

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA



TESIS

**Evaluación geológica y geotécnica en el ensanchamiento de la Av.
Javier Prado, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar – Lima
Perú**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor: Bach. Niddia Maribel PALPA IGREDA

Asesor: Mg. Luis Arturo LAZO PAGAN

Cerro de Pasco - Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA



TESIS

**Evaluación geológica y geotécnica en el ensanchamiento de la Av.
Javier Prado, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar – Lima
Perú**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Ing. Ramiro Ernesto DE LA CRUZ FERRUZO

PRESIDENTE

Mg. Vidal Víctor CALSINA COLQUI

MIEMBRO

Mg. Javier LOPEZ ALVARADO

MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios, mi roca, refugio y esperanza Gracias Padre amado por darme fuerza, voluntad y
paciencia para lograr todo lo trazado hasta el momento.

A mis padres Ofelia y Rigoberto; por su amor incondicional y su incansable esfuerzo
por apoyarme.

A mí hermano Dennis quien a pesar de todo siempre confió en mí y me dio ánimos para
continuar en mis proyectos.

RECONOCIMIENTO

- A mi familia por todo el apoyo incondicional y cariño recibido todo este tiempo.
- A mi alma mater Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, a los Docentes de la E.F.P. de Ingeniería Geológica por sus enseñanzas.
- A mi asesor de tesis el Ing. Luis Arturo Lazo Pagán, quien acepto dirigir y asesorar el trabajo de investigación que aquí presento.
- A la empresa, por las facilidades y oportunidad para participar en este proyecto.
- Así mismo brindo mi gratitud a todas las personas que laboran en la empresa, por su amable consideración y apoyo incondicional para con mi persona, por toda la información suministrada para este proyecto.

RESUMEN

El trabajo de investigación realizado en la Región y Provincia Lima – Distrito de La Molina nos presenta los resultados obtenidos durante el desarrollo de este proyecto, los suelos se caracterizan por tener propiedades físicas y mecánicas singulares, teniendo en cuenta sus características únicas, se realizó el estudio geotécnico en el lugar donde se proyecta la construcción posterior a su diseño.

El estudio consistió en el reconocimiento del terreno, ensayos de campo y muestreo de suelos para los ensayos de laboratorio, con el fin de establecer las condiciones físicas mínimas del suelo para ser tomadas en cuenta en el diseño del pavimento.

Según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), se ha determinado los siguientes tipos de suelos: Arcillas de Mediana Plasticidad (CL), Arenas Arcillosas (SC), Arenas Limosas (SM), Arenas mal graduadas (SP), Gravas Limosas (GC-GM) Gravas bien graduadas (GW) y Gravas mal Graduadas (GP-GM).

Para realizar los diversos estudios acudimos a Normas de la MTC que se basa en las Normas Técnicas Peruanas, AASHTO versión 1993, MTC y ASTM por consiguiente se requirió el uso de un laboratorio que cuente con los equipos necesarios para realizar los ensayos de suelos, para así poder determinar algunos parámetros que se utilizaran en el momento de diseño del pavimento.

Palabras clave: Estudio geotécnico, Muestreo de suelos, Sistema Unificado de Clasificación de suelos, Diseño de pavimento.

ABSTRACT

The research work carried out in the Region and Province Lima - District of La Molina presents the results obtained during the development of this project, the soils are characterized by having unique physical and mechanical properties, taking into account their unique characteristics, the geotechnical study in the place where the construction after its design is projected.

The study consisted of the recognition of the land, field tests and soil sampling for laboratory tests, in order to establish the minimum physical conditions of the soil to be taken into account in the pavement design.

According to the unified soil classification system (SUCS), the following types of soils have been determined: Medium Plasticity Clays (CL), Clay Sands (SC), Slime Sands (SM), Poorly Graded Sands (SP), Slime Gravels (GC-GM) Gravels well graded (GW) and Gravels poorly graded (GP-GM).

To carry out the various studies we turn to MTC Standards based on the Peruvian Technical Standards, AASHTO version 1993, MTC and ASTM, therefore the use of a laboratory that has the necessary equipment to perform the soil tests was required, for thus being able to determine some parameters that will be used at the time of pavement design.

Keywords: Geotechnical study, Soil sampling, Unified Soil Classification System, Pavement Design.

INTRODUCCIÓN

Se tiene programado elaborar el diseño para la construcción del proyecto “Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, tramo Av. La Molina - Ovalo. Monitor”, en el distrito de La Molina – Lima, con la finalidad de mejorar la fluidez vehicular, debido a la demanda del transporte automotor y el incremento de vehículos que transitan por la avenida Javier Prado oeste, la Municipalidad Distrital de La Molina se ve obligada a plantear una solución viable, para lo cual se decidió ampliar el cuarto carril de la Av. Javier Prado Este desde el tramo Ovalo Monitor Huáscar hasta la Av. La Molina, para ello se han diseñado las distintas capas del pavimento y los espesores, en base a las características de los materiales existentes, al tráfico previsto y a la capacidad soporte de la vía, de tal forma que el pavimento mantenga un "índice" de servicio aceptable durante su vida estimada.

Se solicitó el servicio a la empresa Geofal SAC, para la realización del Estudio de Mecánica de Suelos con fines de pavimentación del proyecto en mención, con la finalidad de determinar las características del suelo de fundación, que permita establecer los criterios de diseño de la vía, para tal fin, el método de diseño que se aplican en el proyecto es: La AASHTO versión 1993.

Este estudio se ha realizado mediante una investigación geotécnica que involucra trabajos de campo a través de calicatas o pozos de exploración “a cielo abierto”, ensayos de laboratorio, y labores de gabinete, con el objeto de determinar el tipo y profundidad de cimentación, capacidad admisible del terreno, asentamientos y las recomendaciones generales.

La metodología empleada en este estudio es de identificar y realizar la evaluación geotecnia del suelo de fundación, se llevó a cabo un programa de exploración de

campo, de acuerdo al Manual de Carreteras del MTC, sección Suelos y Pavimentos.

Con la finalidad de determinar las características del subsuelo en el área de estudio, se programó la ejecución de cuatro (04) excavaciones a cielo abierto o calicatas de exploración para determinar las características del perfil estratigráfico.

En cada una de las calicatas se llevó a cabo una detallada descripción de los tipos de subsuelo encontrados, de las cuales se extrajeron muestras alteradas de los estratos más representativos, las cuales fueron identificadas y almacenadas en bolsas polietileno, para su posterior análisis en el laboratorio de mecánica de suelos del consultor.

Paralelamente a la operación de exploración se efectuaron comprobaciones de campo para determinar los parámetros de compacidad y resistencia de los depósitos de suelos granulares gruesos encontrados, por medio de su resistencia “in situ” obtenida por la toma de densidades en campo en los suelos gruesos.

El terreno sobre el cual se asienta la ciudad es de pendiente suave y no presenta problemas de erosión. El suelo está conformado por terrenos aluviales, no inundable, de formación moderna.

El área de Lima Metropolitana y Callao se ubica en la costa del océano pacifico, el distrito de La Molina se ubica, geográficamente, en un área límite, entre lo que constituye la parte alta de la región Chala y la parte baja de la región Yunga.

Para este estudio se han realizado de acuerdo a las características físicas y mecánicas que presenta la caracterización de los suelos y rocas para ello se ha utilizado el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS, así mismo la norma ASTM, del mismo modo la clasificación ASHTO.

INDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.3. Formulación del problema	2
1.3.1. Problema general	2
1.3.2. Problemas específicos	2
1.4. Formulación de objetivos	2
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Justificación de la investigación	3
1.6. Limitaciones de la investigación	4

CAPITULO II

5

MARCO TEÓRICO

5

2.1. Antecedentes de estudio	5
------------------------------	---

2.2.	Bases teóricas - científicas	6
2.3.	Definición de términos básicos	6
2.3.1.	Calicatas	6
2.3.2.	Falla	6
2.3.3.	Diaclasas	6
2.3.4.	Geodinámica	6
2.3.6.	Geotecnia	7
2.3.7.	Geología Estructural	7
2.3.8.	Geomorfología	7
2.3.9.	Talud	7
2.3.10.	Clima	7
2.3.11.	SUCS	7
2.3.12.	Perfil Estratigráfico	7
2.3.13.	Suelo	8
2.3.14.	Morrenas	8
2.3.15.	Depósitos aluviales	8
2.3.16.	Erosión	8
2.3.17.	Estratigrafía sísmica	8
2.4.	Formulación de hipótesis	8
2.4.1.	Hipótesis general	8
2.4.2.	Hipótesis específicas	8
2.5.	Identificación de variables	9
2.5.1.	Variables Independientes	9
2.5.2.	Variable Dependientes	9
2.5.3.	Variables Intervinientes	9

2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	9
CAPITULO III		11
METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN		11
3.1.	Tipo de investigación	11
3.2.	Métodos de investigación	11
3.3.	Diseño de investigación	12
3.4.	Población y muestra	12
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	13
3.7.	Tratamiento estadístico	13
3.8.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	14
3.9.	Orientación de ética	14
CAPITULO IV		15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		15
4.1.	Descripción del trabajo de campo	15
4.1.1.	Normatividad	16
4.1.2.	Ubicación	16
4.1.3.	Vías de acceso	17
4.1.4.	Geografía	17
4.1.5.	Geología	19
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	21
4.2.1.	Investigación de campo	22
4.2.1.1.	Trabajos de campo	22

4.2.1.2. Excavación de Calicatas	23
4.2.1.3. Ensayo de densidad natural	25
4.2.2. Ensayo de laboratorio	25
4.2.2.1. Ensayos estándar	25
4.2.2.2. Ensayos especiales	27
4.2.3. Análisis de resultados	28
4.2.3.1. Análisis químico del suelo	28
4.2.3.2. Análisis e interpretación en gabinete	29
4.2.3.3. Características de la sub-rasante	31
4.2.3.4. Estudio de tráfico	32
4.2.3.4.1. Evaluación del tránsito existente	32
4.2.3.4.2. Cálculo del índice medio diario anual	33
4.2.3.4.3. Cálculo del tráfico medio diario semanal (IMDS)	33
4.2.3.4.4. Factores de corrección	33
4.2.3.4.5. Cálculo del tráfico medio diario anual (IMDA)	34
4.2.3.4.6. Clasificación vehicular promedio	34
4.2.3.4.7. Proyecciones de tránsito futuro	35
4.2.3.4.8. Vida Útil Del Pavimento	35
4.2.3.4.9. Volumen De Transito Proyectado	35
4.2.3.4.10. Tasas De Crecimiento	36
4.2.3.5. Cálculo del ESAL	38
4.2.3.5.1. Cálculo de ejes equivalentes	38
4.2.3.5.2. Estimación de pesos por eje	39
4.2.3.5.3. Factor de distribución por dirección	40
4.2.4. Diseño del pavimento semirrígidos	42

4.2.4.1. Método AASHTO 1993	42
4.2.4.2. Diseño sistema multicapa	47
4.2.5. Preparación del paquete estructural para pavimentos	48
4.2.5.1. Corte a nivel de sub rasante	48
4.2.5.2. Preparación de la sub-base	48
4.2.5.3. Preparación de la base granular estabilizada	48
4.2.6. Especificaciones técnicas de los materiales del paquete	49
4.2.6.1. Estructural	49
4.2.6.2. Subbase	49
4.2.6.3. Base granular	51
4.2.7. Agresividad de los suelos	53
4.2.8. Efectos de sismo	55
4.3. Prueba de hipótesis	58
4.4. Discusión de resultados	58

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema:

El Ensanchamiento de la Av. Javier Prado Este, Tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar – Lima – Perú”, constituye una vía principal y para mejorar la fluidez vehicular, debido a la demanda del transporte automotor y el incremento de vehículos que transitan por la Avenida Javier Prado Oeste, la Municipalidad Distrital de La Molina se ve obligada a plantear una solución viable, para lo cual se decidió ampliar el cuarto carril de la Av. Javier Prado Este desde el tramo Ovalo Monitor Huáscar hasta la Av. La Molina, el cual permitirá mejorar las condiciones socioeconómicas de la población.

1.2. Delimitación de la investigación:

El trabajo de investigación está delimitado por toda el área del terreno, se encuentra ubicada en la Av. Javier Prado Este, en el tramo desde la Av. La Molina hasta el Ovalo Monitor Huáscar, distrito de La Molina, provincia y región Lima, que comprende un área aproximada de 10 800 m² y su tiempo de duración será hasta el termino de los ensayos y posterior interpretación de los resultados para establecer el diseño de pavimento.

1.3. Formulación del problema:

1.3.1. Problema general:

¿Cómo la Evaluación Geológica y Geotécnica contribuirá en el Ensanchamiento de la Av. Javier Prado Este, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar – Lima - Perú?

1.3.2. Problemas específicos:

¿En qué forma la Evaluación Geológica y Geotécnica influirán en el Ensanchamiento de la Av. Javier Prado Este, tramo Av. La Molina - Ovalo Monitor Huáscar – Lima – Perú?

¿De qué manera la Evaluación Geológica y Geotécnica condicionarán en el Ensanchamiento de la Av. Javier Prado Este, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar – Lima – Perú?

1.4. Formulación de objetivos:

1.4.1. Objetivo general:

Determinar la Evaluación Geológica y Geotécnica en el Ensanchamiento de la Av. Javier Prado Este, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar – Lima – Perú.

1.4.2. Objetivos específicos:

- Identificar los problemas geodinámicos que influyen en el Ensanchamiento de la Av. Javier Prado Este, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar – Lima – Perú.
- Evaluar las propiedades físicas mecánicas de los suelos y la capacidad de soportar cargas el terreno de fundación, mediante los ensayos o pruebas extraídas en campo y analizadas en laboratorio, desde el punto de vista geológico y geotécnico.
- Sustentar la tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo.

1.5. Justificación de la investigación:

El proyecto se justifica porque se determinará la Evaluación Geológica y Geotécnica, con el objetivo de Ensachar la Av. Javier Prado Este, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar – Lima – Perú, para el cual se hará un reconocimiento del área de estudio, mapeo geológico, geomorfológico y estratigráfico, con la finalidad de mejorar el sistema vial urbano mediante la ampliación del cuarto carril desde el tramo mencionado líneas arriba.

1.6. Limitaciones de la investigación:

La ejecución y desarrollo del presente proyecto de investigación tiene ciertas limitantes estando entre ellos:

- El aspecto político donde se espera la aprobación de parte de los regidores que forman parte del Magno Consejo Municipal del Distrito de La Molina. Lima – Perú, para ser ejecutado.
- La demora al entregar los resultados del laboratorio donde se llevaron a cabo los análisis de las muestras de calicatas, corte directo y de comprensión simple, así mismo el análisis de cimentación y agresión química del suelo al concreto de cimentación.
- Los recursos económicos es una limitante en la ejecución del presente proyecto de investigación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio:

Existen estudios geológicos y geotécnicos desarrollados en la zona por GEOFAL SAC en el Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor, donde se realizó el Estudio de Mecánica de Suelos con Fines de Pavimentación.

Así mismo se han realizado diferentes estudios en todo Lima, referidos a obras de construcción de infraestructuras, puentes, túneles, pistas, etc.

El desarrollo de la presente tesis fue permitido por GEOFAL SAC (Geotecnia y Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos) algunos datos no serán considerados por ser de carácter reservado para la empresa.

2.2. Bases teóricas - científicas:

La metodología seguida para la ejecución del estudio de suelos comprende básicamente una investigación de campo a lo largo de la zona definida. Mediante la ejecución de prospección mediante la exploración (calicatas), observándose las características del terreno para luego obtener muestras representativas y en cantidades suficientes para ser sometidas a ensayos de laboratorio. Finalmente, con los datos obtenidos en ambas fases se realizan las labores de gabinete, para consignar luego en forma gráfica y escrita los resultados del estudio Geológico y Geotécnico en el Ensanchamiento de la Av. Javier Prado Este, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar – Lima – Perú.

2.3. Definición de términos básicos:

2.3.1. Calicatas: Excavación pequeña sobre terrenos meteorizados para investigar el sub suelo.

2.3.2. Falla: Es una fractura con desplazamiento de un bloque rocoso con respecto a otro, colindante a éste o de ambos bloques a través de un plano denominado plano de falla. Es el producto de esfuerzos tectónicos.

2.3.3. Diaclasas: Fractura o juntura que aparece en las rocas, ocasionado por esfuerzos tectónicos y que presentan direcciones definidas a las cuales se les denomina sistema de diaclasas.

2.3.4. Geodinámica: Parte de la geología física o geomorfología que estudia los fenómenos geológicos que provocan modificaciones en la superficie terrestre por

acción de esfuerzos tectónicos internos (geodinámica interna) o esfuerzos externos (geodinámica externa).

2.3.6. Geotecnia: Ciencia que estudia los procesos geodinámicos externos y la aplicación de los métodos ingenieriles para su control con el objeto de que los efectos destructivos de estos procesos sean mínimos.

2.3.7. Geología Estructural: Es la ciencia que estudia las deformaciones que presenta la corteza terrestre relacionada con el tiempo geológico. Estudia las deformaciones orogénicas, díastróficas, epirogénicas, etc. Las deformaciones pueden los pliegues (homoclinales, anticlinales, sinclinales, domos, etc.), fallas (normales, inversas, etc.), intrusiones (vetas, diques, lacolitos, batolitos, etc.).

2.3.8. Geomorfología: Ciencia que estudia las formas del relieve terrestre teniendo en cuenta su origen, naturaleza de rocas, el clima de la región y las diferentes fuerzas endógenas y exógenas que de modo general entran como factores constructores del paisaje.

2.3.9. Talud: Superficie inclinada de la roca que se extiende de la base de la cumbre de un cerro acumulada de fragmentos de rocosos.

2.3.10. Clima: Conjunto de condiciones atmosféricas propias de una región, país o comarca.

2.3.11. SUCS: Este sistema unificado se utiliza para la clasificación de suelos para propósitos de ingeniería, el cual permite estimar la calidad y los parámetros resistentes aproximados del macizo, en términos de cohesión y fricción.

2.3.12. Perfil Estratigráfico: Sección estratigráfica local levantada con mucho detalle y representada a escala 1:100 o inferior.

2.3.13. Suelo: Cobertura superficial de la corteza terrestre producto de la alteración de los minerales de las rocas preexistentes. La formación del suelo implica la meteorización química de los minerales primarios dando lugar a nuevos minerales.

2.3.14. Morrenas: Depósito glacial heterogéneo en cuanto a forma y tamaño de los fragmentos, generalmente son se aristas redondeadas por el poco transporte sufrido.

2.3.15. Depósitos aluviales: Término usado para referirse a todo tipo de proceso o material relacionado con los procesos fluviales.

2.3.16. Erosión: Es un proceso geológico destructivo que tiende a nivelar la superficie de la corteza terrestre. Implica los siguientes procesos: fracturamiento, fisuramiento, alteración física y/o química, arranque y transporte de materiales por agentes geológicos como el agua, viento, hielo, olas, etc. Es sinónimo de degradación gliptogénesis.

2.3.17. Estratigrafía sísmica: Estudio de la estratigrafía y facies deposicional a partir de la interpretación de la información sísmica.

2.4. Formulación de hipótesis:

2.4.1. Hipótesis general:

Aplicando procedimientos geológicos y geotécnicos apropiados se determinará la Evaluación Geológica y Geotécnica en el ensanchamiento de la Av. Javier Prado Este, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar – Lima – Perú.

2.4.2. Hipótesis específicas:

Hipótesis Alterna:

Los parámetros geológicos y geotécnicos contribuyen en el Ensanchamiento de la Av. Javier Prado Este, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar – Lima – Perú.

Hipótesis Nula:

Los parámetros geotécnicos no contribuyen en el Ensanchamiento de la Av. Javier Prado Este, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar – Lima – Perú.

2.5. Identificación de variables:

2.5.1. Variables Independientes

- ❖ Tipo de suelo.
- ❖ Características del suelo.
- ❖ Control y Monitoreo de suelos.

2.5.2. Variable Dependientes

- ❖ Calicatas y obtención de muestras.
- ❖ Datos de laboratorio (Tipos de suelo)
- ❖ Límite líquido y límite plástico.

