

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES
PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H.
LAGUNA AZUL - PIURA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Tesistas:

Bach. Ing. Hurtado Manrique Juan Carlos

Bach. Ing. Valdivieso Rau Diana Lisset

Asesor:

Ms. Jenisse Fernández Mantilla

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

“PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES
PLUVIALES UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H
LAGUNA AZUL - PIURA”.

Revisado por:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jenisse', is written over a horizontal line.

Ms. Jenisse Fernández Mantilla

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

“PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES
PLUVIALES UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H
LAGUNA AZUL - PIURA”.

REVISADO Y APROBADO POR:

Ms. Abner Itamar León Bobadilla

Presidente

Ms. Jenisse Fernández Mantilla

Secretaria

Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo

Integrante

“Año de la lucha contra la corrupción e la impunidad”

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

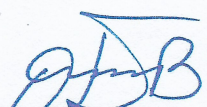
Siendo las once horas de la mañana, del veintisiete de noviembre dos mil diecinueve, en el Pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil del Campus Universitario de la Universidad Nacional del Santa, El Jurado Evaluador integrado por los docentes Ms. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Mg. Jenisse Fernández Mantilla (Secretaria), Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Integrante) y Ms. Atilio Rubén López Carranza (Accesitario), en cumplimiento a la Resolución N° 520-2019-UNS-CFI y Resolución Decanal N° 718-2019-UNS-FI, dan inicio a la sustentación de la Tesis titulada **“PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H. LAGUNA AZUL-PIURA”** presentado por los Bachilleres **HURTADO MANRIQUE JUAN CARLOS** y **VALDIVIESO RAU DIANA LISSET**, quienes fueron asesorados por la Mg. Jenisse Fernández Mantilla, según lo establece la Resolución Decanal N° 0295-2018-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

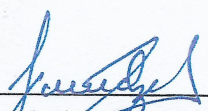
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
HURTADO MANRIQUE JUAN CARLOS	18	MUY BUENO

Siendo las doce horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

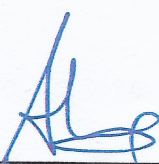
Nuevo Chimbote, 27 de noviembre de 2019



Ms. Abner Itamar León Bobadilla
Presidente



Mg. Jenisse Fernández Mantilla
Secretaria



Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Integrante

"Año de la lucha contra la corrupción e la impunidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

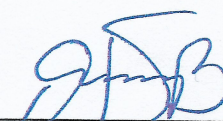
Siendo las once horas de la mañana, del veintisiete de noviembre dos mil diecinueve, en el Pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil del Campus Universitario de la Universidad Nacional del Santa, El Jurado Evaluador integrado por los docentes Ms. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Mg. Jenisse Fernández Mantilla (Secretaria), Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Integrante) y Ms. Atilio Rubén López Carranza (Accesitario), en cumplimiento a la Resolución N° 520-2019-UNS-CFI y Resolución Decanal N° 718-2019-UNS-FI, dan inicio a la sustentación de la Tesis titulada **"PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H. LAGUNA AZUL-PIURA"** presentado por los Bachilleres **HURTADO MANRIQUE JUAN CARLOS** y **VALDIVIESO RAU DIANA LISSET**, quienes fueron asesorados por la Mg. Jenisse Fernández Mantilla, según lo establece la Resolución Decanal N° 0295-2018-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

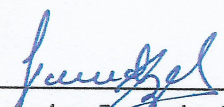
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
VALDIVIESO RAU DIANA LISSET	18	MUY BUENO

Siendo las doce horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 27 de noviembre de 2019



Ms. Abner Itamar León Bobadilla
Presidente



Mg. Jenisse Fernández Mantilla
Secretaria



Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Integrante

Dedicatoria

A Dios por la gran fortaleza y estabilidad que me ha brindado en esta etapa de mi vida, ayudándome cada día a seguir adelante y cumplir con cada una de mis metas.

A mis padres, por el apoyo que siempre me han brindado y con el cual he logrado culminar mis estudios universitarios, siendo para mí, la mejor de las herencias.

Juan Carlos Hurtado Manrique

A mi mamita y mejor amiga, Deysi, por incentivarne a superarme día a día como ser humano y profesional. Porque, cada logro, es de ambas.

A mi compañero de tesis, por su paciencia.

Diana Lisset Valdivieso Rau

Agradecimiento

Agradecemos a nuestros padres por todo el apoyo brindado, no solo en el desarrollo de la presente investigación, si no a lo largo de nuestras vidas.

Agradecemos a nuestra asesora, Ms. Ing. Jenisse Fernández Mantilla, por su orientación constante y por brindarnos su tiempo para guiarnos durante el desarrollo de la presente investigación.

Agradecemos a los ingenieros Edgar Sparrow Álamo, Dante Salazar Sánchez y Yamer Quiroz Ramírez, por la ayuda brindada en la validación de nuestro instrumento, permeámetro de carga variable.

Así mismo, agradecemos al Ing. Osmar Valverde, ingeniero de Sika Perú, por la donación de los aditivos utilizados durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

LOS AUTORES

Índice General

Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
<i>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</i>	15
1 Introducción.....	16
1.1 Antecedentes del problema	16
1.2 Formulación del problema	17
1.2.1 Problema general	17
1.2.2 Problema específico.....	18
1.3 Objetivos:.....	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 Justificación:.....	19
1.5 Limitaciones del trabajo.....	19
1.6 Hipótesis de la investigación.....	19
<i>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</i>	20
2 Marco teórico.....	21
2.1 Antecedentes de la investigación	21
2.1.1 Internacionales.....	21
2.1.2 Nacionales.....	22
2.2 Base teórica	24
2.2.1 Precipitaciones pluviales.....	24
2.2.2 Concreto permeable.....	34
2.2.3 Pavimentos.....	43
2.2.4 Drenaje sostenible.....	50
2.2.5 Pavimento permeable.....	51
2.3 Definición de términos:.....	59
2.4 Marco normativo	61
<i>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS</i>	64
3 Materiales y métodos.....	65
3.1 Tipo de investigación	65
3.2 Nivel de investigación.....	65
3.3 Unidad de análisis	65

3.4	Ubicación	65
3.5	Población y muestra	65
3.6	VARIABLES.....	65
3.6.1	Variable independiente	65
3.6.2	Variable dependiente	65
3.6.3	Matriz de consistencia.....	66
3.6.4	Operacionalización de variables	67
3.7	Instrumentos	69
3.8	Procedimientos	70
3.8.1	Propiedades de los agregados	70
3.8.2	Elaboración de diseño de mezcla del concreto permeable.....	82
3.8.3	Propiedades del concreto permeable:.....	90
3.8.4	Diseño de estructura de pavimento permeable:	106
<i>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES</i>		111
4	Resultados y discusiones	112
4.1	Análisis e interpretación de resultados.....	112
4.1.1	Para el objetivo: realizar el diseño de mezclas de concreto permeable idóneo que alcance una resistencia de 210 kg/cm ²	112
4.1.2	Para el objetivo: determinar las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas del concreto permeable, en estado fresco y endurecido.	116
4.1.3	Para el objetivo: evaluar como alternativa técnica y económica la utilización de pavimento de concreto permeable como drenaje sostenible en comparación al sistema de drenaje convencional.	124
4.2	Discusión.....	126
<i>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>		130
5	Conclusiones y recomendaciones	131
5.1	Conclusiones	131
5.2	Recomendaciones.....	132
<i>CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>		133
6	Referencias bibliográficas y virtuales.....	134
<i>CAPÍTULO VII: ANEXOS</i>		137

Índice De Tablas

Tabla 1. Precipitación máxima en 24 horas.	25
Tabla 2. Máxima en 24 Horas Valores Máximos Anuales.	26
Tabla 3. Periodo de retorno según volumen de tránsito.....	29
Tabla 4. Predicciones de precipitaciones según su distribución y periodo de retorno.	31
Tabla 5. Resultados prueba de bondad de ajuste.....	32
Tabla 6. Precipitaciones e intensidades máximas en 24 horas promedio.	33
Tabla 7. Intensidad por El Niño 1997/1998.....	33
Tabla 8. Límites químicos opcionales para el agua de mezcla combinada.	38
Tabla 9. Tipos de suelo para sub rasante y valores aproximados de K.	57
Tabla 10. Matriz de consistencia.	66
Tabla 11. Operacionalización de variable independiente.	67
Tabla 12. Operacionalización de variable dependiente.	68
Tabla 13. Cantidad mínima de agregado grueso.....	72
Tabla 14. Granulometría del agregado grueso.	73
Tabla 15. Granulometría del agregado fino.	75
Tabla 16. Valores efectivos de b/bo.....	83
Tabla 17. Resumen compactación de probetas cilíndricas y prismáticas.	96
Tabla 18. Pesos de la carga abrasiva.....	98
Tabla 19. Confiabilidad y factores de seguridad recomendados.....	107
Tabla 20. Valores de coeficientes de transmisión de carga.	108
Tabla 21. Tiempos de drenaje para capas granulares.	108
Tabla 22. Valores de coeficientes de drenaje.....	108
Tabla 23. Correlación entre las resistencias a la compresión y Ec.	109
Tabla 24. Factor de pérdida de soporte Ls, por el tipo de base o sub base.	109
Tabla 25. Criterios de diseño.	112
Tabla 26. Cantidad de materiales por diseño de mezcla por 1 m ³	114
Tabla 27. Dosificación de materiales en diseño de mezcla.	114
Tabla 28. Trabajabilidad y cohesión del concreto permeable.....	116
Tabla 29. Revenimiento - cono de abrams invertido.	117
Tabla 30. Peso unitario y contenido de vacíos de la mezcla fresca.	118
Tabla 31. Densidad y contenido de vacíos en estado endurecido.....	119
Tabla 32. Resistencia a la compresión.....	120

