



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

García Yapias, Le-Jhan Juan (orcid.org/0000-0002-3456-9516)

Rivera Meza, Juan Diego (orcid.org/0000-0002-9130-977X)

ASESOR:

Dra. García Álvarez, María Ysabel (orcid.org/0000-0001-8529-878X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a nuestros padres, ellos nos enseñaron a ser perseverantes en alcanzar los objetivos que nos tracemos en nuestra vida. Sus enseñanzas y el apoyo constante fueron fundamental durante el proceso de esta investigación para juntos hacer nuestro sueño realidad.

Agradecimientos

Con una grata satisfacción agradecemos principalmente a Dios, por ser quien nos brindó las fuerzas e inspiró para continuar, también a nuestros asesores, profesores y amigos quienes formaron parte en este proceso de investigación y con su apoyo nos ayudaron a obtener uno de los anhelos más deseados en nuestra vida profesional.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tabla.....	vi
Índice de gráficos y figuras.....	viii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Estudios generales.....	14
2.2 Pavimento rígido.....	18
2.3 El concreto y sus complementos.....	26
2.4 Propiedades físicas y mecánicas del concreto.....	29
2.5 Escoria de acero.....	41
III. METODOLOGÍA.....	47
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	48
3.2 Variables y operacionalización.....	48
3.3 Población y muestra.....	51
3.4 Técnicas e instrumentación de recopilación de datos y confiabilidad.....	51
3.5 Método de análisis de datos.....	53
3.6 Aspectos éticos.....	54
IV. RESULTADOS.....	55
4.1 Resultados esperados.....	56
4.2 Resultados del estudio topográfico.....	56
4.3 Resultados del estudio de tránsito.....	57
4.4 Resultados del estudio de suelo.....	66
4.5 Resultados de las propiedades físicas de los agregados.....	67
4.6 Resultados del diseño del concreto – método ACI comité 211.....	76
V. DISCUSIÓN.....	88

VI. CONCLUSIONES.....	90
VII. RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS	94
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Tipos de pavimentos.</i>	16
Tabla 2 <i>Tipos de Cargas.</i>	21
Tabla 3 <i>Espaciamiento y Dimensiones de Juntas de Fabricación y Contracción.</i> 23	
Tabla 4 <i>Espesor de losa de acuerdo con el T.M.</i>	25
Tabla 5 <i>Límite granulométrico para agregados finos.</i>	30
Tabla 6 <i>Selección de Recipiente para la Prueba de Peso Unitario de Acuerdo con El Tm Del Agregado.</i>	33
Tabla 7. <i>Límite granulométrico para agregados.</i>	35
Tabla 8 <i>Determinación del Tipo de Gradación Según los Retenido de Muestra ..</i> 40	
Tabla 9 <i>Elementos Químicos Contenidos en la Escoria.</i>	45
Tabla 10 <i>Producción y Utilización de la Escoria de Acero Anual en Distintos Países.</i>	46
Tabla 11 <i>Matriz de consistencia.</i>	49
Tabla 12 <i>Matriz de operacionalización</i>	50
Tabla 13 <i>Técnicas e Instrumentos.</i>	51
Tabla 14 <i>Conteo y clasificación vehicular del 17/06/2019.</i>	57
Tabla 15 <i>Conteo y clasificación vehicular del 18/06/2019.</i>	59
Tabla 16 <i>Conteo y clasificación vehicular del 19/06/2019.</i>	60
Tabla 17 <i>Conteo y clasificación vehicular del 20/06/2019.</i>	61
Tabla 18 <i>Conteo y clasificación vehicular del 21/06/2019.</i>	62
Tabla 19 <i>Conteo y clasificación vehicular del 22/06/2019.</i>	63
Tabla 20 <i>Conteo y Clasificación Vehicular - Resultado por Método AASTHO.</i> 64	
Tabla 21 <i>Resultados realizados para la clasificación de suelo.</i>	66
Tabla 22 <i>Resultados de las Pruebas de CBR.</i>	66
Tabla 23 <i>Resultados granulométricos del agregado de fino.</i>	67
Tabla 24 <i>Resultados granulométricos del agregado de grueso.</i>	68
Tabla 25 <i>Resultados Granulométricos del Agregado de Escoria.</i>	69
Tabla 26 <i>Resultados de los ensayos del porcentaje de absorción y peso específico.</i>	71

Tabla 27 <i>Resultados de la prueba del peso volumétrico.</i>	73
Tabla 28 <i>Resultado de los ensayos de contenido de humedad.</i>	75
Tabla 29 <i>Resultado de los ensayos realizados en laboratorio – características físicas.</i>	76
Tabla 30 <i>Dosificación de la mezcla con 0 % de escoria.</i>	76
Tabla 31 <i>Dosificación de la mezcla con 10 % de escoria.</i>	77
Tabla 32 <i>Dosificación de la mezcla con 20 % de escoria.</i>	77
Tabla 33 <i>Dosificación de la mezcla con 30 % de escoria.</i>	77
Tabla 34 <i>Dosificación de la mezcla con 40 % de escoria.</i>	78
Tabla 35 <i>Resistencia de concreto con 10% de escoria.</i>	78
Tabla 36 <i>Resistencia de concreto con 20% de escoria.</i>	79
Tabla 37 <i>Resistencia de concreto con 30% de escoria.</i>	79
Tabla 38 <i>Resistencia de concreto con 40% de escoria.</i>	80
Tabla 39 <i>Resultados de resistencia del concreto con escoria sometida a compresión.</i>	80
Tabla 40 <i>Resistencia de concreto con 0% de escoria sometida a tracción.</i>	81
Tabla 41 <i>Resistencia de concreto con 30% de escoria sometida a tracción.</i>	82
Tabla 42 <i>Resultado de la resistencia de concreto con escoria sometida a tracción.</i>	82
Tabla 43 <i>Resultado de concreto con 0% de escoria sometida a flexión.</i>	83
Tabla 44 <i>Resultado de concreto con 30% de escoria sometida a flexión.</i>	84
Tabla 45 <i>Resultado de la resistencia de concreto con escoria sometida a flexión.</i>	84
Tabla 46 <i>Resultados del % de absorción del concreto con escoria.</i>	85
Tabla 47 <i>Resultados del % de vacíos del concreto con escoria.</i>	86

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Av. Los Cisnes – Huachipa.	4
Figura 2. Tasa de incremento del PBI.	9
Figura 3. Los Cisnes - Av. Los Laureles, comienzo del proyecto progresiva km 0 + 000.	14
Figura 4. Av. Los Cisnes con Av. Las Torres Fin del Proyecto progresiva km 1+624.67.	14
Figura 5. Levantamiento topográfico.	16
Figura 6. Vista fotográfica av. los cisnes.	17
Figura 7. Esfuerzos de cargas transmitidos hacia las capas inferiores.	18
Figura 8. Componentes del pavimento rígido.	19
Figura 9. Lugares suaves y duros.	20
Figura 10. Relación Entre El Módulo de Reacción de la Subrasante Y El CBR In Situ.	21
Figura 11. Clases de Juntas.	22
Figura 12. Elaboración de la determinación del peso unitario del agregado.	24
Figura 13. Hendidura Sobre Losa.	24
Figura 14. Moldes de plástico en la hendidura.	25
Figura 15. Tamizado del agregado fino.	30
Figura 16. Ensayo de % de absorción y peso específico.	31
Figura 17. Tamizado para el agregado grueso.	35
Figura 18. El % de absorción y Peso específico del agregado grueso.	36
Figura 19. Elaboración de la determinación del peso unitario del agregado.	37
Figura 20. Prueba a Tracción Indirecta en Testigos de Concreto.	39
Figura 21. Especificaciones del Equipo con Respecto al Ensayo a Flexión.	39
Figura 22. Escorias Generadas por Efecto de la Fundición del Acero.	42
Figura 23. Triturado de la escoria para la obtención de agregados finos.	44
Figura 24. Levantamiento topográfico.	56
Figura 25. Conteo y clasificación vehicular del 17/06/2019.	58
Figura 26. Conteo y clasificación vehicular del 18/06/2019.	59

Figura 27. Conteo y clasificación vehicular del 19/06/2019.....	60
Figura 28. Conteo y clasificación vehicular del 20/06/2019.....	61
Figura 29. Conteo y clasificación vehicular del 21/06/2019.....	62
Figura 30. Conteo y clasificación vehicular del 22/06/2019.....	63
Figura 31. Conteo y Clasificación Vehicular - Resumen (Método AASTHO).	65
Figura 32. Prueba granulométrica del agregado.	67
Figura 33. Límite granulométrico del agregado fino.	68
Figura 34. Límite granulométrico del agregado de escoria.....	69
Figura 35. Límite granulométrico del agregado de escoria.....	70
Figura 36. Prueba granulométrica de la escoria de acero.....	70
Figura 37. Saturación del agregado por 24 horas.	71
Figura 38. Ensayo para establecer el % de absorción y peso específico.....	72
Figura 39. Determinando el peso de la muestra en el agua.....	72
Figura 40. Superficie seca de la muestra.	73
Figura 41. Prueba del peso volumétrico del agregado fino.	74
Figura 42. Prueba del peso volumétrico del agregado fino.	74
Figura 43. Prueba del contenido de humedad - retirando la muestra de horno. ..	75
Figura 44. Resultados del ensayo a compresión de concreto con porcentajes de escoria.....	81
Figura 45. Resultados del ensayo a tracción del concreto con porcentajes de escoria.....	83
Figura 46. Resultados del ensayo a flexión del concreto con porcentajes de escoria.....	85
Figura 47. Resultados de las pruebas del % de absorción en testigos de concreto con porcentajes de escoria.....	86
Figura 48. Resultados de las pruebas de % de vacíos en testigos de concreto con porcentajes de escoria.	87

Resumen

El presente trabajo de investigación quiere dar a conocer una opción de material que puede ser aplicado en pavimentos rígidos, el cual brinde a su vez un mejor comportamiento tanto físico como mecánico. Este trabajo es un gran aporte a la ciencia y al medio ambiente, ya que nos da como alternativa el uso de material reciclado. Debido a que el material a emplear en la construcción será el reciclaje de escoria de acero que se genera en gran magnitud en las industrias de nuestro país siendo un material principal causante de la contaminación y que no es controlado de una manera adecuada.

La escoria de acero al usarse como un material como parte de la mezcla contribuye con la mejora para su aplicación, se realizó un análisis de materiales para identificar que material sería remplazado, con la finalidad de que la escoria de acero brinde una mejor resistencia y a su vez un mejor comportamiento durante su vida útil. Así llegamos a la conclusión de utilizar un porcentaje que remplazaría al material fino. Para conocer las nuevas características del diseño se hicieron 5 muestras las cuales contenían 0%, 10%, 20%, 30% y 40% para determinar el porcentaje que tenga mejor comportamiento.

En conclusión, el porcentaje más óptimo y que mejor comportamiento tiene ante las demás muestras que se ensayaron fue la relación de 30% respecto al agregado fino, el cual satisface nuestras necesidades como estudio, ya que mejora equitativamente la resistencia a la compresión en un 25% y a la flexión en 13% más respecto al diseño tradicional.

Palabras Clave: Pavimento rígido, Escoria de acero, Resistencia del concreto y Carpeta de rodadura.

Abstract

The present research work wants to present an option of material that can be applied in rigid pavements, which in turn provides a better physical and mechanical behavior. This work is a great contribution to science and the environment, since it gives us as an alternative the use of recycled material. Due to the fact that the material to be used in the construction will be the recycling of steel slag that is generated in great magnitude in the industries of our country being a main material that causes pollution and that is not controlled in an adequate way.

Steel slag, when used as a material as part of the mixture, contributes to the improvement of its application. A material analysis was carried out to identify which material would be replaced, with the purpose that steel slag would provide better resistance and better behavior during its useful life. Thus we came to the conclusion to use a percentage that would replace the fine material. In order to know the new design characteristics, 5 samples were made containing 0%, 10%, 20%, 30% and 40% to determine the percentage with the best performance.

In conclusion, the most optimal and best performing percentage compared to the other samples tested was the 30% ratio with respect to the fine aggregate, which satisfies our needs as a study, since it improves equally the compressive strength by 25% and the flexural strength by 13% more with respect to the traditional design.

Keywords: Rigid pavement, Steel slag, Concrete strength and Wearing course.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú y en el mundo las construcciones de carreteras fueron una parte fundamental durante el crecimiento de la sociedad que ayudo a relacionarse y comercializar con pobladores de distintos lugares. Hoy en día aún se realizan construcciones de carreteras, pero con un mayor conocimiento respecto al tema los cuales son determinados en base a los estudios de suelo, tipología del terreno sobre el cual será construida y la finalidad que tendrá en su vida útil se puede optar por un pavimento rígido, flexible o mixto. Es por ello por lo que, dentro de cada solución existen diferentes materiales que forman parte del diseño. Para este trabajo se ha seleccionado el diseño de construcción de pavimento rígido en este tipo de construcción, así mismo son unas estructuras de concreto que a su vez tienen requerimientos específicos con la finalidad de tener un comportamiento adecuado ante las fuerzas ejercidas por los vehículos pesados, livianos y entre otras cargas distribuidas o puntuales para el diseño de una losa o carpeta de rodadura. Es por ello por lo que el concreto en este tipo de construcción tiene que cumplir con las siguientes funciones: tener resistencia mecánica, cumplir con la abrasión, ser impermeable y tener un buen comportamiento a ataques químicos. Por lo que en el diseño de toda estructura se tiene un enfoque esencial en la resistencia de los momentos y los cortantes, estos podrían ser ocasionados por las diferentes cargas que pudieran ser aplicadas.

Es así que en los últimos años nos hayamos visto en la obligación de mostrar un mayor interés por desarrollar infraestructuras viales que puedan cumplir con los estándares de calidad, durabilidad y seguridad, sin embargo es evidente que el desarrollo de diferentes infraestructuras de un país muestra la gran capacidad de progreso social y económica de la misma ya que debido a que en años anteriores se ha visto un incremento vehicular considerable, el cual ha sido responsable de provocar carreteras alteras y en el peor de los casos una alteración en las infraestructuras que fueron diseñados con una base de datos de épocas pasadas causando un deterioro prematuro de la calzada, es por ello que se requiere analizar nuevos diseños el cual nos garanticen menos gasto, a su vez tenga menor tiempo de ejecución, que puedan ejecutarse bajo el cumpliendo de normas de calidad y más aún que se reutilicen los materiales con la cual se conservara el medio ambiente. Arribas et ál. (2015) indica que debido a esto la sostenibilidad de las

actividades humanas se han transformado en un tema clave en estos tiempos debido a la búsqueda de la sostenibilidad que ha impulsado la reutilización de subproductos industriales adecuados, reduciendo así considerablemente los consumos de recursos naturales para el uso en la ingeniería civil y la construcción. Es así como ahora se enfrentan a la tarea de encontrar los métodos más eficientes y apropiados.

Saxena y Tembhurkar (2018) también prioriza el uso de materiales reciclados como una de las alternativas para encontrar una forma de complementar la creciente demanda. En la fase de producción de acero, ya que el casi el 20% de la escoria es generada por la masa de acero bruto. Y este que es un subproducto industrial, particularmente de la industria del acero, generalmente se descuida para su reutilización y reciclaje y se desecha como desecho. Por lo tanto, el reciclaje de escoria de acero busca una mayor atención desde una perspectiva de aprovechamiento de estos materiales y de esta forma mitigar la conservación del medio ambiente.

Actualmente en el distrito de Huachipa, existe una avenida la cual se encuentra en la etapa de terreno conformada con material de préstamo y donde transitan vehículos pesados, que en temporada de lluvia provoca un tránsito lento debido al lavado de material fino, causando en los pobladores locales malestar general tanto social como económico. Es por ello por lo que se requiere una pavimentación adecuada que pueda cumplir con las necesidades de la localidad.

Según el informe de MINAM el servicio de mayor importancia corresponde a la última disposición de todos los residuos sólidos en aquellos rellenos sanitarios que son autorizados. Por el 2007, aquellos reportes que emitieron los administradores de estos rellenos aseguraban que 249'013,569 ton de residuos que no pertenecen a las Municipalidades entre ellos los residuos peligrosos y los no Peligrosos se han dispuestos en las instalaciones; de los cuales el 53% del total representa 468,717 ton cantidad que se genera de los residuos peligrosos y no peligrosos, en base a los reportes administrativos consignados por los sectores y subsectores en general

La demanda sobre los servicios de los sectores y subsectores son representadas por la necesidad de mitigar la generación de residuos sólidos que estos pudieran producir, en ese mismo año se generó 468,717 ton, distribuido en 111'784,23 ton de residuo peligroso de los cuales tuvo mayor participación la arena y escoria de acero. Estas estadísticas llegaron a determinar el marco de la obligación de implementar programas de reciclaje con la finalidad que puedan ser reutilizados en sus diferentes formas. peligrosos

Por ello, en esta presente investigación se tiene como uno de los objetivos, realizar una comparación entre la respuesta del diseño de la carpeta de rodadura para un pavimento rígido utilizando escoria de acero y un diseño convencional para la Av. Los Cisnes, Huachipa, para ello se tendrá que evaluarán distintos parámetros y materiales.

Ubicación

La ubicación de la zona en estudio es:

Región: Lima

Provincia: Lima

Distrito: Lurigancho

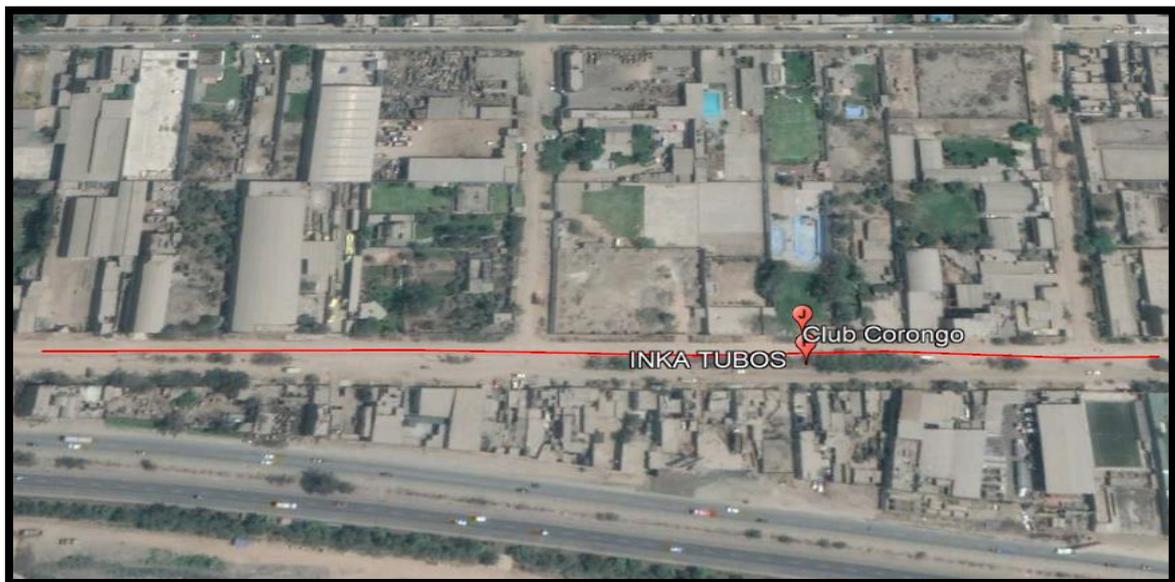


Figura 1. Av. Los Cisnes – Huachipa.
Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la problemática de la investigación, se plantearon las siguientes interrogantes: ¿De qué manera la escoria de acero favorece al diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019?

En consecuencia, se formularon preguntas específicas para desarrollar el trabajo de investigación, las cuales fueron: ¿En qué medida la escoria de acero influye en el diseño básico del diseño de la carpeta de rodadura en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019? ¿En qué medida la escoria de acero mejora las propiedades físicas y mecánicas del diseño de la carpeta de rodadura en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019?

Por otro lado, como hipótesis general se expuso lo siguiente: La escoria de acero favorecerá al diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.

En cuanto a las hipótesis específicas ya se contempló lo siguiente: La escoria de acero influirá en el diseño básico del diseño de la carpeta de rodadura en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019. La escoria de acero mejorara las propiedades físicas y mecánicas del diseño de la carpeta de rodadura en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.

Después de habernos planteado nuestra pregunta específica y durante la ejecución del trabajo se esperó tener como objetivo lo siguiente: Determinar en qué medida la escoria de acero favorece al diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.

Del mismo modo surgieron los siguientes objetivos generales: Determinar en qué medida la escoria de acero influye en el diseño básico del diseño de la carpeta de rodadura en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019. Determinar en qué medida la escoria de acero mejora las propiedades físicas y mecánicas del diseño de la carpeta de rodadura en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.

II. MARCO TEÓRICO

En los últimos años se están desarrollando megaproyectos de infraestructuras viales supervisadas por los diferentes gobiernos, tanto locales como regionales con la finalidad de contribuir directamente al país y a sus habitantes para proporcionarles mejores condiciones de vida. Es así como, aquellos proyectos de rehabilitación vial suelen ser muy importantes ya que constituyen la facilidad de desplazamiento a un punto concreto, por lo que, en esta oportunidad el diseño se optimizará mediante la utilización de un material reciclado en la infraestructura vial del distrito. Yarango (2014) indica que esto conducirá a un progreso en el confort y la durabilidad, con ello se obtendrá mejor tiempo de vida útil y una reducción considerable del presupuesto en el pavimento rígido, ya que se busca remplazar al agregado por la escoria en porcentajes diferentes.

Cualquier infraestructura de pavimentación que sea bien pensado cuenta con un correcto diseño y las apropiadas consideraciones en los criterios necesarios que se requieren. La movilidad con la que cuentan los usuarios de las autopistas, transporte público, vehículos particulares, motocicletas y ciclistas, con lo cual este pueda así establecer la seguridad y la comodidad de los mismos, ya que son de gran importancia a considerar en cualquier tipo de proyecto.

Por tanto, Yarango (2014) nos menciona que para realizar el trabajo de pavimentación se procederá a la recolección de datos el terreno de forma in situ y también obtener las características físicas en el cual se realizará el proyecto se busca recolectar datos, sin embargo, fue de poca accesibilidad, ya que se encontró una avenida la cual no estaba pavimentada y a su vez no admitía el acceso a las zonas adyacentes ya que se generaba un levantamiento constante de polución en la zona, así pues, causando malestar entre los pobladores, a su vez esta avenida tiene conexiones con avenidas principales al distrito.

Es así que, Carrizales (2015) al ejecutar los proyectos, suelen existir dificultades en el manejo responsable de los diferentes recursos. De hecho, en algunas construcciones se suelen perder los recursos económicos, ya sea por la carencia de una adecuada optimización de los recursos o por algunos costos elevados en distintos materiales. Por este motivo, se están investigando técnicas y

materiales como el uso de escoria de acero con el propósito de reducir los costos del diseño del pavimento.

Guo et ál. (2019) describe que en los países en desarrollo ha aumentado las cantidades cada vez mayores de escoria de acero, como residuo industrial, lo que tiene un impacto significativo en el medio ambiente. Actualmente, se producen mayor a 100 millones de toneladas de escoria de acero anualmente en China, pero el índice de utilización no supera el 10%. La acumulación de escoria de acero no solo ocupa una gran cantidad de tierra, sino que también contamina el medio ambiente circundante.

Para proyectar un mejor resultado se han tomado como data de información medidas de desarrollo de las tres constantes macroeconómicas (PBI y tasa de crecimiento de la población), para lo cual fueron realizadas por el INEI. también, se muestran el aumento del tráfico, es por ello por lo que mediante la realización de cálculos por tipos de vehículos y analizando una proyección del tráfico anual (IMD).

Por consiguiente, se realiza las tasas de incremento de las variables socioeconómicas que fueron utilizados en la medición de las tasas de incremento del tráfico normal:

TASA DE CRECIMIENTO DEL PBI LIMA			INDICADORES DEMOGRÁFICOS, POR DEPARTAMENTO, 2007-2016	
Años	Valor	Crec %	Indicadores demográficos	De partamento
2007	136,238,703.0			Lima
2008	148,415,981.0	8.9%	Fecundidad	
2009	148,910,138.0	0.3%	Nacimientos anuales: B	160,431
2010	164,623,842.0	10.6%	Tasa bruta de natalidad:	
2011	178,742,576.0	8.6%	b (por mil)	16.93
2012	189,597,621.0	6.1%	Tasa global de fecundidad	1.95
2013	200,400,691.0	5.7%	Tasa bruta de reproducción	0.95
2014	207,929,994.0	3.8%	Mortalidad	
2015	214,243,677.0	3.0%	Muertes anuales: D	48,600
Fuente: INEI				
5.87%				
			Tasa bruta de mortalidad:	
			d (por mil)	5.13
			Esperanza de vida al nacer:	
			Ambos sexos	77.15
			Hombres	74.57
			Mujeres	79.85
			Tasa de mortalidad infantil:	
			(por mil nacidos vivos)	10.33
			Crecimiento Natural	
			Crecimiento anual: B-D	111,831
			Tasa de crecimiento natural:	
			b-d (por cien)	1.18
			Migración Interna e Internacional*	
			Migración neta anual: M	32,476
			Crecimiento Total	
			Crecimiento anual: B-D+(-)M	144,307
			Tasa de crecimiento total:	1.52
			b-d+(-)m (por cien)	

*/ Referida a migrantes sobrevivientes al final del periodo.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población por Departamento, Sexo y Grupos Quinquenales de Edad 1995-2025. Boletín de Análisis Demográfico N° 37.

Figura 2. Tasa de incremento del PBI.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

La proyección del tráfico será derivada de la siguiente ecuación:

$$T_n = T_o (1+r)^n$$

Donde:

T_n = Tráfico en el año "n"

T_o = Tráfico del año en curso o base

r = Índice de crecimiento vehicular

n = Año de cálculo del volumen de tráfico

Todos los antecedentes que presenta la actual investigación están basados en expresar un análisis crítico de varios estudios de investigación con el objetivo de conseguir un enfoque metodológico, concretando su preeminencia, con la cual se busca las diferencias en la investigación propuesta y las consecuencias que lo justifiquen. Es por ello por lo que el proyecto de tesis pretende enfatizar en las

diversas investigaciones, tesis, artículos, entre otros. A fin de fortalecer la sustentación de esta investigación, se revisaron diversos documentos de investigación de carácter nacional e internacional obteniéndose resultados óptimos y de fuentes confiables.

Ninabanda y Santamaria (2017), en su tesis indicaron que el aprovechamiento de la escoria como árido fino en el concreto, es adecuado para ser empleado en pavimentos rígidos; ya que este material contribuye un mejoramiento de sus propiedades.

Serrato (2014), en su tesis menciona que los resultados óptimos de las pruebas de ensayos obtenidas por compresión para los diferentes morteros sin aditivos se obtuvieron con la adición de cinco y diez por ciento con respecto al peso de la escoria.

Fontalba (2015), en su investigación indica que uno de sus objetivos es realizar una comparación entre los resultados entregados por el software DISPAV-5 y el método ASSHTO, en cuanto a los niveles de las capas del pavimento.

Herrero (2015), en su tesis indico que la escoria de acero produce pequeñas manchas de óxidos y veladuras, pero ninguna de estas circunstancias afecta de forma significativa a las probetas ni se puede considerar como fallo.

Adegoloye et ál. (2014), en su investigación menciona que las escorias de acero antioxidante en la actualidad solo se utilizan como áridos en la construcción de carreteras y su futura recuperación en hormigón podría ser interesante. Esta nueva forma de valorización ayudaría a lograr varios objetivos: preservación de los recursos naturales agregados y reducción de los altos costos de procesamiento de escorias y mantenimiento.

Aquino (2012), en su tesis menciona que las características de la escoria obtenidas de las industrias siderúrgica, es más pesada que la mayoría de los áridos y tiene una mayor resistencia a fuerzas ejercidas de manera laterales teniendo un mejor desempeño en tramos curvos y en pendientes cuando se utiliza en pavimentos.

Fontalba (2015), en su investigación indica que uno de sus objetivos es realizar una comparación entre los resultados entregados por el software DISPAV-5 y el método ASSHTO, en cuanto a los niveles de las capas del pavimento.

Sotil y Zegarra (2015), en su tesis indicaron que una de sus limitaciones del concreto es el comportamiento frágil bajo tensiones de flexión y tracción y escaso inspección de agrietamientos en estado plástico y endurecimiento bajo la aplicación de esfuerzos.

Figueroa y Mamani (2019), en su investigación mencionan que la escoria se ajusta de manera idónea con los requisitos establecidos por MTC. Y cumpliendo los de esta forma los estándares establecidos para la construcción de calzadas de bajo volumen de tránsito.

Robles y Sánchez (2015), en su tesis mencionaron que uno de sus objetivos era la realización de pruebas estandarizadas para determinar las características de esfuerzos de las infraestructuras de pavimentos rígidos del Centro de Asentamiento de San Cristóbal de Chupán, ya sea la medida de ruptura por flexión y la resistencia a la compresión.

Flores y Pacompia (2015), en su tesis determinaron que la adición de agregados producto del acero incrementa la resistencia a la compresión del concreto volviéndolo permeable y a la vez estos mejoran otras cualidades analizadas, como el contenido de aire y el coeficiente de permeabilidad.

Flores (2018), en su tesis indico que un concreto después de la prueba obtenida a la edad 28 días en las dos muestras. con refuerzo de fibras de acero en una proporción del dos por ciento de su volumen resiste más esfuerzos de flexión a diferencia de uno que no contenga fibras de acero.

En cuanto a la justificación teórica del estudio, se han establecido diversas teorías de autores nacionales y extranjeros, y el concepto de las variables pavimento rígido y escoria de acero, brindará información y servirá de modelo para otros estudios. En este proyecto, se constata que la escoria contribuye a una mejor resistencia en la capa de rodadura del pavimento rígido y de esta manera indicar el óptimo desempeño con respecto al diseño de la carpeta de rodadura convencional.

Es así como Devi y Gnanavel (2014) Indica que esto amerita una necesidad ante los problemas constantes que se ocasionan en los pavimentos rígidos buscar mejorar la calidad, optimizar el presupuesto y reutilizar materiales reciclados para contribuir de manera significativa al medio ambiente, ya que dos tercios del concreto está compuesta por agregados y la escases de los materiales. Hacen de estos proyectos de construcción tomen y se ven en la decisión de contar con materiales alternativos.

En el diseño para pavimento rígido con escoria de acero se está experimentando una metodología que se adecue a la red de carreteras, a su vez pueda aumentar la resistencia de la carpeta de rodadura, un mantenimiento preventivo adecuado en la vida útil del pavimento mejora considerablemente la serviciabilidad y evita los tráficos vehiculares que se produce por tener vías en mal estado y por último pueda generar un pavimento rígido de gran comodidad.

Con respecto a la justificación metodológica para este proyecto se da a reconocer que las escorias de acero generan mejor resistencia en la capa de rodadura y no es ni igual ni menos eficiente que el diseño de la carpeta convencional, porque disminuye el uso de recursos no renovables, al mismo tiempo reduce la creación de residuos que son la causa de la contaminación.

Barisic et ál (2014) menciona que, en comparación con otras ramas de la ingeniería civil, la construcción y reparación de carreteras es el mayor consumidor de recursos naturales, como grava, piedra y arena. En este proyecto se da a reconocer que las escorias de acero pueden tener la misma empleabilidad que los agregados y ser sustituidos en proyectos de carpeta de rodadura de pavimento rígido y así generar una eliminación más eficiente de los materiales de desecho y una mejor protección del medio ambiente.

Carrizales (2015) indica que el diseño de un pavimento rígido con escoria de acero es investigar una tecnología que sea apropiado para la infraestructura vial, y de manera que aumenta la resistencia sobre de la infraestructura, así mismo eleva la resistencia a las velocidades de los esfuerzos, atribuyendo mayor visibilidad cuando

el pavimento se encuentra húmedo y desarrollando un pavimento rígido de alto confort.

En cuanto a la justificación económica, es así como Qasrawi (2014) indica que el reciclaje de concreto es una opción atractiva tanto para las agencias gubernamentales como para los contratistas porque la mayoría de los municipios imponen estrictos controles ambientales sobre la apertura de nuevas fuentes de agregados o nuevas áreas de vertido. Con el tiempo, el aumento del costo de iniciar nuevas canteras aumenta y estará más lejos. Por lo tanto, el costo y las distancias de transporte de los agregados convencionales podrían seguir aumentando a medida que las fuentes se vuelvan más escasas.