2.5.3. Variables Intervinientes

- ❖ Aspectos geodinámicos.
- ❖ Evaluación de riesgos.
- ❖ Clasificación de suelos SUCS.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores:

En el aspecto geotécnico se determinará el paquete estructural, de acuerdo al límite de consistencia, compactación y resistencia de los suelos para el diseño del

pavimento, también se analizaron el contenido de sales solubles y sulfatos, para hallar tales resultados se realizó ensayos químicos (NTP) a una muestra extraída del área de estudio y en el aspecto geodinámico determinaremos el tipo de suelo de acuerdo a la Norma Técnica E.0.30 de Diseño sismo resistente.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación:

Método científico, la investigación es exploratoria, descriptiva, experimental y correlacional.

3.2. Métodos de investigación:

El método de investigación a utilizarse será:

- Método aplicativo.
- Método determinativo.
- Método analítico.

3.3. Diseño de investigación:

El método científico, diseño experimental (experimentos puros) en donde se tiene las siguientes fases: Reconocimiento de campo se ejecutarán las calicatas, las muestras serán llevadas al laboratorio para su análisis correspondiente y determinar sus propiedades físicas y químicas luego interpretarlos geomecánicamente, su desarrollo descriptivo, analítico, evaluativo y explicando sus resultados.

3.4. Población y muestra:

La población estará representada por el área del proyecto en su totalidad, y muestra a estudiar serán las muestras obtenidas de las calicatas o pozos de exploración.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Las técnicas para la recolección de datos consistieron en la toma de la información de campo, para ello se contó con el reconocimiento superficial del área de estudio, en donde se tuvo en cuenta la topografía, recursos hídricos, recursos arqueológicos, flora y fauna, poblaciones y se diseñaron en diversas fases de recolección de la información indicándose de la siguiente manera:

FASE I. Revisión bibliográfica y análisis de una línea de base.

Elaboración del marco teórico, revisión bibliográfica y antecedentes de la investigación, reconocimiento superficial del área de estudio.

FASE II. Trabajo de Campo:

Recolección de datos físicos, biológicos y sociales del área de estudio.

Toma sistemática de muestras de las calicatas.

Levantamientos de planos topográficos y geológicos del área de estudio.

Determinación de zonas vulnerables en el área de estudio.

FASE III. Trabajo de Gabinete:

Diseño de planos topográficos, geológicos y muestreo del área de estudio.

Se usarán los métodos de clasificación geomecánica, técnicas y procedimientos de trabajo de interpretación geomecánica.

Elaboración de perfiles estratigráficos de cada calicata.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos:

La metodología empleada para la recolección de datos para la elaboración de la presente evaluación fueron la descriptiva y la experimental que consistieron de la siguiente manera:

- ✓ Muestreos sistemáticos de las calicatas.
- ✓ Terminando con el informe y la elaboración de la presente tesis “Evaluación Geológica y Geotécnica con fines de Ensanchamiento de la Av. Javier Prado Este, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar – Lima – Perú.

3.7. Tratamiento estadístico:

En un primer nivel de análisis, se aplicó técnicas propias de la estadística descriptiva, como por ejemplo la recolección, presentación, descripción, análisis e interpretación de una colección de datos de muestras recolectadas en el terreno, en esencia consiste en resumir estos con uno o dos elementos de información (medidas descriptivas) que caracterizan la totalidad de los mismos.

De este modo, el procesamiento estadístico de los datos se da como instrumento que se basa en un conjunto de métodos que nos permitirá conocer las características que hemos determinado durante el análisis.

Se observó las características físicas y químicas del suelo del terreno, los resultados obtenidos serán procesados mediante un ordenador, luego toda la información obtenida será procesada mediante un análisis estadístico y la presentación del estudio de investigación definitivo.

3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación:

La validación será mediante los ensayos realizados, a través de cuadros en donde se observa el resultado obtenido de cada ensayo y los respectivos cálculos.

El análisis de los datos se realizará utilizando los programas como Ecuación AASHTO 93, Excel.

3.9. Orientación de ética:

La investigación tiene como finalidad realizar estudios geológicos y geotécnicos para diseñar el pavimento en el ensanchamiento de la Av., Javier Prado, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar, se ejecutaron siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM) y las bases teóricas fueron extraídas del Manual ASSHTO 93 para una comparación posterior.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo:

La empresa Global Environment Develoment S.A.C. tiene programado elaborar el diseño para la construcción del proyecto “Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, tramo Av. La Molina - Ovalo. Monitor”, en el distrito de La Molina – Lima, con la finalidad de mejorar la fluidez vehicular, debido a la demanda del transporte automotor y el incremento de vehículos que transitan por la avenida Javier Prado oeste, la Municipalidad Distrital de La Molina se ve obligada a plantear una solución viable, para lo cual se decidió ampliar el cuarto carril de la Av. Javier Prado Este desde el tramo Ovalo Monitor Huáscar hasta la Av. La Molina, para ello se han diseñado las distintas capas del pavimento y los espesores, en base a las

características de los materiales existentes, al tráfico previsto y a la capacidad soporte de la vía, de tal forma que el pavimento mantenga un "índice" de servicio aceptable durante su vida estimada.

Se solicitó el servicio a la empresa Geofal SAC, para la realización del Estudio de Mecánica de Suelos con fines de pavimentación del proyecto en mención, con la finalidad de determinar las características del suelo de fundación, que permita establecer los criterios de diseño de la vía, para tal fin, el método de diseño que se aplican en el proyecto es: La AASHTO versión 1993.

4.1.1. Normatividad:

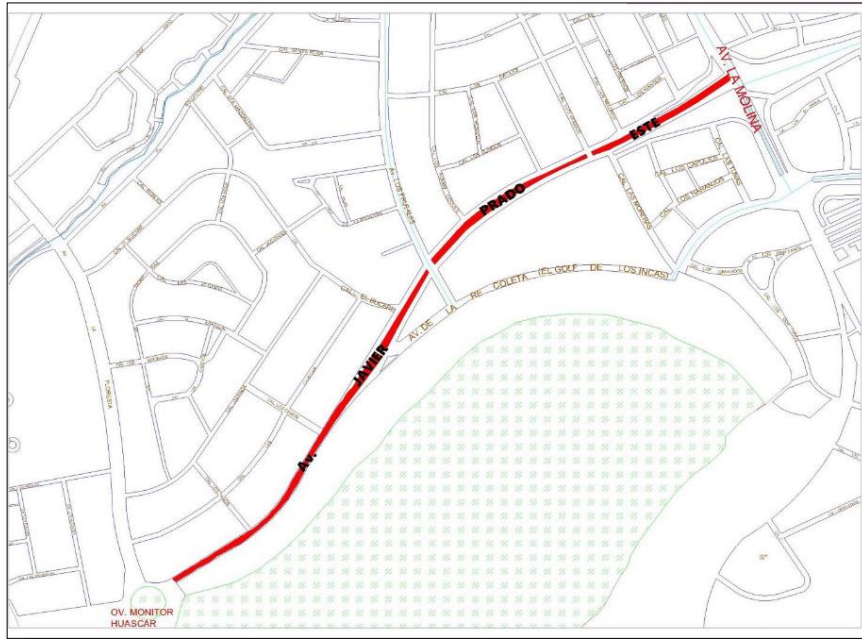
La Evaluación Geológica y Geotécnica del suelo está en concordancia con la Norma E-0.50 de Suelos y Cimentaciones, y la Norma E-0.30 Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

4.1.2. Ubicación:

El distrito de La Molina se ubica, geográficamente, en un área límite, entre lo que constituye la parte alta de la región Chala y la parte baja de la región Yunga.

El área en estudio se encuentra ubicada en la Av. Javier Prado Este, en el tramo desde la Av. Molina hasta el Ovalo Monitor Huáscar, distrito de La Molina, provincia y departamento de Lima.

El acceso al área del proyecto partiendo desde la plaza Bolognesi, hasta vía expresa Paseo de la Republica, y luego llegara hasta la Av. Javier Prado Este, en este trayecto se ubica el tramo en estudio



En el plano N°01 se muestra la ubicación del área de estudio

4.1.3. Vías de acceso:

La vía de acceso al área del proyecto es:

Partiendo desde la plaza Bolognesi, hasta vía expresa Paseo de la Republica, y luego llegara hasta la Av. Javier Prado Este, en este trayecto se ubica el tramo de estudio.

4.1.4. Geografía:

4.1.4.1. Condición climática:

El distrito de La Molina presenta un clima templado y húmedo con precipitaciones moderadas en el período de abril a diciembre y sol intenso entre enero y marzo, la temperatura anual promedio es de 14.6 °C - 28 .7

°C. Es la zona más fría de Lima Metropolitana, las precipitaciones se presentan en los meses de invierno, con un acumulado anual de 60.0mm.

4.1.4.2. Topografía:

La topografía del terreno sobre el cual se asienta la ciudad es de pendiente suave y no presenta problemas de erosión. El suelo está conformado por terrenos aluviales, no inundable, de formación moderna.

El área de Lima Metropolitana y Callao se ubica en la costa del océano pacífico, el distrito de La Molina se ubica, geográficamente, en un área límite, entre lo que constituye la parte alta de la región Chala y la parte baja de la región Yunga.

4.1.4.3. Geomorfología:

4.1.4.3.1. Geomorfología regional:

Desde el punto de vista geomorfológico el área de Lima Metropolitana, se encuentra rodeada por colinas y montañas, con laderas de pendiente moderada a fuerte.

La mayoría de los afloramientos corresponden a rocas intrusivas tipo granodioritas y dioritas, seguidas por rocas volcánicas y en menor cantidad por rocas sedimentarias tipo calcáreas, lutitas y areniscas. Se encuentran disectados por los ríos Lurín, Rímac y Chillón y quebradas afluentes (río Seco, Huaycoloro, Jicamarca, Canto Grande, Collique, Caballero, Torre Blanca, etc.) y en su desembocadura se han formado conos y terrazas extensas, donde se ha ubicado gran parte de la ciudad.

4.1.4.3.2. Geomorfología local:

El desarrollo morfológico del área ha sido generado a través de diversos episodios tectónicos que han dado lugar a los rasgos geomorfológicos actuales, los mismos que pueden clasificarse en unidades geomorfológicas como estribaciones andinas occidentales, quebradas, planicies costeras y conos de deyección en su borde más occidental, loma y monte isla en su zona más al Sur.

- a. **Valle y quebradas:** Esta unidad morfológica comprende la quebrada principal donde se ha desarrollado el acceso y el distrito en sí, y algunas quebradas secundarias como La Planicie, San Benito, San José y otras que han sido modeladas durante el Cuaternario en los últimos 2 millones de años. El valle del río Rímac en su margen izquierda a unos 9 km. del borde litoral.
- b. **Loma y monte isla:** En La Molina, en el afloramiento rocoso denominado Cerro Centinela, en el límite distrital más al Oeste, se observa geomorfológicamente como un monte isla en formación, en una fase final de desarrollo, como producto de las características litológicas sedimentarias inducido por un intrusivo de naturaleza diorítica.

4.1.5. Geología:

La ciudad de Lima se ubica sobre los abanicos de deyección cuaternarios de los ríos Rímac y Chillón, enmarcados en rocas sedimentarias del Jurásico Superior al Cretáceo Inferior y rocas intrusivas del Batolito Andino.

La tectónica está relacionada a los eventos que controlan la Costa Central, es decir inicialmente fases compresivas intercaladas con fases de distensión. Estas fases tectónicas están relacionadas regionalmente a las fases peruana,

Inca y Quechua, que han impulsado el levantamiento de los Andes desde el Cretáceo Superior hasta la actualidad. La zona en estudio es un ejemplo del proceso de formación de los rasgos geomorfológicos de la Costa Central al cual se encuentra íntimamente vinculado en su historia geológica.

El distrito de La Molina está conformado por afloramientos ígneos intrusivos que pertenecen a los bordes occidentales del Batolito Costanero cuya antigüedad se remonta al Cretáceo Superior.

- ✓ **Rocas del Sistema Cretáceo:** La Formación Atocongo está constituida por calizas o rocas sedimentarias. Debe su nombre a las calizas de la localidad de Atocongo donde presenta su mejor desarrollo. Sus facies son la continuación de la Formación Pamplona, de allí que su contacto sea normal y gradacional, pasando de una facies arcillo-calcárea a una facies calcárea de mayor profundidad
- ✓ **Roca intrusiva del Mesozoico:** Se encuentran estas rocas en los siguientes afloramientos: Cerros Puruchuco (Mayorazgo): Gabrodiorita. Está constituida por cuerpos de gabros y dioritas, las más antiguas del Batolito, emplazados al lado occidental del mismo, con intervalos que pueden variar entre 84 y 102 millones de años.
- ✓ **Superunidad Santa Rosa:** Constituyen el Plutón principal en los cerros que bordean Manchay, La Molina y el valle del Rímac desde Vitarte hasta Chosica. Las rocas presentan un color gris oscuro, textura holocristalina de grano medio, variando a grueso y destacando las plagioclasas blancas dentro de una masa oscura. Los contactos entre las tonalitas leucócratas (Santa Rosa Claro) y las tonalitas mesócratas (Santa Rosa Oscuro).

- ✓ **Depósitos Cuaternarios:** En La Zona podemos distinguir depósitos cuaternarios que pueden ser clasificados como depositas aluviales.

Las Características geotécnicas de la zona en estudio está conformado por:

- **Depósitos Aluviales:** Perteneciente al pleistoceno, lo constituye las acumulaciones aluviales desérticas provenientes de quebradas y ríos afluentes y secos como es el caso de la quebrada principal de La Molina. La litología de estos depósitos aluviales pleistocénicos comprende conglomerados conteniendo cantos de diferentes tipos y rocas especialmente intrusivas y volcánicas, gravas subangulosas cuando se trata de depósitos de conos aluviales desérticos debido al poco transporte, arenas con diferente granulometría y en menor proporción limos y arcillas.
- **Depósitos aluviales recientes:** Estos depósitos se pueden conocer como depósitos coluviales, formados por la gravedad al pie de los afloramientos, acompañados de algunas acumulaciones eólicas desérticas que corresponden al proceso de aridización que sufre la costa peruana, que se remonta, por lo menos, desde todo el Holoceno. Estos depósitos coluviales están conformados por material anguloso intemperizado desde bloques como pedregones hasta guijarros, desplazados por gravedad y seguramente, por la sísmica de la región.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados:

El análisis geológico y geotécnico de los diferentes tipos de suelos para pavimentación del terreno donde se ejecutará el proyecto Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, tramo Av. La Molina y Ovalo Monitor Huáscar, se definirán los tipos de suelos, límite de consistencia de los suelos, resistencia, compactación del terreno

de pavimentación. Estos factores y posteriores resultados nos serán útil para el diseño estructural del pavimento.

4.2.1. Investigación de campo:

4.2.1.1. Trabajos de campo:

Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotecnia del suelo de fundación, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, de acuerdo al Manual de Carreteras del MTC, sección Suelos y Pavimentos.

Para determinar las características del subsuelo en el área de estudio, se programó la ejecución de cuatro (04) excavaciones a cielo abierto o calicatas de exploración para determinar las características del perfil estratigráfico.

En cada una de las calicatas se llevó a cabo una detallada descripción de los tipos de subsuelo encontrados, de las cuales se extrajeron muestras alteradas de los estratos más representativos, las cuales fueron identificadas y almacenadas en bolsas polietileno, para su posterior análisis en el laboratorio de mecánica de suelos del consultor.

En el Cuadro N°01 se muestra la ubicación de las calicatas en coordenadas, Formato UTM UPS mapa WGS 84.

Cuadro N°01

Ubicación de calicatas

Coordenadas UTM UPS / WGS 84			
Calicata	Coordenadas		Altitud M.S.N.M.
	E	N	

C-1	286 895	8 664 732	239
C-2	286 560	8 664 565	233
C-3	286 197	8 664 230	226
C-4	285 833	8 663 646	217

En el **Plano P-02, Anexo I** se indica la ubicación de las calicatas.

4.2.1.2. Excavación de Calicatas:

Con el objeto de realizar una mayor investigación de toda el área de estudio para determinar las características del subsuelo y determinar el perfil estratigráfico del suelo de acuerdo a la norma ASTM D-2488, se realizó un programa de exploración geotécnica en el área de estudio, que consistió en realizar cuatro (04) calicatas o pozos estratégicamente ubicadas dentro del área en estudio, realizados manualmente, hasta profundidades máximas de 1.6 m con respecto al nivel del terreno de cada calicata.

En el Cuadro N°02, se muestra el resumen de las calicatas y la profundidad alcanzada

Cuadro N°02

Resumen de las calicatas

Calicata	Profundidad (m)
C -1	1.60
C-2	1.60
C-3	1.60
C-4	1.60

Inicialmente se realizó una clasificación manual-visual del perfil estratigráfico de cada calicata y se tomaron muestras representativas disturbadas de los diferentes estratos para la ejecución de los ensayos de laboratorio, para lo cual cada muestra fue identificada y convenientemente embalada en bolsas herméticas de polietileno para enviarlas al laboratorio, y poder identificar el tipo de material, así como sus características físicas, mecánicas y químicas.

En el Cuadro N°03 se observa el número de muestras por calicata y la profundidad a la cual se extrajo las muestras.

Cuadro N°03

Resumen de muestras obtenidas de las calicatas

Calicata	Muestra	Profundidad(m)
C-1	S/M	0.00- 0.20
	M-1	0.20- 0.70
	M-2	0.70-1.60
C-2	S/M	0.00-0.30
	M-1	0.30-0.60
	M-2	0.60-1.60
C-3	S/M	0.00-0.20
	M-1	0.20-1.30
	M-2	1.30-1.60
C-4	S/M	0.00-0.20
	M-1	0.20-1.00
	M-2	1.00-1.60

S/M = Sin Muestra

En el anexo II se presentan los registros del perfil estratigráfico de las calicatas

4.2.1.3. Ensayo de densidad natural:

Para determinar la densidad “in-situ” del suelo se realizaron ensayos de densidad de campo por el método del cono de arena para el caso de materiales granulares.

Cuadro N°04

Ensayo de densidad de Campo

Ensayo de densidad	Calicata	Muestra	Densidad seca (g/cm³)	Contenido humedad (%)	Densidad húmeda (g/cm³)
Densidad Natural	C-2	M-1	1.890	8.0	2.041

4.2.2. Ensayos de laboratorio:

Las muestras representativas obtenidas del subsuelo, de la investigación de campo, fueron enviados al laboratorio de suelos del Consultor, para los ensayos estándar, especiales y químicos, que se efectuaron siguiendo las Normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM) y las normas NTP.

4.2.2.1. Ensayos estándar:

Se tomaron muestras alteradas de las excavaciones (calicata) para la ejecución del ensayo estándar de clasificación de suelos y propiedades físicas en el laboratorio, cada muestra fue identificada convenientemente y embalada en bolsas de polietileno,

los ensayos se ejecutaron siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM).

Las normas para estos ensayos son las siguientes:

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
- Contenido de humedad ASTM D-2216
- Límites de Atterberg ASTM D-4318
- Clasificación SUCS ASTM D-2487

Las muestras han sido clasificados utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), en el Cuadro N°05 se presentan los resultados.

Cuadro N°05

Resumen de los Ensayos Estándar de Clasificación de Suelos

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Granulometría (%)			Límite de Atterberg			W (%)	Clasificación SUCS
			Grava	Arena	Finos	L.L.	L.P.	I.P.		
C-1	M-1	0.20-0.70	33.7	48.1	18.2	0.0	NP	NP	6.5	SC
C-1	M-2	0.70-1.60	1.5	31.6	66.9	21.4	14.8	6.6	18.7	CL-ML
C-2	M-1	0.30-0.60	36.8	56.9	6.3	0.0	NP	NP	4.3	SP-SC
C-2	M-2	0.60-1.60	75.6	22.8	1.6	0.0	NP	NP	2.0	GP
C-3	M-1	0.20-1.30	50.3	34.3	15.4	18.0	12.6	5.4	8.0	GC-GM
C-3	M-2	1.30-1.60	70.8	26.9	2.3	0.0	NP	NP	2.5	GW
C-4	M-1	0.20-1.00	52.2	28.3	19.5	18.3	10.5	7.8	7.8	GC
C-4	M-2	1.00-1.60	68.5	26.6	5.0	0.0	NP	NP	2.6	GW

Los certificados de los ensayos de laboratorio se presentan en el Anexo III

Donde:

L.L.: Limite liquido

L.P.: Limite Plástico

I.P.: Índice de plasticidad

W: Contenido de humedad

4.2.2.2. Ensayos especiales:

- **Ensayo Próctor Modificado**

Con el propósito de obtener la máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH) del material, se realizó el ensayo de Próctor modificado sobre la muestra obtenido de la calicata

El ensayo se ejecutó siguiendo la norma: ASTM D-1557 de la American Society For Testing and Materials (ASTM).