Tabla 33. Porcentaje del desgaste.	121
Tabla 34. Resistencia a la flexión.	122
Tabla 35. Coeficiente de Permeabilidad del concreto permeable.....	123
Tabla 36.Comparación económica.....	124



Índice De Figuras

Figura 1. Precipitaciones máximas en 24 horas 1971-2013	27
Figura 2. Sección típica de pavimento rígido.	44
Figura 3. Pavimento de concreto simple sin elementos de transferencia de carga.	45
Figura 4. Pavimento de concreto simple con elementos de transferencia de carga.	46
Figura 5. Pavimento de concreto con refuerzo de acero no estructural.	46
Figura 6. Pavimento de concreto con refuerzo de acero continuo.	47
Figura 7. Sección típica de pavimento flexible.....	48
Figura 8. Capas de pavimento permeable.....	54
Figura 9. Ficha de la cantera Sojo.....	70
Figura 10. Ficha de la cantera Cerro Mocho.....	71
Figura 11. Grafico para encontrar la resistencia a la compresión.....	82
Figura 12. Determinación del volumen de la pasta.....	84
Figura 13. Porosidad del concreto permeable.....	88
Figura 14. Diferentes contenidos de agua, a) poca agua, b) cantidad apropiada de agua, c) demasiada agua	90
Figura 15. Medida del asentamiento del concreto permeable.....	92
Figura 16. Prueba del cono invertido.....	93
Figura 17. Olla de Washington compactada listo para su pesaje.....	94
Figura 18. Capping de probetas cilíndricas para ensayo a compresión.	97
Figura 19. Diagrama de pruebas ASTM C78	102
Figura 20. Permeámetro para ensayo de permeabilidad.	104
Figura 21: Evolución del porcentaje de vacíos del concreto permeable.....	119

Índice De Ecuaciones

Ecuación 1. Corrección del error en granulometría.	74
Ecuación 2. Modulo de finura.....	75
Ecuación 3: Peso específico de masa (Pem).	77
Ecuación 4. Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pesss).	77
Ecuación 5. Peso específico aparente (Pea).	77
Ecuación 6. Absorción – agregado grueso.	77
Ecuación 7. Gravedad específica (OD).	79
Ecuación 8. Gravedad especifica saturado superficialmente seca.	79
Ecuación 9. Gravedad especifica aparente.....	79
Ecuación 10. Absorción - agregado fino.....	79
Ecuación 11. Peso unitario suelto o compactado de los agregados.	80
Ecuación 12. Contenido de humedad.....	81
Ecuación 13. Peso del agregado grueso.....	83
Ecuación 14. Ajuste al peso en estado saturado superficialmente seco.....	84
Ecuación 15. Contenido de cemento.....	85
Ecuación 16. Contenido de agua.....	85
Ecuación 17. Volumen del agregado grueso.....	86
Ecuación 18. Volumen del cemento.....	86
Ecuación 19. Volumen del agua.....	86
Ecuación 20. Volumen de arena.....	87
Ecuación 21. Volumen sólido.....	87
Ecuación 22. Determinación de volumen de vacíos.....	87
Ecuación 23. Corrección por humedad, absorción y aporte – Agregado grueso.....	88
Ecuación 24. Corrección por humedad, absorción y aporte – Agregado fino.....	89
Ecuación 25. Agua efectiva.....	89
Ecuación 26. Peso unitario de concreto permeable en estado fresco.....	94
Ecuación 27. Contenido de vacíos del concreto permeable en estado fresco.....	95
Ecuación 28. Porcentaje de desgaste del concreto permeable en estado endurecido.....	99
Ecuación 29. Densidad del concreto permeable en estado endurecido.....	100
Ecuación 30. Contenido de vacíos del concreto permeable en estado endurecido.....	100
Ecuación 31. Velocidad de carga para resistencia a la flexión.....	102
Ecuación 32. Resistencia a la flexión - caso 1.....	103

Ecuación 33. Resistencia a la flexión - caso 2.....	103
Ecuación 34: Coeficiente de permeabilidad.	105
Ecuación 35: Índice de serviciabilidad.	107
Ecuación 36: Módulo de la resiliencia de la sub-rasante.....	110



Índice De Anexos

Anexo N° 1. Estudio de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.....	138
Anexo N° 2. Estudio de tránsito, IMDA y Esal.....	152
Anexo N° 3. Características del agregado grueso.....	156
Anexo N° 4. Características del agregado fino.....	161
Anexo N° 5. Ficha técnica del cemento.....	166
Anexo N° 6. Ficha técnica de los aditivos.....	168
Anexo N° 7. Diseño de mezclas N°01 (Patrón).....	177
Anexo N° 8. Diseño de mezclas N°02.....	183
Anexo N° 9. Diseño de mezclas N°03 (Óptimo).....	189
Anexo N° 10. Diseño de mezclas N°04.....	195
Anexo N° 11. Resultados de los ensayos a la mezcla en estado fresco.....	201
Anexo N° 12. Resultados de los ensayos a la mezcla en estado endurecido.....	208
Anexo N° 13. Validación de permeámetro de carga variable.....	228
Anexo N° 14. Diseño de pavimento rígido.....	235
Anexo N° 15. Diseño de pavimento permeable.....	244
Anexo N° 16. Factores de corrección promedio para vehículos pesados y vehículos ligeros	255
Anexo N° 17. Metrado, presupuesto y análisis de precios unitarios de drenaje convencional	260
Anexo N° 18. Metrado, presupuesto y análisis de precios unitarios de drenaje sostenible...279	
Anexo N° 19. Panel fotográfico.....	292
Anexo N° 20. Planos.....	314

Resumen

La presente tesis propuso una investigación cuasi - experimental basada en la elaboración de un plan para la evacuación de precipitaciones pluviales, utilizando concreto permeable en el A.H. Laguna Azul – Piura, y así dar solución a los problemas generados por las lluvias, siendo estas las responsables del deterioro de los pavimentos de la ciudad de Piura, así como del colapso del sistema de alcantarillado.

Se elaboraron cuatro diseños de mezclas, los materiales utilizados para la elaboración del concreto permeable fueron: cemento, agua, agregado grueso, agregado fino y aditivo (excepto en el diseño patrón). Todos los diseños de mezcla fueron ensayados para determinar sus propiedades físicas (Asentamiento, revenimiento, peso unitario y contenido de vacíos), propiedades mecánicas (Resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la abrasión) y propiedades hidráulicas (Permeabilidad) en estado fresco y en estado endurecido. Después de realizarse los ensayos, fue elegido un diseño de mezcla adecuado el cual cumplía con los requerimientos mínimos de diseño para un pavimento de concreto permeable el cual fue parte de un sistema de drenaje sostenible.

Así mismo, el sistema de drenaje sostenible fue comparado técnica y económicamente con un sistema de drenaje convencional, para esto se realizó un presupuesto, obteniendo resultados favorables.

Palabras Claves: Concreto, permeable, drenaje, precipitaciones.

Abstract

The present thesis proposed a quasi-experimental investigation based on the elaboration of a plan for the evacuation of rainfall, using permeable concrete in the A.H. Laguna Azul - Piura, and thus give solution to the problems generated by the rains, these being responsible for the deterioration of the pavements of the city of Piura, as well as the collapse of the sewerage system.

Four mixtures design were developed, the materials used for the preparation of permeable concrete were: cement, water, coarse aggregate, fine aggregate and additive (except in the standard design). All mixing designs were tested to determine their physical properties (Settlement, bursting, unit weight and void content), mechanical properties (Compressive strength, flexural strength and abrasion resistance) and hydraulic properties (Permeability) in Fresh state and hardened state. After the tests were carried out, an appropriate mix design was chosen which met the minimum design requirements for a permeable concrete pavement which was part of a sustainable drainage system.

Likewise, the sustainable drainage system was compared technically and economically with a conventional drainage system, for this a budget was made, obtaining favorable results.

Keywords: Concrete, permeable, drain, precipitations.



CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1 Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Las inundaciones son fenómenos naturales producidas por las lluvias que generan pérdidas humanas y económicas, Aponte (2005): “Las inundaciones son los fenómenos de origen natural que más situaciones de desastre generan. Se estima que a nivel mundial ocasionan más pérdidas fatales que incluso los huracanes tropicales (p.02)”.