Los resultados que buscamos es pronunciarnos respecto al presente proyecto y brindar información de cuales de proyectos es el más viable y seguro con relación al diseño convencional y al de diseño con escoria, ya que gracias a la reutilización de materiales como son las escorias de aceros para mejorar la resistencia de la carpeta de rodadura y así proveer una mejor economía para el país (Karolina y Putra, 2018).

Para concluir, se puede mencionar que el éxito y el impulso sostenible de un país, radica en las relaciones favorables que tiene al asociarse entre los países de su entorno y generando un ámbito del negocio de intercambio tanto como nacionales e internacionales, favoreciendo al comercio de productos las cuales serán innovadores para cada país, por lo tanto, esto generara capacidades y demandas, que favorece a que un país avance gradualmente y su economía crezca considerablemente.

2.1 Estudios generales

Estudios topográficos

El estudio topográfico es un trabajo técnico del terreno y descriptivo, donde se examina la superficie del terreno en el que se tienen en cuenta las propiedades físicas, geográficas y geológicas del mismo, así como sus alteraciones y variaciones, esta recopilación de datos se denomina plano que refleja con detalle y sirve como herramienta de planificación para las edificaciones y sus construcciones. La Av. Los Cisnes se encuentra compuesta desde la Av. Los Laureles hasta la Av. Las Torres, cuenta con un trayecto de 1,624.67m de trocha.



Figura 3. Los Cisnes - Av. Los Laureles, comienzo del proyecto progresiva km 0 + 000.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 4. Av. Los Cisnes con Av. Las Torres Fin del Proyecto progresiva km 1+624.67.
Fuente: Elaboración propia.

El proyecto de la vía en práctica empezara en el cruce de la Av. Los Laureles y Av. Los Cisnes donde se ha fijado la progresiva km 0 + 000, Datum WGS-84, Norte 8671249.297, Este 290084.554 con altura: 332.45 m.s.n.m. y termina en la progresiva km 1+624.67 (Av. Los Cisnes con Av. Las Torres) Datum WGS-84-18S, Norte 8672361.155, Este 291172.136 con altura 359.49 m.s.n.m.

La Av. Los Cisnes tiene una longitud de 1624.67 m.

Los anchos de la sección en la Av. Los Cisnes son de 19.50 m en promedio.

El aprecio que el tráfico predominante en la zona es el pesado.

En el desarrollo del levantamiento topográfico se registraron gran cantidad postes, líneas de gas, buzones de la red de alcantarillado y cruces de agua.

Equipo, Personal

A continuación, se presenta una descripción del equipo y el personal requerido para cumplir el alcance del trabajo y los objetivos.

Equipo Utilizado

- 01 computadora
- 02 GPS diferencial
- 04 prismas + 02 Trípodes
- 01 nivel topográfico
- 02 estadías topográficas
- Alcance 01 Prisma - 2500m
- 01 GPS Garmin 60MAP
- Precisión Angular: 2"
- 01 software para Topografía
- 01 camioneta pick up
- 01 estación Total Topcon



Figura 5. Levantamiento topográfico.
Fuente: Elaboración propia.

Estudio de mecánica de suelo

El propósito del vigente trabajo es indicar cuales son las propiedades mecánicas y físicas respecto al suelo en el cual será proyectada la carretera que se tendrá que ejecutar y pavimentar, así como perfilar dicho espesor de las capas de los pavimentos a la medida de la superficie asfáltica. Manual de carreteras, “de tal forma se perfeccionará la capacidad estructural de acuerdo con las cargas reales actuantes y solicitudes futuras durante la vida útil estimada, brindando una adecuada serviciabilidad, seguridad y confort a los usuarios” (2018, p. 7).

Tabla 1

Tipos de pavimentos.

Tipos de pavimento	Espesor de la capa de rodadura				Imprimación/ capa de apoyo	Base	Subbase	Subrasante
	vías locales	vías colectoras	vías arteriales	vías arteriales				
Flexible	≥ 50 mm	≥ 60 mm	≥ 70 mm	≥ 80 mm	Penetración de la imprimación ≥ 5 mm	CBR ≥ 80 % 100% compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 40 % 100% compactación Proctor Modificado	95% de la compactación: Suelos granulares - Proctor Modificado Suelos cohesivos - Proctor Estándar
Rígido	≥ 150 mm	≥ 150 mm	≥ 150 mm	≥ 200 mm	N.A.*	N.A.*	CBR ≥ 30 % 100% compactación Proctor Modificado	Espesor compactado: ≥ 250 mm - vías locales y colectoras ≥ 300 mm vías arteriales y expresas
Adoquines	≥ 50 mm	≥ 50 mm	NR**	NR**	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm	CBR ≥ 80 % 100% compactación Proctor Modificado		

Fuente: Elaboración propia.

Estudio de tráfico

La realidad actual de la carretera en los estudios muestra flujos casi tan altos, altos y medios, en función con la localización y ubicación, así mismo el flujo extraordinario de otras carreteras transversales que descargan sobre la Av. Los Cisnes, tramo: Av. Los Laureles – Av. Los Cedros, se produce una sobrecarga de tránsito en las horas punta, sin embargo; estas no son los más graves, los resultados se indican a continuación:

Resultados Año 2019

1. Intersección Av. Los Laureles / Av. Los Cisnes IMD de 3,586 veh/día
2. Intersección Av. Cedros / Av. Los Cisnes IMD de 1,768 veh/día

Descripción de la vía

En la Av. Los Cisnes, en el campo de influencia del proyecto es de dos carriles de circulación, está catalogada como una Vía Colectora (Municipalidad Metropolitana de Lima de la ordenanza 341), esto tiende a servir como una vía de paso y pues también cruce con la Av. Los Laureles y lo que es la Av. Circunvalación. El volumen tiende a encontrarse en la relación de los 105 y 119 vehículos por hora en el periodo más crítico. El tránsito es por lo general urbano, privado pues así también camiones de carga, por lo general el tránsito van con unas velocidades bajas y llegan a estar a un promedio de 18 a 24km/h.

En la coyuntura presente esta vía se haya en un mal estado de deterioro, además está a un nivel de trocha dicha calzada. se llega a observar que se tiende a encontrar en un mal estado en toda su longitud. No obstante, se presentan vistas fotográficas de las carreteras en evaluación:



Figura 6. Vista fotográfica av. los cisnes.

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Pavimento rígido

Losas de pavimentos rígidos

Todos los pavimentos en su naturaleza son construcciones de concreto llamados pavimentos rígidos y así también los llamados pavimentos flexibles o los que son simples que se encuentran soportadas en una base o subbase. No obstante, los diferentes tipos de pavimentos que se conocen son estructuras flexibles y rígidos. Pues así mismo, la diferencia primordial que tienen estos dos tipos de diseño se presenta en el material que se utiliza cuando se construye cada una de ellas. Siendo estos los pavimentos flexibles de asfalto en tanto que los rígidos son de hormigón, la cual indica una gran diferencia de rigidez, siendo la primera una estructura de menor rigidez.

Para Skrzypcak et al. (2018) La influencia de la carga de tránsito y las condiciones climáticas afectan en la durabilidad y las condiciones del uso de los pavimentos. “Los daños que corresponden al tipo de pavimento flexible puede ser la deformación en la subrasante que se transfiere a las capas superiores y baja resistencia a la flexión”. Como se aprecia en la Figura 7. Los esfuerzos que se transmiten hacia las capas internas del pavimento. Para este caso de los pavimentos rígidos, los esfuerzos, en gran medida, son absorbidas por la losa de concreto, en tanto que, en el caso de los flexibles, estas disipan puntualmente hacia las capas inferiores.

Para este caso los esfuerzos generados por las cargas de los vehiculos son absorbidas por la losa rigida, en caso de las losas flexibles las cargas son esfuerzon puntuales que afecta a la capas internas del pavimento.

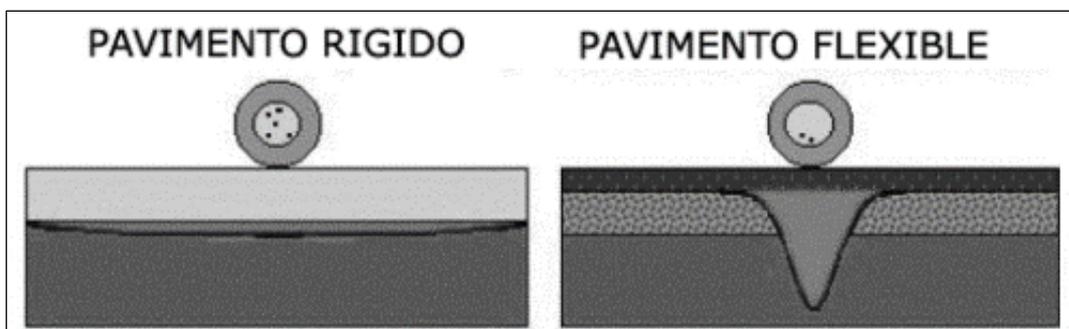


Figura 7. Esfuerzos de cargas transmitidos hacia las capas inferiores.
Fuente: Manual de carreteras (2018).

Los componentes que se encuentra definidas en un pavimento rígido están presentados en la en la Figura 8:

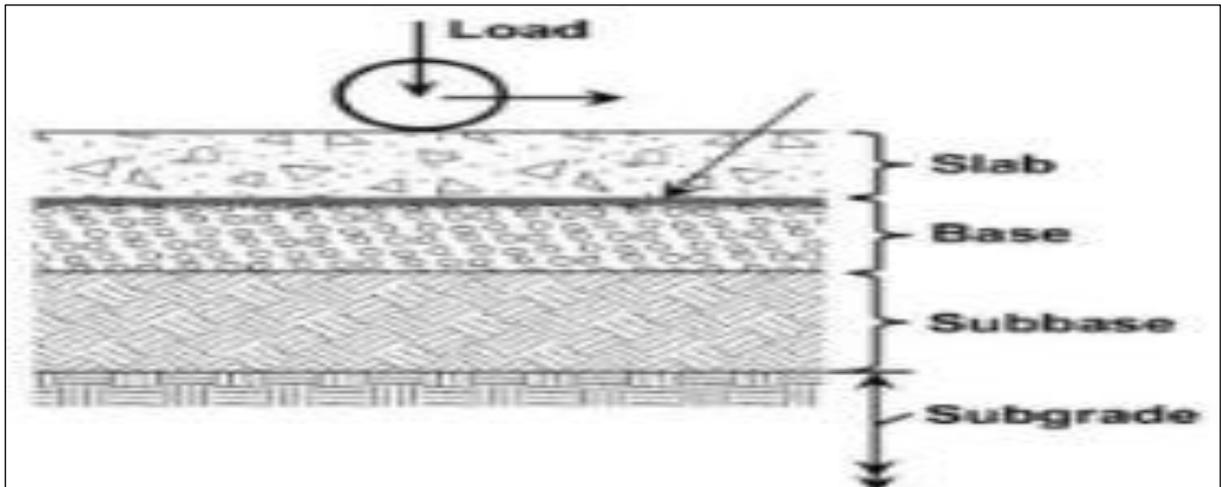


Figura 8. Componentes del pavimento rígido.
Fuente: Guide to Design of Slabs-on-Ground.

Losa

Se define como la sección de encima de la estructura de un pavimento que se encuentra constituido por concreto, de este modo la rigidez obtenida por el concreto hace que las tensiones se distribuyan, con la finalidad que la base y subbase no se vean afectadas por las cargas a las que serán sometidas.

Base y Subbase

Se define como la sección que tiene la finalidad de soportar las tensiones. de esta manera como se indicó anticipadamente, la losa será la sección protagonista debido a que soportará en gran medida las cargas. De esta forma la subbase será la sección de drenaje que protegerá la losa, asimismo, interviene en restringir el acceso de agua considerable en lugares que presentan de precipitaciones constantes. Ya que al introducirse agua en los poros del concreto y congelarse este aumenta su volumen en un treinta por ciento aproximadamente, provocando así efectos dañinos en la estructura.

Subrasante

Esta capa es la que soporta toda la distribución de cargas aplicadas en el pavimento y su primordial función es dar un soporte seguro a la calzada. Esta capa

es una de las más fundamentales, ya que, si no se consigue un soporte razonablemente uniforme, el pavimento no podrá soportar toda la estructura de este. se producirían fallas a la losa de concreto y estas a su vez perjudicarían drásticamente al diseño. Es por ello por lo que, se deben tener en consideración los asentamientos en la zona de apoyo, garantizando una variación mínima. Sin embargo, existen algunas ocasiones especiales en las que deben tenerse en cuenta consideraciones globales, estos podrían ser en los suelos duros y blandos, así como los suelos expansivos y rellenos inadecuados, ya que son los causantes de los apoyos no homogéneos. La Figura 9. presenta el funcionamiento de las losas en suelos blandos y duros.

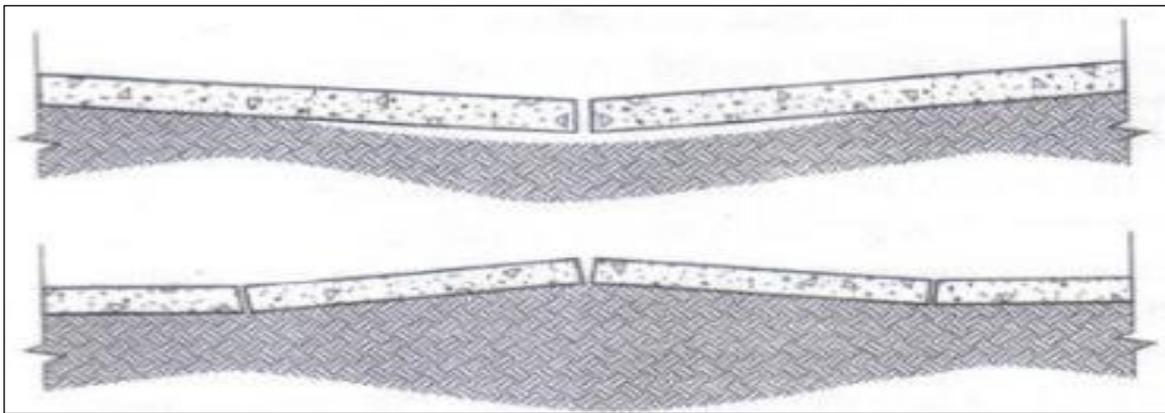


Figura 9. Lugares suaves y duros.
Fuente: Manual de carreteras (2018).

Por otro lado, de acuerdo con el análisis de placa, una de las propiedades consideradas en el diseño es el módulo de reacción del suelo, este coeficiente se debe utilizar para llantas y otras cargas aplicadas concentradas, debido a que no se deben exceder las fuerzas del suelo, esto se logra mediante el uso del método de prueba estándar de elasticidad del suelo y los componentes del pavimento para la carga de una sola losa encontrado para evaluación y uso en el diseño de pavimentos. Nuevamente, esta prueba no se usa normalmente para proyectos en los que la losa debe colocarse sobre el suelo, por lo que se usa el valor de respuesta del lecho de la carretera CBR (California Bearing Ratio), que es un valor relacionado con la resistencia del suelo a la penetración. que contiene la base de la carretera y el tipo estándar de escombros (Figura 10).

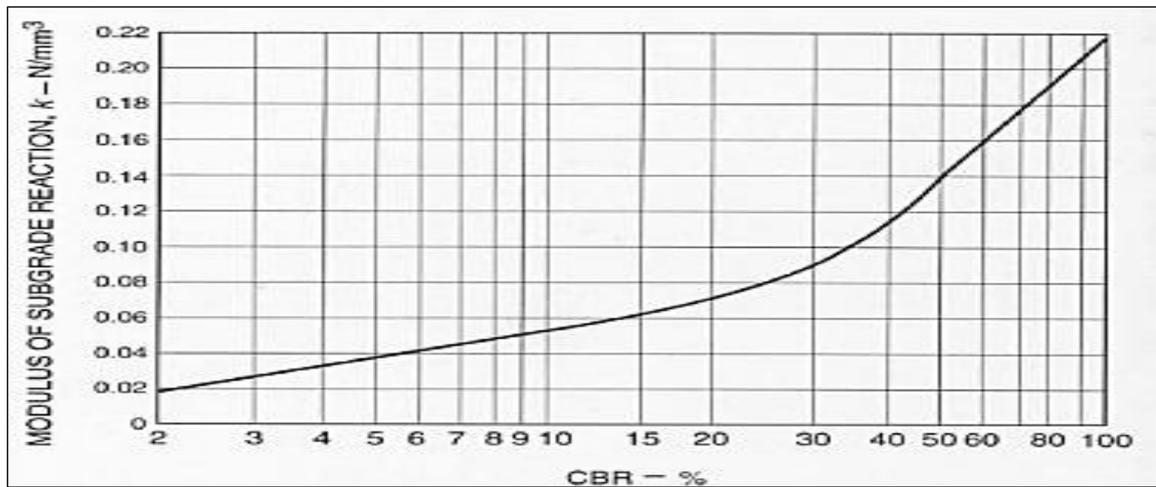


Figura 10. Relación Entre El Módulo de Reacción de la Subrasante Y El CBR In Situ.
Fuente: Manual de carreteras (2018).

Tabla 2

Tipos de Cargas.

Tipo de Carga	Cargas inusuales	Cargas lineales	Cargas Distribuidas	Cargas concentradas	Cargas vehiculares
Representación	Cargas no mencionadas anteriormente	Cargas distribuidas sobre un área estrecha y si su ancho es menor a un tercio de la rigidez de la losa, por ejemplo, muros, rollos de almacenamiento, entre otros.	Se refiere, por ejemplo, al material apilado en almacenes industriales, los cuales producen esfuerzos de flexión.	Fuerzas aplicadas sobre una superficie de área pequeña. Pueden ser postes o maquinarias apoyadas sobre el piso que produzcan fuerzas mayores a 180 kN.	Vehículos pesados, tales como camiones, maquinaria pesada, etc.
Variables	Forma del área que soporta la carga	Máxima intensidad y duración de carga	Máxima intensidad de carga	Máxima carga representativa	Especificaciones del vehículo, tales como área de contacto del neumático, carga por eje y distancia entre llantas
	Cargas distribuidas a más de uno de los ejes	Dimensiones del área que soporta la carga	Duración de la carga	Duración de la carga	Volumen de tráfico de los distintos vehículos
	Mas de dos o cuatro ruedas por eje	Ancho de pasillo	Dimensiones del área que soporta la carga	Distancia entre poste y distancia de pasillos	Máxima carga por eje
		Ubicación de las juntas paralelas al pasillo	Ancho de pasillo	Ubicaciones de la carga concentrada respecto a la ubicación de la junta	Distancia entre las llantas cargadas
		Cantidad de transferencia de cizallamiento	Ubicación de las juntas transversales y paralelas al pasillo	Área de contacto	

Fuente: Elaboración propia.

Juntas

Las juntas desempeñan un papel muy significativo en las losas de concreto ya que al mantener los esfuerzos de las losas causadas por la retracción y dilatación del concreto dentro de una gama de valores permitidos y, por tanto, reducen el agrietamiento de la estructura, ya que las juntas pueden inducir a las fisuras y grietas en una zona en la que los esfuerzos no afecten al pavimento y a su vez deben permitir que el movimiento no sea limitado.

Se pueden identificar tres tipos de juntas:

Son el tipo de juntas que separan las estructuras contiguas situadas en distintos periodos, es, en definitiva, lugares de intervención del proceso de construcción. Se podría decir que una de sus funcionalidades es la de unir el nuevo concreto con el que ya existe, también no se debería admitir los movimientos mediante el uso de barras de refuerzo. Es por ello por lo que las juntas de construcción deben estar diseñadas y construidas para funcionar como juntas de aislamiento o contracción. Un ejemplo podría ser que, en un pavimento, éstas puedan ser alineadas con las columnas además funcionen como unión de aislamiento. La Figura 12. Se observan los tipos de uniones usualmente usadas; del tipo A (que es a tope) son juntas tradicionales, el tipo B (incluye pasadores) se componen por las barras lisas con el fin de transmitir las tensiones y, finalmente, la C (topes vinculados) que incluyen barras de refuerzo con las siguientes medidas que se encuentra en la figura.

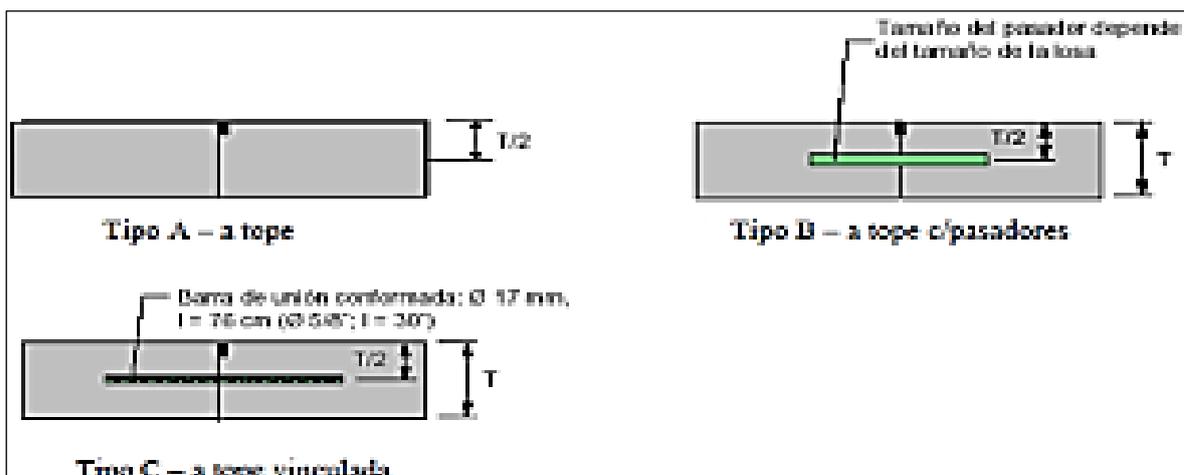


Figura 11. Clases de Juntas.

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures (1993).

Por otro lado, el comité ACI 360 en la Guía de Diseño para Losas apoyadas sobre el suelo (ACI 360R-10), muestra los valores admisibles para el pre-dimensionamiento de los pasadores o pasa juntas, que se muestra a continuación en la tabla 3.

Tabla 3

Espaciamiento y Dimensiones de Juntas de Fabricación y Contracción.

Espesor de la losa (mm.)	Espaciamiento de eje a eje (mm.)			Placa de pasajuntas	Dimensión de pasajuntas (mm.)			
	Placa de pasajunta	Cuadrada	Circular		Junta de contraccion		Junta de construccion	
					Cuadrada	Circular	Cuadrada	Circular
230 a 280	460	300	300	Recomendación del fabricante	32x460	32x460	32x380	32x380
180 a 200	460	360	300	Recomendación del fabricante	25x410	25x410	25x330	25x330
130 a 150	460	360	300	Recomendación del fabricante	19x330	19x330	19x25	19x250

Fuente: Elaboración propia.

Juntas de expansión o aislamiento

En resumen, estas juntas mostradas en la figura 12 una de sus funciones principales es permitir tanto el desplazamiento horizontal y vertical que se produce en la losa, también los componentes estructurales que se encuentran colindantes tales como muros y columnas. Además, hay que asegurarse de que los diferentes márgenes de la losa se encuentren aislados de los diferentes componentes estructurales contiguos para que se garantice que no se producirá agrietamiento en un futuro.

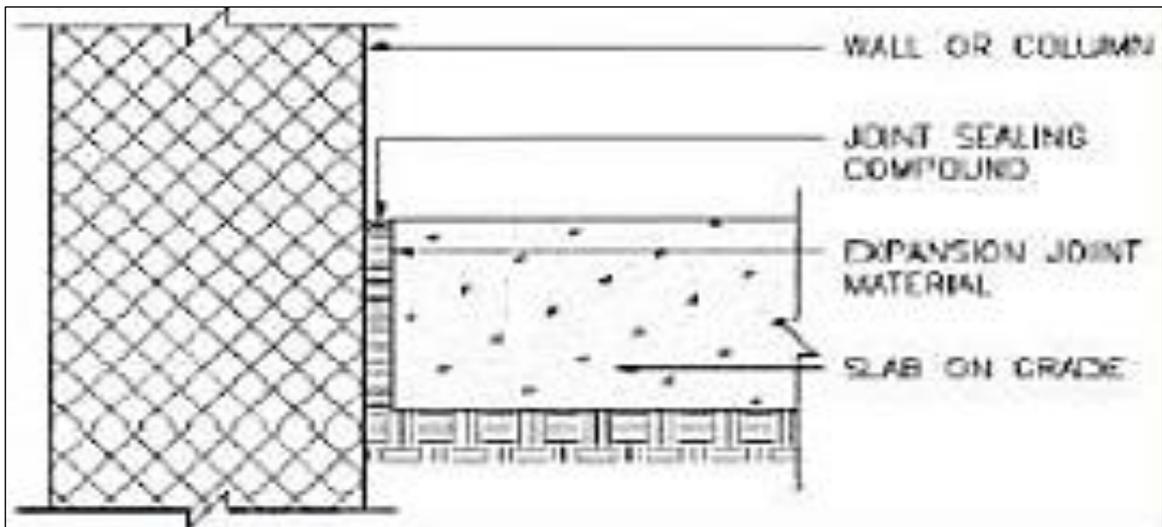


Figura 12. Elaboración de la determinación del peso unitario del agregado.
Fuente: ACI 224.3R – 95 – 2001.

Juntas de Contracción

Suelen ser denominados de esta manera como juntas de verificación, ya que pueden permitir los movimientos de manera vertical en la losa e inducir una fisuración controlada, esto causada por la retracción por secado y térmica. No obstante, estas juntas en un pavimento pueden ser producidas de diferentes maneras. En un primer método, se puede hablar de hendiduras en la losa (Figura 13), estos deberán de poseer una mínima profundidad de un cuarto del espesor de la losa, también consistirá en colocar hormas de plástico en las hendiduras, tal cual la Figura 14 que se llega a mostrar.

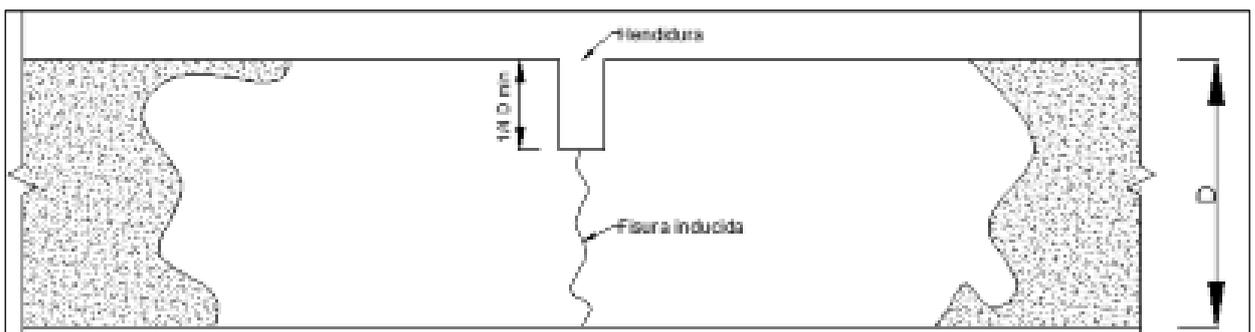


Figura 13. Hendidura Sobre Losa.
Fuente: ACI 224.3R – 95 – 2001.

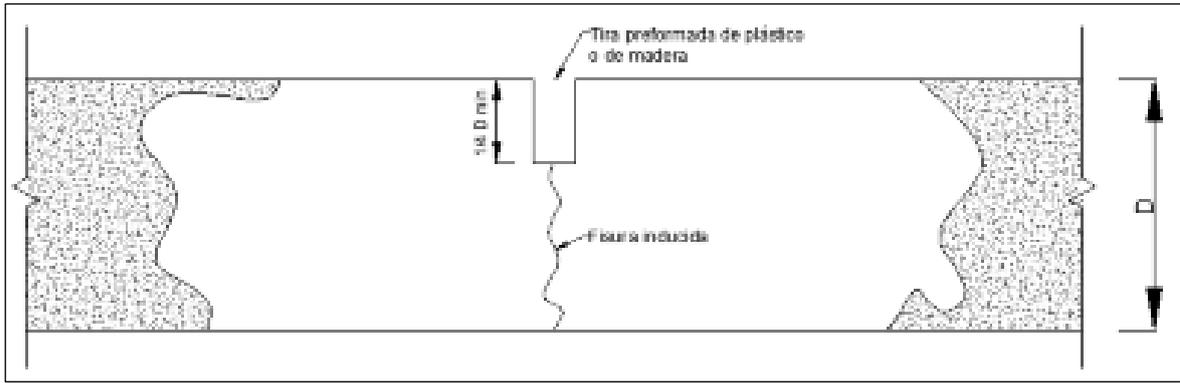


Figura 14. Moldes de plástico en la hendidura.

Fuente: ACI 224.3R – 95 – 2001.

Los cortes que se le puede hacer a las losas apoyadas sobre el suelo dependerán del espesor de estas mismas, también de la capacidad de retracción del hormigón, así como de la adherencia en la subrasante, del medio ambiente y de la carencia o existencia del acero de refuerzo que presenten. El PCA (Asociación de cemento Portland) nos determina los intervalos para el espaciamiento, para ello se detalla la siguiente Tabla 4.

Tabla 4

Espesor de losa de acuerdo con el T.M.

Espesor de losa (mm)	Tamaño máximo del agregado menor que 19 mm	Tamaño máximo del agregado de 19 mm o mayor
100	2.4	3
125	3	3.75
150	3.75	4.5
175	4.25	5.25
200	5	6
225	5.5	6.75
250	6	7.5

Fuente: Elaboración propia.

2.3 El concreto y sus complementos

El concreto está elaborado de diferentes materias como: agregado (grueso y fino), agua, cemento, aire y aditivos. es así como estos materiales tienen una importante función en el comportamiento del concreto. Brindando así múltiples particularidades en la resistencia del concreto fresco. De esta forma, se elaborarán los ensayos con la finalidad de justificar que este cumpla con los estándares de calidad y mostrar un comportamiento adecuado tal y como indica las especificaciones requeridas. Los agregados que se utilizará en la actual investigación son las siguientes:

Cemento

El cemento es el material con mayor influencia en la producción de la mezcla de concreto. Siendo de esta manera el cemento con mayor demanda el portland. La cual tiene como origen en Inglaterra y descubierta por Aspidin Joseph.

En particular, es un material aglomerante con la propiedad de brindar adherencia a los agregados y de esta manera facilitar formar la pasta. Para que esto ocurra, tiene que suceder una fase llamada hidratación, en donde se produce al tener acercamiento con el agua. Es así que conserva diferentes mezclas entre las cuales, estas cuatro son las más relevantes como el ferro aluminato tetracalcico, silicato dicálcico, silicato tricálcico y aluminato tricálcico.

Además, se sabe que el R.N.E. E060 de la misma forma que el ACI318, nos brinda información de los tipos de cemento, las cuales se nombraran a continuación.

Según la NTP 334.009 – Cemento Portland. Requisitos

- Para usos generales es recomendable utilizar el cemento tipo I.
- Para estructuras de concreto expuesta a sulfatos debería utilizarse el cemento tipo II.
- Para estructuras de concreto expuesta a sulfatos y un moderado calor de hidratación debería utilizarse el cemento tipo II (MH).

- Para concretos que posee una alta resistencia inicial es recomendable el uso de cemento tipo III.
- Para concretos que tienen un leve calor de hidratación es recomendable el uso de cemento tipo IV.
- Para estructuras de concreto expuestas a una mayor cantidad de sulfatos es recomendable utilizar el cemento tipo V.

Agua

El agua es el material más significativo que requiere la mezcla de concreto para su preparación, de esta manera el agua conlleva a un proceso de hidratación al juntarse con el cemento, formando así la pasta. Según la nuestra NTP para el agua de mezclado se basa según criterio del personal que elabora dicha mezcla. También se debe tener en cuenta que para el agua del mezclado es conveniente la aplicación de agua potable al momento de fabricar mezcla de concreto. De forma contraria se tendría que satisfacer con los criterios ya establecidos en la NTP 339.088 “Agua para morteros y hormigones de cemento Portland. Requisitos”. Cabe resaltar que aparte de su empleo como hidratante, ayuda también a obtener una mayor trabajabilidad al momento de producir la mezcla de concreto.

