
2. Moradores del sector
3. Promotores
4. Autoridades ambientales, municipales y demás, relacionadas con el proyecto.

9.5.4.1 *Objetivos.*

- Identificar y analizar las variables e indicadores de los aspectos sociales relacionados con la ejecución del proyecto.

- Maximizar los potenciales impactos positivos en las relaciones entre los moradores del sector y los promotores del proyecto.
- Reducir o eliminar los impactos adversos que se puedan presentar por las actividades relacionadas con la construcción.
- Fomentar la comunicación y diálogo respecto a las actividades globales del proyecto considerando los aspectos socio - ambientales que podrían ser resultar afectados por su ejecución y desarrollo.
- Definir responsabilidades y funciones en la ejecución del Programa de Relaciones Comunitarias. (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013)

-*Comunicación con la comunidad*

La comunicación servirá para mantener un diálogo continuo con la comunidad del área de influencia del proyecto. Estas reuniones y charlas de comunicación, se realizarán una al inicio de la obra y otra luego al cuarto mes.

En estas reuniones se expondrán los siguientes temas:

- Actividades del proyecto
- Plan de manejo ambiental
- Operación del proyecto.

Tabla 119
Ficha plan de relaciones comunitarias (medida 13)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS
MEDIDA 13. Aplicación del programa de relaciones comunitarias
Objetivos: • Garantizar una buena comunicación entre la empresa contratista, promotor, la comunidad y comercios aledaños. • Reducir los conflictos y oposición de la población por el desarrollo del proyecto.

• Cumplir con lo estipulado en la normativa ambiental vigente. • Dar a conocer el plan de manejo ambiental
Posibles impactos negativos enfrentados: • Retrasos en el desarrollo del proyecto
Relaciones con la comunidad
Medidas Propuestas: Se deberá considerar las acciones propuestas en el programa de relaciones comunitarias relacionadas con los siguientes aspectos: - organización de relaciones comunitarias - concertación - comunicación de la comunidad En estas reuniones se expondrán los siguientes temas: • Actividades del proyecto Se darán a conocer las actividades a realizarse en la fase de construcción, donde la participación comunidad-promotores será interactiva. Los participantes podrán exponer todas las inquietudes y quejas, si estas existen. • Plan de manejo ambiental Se detallarán las medidas ambientales que se ejecuten durante la fase de funcionamiento de empresa, dando a conocer a la comunidad lo siguiente: plan de manejo ambiental (PMA), y la normativa ambiental a cumplirse.
Documentos de referencia: • Programa de relaciones comunitarias • Normativa ambiental vigente • Plan de manejo ambiental y sus sub-planes.

Elaborado por: La autora

9.5.5 Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental

Con este plan se busca más que todo aportar experiencias, consideraciones generales sobre la normativa vigente y el plan de manejo propuesto, dirigidas a mejorar la condición del área de trabajo en sus diferentes fases. Además, brinda información necesaria en el ámbito ambiental y seguridad, para que las personas involucradas en

cualquier aspecto del proyecto, realicen sus actividades con responsabilidad ecológica. (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013)

-Alcance

El plan de capacitación está dirigido a todo el personal involucrado en los procesos constructivos, según la temática a capacitar:

- Los trabajadores serán capacitados en aspectos relacionados con: uso del equipo de protección personal, instrucciones de manejo de maquinaria y equipos, definir actividades de riesgo, procedimientos para identificar aspectos e impactos ambientales significativos, higiene industrial, etc.
- El personal de supervisores y residentes de obra, recibirán capacitaciones enfocadas a fortalecer el conjunto de técnicas aplicadas en las áreas laborales que hacen posible la prevención de accidentes e incidentes de trabajo, averías en los equipos e instalaciones, entre otros. (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013)

A continuación se establecerán las medidas que deberán ser aplicadas en el plan de capacitación durante la etapa de remodelación y construcción.

Tabla 120
Ficha plan de comunicación, capacitaciónes y educación ambiental (medida 14)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
MEDIDA 14. Charlas de capacitación
Posibles impactos negativos enfrentados • Carencia de información por parte de los trabajadores. • Dificultades con trabajadores para el desarrollo e implementación de las medidas ambientales. • Poca información acerca de las actividades que se desarrollan en el proyecto
Capacitación del personal de obra sobre el plan de manejo ambiental (PMA)

Medidas Propuestas: • El promotor del proyecto procederá a entregar una copia del plan de manejo ambiental a los residentes de obra de cada una de las ingenierías. • Se realizará una charla donde se dé a conocer el contenido del plan de manejo ambiental y la normativa ambiental relacionada a las actividades constructivas. El contenido de la charla está detallado en el programa de capacitación. • La charla deberá ser sobre el último plan de manejo ambiental actualizado. • Durante la capacitación sobre el contenido del plan de manejo ambiental se levantarán los correspondientes registros (fotográfico y de asistencia), similar al antes sugerido. • Se efectuará al menos una charla en materia ambiental, una vez al mes.
Documentos de referencia: • Plan de manejo ambiental. • Programa de capacitación. • Legislación aplicable.
Registros: • Hoja de asistencia a la charla. • Fotográfico.
Resultados esperados: • Trabajadores capacitados y responsables que cumplan con las medidas ambientales. • Minimizar la ocurrencia de impactos ambientales que sean previsibles**.**
Etapa de ejecución de la actividad: • Etapa de construcción

Elaborado por: La autora

9.5.6 Plan de seguridad industrial y salud ocupacional.

El plan de salud social y seguridad industrial, está enfocado en mejorar la calidad de vida laboral del trabajador, para integrarse plenamente con la prevención de riesgos laborales. Por lo tanto, deberá tener los conocimientos y actitudes necesarias para el desempeño de sus funciones. Además, es importante que la información y formación, sean también consideradas como técnicas preventivas fundamentales.