Torres, V. (9 de julio del 2019). Se reportaron en España lluvias sin precedentes en diferentes partes del país, especialmente en la Ciudad de Navarra, donde una persona perdió la vida. Diario EL PAÍS. Recuperado de https://elpais.com/politica/2019/07/09/actualidad/1562646639_589835.html

Reuters (12 de junio del 2019). Las torrenciales lluvias que se presentaron en china dejaron 49 muertos y 14 desaparecidos, además de 7 mil casas derrumbadas y 300 mil personas evacuadas, las pérdidas económicas fueron estimadas en 1400 millones de dólares. Portal web EXCELSIOR. Recuperado de <https://www.excelsior.com.mx/global/al-menos-49-muertos-en-china-por-lluvias/1318151#view-1>

Redacción BBC News Mundo (9 de julio del 2018). Las fuertes lluvias ocasionaron un centenar de muertos y más de 5 millones de desplazados en el oeste de Japón, siendo Kurashiki una de las ciudades más afectadas. BBC News Mundo. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-44760999>

Redacción BBC News Mundo (19 de agosto del 2018). Se estimó que más de 1000 personas murieron en la India por causas de lluvias que azotaban el país, siendo el estado de Kerala uno de los más afectados con más de 200 000 familias damnificadas. BBC News Mundo. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-45240031>

Centenera, M. (18 de enero de 2017). Las intensas lluvias provocaron en argentina un muerto, más de 7000 evacuados y pérdidas por más de mil millones de dólares, estas lluvias fueron las más intensas de los últimos 55 años. Diario EL PAÍS. Recuperado de https://elpais.com/internacional/2017/01/17/argentina/1484690353_751154.html

Fowks, J. (02 de marzo del 2019). En la zona sur del Perú las lluvias han ocasionado 51 víctimas mortales y 13330 personas afectadas. Diario EL PAÍS. Recuperado de https://elpais.com/internacional/2019/03/01/america/1551474307_152777.html

Redacción Perú 21 (10 de febrero del 2013). La ciudad de Arequipa sufrió daños por 270 millones de soles debido a las lluvias que ese año azotaron a la ciudad, las mismas que causaron daños en infraestructura vial, red de saneamiento, viviendas y mercados. Diario PERÚ 21. Recuperado de <https://peru21.pe/lima/perdidas-arequipa-fuertes-lluvias-suman-s-270-millones-92410-noticia/>

Chapa, J. (27 de enero del 2017). Zonas críticas de Piura siguen vulnerables a las lluvias, miles de pobladores que residen cerca de la Quebrada El Gallo, Laguna los Patos y Laguna azul se encuentran en riesgo de inundaciones. Diario Correo. Recuperado de <https://diariocorreo.pe/edicion/piura/zonas-criticas-de-piura-siguen-vulnerables-a-las-lluvias-727181/>

Agencia andina (25 de febrero del 2019). El puente Independencia que atraviesa el río Piura desde el distrito de Piura al distrito de Castilla ha sido afectado por las lluvias e incremento del caudal del río Piura. Portal web de Andina agencia peruana de noticias. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-aumenta-caudal-del-rio-piura-aporte-intensas-lluvias-743496.aspx>

Altamirano, O. (23 de marzo del 2017). Las calles de la urbanización Ignacio Merino en la ciudad de Piura quedaron inundadas tras intensas lluvias. Portal web TV PERÚ NOTICIAS. Recuperado de <https://www.tvperu.gob.pe/noticias/regionales/piura-calles-de-urbanizacion-ignacio-merino-inundadas-tras-intensas-lluvias>

Flores, A. (27 de marzo del 2019). El fenómeno del niño del año 2017 dejó como consecuencia en la ciudad de Piura, 91 835 damnificados, 310 570 afectados, 17 fallecidos, 39 heridos, 4 desaparecidos, 5724 viviendas colapsadas, 8469 viviendas inhabitables y otras 71008 afectadas además de 711 colegios y 195 centros de salud dañados. Diario El Tiempo. Recuperado de <https://eltiempo.pe/dos-anos-despues-piura-sigue-siendo-vulnerable/>

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

El panorama que viven las ciudades de la costa de la región Piura tras las lluvias es desolador. En todas ellas, no existe ningún sistema de drenaje funcional que permita el uso seguro del suelo.

Debido a que, Piura es una zona cálida, y con un historial de precipitaciones constante. La presencia de lluvias durante los meses de enero, febrero y marzo son producto de las altas temperaturas, las cuales incluso han alcanzado los 39 grados centígrados.

Esta presencia de lluvias forma parte del Fenómeno del Niño, un ciclo natural que se suscita en otros continentes aparte de este, como ocurre en África o en el sureste asiático.

Año tras año este fenómeno es responsable de las grandes inundaciones en Piura, así como del colapso del sistema de alcantarillado. Una de las zonas más afectadas es el A.H. Laguna azul, el cual está constituido por 8 cuadras que ocupan 51,749.80 m² y viven 920 personas, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

En vista de este problema, se planteó el uso de un método de drenaje sostenible que mejore la evacuación de las aguas de lluvia de manera inmediata y así evitar que este lugar se inunde y perjudique el sistema de saneamiento básico.

Este método de drenaje sostenible es el uso de concretos permeables para pavimentar caminos de tránsito moderado. Este material resulta novedoso por permitir drenar el agua de lluvia de manera inmediata y eficiente, en el menor tiempo posible, evitando que se produzca inundaciones o colapsen las redes de agua y desagüe.

¿De qué manera la aplicación de un plan basado en la utilización de concreto permeable, evacua las precipitaciones pluviales en el A.H. Laguna Azul, Piura?

1.2.2 Problema específico

Del problema general se pudo desprender los problemas específicos.

¿Cuál es la dosificación apropiada para el diseño de un concreto permeable idóneo que alcance una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$?

¿Cuáles son las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas del concreto permeable en estado fresco y endurecido?

¿Cuál de los sistemas de drenaje resulta una mejor alternativa técnica y económica?

1.3 Objetivos:

1.3.1 Objetivo general

Elaborar un plan para la evacuación de precipitaciones pluviales utilizando concreto permeable en el A.H. Laguna Azul, Piura.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar el diseño de mezclas de concreto permeable idóneo que alcance una resistencia de 210 kg/cm².
- Determinar las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas del concreto permeable, en estado fresco y endurecido.
- Evaluar como alternativa técnica y económica la utilización de pavimento de concreto permeable como drenaje sostenible en comparación al sistema de drenaje convencional.

1.4 Justificación:

En épocas de lluvia, en el A.H. Laguna Azul en la ciudad de Piura, se presentan inundaciones, las mismas que generan emergencias en la población, ya que no existe un sistema de drenaje pluvial, por esta razón es la importancia de la propuesta planteada en el presente proyecto de investigación, el cual se basa en el empleo de concreto poroso para un pavimento permeable; este concreto presenta propiedades de infiltración de aguas pluviales que permiten la reducción de escurrimientos superficiales, disminuyendo de ésta manera problemas de inundaciones, acumulación de contaminantes y erosión por altas velocidades, además de la posibilidad de reutilización de aguas pluviales para usos no potables.

1.5 Limitaciones del trabajo

- La investigación no cuenta con antecedentes en el A.H. Laguna Azul, que sirvan como referencia para la ejecución de esta investigación.
- La presente investigación se realizó con limitaciones de tiempo y recursos.

1.6 Hipótesis de la investigación

La elaboración de un plan utilizando concreto permeable, evacua las precipitaciones pluviales en el A.H Laguna Azul, Piura.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2 Marco teórico

2.1 Antecedentes de la investigación

Desde el siglo XIX en Europa, se reconocieron los primeros usos del concreto permeable. Sin embargo, sus aplicaciones crecieron especialmente al concluir la Segunda Guerra Mundial, como una respuesta ante la necesidad de reconstruir edificaciones y carreteras con medios limitados. La escasez de materiales, así como el alto costo de estos y su transporte, dieron paso a la utilización de un concreto sin finos que disminuía los contenidos de cemento (pasta) en las mezclas y permitía reciclar escombros. (Fernández y Navas, 2008, p.40).

Fernández y Navas (2008) afirman que:

En Estados Unidos, el concreto permeable surgió en la década de 1970 como una respuesta ante el aumento en los niveles de escorrentía superficial producto de un aumento en áreas urbanizadas con coeficientes de escorrentía altos. Con el tiempo, se dio paso al uso de un material poroso que permitiera transformar la escorrentía superficial en infiltración y además cumpliera una función práctica dentro del desarrollo urbano (i.e. aceras, estacionamientos, canchas de tenis, ciclo vías entre otros). (p.40)

2.1.1 Internacionales.

Solminihaq, Videla, Fernández y Castro (2007) en su trabajo titulado: “**Desarrollo de mezclas de hormigón poroso para pavimentos urbanos permeables**”, Para la Pontificia Universidad Católica de Chile; la cual fue una investigación experimental y descriptiva, tuvo como objetivo el análisis y comportamiento de diferentes dosificaciones de mezclas de hormigón poroso para determinar las dosificaciones que presentaron mejor comportamiento desde el punto de vista mecánico e hidráulico. En este trabajo se concluyó que: los mejores resultados se hallaron a partir de una relación a/c entre 0.35 y 0.38, así mismo para considerar a un concreto como poroso este debe tener como mínimo una tasa de infiltración mayor a 3.5 mm/seg. y para alcanzar ese resultado se necesita 14% de vacíos como mínimo. El mejor resultado a la resistencia a la compresión se obtuvo utilizando aditivo plastificante, (0.5% del peso del cemento), una relación a/c de 0.38 y un porcentaje de vacíos de 14%. Mientras que para una correcta resistencia a la flexión se recomendó utilizar aditivo plastificante, (0.5% del peso del cemento); una relación a/c de 0.35, un porcentaje de vacíos de 20%.