Se presentan los resultados de los ensayos de Próctor modificado en:

Cuadro N 06

Resumen de los ensayos Próctor de suelo (ASTM D - 1557)

	Densidad Máxima (gr/cm³)	Humedad óptima (%)
C-2	2.236	7.0

Los certificados de los ensayos de Próctor modificado se presentan en el Anexo III

- **California Bearing Ratio – CBR (ASTM D-1883)**

El C.B.R., es el índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte. El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.

El Cuadro N°07 “Capacidad de Carga – CBR”, presenta características mecánicas de los suelos provenientes del ensayo de Próctor y con estos valores se ha calculado la capacidad de soporte que permitirá el diseño de la estructura de pavimento.

CUADRO N°07

VALOR DE RELACION DE SOPORTE CBR

Calicata	Muestra	SUCS	CBR (95%)	CBR (100%)
C-2	M-1	SP-SC	26.3	36.4

4.2.3. Análisis de resultados:

4.2.3.1. Análisis químico del suelo:

Con el objeto de estimar el grado de agresividad del suelo al concreto se han ejecutado análisis químicos, se determinaron los siguientes ensayos: sales solubles totales y sulfato, contenido en las muestras de suelo.

humedad, compacidad dura, la muestra presenta una distribución granulométrica de 33.7 % de gravas, 48.1 % de arena y 18.2 % finos, **M-2**, comprende de 0.70m a 1.60 m de profundidad: CL-ML, Arcillas inorgánicas con limos inorgánicos, arenas arcillosas de color marrón, alto contenido de humedad, compacidad suave, consistencia blanda, la muestra presenta un una distribución granulométrica de 1.5 % de gravas, 31.6 % de arena y 66.9 % finos.

Calicata C-2, de 0.00m a 0.30m de profundidad: Terreno de cultivo, contiene material orgánico, **M-1**, comprende de 0.30m a 0.60 m de profundidad: SP-SC, Arenas pobremente gradadas con Arenas arcillosas, mezcla de arena gravosas con arcilla de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta una distribución granulométrica de 36. % de gravas, 56.9 % de arena y 6.3% finos, **M-2**, comprende de 0.60m a 1.60 m de profundidad: GP Gravas pobremente gradadas, con poco fino de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta una distribución granulométrica de 75.6 % de gravas, 22.8 % de arena y 1.6 % finos.

Calicata C-3, de 0.00m a 0.20m de profundidad: Terreno de cultivo, contiene material orgánico, **M-1**, comprende de 0.20m a 1.30 m de profundidad: GC-GM, Gravas arcillosas con gravas limosas, mezcla grava –arena –arcilla de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta una distribución granulométrica de 50.3 % de gravas, 34.3 % de arena y 15.4 % finos, **M-2**, comprende de 1.30m a 1.60 m de profundidad: GW, Gravas bien gradadas, con poco fino de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta un una distribución granulométrica de 70.8 % de gravas, 26.9 % de arena y 2.3 % finos.

Calicata C-4, de 0.00m a 0.20m de profundidad: Terreno de cultivo, contiene material orgánico, **M-1**, comprende de 0.20m a 1.00 m de profundidad: GC, Gravas arcillosas, mezcla grava – arena – arcilla de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta una distribución granulométrica de 52.2 % de gravas, 28.3 % de arena y 19.5 % finos, **M-2**, comprende de 1.00m a 1.60 m de profundidad: GW, Gravas bien gradadas, con poco fino de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta una distribución granulométrica de 68.5 % de gravas, 26.6 % de arena y 5.0 % finos.

4.2.3.2.2. Nivel freático:

La verificación del nivel freático en la zona en estudio, se realizó al momento de ejecutar las prospecciones de campo. En las calicatas efectuadas hasta la profundidad de 1.60m no se detectó el nivel de la napa freática.

4.2.3.3. Características de la sub-rasante:

El área de estudio está compuesto por diversos tipos de suelos de fundación, pero se encuentra cubierta corteza de terreno de cultivo, ya que la ampliación se realizara sobre el jardín existente con espesores que varían entre 0.15m y 0.20m, continuada por una capa de suelo arcilloso de buenas características, subyace a esta una capa de suelo granular medianamente densa, a excepción de la calicata C-1 donde se encontró arcilla saturadas de consistencia blanda, según los resultados de CBR (California Bearing Ratio) realizado en las muestras extraídas en la calicata C-2 le corresponde un valor promedio de CBR 26.3%.

4.2.3.3.1. Mejoramiento de la sub-rasante

En el tramo que corresponde entre la Av. La molina Hasta la Av. Las Moredas de deberá escarificar y acopiar el material hasta el nivel - 0.80m de profundidad, sucesivamente se procederá a eliminar el material saturado de consistencia blanda que se encuentra a partir de los -0.80m hasta 1.60m de profundidad contados a partir del nivel de la subrasante, el material eliminado deberá ser reemplazado en su totalidad o mezclado y compactado por capas hasta obtener la densidad deseada de 95%.

4.2.3.4. Estudio de tráfico:

Tiene por objeto determinar las incidencias de las cargas y volumen vehicular con la finalidad de obtener el parámetro del tráfico, para lo cual fue necesario la evolución del tráfico actual mediante la realización de un censo vehicular con clasificación.

4.2.3.4.1. Evaluación del tránsito existente:

Para este caso el censo se realizó directamente en la Av. Javier Prado Este en tres días consecutivos a la altura de la Av. Los Tramos, en el sentido de Oeste a Este.

El flujo vehicular en esta vía está compuesto principalmente por autos y camionetas, las camionetas rurales y los buses también circulan pero en menor cantidad, durante los tres días se observó la circulación de vehículos pesados cargados debido a la demanda comercial del sector ya que cerca de esta avenida se encuentran algunos mercados y centros comerciales, también se pudo apreciar claramente que esta avenida sirve como vía de acceso a otros distritos generando a un más la afluencia vehicular, el tránsito pesado es menor que el ligero, sin embargo, tienen un aporte importante para el cálculo de los Ejes Equivalentes para el diseño del pavimento.

4.2.3.4.2. Cálculo del índice medio diario anual:

El tráfico medio diario no viene a ser otra cosa que el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (tres días) igual o menor de un año, dividido entre el número de días del periodo.

RESULTADOS OBTENIDOS

A partir de los datos obtenidos en los conteos y clasificación vehicular en campo, se procedió a analizar la consistencia de la misma. En el siguiente cuadro se resumen los recuentos de tráfico y la clasificación diaria en el sentido de Oeste a Este.

4.2.3.4.3. Cálculo del tráfico medio diario semanal (IMDS)

El Promedio de Tráfico Diario Semanal o Índice Medio Diario Semanal (IMDS), se obtiene a partir del volumen diario semanal registrado en el conteo vehicular, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{IMDS} = \text{SVi} / 3$$

En donde Vi: Volumen Vehicular diario de cada uno de los 3 días de conteo.

4.2.3.4.4. Factores de corrección

Dado que el flujo vehicular se ha calculado directamente en una muestra de tres días no será necesario aplicar un factor de corrección para estimar el comportamiento del

tránsito, para determinar el IMDS, no será necesario usar factores de corrección que permitan expandir el volumen de esa muestra al universo anual.

4.2.3.4.5. Cálculo del tráfico medio diario anual (IMDA)

El IMDA (Índice Medio Diario Anual) es obtenido a partir del IMDS (Índice Medio Diario Semanal) y del Factor de Corrección Estacional (FC).

$$\text{IMDA} = \text{FC} \times \text{IMDS}$$

A partir de los volúmenes diarios semanales por tipo de vehículo realizado directamente del conteo de tres días consecutivos durante las 24 horas del día, para este caso se aplicará un factor de corrección por estacionamiento conservador de (FC) 1.01, se muestra a continuación, es preciso mencionar que los valores que se muestran consideran el tránsito contabilizado en el sentido de Oeste a Este. procedió a obtener el INDICE MEDIO DIARIO ANUAL, el cual se

4.2.3.4.6. Clasificación vehicular promedio:

A partir de los resultados de clasificación vehicular de campo, se procedió a determinar la composición vehicular de la muestra del flujo vehicular.

CUADRO N°10

IMDA TRANSITO ACTUAL

IMDA – ACTUAL	LIGEROS	PESADOS
29,653	27,462	2,191

100.00%	92.61%	7.39%
---------	--------	-------

4.2.3.4.7. Proyecciones de tránsito future:

En vista que el diseño del pavimento de la vía, se basa tanto en el tráfico actual, así como en los incrementos de tránsito que se espera utilicen en el proyecto, resulta necesario realizar las proyecciones de Tránsito Futuro.

En primer lugar, resulta necesario determinar el periodo de proyección del tráfico, el cual está en función de la vida útil del pavimento, así como las tasas de crecimiento, las cuales están en función de las tasas de crecimiento demográficas y macroeconómicas.

4.2.3.4.8. Vida Útil Del Pavimento:

Para el presente caso se ha establecido un periodo de diseño de 10 y 20 años, contados a partir de la fecha de apertura del tránsito, por otro lado, considerando que la vía entrará en servicio a partir del año 2016 y que el estudio de tráfico se realizó en junio del 2016, el número de años hasta llegar a la vida útil del pavimento será de 10 y 20 años.

4.2.3.4.9. Volumen De Transito Proyectado

El volumen de tránsito futuro (TF), se deriva a partir del tránsito actual (TA) y del incremento de tránsito (IT) esperado al final del periodo de vida útil del pavimento esperado.

$$\mathbf{TF = TA + IT}$$

El incremento de tránsito, es el volumen que se espera use el proyecto construida en el año futuro seleccionado como de proyecto, éste tránsito se compone del Crecimiento Normal del Tránsito (CNT).

El Crecimiento Normal del tránsito, es el incremento del volumen de tránsito debido al aumento normal en el uso de los vehículos. El cual se cuantifica a través de una tasa de crecimiento vehicular, para un periodo de diseño de “n” años, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{CNTF} = \text{TA} \frac{((1+i)^n - 1)}{i}$$

4.2.3.4.10. Tasas De Crecimiento:

Las tasas de crecimiento vehicular varían dependiendo del tipo de vehículo, la determinación de las mismas se realiza a partir de series históricas de tráfico, en base a estudios anteriores del tramo en estudio o de otras vías de naturaleza similar. Para el presente tramo en estudio no se ha encontrado información histórica o estadística de tráfico en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que pueda resultar de utilidad.

Una metodología alternativa o complementaria en el caso de no contar con información histórica o en caso que la misma resulte insuficiente es realizar un análisis estadístico de las variables macroeconómicas (PBI, Demografía, etc.) de área de influencia del proyecto, considerando los resultados de una encuesta de origen - destino.

En el presente caso, compuesto básicamente por unidades ligeras y vehículos pesados, se ha considerado como tasa de crecimiento del tráfico ligero a la proyección de la tasa de crecimiento poblacional para el periodo 2016-2036 de la

Provincia de Lima y como tasa de crecimiento del tráfico pesado a la proyección de la tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno de la Provincia de Lima.

En resumen, las tasas de crecimiento del tráfico vehicular ligero y pesado que han sido consideradas para la proyección del tráfico, son las siguientes:

CUADRO N°11

TASAS DE CRECIMIENTO

Tipo de Vehículo	Tasa% anual
Vehículos Ligeros	3.9
Vehículos pesados	2.4

TRANSITO PROYECTADO

Luego de aplicar las fórmulas indicadas, se obtiene el siguiente resultado del tránsito proyectado:

$$\mathbf{TF = TA + IT}$$

CUADRO N°12

TRANSITO PROYECTADO

Vehículo	IMD 2016	IMD 2026	IMD 2036
Motos	382	4,565	11,258

Autos	11216	134,038	330,547
Camioneta	5724	68,405	168,692
Cam. Rural	5876	70,222	173,172
Bus 2 ejes	4078	48,734	120,183
Bus 3 ejes	186	2,223	5,482
C2	1964	23,471	57,881
C3	153	1,828	4,509
T2S1	40	478	1,179
T2S2	23	275	678
T2S3	11	131	324
T3S3	0	-	-

El cálculo del IMDA proyectado para el año 2035 se presenta en la hoja adjunta.

4.2.3.5. Cálculo del ESAL:

El análisis de tráfico permite determinar el número de aplicaciones de cargas equivalentes a un eje simple de 18,000 libras (80 KN) (EAL) a ser usado en la determinación de los espesores del pavimento.

4.2.3.5.1. Cálculo de ejes equivalentes:

El número de ejes equivalentes resulta necesario para el diseño de pavimentos, dicho cálculo se desarrolla sobre la base de los factores destructivos del pavimento, los cuales son determinados a partir de un censo de cargas en donde se realice el pesaje y medida de la presión de llantas de una muestra representativa de vehículos que circulan por la vía objeto de estudio.

4.2.3.5.2. Estimación de pesos por eje:

De las encuestas realizadas en el campo, se ha obtenido la clasificación de tráfico diario por sentido, que se muestra en el cuadro adjunto, en esta clasificación se han seleccionado los tipos de vehículos, así como la composición de los ejes en cada uno de ellos (ejes simples, dobles). Para el cálculo de los ejes equivalentes empleados corresponden a las planteadas por la AASHTO y analizadas por la Transportation Research Laboratory:

Eje simple: $(P/6.600)^{4.0}$

Eje Doble: $(P/8.200)^{4.01}$

Eje Tándem: $(P/15.000)^{4.01}$

Eje Tridem: $(P/23.000)^{3.9}$

En vista que los vehículos pesados que circulan por la vía no se encuentran con carga máxima, se ha visto por conveniente emplear las cargas máximas permitidas por la Norma de Pesos y Dimensiones de Vehículos Para la circulación en las Carreteras de la Red Vial Nacional, publicado por el ex MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN, mediante el Decreto Supremo N° 001-96-MTC, que en su Capítulo 4: Peso Vehicular en Carretera indica el peso máximo por eje independiente o grupos de ejes para el tipo de vehículos que circulan por la presente carretera, los cuales deben tener un peso máximo de 48000 kg.

CUADRO N°13

CALCULO DEL FACTOR EQUIVALENTE DE CARGA POR EJE

Vehículos	Eje Delantero (Ton)	Fc'	1° Eje (Ton)	Fc'	2° Eje (Ton)	Fc'	Peso Bruto (Ton)	Factor Camión Fc
Motos	0.1	0.0000	0.2	0.0000			0.30	0.0000
Autos	1.5	0.0026	1.5	0.0026			3.00	0.0053
Camionetas	2.0	0.0083	4.0	0.1342			6.00	0.1426
Combi	3.0	0.0424	4.0	0.1342			7.00	0.1766
Custer	7.0	1.2661	11.0	3.2478			18.00	4.5139
Buses	7.0	1.2661	11.0	3.2478			18.00	4.5139
Camión C2	7.0	1.2661	11.0	3.2478			18.00	4.5139
Camión C3	7.0	1.2661	18.0	2.0774			25.00	3.3435
Tráiler T2S1	7.0	1.2661	11.0	3.2478	11	3.2478	29.00	7.7617
Tráiler T2S2	7.0	1.2661	11.0	3.2478	18	2.0774	36.00	6.5913
Tráiler T2S3	7.0	1.2661	11.0	3.2478	25	1.3843	43.00	5.8982
Tráiler T3S3	7.0	1.2661	18.0	2.0774	25	1.3843	50.00	4.7278

4.2.3.5.3. Factor de distribución por dirección:

Es el factor del total del flujo vehicular censado, se realizó en una calzada en 1 sentido con 4 carriles, correspondiéndole:

TABLA N°01

FACTOR DE DISTRIBUCION

Numero de calzada	FD	FC
1 sentido	1	0.5

El numero acumulado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 toneladas para un periodo de 10 y 20 años, se obtiene por la formula.

$$ESAL = IMD \times FC \times FD \times Fc \times 365 \times [(1+r)^n - 1]/r]$$

	DESCRIPCION
FD	Factor direccional = 1.0
FC	Factor Carril
Fc	Factor carga o destructivo del tipo de vehículo
r	Tas a de crecimiento
IMDA	Índice medio diario anual
n	Periodo de diseño en años

En el cuadro N°14 “Numero de Ejes Equivalentes por Vehículos”, muestra el tráfico proyectado para los periodos de diseño de 10 y 20 años.

CUADRO N°14

CALCULO DEL FACTOR EQUIVALENTE DE CARGA POR EJE

VEHICULO	Trafico ESAL 10 años	Trafico ESAL 20 años
Motos	8.53E-01	2.10E+00
Autos	1.29E+05	3.17E+05
Camioneta	1.78E+06	4.39E+06
Cam. Rural	2.26E+06	5.58E+06
Bus 2 ejes	4.01E+07	9.90E+07
Bus 3 ejes	1.83E+06	4.52E+06
C2	1.80E+07	4.09E+07
C3	1.04E+06	2.36E+06
T2S1	6.32E+05	1.43E+06
T2S2	3.09E+05	7.00E+05
T2S3	1.32E+05	2.99E+05
T3S3	0.00E+00	0.00E+00

4.2.4. Diseño del pavimento semirrígidos:

4.2.4.1. Método AASHTO 1993

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la etapa de campo, laboratorio y gabinete, se optó por el diseño de pavimentos semirrígidos, comprende los pavimentos cuya estructura está compuesta por una capa asfáltica y base tratada estabilizada, de acuerdo con el manual de carreteras de Ministerio de Transportes y Comunicaciones, esta solución se recomienda aplicar sobre subrasantes de categoría buena o con $CBR \geq 20\%$ y para tráficos mayores a 1'000,000 de EE.

Para los diseños de los pavimentos semirrígidos con carpeta asfáltica en caliente y base tratada estabilizada, el presente manual mantiene los criterios de diseño especificados para los diseños de pavimento flexible.

Para el diseño de pavimentos se ha considerado utilizar el método AASHTO contenido en la Guía de 1993, para efectos de determinar el espesor del refuerzo del pavimento

requerido. Los parámetros de diseño que se consideran son las propiedades de los materiales, tipo de tránsito, condiciones ambientales, etc.

La fórmula general que gobierna el número estructural de diseño, presenta la expresión siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Dónde:

SN: Número estructural requerido por la sección de carretera

W18: Número de ejes equivalentes de 80 kN (18,000 lb), en el período de Diseño.

ZR: Desviación estándar normal (depende de la confiabilidad, R, de diseño)

So: Error estándar por efecto del tráfico y comportamiento

ΔPSI: Variación del índice de serviciabilidad.

MR: Módulo resiliente de la subrasante medido en psi.

Descripción		10 Años	20 Años
Serviciabilidad Inicial	Pi	4.2	4.0
Serviciabilidad Final	Pt	3.0	2.5
Variación de serviciabilidad	ΔPSI	1.2	1.2
Factor de confiabilidad	R	95%	90%
Standard Normal Deviate	Zr	-1.645	-1.645
Overall Standard Deviation	So	0.45	0.45

- **coeficiente de drenaje m1**

Representa el porcentaje del tiempo durante el Período de Diseño, que las capas granulares, estarán expuestas a niveles de humedad cercanos a la saturación. En el Tabla N°02 “Valores de Coeficiente de Drenaje”, muestra los valores recomendados para modificar los coeficientes de capas de base y subbase granular, frente a condiciones.