Este plan establece los lineamientos básicos de higiene y bienestar de los trabajadores, dando cumplimiento al marco legal nacional referente a la salud y seguridad de los trabajadores. (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013)

9.5.6.1 *Objetivos.*

- Instaurar una política de prevención de riesgos laborales.
- Minimizar los riesgos laborales relacionados a la etapa de construcción.
- Cumplir con las leyes y reglamentos de Seguridad y Salud vigentes a nivel nacional.

9.5.6.2 *Alcance.*

El plan de salud social y seguridad industrial, es aplicable a todos los trabajadores mientras permanezcan dentro de la obra. El personal de supervisores como los visitantes autorizados, deberán acatar todas las disposiciones determinadas en el presente plan.

A continuación se establecerán las medidas que deberán ser aplicadas en el plan de seguridad industrial y salud ocupacional. (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013)

Tabla 121

Ficha plan de seguridad industrial y salud ocupacional (medida 15)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL
MEDIDA 15. Normas de seguridad y salud ocupacional
Objetivo: • Asumir actitudes preventivas en todas las tareas que se deban emprender • Identificar y valorar las situaciones irregulares, antes de que suceda un accidente
Posibles impactos negativos enfrentados • Afectaciones a la salud y seguridad laboral de los trabajadores

- Accidentes laborales

Normas de seguridad en el manejo de camiones y vehículos en la fase de construcción del proyecto

Medidas Propuestas:

Descripción de los trabajos

- Se emplean para carga y descarga de materiales

Riesgos más frecuentes

- Caída de carga sobre el personal.
- Caídas del personal.
- Choques con elementos fijos de la obra.
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.

Normas básicas de seguridad

- Al realizar entradas y salidas del área de construcción, lo hará con precaución.
- No se utilizaran vehículos dotados de motor a explosión en lugares donde exista alto riesgo de incendio o explosión.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Todos los vehículos llevarán en un lugar bien visible la indicación de la carga máxima que puede transportar.
- No se sobrepasará el peso máximo autorizado.
- Solo se permitirá su manejo y conducción a personas especializadas que lo acrediten por medio de una certificación de los organismos competentes.
- En los montacargas automotores es obligatorio la existencia de un techo protector para el conductor que lo preserve de la caída de mercancías al realizar la elevación o descenso de cargas.

Protecciones personales

- El conductor del vehículo usará casco homologado cuando baje del camión.
- El conductor del vehículo utilizará ropa, guantes y calzado para la conducción de camiones.

Protecciones colectivas

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar maniobras.
- Las maniobras de carga y descarga en plano inclinado, serán gobernadas desde la caja del camión por un mínimo de dos operarios mediante sogas de descenso.

Documentos de referencia:

• Legislación vigente • Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo
Registros: • Licencia de conducir tipo c
Indicadores verificables de aplicación: • Cumplimiento de las normas de seguridad al 100%

Elaborado por: La autora

Tabla 122

Ficha plan de seguridad industrial y salud ocupacional (medida 16)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL
MEDIDA 16. Normas de ordenamiento y limpieza
Medidas propuestas: • Los locales de trabajo, baterías sanitarias y vestuarios deberán mantenerse siempre en buen estado de orden y aseo. **Normas básicas de seguridad** • Métodos seguros de apilamiento, no se deben sobrecargar los recipientes ni lugares de almacenamiento. • Almacenar adecuadamente las herramientas y útiles de trabajo, en el lugar que corresponden • Recoger adecuadamente los desechos y disponerlos según el programa de manejo de desechos, emisiones y efluentes del presente plan de manejo ambiental. • No deben permitirse derrame de líquidos, se debe de limpiar inmediatamente si existen derrames de aceites, grasas o cualquier otro líquido. • No obstruir pasillos, puertas, escaleras o salidas de emergencia con ninguna clase de obstáculo. Las zonas de paso deben mantenerse libres y limpias. • Las zonas de almacenamiento deben de estar perfectamente delimitadas y señalizadas y no se almacenará nada fuera de ellas. • No obstaculizar acceso a extintores y medios de lucha contra fuego. • Las cajas de fusibles, interruptores, válvulas, tomas de fluidos, señales de advertencia, botiquín de primeros auxilios, no deben quedar ocultos ni con acceso obstruido o dificultado.
Documentos de referencia: • Legislación vigente

• Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. • Reportes del inspector ambiental.
Registros: • Reportes del inspector ambiental.
Indicadores verificables de aplicación: • Cumplimiento de las normas de orden y limpieza al 100%
Resultados esperados: • Evitar accidentes laborales y contaminación de las áreas de trabajo. • Las áreas de trabajo se mantienen limpias y ordenadas.

Elaborado por: La autora

9.5.7 Plan de contingencias.

El plan de contingencia es un conjunto de procedimientos emergentes destinados a prevenir, atender y controlar los efectos que puedan producirse durante el proyecto. Los tipos de riesgo que podrían presentarse son:

- Riesgo ambiental que es la posibilidad de producirse un daño o catástrofe en el ambiente, debido a un fenómeno natural o a una acción humana.
- Riegos laboral es aquel aspecto del trabajo que tiene la potencialidad de causar un daño

-*Tipos de medidas preventivas*

1. **Preventivo:** Se definen las acciones para minimizar o controlar las amenazas del ambiente sobre las actividades del proyecto, estas medidas incluyen la correcta disposición de implementos necesarios para responder ante las contingencias como botiquines, extintores, sistemas contra incendios, paños, etc.

2. **Correctivo:** Para controlar rápidamente las consecuencias del desencadenamiento de una amenaza, recuperando en el menor tiempo posible la capacidad funcional de las actividades y minimizar el impacto de las consecuencias de los riesgos asumidos en el proyecto.
3. **Control y seguimiento:** Se consideran las notificaciones oportunas de los eventos ocurridos, lo cual se realiza por medio de un informe o reporte. (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013)

A continuación se establecerán las medidas que deberán ser aplicadas en el plan de contingencia.