Solano Cerdas, Cindy (2009) en su proyecto final para optar el grado de licenciatura en Ingeniería en Construcción, titulada: **“Análisis de la flexo tracción del concreto permeable”**, para el Instituto tecnológico de Costa Rica; la cual fue una investigación experimental y descriptiva, este trabajo de investigación nos indicó que el uso de aditivos mejora la trabajabilidad en la mezcla, así mismo nos indica que un correcto diseño de mezcla contiene un porcentaje de vacíos entre 15% y 30% y un peso unitario entre 1600 y 2000 kg/m³. Para la elaboración del pavimento del concreto permeable se recomendó el diseño de mezclas con la siguiente dosificación; una relación a/c de 0.30, en relación al cemento, 1 cemento, 4.7 agregado grueso, 0.34 agua, 0.38 agregado fino, 49.50 cc/kg de aditivo reductor de agua y 69.30 cc/kg de aditivo plastificante. Así mismo se realizó la elaboración de un pavimento el cual tuvo una base de 50 cm y una capa de rodadura de concreto permeable de 15 cm de espesor.

2.1.2 Nacionales.

Guizado Barrios, Agneth & Curi Grados, Elvis (2017) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, titulada **“Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú”**, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, la cual fue una investigación experimental y descriptiva, tuvo como objetivo elaborar diseños de mezclas de acuerdo a los requisitos mínimos y evaluar sus diferentes características mecánicas e hidráulicas, así como una comparación económica entre el pavimento flexible, pavimento rígido y un pavimento permeable. Se concluyó que para obtener una buena resistencia y permeabilidad se utilizó una relación a/c de 0.27, y la siguiente dosificación por metro cúbico (m³); Cemento: 428 Kg, Agua: 128 Lt., Agregado grueso: 1555 Kg., Agregado fino: 10% AG y Aditivo reductor de agua: 2% Cemento. Finalmente, al utilizar esta dosificación se obtuvieron los siguientes resultados; una permeabilidad de 0.7 cm/seg, un porcentaje de vacíos en estado fresco de 19.5%, resistencia a la flexión de 3.6 MPa y a la compresión de 22.2 MPa. Así mismo, de la comparación económica se obtuvo los siguientes resultados: 1 ml de pavimento de concreto convencional tuvo un costo de S/. 516.235 y 1 ml de pavimento de concreto permeable tuvo un costo de S/. 461.473.

Cordova Cantero, Raúl (2016) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, titulada **“Determinación del grado de permeabilidad y evaluación de la resistencia a la colmatación, haciendo uso de aditivos de las marcas SIKA y**

EUCO para la fabricación de concreto poroso en la ciudad de Arequipa”, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, la cual fue una investigación experimental y descriptiva, se buscó encontrar la dosificación más óptima para obtener un concreto poroso, así como determinar sus propiedades, se pudo concluir que el uso de aditivos mejora la trabajabilidad e incrementa la resistencia. Se concluye que la dosificación por pie³ con la que se obtuvieron los mejores resultados respecto a la resistencia fue la siguiente; 9.21 kg de cemento, 44.79 kg de agregado grueso de 3/8”, 2.76 litros de agua, 73.67 ml de aditivo Sikament 306 y 15% de porcentaje de vacíos, esta dosificación obtuvo, 307.14 kg/cm² de resistencia a la compresión y 50.45 kg/cm² de resistencia a la flexión, 27% de desgaste, sin embargo presentó 2.33 mm/seg de coeficiente de permeabilidad, siendo un coeficiente bajo. Así mismo se pudo concluir que un pavimento elaborado con concreto poroso resulta más económico que el elaborado con concreto convencional, según el análisis de costos unitarios realizado para la investigación se podría generar un ahorro del 23.83% del costo de elaboración de un pavimento de concreto convencional.

Loyola Lara, Jhordan (2017) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, titulada **“Propuesta de un Pavimento de Concreto Permeable F’c= 210 kg/cm² para la Prolongación Malecón Grau en el Pueblo Joven Florida Baja y Pueblo Joven Florida Alta, Chimbote - 2017”**, Universidad Cesar Vallejo, Chimbote; fue una investigación no experimental y descriptiva; esta investigación tuvo como objetivos proponer un pavimento y elaborar un diseño de mezclas. Se elaboró un diseño de mezcla F’c=210 kg/cm², la dosificación fue la siguiente; 1 bolsa de cemento, 1 bolsa de arena, 4.67 bolsas de piedra y 17.46 litros de agua por bolsa. Así mismo otros de los objetivos fue identificar la resistencia a la compresión, la cual fue 210.84 kg/cm², identificar la resistencia a la flexión, la cual fue 34.65 kg/cm² y determinar la velocidad de infiltración, la cual fue de 0.0051 m/s. Se propuso un pavimento con las siguientes características, una base de 30 cm, dentro del cual contiene una tubería de drenaje de 30 cm de diámetro y una capa de rodadura de concreto permeable de 25 cm de espesor.

2.2 Base teórica

2.2.1 Precipitaciones pluviales.

2.2.1.1 Concepto

Se denomina precipitación, a toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia, etc.) y sólida (nieve, granizo, etc.) y las precipitaciones ocultas (rocío, la helada blanca, etc.). Ellas son provocadas por un cambio de la temperatura o de la presión. La precipitación constituye la única entrada principal al sistema hidrológico continental. (Musi, 2001)

Según Flores y Pacompia (2015) afirman que, las precipitaciones:

Se miden en términos de la altura de lámina de agua y se expresa comúnmente en milímetros. Los aparatos de medición se basan en la exposición a la intemperie de un recipiente cilíndrico abierto en su parte superior, en el cual se recoge el agua producto de su precipitación, registrando su altura. Los aparatos de medición, se clasifican de acuerdo con el registro de las precipitaciones, en pluviómetros (generalmente con lecturas cada 24 horas) y pluviógrafos (que registran la altura de lluvia en función del tiempo, permitiendo determinar la intensidad de la precipitación). (p.56)

2.2.1.2 Estudio de pluviometría

POUYAUD (2001), afirma que:

El estudio de pluviometría es el procesamiento de los datos obtenidos a partir de los pluviómetros en cada una de las estaciones ubicadas en todo el país. Además de la cantidad precipitada, es importante anotar qué tipo de fenómeno se produce (lluvia, llovizna, chubasco, con o sin tormenta) el que ha dado lugar a la precipitación. Los datos se anotan siguiendo el horario del día pluviométrico. (p.17)

El Ing. Valdemar Rodríguez Montenegro en el “**Estudio de Hidrología Hidráulica y Drenaje**”, perteneciente al EXPEDIENTE TÉCNICO: “Mantenimiento Periódico de la Carretera Emp. PE – 1N. (Piura) Santa Ana – Tambo Grande. Tramo: Piura – La Obrilla”; realizó el análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas en 24 horas, utilizando la información disponible de precipitaciones máximas en 24 horas correspondientes al periodo de 1994 a 2010.

Tabla 1.

Precipitación máxima en 24 horas.

ESTACIÓN : MIRAFLORES - 105112
 PARÁMETRO : PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)
 LATITUD : 05° 10' 31"
 LONGITUD : 80° 36' 59.55"
 ALTITUD : 29.50 msnm

DEPARTAMENTO : PIURA
 PROVINCIA : PIURA
 DISTRITO : CASTILLA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX.
1971				1.60	0.90	0.50	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	0.00	1.60
1972	1.50	0.20	66.20	8.40	0.40	0.01	0.10	0.01	0.40	0.20	0.00	1.50	66.20
1973	29.80	15.20	19.40	6.50	0.00	0.40	0.00	0.10	0.40	0.30	2.10	0.30	29.80
1974	1.40	1.40	0.70	2.40	0.30	0.50	0.00	0.00	0.40	0.00	1.40	0.10	2.40
1975	0.30	7.00	5.80	0.30	0.00	-	0.00	1.10	0.00	1.40	0.00	0.00	7.00
1976	13.90	18.80	0.60	0.00	8.20	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	18.80
1977	0.70	12.80	14.10	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	0.01	0.00	0.00	14.10
1978	0.00	0.10	31.90	0.50	0.01	1.20	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	31.90
1979	1.10	0.00	1.00	2.10	4.50	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	4.50
1980	0.20	2.00	6.60	30.30	0.30	0.00	0.00	0.01	0.00	0.40	4.40	2.90	30.30
1981	0.30	0.60	18.40	0.00	0.00	0.00	0.10	0.60	0.00	2.20	0.00	1.40	18.40
1982	0.00	0.00	0.00	2.20	1.20	0.00	0.20	0.00	0.10	1.20	6.70	3.60	6.70
1983	67.30	104.50	98.00	151.40	91.80	130.40	0.50	0.50	0.00	0.00	0.10	4.30	151.40
1984	0.40	13.00	2.60	0.20	1.60	0.00	0.90	0.00	0.00	0.50	0.00	0.10	13.00
1985	2.80	2.40	15.90	0.00	1.30	0.00	0.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.40	15.90
1986	0.70	6.10	0.30	4.40	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	6.10
1987	11.10	28.90	34.90	5.20	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	5.10	0.30	0.00	34.90
1988	3.00	0.20	0.00	4.60	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.90	4.60
1989	2.20	10.10	3.50	-	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	10.10
1990	0.00	0.50	2.40	0.00	1.40	0.01	0.00	0.00	0.00	0.40	-	1.50	2.40
1991	0.20	0.50	1.10	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	3.50	3.50
1992	2.90	4.20	80.20	107.10	11.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	107.10
1993	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
1995	4.70	1.90	0.01	0.90	0.00	0.00	0.20	0.00	0.70	0.30	0.70	6.80	6.80
1996	1.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80
1997	0.01	17.30	0.60	11.50	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.40	2.10	49.50	49.50
1998	173.60	90.00	112.00	53.40	4.40	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.10	0.20	173.60
1999	3.00	16.00	0.70	6.80	0.70	1.30	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	2.40	16.00
2000	2.00	7.30	1.80	6.30	2.00	0.60	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	12.80	12.80
2001	6.20	3.90	61.50	12.60	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.50	0.00	4.30	61.50
2002	0.00	3.40	83.50	91.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	0.40	91.50
2003	4.10	16.00	3.20	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.50	0.00	6.20	1.30	16.00
2004	2.80	0.70	0.00	4.10	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.80	3.40	4.10
2005	1.30	0.50	9.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	9.50
2006	0.00	12.70	13.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.60	13.00
2007	6.20	0.00	2.70	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	6.20
2008	3.50	29.50	16.50	33.00	1.00	0.20	0.90	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	33.00
2009	18.30	9.00	12.00	-	3.60	0.30	0.20	0.00	-	0.00	3.90	1.00	18.30
2010	1.00	35.00	11.50	4.70	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	35.00
2011	1.40	1.80	0.00	9.00	3.00	0.00	3.60	0.00	0.00	0.00	2.20	0.80	9.00
2012	3.10	25.00	11.60	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.20	25.00
2013	0.80	3.80	22.60	0.00	3.40	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.20	22.60