Agregado

El reglamento nacional de edificaciones E060, detalla que la muestra retenida por el tamiz N°4 es denominada como agregado grueso y al material que pasa por dicho tamiz es nombrada agregado fino. Finalmente, estos agregados deben cumplir con todo el requisito de acuerdo con dicha norma, como también establecidos por la NTP de acuerdo con los ensayos establecidos. Los ensayos obligatorios para la producción de concreto se mostrarán a continuación:

Obligatorios para la elaboración de concretos

- Granulometría
- Sustancias Dañinas
- Peso volumétrico
- % de absorción y Peso específico

- Contenido de humedad

Adicionales

- Abrasión por el medio de la máquina de los ángeles

Para casos específicos

- Similar al de arena
- porcentaje álcali-sílice

Se debería tener en cuenta un ensayo esencial, designado como la inalterabilidad a los ataques de sulfatos y que se realiza en casos donde concreto se encuentra determinada a ciclos de deshielo y congelamiento.

Diseño de concreto por el método ACI 211.1

El método ACI 211.1, detalla las características físicas finales de los ensayos de los agregados, del cemento y el agua, se basa bajo ensayos que están sometidos a un régimen de calidad y están basado en la NTP así que las características del concreto son necesarias para un buen trabajo y también son dejadas a criterio del personal profesional especializado en diseño de mezclas. Estableciéndose así algunos pasos a seguir para el desarrollo de este método.

- Selección de la resistencia por compresión y a si obtener la resistencia promedio.
- Seleccionar el TMN del agregado grueso.
- Seleccionar el Slump.
- Seleccionar el volumen del agua de diseño.
- Seleccionar el contenido de aire.
- Verificación de la relación cemento – agua.
- Verificación del factor cemento.
- Verificación del contenido de agregado grueso.
- Verificación del volumen absoluto del agregado fino.
- Verificación de los valores de diseño de los agregados, cemento y agua.
- Verificación del diseño por humedad.
- Verificación de los pesos por lote de una bolsa.

- Verificación final por m³.

La dosificación será determinada por una medición en volumen o masa. Este proceso se tiene que desarrollar para obtener un concreto óptimo a las condiciones establecidas.

2.4 Propiedades físicas y mecánicas del concreto

Propiedades físicas del concreto

Agregado fino

Se establece como agregado fino a la muestra pasante por el tamiz 9.5 mm. (3/8") y que se determinen los criterios señalados por NTP 400.037.

El agregado puede ser la muestra de arena manufacturada, natural o la mezcla de los dos tipos de muestra. Las partículas deberán ser limpias, teniendo que estar libres de sustancias dañinas, partículas escamosas u materia orgánica.

Granulometría y el módulo de agregado fino (NTP 400.012)

La prueba consiste en investigar el repartimiento del agregado, con proporción a los distintos números de tamices las cuales están comprendida por N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100. teneiendo en cuenta que ningún tamiz deberá de retener más de 45% en dos tamices consecutivo.



Figura 15. Tamizado del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.

El R.N.E. detalla la granulometría del agregado de arena en relación con las Normas ASTM.

Según **ASTM: $2.3 < MF < 3.10$**

Tabla 5

Límite granulométrico para agregados finos.

Malla	Malla (mm)	% que pasa (acumulado)	
3/8	9.5	100	100
Nº 4	4.75	95	100
Nº 8	2.36	80	100
Nº 16	1.18	50	85
Nº 30	0.58	25	60
Nº 50	0.3	10	30
Nº 100	0.15	2	10

Fuente: Elaboración propia.

Peso específico y absorción (NTP 400.021)

Peso específico

Para hallar el peso específico de la muestra es necesario los siguientes pasos.

- Pesar 100gr. el agregado más la tara
- Luego llenar el picnómetro con agua hasta donde nos indique y pasar a pesarlo
- Después se debe llenar la muestra dentro del picnómetro y luego se vierte el agua hasta donde nos indique el picnómetro.
- Luego se agita el picnómetro suavemente hasta que la muestra contenida en el picnómetro más agua se encuentre sin ningún espacio en vacío y seguidamente se pasara a pesar el picnómetro más agua más la muestra.

Estos pasos nos ayudaran a definir el peso específico de la muestra. de la misma manera nos ayudará a saber cuánto material de la muestra se dispondrá para la elaboración de la mezcla de concreto.

También nos demuestra que si el peso específico de la muestra es baja este material no sería indicado para la mezcla de concreto ya que dicho material estaría absorbiendo demasiada agua y esto conllevaría a la búsqueda de otro agregado por su baja calidad, de lo contrario si el material consume poca agua este agregado sería de buena calidad.

Esto se realiza de la manera como se muestra en la figura16.



Figura 16. Ensayo de % de absorción y peso específico.
Fuente: Elaboración propia.

Absorción

Para llegar a definir el % de absorción de la muestra es necesario los siguientes pasos.

- Pesar 500gr. el agregado más la tara.
- Luego llenar el recipiente de los 500gr. de la muestra con agua sumergir completamente la muestra.
- Después se esperará un periodo de 24 horas para que la muestra este cien por ciento saturada.
- Luego de ser saturada la muestra el agua excedente será escurrida de forma normal que no se desperdicie nada de la muestra.

Estos pasos nos ayudaran a determinar cuánto de agua será añadida en nuestro diseño de mezcla, y con ellos nos permitirá saber los pesos apropiados de nuestros. Como también se concluirá determinar material puede estar quitando o añadiendo agua al diseño.

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino (NTP 400.017)

Peso unitario suelto

Para el peso unitario suelto este agregado será vertido en un recipiente de manera normal. Hasta que el material sobre pase el recipiente luego se nivela el material a ras del recipiente. Esta prueba nos proporciona el peso de la muestra en su estado natural.

Peso unitario compactado

Para este peso este agregado será vertido en un recipiente de manera normal. De esta misma manera será compactado cada un tercio del volumen del recipiente. Esta prueba nos proporciona el grado de compactación que el agregado estaría obteniendo si estuviera sometida a esta prueba en su estado natural.

Tabla 6

Selección de Recipiente para la Prueba de Peso Unitario de Acuerdo con El Tm Del Agregado.

Sección del recipiente para la elaboración de la prueba de peso unitario					
capacidad	dm3	3	10	15	30
	pie cubico	1/10"	1/3"	1/2"	1"
Tamaño máximo del agregado	mm.	12.5	25	40	100
	pulg.	1/2"	1"	1 1/2"	1"
Espesor del metal	pared	2.5	2.5	3.0	3.0
	fondo	5.0	5.0	5.0	5.0
altura interior	mm.	160+/-2	305+/-2	295+/-2	305+/-2
	pulg.	6.1+/-0.1	11.5+/-0.1	11.0+/-0.1	11.2+/-0.1
diámetro interior	mm.	155+/-2	205+/-2	255+/-2	355+/-2
	pulg.	6.0+/-0.1	8.0+/-0.1	10.0+/-0.1	14.0+/-0.1

Fuente: Elaboración propia.

Contenido de humedad del agregado fino (NTP 400.022)

Para llegar a determinar el contenido de humedad de la muestra es necesario los siguientes pasos.

- Pesar 1000gr. del agregado más la tara.
- Luego llevar el recipiente de los 1000gr. de la muestra al horno eléctrico a una temperatura a 110°C +- 5.
- Después se esperará un transcurso de 24 horas para que la muestra este cien por ciento seca.
- Luego del horno se retirará la muestra y se pondrá a medir el peso del recipiente más la muestra.

Estos pasos nos ayudaran a establecer el grado de hidratación de la prueba, ya que esta humedad influye a la hora de diseño y también ayudara a hallar la corrección del agua al diseñar la mezcla de concreto.

Agregado grueso

El agregado se establecerá de acuerdo con la NTP 400.011, esta muestra será obtenida de forma natural o también será realizada de manera artificial. En el

actual estudio de investigación, la muestra obtenida fue del agregado grueso de la cantera gloria. Esta muestra está regida por la NTP 400.037 el cual indicara los límites de dicha muestra. El T.M.Nominal y T.M. serán de 1 1/2" de 1" respectivamente.

Granulometría del agregado grueso (NTP 400.012)

Para hallar la granulometría de la muestra es necesario seguir con los siguientes pasos.

- Primero se cogerá 25kg de la muestra y se realizará un respectivo cuarteo de esta.
- Luego se continua a pesar 5kg. de la muestra.
- Luego se pondrá a vestir la muestra por los tamices N°4, 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2", 2 1/2", 3", 3 1/2" y 4".
- Después se pesará la muestra retenida en cada tamiz y se analizará dicha muestra.

Estos pasos nos ayudaran a establecer el análisis granulométrico de la muestra, de esta manera hallaremos el T.M.Nominal y el T.M.

También la ASTM C-33 nos permite regirnos mediante algunos parámetros que tiene como nombre husos granulométrico la cual nos ayudara a poder determinar el correcto análisis de la muestra y establecer correcciones.



Figura 17. Tamizado para el agregado grueso.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.

Límite granulométrico para agregados.

Huso	Tamaño Máximo Nominal	Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso															
		Porcentaje que pasa por los Tamices Normalizados															
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18 mm	300 μ m		
		4 pulg.	3 1/2 pulg.	3 pulg.	2 1/2 pulg.	2 pulg.	1 1/2 pulg.	1 pulg.	3/4 pulg.	1/2 pulg.	3/8 pulg.	N° 4	N° 6	N° 16	N° 50		
1	90 mm a 37,5 mm	3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg	100	90 a 100	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 15	—	—	—	—	—		
2	63 mm a 37,5 mm	3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg	—	—	100	80 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—		
3	50 mm a 25,0 mm	2 pulg a 1 pulg	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 15	—	—	—	—		
367	50 mm a 4,75 mm	2 pulg a N° 4	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	—	0 a 5	—	—		
4	37,5 mm a 19,0 mm	1 1/2 pulg a 1/4 pulg	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	—	0 a 5	—	—	—		
467	37,5 mm a 4,75 mm	1 1/2 pulg a N° 4	—	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 70	—	10 a 30	0 a 5	—	—		
5	25,0 mm a 9,5 mm	1 pulg a 1/2 pulg.	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—	—		
56	25,0 mm a 9,5 mm	1 pulg. a 3/8 pulg.	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 65	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—		
57	25,0 mm a 4,75 mm	1 pulg. a N° 4	—	—	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 60	—	0 a 10	0 a 5	—		
6	19,0 mm a 9,5 mm	3/4 pulg. a 3/8 pulg.	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—		
67	19,0 mm a 4,75 mm	3/4 pulg a N° 4	—	—	—	—	—	—	100	80 a 100	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—		
7	12,5 mm a 4,75 mm	1/2 pulg a N° 4	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—		
8	9,5 mm a 2,36 mm	3/8 pulg. a N° 8	—	—	—	—	—	—	—	—	100	65 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5		
89	9,5 mm a 1,18 mm	3/8 pulg. a N° 16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	25 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4,75 mm a 1,18 mm	N° 4 a N° 16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: ASTM C-33.

Tamaño máximo (NTP 400.011)

El T.M. se determinará observando la muestra vertida por los tamices y corroborar porque tamiz pasa el cien por ciento de la muestra vertida.

Tamaño nominal máximo (NTP 400.011)

El TM.Nominal se definirá pesando la muestra y en la cual se presenta el primer retenido de la muestra donde dicho retenido presentar un 15 por ciento de la muestra.

Peso específico y de absorción para el agregado grueso (NTP 400.022) Peso específico

El peso se determina estableciendo una relación con respecto a las temperaturas en circunstancias estables.



Figura 18. El % de absorción y Peso específico del agregado grueso.
Fuente: Elaboración propia.

Porcentaje de absorción

El % de absorción se determinan entre las diferencias de las masas del volumen unitario y el volumen del agregado sumergido en agua destilada.

Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso (NTP 400.017)

El peso de este agregado será vertido en un recipiente de manera normal, luego será pesado. De esta misma manera para el peso compactado será compactado cada un tercio del recipiente.



Figura 19. Elaboración de la determinación del peso unitario del agregado.

Fuente: Elaboración propia.

Contenido de humedad del agregado grueso (NTP 400.022)

Para llegar a determinar el contenido de humedad de la muestra es necesario los siguientes pasos.

- Pesar 5000gr. del agregado más la tara.
- Luego llevar el recipiente de los 5000gr. de la muestra al horno eléctrico a la temperatura a $110^{\circ}\text{C} \pm 5$.

- Después se esperará 24 horas en ese periodo la muestra estará cien por ciento seca.
- Luego se retirará la muestra del horno y se pondrá a pesar el recipiente más la muestra.

Estos pasos nos ayudaran a establecer el grado de humedad en la muestra, ya que esta humedad influye a la hora de diseño y también ayudara a hallar la corrección del agua al diseñar la mezcla de concreto.

Propiedades mecánicas de los testigos del concreto

Cuando se inicia la fase de endurecimiento de los testigos de concreto conduce al incremento de las características en el comportamiento mecánico, cuyo índice suele aumentar mediante el endurecimiento del concreto. De la misma forma Jiang et ál. (2018) observó un aumento de la resistencia mecánica producida por la unión más fuerte entre la escoria de acero y el cemento.

Resistencia a la compresión (MTC E 704)

La resistencia mecánica de los testigos de concreto será sometida a compresión será establecida mediante un seguimiento del testigo en edades de 7, 14, 21 y 28 días. Con el fin de conseguir la resistencia requerida para la estructura a evaluar mayor al 100% a los 28 días. Ya que las estructuras a estudiar se elaboran con el afán de alcanzar esta propiedad del testigo de concreto.

Resistencia a la tracción indirecta de cilindros estándares de concreto (MTC E 708)

La resistencia a tracción de los testigos de concreto será sometida a una prueba de método brasileño, esta prueba será ejecutada por medio de una maquina a compresión, el testigo se encontrará ubicada entre dos platillos; el cual consiste en colocar el testigo sobre un platillo y unas reglillas 5 milímetros que permitirá centrar y restringir de algún movimiento al testigo. También los testigos tendrán las edades de 7, 14, 21 y 28 días para ser sometidos a esta prueba.

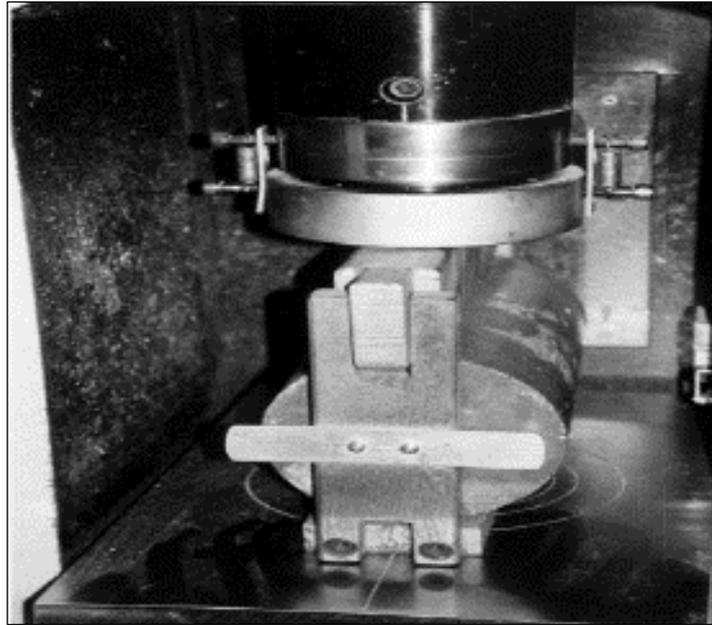


Figura 20. Prueba a Tracción Indirecta en Testigos de Concreto.
Fuente: Manual de ensayo de materiales (2016).

Resistencia a la flexión del concreto método de las vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (MTC E 709)

El propósito de este ensayo consiste en establecer la resistencia del testigo de concreto; este testigo será sometido a carga en cada tercio de la luz hasta observar alguna falla y determinar la resistencia.

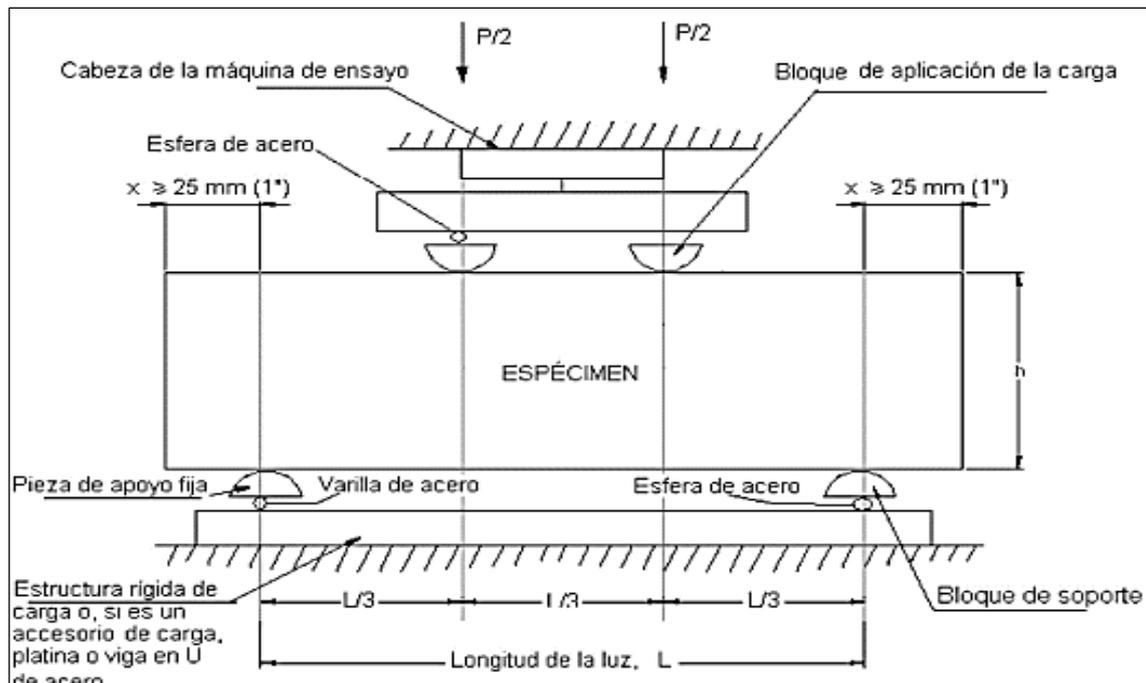


Figura 21. Especificaciones del Equipo con Respecto al Ensayo a Flexión.
Fuente: Manual de ensayo de materiales (2016).

Resistencia al desgaste del agregado grueso (METODO DE LOS ANGELES-NTP 400.020)

La prueba nos permitirá determinar la resistencia que tendría la materia, al desgaste por el método de la abrasión de los agregados; esto se determinó a través de la máquina de los ángeles. Es así que la prueba será de utilidad cuando las estructuras del concreto están sometidas a desgastes y altos esfuerzos. Como por ejemplo proyectos de represas, canales y pavimentos.

Tabla 8

Determinación del Tipo de Gradación Según los Retenido de Muestra

Tamaño de tamices (Aberturas cuadradas)		Peso de los tamaños indicados "gr."			
		A	B	C	D
Pasa	Retenido				
1 1/2"	1"	1250+- 25			
1"	3/4"	1250+- 25			
3/4"	1/2"	1250+- 10	2500+- 10		
1/2"	3/8"	1250+- 10	2500+- 10		
3/8"	1/4"			2500+- 10	
1/4"	N° 4			2500+- 10	
N° 4	N° 8				5000+-10
TOTAL		5000+-10	5000+-10	5000+-10	5000+-10

Fuente: Elaboración propia.

2.5 Escoria de acero

Siderurgia y escoria de altos hornos

La siderurgia y escoria de altos hornos son una tecnología que fue desarrollada con la elaboración del acero y sus aleaciones, en estas fundamentalmente están contenidas de un leve porcentaje de carbono, ya que estos conforman los distintos tipos de acero y los cuales resulta impreciso según su propia nomenclatura. Sin embargo, el acero es una mezcla de carbono y hierro a la que frecuentemente incorporar otros elementos. Lau et ál. (2019) determinadas que las aleaciones del acero tienen más carbono que otros aceros comerciales.

Hoy en día la fabricación de acero empleada en las industrias siderúrgicas son modelos más desarrollados de los empleados antiguamente. Desde el periodo de 1960 existen mini hornos y esto utilizan electricidad para la fabricación del acero empleando así el material de chatarra. De igual manera, las grandes industrias siderúrgicas con infraestructuras de altos hornos siguen siendo un papel importante para la producción de acero.

Importancia de la escoria en la fundición del acero

Durante el periodo de la fundición para la fabricación de acero, la colada del metal líquido son destinados a los moldes en las cuales serán vertidos de forma continua. Teniendo en cuenta la fluidez, la temperatura y otros parámetros que interviene decisivamente en la calidad y en el proceso de fundición del metal. Además, la escoria obtenida tendrá la composición necesaria y requerida que la del acero, ya que este asegura el grado necesario para el metal. Durante la colada se tiene que evitar la refrigeración del metal líquido que se contiene en el crisol ya que esto perjudicaría el desempeño del metal. Cabe indicar también que el fundidor cumple una tarea principal que consiste en determinar las impurezas nocivas para el metal (fosforo y azufre) y eliminarlas. Miah et ál. (2019) Es así que de esta manera el metal líquido excedente del vertido en los moldes serán denominados escoria, asimismo la composición de la escoria será la misma que la del acero.



Figura 22. Escorias Generadas por Efecto de la Fundición del Acero.

Fuente: Elaboración propia.

Escoria en la fundición de acero

La escoria es obtenida en el proceso de fundición de acero, para el ASTM es determina como un “compuesto que se origina del mineral que se forma de silicatos calcicos y ferritas mezclados con óxidos fundidos de hierro, aluminio y magnesio”. La combinación de la textura superficial, propiedades físicas de resistencia y dureza hacen de la escoria de acero un agregado superior a la grava, la cual puede ser empleada como agregado para el concreto. Además, es asimismo empleada como material para la fabricación de cemento a modo de puzolana artificial.

Utilización de la escoria en la fundición de acero

La escoria de acero es empleada en las industrias siderúrgica de distintos países, como Japón, EE. UU., Francia, España, Canadá, Argentina, México y Italia. A continuación, se señalarán algunas de sus aplicaciones de la escoria en los países antes indicados. La escoria es empleada por su estabilidad, debido a la rugosidad del material que se entrelaza rápidamente, que a su vez forma una superficie sólida y de considerable resistencia a tracción, su porosidad hace a este

material invulnerable a cambios climáticos, es por ello también es resistente a la intemperie. Es así como para condiciones extremas se podría decirse que el agregado de escoria se considera una de las mejores, también destaca dentro de los límites señalado en la norma ASTM C-88. Así también este posee mayor peso específico, siendo así más pesado que a otros agregados. No obstante, su peso promedio varía dentro de los 1600 y 2000 kg/cm³. Y su gravedad específica es de 3.1. obteniendo así una mayor resistencia en su empleabilidad en proyectos de carreteras ya que es resistente a la intemperie. Y también en su uso como agregado para el diseño de concreto.

En EE. UU. es considerable emplear en mezclas asfálticas la escoria de acero en proyectos de carreteras por su mejor desempeño a la resistencia, además de su baja absorción de la humedad, su estabilidad y su vida útil. Es debido a su baja absorción, que el pavimento obtiene un secado rápido. En los Estados Unidos se realizó proyectos de carretera donde se ha repavimentado carreteras en las que transcurren unos 500,000 vehículos por día y así impide la formación de baches.

En Argentina se elaboró una de las de investigación más significativas con la escoria de acero, una vez ejecutada con la ayuda del Instituto Nacional de Tecnología Industrial en la utilización de escorias de acero y cenizas volantes como complemento para la sustitución del cemento Portland, que con apoyo también del CIID - Centro internacional de investigación para el desarrollo de Canadá, ejecutaron el proyecto "Escoria de Altos Hornos Argentina". La finalidad que se formuló para esta investigación fue analizar, evaluar y desarrollar el cemento mezclado con las escorias de altos hornos elaboradas en Argentina. Ya que, al emplearla en diferentes cementos de uso comercial para proyectos de construcción de viviendas de bajo precio en Argentina y Latinoamérica. Por ende, para esta investigación se implementó un espacio para la granulación de la escoria, además se realizaron dos cementos alternos elaborados desde la mezcla de cal hidratada y la escoria, esta fue empleada tanto para trabajos de revestimiento y albañilería.

El otro cemento fue empleado para la elaboración de elementos prefabricados y elementos de concreto. Con ello se pudo diseñar y construir un modelo de vivienda de bajo precio, resultado la utilización de escoria de alto horno,

en la actualidad la vivienda es inspeccionada y supervisada para comprobar el buen desempeño de esta. Así también Gupta y Sachdeva (2018) dan a conocer que, si bien adicionar escoria de acero a los agregados les proporciona un incremento en sus propiedades mecánicas, esto debería manejarse mediante un control de calidad en el momento de la construcción y agregando aditivos químicos para minimizar su impacto.



Figura 23. Triturado de la escoria para la obtención de agregados finos.
Fuente: Elaboración propia.

Costo y elaboración de la escoria de la función del acero

La elaboración y el presupuesto de la escoria de acero, es verdaderamente bajo, por lo que se genera del sobrante que proviene de las industrias siderúrgicas en la fundición del acero, incluso se podría indicar que no tiene precio. Esta fabricación proveniente de desechos de guerra, hojalatas, maquinarias industriales y basura metálica, la cual es escogida para controlar que agentes dañinos consigan afectar la producción de estas. Guo et ál. (2018) también indica que las grandes cantidades que se genera diariamente por las industrias siderúrgica es muy peligroso y problemático para el medio ambiente.

Disponibilidad

En EE. UU., Japón, Francia, china y Alemania, estos países se encuentran entre los países con más producción de desechos de escoria provenientes de la industria siderúrgica. Por lo general este desecho es utilizado aproximadamente entre uno o dos tercios de producción generada por las industrias siderúrgica a la hora de la fundición del acero.

Las semejanzas de las escorias de acero procedente desde su comienzo es el motivo del porqué es más empleada que la ceniza volante. El uso de la escoria determina que estas son de granulación enfriadas precipitadamente, razón por la cual estas son las más utilizadas por las industrias cementeras y concreteras. también como dato significativo se indica que las producciones de escoria de altos hornos son importantes gracias a su composición química por unidas de masa las cuales se indicaran en la siguiente tabla 9.

Tabla 9

Elementos Químicos Contenidos en la Escoria.

Composición Química						
Constituyentes químicos	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	MnO
Composición (% por masa)	de 32 a 40	de 7 a 17	de 29 a 42	de 8 a 19	de 0.1 a 1.5	de 0.2 a 1

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 10, muestra la producción y utilización de la escoria de acero anual en distintos países.

Tabla 10

Producción y Utilización de la Escoria de Acero Anual en Distintos Países.

País	Producción (Millones ton.)	Utilización (Millones ton.)
Australia	4.7	0.12
Canadá	2.9	0.20
China	22	16
Francia	10.4	1.9
Alemania	15	2.8
India	7.8	2.8
Japón	24	8.2
Holanda	1.1	1
Noruega	0.1	Ninguna
Sudáfrica	1.5	0.6
Suecia	0.1	0.03
Reino Unido	4	4
EE. UU	13	1

Fuente: Elaboración propia.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El término diseño hace referencia a planificación o estrategias concebidas para obtener una información deseada con la finalidad de responder al planteamiento del problema que es enunciado en la problemática de investigación (Hernández, 2014, p128)

Esta investigación será de manera experimental, ya que se busca manipular intencionadamente la variable independiente a modo de que cuantifique las causas, con el propósito de medir la consecuencia que genere a la variable dependiente. Por consecuencia nos mostrará las dimensiones principales en las que se tendrá que trabajar y estarán orientadas el proyecto de investigación como pilares principales, es por ello que se busca obtener resultados en el diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.

3.2 Variables y operacionalización

La variable dependiente no se somete a ninguna manipulación, sino que se mide para ver qué efecto tiene sobre la variable independiente, este nivel de manipulación mínima es la presencia o ausencia para la variable independiente, ya que con cada nivel o medida de manipulación se constituye un grupo en el experimento (Hernández, 2014, p131)

Variable de estudio

- Variable independiente: Escoria de acero
- Variable dependiente: Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido

Tabla 11

Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿De qué manera la esco+H5+B5:H25	Determinar en qué medida la escoria de acero favorece al diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.	La escoria de acero favorecerá al diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.	Variable independiente Escoria de acero	Caracterización de la escoria de acero. Dosificación de la escoria de acero.	Granulometría. Peso específico y porcentaje de absorción. Peso unitario. Contenido de humedad. 10%. 20%. 30%. 40%.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: experimental El análisis comparativo de diseño del pavimento rígido adicionando escoria de acero se lleva a cabo mediante un estudio experimenta enfocado en un método científico en la que se explican el desarrollo de la investigación, a través de ensayos de laboratorios. TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada
PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿en qué medida la escoria de acero influye en el diseño básico de la carpeta de rodadura en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar en qué medida la escoria de acero influye en el diseño básico de la carpeta de rodadura en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS La escoria de acero influirá en el diseño básico de la carpeta de rodadura en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019	Variable dependiente Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido	Diseño básico	Estudio de mecánica de suelo. Estudio de tránsito. Levantamiento topográfico.	El propósito es establecer cuál es el comportamiento y desarrollo que desempeña cada uno de los métodos. Así mismo, conforme al aumento de las propiedades que se van a visualizar y se obtendrán como resultado, se tendría una conclusión de la cual se optara por aplicarlo y aceptarlo como un aporte nuevo para un método de diseño de concreto para proyectos de pavimento rígido. NIVEL: Descriptivo Según el análisis comparativo de dos métodos de diseño del pavimento rígido adicionando escoria de acero se verificará el funcionamiento y comportamiento de estos métodos. Describiendo en qué medida aumenta las propiedades de cada una de ellas de manera viable y poder explicar de qué forma incrementa o disminuye sus propiedades.
¿en que medida la escoria de acero mejora las propiedades físicas y mecánicas del diseño de la carpeta de rodadura en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019?	Determinar en que medida la escoria de acero mejora las propiedades físicas y mecánicas del diseño de la carpeta de rodadura en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019	La escoria de acero mejorara las propiedades físicas y mecánicas del diseño de la carpeta de rodadura en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019		Propiedades físicas y mecánicas de concreto	Caracterización de los agregados. Resistencia a la comprensión. Resistencia a la flexión. Resistencia a tracción indirecta. Porcentaje de desgaste.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12

Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente			- Granulometría
Escoria de acero	La escoria de acero ofrece una mayor demanda de este producto y que incrementara continuamente. Por lo cual conlleva a una mejor utilización de la escoria en proyectos de obra civil.	<ul style="list-style-type: none"> · Caracterización de la escoria de acero · Dosificación de la escoria de acero 	<ul style="list-style-type: none"> - absorción - Peso específico y porcentaje de - Peso unitario - Contenido de humedad - 10% - 20% - 30% - 40%
Variable dependiente			- Estudio de mecánica de suelos
Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido	El diseño del concreto de este tipo de estructura tiene como enfoque fundamental la resistencia a los momentos y cortantes la cual debe establecer algunas características a la abrasión y compresión.	<ul style="list-style-type: none"> · Diseño básico · Propiedades física y mecánicas del concreto 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de transito - Levantamiento topográfico - Caracterización de los agregados - Resistencia a la compresión - Resistencia a la flexión - Resistencia a la tracción indirecta - Porcentaje de desgaste

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Población y muestra

La población:

Esta serán los 56 testigos de concretos entre normales y modificados con porcentajes de escoria.

La muestra:

Esta incluirá 8 testigos de concreto normales, 48 testigos adicionando porcentajes de escoria de acero en remplazo de agregado fino.

3.4 Técnicas e instrumentación de recopilación de datos y confiabilidad

Tabla 13

Técnicas e Instrumentos.

Técnicas	Instrumentos
Determinación granulométrica de los agregados finos y agregado grueso (NTP 339.128)	Ø Un juego de mallas estándar Ø Una balanza de precisión de 0.1 gr.
Peso Específico (NTP 400.022)	Ø Picnómetro de 500 ml Ø Balanza de Precisión de 0.1 gr.
Peso Unitario del Agregado Fino (Compactado y Sin Compactar) – (NTP 400.017)	Ø Recipiente con un volumen 0.0028 Ø Balanza de Precisión de 0.1 gramo
Resistencia a la compresión testigos cilíndricos (MTC E 704)	Ø Máquina de Compresión
Ensayo a la tracción indirecta mediante cilindros estandarizados para concreto (MTC E 708)	Ø Máquina de Compresión
Resistencia a la flexibilidad del concreto en vigas simplemente soportadas con cargas en los tercios de la luz (MTC E 709)	Ø Máquina a flexión.
Análisis granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107)	Ø Un juego de mallas estándar Ø Una balanza de precisión de 0.1 gr.
Especificación del límite de plasticidad (L.P.) de los suelos e Índice de Plasticidad (I.P.) (MTC E 111)	Ø Horno a 110°C (+/-5°C)
Establecimiento de los límites de humedad de los suelos (MTC E 110)	Ø Copa Casa Grande

Fuente: Elaboración propia.

a) Instrumentos

Mallas Estándar. – nos permitirá determinar qué tanto es la cantidad de partículas de agregado que pasa de un tamiz a otro. Como también la cantidad que retiene por los tamices utilizados.