Tabla 123
Ficha plan de contingencia (medida 17)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE CONTINGENCIA
MEDIDA 17. Programa de contingencia para la etapa de construcción
Medidas propuestas: • Proporcionar a los trabajadores de la obra, las herramientas y planes de acción a realizar en casos de sucesos imprevistos que puedan ocurrir dentro de las fases de construcción del proyecto y que por sus características propias puedan arriesgar o comprometer vidas humanas y/o la infraestructura básica del proyecto. • Prever acciones a realizar durante la construcción, para la correcta atención de cualquier tipo de emergencia en el área del proyecto. • Contar con una herramienta para la evaluación de los incidentes con el fin de adoptar las medidas correctivas y/o preventivas para el control del suceso
Posibles impactos negativos enfrentados • Accidentes laborales • Situaciones de riesgo y de emergencia • Incendios • Sismos y/o terremotos • Contaminación de los recursos (suelo, agua y aire)
Cumplimiento del programa de contingencia

Medidas propuestas: • El cumplimiento del programa de contingencia contemplará la realización de las actividades propuestas en el presente plan de manejo ambiental. • Como punto de partida para el cumplimiento del programa de contingencia se encuentra la organización y asignación de responsabilidades a los involucrados en el proyecto. • Establecimiento de mecanismos de comunicación para atender y controlar de forma efectiva los posibles riesgos que podrían generarse en las diferentes etapas del proyecto de obra. • Establecer el nivel y respuesta de emergencia en caso de situaciones de riesgo.
Documentos de referencia: • Normativa ambiental vigente. • Reglamentos de seguridad elaborados
Registros: • Registros de simulacros
Actuar en caso de disturbios sociales
Medidas propuestas: • Mantener guardias de seguridad en la empresa durante las 24 horas del día. • Solicitar record policial a todos los trabajadores que ingresen a laborar en la obra. • Llevar un control de los materiales, equipos y bienes de la empresa. • Cuando existan criterios diferentes, tratar de llegar siempre a un acuerdo. • Mantener buena relación con todos los trabajadores, hacer integraciones para que haya un buen ambiente de trabajo.

Elaborado por: La autora

9.5.8 Plan de Cierre, abandono y entrega de áreas

Las acciones efectuadas para el cierre o abandono de operaciones serán realizadas para que el área donde se desarrollan los trabajos no constituya, en un futuro cercano, un peligro de contaminación ambiental o de daño a la salud y vida de las poblaciones vecinas.

Estas contemplarán la protección o remoción de infraestructura metálicas, la eliminación de instalaciones eléctricas, el desalojo de maquinarias, equipos, entre otros.

El correcto manejo de las maquinarias, equipos, materiales, estructuras, y desechos generados; así como su adecuada disposición final, serán una de las claves principales en las actividades abandono. (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013)

Tabla 124
Plan de cierre, abandono y entrega de áreas (medida 18)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DE ÁREAS
MEDIDA 18. Término de la construcción
Objetivo: • Mejorar el impacto visual del área • Hacer uso apropiado del área • Reutilizar los materiales residuales de la construcción
Posibles impactos negativos enfrentados • Afectación al medio ambiente por oxidación. • Afectación algún animal (guarida de animales). • Seguridad pública
Desmontaje de instalaciones
Acciones y procedimientos a desarrollar: Para mejorar la calidad visual de la urbanización, es necesario el retiro de todos los instrumentos utilizados para su construcción, el procedimiento que se utilizará lo describimos a continuación: Para el retiro de baterías sanitarias: • La empresa que prestó el servicio colocará las baterías sanitarias en su camión y se las llevará a sus instalaciones para su posterior limpieza. Para el retiro de las instalaciones provisionales de agua potable y energía eléctrica: • Determinar la ubicación de las tuberías provisionales instaladas.

- Cerrar el paso de energía eléctrica y agua potable utilizada durante la construcción del proyecto
- Retirar las tuberías que conducían el agua potable.
- Retirar la red y los puntos de energía eléctrica usados en la fase de construcción.

Documentos de referencia:

- Plan de manejo ambiental

Desalojo de maquinaria y equipos

Medidas propuestas:

- Se procederá a desmontar los equipos y a retirar la maquinaria y herramientas que se encuentre en el área que fueron utilizados durante la etapa de construcción.
- De igual forma, se considerará el retiro de la maquinaria, equipos y herramientas almacenadas o dispuestas en vías públicas o en áreas ajenas al proyecto.
- En caso de existencia de reservorios de aceites y/o combustibles, también serán retirados tomando las debidas precauciones para evitar derrames al recurso suelo.
- De existir repuestos pertenecientes a las máquinas, herramientas y equipos, estos deberán ser retirados.
- No dejar residuos estructurales o de otro tipo en quebradas o el área circundante al proyecto.
- Para el retiro de la maquinaria pesada, herramientas y equipos menores utilizados en la obra el personal a cargo de tales actividades debe contar con sus elementos de protección personal y cumplir con el reglamento de seguridad y salud para la construcción y obras públicas.

Documentos de referencia:

- Plan de manejo ambiental.
- Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados. Libro vi “de la calidad ambiental”, del texto unificado de la legislación secundaria del ministerio del ambiente. TULSMA.

Registros:

- Registro del retiro de la maquinaria pesada, herramientas y equipos menores usados durante la fase de construcción del proyecto.
- Registro de generación de desechos.

Resultados esperados:

- Evitar que los equipos o herramientas se oxiden y contaminen el ambiente.
- Evitar que se formen guaridas para animales.

• Evitar que se dañen materiales que pueden ser reutilizados. • No evidenciar maquinarias ni equipos en las áreas del proyecto. • Impedir que se pierda maquinaría, herramientas y equipos menores por la falta de diligencia en las tareas de desmontaje. • Evidenciar que el área intervenida quede sin desechos.