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (1971...2013)

Es importante precisar que la estación seleccionada (MIRAFLORES – 105112), solo tuvo datos pluviométricos hasta el año 2010. La estación Miraflores, fue escogida por su cercanía con la zona de estudio.

Tabla 2.

Máxima en 24 Horas Valores Máximos Anuales.

N°	AÑOS	P.MÁX (mm)
1	1971	1.60
2	1972	66.20
3	1973	29.80
4	1974	2.40
5	1975	7.00
6	1976	18.80
7	1977	14.10
8	1978	31.90
9	1979	4.50
10	1980	30.30
11	1981	18.40
12	1982	6.70
13	1983	151.40
14	1984	13.00
15	1985	15.90
16	1986	6.10
17	1987	34.90
18	1988	4.60
19	1989	10.10
20	1990	2.40
21	1991	3.50
22	1992	107.10
23	1995	6.80
24	1996	1.80
25	1997	49.50
26	1998	173.60
27	1999	16.00
28	2000	12.80
29	2001	61.50
30	2002	91.50
31	2003	16.00
32	2004	4.10
33	2005	9.50
34	2006	13.00
35	2007	6.20
36	2008	33.00
37	2009	18.30
38	2010	35.00

Fuente: "Estudio de Hidrología Hidráulica y Drenaje". Rodríguez (2011). p.19

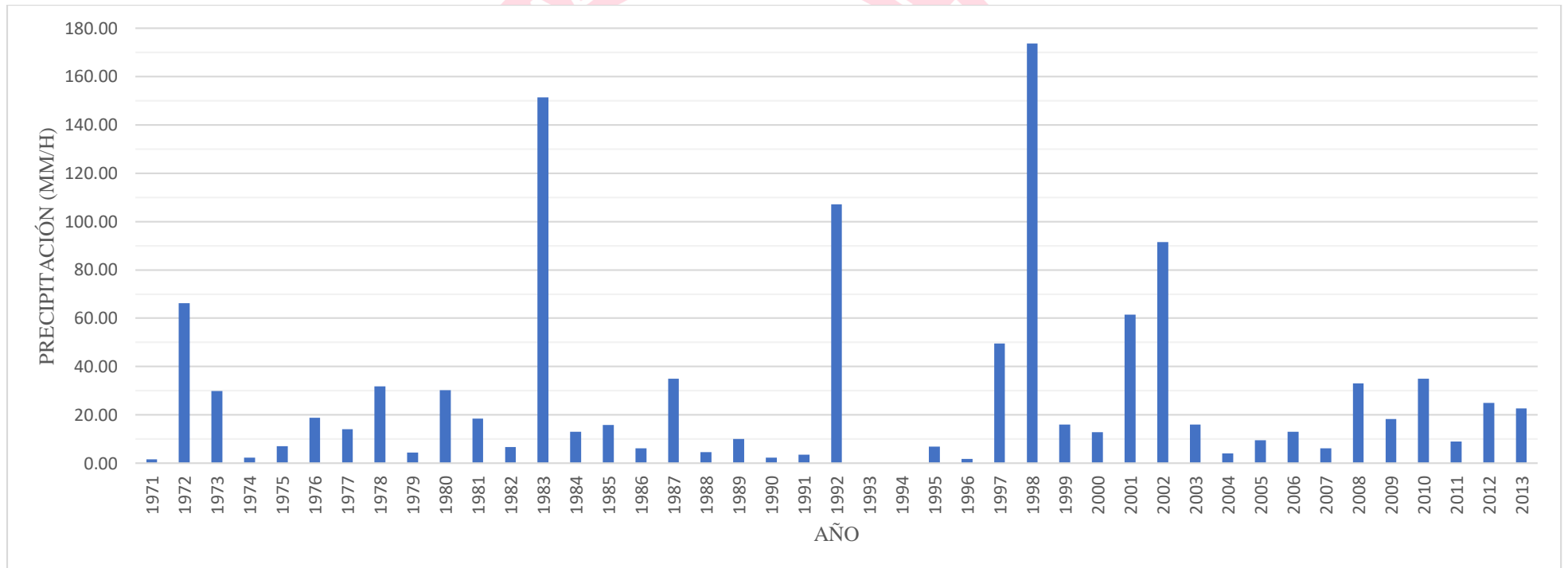


Figura 1. Precipitaciones máximas en 24 horas 1971-2013

Fuente: Elaboración propia. (2019)

2.2.1.3 Intensidad de lluvia de diseño:

Flores y Pacompia (2015), afirman:

La Intensidad de lluvia de diseño se puede considerar como el valor hallado con el método Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia. Las curvas IDF nos indican el volumen de agua de lluvia para un determinado periodo de retorno y duración de precipitación escogidos. (p.71)

El concreto permeable no se diseña con el valor de precipitación antecedente más alto existente (en 24 horas), sino que se selecciona un evento de importante magnitud que se repite cada cierto periodo de tiempo, a este se le llama periodo de retorno.

Con este se garantiza que el sistema se vea excedido en su capacidad pocas veces durante su vida útil. A el periodo de retorno se le suma la intensidad de la lluvia y la duración, aspectos que complementan y permiten hacer la mejor selección de la precipitación de diseño, para dimensionar el volumen de almacenamiento (Interpave, 2008).

2.2.1.3.1 Aspectos para el cálculo de intensidad de lluvia de diseño:

a) Periodo de retorno

Villón (2002), menciona que el periodo de retorno es intervalo de tiempo promedio, dentro del cual un evento de magnitud x, puede ser igualado o excedido, por lo menos una vez en promedio. (p.32)

El Periodo de Retorno de cualquier evento extremo (lluvias torrenciales, temperaturas extremas, huracanes, etc.), se define como el lapso o número de años que, en promedio, se cree que será igualado o excedido, es decir, es la frecuencia con la que se presenta un evento (Méllice y Reason, 2007).

De acuerdo con Zahed e Marcellini (1995), para escoger el tiempo de retorno de una tormenta para los proyectos de obras de SUDS, debió ser considerado de acuerdo con la naturaleza de obras a proyectar y disponibilidad de datos de precipitación de la región de interés.

El Portland Stormwater Management Manual (City of Portland, 2008) establece como criterio de extremos que el pavimento esté correctamente diseñado para

almacenar (sin formación de escorrentía superficial) el volumen de la tormenta de **10 años** de periodo de retorno y duración 24 horas, y que se infiltre (o se evacue si la infraestructura cuenta con drenes) en menos de 30 horas.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones el periodo de retorno considera de 2 a 10 años en sistemas de drenaje pluvial urbanos menores.

En términos prácticos, se acostumbra adoptar como tiempo de retorno en proyectos de estructuras de infiltración total, un tiempo de 10 años (CIRIA, 1996).

En las siguientes tablas se mostrarán criterios de diseño generalizados, para estructuras de control de agua:

Tabla 3.

Periodo de retorno según volumen de tránsito.