Balanza de Precisión. - Se usará fundamentalmente para determinar las masas de los agregados.

Picnómetro de 500 ml.- se empleará esencialmente para establecer la densidad del agregado.

Horno para el secado. - el equipo conservará las muestras de agregados a una temperatura aproximadamente de 110°C +/- 5°C para que mantenga un secado muy preciso.

Máquina de Compresión. – el equipo ejerce una fuerza a compresión a los testigos de concreto y así determinar su valor de resistencia.

Máquina de flexión. – el equipo ejerce una fuerza a flexión a los testigos de concreto y así determinar su valor de resistencia.

Copa Casa Grande. – sirve para establecer el límite líquido del suelo.

b) Validez

Máquina de compresión. - Estará Calibración y certificada para obtener un resultado educado de los testigos de concreto a ensayar.

Máquina de flexión. - Estará Calibración y certificada para obtener un resultado educado de los testigos de concreto a ensayar.

Horno para el secado. - estará calibrada y certificada para que el equipo tenga un correcto desempeño a la hora de graduar la temperatura.

Balanza de Precisión de 0.1 gramo. - estará calibrada y certificada para que las muestras de agregados tengan una exactitud con respecto a su peso.

Copa Casa Grande. – estará calibrada y certificada para que las muestras de suelo tengan un resultado real.

c) Confiabilidad

Juegos de Mallas Estándar. – Estas herramientas también llamada tamiz ayuda a determinar qué tanto es la cantidad de partículas de agregado que pasa de un tamiz a otro. Como también la cantidad que retiene por los tamices utilizados. (NTP 339.128).

Balanza de Precisión de 0.1 gramo. – es el equipo que tiende a medir que tanto es la cantidad o el peso del agregado a utilizarse. Con una aproximación de 0,1 g.

Picnómetro de 500 ml.- Es un envase de vidrio cuyo contenedor será apropiado para su uso. En la cual el agregado fino tendrá que ser contenida por el volumen de agregado para poder ser calibrada (NTP 339.131).

Horno para el secado. - es un equipo que conservará las muestras a una temperatura aproximadamente de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ para que mantenga un secado muy preciso.

Máquina de Compresión. – Es un equipo que comprobará la resistencia a la Compresión y así también se percibirá la deformación del testigo de concreto. (MTC E 704) – (MTC E 708).

Máquina de Flexión. – Es un equipo que comprobara la resistencia a la Flexión. y así también se percibirá su deformación del agregado. (MTC E 709).

Copa Casa Grande. – es una máquina que sirve para obtener el límite líquido del suelo (MTC E 110).

3.5 Método de análisis de datos

La aplicación de datos del presente proyecto de tesis hace referencia a la estadística descriptiva – experimental. En el cual se dicha aplicación ayudara a especificar y definir las propiedades más significativas. En donde será sujeto a un estudio de investigación. Este método será analizado de manera experimental y estará enfocado principalmente a comprobar el fin de la estadística descriptiva.

3.6 Aspectos éticos

El investigador se responsabilizará a respetar con la legitimidad de nuestros resultados, es así como los datos que se alcanzarán a través de los estudios realizados en nuestro trabajo serán confiables.

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados esperados

En la actual investigación se ha priorizado como objetivo considerar la diferencia entre las características mecánicas y físicas de los agregados y de los testigos de concreto, también se ha realizado testigos de concretos con 10%, 20%, 30% y 40% de contenido de escoria en sustitución por el agregado fino y de esta manera determinar el óptimo desempeño del porcentaje de escoria en combinación con los demás agregados para la elaboración de testigos de concreto.

Para esto se han realizado los ensayos en las distintas edades que se muestran: 7 días, 14 días, 21 días y 28 días para una investigación eficiente de la conducta de los testigos de concreto.

4.2 Resultados del estudio topográfico

El proyecto de la vía en práctica empezara en el cruce de la Av. Los Laureles y Av. Los Cisnes donde se ha fijado la progresiva km 0 + 000, Datum WGS-84, Norte 8671249.297, Este 290084.554 con altura: 332.45 m.s.n.m. y termina en la progresiva km 1+624.67 (Av. Los Cisnes con Av. Las Torres) Datum WGS-84-18S, Norte 8672361.155, Este 291172.136 con altura 359.49 m.s.n.m.

- La Av. Los Cisnes tiene una longitud de 1624.67 m.
- Los anchos de la sección en la Av. Los Cisnes son de 19.50 m en promedio.
- El aprecio que el tráfico predominante en la zona es el pesado.
- En el desarrollo del levantamiento topográfico se registraron gran cantidad postes, líneas de gas, buzones de la red de alcantarillado y cruces de agua.



Figura 24. Levantamiento topográfico.
Fuente: Elaboración propia.

4.3 Resultados del estudio de tránsito

Conteo y clasificación vehicular

Tabla 14

Conteo y clasificación vehicular del 17/06/2019.

Fecha	Vehículos ligeros				Bus		Camiones unitarios				Semitrailer			trailer				TOTAL
	Autos	Pickup	C. rural	Micros	2B	3B	2C	3C	4C	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
17/06/2019																		
Total,																		
ambos	402	119	101	2	79	2	715	397	24	5	8	9	118	0	0	0	51	2032
sentidos																		
%	19.78	5.86	4.97	0.10	3.89	0.10	35.19	19.54	1.18	0.25	0.39	0.44	5.81	0.00	0.00	0.00	2.51	100.00

Fuente: Elaboración propia.

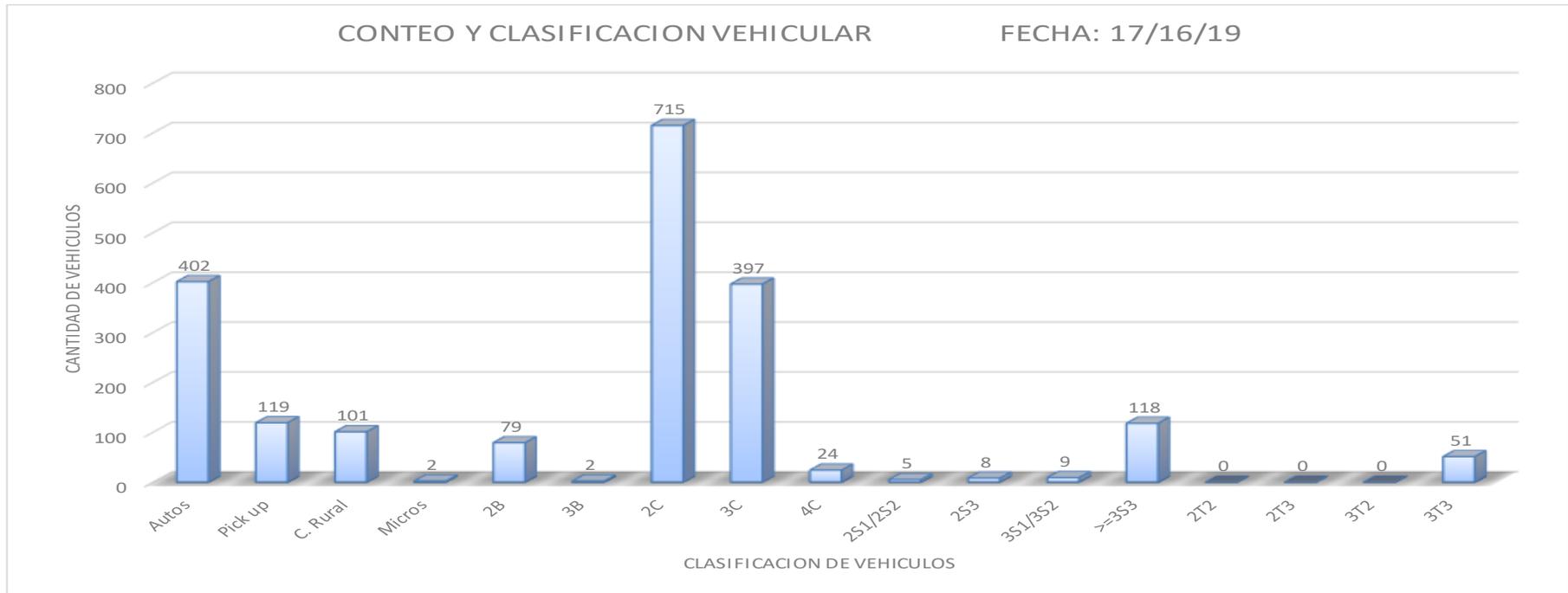


Figura 25. Conteo y clasificación vehicular del 17/06/2019.
 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15

Conteo y clasificación vehicular del 18/06/2019.

Fecha	Vehículos ligeros				Bus		Camiones unitarios				Semitrailer			trailer				TOTAL
	Autos	Pickup	C. rural	Micros	2B	3B	2C	3C	4C	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
18/06/2019																		
Total, ambos sentidos	310	166	282	13	111	2	799	427	94	0	1	0	158	6	0	0	3	2372
%	13.07	7.00	11.89	0.55	4.68	0.08	33.68	18.00	3.96	0.00	0.04	0.00	6.66	0.25	0.00	0.00	0.13	100.00

Fuente: Elaboración propia.

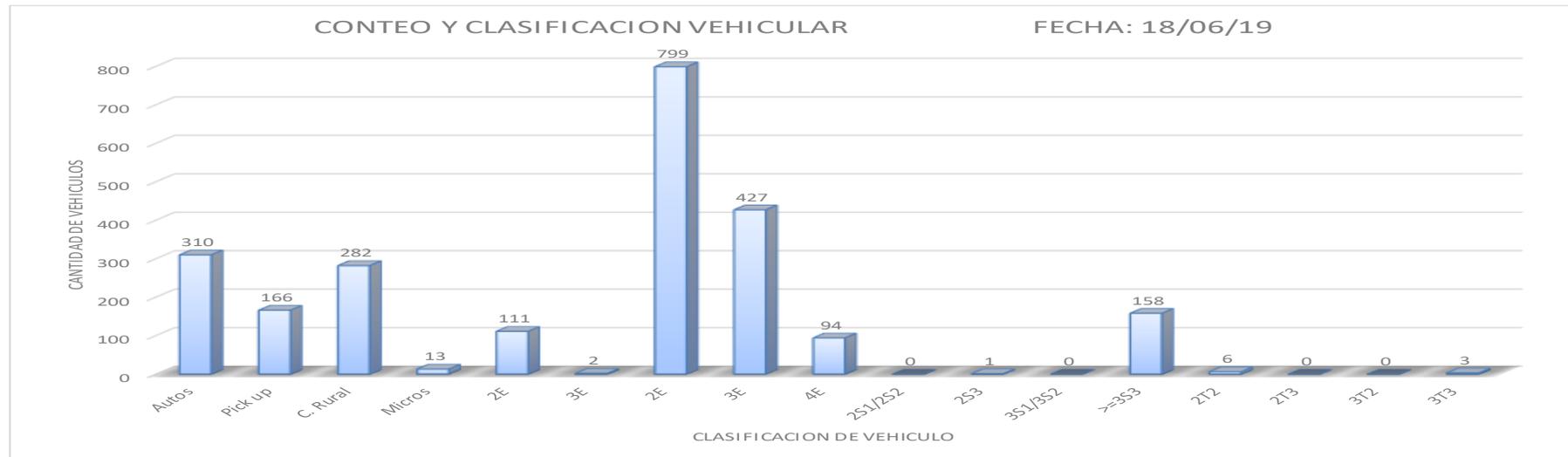


Figura 26. Conteo y clasificación vehicular del 18/06/2019.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16

Conteo y clasificación vehicular del 19/06/2019.

Fecha	Vehículos ligeros				Bus		Camiones unitarios				Semitrailer			trailer				TOTAL
19/06/2019	Autos	Pickup	C. rural	Micros	2B	3B	2C	3C	4C	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	TOTAL
Total, ambos sentidos	187	95	176	2	67	1	588	264	51	2	1	1	93	0	0	0	0	1528
%	12.24	6.22	11.52	0.13	4.38	0.07	38.48	17.28	3.34	0.13	0.07	0.07	6.09	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

Fuente: Elaboración propia.

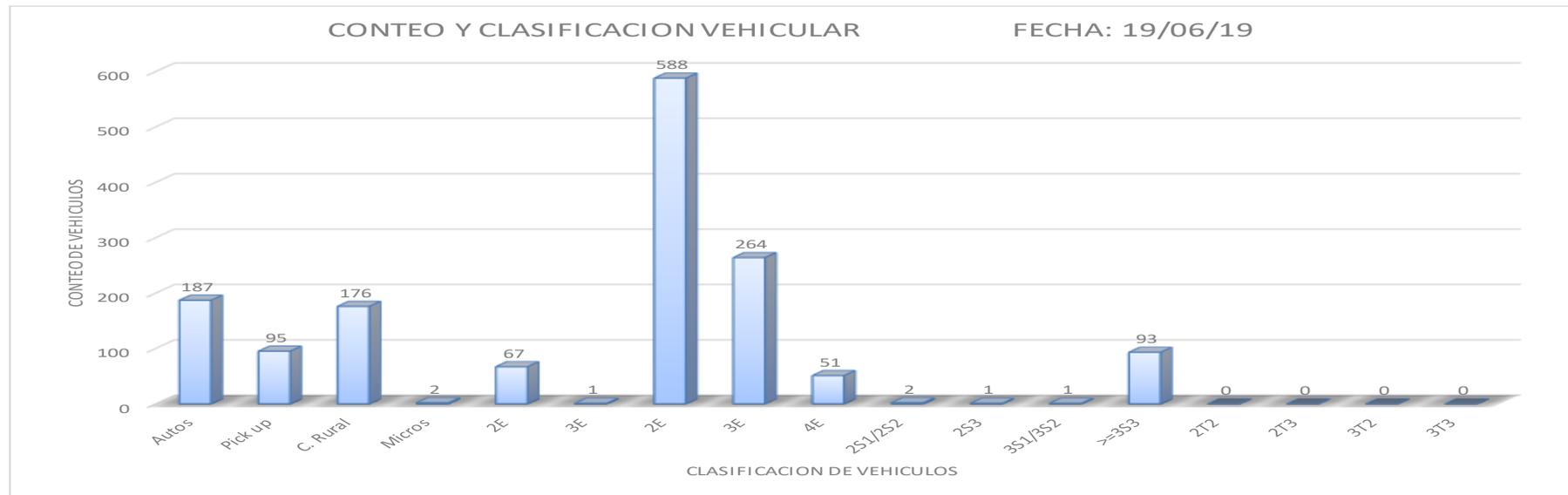


Figura 27. Conteo y clasificación vehicular del 19/06/2019.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17

Conteo y clasificación vehicular del 20/06/2019.

Fecha	Vehículos ligeros				Bus		Camiones unitarios			Semitrailer				trailer				TOTAL
	Autos	Pickup	C. rural	Micros	2B	3B	2C	3C	4C	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
20/06/2019	1824	467	91	41	45	3	964	486	91	3	11	16	170	1	0	2	19	4234
Total, ambos sentidos	1824	467	91	41	45	3	964	486	91	3	11	16	170	1	0	2	19	4234
%	43.08	11.03	2.15	0.97	1.06	0.07	22.77	11.48	2.15	0.07	0.26	0.38	4.02	0.02	0.00	0.05	0.45	100.00

Fuente: Elaboración propia.

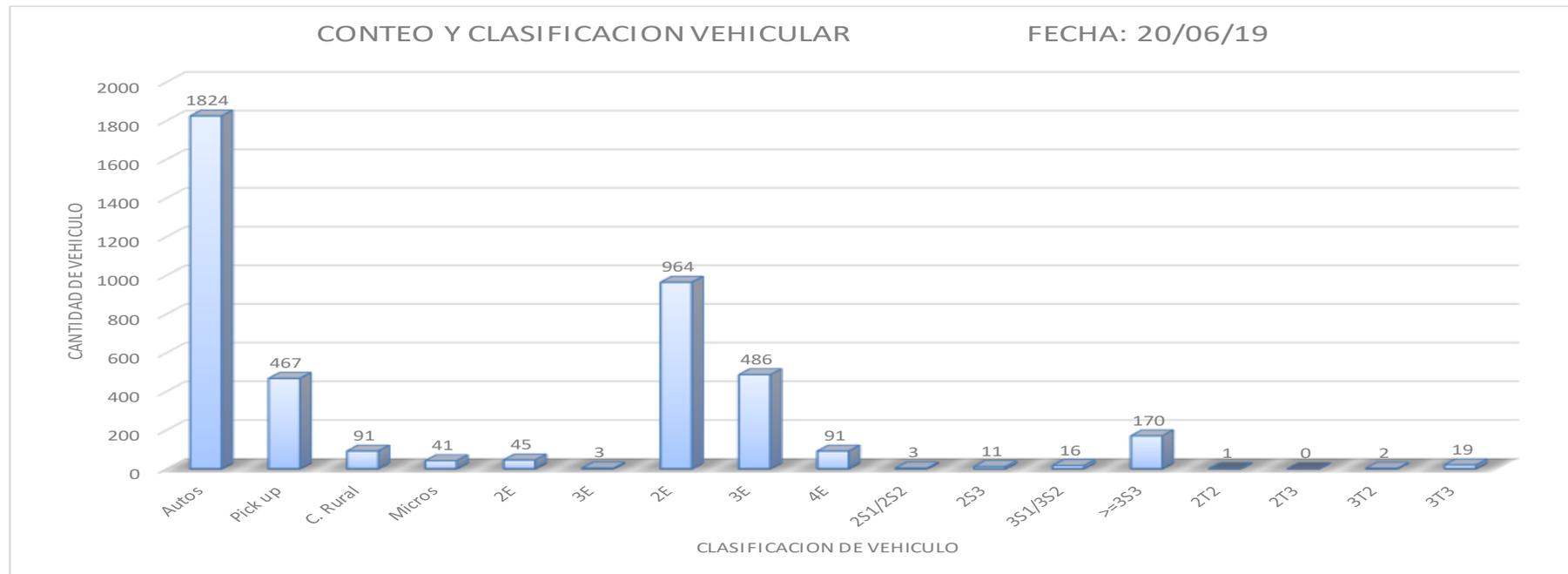


Figura 28. Conteo y clasificación vehicular del 20/06/2019.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18

Conteo y clasificación vehicular del 21/06/2019.

Fecha	Vehículos ligeros				Bus		Camiones unitarios				Semitrailer		trailer				TOTAL	
21/06/2019	Autos	Pickup	C. rural	Micros	2B	3B	2C	3C	4C	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	TOTAL
Total, ambos sentidos	2235	558	129	41	59	7	198	515	80	15	1	29	174	15	0	0	21	4077
%	54.82	13.69	3.16	1.01	1.45	0.17	4.86	12.63	1.96	0.37	0.02	0.71	4.27	0.37	0.00	0.00	0.52	100.00

Fuente: Elaboración propia.

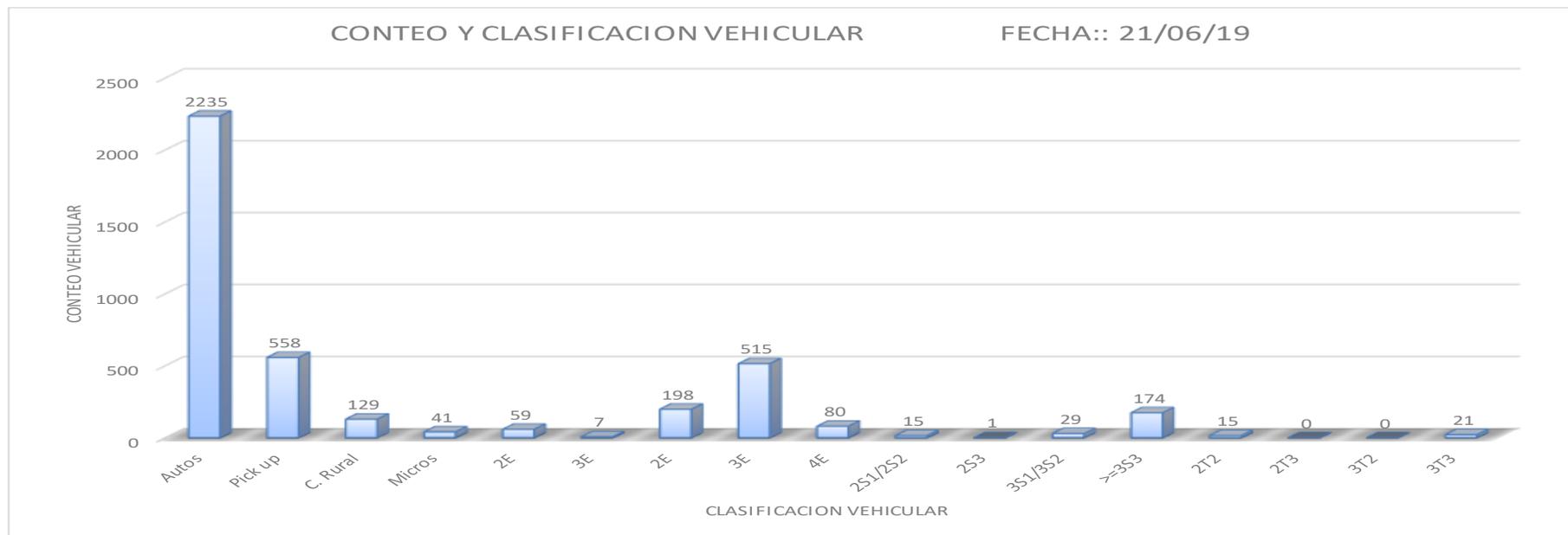


Figura 29. Conteo y clasificación vehicular del 21/06/2019.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19

Conteo y clasificación vehicular del 22/06/2019.

Fecha	Vehículos ligeros				Bus		Camiones unitarios				Semitrailer			trailer				TOTAL
22/06/2019	Autos	Pickup	C. rural	Micros	2B	3B	2C	3C	4C	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
Total, ambos sentidos	2145	416	83	26	30	4	749	412	63	1	3	11	127	0	0	0	26	4096
%	52.37	10.16	2.03	0.63	0.73	0.10	18.29	10.06	1.54	0.02	0.07	0.27	3.10	0.00	0.00	0.00	0.63	100.00

Fuente: Elaboración propia.

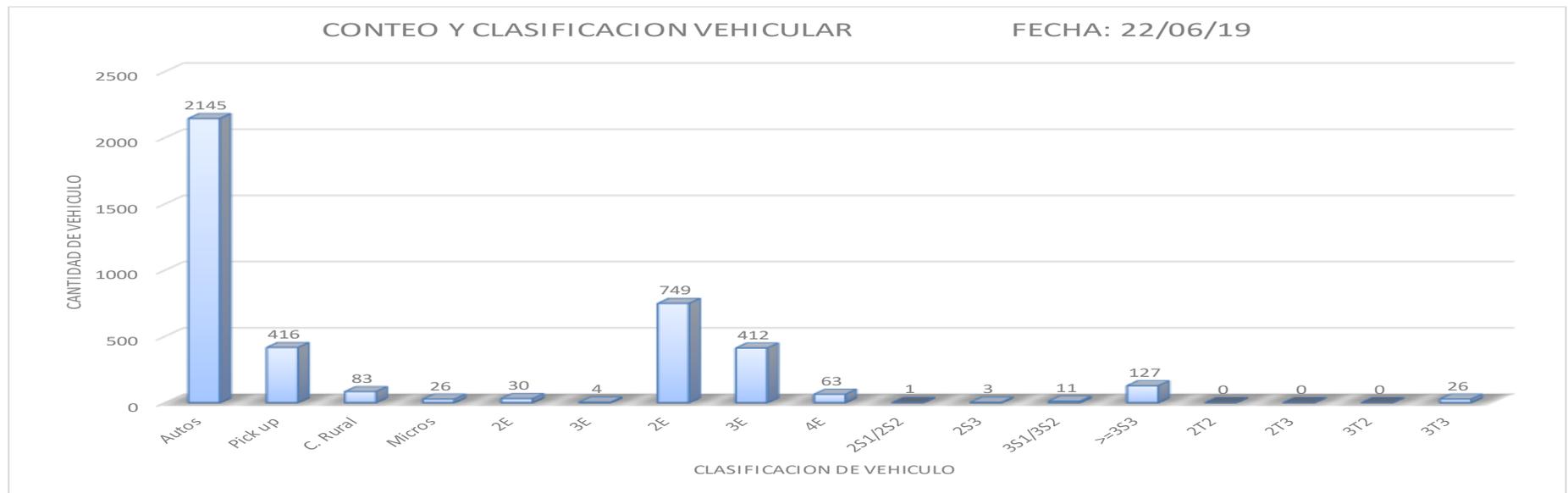


Figura 30. Conteo y clasificación vehicular del 22/06/2019.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20

Conteo y Clasificación Vehicular - Resultado por Método AASTHO.

Sentido	Vehículos ligeros				Bus		Camiones unitarios			Semitrailer		trailer				TOTAL		
	Autos	Pickup	C. rural	Micros	2B	3B	2C	3C	4C	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3		3T2	3T3
Tota	7103	1821	862	125	391	19	4013	2501	403	26	25	66	840	22	0	2	120	18339
%	38.73	9.93	4.70	0.68	2.13	0.10	21.88	13.64	2.20	0.14	0.14	0.36	4.58	0.12	0.00	0.01	0.65	100.00
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
IMD	1014.7	260.14	123.14	17.857	55.857	2.7143	573.29	357.29	57.571	3.714286	3.571429	9.428571	120	3.142857	0	0.2857	17.143	2619.9
TOTAL	1015	260	123	18	56	3	573	357	58	4	4	9	120	3	0	0	17	2620

Fuente: Elaboración propia.

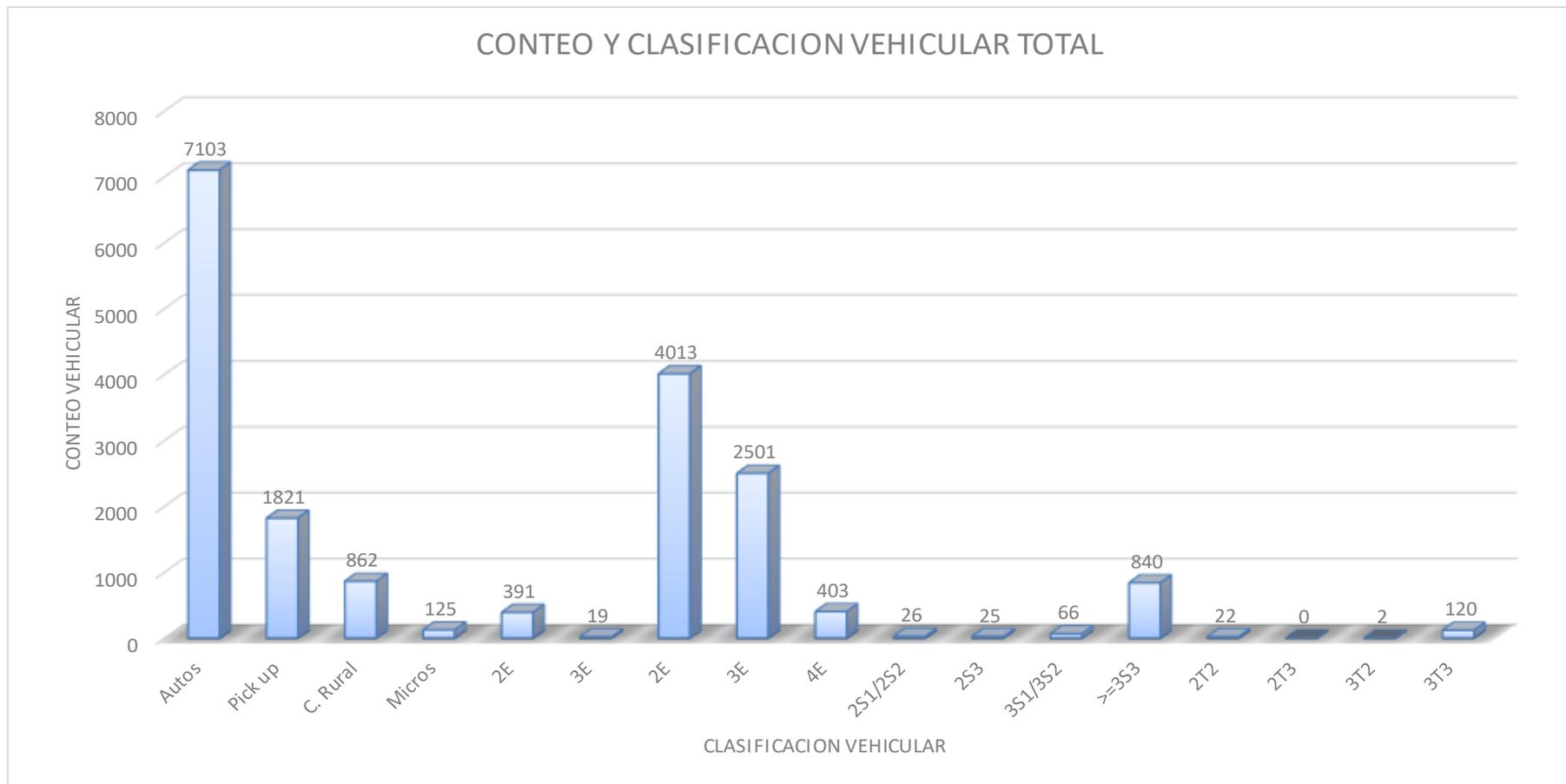


Figura 31. Conteo y Clasificación Vehicular - Resumen (Método AASTHO).
 Fuente: Elaboración propia.

4.4 Resultados del estudio de suelo

Tabla 21

Resultados realizados para la clasificación de suelo.

Calicata	coordenadas UTM		Progresiva	Muestra (Estrato) N°	Prof. (m.)	Límites de consistencia (Pasante N° 40)		Humedad Natural %	Clasificación	
	Este	Norte				L.L.	L.P.		SUCS	AASHTO
C-1	291166	8672344	Km. 00+000	M-1	1.50	22.90	3.00	15.1	SM	A-2-4 (0)
C-2	290901	8671836	Km. 00+575	M-2	1.50	23.10	3.50	14.3	SM	A-2-4 (0)
C-3	290515	8671496	Km. 01+110	M-3	1.50	27.50	5.00	13.9	ML	A-4 (0)
C-4	290088	8671246	Km. 01+615	M-4	1.50	33.00	11.50	14	CL	A-6 (0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22

Resultados de las Pruebas de CBR.

Calicata	km	Optimo contenido de humedad (%)	Densidad máxima (gr/cm3)	seca CBR 1" al 100% (%)	CBR 1" al 95% (%)
C-1	0+000	9.2	1.996	17.6	13.8
C-2	0+565	7.9	1.978	28	21.1
C-3	1+110	6.9	2.216	47.5	35.8

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Resultados de las propiedades físicas de los agregados

Análisis granulométrico - NTP 400.012

Granulometría de las muestras por la obtención del análisis de los agregados grueso, fino y de la escoria consistió en tomar una muestra representativa de nuestros agregados.



Figura 32. Prueba granulométrica del agregado.
Fuente: Elaboración propia.

Agregado fino

Tabla 23

Resultados granulométricos del agregado de fino.

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	14.50	2.42	2.42	97.58
Nº 8	2.360	81.60	13.60	16.01	83.99
Nº 16	1.180	150.90	25.14	41.15	58.85
Nº 30	0.580	144.80	24.13	65.28	34.72
Nº 50	0.300	115.00	19.16	84.44	15.56
Nº 100	0.150	69.40	11.56	96.00	4.00
FONDO		24.00	4.00	100.00	0.00
TOTAL		600.20			

Fuente: Elaboración Propia.