TABLA N°02

VALORES DE COEFICIENTE DE DRENAJE

Calidad de Drenaje	Termino de Remoción de Agua	% de tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad próximos a la saturación			
		< 1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
Buena	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1
Aceptable	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.8
Pobre	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Muy Pobre	El agua no drena	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

Con respecto a los coeficientes de drenaje (m_2 y m_3), se ha considerado un valor de 1.15 y 1.15 correspondiente a un drenaje Aceptable, siendo el tiempo que la estructura del pavimento puede humedecerse hasta niveles cercanos a su porcentaje de saturación menor del 1% de su vida útil y asumiendo que el agua que ocasione esta situación será removida hasta en una semana.

- **Módulo de resiliencia efectivo del suelo de fundación (m_r)**

En el método de AASHTO de 1993, el módulo de resiliencia reemplaza al CBR como variable para caracterizar la subrasante, subbase y base.

El módulo de resiliencia es una medida de la propiedad elástica de los suelos que reconoce a su vez las características no lineales de su comportamiento.

Este parámetro se puede determinar a través de los ensayos dinámicos y de repeticiones de carga, sin embargo, la guía AASHTO reconoce que muchas agencias no poseen los equipos para determinar el M_r y propone el uso de la conocida correlación con el CBR:

$MR \text{ (psi)} = 1500 \times CBR$	$CBR < 10\%$	Ecuación Guía AASHTO
$MR \text{ (psi)} = 3000 \times CBR^{0.65}$	$10\% < CBR < 20\%$	Formula Sudafricana
$MR \text{ (psi)} = 4326 \times \ln CBR + 241$	Suelos granulares	Ecuación Guía AASHTO

En el Cuadro N°15 “Resumen de La Capacidad Soporte de La Subrasante”, se muestra el CBR al 95% de cada muestra previamente elegida para la realización de estos ensayos, Valores que están acompañados con sus respectivos Módulos de Resiliencia.

CUADRO N°15

RESUMEN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE

Sub-rasante				
Calicata	Clasif. SUCS	MDS	CBR (95%)	Mr (KSI)
C-2	SP-SC	2.236	26.3	24.830

- **Aplicaciones de ejes simples de carga equivalente al (w18):**

Es el número de pasadas de un eje simple y ruedas duales de 8.2tn. (18kips) de peso. Para el presente proyecto se está considerando el periodo de diseño establecido en 10 y 20 años

CUADRO N°16

RESUMEN DE EJE POR TRÁFICO

Tipo de Vías	Periodo (10 años)	Periodo (20 Años)
Tránsito Pesado	6.63E+07	2.73E+08

- **Índices estructurales:**

El paquete estructural estará conformado, por tres tipos de materiales:

Primera Capa: Corresponde a la Mezcla Asfáltica en Caliente con un Módulo de Resiliencia de 430,000 Lb/pulg² y coeficiente estructural a1 de 0.44/pulg.;

Segunda Capa: Corresponde a una Base Tratada Estabilizada, con CBR mínimo de 80% compactada al 100% de su MDS y coeficiente estructural a_2 de 0.14/pulg.;

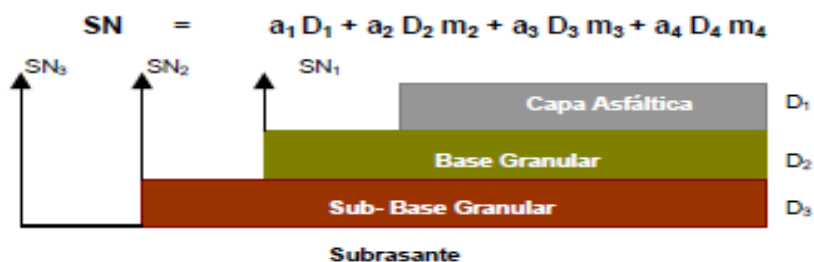
Tercera Capa: Corresponde a una Subbase Granular, con un CBR mínimo de 40% compactada al 100% de su MDS y coeficiente estructural a_3 de 0.11/pulg.;

Los valores adoptados son los valores recomendados para diseño de pavimento flexible método AASHTO 1993.

4.2.4.2. Diseño sistema multicapa:

Este paso consiste en definir las diferentes capas de la estructura del pavimento, las que de acuerdo a sus características estructurales satisfagan el Número Estructural calculado. La estructuración no tiene una solución única, en la elección de las capas se deben considerar los materiales disponibles y su costo.

Para la determinación del Número Estructural del pavimento, se empleó la siguiente ecuación:



Con la ecuación anterior se obtiene el Número Estructural SN para diferentes grupos de espesores de capas de pavimento que combinados proporcionan la capacidad de carga requerida capaz de soportar el tránsito previsto durante el

Período de Diseño. Así, se obtienen los siguientes espesores de Carpeta Asfáltica, Base Granular D2 y Sub-base D3, respectivamente:

4.2.5. Preparación del paquete estructural para pavimentos:

4.2.5.1. Corte a nivel de sub rasante:

Los cortes deben estar considerados según mande las cotas o niveles hasta una cota ligeramente mayor que el nivel proyectado, para que al preparar y compactar el terreno natural llegue a los niveles establecidos; además tendrá el ancho especificado en el proyecto.

4.2.5.2. Preparación de la sub-base:

Para esta capa se empleará el material que cumpla las especificaciones técnicas EG 2000 establecido por el Ministerio de Transporte para material de relleno o préstamo, compactada al 98% de la máxima densidad seca del Ensayo de Próctor Modificado, la compactación será con un equipo apropiado que garantice la compactación deseada, en capas no menor de 10cm y no mayor de 25cm la variación del Optimo Contenido de Humedad de laboratorio y el obtenido en campo, puede alternar en un rango de +/- 2.0%.

4.2.5.3. Preparación de la base granular estabilizada:

Se denomina base granular a la capa que servirá como apoyo a la carpeta asfáltica, tendrá un espesor compactado de 0.25m para los periodos de diseño de 10 años y 0.30m para periodos de 20 años; y estará conformado por material que cumplan las especificaciones técnicas EG 2000 establecido por el Ministerio de Transporte para material de Base granular, compactada al 98% de la máxima densidad seca del Ensayo de Próctor Modificado, la compactación será con un equipo apropiado que

garantice la compactación deseada, en capas no menor de 10cm y no mayor de 25cm la variación del Optimo Contenido de Humedad de laboratorio y el obtenido en campo, puede alternar en un rango de +/- 2.0%.

4.2.6. Especificaciones técnicas de los materiales del paquete:

4.2.6.1. Estructural:

Los materiales en general procederán de canteras que cumplan con los lineamientos y recomendaciones estipuladas en este párrafo.

4.2.6.2. Subbase:

Es una capa, generalmente constituida por agregados pétreos convenientemente graduados y compactados, construida sobre la sub-rasante, y sobre la cual puede construirse la base cuando sea necesaria. Sus funciones son:

- ❖ Servir de drenaje al pavimento.
- ❖ Controlar o eliminar en lo posible, los cambios de volumen de elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la sub - rasante.
- ❖ Controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las capas freáticas cercanas o de otras fuentes, protegiendo así el pavimento contra el envejecimiento prematuro.

TABLA N°03

REQUERIMIENTOS GRANULOMÉTRICOS PARA SUBBASE GRANULAR

Porcentaje que Pasa en Peso

Tamiz	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (N°4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (N°10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (N°40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (N°200)	2 – 8	5 – 15	5 -15	8 – 15

Además, el material también deberá cumplir con los requisitos de calidad

Ensayos	Requerimientos	
	<3000 msnm	>3000msnm
Abrasión Los Ángeles	50% máximo	
CBR	30-40% mínimo*	
Limite Liquido	25% máximo	
Limite Plástico	6% máximo	4% máximo
Equivalente Arena	25% mínimo	35% mínimo
Sales Solubles Totales	1% máximo	

*30% para pavimento rígido y de adoquines. 40% en pavimento flexible.

4.2.6.3. Base granular:

Esta capa tiene por finalidad, la de absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y, además, repartir uniformemente estos esfuerzos a la sub - base y por medio de esta al terreno de fundación. Por lo general en la capa base se emplea piedra triturada o chancada, grava o mezclas estabilizadas. Las bases pueden ser granulares, o bien estar constituidas por mezclas bituminosas o mezclas estabilizadas con cemento u otro ligante.

El material pétreo que se emplea en la base, debe llenar los siguientes requisitos:

TABLA N°4

REQUERIMIENTOS GRANULOMÉTRICOS PARA BASE GRANULAR

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (N° 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (N° 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (N° 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (N° 200)	2 – 8	5 – 15	5 -15	8 – 15

El material de base granular deberá cumplir, además, con las siguientes características físico- mecánicas y químicas que a continuación se indican:

TABLA N°05**VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR**

Vías Locales y Colectoras	Mínimo 80%
Vías Arteriales y Expresas	Mínimo 100%

TABLA N°06**REQUERIMIENTOS DEL AGREGADO GRUESO DE LA BASE GRANULAR**

Ensayos	Requerimientos	
	<3000 msnm	>3000msnm
Particular con una cara fracturada	80% mínimo	
Partículas con dos caras fracturadas	40% mínimo	50% mínimo
Abrasión Los Ángeles	40% máximo	
Sales Solubles	0.5% máximo	
Perdida sulfato de sodio	---	12% máximo
Perdida sulfato de Magnesio	---	18% máximo

TABLA N°07**REQUERIMIENTOS DEL AGREGADO FINO DE LA BASE GRANULAR**

Ensayos	Requerimientos	
	<3000 msnm	>3000msnm
Índice Plástico	4% máximo	2% máximo

Equivalente de Arena	35 % mínimo	35% mínimo
Sales Solubles	0.5% máximo	
Índice de Durabilidad	35% mínimo	

Nota: los requerimientos corresponden a la normativa vigente EG-2013, publicada en el diario oficial El Peruano el 7 de agosto del 2013.

4.2.7. Agresividad de los suelos:

Los problemas de durabilidad ocasionada a la cimentación que está en contacto con el suelo, son debido al deterioro y destrucción de los materiales de concreto por agresividad del medio. Por lo que, una vez conocido la zona, se identificó los agentes agresivos probables, sobre la base de las observaciones realizadas en las construcciones cercanas, para definir las medidas de prevención más convenientes.

Según los certificados del análisis químico, la concentración de sustancias perjudiciales al concreto y acero, son las que se muestran en el Cuadro N°08.

En el Cuadro N°17, se muestra los límites permisibles para concreto expuesto a soluciones con Sulfatos, cloruros y Sales Solubles.

Cuadro N°17

Límites Permisibles

Contenido de:	p.p.m.	Grado de Ataque	Consecuencia
----------------------	---------------	------------------------	---------------------

*Sulfatos	0 – 1 000 1 000 – 2 000 2 000 - 20 000 > 20 000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ataque químico al concreto de la cimentación.
**Cloruros	> 6 000	Perjudicial	Corrosión de armaduras o elementos metálicos.
**Sales Soluble Totales	> 15 000	Perjudicial	Pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación.

* Comité ACI 318-2005

** Experiencia existente

Los resultados de los análisis químicos permiten deducir el siguiente comportamiento.

- **Con respecto a las sales solubles totales**, no existe ninguna norma de suelos que indique valores máximos permisibles; sin embargo, se permite tomar las precauciones necesarias, de manera que dichas concentraciones no perjudiquen al concreto, de los resultados obtenidos se concluye que los niveles de sales están por debajo del límite y se tendrá un grado de ataque No perjudicial en las estructuras de cimentación.

- **Con respecto a los Sulfatos:** de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio existe un ataque químico al concreto el Leve, se recomienda el uso de cemento tipo I con una relación agua cemento (A/C) de 0.50.

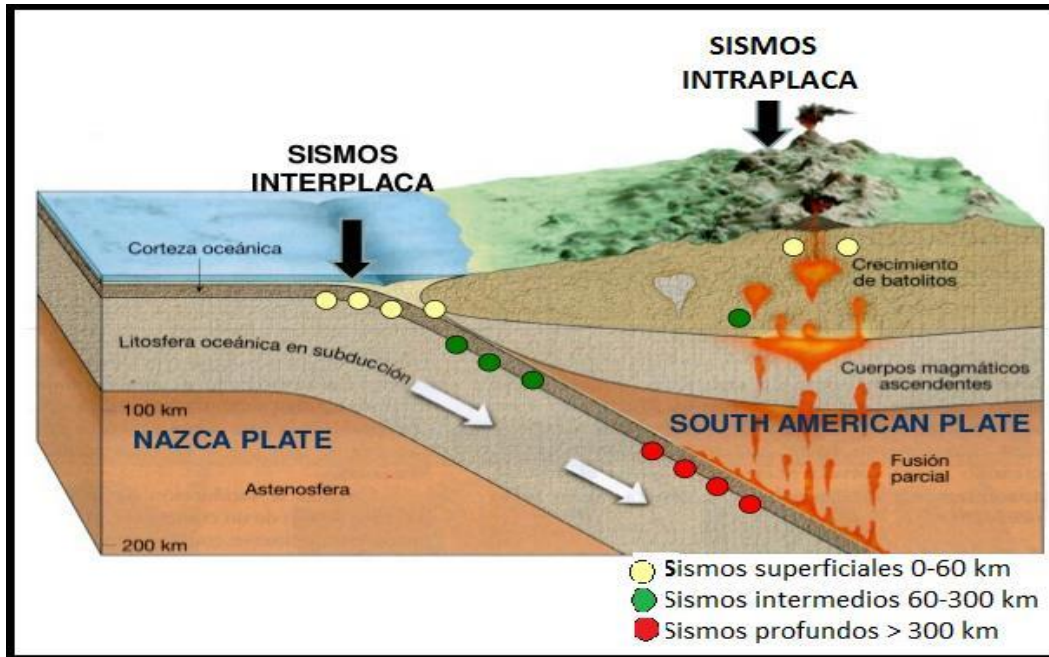
4.2.8. Efectos de sismo:

En Perú, la sismicidad se debe a que se encuentra dentro del Anillo de fuego o Cinturón de fuego del Pacífico, a la vez producidos por eventos de subducción interplaca e intraplaca.

El continente Sudamericano (Placa Continental) en cuyo borde occidental nos encontramos, está colisionado frontalmente con la Placa de Nazca y como producto, la Placa de Nazca se introduce por debajo de la Continental dando origen al evento llamado subducción interplaca; estos sismos han llegado alcanzar magnitudes hasta 9.0 Mw y la historia sísmica del Perú lo describe como los más destructivos, por ejemplo, los ocurridos en 1746(Lima, 9 Mw) y 1868 (Arequipa, 9Mw).

Los eventos intraplaca son debidos a los procesos de deformación y fractura de la corteza oceánica en las proximidades de la fosa peruano chileno; estos sismos son de magnitud moderada (menores de 5 Mn), en nuestro país ocurren constantemente pero no son sentidos en la costa.

Actualmente, nuestro territorio esta propenso a sufrir eventos de interplaca, considerando la historia de terremotos ocurridos.



Esquema de sismología en el Perú

Para el proyecto en mención, según el mapa de Intensidad Sísmica que se anexa y de acuerdo a las normas sismorresistente E-030 del reglamento nacional de edificaciones, que se ubica específicamente en el distrito de La Molina, Provincia y Departamento Lima, le corresponde una sismicidad Alta, de intensidad VIII en la Escala de Mercalli modificado.

Dentro de los alcances de la “Norma Técnica de Edificaciones E.030” de “Diseño sísmo resistente”, la fuerza sísmica horizontal (V) que debe utilizarse para el diseño de una estructura debe calcularse con la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z * U * S * C * P}{R}$$

Donde:

Z: Factor de zona.

U: Factor de uso.

S: Factor de suelo.

C: Factor de Amplificación sísmica-

P: Peso de edificación.

R: Coeficiente de reducción.

La clasificación del perfil de suelo presentado en estas zonas es del tipo

S2: Suelos Intermedios.

Cuadro N°10

	Parámetros del Suelo			
Tipo	Descripción	TP	TL	S
S2	Suelos Intermedios	0.6s	2.0s	1.05

Por tanto, el área en estudio se encuentra ubicada en “Zona 4” del mapa de Zonificación Sísmica del Perú, teniendo los parámetros geotécnicos correspondientes que se muestra a continuación:

Factor de Zona $Z = 0.45$

Perfil de Suelo tipo S2

Periodo Predominante $T_p=0.6s$ $T_L = 2.0s$

Factor de amplificación del suelo $S = 1.05$

4.3. Prueba de hipótesis:

Damos por aceptado la hipótesis de que: Aplicando procedimientos geológicos y geotécnicos apropiados se determinará la Evaluación Geológica y Geotécnica en la pavimentación para el ensanchamiento de la Av. Javier Prado, tramo Av. La Molina – Ovalo Monitor Huáscar, Provincia y Región Lima.

Debido a que sin aplicar la evaluación geológica y geotécnica **no se podría determinar los parámetros adecuados para la pavimentación.**

Así mismo, se acepta las hipótesis específica dando como:

Si los parámetros geotécnicos contribuyen en la Evaluación Geológica y Geotécnica en la pavimentación del Proyecto Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Provincia y Región Lima.

4.4. Discusión de resultados:

Para la investigación efectuada, se procedió a la ubicación de los puntos a explorar mediante pozos a cielo abierto (Calicatas), para luego realizar la extracción, colección y transporte de muestras hacia el laboratorio, donde se procedió a realizar los ensayos de caracterización y determinación de los parámetros geotécnicos del suelo,

De los resultados que arrojaron los ensayos se determinó las características del terreno, posterior a esto se realizaron ensayos de sulfatos solubles y contenido de sales para determinar el grado del ataque químico.

Una vez obtenidos todos los resultados se procedió a realizar el diseño de pavimento, teniendo en cuenta el tipo de proyecto y uso, se adoptaron los valores más conservadores, la superficie de rodadura de pavimento para 10 y 20 años, está conformado por pavimento asfáltico en caliente, base granular tratada estabilizada.

CONCLUSIONES

- El presente informe se ha desarrollado con la finalidad de investigar las características del suelo para desarrollar el Diseño de Pavimentación del proyecto: “Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, tramo Av. Molina - Ovalo Monitor, en el distrito de La Molina, provincia y departamento de Lima.
- La vía en estudio se encuentra entre bueno - regular estado de conservación, se pueden observar que en el tramo señalado existe congestión vehicular, para ello se ha adoptado por la ampliación del pavimento.
- Con el propósito de identificar las características físicas, mecánicas y químicas de suelo de fundación, se ubicaron 4 calicatas o excavaciones a cielo abierto, hasta una profundidad máxima de 1.60m, se extrajeron muestras del suelo que fueron analizadas en el laboratorio, lo que permitió conocer la estratigrafía de la zona en estudio.
- De acuerdo a la Norma de Diseño Sismo-Resistente del RNE, el área de estudio se encuentra comprendida en la Zona 4 en la Zonificación Sísmica del Perú con un factor de zona = 0.45g, de acuerdo al perfil presentado en la zona se debe considerar un suelo de tipo S2, con período predominante de $T_p = 0.6$ seg , $T_l = 2.0$ seg y $S = 1.05$

Específicamente la zona de interés, se ubicada en el distrito de La Molina, Provincia y Departamento de Lima, está conformado por afloramientos ígneos intrusivos que pertenecen a los bordes occidentales del Batolito Costanero y depósitos aluviales. presenta un perfil estratigráfico constituido principalmente por:

Calicata C-1, de 0.00m a 0.20m de profundidad: Terreno de cultivo, contiene material orgánico. **De 0.20m a 0.70 m** de profundidad: SC, Arenas arcillosas, mezcla de arena - arcilla de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad dura, la muestra presenta una distribución granulométrica de 33.7 % de gravas, 48.1 % de arena y 18.2 % finos. **De 0.70m a 1.60 m** de profundidad: CL-ML Arcillas inorgánicas con limos inorgánicos, arenas arcillosas de color marrón, alto contenido de humedad, compacidad suave, la muestra presenta una distribución granulométrica de 1.5 % de gravas, 31.6 % de arena y 66.9 % finos.