CARRETERA BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO (MTC - PERÚ)	PERIODO RETORNO (AÑOS)
Puentes y pontones	100
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarillas de alivio	10-20
Drenaje de la plataforma	10

Fuente: "Estudio de Hidrología Hidráulica y Drenaje". Rodríguez (2011). p.25

➔ Se concluyó que el periodo de retorno elegido para la determinación de la intensidad de diseño, es 10 años.

b) Intensidad de lluvia

Según Villón (2002), define que es la cantidad de agua caída por unidad de tiempo. Lo que interesa particularmente de cada tormenta, es la intensidad máxima que se haya presentado, ella es la altura máxima de agua caída por unidad de tiempo. (p.37)

Según Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), es el caudal de la precipitación pluvial de la superficie por unidad de tiempo. Se mide en milímetros por hora (mm/hr) y también en litros por segundo por hectarea (l/s/Ha).

c) Duración

Según Villón (2002):

Corresponde al tiempo que transcurre entre el comienzo y el fin de una tormenta. Aquí conviene definir el periodo de duración, que es un determinado periodo de tiempo, tomado en minutos u horas, dentro del total que dura la tormenta. Tiene mucha importancia en la determinación de las intensidades máximas. (p.37)

d) Frecuencia

Según Villón (2002), “Es el número de veces que se repite una tormenta, de características de intensidad y duración definidas en un periodo de tiempo ms o menos largo, tomado generalmente en años.” (p.37)

e) Factor de Recurrencia o factor de seguridad

Según Rodríguez (2011): “La frecuencia promedio de recurrencia de lluvias, que se empleará señalará el nivel de protección que se puede proporcionar al sistema proyectado.” (p.48)

Para estimar la intensidad de lluvia de diseño en la ciudad de Piura, se tomó en cuenta que esta deba ser superior a las máximas intensidades de lluvia esperables; siendo este porcentaje adicional el factor de seguridad para el diseño.

Según García (2011): “Esta tasa se reduciría y estabilizaría con el tiempo debido a la colmatación, por lo que se suele recomendar en el diseño adoptar en este valor un factor de seguridad de 10.” (p.03)

2.2.1.3.2 Procesamiento de datos:

a) Distribución de probabilidades:

Según Ugarte (2012):

“El análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes períodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos.” (p.31)

El Ing. Valdemar Rodríguez Montenegro en el “**Estudio de Hidrología Hidráulica y Drenaje**”, perteneciente al EXPEDIENTE TÉCNICO: “Mantenimiento Periódico de la Carretera Emp. PE – 1N. (Piura) Santa Ana – Tambo Grande. Tramo: Piura – La Obrilla”; desarrolla el Método de Abstracciones del SCS, debido a que es aplicable en cualquier zona, simplicidad y fácil aplicación. El autor emplea el Software Hidrológico SMADA 6.43; tomando en cuenta periodos de retorno y distribuciones funciones de distribución de probabilidades, tales como: Log-Normal III, Log Pearson Tipo III y Gumbel.

Las precipitaciones mostradas anteriormente en la Tabla 2, fueron ajustadas a las distribuciones teóricas más utilizadas; Log-Normal III, Log Pearson Tipo III y Gumbel.

Tabla 4.
Predicciones de precipitaciones según su distribución y periodo de retorno.

Tr	Distribución		
	LN3	Gumbel	Log Pearson Tipo III
2	19.86	24.27	14.26
5	53.45	59.4	42.69
10	78.83	82.66	74.56
20	105.32	104.97	121.77
25	114.15	112.05	140.73
50	142.69	133.85	213.93
100	173.06	155.49	313.93

Fuente: “Estudio de Hidrología Hidráulica y Drenaje”. Rodríguez (2011). p.23

b) Pruebas de Bondad de Ajuste

Según Ugarte (2012): “Las pruebas de bondad de ajuste son pruebas de hipótesis que se usan para evaluar si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución elegida.” (p.40)

En el estudio mencionado anteriormente el autor, con la finalidad de tener la veracidad que la distribución teórica se ajustó mejor a los datos de intensidades calculados en la Tabla 4; aplica la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Simirnov. Obteniendo los datos mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 5.
Resultados prueba de bondad de ajuste.

ITEM	DATOS	Probabilidad de excedencia F(x)			Diferencia Delta D	
		Empírica	LN3	Gumbel	LN3	Gumbel
1	173.60	0.026	0.025	0.010	0.00074	0.01590
2	151.40	0.051	0.032	0.018	0.01952	0.03306
3	107.10	0.077	0.056	0.063	0.02062	0.01432
4	91.50	0.103	0.072	0.096	0.03098	0.00680
5	66.20	0.128	0.113	0.187	0.01545	0.05830
6	61.50	0.154	0.124	0.210	0.02971	0.05627
7	49.50	0.179	0.162	0.282	0.01718	0.10273
8	35.00	0.205	0.238	0.394	0.03267	0.18859
9	34.90	0.231	0.238	0.395	0.00773	0.16382
10	33.00	0.256	0.252	0.411	0.00408	0.15478
11	31.90	0.282	0.261	0.421	0.02113	0.13894
12	30.30	0.308	0.274	0.436	0.03344	0.12782
13	29.80	0.333	0.279	0.440	0.05470	0.10677
14	18.80	0.359	0.412	0.547	0.05306	0.18834
15	18.40	0.385	0.419	0.551	0.03410	0.16678
16	18.30	0.410	0.420	0.552	0.01015	0.14216
17	16.00	0.436	0.463	0.576	0.02681	0.14014
18	16.00	0.462	0.463	0.576	0.00117	0.11450
19	15.90	0.487	0.465	0.577	0.02248	0.08989
20	14.10	0.513	0.503	0.596	0.00973	0.08290
21	13.00	0.538	0.529	0.607	0.00931	0.06871
22	13.00	0.564	0.529	0.607	0.03495	0.04307
23	12.80	0.590	0.534	0.609	0.05562	0.01951
24	10.10	0.615	0.609	0.637	0.00593	0.02205
25	9.50	0.641	0.629	0.644	0.01249	0.00267
26	7.00	0.667	0.719	0.670	0.05261	0.00307
27	6.80	0.692	0.727	0.672	0.03510	0.02050
28	6.70	0.718	0.732	0.673	0.01357	0.04510
29	6.20	0.744	0.753	0.678	0.00904	0.06556
30	6.10	0.769	0.757	0.679	0.01227	0.09016
31	4.60	0.795	0.826	0.695	0.03132	0.10032
32	4.50	0.821	0.831	0.696	0.01057	0.12494
33	4.10	0.846	0.851	0.700	0.00482	0.14647
34	3.50	0.872	0.882	0.706	0.00978	0.16597
35	2.40	0.897	0.938	0.717	0.04087	0.18042
36	2.40	0.923	0.938	0.717	0.01523	0.20606
37	1.80	0.949	0.967	0.723	0.01839	0.22563
38	1.60	0.974	0.976	0.725	0.00135	0.24925
					0.05562	0.24925
					Aceptada	Rechazada
					0.2206	

Fuente: "Estudio de Hidrología Hidráulica y Drenaje". Rodríguez (2011). p.24

El Ing. Valdemar Rodríguez Montenegro en el “**Estudio de Hidrología Hidráulica y Drenaje**”, perteneciente al EXPEDIENTE TÉCNICO: “Mantenimiento Periódico de la Carretera Emp. PE – 1N. (Piura) Santa Ana – Tambo Grande. Tramo: Piura – La Obrilla”, brindó los siguientes datos calculados para la intensidad de diseño para Piura; este estudio tomo en cuenta toda la información mencionada anteriormente (Periodo de retorno, factor de recurrencia o factor de seguridad). En la Tabla 6 se muestran los resultados.

Tabla 6.
Precipitaciones e intensidades máximas en 24 horas promedio.

Tr (años)	P diaria (mm)	P 24 horas (mm)	I máx 24 horas (mm/h)
2	19.68	21.65	0.90
5	53.45	58.80	2.45
10	78.83	86.71	3.61
20	105.32	115.85	4.83
25	114.15	125.57	5.23
50	142.69	156.96	6.54
100	173.06	190.37	7.93

Fuente: “Estudio de Hidrología Hidráulica y Drenaje”. Rodríguez (2011). p.27

Así mismo, la máxima intensidad de lluvia registrada en la época del **Niño 1997/1998** según CENEPRED (2015) es la siguiente:

Tabla 7.
Intensidad por El Niño 1997/1998

Lugar	Fecha	Intensidad
Cajamarca	23 de marzo 1997	80 mm/h
Piura	25 de enero 1998	103 mm/h
Sullana	24 de marzo 1998	119 mm/h

Fuente: CENEPRED (2015)

2.2.2 *Concreto permeable.*

2.2.2.1 Concepto

ACI 522R-10 (2011), afirma que:

“El termino concreto permeable describe un material cercano al slump cero, compuesto por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de agregado fino, aditivos y agua. Estos ingredientes permiten obtener un material resistente con poros interconectados de aberturas entre 2 y 8 mm que permiten que el agua infiltre fácilmente. El contenido de vacíos que permite que el agua fluya está en el rango de 15 y 35% con una resistencia a la compresión típica de 28 a 280 kg/cm². La permeabilidad se encuentra aproximadamente entre 81 y 730 L/min/m² y depende del tamaño de los agregados y la densidad de la mezcla.” (p. 01).

2.2.2.2 Aplicaciones:

Según ACI 522R-10 (2011):

“La principal virtud del concreto permeable es el adecuado manejo del agua de lluvia debido a su porosidad, este concreto se usa principalmente en:

- Pavimentos de bajo volumen de tránsito.
- Caminos residenciales.
- Callejones y entradas para vehículos.
- Ciclo vías.
- Pavimentos para estacionamientos.
- Planta de tratamiento de aguas residuales en lechos de lodos.
- Cubiertas de piscinas.
- Canchas deportivas.
- Caminos para peatones.
- Zonas para lavados de autos.
- Patios y jardines.” (p.03)

2.2.2.3 Ventajas:

Las ventajas que se obtiene al usar concreto permeable son las siguientes:

- No interrumpe el ciclo hidrológico del agua, permitiendo la recarga de los acuíferos, por lo que es considerado un concreto ecológico.