Elaborado por: La autora

9.5.9 Plan de Restauración, Indemnización y compensación

En función de la evaluación de impactos realizada, se establecerán los lineamientos para la aplicación de medidas de compensación en las comunidades ubicadas en el área de influencia directa del proyecto relacionadas con los impactos negativos generados y los bienes y servicios ambientales que puedan ser afectados; así como de los mecanismos y procedimientos de indemnización a los propietarios de los predios a intervenir. (SOLUCIONES AMBIENTALES TOTALES, 2013)

9.5.9.1 *Objetivos.*

Implantar un programa de indemnizaciones y compensaciones mediante acuerdos amistosos con los afectados por la construcción de la obra, para liberar las áreas de construcción de la obra desde sus inicios.

Tabla 125
Plan de restauración, indemnización y compensación (medida 19)

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS AMBIENTALES PLAN DE RESTAURACIÓN, INDEMNIZACIÓN Y COMPENSACIÓN
Objetivo: • Establecer acuerdos y cumplir con los procesos de indemnización y compensación a los propietarios.
Medidas propuestas: El programa de indemnización y compensación debe ser ejecutado previo al inicio de construcción de la obra, si es del caso.

Incluye la elaboración de fichas individualizadas de las propiedades, las cuales constarán de la siguiente información:
• Cartel que incluye la referencia de la propiedad con foto general centrada sobre el eje de la obra; de existir más de un aprovechamiento significativo se tomarán fotografías adicionales y se incorporarán hojas adicionales a la ficha. • Los datos del titular actual, su domicilio, los titulares de derechos viales sobre la propiedad, arrendatarios, inquilinos, usufructuarios, censatarios, etc. • Bienes afectados: aprovechamiento existente • Características y estado de las construcciones afectadas, croquis acotados y fotos representativas de las mismas.
Aspecto ambiental
• Incumplimientos de implantación del Programa de Indemnizaciones.
Impacto ambiental
• Conflictos con los propietarios. •

Elaborado por: La autora

CAPÍTULO X

PRESUPUESTO

10.1 Análisis de Precios Unitarios (APU)

Es un análisis que se realiza para estimar el costo de un rubro en función de su unidad y su medida. En el APU se analizan todos los elementos que lo componen como los equipos, maquinaria a utilizarse en cada rubro, su mano de obra y materiales. Las cantidades de obra se las obtendrá a través de los planos realizados del presente proyecto en los anteriores capítulos, así mismo se realizará la suma de todos los costos que participan en el proyecto directa e indirectamente. A continuación, se muestra el Análisis de Precios Unitarios de los rubros a realizarse en el proyecto.

Para el actual proyecto se utilizó un valor de 20% de costo indirecto, siendo el 5% para gastos de planeación y un 15 % como utilidad del proyecto.

ANEXO No 20: Análisis de precios unitarios (APU).

10.2 Presupuesto referencial

Para determinar el presupuesto referencial debemos obtener los precios unitarios y las cantidades de cada rubro que se ejecutaran en el presente proyecto, posterior multiplicarlos entre sí para determinar el costo total del proyecto.

Las cantidades de cada rubro se encuentran en el ANEXO No 21.

ANEXO No 21: Cantidades de obra

A continuación, en la siguiente tabla se muestra el presupuesto referencial del proyecto.

Tabla 126

Presupuesto referencial del proyecto "propuesta de dimensionamiento y ubicación de parqueaderos y estacionamientos para la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur".

CODIGO	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	***OBRAS PRELIMINARES***				
1.1	Replanteo y nivelación	m2	2360,57	1,59	3755,77
1.2	Desbroce y limpieza del terreno	m2	2360,57	1,41	3327,01
2	***MOVIMIENTO DE TIERRAS***				
2.1	Excavación de suelo Prof.: 93 cm	m3	2195,33	2,46	5395,30
2.2	Excavación y relleno para estructuras menores.	m3	7,88	6,76	53,21
2.3	Relleno compactado en capas de 20 cm con material arena limosa Prof.: 50 cm	m3	1180,29	4,63	5459,02
2.4	Desalojo de material a maquina	m3	1015,05	6,47	6566,16
3	***OBRAS DE CALZADA DEL PAVIMENTO ARTICULADO***				
3.1	Sub base clase III, sin transporte, tendido, conformado y compactado	m3	365,89	19,01	6954,37
3.2	Base clase IV, sin transporte, tendido, conformado y compactado	m3	365,89	19,55	7151,95
3.3	Transporte de material pétreo (sub base, base y agregados)	m3xkm	17432,81	0,38	6644,20
3.4	Cama de arena (fina, limpia, e =4 cm)	m2	94,42	3,22	303,69
3.5	Adoquín Tabasco 8x22x24 cm, F'c=300kg/cm2, e=8cm Especificaciones MOP-001	m2	2360,57	10,66	25160,07
3.6	Berma h=30cm b=20cm, hormigón ciclópeo F'c=180kg/cm2, encofrado	m	6,00	8,90	53,40
3.7	Bordillo Horm. Simple F'c=180kg/cm h=25cm. Especif. MOP-001, bm=15cm	m	554,66	10,61	5885,41
4	***OBRAS DE ARTE MENOR***				
4.1	Sumideros sencillos: Rejillas hierro, tapa y tub 15cm. Especif. MOP-001	u	7,00	213,16	1492,11
4.2	Canalización e instalación de tubería PVC Diámetro 250mm	m	180,00	22,84	4110,55
4.3	Poste de hormigón para alumbrado h=9m x 350kg	u	6,00	205,27	1231,61
4.4	Instalación de Lampara/Alumbrado Público (INC. brazo/foco)	u	6,00	198,90	1193,42