Calicata C-2, de 0.00m a 0.30m de profundidad: Terreno de cultivo, contiene material orgánico. **De 0.30m a 0.60 m** de profundidad: SP-SC, Arenas pobremente gradadas con Arenas arcillosas, mezcla de arena gravosas con arcilla de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta una distribución granulométrica de 36.8 % de gravas, 56.9 % de arena y 6.3 % finos. **De 0.60m a 1.60 m** de profundidad: GP, Gravas pobremente gradadas, con poco fino de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta una distribución granulométrica de 75.6 % de gravas, 22.8 % de arena y 1.6 % finos

Calicata C-3, de 0.00m a 0.20m de profundidad: Terreno de cultivo, contiene material orgánico. **De 0.20m a 1.30 m** de profundidad: GC-GM, Gravas arcillosas con gravas limosas, mezcla grava –arena –arcilla de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta una distribución granulométrica de 50.3 % de gravas, 34.3 % de arena y 15.4 % finos. **De 1.30m a 1.60 m** de profundidad: GW, Gravas bien gradadas, con poco fino de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra

presenta una distribución granulométrica de 70.8 % de gravas, 26.9 % de arena y 2.3 % finos.

Calicata C-4, de 0.00m a 0.20m de profundidad: Terreno de cultivo, contiene material orgánico. **De 0.20m a 1.00 m** de profundidad: GC, Gravas arcillosas, mezcla grava –arena – arcilla de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta una distribución granulométrica de 52.2 % de gravas, 28.3 % de arena y 19.5 % finos. **De 1.00m a 1.60 m** de profundidad: GW, Gravas bien gradadas, con poco fino de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta un una distribución granulométrica de 68.5 % de gravas, 26.6 % de arena y 5.0 % finos.

Hasta la profundidad máxima explorada de 1.60m no se pudo observar el nivel freático en ningunas de las excavaciones realizadas sin embargo en la calicata C-1 se encontró excesiva humedad debido al regadillo de los jardines existentes.

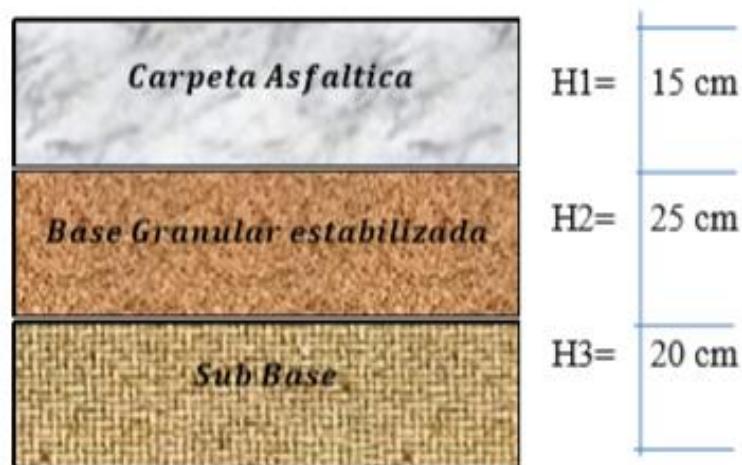
De acuerdo a los resultados obtenido en la etapa de campo y gabinete nos corresponde el diseño de un Pavimento Semirrígido, cuya estructura está compuesta por una carpeta asfáltica y base tratada estabilizada, de acuerdo al Manual de carretera del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, esta solución se recomienda aplicar sobre subrasante de categoría buena con $CBR \geq 20$ y con tráfico 1'000,000 EE. A manera de optimizar el uso y buen estado de la vía, así como minimizar los elevados costos de mantenimiento en vías de este tipo.

El análisis de tráfico permite determinar el número de aplicaciones de cargas equivalentes a un eje simple de 18,000 libras a ser usado en la determinación de los espesores del pavimento, para lo cual se ha considerado los periodos de diseño de 10 y 20 años y una tasa de crecimiento de 3.9% para los vehículos ligeros y

2.4% para los vehículos pesados, obteniendo para 10 y 20 años un ESAL $1.12E+08$ y $2.73E08$ para pavimento flexible.

- Para el área en estudio, el C.B.R. del suelo natural predominante encontrado (del tipo SP- SC) para el 95% de la Máxima Densidad Seca y a 01” de penetración en condiciones saturadas es igual a 26.3%.
- La alternativa de diseño propuesto para la pavimentación del proyecto es un Pavimento Semirrígido, se ha calculado mediante el Método AASHTO-1993. Teniendo en cuenta el tipo de proyecto y uso, se adoptaron los valores más conservadores. El paquete estructural adoptado es la siguiente:

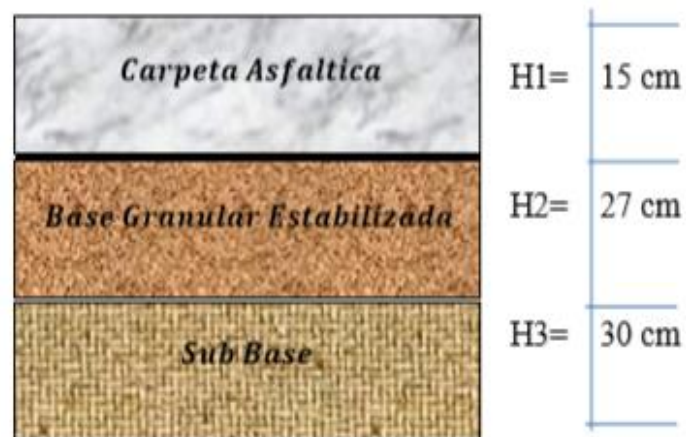
Paquete estructural– Pavimento Semirrígido – 10 años



- La superficie de rodadura de pavimento de concreto con resistencia para 10 y 20 años, está conformado por pavimento asfáltico en caliente, base granular tratada estabilizada.

- Según el resultado de los ensayos químicos en la muestra del suelo extraído donde se cimentará la estructura, los niveles de concentración de sales solubles y sulfatos son bajos, por lo que se recomienda el empleo de cemento Portland Tipo I.

Paquete estructural– Pavimento Semirrígido – 20 años



RECOMENDACIONES

- Drenajes en Vías y Accesos; deberán tener un buen drenaje longitudinal y transversal. El drenaje longitudinal depende del diseño geométrico de la vía. El drenaje transversal se resuelve con un bombeo no menor de 1,5% de ser necesario, las aguas recolectadas deben conducirse mediante tuberías, cunetas o drenes fuera de las vías de acceso. Si bien es cierto en la zona de estudio las lluvias son casi escasas se toman en cuenta las consideraciones en caso de algún aniego o fuga de agua.
- En el diseño de la estructura del pavimento semirrígido, se propone una superficie de rodadura de tipo Tratamiento Superficial Multicapa (TSM), estos valores adoptados son los valores recomendados para el Diseño de Pavimento de Método AASHTO 1993.
- Es necesario seguir estrictamente el “Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras EM-2000” durante los ensayos de laboratorio, para evitar errores y garantizar la calidad de los datos y su correspondiente caracterización.
- Es recomendable la presencia de un material de subbase que mejore la interacción entre la carpeta de rodadura y la subrasante en cuanto a transmisión de las cargas, la presencia de la capa granular de subbase permite mejorar el módulo de reacción de la subrasante.
- De acuerdo a los resultados obtenido en la etapa de campo y gabinete nos corresponde el diseño de un Pavimento Semirrígido, cuya estructura está compuesta por una carpeta asfáltica y base tratada estabilizada, de acuerdo al Manual de carretera del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, esta solución se recomienda aplicar sobre subrasante de categoría buena con $CBR \geq 20$ y con tráfico

1'000,000 EE. A manera de optimizar el uso y buen estado de la vía, así como minimizar los elevados costos de mantenimiento en vías de este tipo.

- Se recomienda el empleo de cemento Portland Tipo I, de acuerdo a los resultados de los ensayos químicos en la muestra del suelo extraído donde se cimentará la estructura, los niveles de concentración de sales solubles y sulfatos son bajos.

- Los resultados del presente estudio son recomendados solo para la zona investigada; y no respalda ningún otro lugar, ni tipo de obra diferente a las estudiada

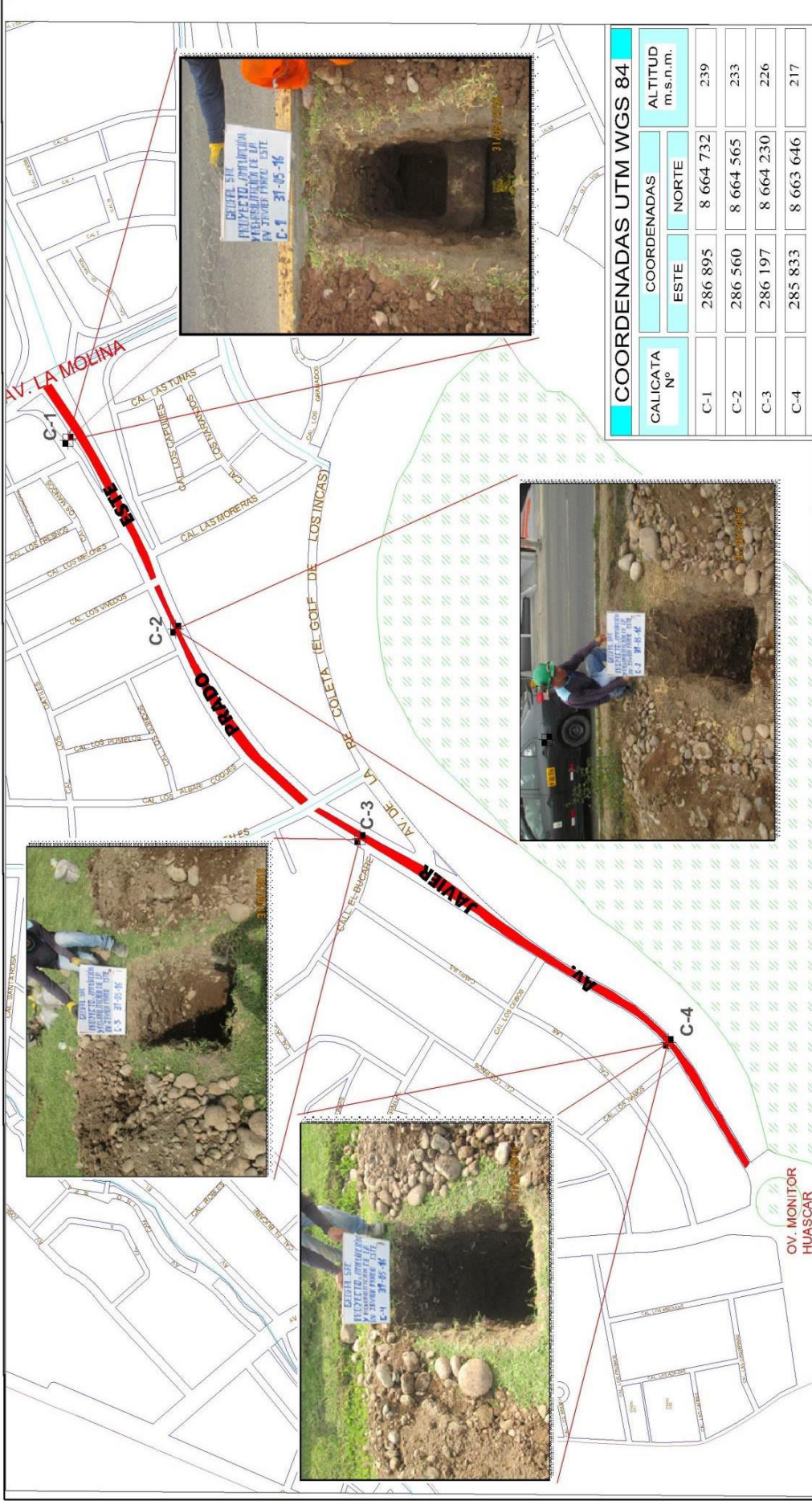
BIBLIOGRAFÍA

1. AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures. Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials - 1993.
2. Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos en Vías con Altos y Medios Volúmenes de Tránsito, Instituto Nacional de Vías – Colombia – 1997.
3. Chang A. Carlos, “Pavimentos, un enfoque al futuro”, 2da Edición, Instituto de la Construcción y Gerencia ICG, Lima – Perú - 2007.
4. MENÉNDEZ A. José, “Ingeniería de Pavimentos”, 1ra Edición, Instituto de la Construcción y Gerencia ICG, Lima – Perú - 2009.
5. Vivar R. Germán, “Diseño y Construcción de Pavimentos”, 2da Edición, Colegio de Ingenieros del Perú, Lima – Perú - 1995.
6. Garber Nicholas, Hoel Lester, (2005), “Ingeniería de Tránsito y de Carreteras”, 3ra Edición, Universidad de Virginia, Thomson Editores S.A. de C.V., México.
7. Vasquez Varela, Luis Ricardo, Notas sobre Diseños de Pavimentos Flexibles.
8. Roy Whitlow, “Fundamentos de la Mecánica de Suelos”, 2da edición Bristol - 1989.
9. Braja M. Das, “Fundamentos de ingeniería de geotécnica”, 1ra edición, México –2001.
10. Braja M. Das, “Fundamentos de ingeniería de cimentaciones” – Séptima edición – 2011.
11. Delgado Vargas, Manuel, “Ingeniería de cimentaciones-Fundamentos e introducción al análisis geotécnico”, 2da edición, México - 1996.
12. Lambe, T.W. & Whitman, R.V., “Mecánica de suelos”, 7ma edición, México – 1990.
13. Reglamento Nacional de Edificaciones (2003), "Norma E-050 de Suelos y


Cimentaciones”, Lima – Perú.

14. Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), "Norma Técnica de Edificaciones E-030-Diseño Sismorresistente”, Lima – Perú.
15. Crespo Villalaz, Mecánica de suelo y cimentaciones sexta edición.
16. Mecánica de Rocas – UNI – David CARDENAS ROJAS.
17. Fundamento de Mecánica de Suelos – Roy Whitlow – CECSA – México.
18. AASHTO Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing – Washington.
19. ASTM American Society of Testing and Materials. Philadelphia.
20. The Mechanics of Soils – An Introduction to Critical State Soil Mechanics – McGraw – Hill, London.

ANEXOS



CALICATA N°	COORDENADAS		ALTITUD m.s.n.m.
	ESTE	NORTE	
C-1	286 895	8 664 732	239
C-2	286 560	8 664 565	233
C-3	286 197	8 664 230	226
C-4	285 833	8 663 646	217



UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRION"
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE GEOLOGIA

LAMINA N°: **02**
 FECHA: JUNIO - 2016

PROYECTO: "ENSANCHAMIENTO DE LA AV. JAVIER PRADO, TRAMO AV. LA MOLINA - OVALO MONITOR"

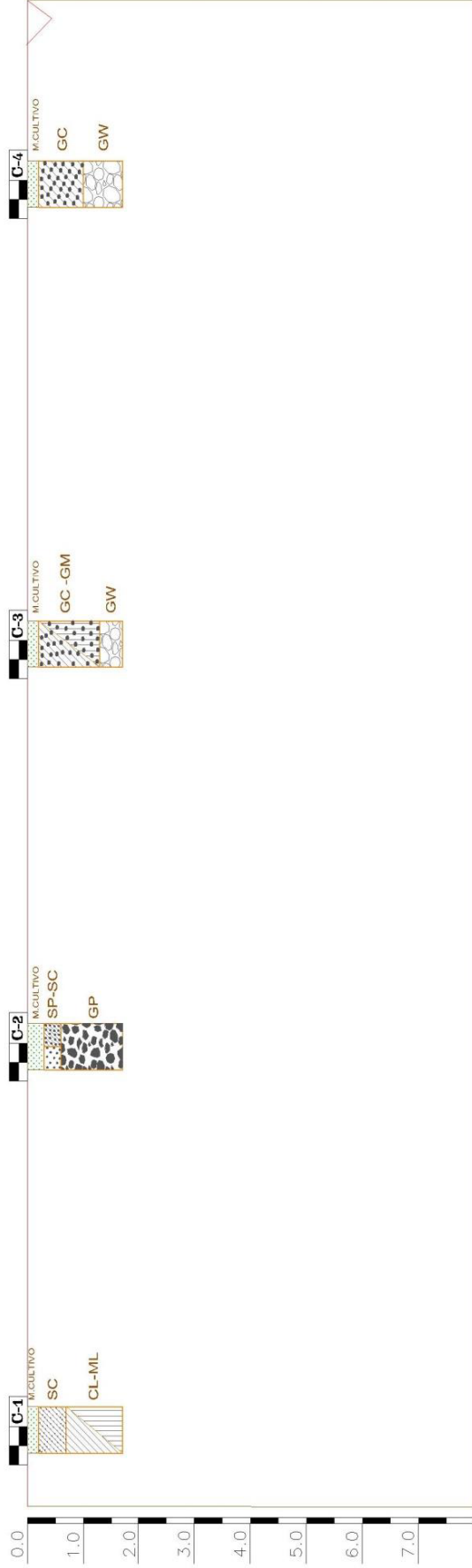
ES TUDIO: MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

UBICACION: Av. JAVIER PRADO ESTE
Torre. Av. LA MOLINA - D. MONITOR HUASCAR

DISTRITO: LA MOLINA
 PROVINCIA: LIMA

ELABORADO POR: PALPA IGREDA, Niddia M.

NR 0+0.00

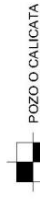


ESCALA VERTICAL DE SONDEOS (m)

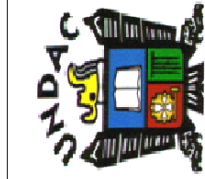
LEYENDA

GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	SUELOS GRANULARES		SUELOS FINOS	
	GRAFICO	SUCS	GRAFICO	SUCS
		GW		SP
		GP		SC
		GM		ML
		GC		CL

SIMBOLOGIA



POZO O CALICATA



UNIVERSIDAD NACIONAL "DANIEL ALCIDES CARRION"

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE GEOLOGIA

PROYECTO: "ENSANCHAMIENTO DE LA AV. JAVIER PRADO, TRAMO AV. LA MOLINA - OVALO MONITOR"

ESTUDIO: MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

UBICACION: Av. JAVIER PRADO ESTE
Tramo: Av. LA MOLINA - OVALO MONITOR HUASCAR

DISTRITO: LA MOLINA

PROVINCIA: LIMA

LAMINA N°:

03

FECHA: JUNIO - 2016

ANEXO II: EXPLORACIÓN DE CAMPO

PERFIL ESTRATIGRÁFICO


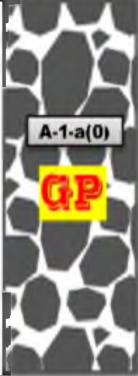
Proyecto	: Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto "Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina- Ov. Monitor"	Certificado N°	: PER-01-129
Ubicación	: Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina, Lima	Ref. Proyecto	: EMS-129-16
Calicata	: C-1	Fecha de ensayo	: may-16
		Profundidad (m)	: 1.60m

REGISTRO DE EXCAVACIONES						
	Profundidad (m)		Muestra	Simbolo	Descripción	Clasif.
	DE	A				
0.2	0.00	0.20	S/M		Terreno de cultivo	
0.7	0.20	0.70	M-1	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">A-1-b(0)</div> <div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">SC</div>	Arenas arcillosas, mezcla de arena - arcilla de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad dura, la muestra presenta una distribución granulométrica de 33.7 % de gravas, 48.1 % de arena y 18.2 % finos.	SC A-1-b(0)
1.6	0.70	1.60	M-2	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">A-6(7)</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 0 auto;"> <div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px;">CL</div> <div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px;">ML</div> </div>	Arcillas inorganicas con limos inorganicos , arenas arcillosas de color marron, alto contenido de humedad, compacidad suave, la muestra presenta un una distribución granulométrica de 1.5 % de gravas, 31.6 % de arena y 66.9 % finos.	CL-ML A-6(7)
2.0						
2.5						
3.0						

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Proyecto	: Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto	Certificado N°	: PER-02-129
	: "Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina- Ov. Monitor"	Ref. Proyecto	: EMS-129-16
Ubicación	: Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina, Lima	Fecha de ensayo	: may-16
Calicata	: C-2	Profundidad (m)	: 1.60m