- Favorece la aireación del suelo, que es el abastecimiento de oxígeno de las raíces de las plantas, ayudando así al mantenimiento de las áreas verdes de las áreas urbanas.
- Reduce la temperatura de la superficie, debido a su porcentaje de vacíos es autoventilado, disminuyendo así el efecto de “isla de calor urbano”.
- Retiene contaminantes como aceites y otros derivados del petróleo en su estructura, evitando así la contaminación de las fuentes de agua.
- Por ser un material granular, sin arena, las cargas transmitidas al pavimento se descomponen y distribuyen en forma heterogénea debido a la existencia de puntos de contacto aleatorios. Por ello la carga que llega al terreno es repartida en un área mucho mayor a la que resulta en el caso de los pavimentos con bases tradicionales.
- Evita el hidroplaneo o acuaplaneo de las llantas de los autos, disminuyendo el riesgo de accidentes.
- Permite realizar la reducción o eliminación de alcantarillas para agua pluviales.
- Reduce el ruido generado por el tránsito vehicular.
- Se puede hacer con distintos tipos de piedra y en variedad de colores, obteniendo buenos acabados.
- Es una solución económica, comparada con otros métodos de drenaje.
- Cuando es utilizado en pavimentos, se logra un mayor tiempo de vida y menor costo de mantenimiento en comparación a otro tipo de pavimentos.
- Al utilizar concreto permeable se reduce en un 25 % la presencia fisuras en comparación a un concreto convencional, debido a la baja retracción por el índice de vacíos.

2.2.2.4 Desventajas:

El concreto permeable presenta desventajas que deben conocerse y tener en cuenta, esas desventajas son las siguientes:

- El concreto permeable ofrece poca resistencia al desgaste, por lo que solo puede utilizarse en pistas de tránsito ligero.
- No debe ser colocado en superficies expuestas a aguas contaminadas, ya que puede llegar a contaminar las fuentes de aguas subterráneas.

- No puede ser reforzado con acero, debido a que se oxidaría por el agua que pasa a través de la estructura.
- Con el paso del tiempo los poros pueden obstruirse con material fino, lo que generaría pérdida de la permeabilidad, por lo que es recomendable darle mantenimiento.
- No es recomendable utilizar este tipo de concretos en suelos cuando el suelo tenga pendiente mayor al 20%.
- No es recomendable la utilización de este tipo de concreto en climas fríos, o que este expuesto a congelamiento ya que puede obstruir los poros y las salidas.
- El suelo sobre el cual será colocado el concreto permeable deberá tener una tasa de filtración mínima de 13mm/h., para poder asegurar correcta filtración de agua que paso a través del concreto permeable

2.2.2.5 Materiales

2.2.2.5.1 Cemento portland:

Los cementos portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos hidráulicos de calcio. Los cementos hidráulicos fraguan y endurecen por la reacción química con el agua. Durante la reacción, llamada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una masa similar a una piedra, llamada pasta. (Portland Cement Association, 2004, p. 25)

2.2.2.5.2 Agregados:

Según Chaina (2017):

Define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400. Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto. (p.39)

En la elaboración del concreto permeable, se utiliza agregado grueso y agregado fino, este último dependiendo o no del diseño requerido.

a. Agregado grueso:

Según el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección: Suelos y Pavimentos (2013), afirma que el agregado grueso:

“Se considera como tal, la porción del agregado retenida en el tamiz de 4.75 mm (Nº. 4). Dicho agregado deberá proceder fundamentalmente de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables.” (p.805)

En la elaboración del concreto permeable se tuvo en cuenta que una distribución granulométricamente estrecha disminuye la resistencia a la compresión y la flexión. Por eso se usó agregado grueso entre 3/4” y 3/8”. Con el cual podemos asegurar buena resistencia del concreto sin afectar su permeabilidad.

Según ACI 522R-10 (2011):

“El agregado grueso usado en el concreto permeable es de un solo tamaño o clasificado entre 3/4 y 3/8 pulg. (19 y 9.5 mm). El agregado utilizado debe cumplir Requisitos de ASTM D448 y C33 / C33M.” (p. 06).

b. Agregado fino:

Según el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección: Suelos y Pavimentos (2013), afirma que el agregado fino:

“Se considera como tal, a la fracción que pasa el tamiz de 4.75 mm (Nº. 4). Proviene de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que resulte adecuado, de acuerdo al Proyecto. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del 30% de la masa del agregado fino.” (p.803)

Según ACI 522R-10 (2011):

“El contenido de agregado fino es limitado en mezclas de concreto permeables porque tiende a comprometer la conectividad del sistema de poros. La adición de agregado fino puede aumentar la resistencia a la compresión y densidad, pero reducen correspondientemente el flujo de agua a través de la masa de concreto permeable.” (p. 06).

2.2.2.5.3 Agua:

Según el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección: Suelos y Pavimentos (2013), afirma:

“El agua es compuesto líquido, sin olor, sabor o color; en la construcción la sustancia utilizada deberá ser de preferencia, agua potable. El agua utilizada en la mezcla del concreto permeable cumple dos funciones, una parte del agua utilizada permite la hidratación del cemento, el resto de agua tiene como función hacer la mezcla trabajable, con el tiempo, el agua utilizada para hacer trabajable la mezcla no presenta ninguna alteración y se evapora, dejando vacíos que disminuyen la resistencia y durabilidad del concreto, por eso es importante controlar la cantidad de agua que se debe adicionar al concreto permeable.” (p.802)

El agua que se utilizara para la elaboración del concreto permeable debe cumplir con los mismos requisitos que para el concreto convencional los cuales se detallan en NTP 339.088.

Tabla 8.
Limites químicos opcionales para el agua de mezcla combinada.

LIMITES QUIMICOS OPCIONALES PARA EL AGUA DE MEZCLA COMBINADA		
	Límite	Métodos de ensayos
Concentración máxima en el agua de mezcla combinada, ppm ^A		
A. Cloruro como Cl, ppm		
1. En concreto pretensado, tablero de puentes, o designados de otra manera.	500 ^B	NTP 339.076
2. Otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan aluminio embebido o metales diversos o con formas metálicas galvanizadas permanentes.	1 000 ^B	NTP 339.076
B. Sulfatos como SO ₄ , ppm	3000	NTP 339.074
C. Alcalis como (Na ₂ O + 0.658 K ₂ O), ppm	600	ASTM C 114
D. Sólidos totales por masa, ppm	50 000	ASTM C 1603

^A ppm es la abreviación de partes por millón.

^B Cuando el productor pueda demostrar que estos límites para el agua de mezcla pueden ser excedidos, los requerimientos para el concreto del Código ACI 318 regirán. Para condiciones que permiten utilizar cloruro de calcio (CaCl₂) como aditivo acelerador, se permitirá que el comprador pueda prescindir de la limitación del cloruro.

Fuente: NTP 339.088. (2006). p.10.

Según el ACI 522R-10 (2011): “Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación relativamente baja de agua - cemento (a/c) (típicamente de 0.26 a 0.40) porque una cantidad excesiva de agua conducirá al drenaje de la pasta y la subsiguiente obstrucción del sistema de poros.” (p.6)

2.2.2.5.4 Aditivos:

Según la Norma E.060 (Concreto Armado) del “Reglamento Nacional de Edificaciones” (2006), afirma que un aditivo es:

“Sustancia añadida a los componentes fundamentales del concreto, con el propósito de modificar algunas de sus propiedades.” (p.03)

Según la norma ASTM C 494, los aditivos se clasifican en:

- Tipo A – Reductores de agua (Plastificantes).
- Tipo B – Retardantes
- Tipo C – Acelerantes
- Tipo D – Reductores de agua con Retardantes
- Tipo E – Reductores de agua con Acelerantes
- Tipo F – Reductores de agua de alto rango o Súper plastificantes
- Tipo G – Reductores de agua de alto poder y Retardantes.

En el reporte ACI 522R-10, que rige la elaboración del concreto permeable nos menciona que:

- Se utiliza aditivo reductor de agua, dependiendo de la relación agua – cemento (a/c) de la mezcla.
- Los aditivos retardantes, son comúnmente usados en el concreto poroso, ya que se utilizan para estabilizar y controlar la hidratación del cemento, y son útiles en climas cálidos.
- La norma también menciona a los aditivos aceleradores, que suelen ser usados cuando el concreto permeable se coloca en climas fríos.
- También se pueden utilizar aditivos modificadores de la viscosidad los cuales mejoran la trabajabilidad de la mezcla de concreto permeable.
- Los aditivos que incorporan aire, se pueden utilizar en ambientes donde se puede dar la congelación y descongelación del concreto permeable.

Según el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección: Suelos y Pavimentos (2013), afirma que los aditivos:

“Se podrán usar aditivos de reconocida calidad para modificar las propiedades del concreto, con la finalidad de adecuarlo a las condiciones especiales del pavimento por construir. Su empleo se deberá definir por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con las dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin que se perturben las propiedades restantes de la mezcla, ni representen peligro para la armadura que pueda tener el pavimento.” (p.809)

En esta investigación se utilizaron los siguientes aditivos de la marca SIKA

a. SIKA® VISCOCRETE®-3330:

Aditivo súper plastificante de tercera generación para concretos. Ideal para elevar la resistencia del concreto a temprana edad. Este aditivo cumple con la norma ASTM C-494 tipo G y ASTM C-1017.