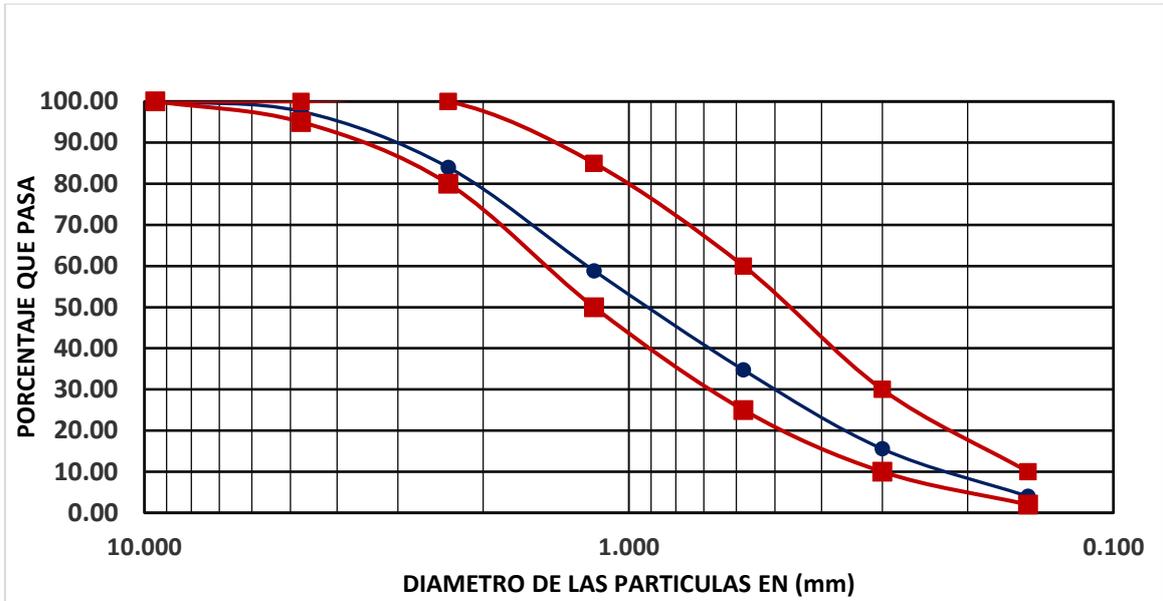


Figura 33. Límite granulométrico del agregado fino.
Fuente: Elaboración propia.

MODULO DE FINURA 3.05

Agregado grueso

Tabla 24

Resultados granulométricos del agregado de grueso.

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	175.00	7.61	7.61	92.39
¾"	19.05	970.00	42.17	49.78	50.22
½"	12.70	673.00	29.26	79.04	20.96
3/8"	9.53	211.00	9.17	88.22	11.78
N° 4	4.75	248.00	10.78	99.00	1.00
FONDO		23.00	1.00	100.00	0.00
TOTAL		2300.00			

Fuente: Elaboración Propia

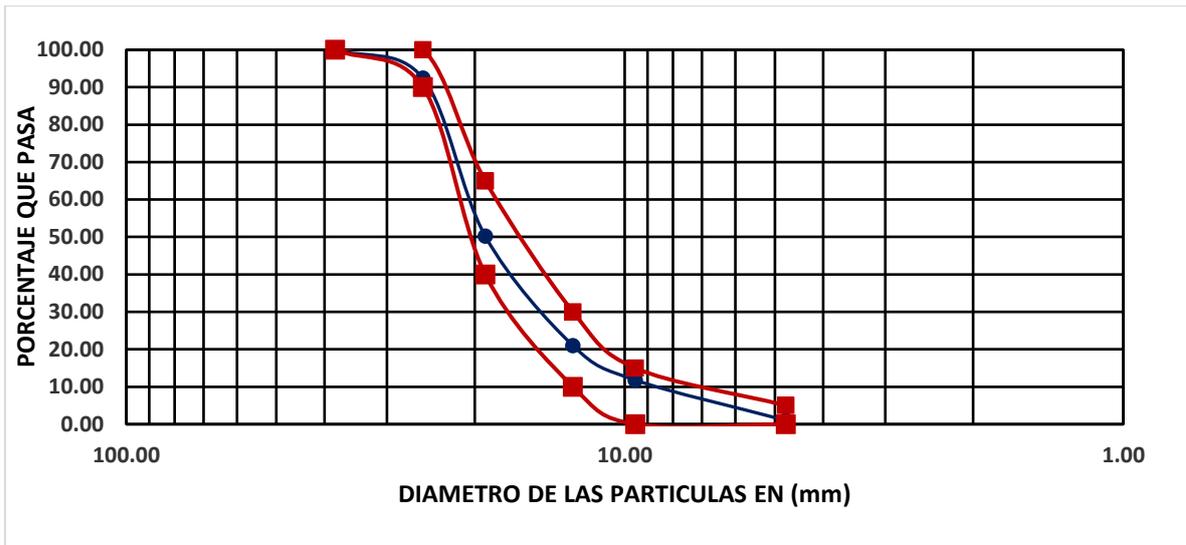


Figura 34. Limite granulométrico del agregado de escoria.
Fuente: Elaboración propia.

TAMAÑO MAXIMO: 1 1/2 "
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 1 "

Escoria

Tabla 25

Resultados Granulométricos del Agregado de Escoria.

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	14.50	2.90	2.90	97.10
Nº 8	2.360	73.40	14.68	17.58	82.42
Nº 16	1.180	123.20	24.64	42.22	57.78
Nº 30	0.580	117.10	23.42	65.64	34.36
Nº 50	0.300	81.30	16.26	81.90	18.10
Nº 100	0.150	63.90	12.78	94.68	5.32
FONDO		26.60	5.32	100.00	0.00
TOTAL		500.00			

Fuente: Elaboración Propia

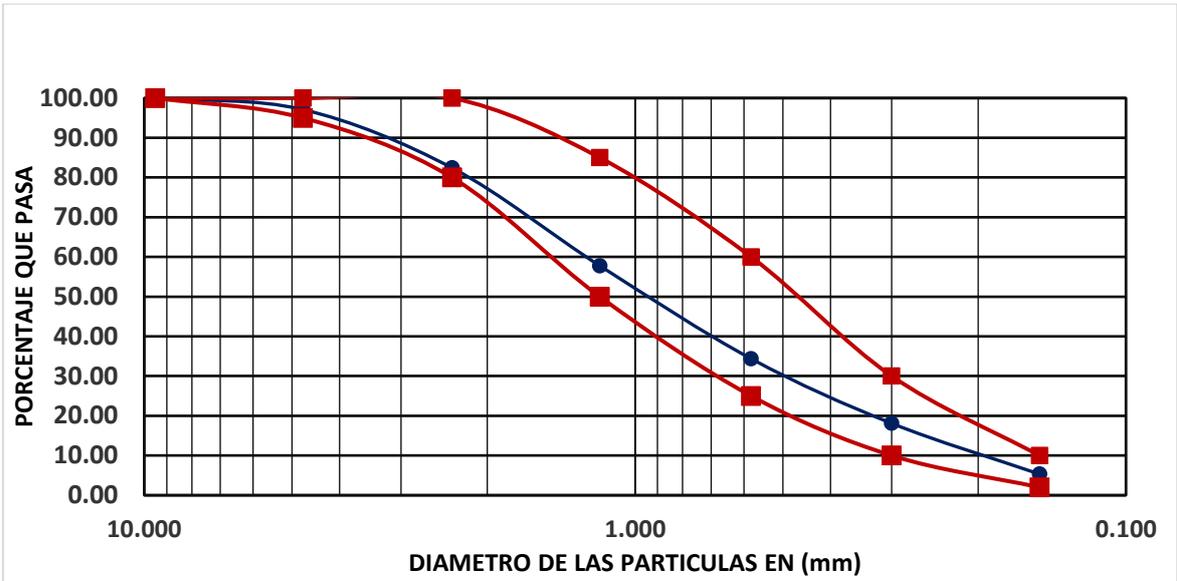


Figura 35. Limite granulométrico del agregado de escoria.
Fuente: Elaboración propia.

MODULO DE FINURA: 3.05



Figura 36. Prueba granulométrica de la escoria de acero.
Fuente: Elaboración propia.

Determinación de peso específico y porcentaje de absorción - NTP 400.021 / 400.022

Tabla 26

Resultados de los ensayos del porcentaje de absorción y peso específico.

Porcentaje de absorción y Peso específico		
Escoria de acero		
W:	Peso seco de la muestra	488.8 gr.
W1:	Agregado saturado con superficie seca	500.0 gr.
W2:	Agua + Picnometro	638.7 gr.
W3:	Agregado + Agua + Picnometro	990.0 gr.
	Pe= 3.29	%A= 2.29
Agregado fino		
W:	Peso seco de la muestra	489.1 gr.
W1:	Agregado saturado con superficie seca	500.0 gr.
W2:	Agua + Picnometro	638.6 gr.
W3:	Agregado + Agua + Picnometro	944.3 gr.
	Pe= 2.52	%A= 2.23
Agregado grueso		
Wseco:	Peso seco de la muestra	3479.9 gr.
Ws:	Agregado saturado con superficie seca	3500.0 gr.
Wa:	Peso de la muestra en el agua	2254.1 gr.
	Pe= 2.79	%A= 0.58

Fuente: Elaboración propia.



Figura 37. Saturación del agregado por 24 horas.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 38. Ensayo para establecer el % de absorción y peso específico.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 39. Determinando el peso de la muestra en el agua.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 40. Superficie seca de la muestra.
Fuente: Elaboración propia.

Determinación del peso volumétrico - NTP 400.017

Tabla 27

Resultados de la prueba del peso volumétrico.

Peso volumétrico		
Agregado de acero		
Ms: Peso del suelto		5.354 gr.
Mc: Peso del compactado		5.773 gr.
Vr: Volumen del recipiente		0.0028 gr.
	gs= 1475.63	gc= 1581.72
Agregado fino		
Ms: Peso del suelto		5.354 gr.
Mc: Peso del compactado		5.773 gr.
Vr: Volumen del recipiente		0.0028 gr.
	gs= 1475.63	gc= 1581.72
Agregado grueso		
Ms: Peso del suelto		15.467 gr.
Mc: Peso del compactado		16.315 gr.
Vr: Volumen del recipiente		0.0093 gr.
	gs= 1663.12	gc= 1754.3

Fuente: Elaboración propia.



Figura 41. Prueba del peso volumétrico del agregado fino.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 42. Prueba del peso volumétrico del agregado fino.
Fuente: Elaboración propia.

Determinación del contenido de humedad - NTP 339.185

Tabla 28

Resultado de los ensayos de contenido de humedad.

Contenido de humedad		
Agregado fino		
Ph:	Peso humedo	600.0 gr.
Ps:	Peso seco	585.5 gr.
	$\% = 2.48$	
Agregado grueso		
Ph:	Peso humedo	1200gr.
Ps:	Peso seco	1196gr.
	$\% = 0.33$	
Agregado de acero		
Ph:	Peso humedo	600.0gr.
Ps:	Peso seco	598.0gr.
	$\% = 0.33$	

Fuente: Elaboración propia.



Figura 43. Prueba del contenido de humedad - retirando la muestra de horno.
Fuente: Elaboración propia.

4.6 Resultados del diseño del concreto – método ACI comité 211

Tabla 29

Resultado de los ensayos realizados en laboratorio – características físicas.

Material	Agregado Fino	Agregado Grueso	Escoria de Acero
Peso Especifico	2.52	2.79	3.29
Porcentaje de Humedad	2.48	0.33	0.33
Porcentaje de Absorción	2.42	0.58	2.29
Módulo de Finura	3.05		3.05
Tamaño Máximo Nominal		1 "	
Peso Volumétrico Suelto	1475.63	1663.12	1919.00
Peso Volumétrico Compactado	1581.72	1754.30	20.69.18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30

Dosificación de la mezcla con 0 % de escoria.

<u>DOSIFICACIÓN EN PESO</u>			
AGUA	:	205.41	Lts
CEMENTO	:	435.62	Kg
ARENA	:	612.52	Kg
PIEDRA	:	1134.78	Kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31*Dosificación de la mezcla con 10 % de escoria.*

<u>DOSIFICACIÓN EN PESO</u>			
AGUA	:	200.40	Lts
CEMENTO	:	424.89	Kg
ARENA	:	634.29	Kg
PIEDRA	:	1134.78	Kg
			(BOLSAS DE 10.00 CEMENTO)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32*Dosificación de la mezcla con 20 % de escoria.*

<u>DOSIFICACIÓN EN PESO</u>			
AGUA	:	195.39	Lts
CEMENTO	:	414.16	Kg
ARENA	:	656.05	Kg
PIEDRA	:	1134.78	Kg
			(BOLSAS DE 9.75 CEMENTO)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33*Dosificación de la mezcla con 30 % de escoria.*

<u>DOSIFICACIÓN EN PESO</u>			
AGUA	:	190.38	Lts
CEMENTO	:	403.43	Kg
ARENA	:	677.82	Kg
PIEDRA	:	1134.78	Kg
			(BOLSAS DE 9.49 CEMENTO)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34*Dosificación de la mezcla con 40 % de escoria.*

<u>DOSIFICACIÓN EN PESO</u>			
AGUA	:	183.36	Lts
CEMENTO	:	388.41	Kg
ARENA	:	708.30	Kg
PIEDRA	:	1134.78	Kg

(BOLSAS DE
9.14 CEMENTO)

Fuente: Elaboración propia.

Resistencia a la compresión**Tabla 35***Resistencia de concreto con 10% de escoria.*

Resistencia a la Compresión con 10% de Escoria				
Edades de Rotura de los Testigos de Concreto (días)				
Probetas	7	14	21	28
P10%-A	266.06	286.66	302.46	319.22
P10%-B	250.05	297.6	312.04	320.42
P10%-E	258.06	292.13	307.25	319.82

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36*Resistencia de concreto con 20% de escoria.*

Resistencia a la Compresión con 20% de Escoria				
	Edades de Rotura de los Testigos de Concreto (días)			
Probetas	7	14	21	28
P20%-A	268.86	299.25	313.94	332.27
P20%-B	260.94	303.44	320.2	340.92
P20%-E	264.9	301.35	317.07	336.6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37*Resistencia de concreto con 30% de escoria.*

Resistencia a la Compresión con 30% de Escoria				
	Edades de Rotura de los Testigos de Concreto (días)			
Probetas	7	14	21	28
P30%-A	275.51	304.54	319.22	348.19
P30%-B	265.18	308.78	326.9	350.87
P30%-E	270.34	306.66	323.06	349.53

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38*Resistencia de concreto con 40% de escoria.*

Resistencia a la Compresión con 40% de Escoria				
Edades de Rotura de los Testigos de Concreto (días)				
Probetas	7	14	21	28
P40%-A	257.69	289.92	296.63	304.33
P40%-B	256.57	283.22	294	307.41
P40%-E	257.13	286.57	295.31	305.87

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39*Resultados de resistencia del concreto con escoria sometida a compresión.*

Edades de Rotura de los Testigos con Escoria (días)				
Probetas	7 días	14 días	21 días	28 días
PP-01	247	270	258	295
P10%-B	258	292	307	320
P20%-B	265	301	317	337
P30%-B	270	307	323	350
P40%-B	257	287	295	306

Fuente: Elaboración propia.

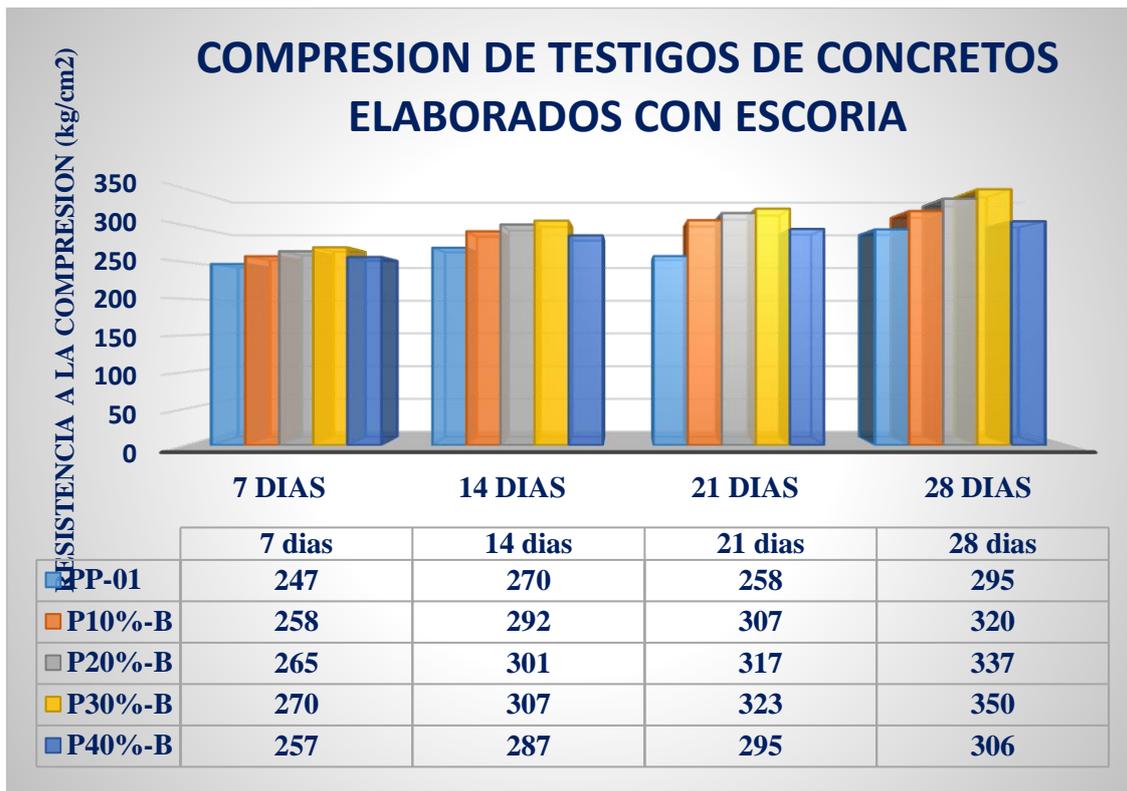


Figura 44. Resultados del ensayo a compresión de concreto con porcentajes de escoria.
Fuente: Elaboración propia.

Ensayo a tracción de testigos de concretos elaborados

Tabla 40

Resistencia de concreto con 0% de escoria sometida a tracción.

Resistencia a la Tracción con 0% de Escoria		
	Edades de Rotura de los Testigos de Concreto (días)	
Probetas	14	28
PP-A	36.59	37.91
PP-B	36.37	37.7
PP-C	37.6	38.33
PP-01	36.85	37.98

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41*Resistencia de concreto con 30% de escoria sometida a tracción.*

Resistencia a la Tracción con 30% de Escoria		
Edades de Rotura de los Testigos de Concreto (días)		
Probetas	14	28
P30%E-A	37.05	37.26
P30%E-B	35.29	36.87
P30%E-C	35.42	37.12
P30%-E	35.92	37.09

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42*Resultado de la resistencia de concreto con escoria sometida a tracción.*

Edades de Rotura de los Testigos con Escoria (días)		
Probetas	14 días	28 días
PP-01	37	38
P30%-B	36	37

Fuente: Elaboración propia.

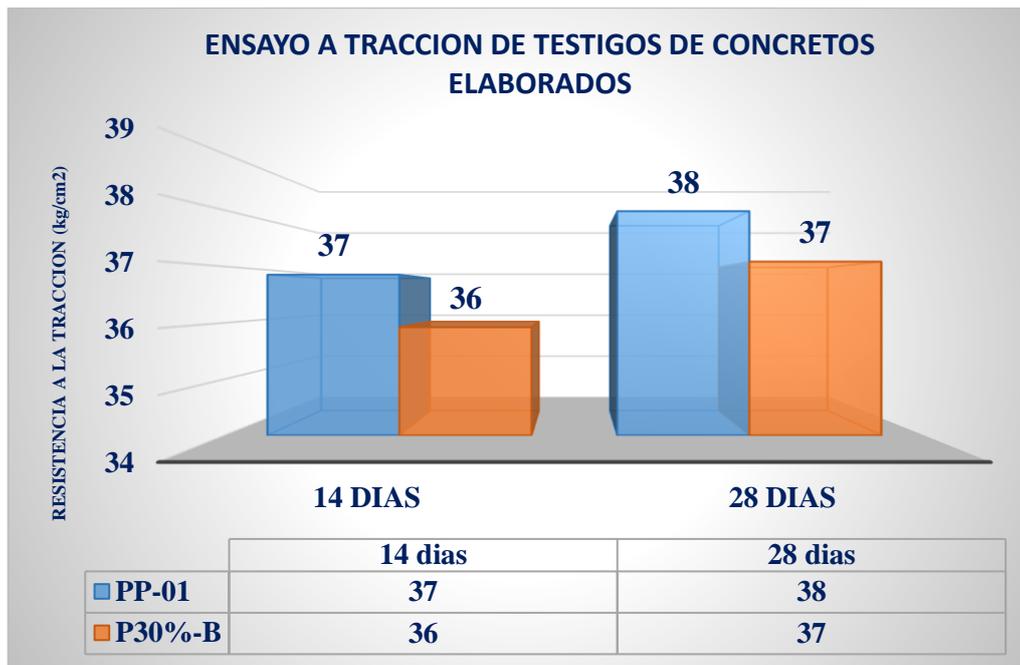


Figura 45. Resultados del ensayo a tracción del concreto con porcentajes de escoria.
Fuente: Elaboración propia.

Ensayo a flexión de testigos de concretos elaborados

Tabla 43

Resultado de concreto con 0% de escoria sometida a flexión.

Resistencia a Flexión de Testigos con 0% de Escoria		
Edades de Rotura de los Testigos de Concreto (días)		
Probetas	14	28
PP-A	48.08	60.16
PP-B	47.76	61.46
PP-C	48.11	56.99
PP-01	47.98	59.53

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44

Resultado de concreto con 30% de escoria sometida a flexión.

Resistencia a Flexión de Testigos con 30% de Escoria		
Edades de Rotura de los Testigos de Concreto (días)		
Probetas	14	28
P30%E-A	51.67	62.92
P30%E-B	59.48	71.24
P30%E-C	56.92	58.5
P30%-E	56.02	64.22

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45

Resultado de la resistencia de concreto con escoria sometida a flexión.

Resistencia a Flexión de Testigos con Escoria		
Edades de Rotura de los Testigos de Concreto (días)		
Probetas	14	28
PP-01	48	60
P30%-B	56	64

Fuente: Elaboración propia.

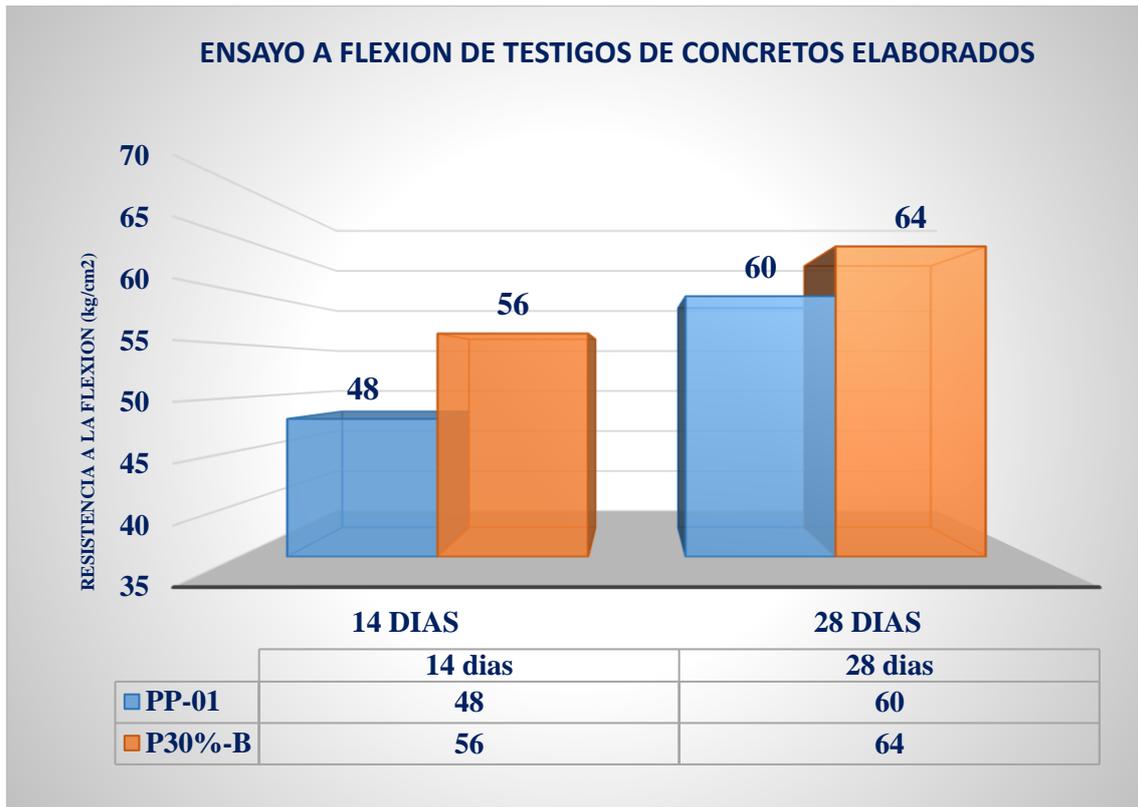


Figura 46. Resultados del ensayo a flexión del concreto con porcentajes de escoria.
Fuente: Elaboración propia.

Porcentaje de absorción del concreto endurecido

Tabla 46

Resultados del % de absorción del concreto con escoria.

Probetas	Edades de los Testigos de Concreto (días)	
	14 días	28 días
PP-01	3.46	3.08
P30%-B	2.67	2.09

Fuente: Elaboración propia.

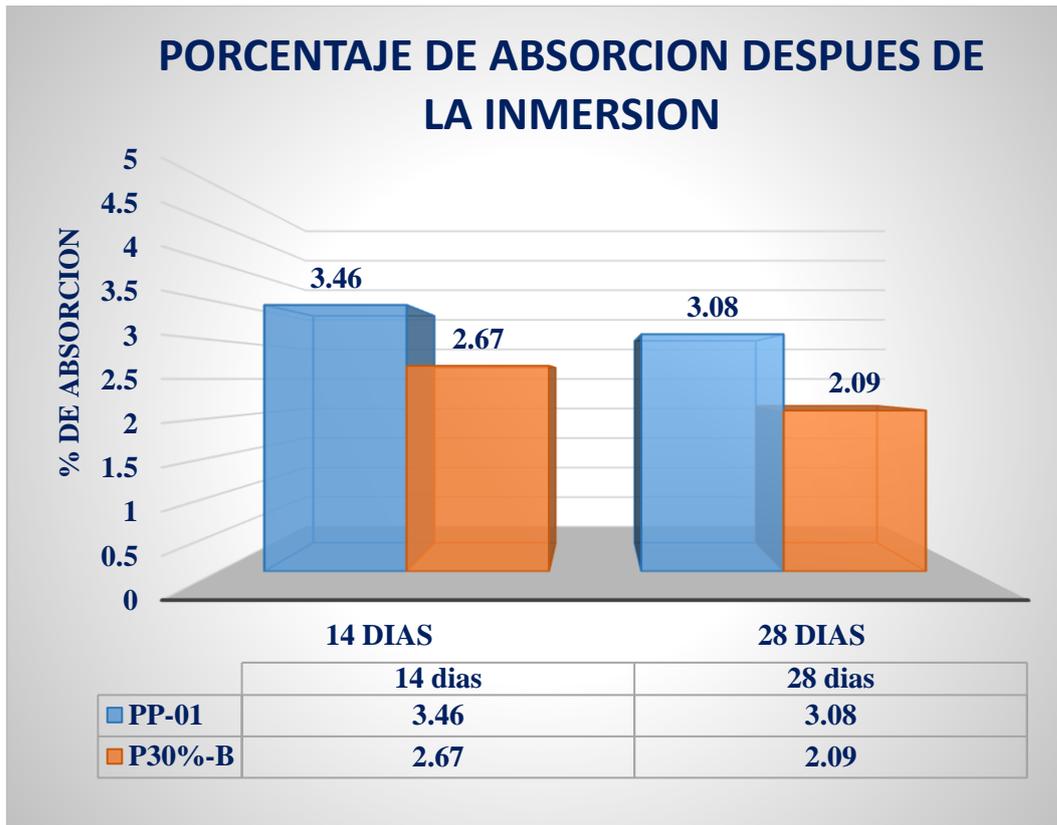


Figura 47. Resultados de las pruebas del % de absorción en testigos de concreto con porcentajes de escoria.
Fuente: Elaboración propia.

Porcentaje de vacíos en el concreto endurecido

Tabla 47

Resultados del % de vacíos del concreto con escoria.

	Edades de los Testigos de Concreto (días)	
	14 días	28 días
Probetas		
PP-01	8.57	8.56
P30%-B	6.62	4.86

Fuente: Elaboración propia.

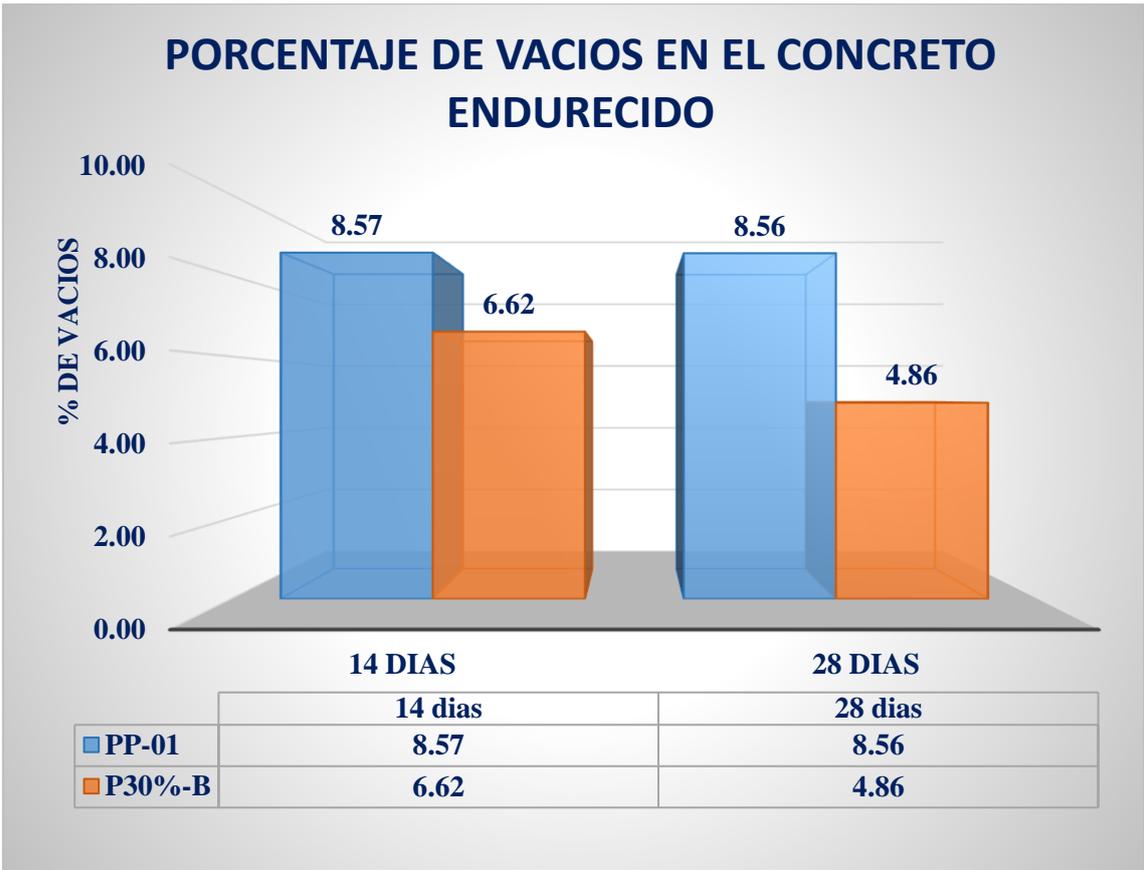


Figura 48. Resultados de las pruebas de % de vacíos en testigos de concreto con porcentajes de escoria.
 Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

- Para Serrato (2014) los óptimos resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de la rotura de testigos de concreto se obtuvieron empleando el 5 y 10 % en peso de escoria.
- Sin embargo, con el presente estudio se ha podido determinar que los óptimos resultados son obtenidos cuando en el diseño se sustituye el agregado fino por un 30% en peso a la escoria.
- Para Ninabanda y Santamaria (2017) el remplazar un porcentaje del árido fino en la elaboración del diseño mediante la sustitución de escoria de acero es apta para su empleo en pavimentos rígidos, ya que esto permite mejorar su resistencia, siempre y cuando no sea en su totalidad, porque dificultaría la trabajabilidad del concreto. la sustitución de escoria de acero en remplazo de un porcentaje del agregado fino en el diseño de mezcla es apta para su empleo en pavimentos rígidos.
- Con este trabajo ratificamos su postura, ya que en función a los resultados conseguidos en las diferentes verificaciones realizadas se pudo identificar que la escoria de acero aplicado al pavimento rígido como agregado fino mejora la resistencia a la misma.