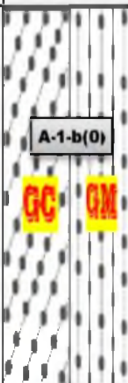

REGISTRO DE EXCAVACIONES

	Profundidad (m)		Muestra	Simbolo	Descripción	Clasif.
	DE	A				
0.3	0.00	0.30	S/M		Terreno de cultivo	
0.6	0.30	0.60	M-1		Arenas pobremente gradadas con Arenas arcillosas, mezcla de arena gravosas con arcilla de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta una distribución granulométrica de 36.8 % de gravas, 56.9 % de arena y 6.3 % finos.	SP-SC A-1-b(0)
1.6	0.60	1.60	M-2		Gravas pobremente gradadas, con poco fino de color marron, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta un una distribución granulométrica de 75.6 % de gravas, 22.8 % de arena y 1.6 % finos.	GP A-1-a(0)
2.0						
2.5						

PERFIL ESTRATIGRÁFICO



Proyecto	: Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto "Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina- Ov. Monitor"	Certificado N°	: PER-03-129
Ubicación	: Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina, Lima	Ref Proyecto	: EMS-129-16
Calicata	: C-3	Fecha de ensayo	: may-16
		Profundidad (m)	: 1.60m

REGISTRO DE EXCAVACIONES

	Profundidad (m)		Muestra	Simbolo	Descripción	Clasif.
	DE	A				
0.2	0.00	0.20	S/M		Terreno de cultivo	
1.0	0.20	1.30	M-1		Gravas arcillosas con gravas limosas, mezcla grava –arena –arcilla de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta una distribución granulométrica de 50.3 % de gravas, 34.3 % de arena y 15.4 % finos.	GC-GM A-2-6(0)
1.6	1.30	1.60	M-2		Gravas bien gradadas, con poco fino de color marron, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta un una distribución granulométrica de 70.8 % de gravas, 26.9 % de arena y 2.3 % finos.	GW A-1-a(0)
2.0						
2.5						
3.0						

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Proyecto	: Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto "Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina- Ov. Monitor"	Certificado N°	: PER-04-129
Ubicación	: Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina, Lima	Ref. Proyecto	: EMS-129-16
Calicata	: C-4	Fecha de ensayo	: may-16
		Profundidad (m)	: 1.60m

REGISTRO DE EXCAVACIONES						
	Profundidad (m)		Muestra	Simbolo	Descripción	Clasif.
	DE	A				
0.2	0.00	0.20	S/M		Terreno de cultivo	
1.0	0.20	1.00	M-1		Gravas arcillosas, mezcla grava –arena –arcilla de color marrón, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta una distribución granulométrica de 52.2 % de gravas, 28.3 % de arena y 19.5 % finos.	GC A-2-6(0)
1.6	1.00	1.60	M-2		Gravas bien gradadas, con poco fino de color marron, moderado contenido de humedad, compacidad media, la muestra presenta un una distribución granulométrica de 68.5 % de gravas, 26.6 % de arena y 5.0 % finos.	GW A-1-a(0)
2.0						
2.5						
3.0						

ANEXO III: ENSAYO DE LABORATORIO

Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Registro** : 120-16 / SU 02
 Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina-Ov. Monitor **Referencia** : ESP-129-16
Ubicación : Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina, La Molina, Lima **Fecha** : jun-16

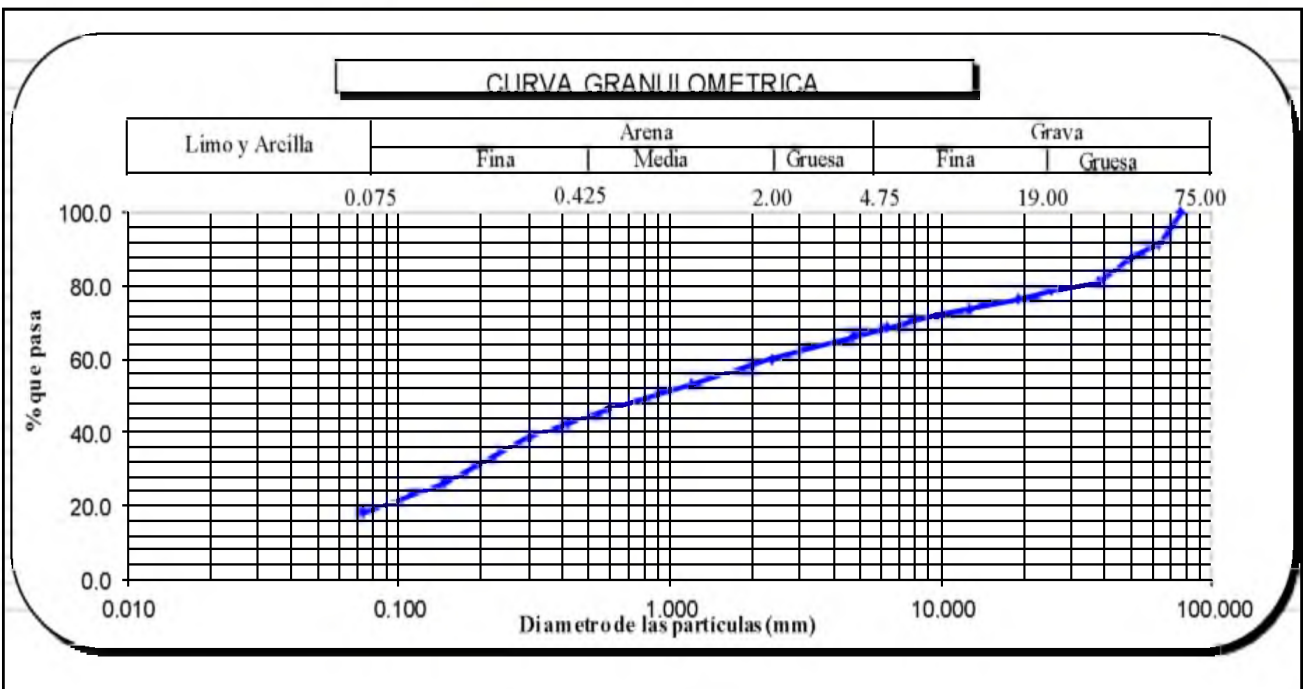
Sondaje	C-1
Muestra	M-1
Profundidad (m)	0.20 - 0.70

Humedad Natural	%W		6.5
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	0.0
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	NP
Indice Plasticidad	IP		NP
Clasificacion	SUCS	ASTM D-2487	SC
Clasificacion	AASHTO	ASTM D-3282	A-1-b (0)

Malla	% que Pasa	
	Tamiz	mm.
3"	76.200	100.0
2"	50.600	87.8
1 1/2"	38.100	81.1
1"	25.400	78.7
3/4"	19.050	76.4
3/8"	9.525	71.8
No4	4.760	66.3
8	2.360	60.0
16	1.190	53.2
30	0.600	46.5
40	0.420	42.4
50	0.300	38.5
100	0.149	26.5
200	0.074	18.2

% GRAVA	33.7	Gruesa	23.6
		Fina	10.1
% ARENA	48.1	Gruesa	8.0
		Media	15.9
		Fina	24.2
% FINO	18.2		18.2

D10	mm	0.045
D30	mm	0.193
D60	mm	2.364
Cu		52.271
Cc		0.348



Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Registro** : 121-16 / SU 02
 Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina-Ov. Monitor **Referencia** : ESP-129-16
Ubicación : Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina, La Molina, Lima **Fecha** : jun-16

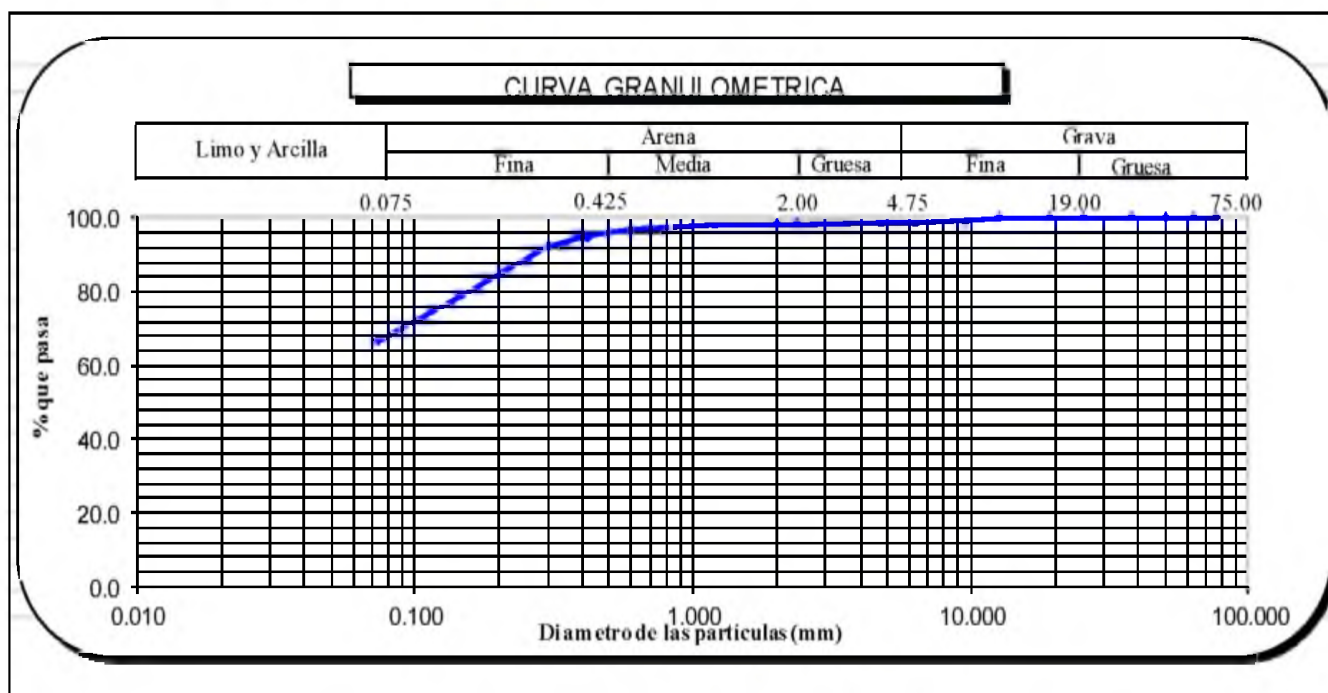
Sondaje	C-1
Muestra	M-2
Profundidad (m)	0.70 - 1.60

Humedad Natural	%W		18.7
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	21.4
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	14.8
Indice Plasticidad	IP		6.6
Clasificacion	SUCS	ASTM D-2487	CL-ML
Clasificacion	AASHTO	ASTM D-3282	A-6 (7)

Malla	% que Pasa	
	Tamiz	mm.
3"	76,200	100.0
2"	50,600	100.0
1 1/2"	38,100	100.0
1"	25,400	100.0
3/4"	19,050	100.0
3/8"	9,525	99.0
No4	4,760	98.5
8	2,360	98.4
16	1,190	98.0
30	0,600	96.7
40	0,420	95.0
50	0,300	92.2
100	0,149	79.4
200	0,074	66.9

% GRAVA	1.5	Guesa	0.0
		Fina	1.5
% ARENA	31.6	Guesa	0.2
		Media	3.3
		Fina	28.2
% FINO	66.9		66.9

D10	mm	
D30	mm	
D60	mm	
Cu		
Cc		



Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Registro** : 122-16 / SU 02
Referencia : ESP-122-16
Ubicación : Av.Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina,La Molina, Lima **Fecha** : jun-16

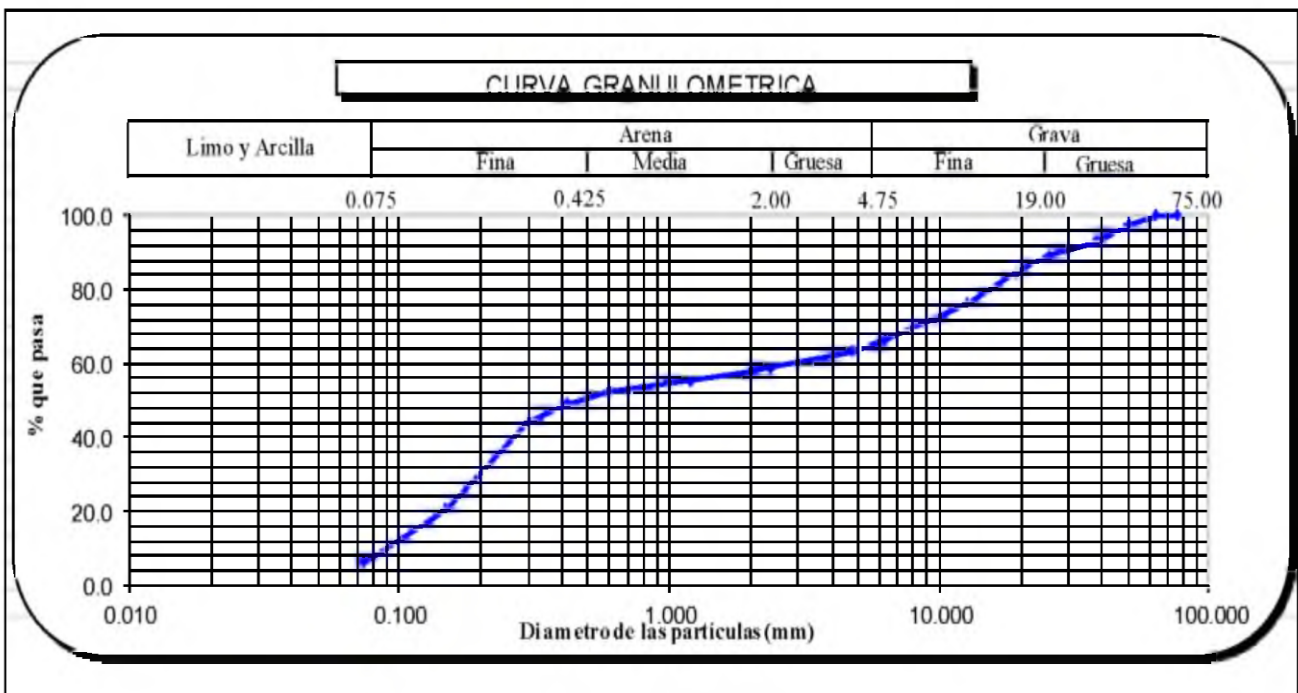
Sondaje	C-2
Muestra	M-1
Profundidad (m)	0.30 - 0.60

Humedad Natural	%W		4.3
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	0.0
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	NP
Indice Plasticidad	IP		NP
Clasificacion	SUCS	ASTM D-2487	SP-SC
Clasificacion	AASHTO	ASTM D-3282	A-1-b (0)

Malla	% que Pasa	
	Tamiz	mm.
3"	76.200	100.0
2"	50.600	97.8
1 1/2"	38.100	92.9
1"	25.400	89.1
3/4"	19.050	84.3
3/8"	9.525	71.8
No4	4.760	63.2
8	2.360	58.7
16	1.190	55.4
30	0.600	52.6
40	0.420	49.1
50	0.300	44.4
100	0.149	20.7
200	0.074	6.3

% GRAVA	36.8	Gruesa	15.7
		Fina	21.2
% ARENA	56.9	Gruesa	5.4
		Media	8.6
		Fina	42.9
% FINO	6.3		6.3

D10	mm	0.093
D30	mm	0.208
D60	mm	3.064
Cu		32.850
Cc		0.152



Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Registro** : 123-16 / SU 02
 Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina-Ov. Monitor **Referencia** : ESP-129-16
Ubicación : Av.Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina,La Molina, Lima **Fecha** : jun-16

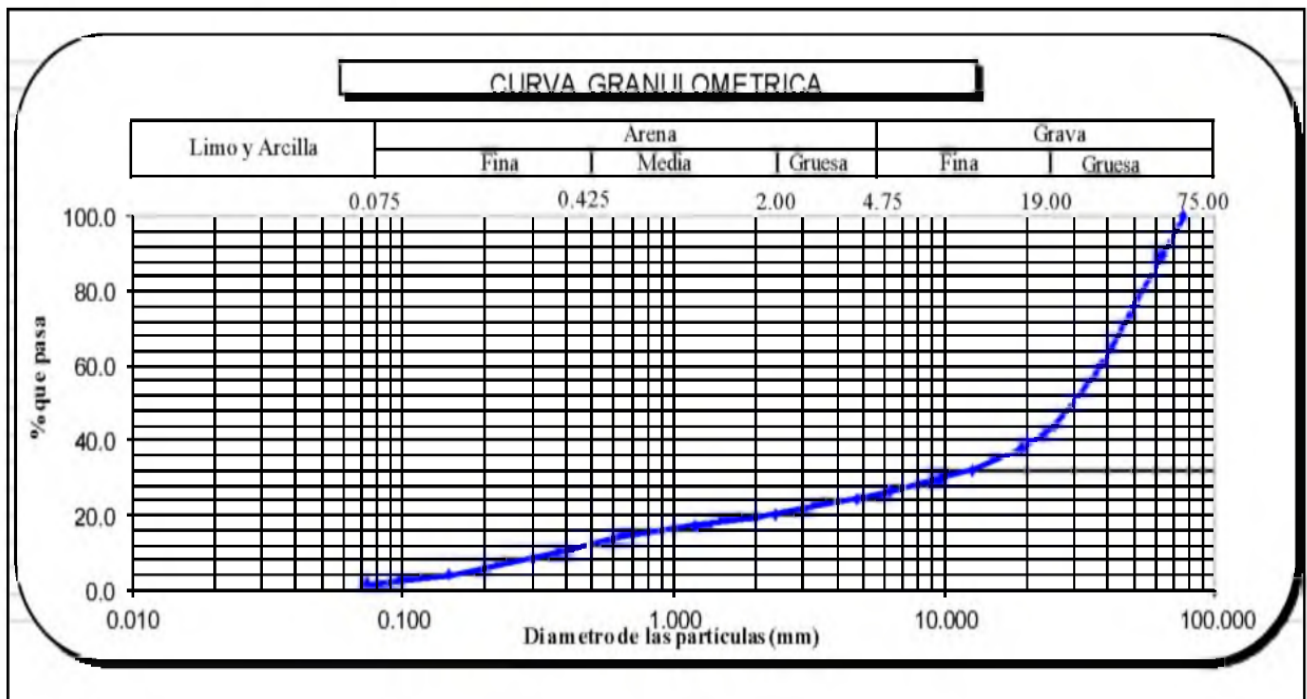
Sondaje	C-2
Muestra	M-2
Profundidad (m)	0.60 - 1.60

Humedad Natural	%W		2.0
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	0.0
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	NP
Indice Plasticidad	IP		NP
Clasificacion	SUCS	ASTM D-2487	GP
Clasificacion	AASHTO	ASTM D-3282	A-1-a (0)

Malla	% que Pasa	
	Tamiz	mm.
3"	76.200	100.0
2"	50.600	76.5
1 1/2"	38.100	60.4
1"	25.400	43.6
3/4"	19.050	37.6
3/8"	9.525	29.7
No4	4.760	24.4
8	2.360	20.3
16	1.190	17.4
30	0.600	13.8
40	0.420	11.0
50	0.300	8.5
100	0.149	3.9
200	0.074	1.6

% GRAVA	75.6	Guesa	70.0
		Fina	13.3
% ARENA	22.8	Guesa	4.9
		Media	8.5
		Fina	9.4
% FINO	1.6		1.6

D10	mm	0.373
D30	mm	9.842
D60	mm	37.772
Cu		101.131
Cc		6.867



Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Registro** : 124-16 / SU 02
 Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina-Ov. Monitor **Referencia** : ESP-129-16
Ubicación : Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina, La Molina, Lima **Fecha** : jun-16