CODIGO	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
4.5	Hidrantes de incendio	u	2,00	1066,37	2132,74
4.6	Rompe velocidades a= 5m, esp promedio 0,10 m horm. F´c= 280 kg/cm2, (INC. Pintura de tráfico franja amarilla y blanca)	ml	5,60	41,15	230,45
5	***ACERAS***				
5.1	Aceras y rampas horm. Simple 210kg/cm2. Espesor 10cm MOP-001	m2	396,97	10,98	4359,38
5.2	Encofrado, desencof. Confinamiento. Lateral aceras tabla de monte	m	554,66	8,49	4706,90
6	***SEÑALIZACIÓN***				
6.1	Pintura amarilla señalización bordillos, letras y puestos de estacionamientos	m	1200,36	2,19	2634,69
6.2	Pintura blanca simbología horizontal	m	79,83	2,19	175,22
6.3	Señales Regulatorias y de inform. -Letreros de 0,60m x 0,60m	u	9,00	91,95	827,56
7	***AMBIENTALES***				
7.1	Señales preventivas, cintas de peligro, conos	u	1,00	24,96	24,96
8	***REMEDIACION AMBIENTAL***				
8,1	Área Plantada (Árboles y arbustos)	u	1,00	86,86	86,86

SUMA TOTAL	**99915,98**

Elaborado por: La autora

10.3 Cronograma valorado del proyecto

A continuación, en la tabla 127 se presenta el cronograma valorado para el proyecto: Propuesta de Dimensionamiento y Ubicación de Parqueaderos y Estacionamientos para la Universidad Politécnica Salesiana “Campus Sur”.

Tabla 127

Cronograma Valorado del proyecto "Propuesta de Dimensionamiento y Ubicación de Parqueaderos y Estacionamientos para la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur".

CRONOGRAMA VALORADO															
PROYECTO: PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y UBICACIÓN DE PARQUEADEROS Y ESTACIONAMIENTOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR".															
CODIGO	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL	TIEMPO EN SEMANAS									
						Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
1	***OBRAS PRELIMINARES***														
1.1	Replanteo y nivelación	m2	2360,57	1,59	3755,77	3755,77	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1.2	Desbroce y limpieza del terreno	m2	2360,57	1,41	3327,01	3327,01	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	***MOVIMIENTO DE TIERRAS***														
2.1	Excavación de suelo Prof.: 93 cm	m3	2195,33	2,46	5395,30	0,000	5395,30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.2	Excavación y relleno para estructuras menores.	m3	7,88	6,76	53,21	0,000	53,211	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.3	Relleno compactado en capas de 20 cm con material arena limosa Prof.: 50 cm	m3	1180,29	4,63	5459,02	0,000	0,000	5459,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.4	Desalojo de material a maquina	m3	1015,05	6,47	6566,16	0,000	3283,079	3283,079	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	***OBRAS DE CALZADA DEL PAVIMENTO ARTICULADO***														
3.1	Sub base clase III, sin transporte, tendido, conformado y compactado	m3	365,89	19,01	6954,37	0,000	0,000	0,000	6954,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3.2	Base clase IV, sin transporte, tendido, conformado y compactado	m3	365,89	19,55	7151,95	0,000	0,000	0,000	7151,946	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3.3	Transporte de material pétreo (sub base, base y agregados)	m3xkm	17432,81	0,38	6644,20	0,000	0,000	0,000	6644,202	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3.4	Cama de arena (fina, limpia, e =4 cm)	m2	94,42	3,22	303,69	0,000	0,000	0,000	0,000	303,688	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3.5	Adoquin Tabasco 8x22x24 cm, F'c=300kg/cm2, e=8cm Especificaciones MOP-4	m2	2360,57	10,66	25160,07	0,000	0,000	0,000	0,000	8386,689	8386,689	8386,689	0,000	0,000	0,000
3.6	Berma h=30cm b=20cm, hormigón ciclópeo F'c=180kg/cm2, encofrado	m	6,00	8,90	53,40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	53,395	0,000	0,000	0,000	0,000
3.7	Bordillo Horm. Simple F'c=180kg/cm h=25cm. Especif. MOP-001, bm=15cm	m	554,66	10,61	5885,41	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5885,411	0,000	0,000	0,000
4	***OBRAS DE ARTE MENOR***														
4.1	Sumideros sencillos: Rejillas hierro, tapa y tub 15cm. Especif. MOP-001	u	7,00	213,16	1492,11	0,000	0,000	1492,106	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4.2	Canalización e instalación de tuberia PVC Diámetro 250mm	m	180,00	22,84	4110,55	0,000	0,000	4110,549	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4.3	Poste de hormigón para alumbrado h=9m x 350kg	u	6,00	205,27	1231,61	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1231,606	0,000
4.4	Instalación de Lampara/Alumbrado Público (INC. brazo/foco)	u	6,00	198,90	1193,42	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1193,422	0,000
4.5	Hidrantes de incendio	u	2,00	1066,37	2132,74	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2132,737	0,000
4.6	Rompe velocidades a= 5m, esp promedio 0,10 m horm. F´c= 280 kg/cm2, (INC. Pintura de tráfico franja amarilla y blanca)	m1	5,60	41,15	230,45	0,000	0,000	0,000	0,000	230,447	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	***ACERAS***														
5.1	Aceras y rampas horm. Simple 210kg/cm2. Espesor 10cm MOP-001	m2	396,97	10,98	4359,38	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4359,381	0,000	0,000
5.2	Encofrado, desencof. Confinamiento. Lateral aceras tabla de monte	m	554,66	8,49	4706,90	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4706,896	0,000	0,000
6	***SEÑALIZACIÓN***														
6.1	Pintura amarilla señalización bordillos, letras y puestos de estacionamientos	m	1200,36	2,19	2634,69	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2634,694
6.2	Pintura blanca simbologia horizontal	m	79,83	2,19	175,22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	175,220
6.3	Señales Regulatorias y de inform. -Letreros de 0.60m x 0.60m	u	9,00	91,95	827,56	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	413,780	413,780	0,000
7	***AMBIENTALES***														
7.1	Señales preventivas, cintas de peligro, conos	u	1,00	24,96	24,96	24,96	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	***REMEDIACION AMBIENTAL***														
8,1	Área Plantada (Árboles y arbustos)	u	1,00	86,86	86,86	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	43,430	43,430
		SUMA TOTAL ($)			**99915,98**										
		INVERSIÓN PARCIAL				7107,74	8731,59	14344,75	20750,51	8920,82	8440,08	14272,10	9480,06	5014,98	2853,34
		INVERSIÓN ACUMULADA				7107,74	15839,33	30184,08	50934,60	59855,42	68295,51	82567,61	92047,66	97062,64	99915,98
		AVANCE PARCIAL (%)				7,11	8,74	14,36	20,77	8,93	8,45	14,28	9,49	5,02	2,86
		AVANCE ACUMULADO (%)				7,11	15,85	30,21	50,98	59,91	68,35	82,64	92,13	97,14	100,00