VI. CONCLUSIONES

- Los efectos alcanzados en el diseño de la mezcla concreto adicionando la escoria, muestra que sustituir la escoria como agregado fino se determina concreto es idóneo para la aplicación en un pavimento rígido.
- Las pruebas conseguidas en el laboratorio, de todos los testigos de concreto mediante una resistencia $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ fueron optimas en la dosificación donde se sustituyó la escoria de acero en un 30% con remplazo el agregado fino.
- Se concluye que las propiedades físicas de la escoria de acero son semejantes tanto en el porcentaje de absorción y es mucho menor en su porcentaje de humedad con relación al agregado fino
- Se concluye que las propiedades mecánicas son más favorables tanto a la resistencia a la compresión donde la resistencia aumenta 25% y la resistencia a flexión un 13% con relación a un concreto convencional.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda emplear el porcentaje óptimo de escoria realizado en esta investigación para la elaboración del pavimento rígido en un tramo de la vía donde el proyecto indique un mayor tráfico vehicular y evaluar de dicha manera el comportamiento del pavimento.
- Analizar la caracterización física y química de la escoria obtenida del proceso de las fundiciones del acero en las industrias siderúrgicas del país, con el afán de generalizar un correcto empleo de las escorias.
- Se recomienda verificar la dosificación con respecto al agua inicial, teniendo en cuenta que los agregados se impregnan de agua en el instante de la elaboración de la mezcla de concreto, caso distinto acontece a la hora de remplazar la escoria.
- Impulsar al uso de escoria de acero, ya que este material es un desecho de las industrias metalúrgicas la cual se puede aprovechar en diversos campos de la ingeniería.

REFERENCIAS

- Sotil, A. & Zegarra, J. (2015). *“Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido”* Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.
- Herrero, T. (2015). *“Estudio del efecto de la hidratación de la escoria blanca de acería de HEA: aplicación en pasta y morteros de cemento”* Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad del País Vasco, España.
- Figueroa, I. & Mamani, C. (2019). *“Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa Pisco, para zonas rurales”*. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Perú.
- Serrato, (2014). *“Utilización de escoria de horno de arco eléctrico en morteros a base cemento portland”* Tesis para obtener el grado de Magister en Ingeniería Ambiental. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Robles, R. & Sánchez, J. (2015). *“Evaluación de pavimentos rígidos mediante la determinación de correlaciones entre el módulo de rotura a la flexión y la resistencia a la compresión para el centro poblado San Cristóbal de Chupán – Huaraz”* Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Ricardo Palma. Perú.
- Flores, C. & Pacompia, I. (2015). *“Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos $F'c$ 175 kg/cm² en la ciudad de puno”* Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional del Altiplano. Perú.

- Fontalba, E. (2015). *“Diseño de un pavimento alternativo para la Avenida Circunvalación Sector Guacamayo 1ª etapa”* Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Austral de Chile. Chile.
- Ninabanda, B. & Santamaria, K. (2017). *“Diseño de hormigón rígido de alta resistencia utilizando escoria de acero para la aplicación en pavimento de concreto”* Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Central del Ecuador. Ecuador.
- Aquino, E. (2012). *“Aplicación de escoria siderúrgica como agregado en las mezclas de concreto para pavimento rígido”* Tesis para obtener el título de Maestro en Ingeniería Vial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Flores, E. (2018). *“Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018”* Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejos. Perú.
- Norma Técnica Peruana 400.012. (Ed.). (2001). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima, Perú: Indecopi.
- Norma Técnica Peruana 339.145. (Ed.). (1999). *Método de ensayo de CBR (relación de soporte de california)*. Lima, Perú: Indecopi.
- Norma Técnica Peruana 400.019. (Ed.). (2002). *Abrasión por el tambor los ángeles*. Lima, Perú: Indecopi.
- Norma Técnica Peruana 339.129. (Ed.). (1999). *Limite líquido e índice de plasticidad*. Lima, Perú: Indecopi.
- Norma Técnica Peruana 400.016. (Ed.). (1999). *Durabilidad por sulfato de magnesio*. Lima, Perú: Indecopi.

Ministerio de transporte y comunicaciones E 101 (Ed.). (2000). *Pozos, calicatas, trincheras y zanjas*. Lima, Perú: Indecopi.

Ministerio de transporte y comunicaciones (Ed.). (2006). *Manual de carreteras, hidrología, hidráulica y drenajes*. Lima, Perú: Dirección general de Caminos y Ferrocarriles.

Ministerio de transporte y comunicaciones (Ed.). (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima, Perú: Dirección general de Caminos y Ferrocarriles.

Ministerio de transporte y comunicaciones (Ed.). (2018). *Manual de Carreteras*. Lima, Perú: Dirección general de Caminos y Ferrocarriles.

American concrete institute (Ed.). (2015). *Guide to Design of Slabs-on-Ground*. Texas, U.S.A: Committee ACI.

Transportation Officials (Ed.). (1993). *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*, 1993 (Vol. 1). Aashto.

CARRIZALES Apaza, José Javier. Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos. (título profesional de ingeniero civil). Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano. 2015. 15 pp. Disponible en http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1888/CarrizalesApaza_Jos_%20Javier.pdf?sequence=1&iAllowed=y

IBÁÑEZ Peinado, José. Métodos, técnicas e instrumentos de la investigación criminológica [en línea]. 2da ed. Madrid: Editorial DYKINSON, 2017. 624pp. Disponible en: <https://www.dykinson.com/libros/metodos-tecnicas-e-instrumentos-de-la-investigacioncriminologica/9788491480624/>

Skrzypczak, I., Radwański, W., & Pytlowany, T. (2018). Durability vs technical-the usage properties of road pavements. In *E3S web of conferences* (Vol. 45, p. 00082). EDP Sciences. doi: 10.1051 / e3sconf / 20184500082

Lau, C. K., Chegenizadeh, A., Htut, T. N., & Nikraz, H. (2020). Performance of the steel fibre reinforced rigid concrete pavement in fatigue. *Buildings*, 10(10), 186. doi: 10.3390/buildings10100186

Jiang, Y., Ling, T. C., Shi, C., & Pan, S. Y. (2018). Characteristics of steel slags and their use in cement and concrete—A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 187-197. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.023>

Adegoloye, G., Beaucour, A. L., Ortola, S., & Noumowé, A. (2015). Concretes made of EAF slag and AOD slag aggregates from stainless steel process: Mechanical properties and durability. *Construction and Building materials*, 76, 313-321. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.12.0070950-0618 /](http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.12.0070950-0618/)

Adegoloye, G., Beaucour, A. L., Ortola, S., & Noumowé, A. (2015). Concretes made of EAF slag and AOD slag aggregates from stainless steel process: Mechanical properties and durability. *Construction and Building materials*, 76, 313-321. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.12.0070950-0618 /](http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.12.0070950-0618/)

Guo, Y., Xie, J., Zheng, W., & Li, J. (2018). Effects of steel slag as fine aggregate on static and impact behaviours of concrete. *Construction and Building Materials*, 192, 194-201. doi: [https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.10.1290950-0618 /](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.10.1290950-0618/)

Gupta, T., & Sachdeva, S. N. (2019). Laboratory investigation and modeling of concrete pavements containing AOD steel slag. *Cement and Concrete Research*, 124, 105808. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.105808>

Miah, M., Miah, M. S., Sultana, A., Shamim, T. A., & Alom, M. A. (2020). The effect of steel slag coarse aggregate on the mechanical and durability performances of concrete. In *Key Engineering Materials* (Vol. 833, pp. 228-232). Trans Tech Publications Ltd. doi: 10.4028 / www.scientific.net / KEM.833.228

Arribas, I., Santamaría, A., Ruiz, E., Ortega-López, V., & Manso, J. M. (2015). Electric arc furnace slag and its use in hydraulic concrete. *Construction and Building Materials*, 90, 68-79. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.05.003>

Saxena, S., & Tembhurkar, A. R. (2018). Impact of use of steel slag as coarse aggregate and wastewater on fresh and hardened properties of concrete. *Construction and Building Materials*, 165, 126-137. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.030>

Devi, V. S., & Gnanavel, B. K. (2014). Properties of concrete manufactured using steel slag. *Procedia Engineering*, 97, 95-104. doi: [10.1016/j.proeng.2014.12.229](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.229)

Barišić, I., Dimter, S., & Rukavina, T. (2014). Strength properties of steel slag stabilized mixes. *Composites Part B: Engineering*, 58, 386-391. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compositesb.2013.11.002>

- Karolina, R., & Putra, A. L. A. (2018, February). The effect of steel slag as a coarse aggregate and Sinabung volcanic ash a filler on high strength concrete. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 309, No. 1, p. 012009). IOP Publishing. doi: 10.1088/1757-899X/309/1/012009
- Qasrawi, H. (2014). The use of steel slag aggregate to enhance the mechanical properties of recycled aggregate concrete and retain the environment. *Construction and Building Materials*, 54, 298-304. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.12.063>
- Guo, Y., Xie, J., Zhao, J., & Zuo, K. (2019). Utilization of unprocessed steel slag as fine aggregate in normal-and high-strength concrete. *Construction and Building Materials*, 204, 41-49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.01.178>
- San-José, J. T., Vegas, I., Arribas, I., & Marcos, I. (2014). The performance of steel-making slag concretes in the hardened state. *Materials & Design*, 60, 612-619. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2014.04.030>

ANEXO

Estudio básico - Estudio topográfico

Representación de indicio de Cota Fija (BM) del I.G.N. (Instituto Geográfico Nacional)

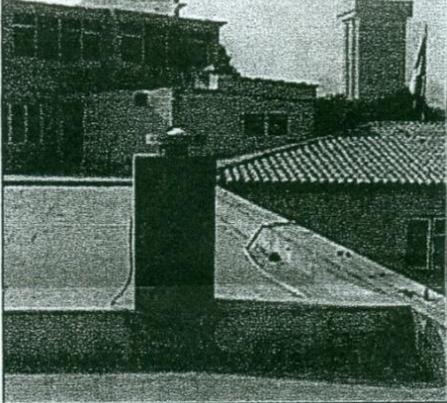
		INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL DIRECCIÓN DE GEODESIA			
DESCRIPCIÓN DE ESTACIÓN DATUM WGS-84					
NOMBRE/ESTACIÓN	NUMERO	LOCALIDAD	ESTABLECIDA POR:		
ERP 1	ERP1	LIMA	INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL		
UBICACIÓN: Azotea de la Dirección de Geodesia			CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: Base de tribaquío		
LATITUD (S)	LONGITUD (W)		ALTURA ELIPSOIDAL	ELEV. GEOIDAL (EGM-96)	
12° 06´ 10".86883	77° 01´ 0".99283		157.610 m.	134.411 m.	
NORTE (Y)	ESTE (X)		ZONA UTM	ORDEN	
8'661,244.297	280,479.574		18	0	
CROQUIS TOPOGRÁFICO					
					
DESCRIPCION:					
La Estación de Rastreo Permanente 1 (ERP 1), se encuentra localizada en las instalaciones del Instituto Geográfico Nacional, distrito Surquillo, provincia y departamento Lima, la marca está ubicada en la azotea de la Dirección de Geodesia, en la primera viga un total de 5 que sobresalen.					
MARCA DE ESTACIÓN:					
Es una base de tribaquío incrustada en un monumento de concreto, en el cual se encuentra instalada la antena GPS de forma permanente, la altura instrumental es 0.004 m. medida en forma vertical.					
Referencia : Hoja CN 25-i Lima, Esc. 1/100,000					



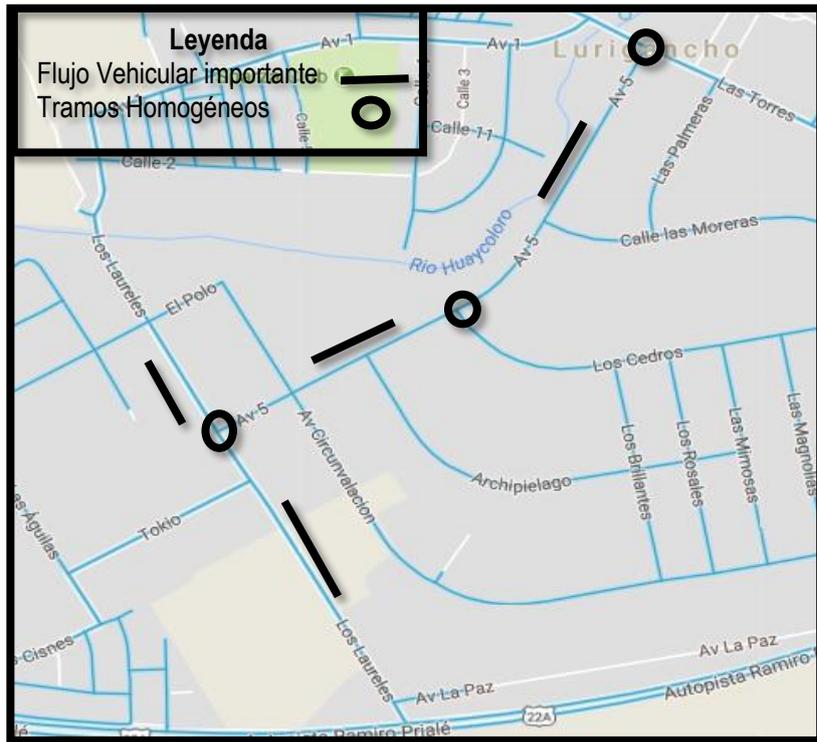
Foto N° 01.- Desarrollo de los Puntos Topográficos



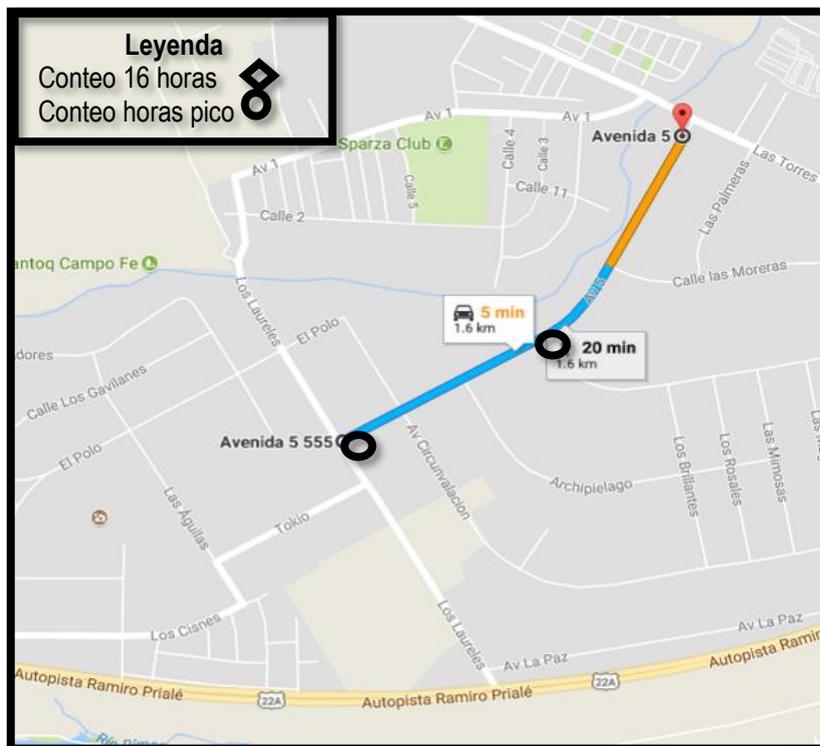
Foto N° 02.- Desarrollo de la Red de Puntos



Foto N° 03.- Desarrollo de la Red de Puntos



Flujo Vehicular



Ubicación de los puntos donde se realizo el conteo



Transporte de vehículos

Estudio del suelo



Laboratorio de estudio de suelos de la UNALM



Prueba de granulometria para la Clasificación de suelo



Prueba para determinar el índice P. y Limite L.

Estudio de los agregados para la dosificación de la mezcla de concreto



Prueba de granulometría



Determinación de porcentaje de absorción



Prueba del % de absorcion y Peso Especifico



Peso Volumétrico de A. F.



Peso Volumétrico de A. G.



Contenido de Humedad

Diseño de la mezcla de concreto por método ACI



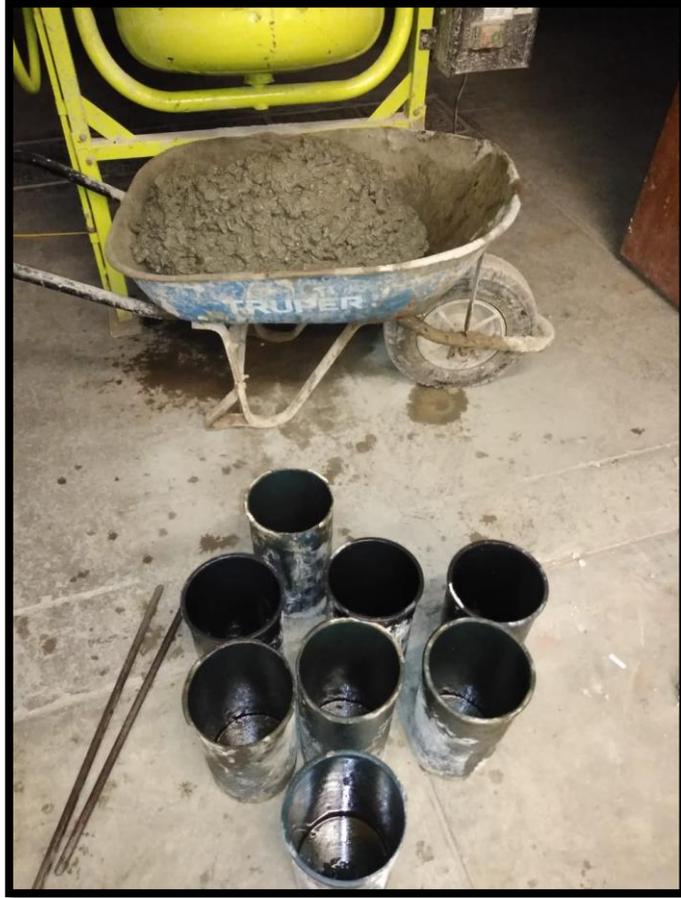
Dosificación de los Agregados



Cálculo del Revenimiento



Preparación del Concreto



Vaciado de Concreto a los Moldes Cilíndricos



Prueba a Compresion



Prueba a flexión



Prueba a Tracción

MATERIALES DE CONSTRUCCION



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

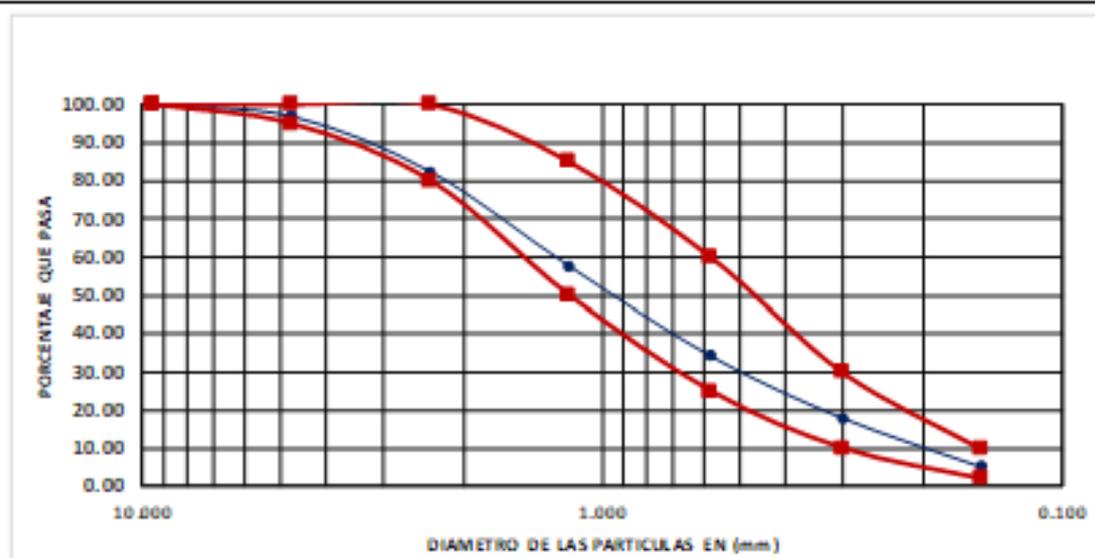
LABORATORIO DE PRUEBA Y EN SAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N°_112 - 19' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE	: Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan Garolá Yaplas
PROYECTO	: Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adhiriendo escoria de acero en A.v. Los Cines, Huachipa, 2018.
UBICACIÓN	: Av. Los Cines - Huachipa - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	: La Molina, 2 de Abril de 2019
FECHA DE EMISIÓN	: La Molina, 12 de Abril de 2019
MUESTRA	: AGREGADO FINO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO-NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (m m)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	14.50	2.90	2.90	97.10
N° 8	2.360	73.40	14.68	17.58	82.42
N° 16	1.180	123.20	24.64	42.22	57.78
N° 30	0.580	117.10	23.42	65.64	34.36
N° 50	0.300	81.30	16.26	81.90	18.10
N° 100	0.150	63.90	12.78	94.68	5.32
FONDO		26.60	5.32	100.00	0.00
TOTAL		500.00			



MÓDULO DE FINURA	3.06
------------------	------

Observación : Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y EN SAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN
INFORME N°_112 - 19 LP y EM-UNALM

SOLICITANTE	: Juan Diego Rivera Mesa - LeJhan Juan Garcia Yapias
PROYECTO	: Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019. (0% DE ESCORIA)
UBICACIÓN	: Av. Los Cisnes - Huachipa - Lima
FECHA DE RECEPCION	: La Molina, 2 de Abril de 2019
FECHA DE EMISION	: La Molina, 12 de Abril de 2019

MUESTRA	: ESCORIA DE ACERO
---------	--------------------

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION NTP 400.021 / 400.022

AGREGADO FINO

$$P_{e\ \&\&\&} = \frac{W_1}{W_1+W_2+W_3}$$

$$P_e = \frac{W}{W_1+W_2+W_3}$$

$$\%A = \frac{W_1 - W}{W} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino	488.8	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Picnometro + agua	638.7	gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra	990.0	gr.

PARA EL AGREGADO FINO

$P_{e\ \&\&\&}$	=	3.36
P_e	=	3.29
$\%A$	=	2.29

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y EN SAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME N°_112 - 19° LP y EM-UNALM

SOLICITANTE:	: Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan Garcia Yaplas
PROYECTO:	: Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019. (0% DE ESCORIA)
UBICACIÓN:	: Av. Los Cisnes - Huachipa - Lima
FECHA DE RECEPCION	: La Molina, 2 de Abril de 2019
FECHA DE EMISION	: La Molina, 12 de Abril de 2019

MUESTRA	: ESCORIA DE ACERO
---------	--------------------

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_s}$$

$$\gamma_c = \frac{M_c}{V_s}$$

M_s	: Peso del material suelto	5.354	kg.
M_c	: Peso del material compactado	5.773	kg.
V_r	: Volumen del recipiente	0.00279	m ³
γ_s	: Peso volumétrico suelto	kg/m³	
γ_c	: Peso volumétrico compactado	kg/m³	

γ_s = 1919.00

γ_c = 2069.18

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185

ESCORIA DE ACERO

$$\%H = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

donde:

%H	: humedad natural	
P_h	: peso húmedo	600.0 gr.
P_s	: peso seco	598.0 gr.

% H = 0.33

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

Caracterización de los agregados



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

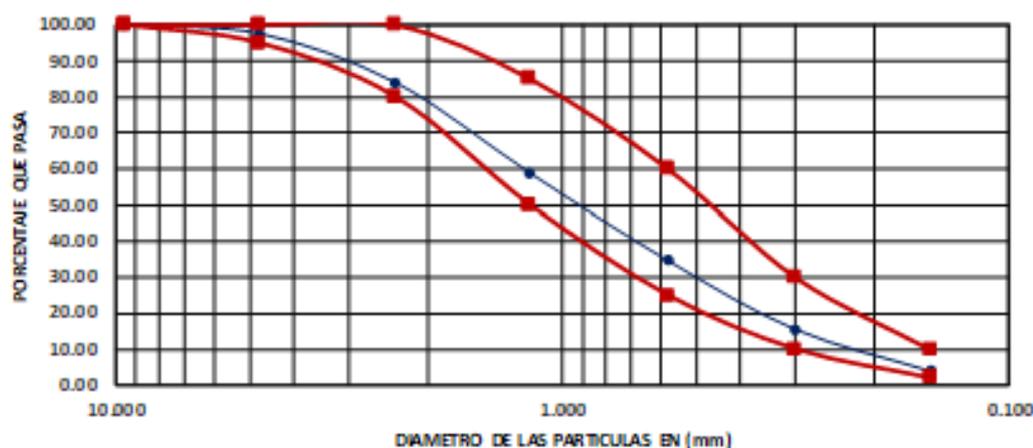
INFORME N°_112 -19 LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan Garcia Yapias
 PROYECTO : Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Clanes, Huachipa, 2019.
 UBICACIÓN : Av. Los Clanes - Huachipa - Lima
 FECHA DE RECEPCIÓN : La Molina, 2 de Abril de 2019
 FECHA DE EMISIÓN : La Molina, 12 de Abril de 2019

MUESTRA : AGREGADO FINO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO-NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	14.50	2.42	2.42	97.58
N° 8	2.360	81.60	13.60	16.01	83.99
N° 16	1.180	150.90	25.14	41.15	58.85
N° 30	0.580	144.80	24.13	65.28	34.72
N° 50	0.300	115.00	19.16	84.44	15.56
N° 100	0.150	69.40	11.56	96.00	4.00
FONDO		24.00	4.00	100.00	0.00
TOTAL		600.20			



MODULO DE FINURA : 3.05

Observación : Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

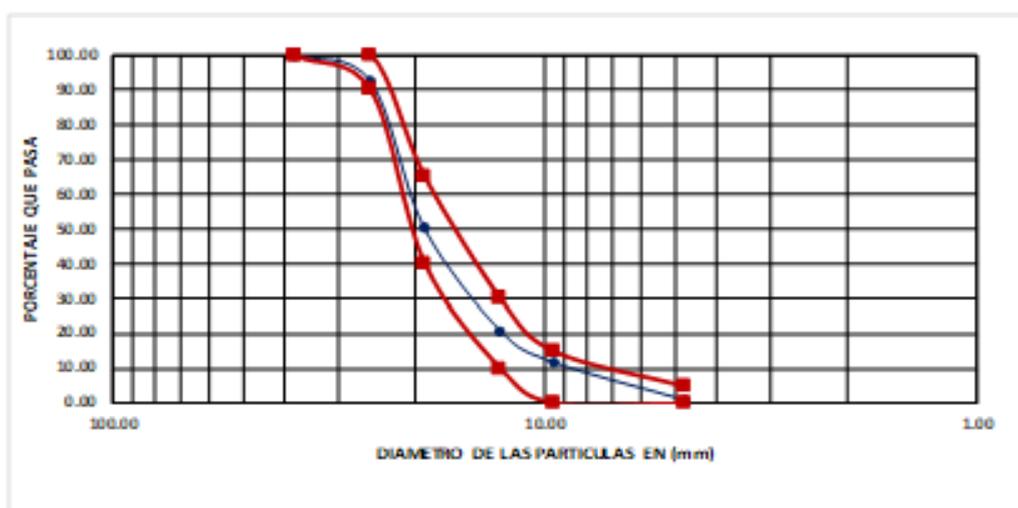
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N°_112 - 19' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE	: Juan Diego Rivera Mesa - LeJhan Juan Garcia Yaplas
PROYECTO	: Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.
UBICACIÓN	: Av. Los Cisnes - Huachipa - Lima
FECHA DE RECEPCION	: La Molina, 2 de Abril de 2019
FECHA DE EMISION	: La Molina, 12 de Abril de 2019
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO - NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	175.00	7.61	7.61	92.39
¾"	19.05	970.00	42.17	49.78	50.22
½"	12.70	673.00	29.26	79.04	20.96
⅜"	9.53	211.00	9.17	88.22	11.78
Nº 4	4.75	248.00	10.78	99.00	1.00
FONDO		23.00	1.00	100.00	0.00
TOTAL		2300.00			



TAMAÑO MÁXIMO:	1 1/2 "
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:	1 "

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y EN SAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN
INFORME N°_112 -19 LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapías
PROYECTO : Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.
UBICACIÓN : Av. Los Cisnes - Huachipa - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : La Molina, 2 de Abril de 2019
FECHA DE EMISIÓN : La Molina, 12 de Abril de 2019

MUESTRA : AGREGADOS

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION NTP 400.021/400.022

AGREGADO FINO

$$Pe_{SSS} = \frac{W1}{W1+W2-W3}$$

$$Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$$

$$\%A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$$

AGREGADO GRUESO

$$Pe_{SSS} = \frac{Ws}{Ws-Wa}$$

$$Pe = \frac{Wseco}{Ws-Wa}$$

$$\%A = \frac{Ws - Wseco}{Wseco} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino	489.1	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Pícnometro + agua	638.6	gr.
W3	: Pícnometro + agua + muestra	944.3	gr.
Wseco	: Peso seco del agregado grueso	3479.9	gr.
Ws	: Muestra saturada con superficie seca del agregado grueso	3500.0	gr.
Wa	: Peso de la muestra en el agua	2254.1	gr.