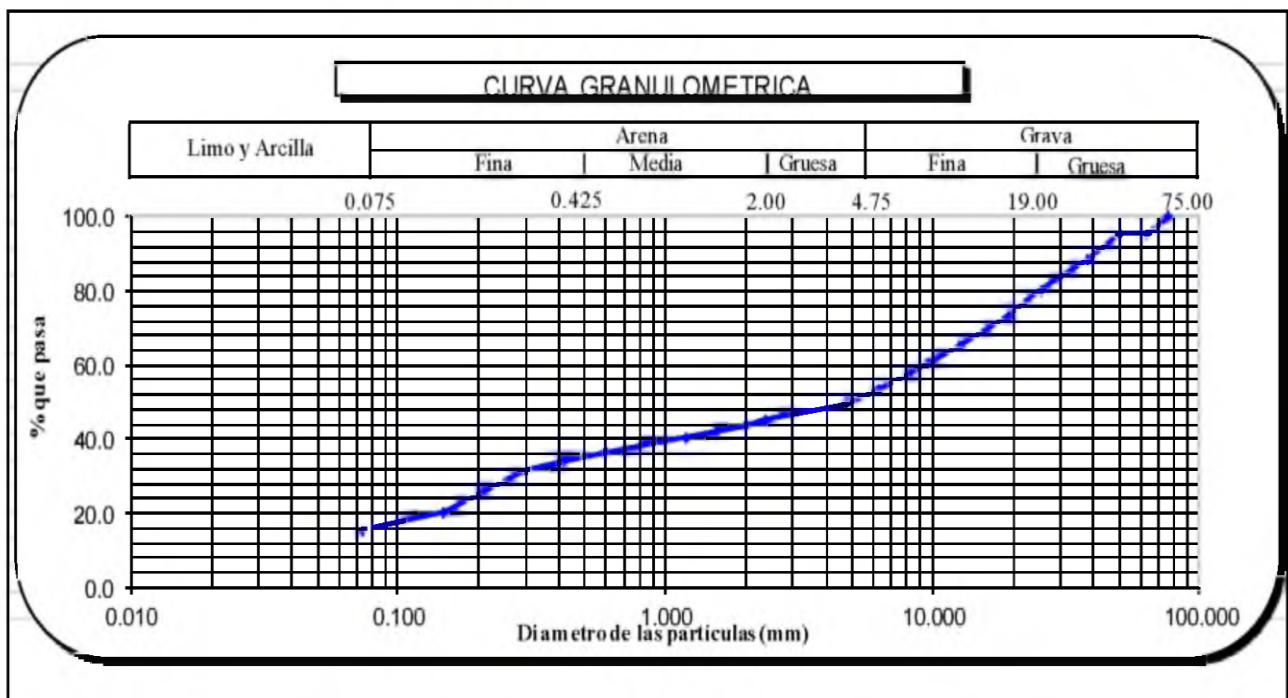
Sondaje	C-3
Muestra	M-1
Profundidad (m)	0.20 - 1.30

Humedad Natural	%W		8.0
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	18.0
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	12.6
Indice Plasticidad	IP		5.4
Clasificacion	SUCS	ASTM D-2487	GC-GM
Clasificacion	AASHTO	ASTM D-3282	A-2-6 (0)

Malla	% que		
	Tamiz	mm.	Pasa
3"	76.200	100.0	
2"	50.600	95.4	
1 1/2"	38.100	88.3	
1"	25.400	80.0	
3/4"	19.050	73.1	
3/8"	9.525	60.4	
No4	4.760	49.7	
8	2.360	45.0	
16	1.190	40.5	
30	0.600	36.6	
40	0.420	34.1	
50	0.300	31.6	
100	0.149	20.2	
200	0.074	15.4	

% GRAVA	50.3	Gruesa	26.9
		Fina	23.4
% ARENA	34.3	Gruesa	5.9
		Media	9.7
		Fina	18.7
% FINO	15.4		15.4

D10	mm	
D30	mm	
D60	mm	
Cu		
Cc		



Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Registro** : 125-16 / SU 02
 Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina-Ov. Monitor **Referencia** : ESP-129-16
Ubicación : Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina, La Molina, Lima **Fecha** : jun-16

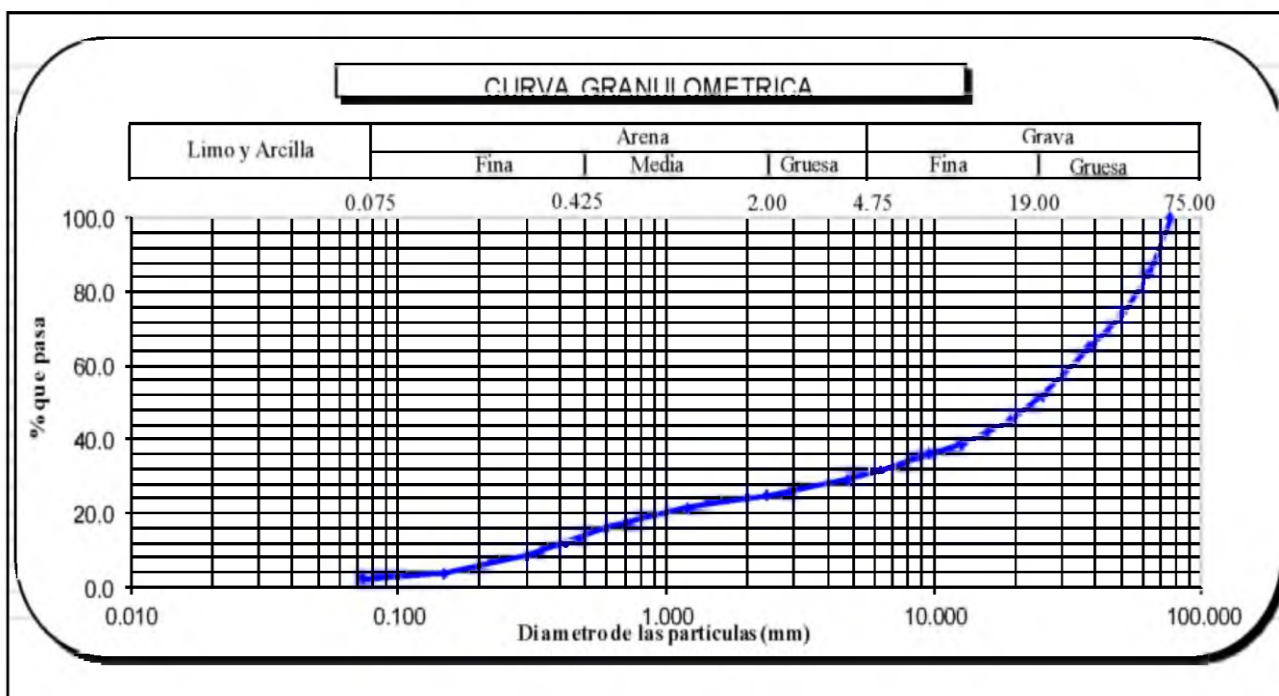
Sondaje	C-3
Muestra	M-2
Profundidad (m)	1.30 - 1.60

Humedad Natural	%W		2.5
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	0.0
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	NP
Indice Plasticidad	IP		NP
Clasificacion	SUCS	ASTM D-2487	GW
Clasificacion	AASHTO	ASTM D-3282	A-1-a (0)

Malla	% que Pasa	
	Tamiz	mm.
3"	76.200	100.0
2"	50.600	73.9
1 1/2"	38.100	65.1
1"	25.400	51.6
3/4"	19.050	44.9
3/8"	9.525	35.9
No4	4.760	29.2
8	2.360	24.9
16	1.190	21.4
30	0.600	16.1
40	0.420	12.0
50	0.300	8.5
100	0.149	3.7
200	0.074	2.3

% GRAVA	70.8	Gruesa	63.0
		Fina	15.7
% ARENA	26.9	Gruesa	5.2
		Media	12.0
		Fina	9.6
% FINO	2.3		2.3

D10	mm	0.351
D30	mm	5.284
D60	mm	33.277
Cu		94.824
Cc		2.391



Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D-422)

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Registro** : 126-16 / SU 02
 Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina-Ov. Monitor **Referencia** : ESP-129-16
Ubicación : Av.Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina,La Molina, Lima **Fecha** : jun-16

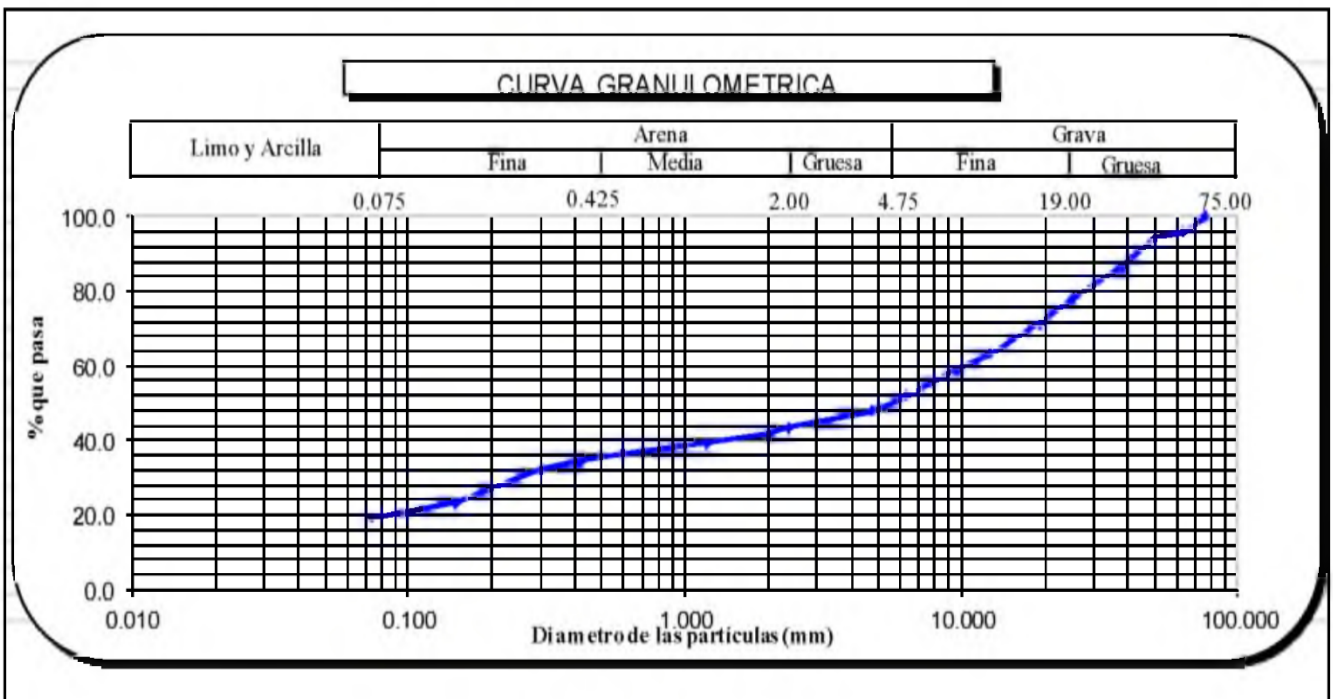
Sondaje	C-4
Muestra	M-1
Profundidad (m)	0.20 - 1.00

Humedad Natural	%W		7.8
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	18.3
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	10.5
Indice Plasticidad	IP		7.8
Clasificacion	SUCS	ASTM D-2487	GC
Clasificacion	AASHTO	ASTM D-3282	A-2-6 (0)

Malla	% que	
	Tamiz	mm.
3"	76.200	100.0
2"	50.600	94.3
1 1/2"	38.100	86.7
1"	25.400	78.1
3/4"	19.050	71.1
3/8"	9.525	58.9
No4	4.760	47.8
8	2.360	43.5
16	1.190	39.4
30	0.600	36.4
40	0.420	34.5
50	0.300	32.2
100	0.149	23.3
200	0.074	19.5

% GRAVA	52.2	Gruesa	30.2
		Fina	23.3
% ARENA	28.3	Gruesa	6.1
		Media	7.3
		Fina	15.0
% FINO	19.5		19.5

D10	mm	
D30	mm	
D60	mm	
Cu		
Cc		

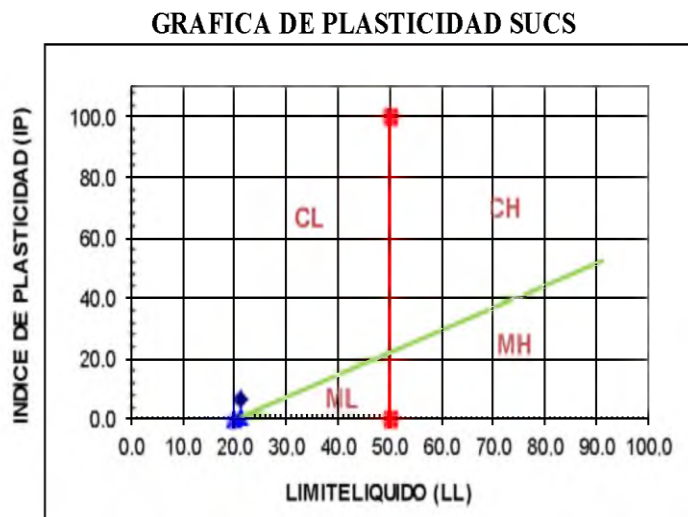


Limite de consistencia de los suelos

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Registro** : 045-16 / SU 04
 Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina-Ov. Mc **Ref. Proyecto:** ESP-129-16
Ubicación : Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina,La **Fecha** : jun-16
Calicata : C-1 **Muestra** M-2 **Profundidad** : 0.70 - 1.60

LIMITES DE ATTERBERG		Limite Liquido (ASTMD-4318)			Limite Plastico (ASTMD-4318)	
No golpes		25	25			
Peso recipiente + suelo húmedo	gr	32.91	32.91		25.96	25.82
Peso recipiente + suelo seco	gr	29.56	29.56		25.00	24.93
Peso recipiente	gr	13.89	13.89		18.60	18.85
Peso del agua en el suelo	gr	3.35	3.35		0.96	0.89
Peso del suelo seco	gr	15.67	15.67		6.40	6.08
Contenido de humedad	%	21.38	21.38	21.38	15.00	14.64
		$LL = w^{\frac{N}{25}}^{0.121}$				

Limite Liquido	21.4
Limite Plastico	14.8
Indice de Plasticidad	6.6
Clasificación SUCS	CL-ML
Clasificación AASHTO	A-6 (7)



Limite de consistencia de los suelos

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Registro** : 046-16 / SU 04
 Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina-Ov. Monitor **Ref. Proyecto**: ESP-129-16
Ubicación : Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina, La Molina, Lima **Fecha** : jun-16
Calicata : C-3 **Muestra** M-1 **Profundidad** : 0.20 - 1.30

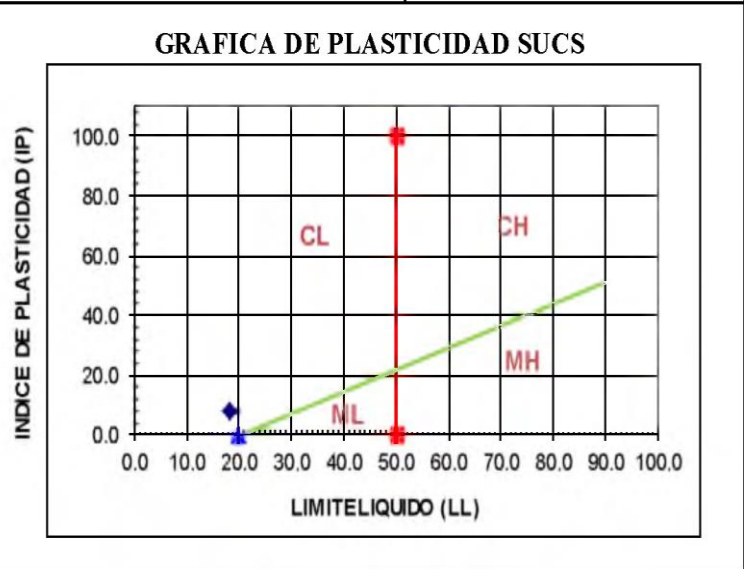
LIMITES DE ATTERBERG		Limite Liquido (ASTMD-4318)			Limite Plastico (ASTMD-4318)	
No golpes		30	30			
Peso recipiente + suelo húmedo	gr	31.68	31.68		22.96	23.46
Peso recipiente + suelo seco	gr	28.57	28.57		22.19	22.68
Peso recipiente	gr	10.91	10.91		16.13	16.47
Peso del agua en el suelo	gr	3.11	3.11		0.77	0.78
Peso del suelo seco	gr	17.66	17.66		6.06	6.21
Contenido de humedad	%	17.61	17.61	17.61	12.71	12.56
		$LL = w^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0,121}$				
Limite Liquido	18.0	GRAFICA DE PLASTICIDAD SUCS 				
Limite Plastico	12.6					
Indice de Plasticidad	5.4					
Clasificación SUCS	GC-GM					
Clasificación AASHTO	A-2-6 (0)					

Limite de consistencia de los suelos

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Registro** : 047-16 / SU 04
 Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina-Ov. M **Ref. Proyecto:** ESP-129-16
Ubicación : Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina,La **Fecha** : jun-16
Calicata : C-4 **Muestra** M-1 **Profundidad** : 0.20 - 1.00

LIMITES DE ATTERBERG		Limite Liquido (ASTMD-4318)		Limite Plastico (ASTMD-4318)	
No golpes		30	30		
Peso recipiente + suelo húmedo	gr	31.92	31.92		
Peso recipiente + suelo seco	gr	28.78	28.78		
Peso recipiente	gr	11.21	11.21		
Peso del agua en el suelo	gr	3.14	3.14		
Peso del suelo seco	gr	17.57	17.57		
Contenido de humedad	%	17.87	17.87	17.87	
		$LL = w^{\frac{N}{25}}^{0,121}$			

Limite Liquido	18.3
Limite Plastico	10.5
Indice de Plasticidad	7.8
Clasificacion SUCS	GC
Clasificacion AASHTO	A-2-6 (0)



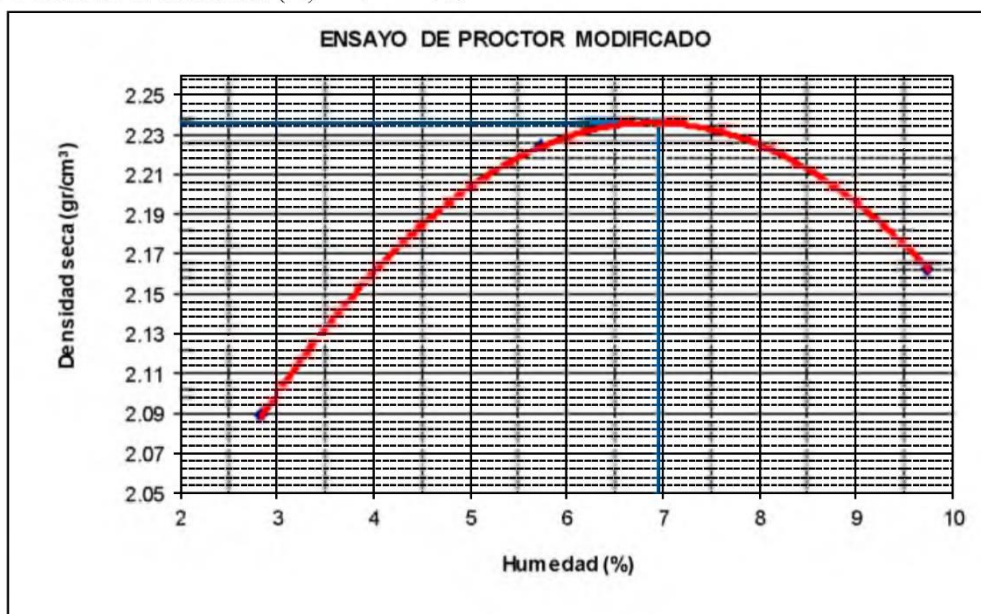
Ensayo de Proctor Modificado ASTM D-1557

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Certificado N°** : 041-16 / SU 10
 Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina-Ov.Monitor **Ref. Proyecto** : EMS-129-16
Ubicación : Av.Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina,La M **Fecha de ensayo** : jun-16
Calicata : C-2

Compactación				
Prueba N°	2	3	4	
Número de capas	5	5	5	
Número de golpes	56	56	56	
Peso suelo + molde (gr.)	11165	11585	11630	
Peso molde (gr.)	6720	6720	6720	
Peso suelo compactado (gr.)	4445	4865	4910	
Volúmen del molde (cm ³)	2069	2069	2069	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.148	2.351	2.373	

Humedad (%)				
Tara N°	4	2		
Tara + suelo húmedo (gr.)	891.70	791.60	758.20	
Tara + suelo seco (gr.)	871.60	757.50	705.30	
Peso de agua (gr.)	20.10	34.10	52.90	
Peso de tara (gr.)	165.80	163.00	163.20	
Peso de suelo seco (gr.)	705.80	594.50	542.10	
Humedad (%)	2.8	5.7	9.8	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.089	2.224	2.162	