Elaborado por: La autora

10.4 Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas son documentos que contienen exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en el presente proyecto, en este documento se puede encontrar la descripción de las actividades, materiales a utilizar y procedimientos para su transformación, equipo, transportes, mano de obra y forma de medida y de pago.

Las especificaciones técnicas de los rubros utilizados en este proyecto se encuentran en el ANEXO No 22.

ANEXO No 22: Especificaciones técnicas

CONCLUSIONES

Para el levantamiento del estudio topográfico se utilizó la metodología RTK (Real Time Kinematic), donde se genera una topografía tipo ondulada, el cual se localiza en las coordenadas UTM/ DATUM WGS 84/ Zona 17 Sur con una superficie total de 5481.87m2 y una altitud de 2884.143 m.s.n.m.

El tráfico promedio diario anual del aparcamiento para el año 2020 es de 140 vehículos, la proyección del tráfico para el año 2025 es de 168 vehículos y para el año 2030 es de 205 vehículos, así mismo se cuenta con un número de ejes equivalentes de 7090 para 5 años y 15203 para 10 años. Posterior con ayuda de la normativa MOP 2003 se determina que el proyecto entra dentro la categoría de vías tipo IV con una función vecinal.

Para el diseño geométrico del aparcamiento se cuenta con un área de 2360.57 m2, se plantearon 2 alternativas de diseño, en la cual se utilizó para nuestro proyecto la segunda opción por su mejor distribución de los puestos de estacionamientos frente a la primera alternativa consiguiendo un aparcamiento seguro, de fácil acceso para las personas y con mayor número de puestos de estacionamientos. Se obtuvo 94 puestos en total incluyendo 4 puestos para personas con capacidades reducidas; con una forma de colocación de los puestos de estacionamientos a 90 grados, con dimensiones mínimas para vehiculos livianos según la normativa NTE INEN 2248:2016 y la Ordenanza del Distrito Metropolitano de Quito N° 3746:2008 de: 4.80m de largo x 2.30m de ancho por cada puesto de estacionamiento, para las personas con capacidades reducidas de 5m de largo x 3.50m de ancho y con aceras peatonales de 1.20m de ancho.

Además el aparcamiento cuenta con una franja de protección estimada de 10 m medido desde el borde superior de la quebrada Ortega hacia dentro de la plataforma donde se realizó el diseño geométrico del parqueadero.

En cuanto al diseño de drenaje vial se colocaron 7 sumideros de dimensiones estándar de 0.60 m de ancho por 1.25 m de largo, el aparcamiento cuenta con una pendiente transversal del 1%.

En el diseño de las capas de rodadura se tiene un espesor del pavimento articulado a través del método de diseño AASHTO 93 de 43.00 centímetros de los cuales: 8.00 cm pertenece al adoquín, 4 cm de cama de arena, 15.50 cm de base granular clase IV y 15.50 cm de sub base clase III.

Para realizar la caracterización geotécnica del talud se realizó los respectivos estudios de suelos y se determinó los parámetros de resistencia al corte para todos los estratos del suelo, posterior se realizó cortes en la topografía donde se obtuvo las geometrías de 3 taludes donde los factores de seguridad mínimos obtenidos mediante el programa Midas GTS NX son: para el talud 1 un FS=2.23, para el talud 2 un FS=1.97 y para el talud 3 un FS=2.16; dando a notar así que el talud que tenemos es estable y no se producirá deslizamientos que pongan en peligro la funcionalidad de los aparcamientos.

Se realizó el cálculo de volúmenes de obra, el análisis de precios unitarios (APU) y sus respectivas especificaciones técnicas determinando un presupuesto referencial de $99 915,98.

RECOMENDACIONES

El presente proyecto se efectúa en beneficio de la universidad, por lo tanto, se recomienda socializar con el departamento administrativo de la UPS para poner en consideración este proyecto como una alternativa a realizar.

Para la ejecución del proyecto se deberá cumplir con las especificaciones técnicas de construcción que garanticen los resultados esperados en el proyecto, las cuales se observan en el anexo 22.

Como parte de los trabajos preventivos ante la llegada del invierno, se recomienda solicitar a la secretaría de seguridad del municipio de Quito por medio de la agencia metropolitana de control y la empresa pública metropolitana de agua potable y saneamiento (Epmaps – Agua de Quito) realizar la limpieza y mantenimiento periódico de la quebrada Ortega, para retirar los escombros, sedimentos y basura que se encuentren acumulados en la misma, ayudando así a que el agua no se desborde y desestabilice el talud y la plataforma de los aparcamientos evitando de igual manera el taponamiento de sumideros y canales de desagüe, en la temporada invernal.

Una vez terminada la construcción del pavimento articulado, se recomienda realizar mantenimientos periódicos cada 6 meses para conservar y prevenir que la infraestructura y la capa de rodadura del aparcamiento se encuentren en mal estado.

De igual manera se deberá tomar en cuenta realizar un mantenimiento periódico de las estructuras de drenaje colocadas en el proyecto.