PARA EL AGREGADO FINO

Pe _{SSS}	=	2.57
Pe	=	2.52
%A	=	2.23

PARA EL AGREGADO GRUESO

Pe _{SSS}	=	2.81
Pe	=	2.79
%A	=	0.58

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y EN SAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME N°_112 - 19' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE: : Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan Garcia Yapias
PROYECTO: : Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes - Huachipa, 2019.
UBICACIÓN: : Av. Los Cisnes - Huachipa - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN: : La Molina, 2 de Abril de 2019
FECHA DE EMISIÓN: : La Molina, 12 de Abril de 2019

MUESTRA : AGREGADOS

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$$

$$\gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$$

M_s : Peso del material suelto 4.117 kg.
M_c : Peso del material compact 4.413 kg.
V_r : Volumen del recipiente 0.00279 m³
γ_s : Peso volumétrico suelto kg/m³
γ_c : Peso volumétrico compacto kg/m³

$$\gamma_s = 1476.83$$

$$\gamma_c = 1581.72$$

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO GRUESO

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$$

$$\gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$$

M_s : Peso del material suelto 15.467 kg.
M_c : Peso del material compact 16.315 kg.
V_r : Volumen del recipiente 0.0093 m³
γ_s : Peso volumétrico suelto kg/m³
γ_c : Peso volumétrico compacto kg/m³

$$\gamma_s = 1683.12$$

$$\gamma_c = 1754.30$$

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185

PARA EL AGREGADO FINO

$$\%H = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

donde:

%H : humedad natural
P_h : peso húmedo 600.0 gr.
P_s : peso seco 585.5 gr.

$$\%H = 2.48$$

PARA EL AGREGADO GRUESO

$$\%H = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

donde:

%H : humedad natural
P_h : peso húmedo 1200.0 gr
P_s : peso seco 1196.0 gr

$$\%H = 0.33$$

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

Dosificación con 0% de escoria



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° _112 - 19' LP y EM -UNALM

SOLICITANTE	:	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias
OBRA	:	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.
UBICACIÓN	:	Av. Los Cisnes - Huachipa - Lima
ENSAYO	:	DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $F'c = 280 \text{ Kg} / \text{cm}^2$
FECHA DE EMISIÓN	:	La Molina, 12 de Abril de 2019

CANTIDADES PARA 1m³ DE CONCRETO DE $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ PARA UN ASENTAMIENTO MÍNIMO DE 1" A 2"

<i>DOSIFICACION EN PESO</i>			
AGUA	:	205.41 Lts	
CEMENTO	:	435.62 Kg	10.25 (BOLSAS DE CEMENTO)
ARENA	:	612.52 Kg	
PIEDRA	:	1134.78 Kg	

<i>DOSIFICACION EN VOLUMEN</i>			
AGUA	:	0.21 m ³	
CEMENTO	:	0.29 m ³	
ARENA	:	0.42 m ³	
PIEDRA	:	0.68 m ³	

<i>RELACION POR VOLUMEN</i>			
	1	1.43	2.35
CON	20.04	LITROS DE AGUA POR BOLSA DE CEMENTO	

OBSERVACION : Los agregados utilizados para el diseño de mezcla fueron proporcionados e identificados por el solicitante
El cemento para el diseño es tipo I

Dosificación con 10% de escoria



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 112 - 19 LP y EM - UNALM

SOLICITANTE	:	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias
OBRA	:	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019. (10% DE ESCORIA)
UBICACIÓN	:	Av. Los Cisnes - Huachipa - Lima
ENSAYO	:	DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $F_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
FECHA DE EMISIÓN	:	La Molina, 12 de Abril de 2019

CANTIDADES PARA 1m² DE CONCRETO DE $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ PARA UN ASENTAMIENTO MÍNIMO DE 1" A 2"

DOSIFICACION EN PESO

AGUA	:	200.40	Lts	
CEMENTO	:	424.89	Kg	10.00 (BOLSAS DE CEMENTO)
ARENA	:	634.29	Kg	
PIEDRA	:	1134.78	Kg	

DOSIFICACION EN VOLUMEN

AGUA	:	0.20	m ³
CEMENTO	:	0.28	m ³
ARENA	:	0.43	m ³
PIEDRA	:	0.68	m ³

RELACION POR VOLUMEN

	1	1.52	2.41
CON	20.05	LITROS DE AGUA POR BOLSA DE CEMENTO	

OBSERVACION : Los agregados utilizados para el diseño de mezcla fueron proporcionados e identificados por el solicitante
El cemento para el diseño es tipo I

Dosificación con 20% de escoria



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° _112 - 19' LP y EM -UNALM

SOLICITANTE	:	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias
OBRA	:	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.
UBICACIÓN	:	Av. Los Cisnes - Huachipa - Lima
ENSAYO	:	DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE F'c= 280 Kg / cm ²
FECHA DE EMISION	:	La Molina, 12 de Abril de 2019

CANTIDADES PARA 1m³ DE CONCRETO DE F'c 280 kg/cm²
PARA UN ASENTAMIENTO MINIMO DE 1" A 2"

<u>DOSIFICACION EN PESO</u>		
AGUA	:	195.39 Lts
CEMENTO	:	414.16 Kg 9.75 (BOLSAS DE CEMENTO)
ARENA	:	656.05 Kg
PIEDRA	:	1134.78 Kg

<u>DOSIFICACION EN VOLUMEN</u>		
AGUA	:	0.20 m ³
CEMENTO	:	0.28 m ³
ARENA	:	0.44 m ³
PIEDRA	:	0.68 m ³

<u>RELACION POR VOLUMEN</u>		
	1	1.61 2.47
CON	20.05	LITROS DE AGUA POR BOLSA DE CEMENTO

OBSERVACION : Los agregados utilizados para el diseño de mezcla fueron proporcionados e identificados por el solicitante
El cemento para el diseño es tipo I

Dosificación con 30% de escoria



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 112 - 19' LP y EM - UNALM

SOLICITANTE	:	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias
OBRA	:	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019. (30% DE ESCORIA)
UBICACIÓN	:	Av. Los Cisnes - Huachipa - Lima
ENSAYO	:	DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE $F_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
FECHA DE EMISIÓN	:	La Molina, 12 de Abril de 2019

CANTIDADES PARA 1m³ DE CONCRETO DE $F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
PARA UN ASENTAMIENTO MÍNIMO DE 1" A 2"

DOSIFICACION EN PESO

AGUA	:	190.38	Lts	
CEMENTO	:	403.43	Kg	9.49 (BOLSAS DE CEMENTO)
ARENA	:	677.82	Kg	
PIEDRA	:	1134.78	Kg	

DOSIFICACION EN VOLUMEN

AGUA	:	0.19	m ³
CEMENTO	:	0.27	m ³
ARENA	:	0.46	m ³
PIEDRA	:	0.68	m ³

RELACION POR VOLUMEN

	1	1.71	2.54
CON	20.06	LITROS DE AGUA POR BOLSA DE CEMENTO	

OBSERVACION : Los agregados utilizados para el diseño de mezcla fueron proporcionados e identificados por el solicitante
El cemento para el diseño es tipo I

Dosificación con 40% de escoria



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y EN SAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° _112 - 19' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE	:	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias
OBRA	:	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019. (40% DE ESCORIA)
UBICACIÓN	:	Av. Los Cisnes - Huachipa - Lima
ENSAYO	:	DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE F'c= 280 Kg / cm ²
FECHA DE EMISION	:	La Molina, 12 de Abril de 2019

CANTIDADES PARA 1m³ DE CONCRETO DE F'c 280 kg/cm² PARA UN ASENTAMIENTO MINIMO DE 1" A 2"

<u>DOSIFICACION EN PESO</u>		
AGUA	:	183.36 Lts
CEMENTO	:	388.41 Kg 9.14 (BOLSAS DE CEMENTO)
ARENA	:	708.30 Kg
PIEDRA	:	1134.78 Kg

<u>DOSIFICACION EN VOLUMEN</u>		
AGUA	:	0.18 m ³
CEMENTO	:	0.26 m ³
ARENA	:	0.48 m ³
PIEDRA	:	0.68 m ³

<u>RELACION POR VOLUMEN</u>		
	1	1.85 2.64
CON	20.06	LITROS DE AGUA POR BOLSA DE CEMENTO

OBSERVACION : Los agregados utilizados para el diseño de mezcla fueron proporcionados e identificados por el solicitante
El cemento para el diseño es tipo I

Ensayo a compresión



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 442 - 19° LP y EM-UNALM

SOLICITANTES	:	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yápias
PROYECTO	:	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.
ENSAYO	:	ASTM - C39 / NTP 339.034
FECHA DE RECEPCION	:	La Molina, 2 de Abril de 2019
FECHA DE EMISION	:	La Molina, 17 de Junio de 2019
RESISTENCIA DESEADA	:	280 [kg/cm ²]

RESULTADOS DE LA ROTURA								
MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm ²	FUERZA kn	CARGA kg	RESIST. kg/cm ²
PP-A	25.04/2019	02.05/2019	7	12 x 6	182.4	428.03	43616.26	239.11
PP-B	25.04/2019	02.05/2019	7	12 x 6	182.4	457.77	46646.76	255.72
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 7 DIAS DE EDAD [PP-01] =								247.41
PP-A	25.04/2019	09.05/2019	14	12 x 6	182.4	475.70	48473.83	265.73
PP-B	25.04/2019	09.05/2019	14	12 x 6	182.4	489.60	49890.24	273.50
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 14 DIAS DE EDAD [PP-01] =								269.62
PP-A	25.04/2019	16.05/2019	21	12 x 6	182.4	464.23	47305.04	259.33
PP-B	25.04/2019	16.05/2019	21	12 x 6	182.4	460.39	46913.74	257.18
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 21 DIAS DE EDAD [PP-01] =								258.25
PP-A	25.04/2019	23.05/2019	28	12 x 6	182.4	522.40	53232.56	291.82
PP-B	25.04/2019	23.05/2019	28	12 x 6	182.4	533.06	54318.81	297.78
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS DE EDAD [PP-01] =								294.80

OBSERVACION : Las mezclas tipo PP-A, PP-B poseen 0% de escoria en su contenido.

RESULTADOS DE LA ROTURA								
MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm ²	FUERZA kn	CARGA kg	RESIST. kg/cm ²
P10%-A	27.04/2019	04.05/2019	7	12 x 6	182.4	476.28	48532.93	266.06
P10%-B	27.04/2019	04.05/2019	7	12 x 6	182.4	447.63	45613.50	250.05
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 7 DIAS DE EDAD [P10%-E] =								258.06
P10%-A	27.04/2019	11.05/2019	14	12 x 6	182.4	513.16	52291.00	286.66
P10%-B	27.04/2019	11.05/2019	14	12 x 6	182.4	532.75	54287.23	297.60
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 14 DIAS DE EDAD [P10%-E] =								292.13
P10%-A	27.04/2019	18.05/2019	21	12 x 6	182.4	541.45	55173.76	302.46
P10%-B	27.04/2019	18.05/2019	21	12 x 6	182.4	558.59	56920.32	312.04
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 21 DIAS DE EDAD [P10%-E] =								307.25
P10%-A	27.04/2019	25.05/2019	28	12 x 6	182.4	571.45	58230.76	319.22
P10%-B	27.04/2019	25.05/2019	28	12 x 6	182.4	573.59	58448.82	320.42
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS DE EDAD [P10%-E] =								319.82

OBSERVACION : Las mezclas tipo P10%-A, P10%-B poseen 10% de escoria en su contenido, como reemplazo de agregado



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 442 - 19° LP y EM-UNALM

SOLICITANTES	:	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan Garcia Yapias
PROYECTO	:	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.
ENSAYO	:	ASTM - C39 / NTP 339.034
FECHA DE RECEPCION	:	La Molina, 2 de Abril de 2019
FECHA DE EMISION	:	La Molina, 17 de Junio de 2019
RESISTENCIA DESEADA	:	280 [kg/cm ²]

RESISTENCIA DESEADA : 280 [kg/cm²]

RESULTADOS DE LA ROTURA

MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm ²	FUERZA kn	CARGA kg	RESIST. kg/cm ²
P20%-A	02/03/2018	09/03/2018	7	12 x 6	182.4	481.30	49044.47	268.88
P20%-B	02/03/2018	09/03/2018	7	12 x 6	182.4	467.11	47598.51	260.94
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 7 DIAS DE EDAD [P20%-E] =								264.90
P20%-A	02/03/2018	16/03/2018	14	12 x 6	182.4	535.70	54587.83	299.25
P20%-B	02/03/2018	16/03/2018	14	12 x 6	182.4	543.20	55352.08	303.44
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 14 DIAS DE EDAD [P20%-E] =								301.35
P20%-A	02/03/2018	23/03/2018	21	12 x 6	182.4	562.00	57267.80	313.94
P20%-B	02/03/2018	23/03/2018	21	12 x 6	182.4	573.20	58409.08	320.20
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 21 DIAS DE EDAD [P20%-E] =								317.07
P20%-A	02/03/2018	30/03/2018	28	12 x 6	182.4	594.80	60610.12	332.27
P20%-B	02/03/2018	30/03/2018	28	12 x 6	182.4	610.30	62189.57	340.92
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS DE EDAD [P20%-E] =								336.60

OBSERVACION : Las mezclas tipo P20%-A, P20%-B poseen 20% de escoria en su contenido, como reemplazo de agregado

RESULTADOS DE LA ROTURA

MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm ²	FUERZA kn	CARGA kg	RESIST. kg/cm ²
P30%-A	08/05/2019	10/05/2019	7	12 x 6	182.4	499.20	50257.08	275.51
P30%-B	08/05/2019	10/05/2019	7	12 x 6	182.4	474.70	48371.99	265.18
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 7 DIAS DE EDAD [P30%-E] =								270.34
P30%-A	08/05/2019	17/05/2019	14	12 x 6	182.4	545.16	55551.80	304.54
P30%-B	08/05/2019	17/05/2019	14	12 x 6	182.4	552.75	56325.23	308.78
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 14 DIAS DE EDAD [P30%-E] =								306.66
P30%-A	08/05/2019	24/05/2019	21	12 x 6	182.4	571.45	58290.76	319.22
P30%-B	08/05/2019	24/05/2019	21	12 x 6	182.4	585.20	59691.88	326.90
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 21 DIAS DE EDAD [P30%-E] =								323.06
P30%-A	08/05/2019	31/05/2019	28	12 x 6	182.4	623.30	63514.27	348.19
P30%-B	08/05/2019	31/05/2019	28	12 x 6	182.4	628.10	64009.99	350.87
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS DE EDAD [P30%-E] =								349.53

OBSERVACION : Las mezclas tipo P30%-A, P30%-B poseen 30% de escoria en su contenido, como reemplazo de agregado



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 442 - 19' LP y EM - UNALM

SOLICITANTES	:	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias
PROYECTO	:	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.
ENSAYO	:	AST M - C39 / NTP 339.034
FECHA DE RECEPCION	:	La Molina, 2 de Abril de 2019
FECHA DE EMISION	:	La Molina, 17 de Junio de 2019
RESISTENCIA DESEADA	:	280 [kg/cm ²]

RESULTADOS DE LA ROTURA

MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	AREA cm ²	FUEZLA kn	CARGA kg	RESIS T. kg/cm ²
P40%-A	08/05/2019	15/05/2019	7	12 x 6	182.4	461.30	47006.47	257.69
P40%-B	08/05/2019	15/05/2019	7	12 x 6	182.4	459.30	46802.67	256.57
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 7 DIAS DE EDAD [P40%-E] =								257.13
P40%-A	08/05/2019	22/05/2019	14	12 x 6	182.4	519.00	52886.10	289.92
P40%-B	08/05/2019	22/05/2019	14	12 x 6	182.4	507.00	51663.30	283.22
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 14 DIAS DE EDAD [P40%-E] =								286.57
P40%-A	08/05/2019	29/05/2019	21	12 x 6	182.4	531.00	54108.90	296.63
P40%-B	08/05/2019	29/05/2019	21	12 x 6	182.4	526.30	53629.97	294.00
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 21 DIAS DE EDAD [P40%-E] =								295.31
P40%-A	08/05/2019	05/06/2019	28	12 x 6	182.4	544.80	55515.12	304.33
P40%-B	08/05/2019	05/06/2019	28	12 x 6	182.4	550.30	56075.57	307.41
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS DE EDAD [P40%-E] =								305.87

OBSERVACION: Las mezclas tipo P40%E-A, P40%E-B poseen 40% de escoria en su contenido, como reemplazo de agregado

Ensayo a tracción



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 442 - 19' LP y EM-UNALM

OLICITANTES	:	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias
ROYECTO	:	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.
NSAYO	:	MTC E 708 - Ensayo de tracion indirecta de cilindros estandares de concreto
ECHA DE RECEPCION	:	La Molina, 2 de Abril de 2019
ECHA DE EMISION	:	La Molina, 10 de Julio de 2019

RESULTADOS DE LA ROTURA

MUESTRA	FECHA MOLDEO	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIMENSIONES pulg.	FUERZA kn	CARGA kg	RESIST. kg/cm ²
PP-A	08/06/2019	22/06/2019	14	12 x 6	253.80	25862.22	36.59
PP-B	08/06/2019	22/06/2019	14	12 x 6	252.31	25710.39	36.37
PP-C	08/06/2019	22/06/2019	14	12 x 6	260.81	26576.54	37.60
RE SIST EN CIA PROMEDIO A LOS 14 DIAS DE EDAD [PP-01] =							36.85
PP-A	08/06/2019	06/07/2019	28	12 x 6	263.00	26799.70	37.91
PP-B	08/06/2019	06/07/2019	28	12 x 6	261.50	26646.85	37.70
PP-C	08/06/2019	06/07/2019	28	12 x 6	265.90	27095.21	38.33
RE SIST EN CIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS DE EDAD [PP-01] =							37.98

RESULTADOS DE LA ROTURA

P30%E-A	08/06/2019	22/06/2019	14	12 x 6	257.02	26190.34	37.05
P30%E-B	08/06/2019	22/06/2019	14	12 x 6	244.82	24947.16	35.29
P30%E-C	08/06/2019	22/06/2019	14	12 x 6	245.70	25036.83	35.42
RE SIST EN CIA PROMEDIO A LOS 14 DIAS DE EDAD [P30% -E] =							35.92
P30%E-A	08/06/2019	06/07/2019	28	12 x 6	258.46	26337.07	37.26
P30%E-B	08/06/2019	06/07/2019	28	12 x 6	255.78	26063.98	36.87
P30%E-C	08/06/2019	06/07/2019	28	12 x 6	257.50	26239.25	37.12
RE SIST EN CIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS DE EDAD [P30% -E] =							37.09

OBSERVACION : Las mezclas tipo P30%E, P30%E pose en 30% de escoria en su contenido, como reemplazo de agregado fino.

Ensayo a flexión



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 442 - 19' LP y EM - UNALM

SOLICITANTES	:	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias
PROYECTO	:	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.
ENSAYO	:	MTC E 709 - Ensayo de resistencia a la flexión del concreto en vigas simples
FECHA DE RECEPCIÓN	:	La Molina, 2 de Abril de 2019
FECHA DE EMISIÓN	:	La Molina, 10 de Julio de 2019

RESULTADOS DE LA ROTURA										
MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIMENSIONES "cm"			Dentro del tercio	FUERZA kn	CARGA kg	RESIST. kg/cm ²
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	L	B	H				
PP	08/06/2019	22/06/2019	14	45.7	15.0	15.0	SI	34.84	3550.46	48.08
PP	08/06/2019	22/06/2019	14	45.7	15.0	15.0	SI	34.61	3527.08	47.76
PP	08/06/2019	22/06/2019	14	45.7	15.0	15.0	SI	34.87	3553.06	48.11
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 14 DIAS DE EDAD [VG-P] =										47.98
PP	08/06/2019	06/07/2019	28	45.7	15.0	15.0	SI	43.60	4442.84	60.16
PP	08/06/2019	06/07/2019	28	45.7	15.0	15.0	SI	44.54	4538.63	61.46
PP	08/06/2019	06/07/2019	28	45.7	15.0	15.0	SI	41.30	4208.47	56.99
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS DE EDAD [VG-P] =										59.53

RESULTADOS DE LA ROTURA										
MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIMENSIONES "cm"			Dentro del tercio	FUERZA kn	CARGA kg	RESIST. kg/cm ²
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	L	B	H				
P30%-E	08/06/2019	22/06/2019	14	45.7	15.0	15.0	SI	37.45	3816.16	51.67
P30%-E	08/06/2019	22/06/2019	14	45.7	15.0	15.0	SI	43.11	4392.91	59.48
P30%-E	08/06/2019	22/06/2019	14	45.7	15.0	15.0	SI	41.25	4203.38	56.92
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 14 DIAS DE EDAD [P30%-E] =										56.02
P30%-E	08/06/2019	22/06/2019	14	45.7	15.0	15.0	SI	45.60	4646.64	62.92
P30%-E	08/06/2019	22/06/2019	14	45.7	15.0	15.0	SI	51.63	5261.10	71.24
P30%-E	08/06/2019	22/06/2019	14	45.7	15.0	15.0	SI	42.40	4320.56	58.50
RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS DE EDAD [P30%-E] =										64.22

OBSERVACION: Las mezclas tipo P30%-E, P30%-E poseen 30% de escoria en su contenido, como reemplazo de agregado fino.

Inalterabilidad de los agregados finos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA DE ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME N° 117 - 19° LP y EM - UNALM

<p>SOLICITANTE : Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias</p> <p>PROYECTO : Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.</p> <p>UBICACIÓN : Huachipa - Lima</p>	<p>SOLUCION : MgSO₄</p> <p>No DE CICLOS : 5</p> <p>FECHA DE RECEPCION : 2 de Abril de 2019</p> <p>FECHA DE EMISION : 12 de Abril de 2019</p>
--	---

MUESTRA : AGREGADO FINO

ENSAYO DE INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS FINOS ASTM C-88 ANALISIS CUANTITATIVO

MALLA	% RETENIDO GRANULOMETRIA ORIGINAL	PESO INICIAL ANTES DEL ENSAYO (gr)	PESO FINAL DESPUES DEL ENSAYO (gr)	PE SO DE AMTERIAL QUE PASO LA MALLA DESIGNADA DESPUES DEL ENSAYO	% DE MATERIAL QUE PASO LA MALLA DESIGNADA DE SPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA EN PESO
N°4 - N°8	13.01	100.00	95.70	4.30	4.30	0.56
N°8 - N°16	24.05	100.00	92.30	7.70	7.70	1.85
N°16 - N°30	23.08	100.00	93.80	6.20	6.20	1.43
N°30 - N°50	18.33	100.00	91.50	8.50	8.50	1.56
	78.47	400.00	373.30	26.70		5.40
		PESO TOTAL (gr)	PESO TOTAL (gr)	PÉRDIDA TOTAL (gr)		

Observacion: La Muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante

Inalterabilidad de los agregados grueso



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA DE ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME N° 117 - 19' LP y EM - UNALM

SOLICITANTE	: Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias	SOLUCION	: MgSO ₄
PROYECTO	: Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.	No DE CICLOS	: 5
UBICACIÓN	: HUACHIPA - LIMA	FECHA DE RECEPCION	: 2 de Abril de 2019
		FECHA DE EMISION	: 12 de Abril de 2019

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

EN SAYO DE INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS GRUESOS ASTM C-88 ANALISIS CUANTITATIVO

MALLA	% RETENIDO GRANULOMETRIA ORIGINAL	PESO INICIAL ANTES DEL ENSAYO (gr)	PESO FINAL DESPUES DEL ENSAYO (gr)	PE SO DE AMTERIAL QUE PASO LA MALLA DE SIGNADA DESPUES DEL EN SAYO	% DE MATERIAL QUE PASO LA MALLA DE SIGNADA DESPUES DEL ENSAYO	% DE PERDIDA EN PESO
3" - 2½"						
2½" - 2"						
2" - 1½"						
1½" - 1"	7.89	1036.80	1031.30	5.50	0.53	0.04
1" - ¾"	42.60	502.70	499.90	6.64	1.32	0.56
¾" - ½"	29.56	670.90	663.70	7.20	1.07	0.32
½" - ⅜"	9.27	336.20	331.60	4.60	1.37	0.13
⅜" - N° 4	10.89					
	100.00	2546.60	2526.50	23.94		1.05
		PESO TOTAL (gr)	PESO TOTAL (gr)	PÉRDIDA TOTAL (gr)		

Observacion: La Muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante

Prueba de desgaste mediante la máquina de los ángeles



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 117 - 19' LP y EM -UNALM

SOLICITANTE	:	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias
PROYECTO	:	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av Los Cisnes, Huachipa, 2019.
UBICACIÓN	:	HUACHIPA - LIMA
FECHA DE RECEPCION	:	La Molina, 2 de Abril de 2019
FECHA DE EMISION	:	La Molina, 12 de Abril de 2019

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

"DE SGASTE POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ÁNGELES - ASTM C.535"

RESULTADO DEL ANÁLISIS

GRADACION " A "

MALLA		PE SO INICIAL (gr)	PE SO INICIAL TOTAL (gr)	PE SO RETENIDO MALLA N° 12
PASA	RETIENE			
1 1/2"	1"	1258	5020	4361
1"	3/4"	1258		
3/4"	1/2"	1252		
1/2"	3/8"	1252		

PORCENTAJE DE DESGASTE MAQUINA DE LOS ANGELES	13.1 %
---	---------------

Observaciones: 1) Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y EN SAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 632 - 19' LP y EM-UNALM

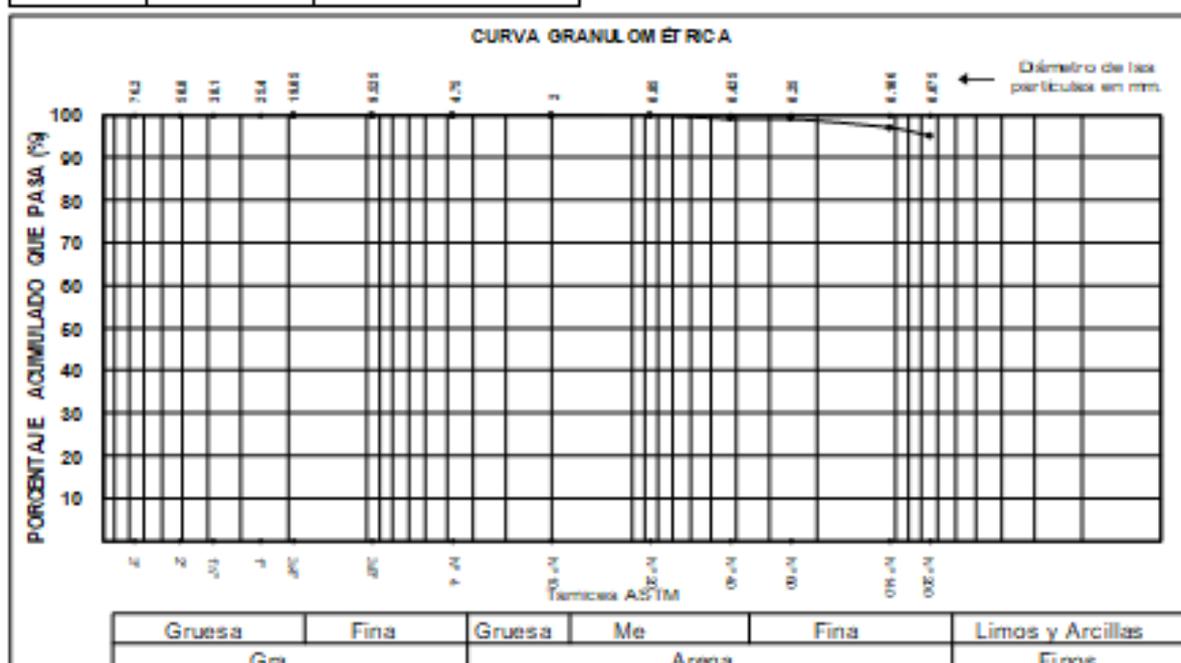
Solicitante : Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias
Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido

Proyecto : adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019. **calicata:** C - 2

Ubicación : Huachipa - Lima **PROGRESIVA** : Km. 0+575

Fecha : La Molina, 12 de julio de 2019 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.50m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	PORCENTAJE QUE PASA (%)		
3"	76.20		Límite líquido (%)	23.1
2"	50.80		Límite plástico (%)	19.8
1 1/2"	38.10		Índice plástico (%)	3.5
1"	25.40		Límite de contracción (%)	-
3/4"	19.05	100	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/8"	9.525	100	Materiales:	
N° 4	4.750	100	-Grava %	0
N° 10	2.000	100	-Arena %	5
N° 20	0.850	100	-Finos %	95
N° 40	0.425	99	Clasificación:	
N° 60	0.250	99	-AASHTO	A-2-4 (0)
N° 140	0.106	97	-SUCS	SM
N° 200	0.075	95	Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	14.30



NOTA: La Muestra ha Sido Proporcionada e Identificada por el Solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y EN SAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 632 - 19 LP y EM-UNALM

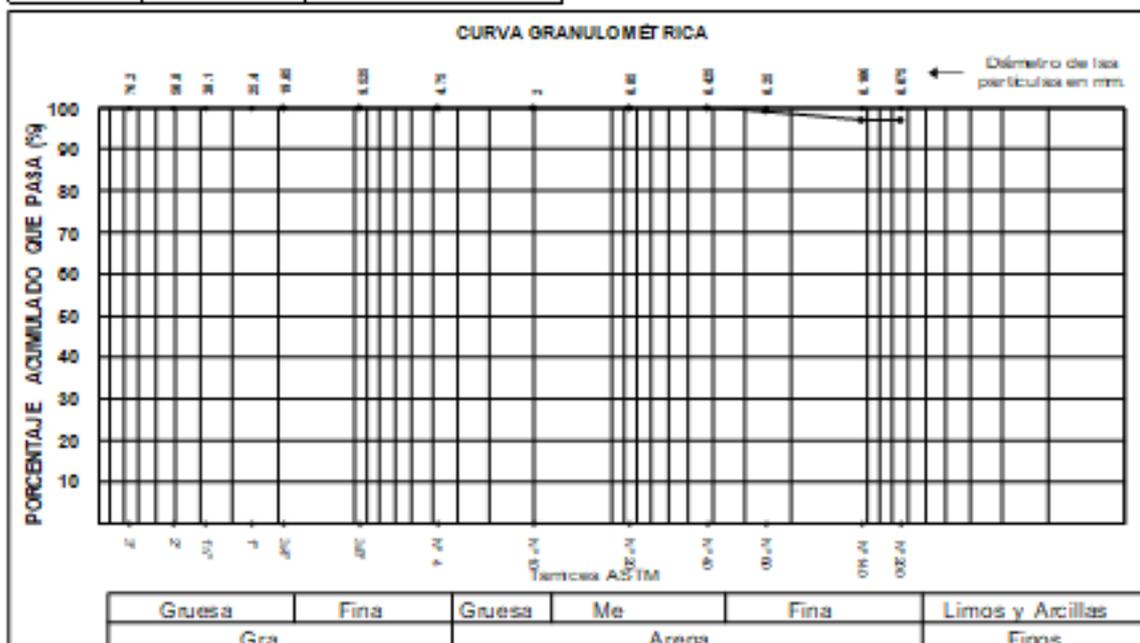
Solicitante : Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias
 Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido

Proyecto : adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019. calicata: C - 3

Ubicación : Huachipa - Lima PROGRESIVA : Km. 0+1110

Fecha : La Molina, 12 de julio de 2019 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	PORCENTAJE QUE PASA (%)	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)
3"	76.20		27.5	22.5
2"	50.80		Índice plástico (%)	5
1 1/2"	38.10		Límite de contracción (%)	-
1"	25.40		Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	100	Marginal:	
3/8"	9.525	100	-Grava	% 0
Nº 4	4.750	100	-Arena	% 3
Nº 10	2.000	100	-Finos	% 97
Nº 20	0.850	100	Clasificación:	
Nº 40	0.425	100	-AASHTO	A-4 (5)
Nº 60	0.250	99	-SUCS	ML
Nº 140	0.106	97	Nombre de grupo:	
Nº 200	0.075	97	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	13.90



NOTA: La Muestra ha Sido Proporcionada e Identificada por el Solicitante.