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : **2.236**
 Optimo Contenido de Humedad (%) : **7.0**



Relacion de Soporte de California (C.B.R.) (ASTM D-1883)

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Certificado N°** 017-16 / SU 11
Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina-Ov.Moni **Ref. Proyecto** EMS-129-16
Ubicación : Av.Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina,La M **Fecha Ensayo** jun-16
Calicata : C-2 Muestra: M-1 **Profundidad:** 0.30 - 0.60

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.236
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 7.0

Compactación

Molde N°	5	6	4
Número de capas	5	5	5
Número de golpes	56	25	12
Peso suelo + molde (gr.)	12334	12145	11902
Peso molde (gr.)	7240	7295	7307
Peso suelo compactado (gr.)	5094	4850	4595
Volumen del molde (cm ³)	2123	2120	2121
Densidad humeda (gr/cm ³)	2.399	2.288	2.166

Humedad (%)

Tara N°			
Tara+suelo húmedo (gr.)	662.00	637.00	589.00
Tara+suelo seco (gr.)	618.00	595.00	550.00
Peso de agua (gr.)	44.00	42.00	39.00
Peso de tara (gr.)			
Peso de suelo seco (gr.)	618.00	595.00	550.00
Humedad (%)	7.1	7.1	7.1
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.240	2.137	2.023

ión de Carga

netración		Presión (Kg/cm ²)	Molde 5		Molde 6		Molde 4	
(Pulg.)	(mm.)		Dial	Presión (Kg/cm ²)	Dial	Presión (Kg/cm ²)	Dial	Presión (Kg/cm ²)
0.25	0.64		108	5.3	81	4.0	55	2.7
0.50	1.27		255	12.5	187	9.2	107	5.3
0.75	1.91		389	19.1	282	13.9	144	7.1
1.00	2.54	70.31	503	24.7	352	17.3	190	9.3
1.50	3.81		808	39.7	482	23.7	282	13.9
2.00	5.08	105.5	984	48.4	619	30.4	354	17.4
2.50	6.35		1250	61.5	749	36.8	426	21.0
3.00	7.62		1364	67.1	826	40.6	508	25.0
3.50	8.89							
4.00	10.16							
4.50	11.43							
5.00	12.70							

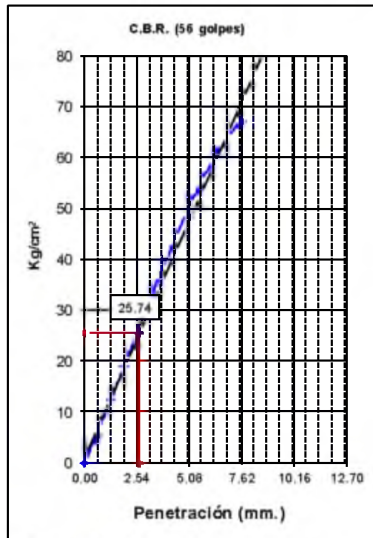
Expansión:

Fecha	Expansión (Pulg.)		
	5	6	4
01-06-16	0.000	0.000	0.000
02-06-16			
03-06-16			
04-06-16			
05-06-16			
% EXP.	0.0	0.0	0.0

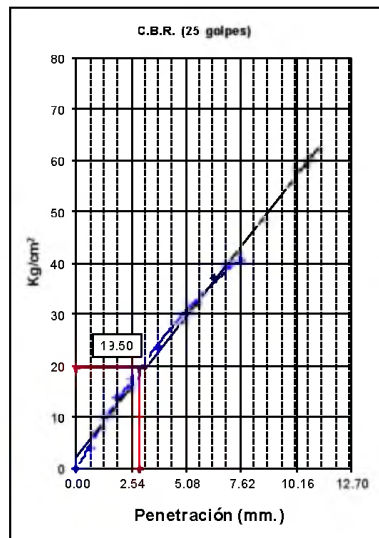
Relacion de Soporte de California (C.B.R.) (ASTM D-1883)

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Certificado N°** 017-16 / SU 11
 Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina **Ref. Proyecto** EMS-129-16
Ubicación : Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina **Fecha de ensayo** jun-16
Calicata : C-2 Muestra: M-1 **Profundidad:** 0.30 - 0.60

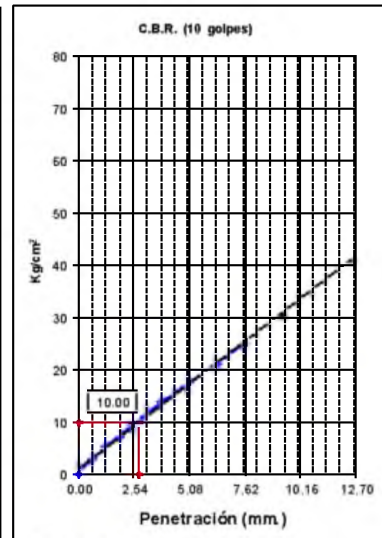
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2.236
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 7.0



C.B.R. (0.1")-56 Golpes : 36.8
 C.B.R. (0.2")-56 Golpes : 46.1
 Densidad Seca (gr/cc) : 2.240

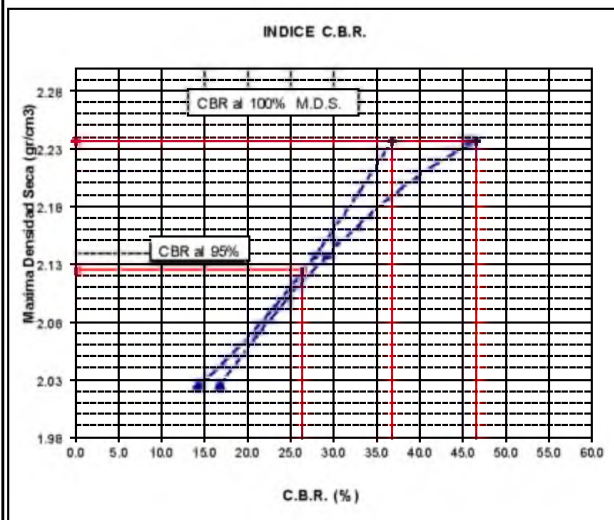


C.B.R. (0.1")-25 Golpes : 27.9
 C.B.R. (0.2")-25 Golpes : 29.0
 Densidad Seca (gr/cc) : 2.137



C.B.R. (0.1")-12 Golpes : 14.3
 C.B.R. (0.2")-12 Golpes : 16.6
 Densidad Seca (gr/cc) : 2.023

ACION DE C.B.R.



M.D.S. : 2.236
 95% DE M.D.S. : 2.124

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1"	36.4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1"	26.3 %

Determinación del contenido de Sales Solubles

(NTP 339.152-2002)

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentación del Proyecto **Certificado N°** : 036-16 / QU 01
Ubicación : Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina,La Molina, I **Ref Proyecto** : EMS-129-16
Calicata : C-2 **Muestra** M-1 **Fecha de ensayo** : jun-16 **Profundidad** : 0.30 - 0.60

Número de Capsula	1	2
Peso de Capsula (g)	47.18	47.83
Peso de Capsula + Sales Solubles (g)	47.21	47.86
Peso de Sales Solubles (g)	0.030	0.030
Contenido de Sales Solubles (%)	0.09	0.09
Promedio (%)	0.09	
Promedio (ppm)	900.00	
Grado de ataque	No perjudicial	

Ensayo de sulfato solubles
(NTP 339.178-2002)

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto **Certificado N°** : 036-16 / QU 03
Ensamblamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina-Ov. **Ref. Proyecto** : EMS-129-16
Ubicación : Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina, **Fecha de ensayo** : jun-16
Calicata : C-2 **Muestra** M-1 **Profundidad** : 0.30 - 0.60

Calicata	Muestra	Profundidad	Sulfato (ppm)	Grado de Ataque
C-2	M-1	0.30 - 0.60	210.00	Leve

ANEXO IV: DISEÑO DE PAVIMENTO

Estacion
E-01
UNO (OESTE - ESTE)
DEL 06 AL 09-08-2016

Estudios de suelos con fines de Pavimentación del Proyecto Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina Sentido
Av. Javier Prado Este - Tr. Ov. Monitor Huascar - Av. la Molina, La Molina, Lima
Fecha

Proyecto
Ubicación

VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR, SEGUN DIA DE CONTEO ESTACION N°E-01															
DIA	SENTIDO	Motos Motocar	Aulos	Camioneta Pick Up	Cam. Rural Combi	Bus 2 ejes	Bus 3 ejes	C2 Camion 2 ejes	C3 Camion 3 ejes	T2S1 Semi-T 3 ejes	T2S2 Semi-T 4 ejes	T2S3 Semi-T 5 ejes	T2S3 Semi-T 6 ejes	TOTAL	
														Verdía	%
LUNES	OESTE - ESTE	363	11,066	5,693	5,783	4,024	179	1,900	158	36	21	10	-	29,233	100%
	ESTE - OESTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
MARTES	AMBOS	363	11,066	5,693	5,783	4,024	179	1,900	158	36	21	10	-	29,233	100%
	OESTE - ESTE	42	11,247	5,762	6,021	4,215	181	1,954	145	42	20	10	-	30,018	100%
MIERCOLES	ESTE - OESTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
	AMBOS	42	11,247	5,762	6,021	4,215	181	1,954	145	42	20	10	-	30,018	100%
	OESTE - ESTE	35	11,001	5,547	5,648	3,875	192	1,981	150	41	26	12	-	28,824	100%
	ESTE - OESTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
	AMBOS	35	11,001	5,547	5,648	3,875	192	1,981	150	41	26	12	-	28,824	100%

FUENTE

VOLUMEN Y CLASIFICACION VEHICULAR														
SENTIDO	Motos Motocar	Aulos	Camioneta Pick Up	Cam. Rural Combi	Bus 2 ejes	Bus 3 ejes	C2 Camion 2 ejes	C3 Camion 3 ejes	T2S1 Semi-T 3 ejes	T2S2 Semi-T 4 ejes	T2S3 Semi-T 5 ejes	T2S3 Semi-T 6 ejes	TOTAL	
													Verdía	%
OESTE - ESTE	1,135	33,314	17,002	17,462	12,114	562	5,835	453	119	67	32	-	88,075	100%
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
ESTE - OESTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
AMBOS	1,135	33,314	17,002	17,462	12,114	562	5,835	453	119	67	32	-	88,075	100%
AMBOS / 3 días	378.33	11,104.67	5,667.33	5,817.33	4,038.00	184.00	1,945.00	151.00	39.67	22.33	10.67	-	-	-
Factor de Corrección (F.C.)	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	-	-	-
Multiplicados por F.C.	382.12	11,215.71	5,724.01	5,875.51	4,078.38	185.84	1,964.45	152.51	40.06	22.56	10.77	-	-	-
REDONDEO	382	11,216	5,724	5,876	4,078	186	1,964	153	40	23	11	-	-	-
%	1.28%	37.82%	19.30%	19.82%	13.75%	0.63%	6.62%	0.52%	0.13%	0.08%	0.04%	0.00%	29,653	100.00%

PROYECCION DE TRAFICO PESADO

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto Ensanchamiento de la Av. Javier Prado, Tr. Av. La Molina
Estacion : E-01
Ubicación (Estacion) : Av. Javier Prado Este -Tr.Ov. Monitor Huascar- Av. la Molina,La Molina, Lima
Sentido : UNO (OESTE - ESTE)
Fecha : DEL 06 AL 09-06-2016

DATOS DEL DISEÑO

Periodo de Diseño (Años)	n	20
Factor Carril	FC	0.5
Factor Direccion	FD	1
Tasa de Crecimiento		
	Ligeros	Pesado
r	3.90%	2.40%

ACTUALIZACIÓN DEL NUMERO DE EJES EQUIVALENTES DEL AÑO 2015 AL 2030

AÑO	Motos Motocar	Autos	Camioneta Pick Up	Cam. Rural Combi	Bus 2 ejes	Bus 3 ejes	C2 Camión 2 ejes	C3 Camion 3 ejes	T2S1 Semi-T 3 ejes	T2S2 Semi-T 4 ejes	T2S3 Semi-T 5 ejes	T3S3 Semi-T 6 ejes	TOTAL
IMD 2016	382	11,216	5,724	5,876	4,078	186	1,964	153	40	23	11	-	29,653
FC 2016	0.0000	0.0053	0.1426	0.1766	4.5139	4.5139	4.5139	3.3435	7.7617	6.5913	5.8982	4.7278	
EE 2016	0	59	816	1,038	18,408	840	8,865	512	310	152	65	-	31,064
%	0.00%	0.19%	2.63%	3.34%	59.26%	2.70%	28.54%	1.65%	1.00%	0.49%	0.21%	0.00%	100.00%
EE 2036	0	127	1,754	2,230	39,565	1,805	14,246	822	499	244	104	-	61,396
%	0.00%	0.21%	2.86%	3.63%	64.44%	2.94%	23.20%	1.34%	0.81%	0.40%	0.17%	0.00%	100.00%

ESAL PROYECCION DE TRAFICO

AÑO	AÑO CALENDARIO	Ligeros						Pesados						TOTAL
		Motos Motocar	Autos	Camioneta Pick Up	Cam. Rural Combi	B2 Bus 2 ejes	B3 Bus 3 ejes	C2 Camión 2 ejes	C3 Camion 3 ejes	T2S1 Semi-T 3 ejes	T2S2 Semi-T 4 ejes	T2S3 Semi-T 5 ejes	T3S3 Semi-T 6 ejes	
1	2017	0.1	10,761.8	148,937.6	189,375.6	3,359,421.2	153,225.2	1,617,926.2	93,358.8	56,660.7	27,667.0	11,840.7	0.0	5,669,174.8
2	2018	0.1	21,943.3	303,683.7	386,136.8	6,849,859.8	312,426.2	3,274,682.7	188,956.1	114,681.2	55,998.1	23,965.5	0.0	11,532,335.7
3	2019	0.2	33,561.0	464,465.0	590,571.8	10,476,425.5	477,836.0	4,971,201.3	286,851.9	174,094.3	85,009.0	36,381.4	0.0	17,596,397.3
4	2020	0.3	45,631.6	631,516.7	802,979.7	14,244,427.3	649,696.8	6,708,436.4	387,095.1	234,933.3	114,716.3	49,095.2	0.0	23,869,528.6
5	2021	0.4	58,173.1	805,083.5	1,023,671.5	18,159,381.2	828,260.2	8,487,365.1	489,744.1	297,232.3	145,136.5	62,114.1	0.0	30,356,161.9
6	2022	0.5	71,203.7	985,419.3	1,252,970.2	22,227,018.2	1,013,787.5	10,308,988.1	594,856.7	361,026.6	176,286.8	75,445.5	0.0	37,067,003.2
7	2023	0.6	84,742.4	1,172,788.2	1,491,211.7	26,453,293.1	1,206,550.4	12,174,330.1	702,492.0	426,351.9	208,184.7	89,096.9	0.0	44,009,042.1
8	2024	0.7	98,809.2	1,367,464.6	1,738,744.5	30,844,392.7	1,406,831.1	14,084,440.3	812,710.6	493,245.1	240,848.1	103,075.9	0.0	51,190,562.7
9	2025	0.8	113,424.6	1,569,733.3	1,995,931.1	35,406,745.2	1,614,922.7	16,040,393.1	925,574.4	561,743.7	274,295.5	117,390.4	0.0	58,620,154.7
10	2026	0.9	128,610.0	1,779,890.5	2,263,148.0	40,147,029.5	1,831,129.8	18,043,288.7	1,041,147.0	631,886.2	308,545.6	132,048.4	0.0	66,306,724.6
11	2027	0.96	144,387.56	1,998,243.78	2,540,786.42	45,072,184.83	2,055,769.10	20,094,253.91	1,159,493.24	703,712.18	343,617.73	147,058.26	0.00	74,259,507.97
12	2028	1.07	160,780.50	2,225,112.88	2,829,252.68	50,189,421.23	2,289,169.29	22,194,442.25	1,280,679.83	777,261.96	379,531.58	162,428.33	0.00	82,488,081.59
13	2029	1.18	177,812.75	2,460,829.87	3,128,969.13	55,506,229.85	2,531,672.08	24,345,035.10	1,404,774.90	852,576.95	416,307.36	178,167.28	0.00	91,002,376.44
14	2030	1.30	195,509.27	2,705,739.82	3,440,374.51	61,030,394.00	2,783,632.49	26,547,242.19	1,531,848.26	929,699.49	453,965.76	194,283.97	0.00	96,812,691.04
15	2031	1.42	213,895.95	2,960,201.26	3,763,924.71	66,770,000.56	3,045,419.35	28,802,302.24	1,661,971.37	1,008,672.97	492,527.95	210,787.45	0.00	108,929,705.23
16	2032	1.54	232,999.71	3,224,586.70	4,100,093.37	72,733,451.77	3,317,415.90	31,111,483.74	1,795,217.44	1,089,541.82	532,015.65	227,687.02	0.00	118,364,494.64
17	2033	1.68	252,848.51	3,499,283.17	4,449,372.60	78,929,477.57	3,600,020.31	33,476,085.59	1,931,661.41	1,172,351.52	572,451.04	244,992.18	0.00	128,128,545.58
18	2034	1.81	273,471.42	3,784,692.80	4,812,273.73	85,367,148.39	3,893,646.30	35,897,437.89	2,071,380.04	1,257,148.65	613,856.89	262,712.66	0.00	138,233,770.57
19	2035	1.95	294,898.63	4,081,233.40	5,189,328.00	92,055,888.36	4,198,723.70	36,376,902.64	2,214,451.92	1,343,980.91	656,256.48	280,658.43	0.00	148,692,524.41
20	2036	2.10	317,161.49	4,389,339.09	5,581,087.38	99,005,489.20	4,515,699.11	40,915,874.54	2,360,957.52	1,432,897.15	699,673.65	299,439.70	0.00	159,517,620.95

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto Ensanchamiento de Ref. Proyecto : **Certificado N° :** 24-16-D-PV-F
Ubicación : Av. Surco, Dist Santiago de Surco, Prov. Y Dpto Lima **Fecha :** EMS-93-15
Fecha : jun-16

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - 10 AÑOS METODO AASHTO 1993

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	10
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	6.63E+07
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	3.00
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	95%
f. STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.645
g. OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

h. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (ksi)	24.83
---	-------

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL

SN Requerido	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
5.09	-0.35218	7.82	7.82

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

i. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico (a1)	0.44
Base granular (a2)	0.14
Subbase (a3)	0.11
j. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.15
Subbase (m3)	1.15

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
Pavimento Flexible	5.09	5.18	15	25	20

Proyecto : Estudios de suelos con fines de Pavimentacion del Proyecto Ensanchamiento de Ref. Proyecto : **Certificado N° :** 24-16-D-PV-F
Ubicación : Av. Surco, Dist Santiago de Surco, Prov. Y Dpto Lima **Fecha :** EMS-93-15
Fecha : jun-16

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - 10 AÑOS METODO AASHTO 1993

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	10
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	6.63E+07
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	3.00
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	95%
f. STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.645
g. OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

h. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (ksi)	24.83
---	-------

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL

SN Requerido	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
5.09	-0.35218	7.82	7.82

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

i. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico (a1)	0.44
Base granular (a2)	0.14
Subbase (a3)	0.11
j. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.15
Subbase (m3)	1.15

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
Pavimento Flexible	5.09	5.18	15	25	20

ANEXO V: PANEL FOTOGRÁFICO



Imágenes N°1-2: Vista panorámica del área en estudio, donde se ejecutará el estudio de suelos con fines de pavimentación, proyecto Ampliación y rehabilitación de la Av. Javier Prado Este, La Molina -Lima





Imagen N°3-4: Vista de la ubicación de la calicata C-01, donde se observa el perfil estratigráfico





Imagen N°5-6: Vista de la ubicación de la calicata C-01, donde se observa el perfil estratigráfico y material extraído de la calicata





Imagen N°7-8: Vista de la ubicación de la calicata C-02, donde se observa el perfil estratigráfico