Se recomienda verificar la resistencia a la compresión y desgaste del adoquín antes de ser colocado como se estipula en las especificaciones técnicas y en la normativa NTE INEN 1488, 1986.

Cabe recalcar que el estudio realizado no abarco el diseño de aparcamientos para bicicletas y motocicletas por la emergencia sanitaria que está atravesando el país y por falta de datos e información, por lo tanto, se recomienda buscar un lugar adecuado donde se puedan colocar los estacionamientos para las bicicletas y motocicletas.

Se requiere verificar que el material a colocarse como base granular clase IV y sub base clase III, deben cumplir lo estipulado en las especificaciones MOP 2003 sección 403.

Además, se debe tener en cuenta al momento de la construcción del presente proyecto las épocas de lluvia, ya que este factor impedirá cumplir con el respectivo cronograma establecido.

REFERENCIAS

AASTHO. (1993). *Guide For Design Of Pavement Structures AASHTO 1993.* Perú: Sociedad Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transportes.

Agudelo, J. J. (2012). *Diseño Geométrico De Vías. In J. J. Agudelo, Diseño Geométrico De Vías (P. 531)*. Medellín: Universidad Nacional De Colombia.

Arqhys - Arquitectura, .. (2011, Marzo 7). *Arqhys - Arquitectura,*. Retrieved from Oferta y Demanda de Estacionamientos: https://www.arqhys.com/construccion/estacionamientos-oferta.html

ASTM D - 1883. (2006). *California bearing ratio (CBR).* Perú: Primer taller de mecanica de suelos.

ASTM D 1557, .. (2006). *Proctor modificado.* Peru: Primer taller de mecanica de suelos.

ASTM D 2487 - 03, .. (2006). *ASTM D 2487 - 03, Clasificación de suelos SUCS.* American Society of Testing Materials: American Society of Testing Materials.

ASTM D 3282, .. (2006). *Clasificación de suelos (AASHTO).* American Society of Testing Materials: American Society of Testing Materials.

ASTM D422, 2. (2009). *Análisis granulométrico por hidrómetro.* American Society of Testing Materials: American Society of Testing Materials.

ASTM D-422-63, 2. (2009). *Método de Análisis del Tamaño de las Partuculas del Suelo.* American Society of Testing Materials: American Society of Testing Materials.

ASTM D4318-84, 2. (2009). *Límite Líquido, Límite de plástico, y el índice de plasticidad de los suelos1,*. American Society of Testing Materials: American Society of Testing Materials.

ASTM D854, 2. (2009). *Gravedad específica de las particulas sólidas.* American Society of Testing Materials: American Society of Testing Materials.

Borja, M. C. (2014, 5 09). *Planificación Urbana Rehabilitación Equipamiento y Espacio Público de Quitumbe,*. Retrieved from Planificación Urbana Rehabilitación Equipamiento y Espacio Público de Quitumbe,.: http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9701

Carlos Hernando Higuera Sandoval, .. (2011). *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras.* Tunja: Publicaciones de la Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.

Clima E Hidrología, .. (2013, Julio). *Memoria Técnica Cantón Mejía.* Retrieved from *Generación De Geoinformación Para La Gestión Del Territorio A Nivel Nacional Escala 1:25.000*: http://app.sni.gob.ec/snilink/sni/PDOT/ZONA2/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/PICHINCHA/MEJIA/IEE/MEMORIA_TECNICA/mt_mejia_clima_hidrologia.pdf

Climate-Data, 2. (2020, abril). *Climate-Data; Clima del Cantón Quito.* Retrieved from https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pichincha/quito-1012/#climate-graph

Corral Fernando & Andrade, E. (2016, Abril 3). *Propuesta de un Manual de Parqueaderos y Estacionamientos para Ciudades del Ecuador menores a 100 000 habitantes.*[Tesis de Maestría en Transportes , Pontificia Universidad Católica del Ecuador].Retrieved.from.http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11090/TesisFernandoCorral.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Devincenzi, M. F. (2004). *Ensayo de perforación SPT.* Geotechnical Engineering Investigation Manual.

Dextre J.C, .. (2005). *EL Lenguaje Vial.* Retrieved from Boletín de Seguridad Vial, Departamento de Ingeniería-PUCP.N°2 (Lima).

Díaz E. (2018). *Revaloración de la Performance Funcional y Estructural de los Pavimentos Articulados.* Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.

DMQ, D. d. (2019, 01 01). *Diagnóstico de Salud del Distrito Metropolitano de Quito,.* Retrieved from Diagnóstico de Salud del Distrito Metropolitano de Quito,.: https://www.quito.gob.ec/documents/Salud/Diagnostico_Salud_DMQ2017.pdf

Echaveguren N, .. T. (2013). *Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón.* Chile: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile.

Ecuador, A. (2020). *Plan de Manejo Ambiental PMA.* Retrieved from https://www.ecuadorambiental.com/planes-de-manejo-ambiental-quito-guayaquil-cuenca-manta-ecuador.php

El Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón, .. (2006). *Diseño de pavimento AASHTO 93.* La Paz: Escuela de caminos de montaña.

EMAAP-Q. (2009). *Empresa Metropolitana De Alcantarillado Y Agua Potable De Quito*. Retrieved From Redes De Alcantarillado De Aguas Lluvias: Https://Www.Ecp.Ec/Wpcontent/Uploads/2017/08/Normas_Alcantarillado_Emaap.Pdf

Estudio de Lluvias Intensas INAMHI, .. (2015). *Determinación De Ecuaciones Para El Cálculo De Intensidades Máximas De Precipitación. In Instituto Nacional De Meteorológia E Hidrología, Determinación De Ecuaciones Para El Cálculo De Intensidades Máximas De Precipitación (*p. 283). QUITO: Instituto Nacional de Meteorológia e Hidrología.