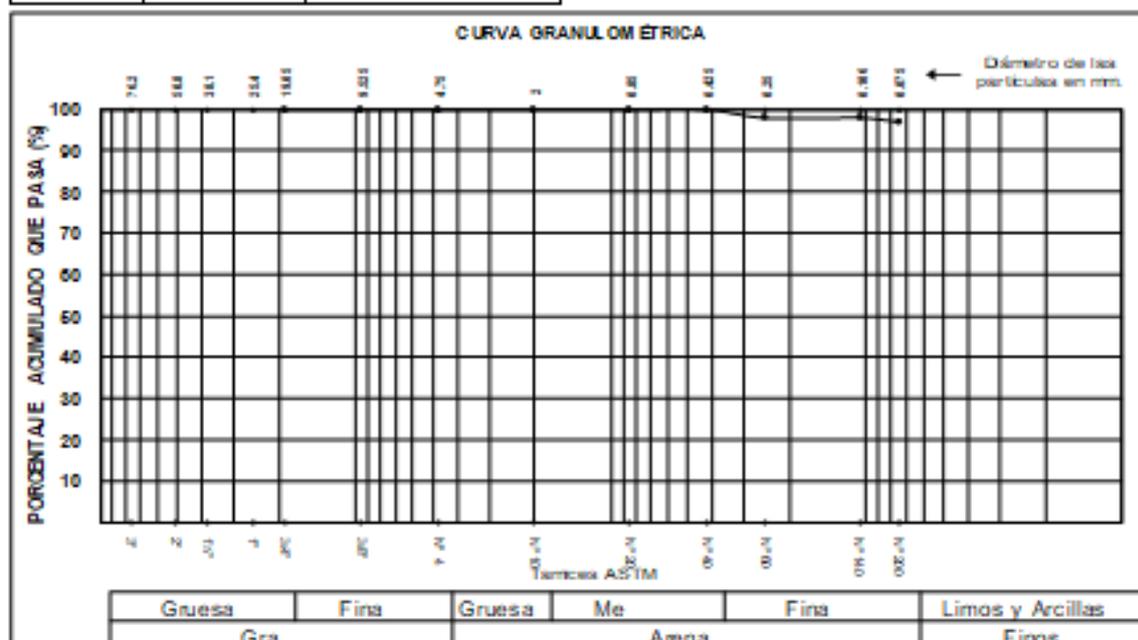
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y EN SAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME Nº 632 - 19' LP y EM-UNALM

Solicitante :	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias	
	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido	
Proyecto :	adicionando escofia de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.	calicata: C - 4
Ubicación :	Huachipa - Lima	PROGRESIVA : Km. 0+1615
Fecha :	La Molina, 12 de julio de 2019	PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA m.m.	PORCENTAJE QUE PASA (%)		
3"	76.20		Límite líquido (%)	31.8
2"	50.80		Límite plástico (%)	21.8
1 1/2"	38.10		Índice plástico (%)	10.2
1"	25.40		Límite de contracción (%)	-
3/4"	19.05	100	Resultado: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/8"	9.525	100	Materia:	
Nº 4	4.750	100	-Grava %	0
Nº 10	2.000	100	-Arena %	3
Nº 20	0.850	100	-Finos %	97
Nº 40	0.425	100	Clasificación:	
Nº 60	0.250	98	-AASHTO	A-6 (6)
Nº 140	0.106	98	-SUCS	CL
Nº 200	0.075	97	Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	13.90



NOTA: La Muestra ha Sido Proporcionada e Identificada por el Solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

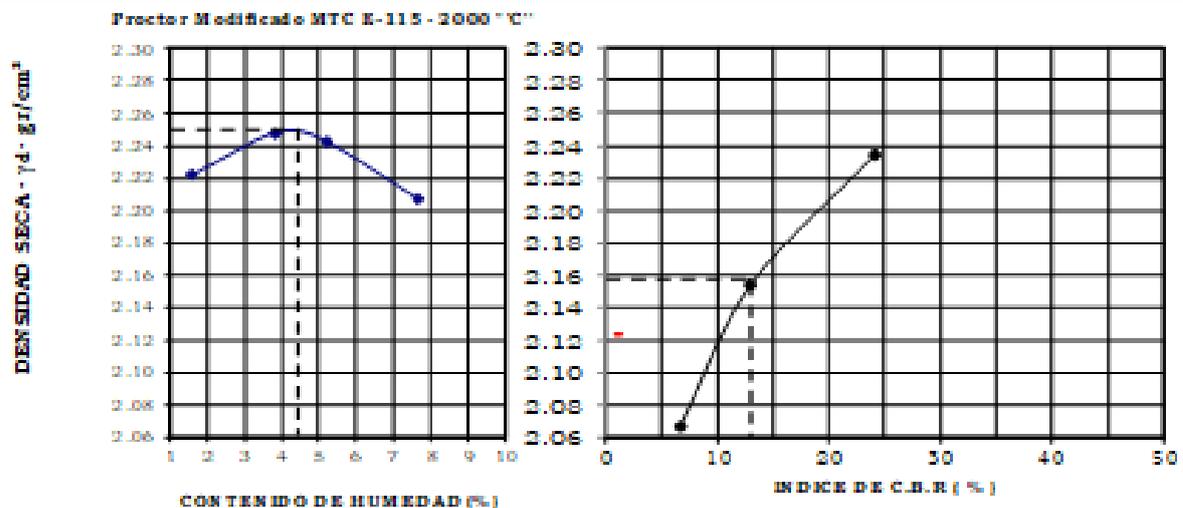
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 632 - 19' LP y EM-UNALM

ENSAYO DE C.B.R. ASTM D-1883

Solicitante :	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yaplas	MUESTRA :	
Proyecto :	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.	CALICATA :	01
Muestra :	Muestra In situ del terreno - progresiva 0.00 - 0.00m.	UBICACIÓN :	
Calicata :	C-1	HUACHIPA - LIMA	

Densidad Seca Máxima	:	2.00	gr/cm ³
Humedad Óptima	:	9.20	%
C.B.R. 0.1" - 95 % D.S.M.	:	19.80	%
C.B.R. 0.1" - 100 % D.S.M.	:	24.10	%
Expansión	:	0.00	%





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

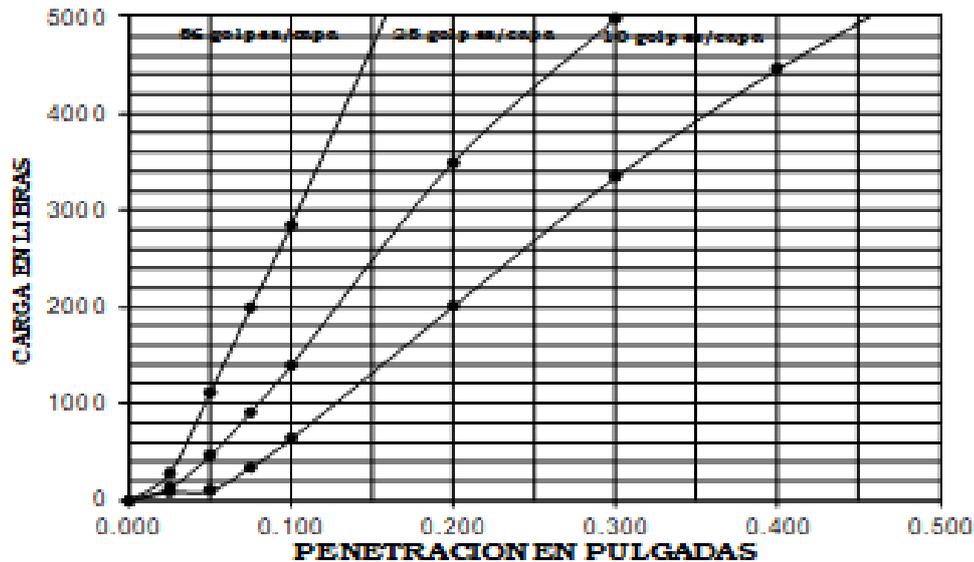
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 632 - 19° LP y EM-UNALM

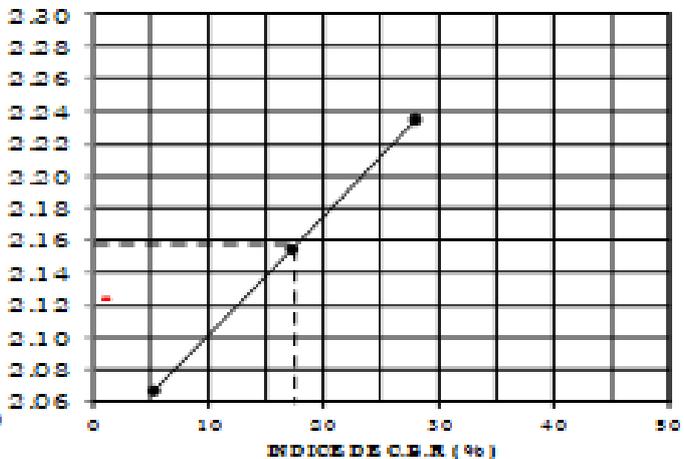
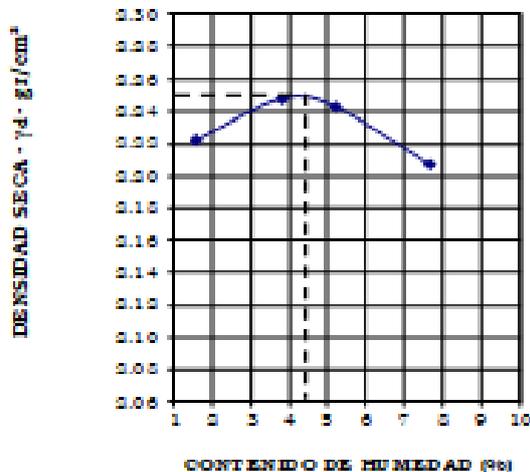
ENSAYO DE C.B.R. ASTM D - 1883

Solicitante : Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan Garcia Yapias	MUESTRA :
Proyecto : Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Olivos, Huachipa, 2019.	CALICATA - 02
Muestra : Muestra In situ del terreno - progresiva Km. 0.00 - 575m.	UBICACIÓN:
Calicata : C-2	HUACHIPA - LIMA.

Densidad Seca Máxima	:	1.30	g/cm³
Humedad Óptima	:	7.50	%
C.B.R. 0.1" - 95 % D.S.M.	:	21.10	%
C.B.R. 0.1" - 100 % D.S.M.	:	28.00	%
Expansión	:	0.00	%



Proctor Modificado MTC E-115 - 2000 °C





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

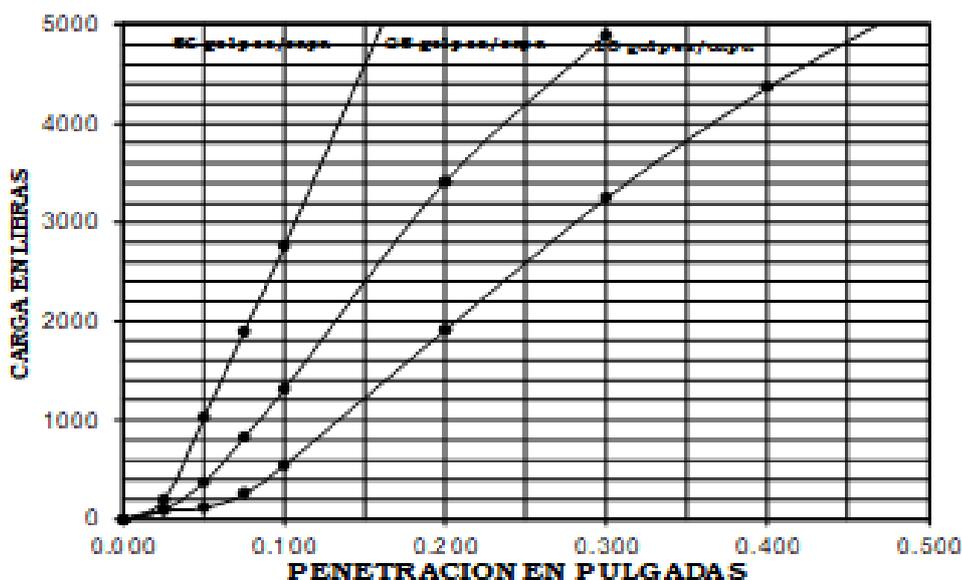
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N°_632 - 19' LP y EM-UNALM

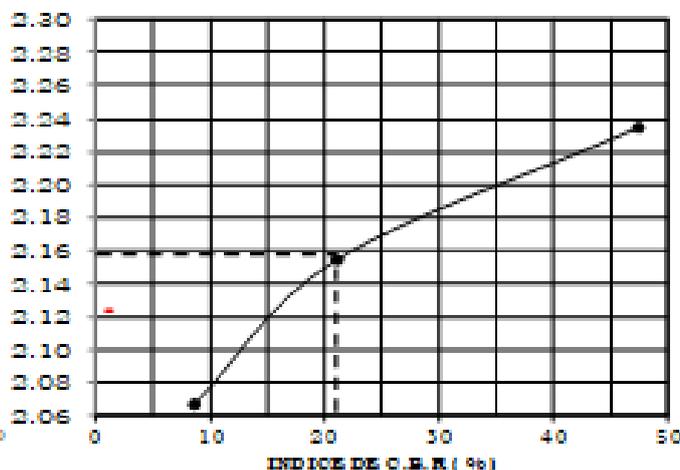
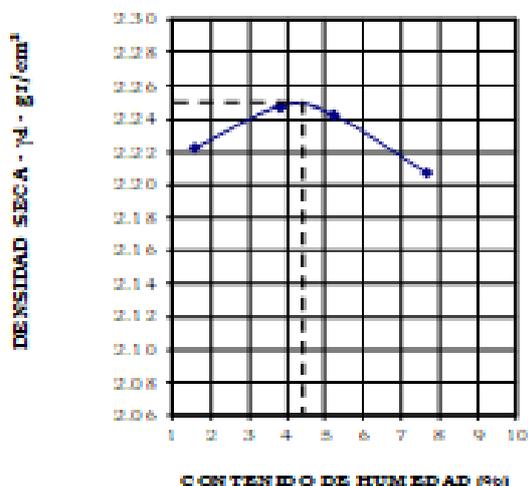
ENSAYO DE C.B.R. ASTM D - 1883

Solicitante :	Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan Garcia Yapias	MUESTRA:	CALICATA - 03
Proyecto :	Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.	UBICACIÓN:	HUACHIPA - LIMA
Muestra :	Muestra In situ del terreno - progresiva Km. 0.00 - 1110m.		
Calicata :	C-3		

Densidad Seca Máxima	:	3.23	gr/cm ³
Humedad Óptima	:	6.90	%
C.B.R. 0.1" - 95 % D.S.M.	:	36.00	%
C.B.R. 0.1" - 100 % D.S.M.	:	47.00	%
Expansión	:	0.00	%



Proctor Modificado MTC E-115 - 2000 °C



MATERIAL DE PRESTAMOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME N° 489 - 19° LP y EM-UNALM

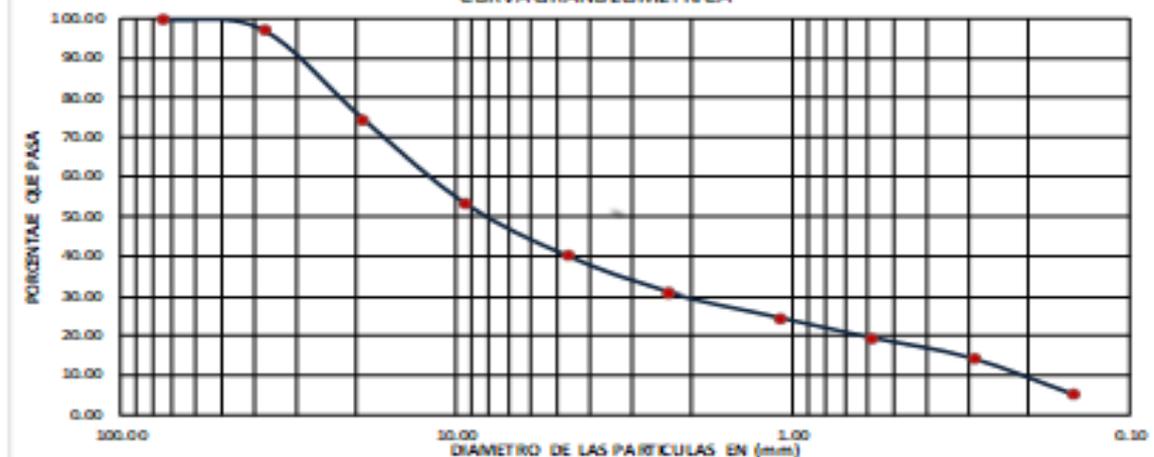
SOLICITANTE : Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan Garcia Yaplas
 PROYECTO : Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adionando escoria de acero en Av. Los Clones, Huachipa, 2019.
 UBICACION : LA MOLINA - LIMA - LIMA
 FECHA DE RECEPCION : La Molina, 15 de Junio de 2019
 FECHA DE EMISION : La Molina, 26 de Junio de 2019

MUESTRA : AFIRMADO
 PROGRAMIVA : MUESTRA EXTRAIDA DE CANTERA

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELO POR TAMIZADO - MTCE - 107

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	1310.40	2.53	2.53	97.47
3/4"	19.00	11830.00	22.82	25.35	74.65
3/8"	9.500	11020.10	21.26	46.60	53.40
N° 4	4.750	6816.05	13.15	59.75	40.25
N° 8	2.360	4790.15	9.24	68.99	31.01
N° 18	1.100	3249.37	6.27	75.25	24.74
N° 30	0.590	2517.80	5.05	80.31	19.69
N° 60	0.297	2569.67	5.15	85.46	14.54
N° 100	0.149	4735.23	9.13	94.59	5.41
N° 200	0.075	2099.12	4.05	98.64	1.36
FONDO		704.79	1.36	100.00	0.00
TOTAL		51842.70			

CURVA GRANULOMETRICA



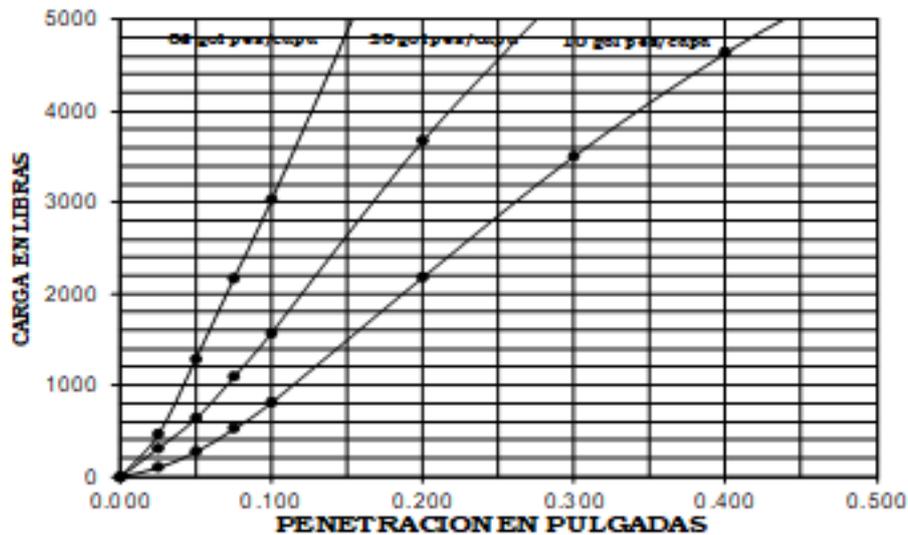
Observación: Lo agregado fueron proporcionado e identificado por el solicitante



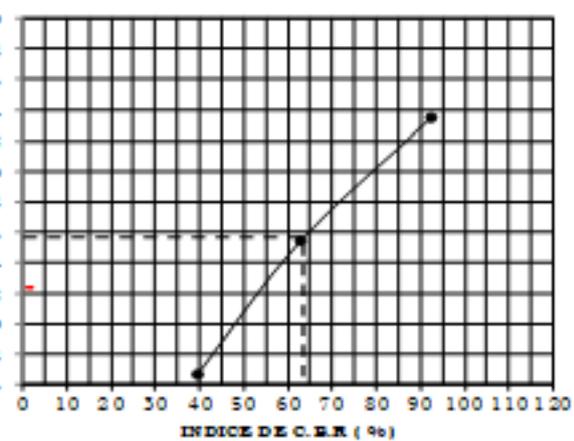
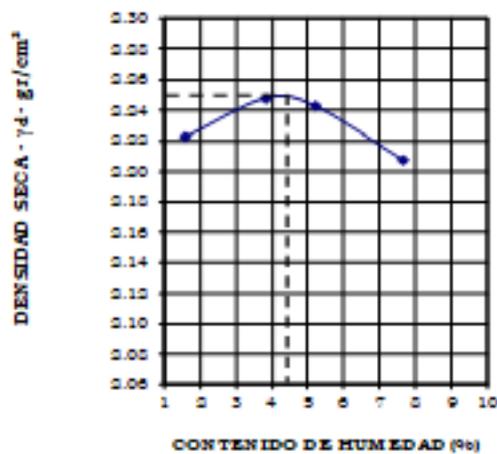
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN
 INFORME N° 632 - 19' LP y EM-UNALM

Solicitante : Juan Diego Rivera Mesa - Le-Jhan Juan García Yapias	MUESTRA: MATERIAL DE CANTERA PARA BASE GRANULAR
Proyecto : Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019.	
Ubicación : Huachipa - Lima	
Muestra : AFIRMADO	

Densidad Seca Máxima	:	2.25 gr/cm ³
Humedad Óptima	:	4.47 %
C.B.R. 0.1" - 95 % D.S.M.	:	54.13 %
C.B.R. 0.1" - 100 % D.S.M.	:	80.00 %
Expansión	:	0.00 %



Proctor Modificado MTC E-115 - 2000 "C"



Hoja de cálculo del diseño de concreto

DISEÑO DE MEZCLA (BASADA EN EL INFORME DEL A.C.I. - COMITÉ 211)			
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS			
	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO
P.E	3.12	2.52	2.79
P.E.SSS	1500		
%H		2.48	0.33
%ABS.		2.42	0.58
M.F		3.05	
T.M.N			1"
P.V.S		1475.63	1663.12
P.V.C		1581.72	1754.30
observacion: CEMENTO TIPO V = 3.15			
RESISTENCIA A DISEÑAR			
F'c = 280 kg/cm ²			
SEGÚN EL REQUERIMIENTO COPIAR SELECCIÓN			
DISEÑAR	con aire incluido	sin aire incluido	
	sin aire incluido	sin aire incluido	
CALCULO DE LA RELACION AGUA CEMENTO			
TENIENDO EN CUENTA EL CONTROL DE LA CALIDAD EN OBRA		CUANDO NO TENEMOS REGISTRO DE RESISTENCIA DE PROBETAS	
CONDICIONES	K	F'c	F'cr
Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante	1.15	MENOS DE 210	F'c + 70 = 70
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporádica	1.25	210 - 350	F'c + 84 = 84
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.35	>350	F'c + 98 = 98
Materiales variables, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.5		
	COPIAR INCREMENTO		84
	1.2		
INTERPOLACION			
POR RESISTENCIA		POR DURABILIDAD	
F'Cr	RESISTENCIA	RELACION DE AGUA CEMENTO	
364		CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO	CONCRETO CON AIRE INCLUIDO
	450	0.38	
		0.830	
	420	0.41	
364		0.466	
	350	0.48	0.40
		0.930	0.80
	280	0.57	0.48
		1.010	0.56
	210	0.68	0.50
		1.1000	1.22
	140	0.82	0.74
RELACION A/C CALCULADA POR RESISTENCIA		0.4660	
Tipo de estructura y condiciones de exposiciones		Estructura continua o frecuentemente mojada y expuesta a congelación y deshielo	Estructura expuesta al agua de mar o sulfatos
Secciones esbeltas y secciones con menos de 3 cm		0.45	0.4
Todas las demas estructuras		0.5	0.45
condicion de exposición al hielo (escribir expocion ligera; moderada y severa).			
Asentamiento			
Tipo de construcción		Mínimo	Máximo
Zapatas y muros de cimentación armados		1"	3"
Zapatas simples, cajones y muros de sobreestructura		1"	3"
Vigas y muros armados		1"	4"
Columnas de edificios		1"	4"
Losas y pavimentos		1"	3"
Concreto ciclópeo		1"	2"
elegir el mayor asentamiento		2"	

CALCULO DEL AGUA

	T.M.N	1 "	REVENIMIENTO	2"	SEGÚN EL REQUERIMIENTO	sin aire incluido	EXPOSICION	0
--	-------	-----	--------------	----	------------------------	-------------------	------------	---

CANTIDADES BASICAS

RELACION AGUA /CEMENTO ELEGIDA			
Relacion A/C	0.4660		
escribir la cantidad de agua y % de aire seleccionado			
W.AGUA	203	Lts	V. AGUA 0.203 m³
W.CEMENTO	435.62	Kg	V.CEMENTO 0.140 m³
W. A.GRUESO	1131.00	Kg	V.A.GRUESO 0.405 m³
AIRE	1.5	%	V.AIRE 0.015 m³
W.A.FINO	597.71	Kg	V.A.FINO 0.237 m³

TABLA 2: CANTIDAD APROXIMADA DE AGUA PARA AMASADO

REVENIMIENTO	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
CANTIDAD APROX. DE AIRE ATRAPADO	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
CONCRETO CON AIRE INCLUIDO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---
PROMEDIO RECOMENDADO DE AIRE POR INCLUIR POR EXPOSICION								
EXPOSICION LIGERA	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
EXPOSICION MODERADA	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
EXPOSICION SEVERA	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

TABLA 4: VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO COMPACTADO

Volumen de A°G° Compactado en Seco						
Tamaño Máximode	Modulo de Fineza de la Arena					
	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58	0.56
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	0.61
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69		
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68
3"	0.82	0.79	0.78	0.75		
6"	0.87	0.85	0.83	0.81		
MODULO DE FINURA DE LA ARENA						3.05
INTERPOLACION						0.64

copiar la cantidad de agua = **193**

% de aire seleccionado = **1.5**

DISEÑO SECO	
AGUA	203 Lts
CEMENTO	435.62 Kg
A.GRUESO	1131.00 Kg
A.FINO	597.71 Kg

CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

AJUSTE POR CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

AGREGADO GRUESO	1134.78
AGREGADO FINO	612.52

CORRECCION DEL AGUA

AGREGADO GRUESO	-2.75008
AGREGADO FINO	0.33780
Balance de agua	-2

DOSIFICACION EN PESO	
AGUA	205.41 Lts
CEMENTO	435.62 Kg
A.FINO	612.52 Kg
A.GRUESO	1134.78 Kg

1 M3

LA PROPORCION EN PESO		
CEMENTO	ARENA	PIEDRA
1	1.41	2.60

DOSIFICACION EN VOLUMEN		
CEMENTO	0.29	m3
A.FINO	0.42	m3
A.GRUESO	0.68	m3

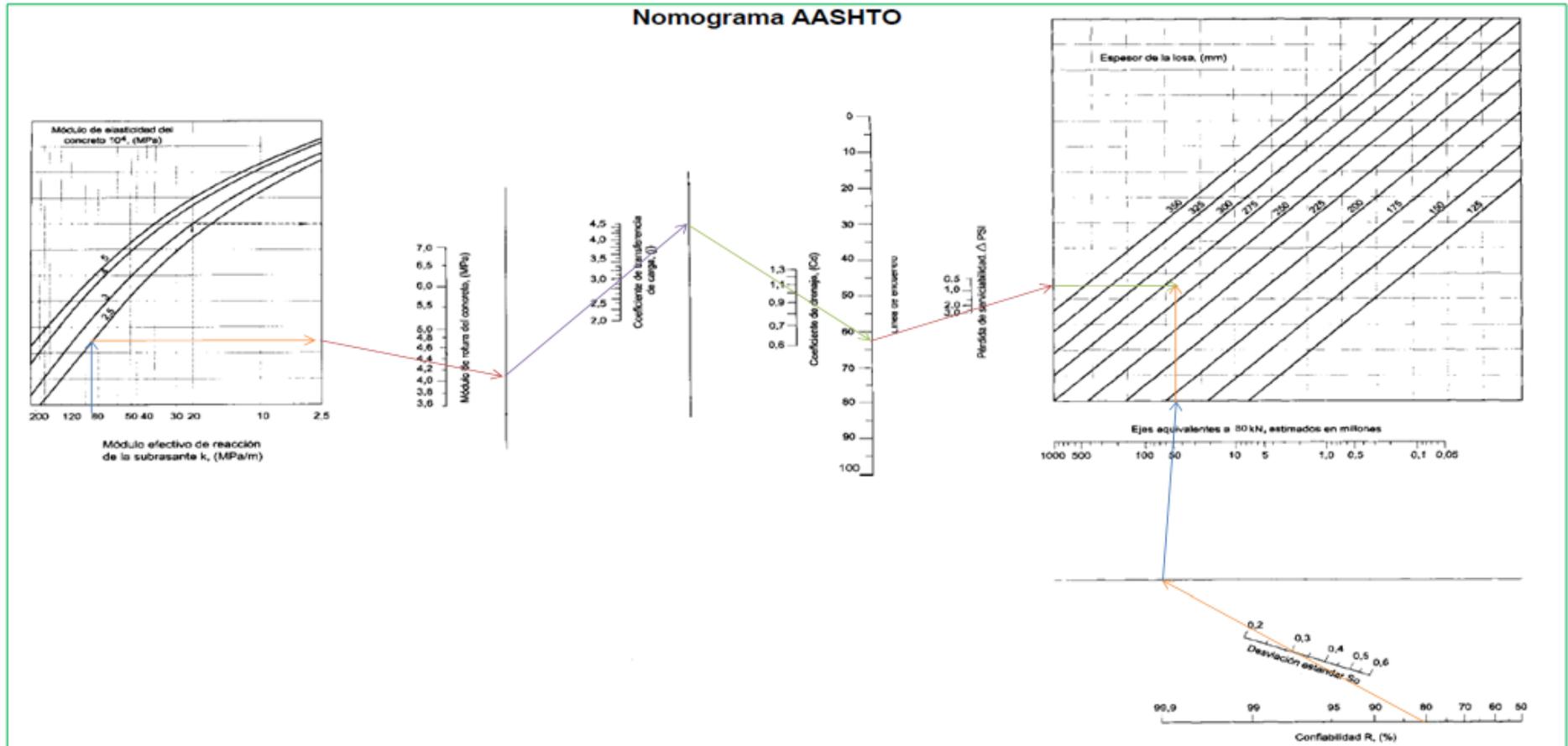
LA PROPORCION EN VOLUMEN		
CEMENTO	ARENA	PIEDRA
1	1.43	2.35

HOJA DE CALCULO DE DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

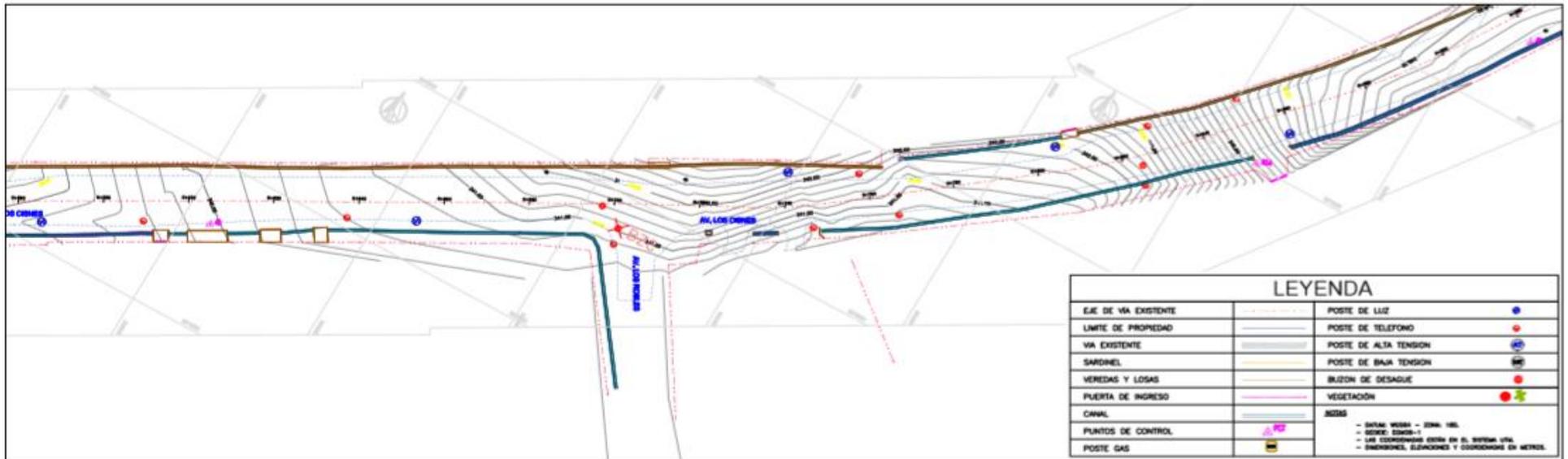
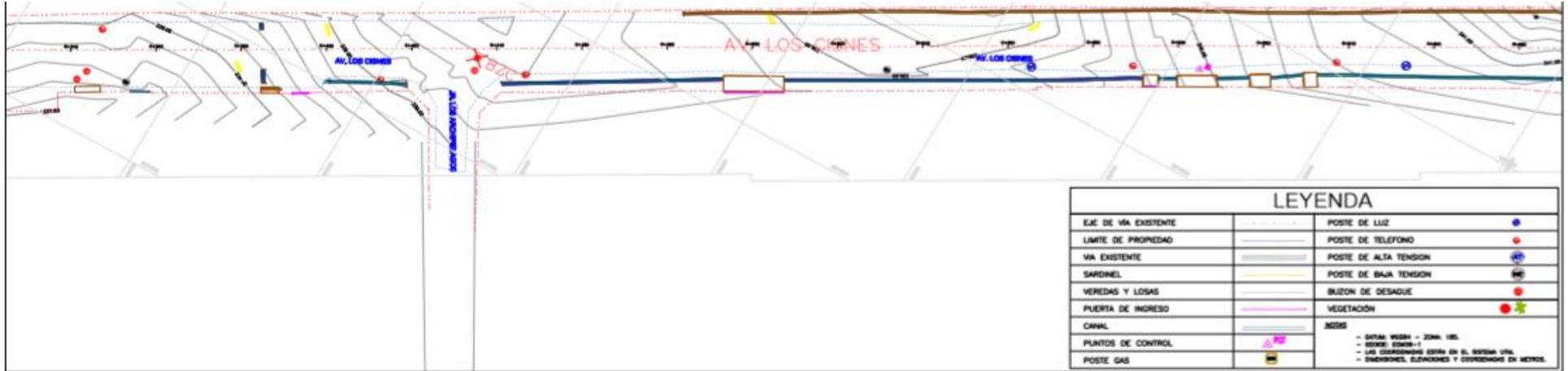
PROYECTO: "Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019"

DATOS:

DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR EL ABACO AASHTO					
K =	94.81	Mpa/m	So =	0.32	
Ec =	24820	Mpa	R =	80 %	ZR = -0.841
S'c =	4.35	Mpa	$\Delta PSI =$	2.5	
J =	2.90		W80 =	7.44×10^6	
Cd =	1.00		D =	258	mm



Plano topográfico



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, [García Alvarez, María Ysabel](#), docente de la Facultad / Escuela de pregrado [Ingeniería y arquitectura](#) y Escuela Profesional / Programa académico [Ingeniería Civil](#) de la Universidad César Vallejo [Lima Este](#) (filial o sede), asesor (a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada:
 “ [Diseño de la carpeta de rodadura del pavimento rígido adicionando escoria de acero en Av. Los Cisnes, Huachipa, 2019](#)”

del (los) autor (autores) [García Yapias, Le-Jhan Juan y Rivera Meza, Juan Diego](#)

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha,

Apellidos y Nombres del Asesor:	
García Alvarez, María Ysabel	
DNI:	Firma
21453567	
ORCID:	
0000-0001-8529-878X	