Farinango D, .. (2014). *Análisis Comparativo de costos entre el Pavimento Rígido y Pavimento Flexible*. Quito: Ecuador.

Gritfith et. Al 1999, M. 1. (n.d.). *MIDAS GTS NX*. Retrieved from Método de reducción de esfuerzos.

Guía de Instalación de Adoquines de concreto. (2014). *Guatemala: Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala.*

Gutierrez Carlos, .. (2014). *Hidrología Básica y Aplicada.* Quito: Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur.

IGM, .. (2013). *Instituto Geográfico Militar.* Retrieved from Cartografía y Topográfica Digital, escala 1:25.000 y 1:50.000. Quito, Ecuador.

INEC, I. N. (2010, 07 30). *INCE Buenas Cifras, Mejores vidas*. Retrieved from http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/

Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, .. (2013). *Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón.* Chile: Grafica LOM.

Manual de Carreteras Conservación Vial, .. (2013). *Ministerio de Trasnporte y Telecomunicaciones.* Lima: Dirección General De Caminos Y Ferrocarriles.

Manual de Carreteras Conservación Vial. (2013). *Ministerio de Trasnporte y Telecomunicaciones.* LIMA: Direccioón General de Caminos y Ferrocarriles.

Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón. (2013). Chile: *Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile.*

Marco Legal E Institucional, .. (2012). *Legislación Y Normas Técnicas Ambientales* .

MIDAS GTS NX, .. (2020). *MIDAS GTS NX, Modelos geotécnicos.* Sistema de Análisis Geotécnico: Inge Expert.

MINisterio De Transporte Y Comunicaciones Peru, 2. (2014). *Manual De Carreteras, Suelos - Goelogía-Geotecnia Y Pavimentos.* Lima: Ministerio De Transporte Y Comunicaciones.

MOP-001-F. (2002). *Especificaciones Generales para La Construcción de Caminos y Puentes.* QUITO: MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES.

Mundo GEO, .. (2020, 01 01). Retrieved from https://mundogeo.com/2000/01/01/posicionamiento-en-tiempo-real-con-gps-rtk/

Municipio de Quito, 2. (2008). *Ordenanza Municipal N° 3746 del Distrito Metropolitano de Quito.* Retrieved from Consejo Metropolitano De Quito REGISTRO OFICIAL

N° 3746: https://es.scribd.com/document/286148465/Ordenanza-Municipal-3746-Del-Distrito-Metropolitano-de-Quito

Norma ASTM D 2216, .. (2017). *Contenido de Humedad Norma ASTM D 2216.* Mexico: American Society of Testing Materials.

NORMA ASTM D 421. (2009). *Analisis Granulométrico mediante Tamizado por Lavado* . American Society of Testing Materials: American Society of Testing Materials.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1483, .. (1986). *Adoquines Terminología y Clasificación.* Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2248, .. (2016). *Accesibilidad de las Personas al Medio Físico. Estacionamientos. In S. E. Inen. Quito: Servicio Ecuatoriano De Normalización.*

Normas De Diseño De Carreteras MOP, .. (2003). Normas De Diseño Geométrico De Carreteras. In M. D. Públicas. Quito: Ministerio De Transporte Y Obras Públicas.

NTE INEN 2245. (2016). *Accesibilidad de las Personas al Medio Físico. Rampas.* Quito: Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN.

Plan de Manejo Ambiental, .. P. (2020). Retrieved from Ministerio de transporte y obras públicas.

Pontifica Universidad Católica. (2013). *Hidrología para estudiantes de Ingeniería civil.* Lima-Peru.

QUITUMBE, P. d. (2019, 01 01). *Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Metropolitano de Quito de la parroquia Quitumbe,*. Retrieved 02 15, 2019, from Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Metropolitano de Quito de la parroquia.Quitumbe,.: https://metrodequito.gob.ec/images/leydetransparencia/2015/Enero/s)Actas_Sesiones_Planes_Desarrollo_Local/Links/S2)Unidad_3_Bo_3plan_Ord_Territorial_Mdmq.Pdf

Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 004-1, P. R. (2011). *Señalización Vial Parte 1. Señalización Vertical.* Quito: Instituto Ecuatoriano De Normalización.

Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 004-1, P. R. (2011). *Señalización Vial Parte 1. Señalización Vertical.* Quito: Instituto Ecuatoriano De Normalización.

Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 004-2, 2. (2011). *Señalización Vial Parte 2. Señalización Horizontal.* Quito: Instituto Ecuatoriano De Normalización.

Rojas F, .. (2017). *Diseño de un Pavimento Adoquinado.* Quito: Universidad Central Del Ecuador.

ROJAS, P. A. (2011). Diseño Geometrico De Vías. In P. A. Rojas, *Diseño Geometrico De Vías* (P. 32). Bogotá: Escuela Colombiana De Ingeniería.

RTDCS-BOLIVIA. (2007, Abril). *Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros.* Retrieved from Instituto Boliviano de Normalización y Calidad: https://www.academia.edu/25999190/REGLAMENTO_T%C3%89cnico_De_Dise%C3%91o_De_Cunetas_Y_Sumideros_Reglamento_t%C3%A9cnico_de_dise%C3%B1o_de_cunetas_y_sumideros_Reglamento_Nacional_NB_688_Ministerio_Del_Agua_Viceministerio_De_Servicios_B%C3%81sicos_Instituto

Sánchez C. X, .. (2003). *Diseño De Pavimentos Articulados Para Tráficos Medio Y Alto.* Bogotá, D.C.

Soluciones Ambientales Totales, .. (2013). *FA-DEA-001 Ficha Ambiental Y Plan De Manejo Ambiental PMA.*

Suarez J, .. (2002). *Análisis de Deslizamiento,. Análisis Geotécnico.* México,. DF.

VEN TE CHOW, .. H. (1994). *Hidrología Aplicada.* Bogota: Martha Edna Suarez R.