Según la hoja técnica del producto SIKA® VISCOCRETE®-3330 (2015):

“Usos:

- Acelera la fragua del concreto.
- Concreto con alta reducción de agua (hasta 30%).
- Concreto de alta resistencia.
- Concreto auto-compactante.

Características/Ventajas:

Gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia)
- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
- Adecuado para la producción de concreto auto-compactante.
- Incrementa las altas resistencias iniciales (producción de prefabricados)
- Aumenta la durabilidad del concreto.
- Reduce la exudación y segregación.

- Aumenta la cohesión del concreto.
- Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- Comportamiento mejorado de contracción y deslizamiento.
- Reduce la carbonatación del concreto.” (p.01 y p.02)

b. SIKAMENT® TM-140

Aditivo súper plastificante, reductor de agua de alto poder y economizador de cemento. Cumple con las normas ASTM C 494, aditivo tipo F y ASTM C 1017.

Según la hoja técnica del producto SIKAMENT® TM-140 (2015):

“USOS:

- Como Plastificante: Adicionándolo a una mezcla de consistencia normal se consigue fluidificar el concreto o mortero facilitando su colocación y su bombeabilidad en elementos esbeltos densamente armados y en la construcción de estructuras civiles prefabricadas. Permite recuperar el asentamiento del concreto premezclado sin alterar sus tiempos de fraguado ante demoras en la colocación del mismo.
- Como Superplastificante: Adicionándolo disuelto en la última porción del agua de amasado permite reducir, de acuerdo con la dosis usada, hasta un 30% del agua de la mezcla, consiguiéndose la misma trabajabilidad inicial y obteniéndose un incremento considerable de las resistencias a todas las edades. Sikament®TM-140 es ideal para la elaboración de prefabricados y concretos de altas resistencias finales. Mediante su uso la impermeabilidad y durabilidad del concreto o mortero se ven incrementadas notablemente.

Características/Ventajas: El Sikament® TM -140 proporciona los siguientes beneficios tanto al concreto fresco como al concreto endurecido.

Como plastificante:

- Mejora considerablemente la trabajabilidad de la mezcla.
- Facilita el bombeo y colocación del concreto a mayores alturas y a distancias más largas.
- Disminuye el riesgo de cangrejeras en el concreto de estructuras densamente armadas y esbeltas.

- Mejora considerablemente el acabado del concreto y reproduce la textura de la formaleta.
- Se puede emplear para recuperar el asentamiento perdido en el concreto premezclado ya que no retarda el fraguado del mismo en climas medios y fríos.
- Evita la segregación y disminuye la exudación del concreto fluido. Disminuye los tiempos de vibrado del concreto.
- Puede redosificarse el material hasta completar una dosis del 2% del peso del cemento sin alterar la calidad.

Como Súper plastificante:

- Aumenta la resistencia inicial del concreto hasta un 80% aproximadamente.
- Incrementa la resistencia final del concreto en un 40% aproximadamente a los 28 días de edad.
- Reduce considerablemente la permeabilidad del concreto, aumentando su durabilidad. Densifica el concreto y mejora su adherencia al acero de refuerzo.
- Reduce en alto grado la exudación y la retracción plástica.
- Gran economía en los diseños por la reducción de cemento alcanzable.” (p.01 y p.02)

2.2.3 Pavimentos

2.2.3.1 Concepto

Montejo (2002), afirma que los pavimentos son, “Un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados.” (p.01)

Montejo (2002), menciona lo siguiente:

Las funciones principales de los pavimentos consisten en:

- Obtener una capa de rodadura uniforme en color y textura, que resista la acción del tránsito vehicular proyectado, y los diversos fenómenos ambientales pronosticados en la zona.
- Conseguir transmitir adecuadamente los esfuerzos a las siguientes capas del pavimento (base, sub – base y sub rasante), de modo que estas no se deformen de manera perjudicial, por lo tanto, es preciso considerar un adecuado proceso constructivo del pavimento.

Las mezclas asfálticas y el concreto hidráulico son los materiales utilizados para la construcción del pavimento urbano, ya que tienen una buena resistencia, rendimiento y permiten el paso constante de vehículos sin sufrir grandes daños. (p.02)

2.2.3.2 Características de los pavimentos:

Las características y propiedades de los pavimentos variarán, con respecto a la función predestinada del espacio a pavimentar. Por lo tanto, algunas de las características que deben cumplir los pavimentos son:

- “Ofrecer una superficie plana, encima de la cual se pueda caminar sin dificultad.
- Ser resistentes a los cambios bruscos de la temperatura y los impactos de algún cuerpo proyectado con violencia, sobre todo en pavimentos exteriores.
- Ser ligero, en especial si se trata de pavimentos interiores, a fin de evitar que sean un peso muerto excesivo para el edificio.” García y Boixad (2009).

Montejo (2002), afirma que los pavimentos deben cumplir como mínimo las siguientes características:

- “Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.

- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.” (p.02)

2.2.3.3 Clasificación de los pavimentos:

2.2.3.3.1 Pavimento rígido:

Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o sub base. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la sub-rasante (HASS R. Hudson, 1993).

Este tipo de pavimentos transmiten directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.

La sección transversal típica de un pavimento rígido es como se muestra en la imagen Figura 2.

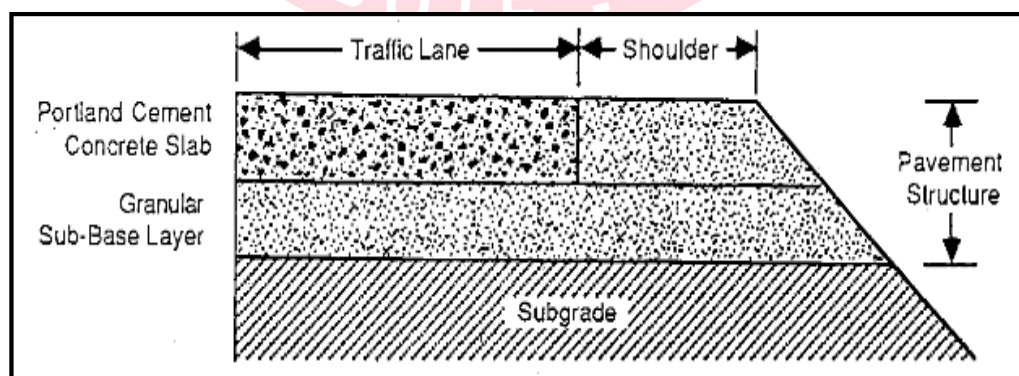


Figura 2. Sección típica de pavimento rígido.

Fuente: The Management Process. Hass R. Hudson (1993). p. 09

Actualmente existen tres tipos de pavimentos rígidos:

a. Pavimento de concreto simple:

Según ASOCEM (1998) son, “aquellos que no presentan refuerzo de acero ni elementos para transferencia de cargas. En ellos, el concreto asume y resiste tensiones producidas por el tránsito y el entorno, como las variaciones de temperatura y humedad.” (p.01)

- Sin elementos de transferencia de carga: En este tipo de pavimentos no se requiere utilizar refuerzos de acero (elementos de transferencia de carga), ya que esta se logra mediante la unión de los agregados o el uso de juntas de contracción transversal cada 4 y 7.5 metros. Estas últimas inducen el agrietamiento propio del concreto, por las tensiones originadas gracias a los cambios de temperatura y humedad. Además, esta clase de pavimento es utilizado cuando el tráfico en la zona de construcción es ligero, y el clima es templado. (ASOCEM, 1998, p.02)

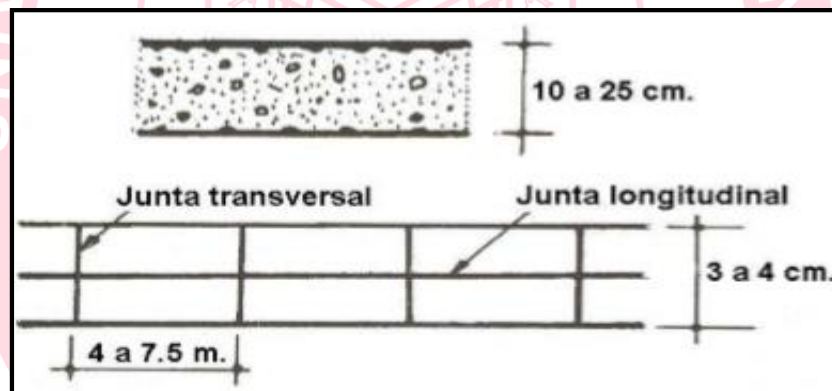


Figura 3. Pavimento de concreto simple sin elementos de transferencia de carga.

Fuente: Boletín Técnico N°081 “Tipos de Pavimentos de concreto”. ASOCEM (1998). p.01.

- Con elementos de transferencia de carga: Este tipo de pavimento, permite aumentar las distancias entre juntas, variando entre 7.5 a 9 metros; esto gracias al refuerzo de pequeñas barras de acero liso (dowels), los cuales se ubican de forma transversal al pavimento. (ASOCEM, 1998, p.02)

Según la Asociación de Cemento Portland (PCA, por sus siglas en ingles), “este tipo de pavimento es recomendable para tráfico diario que exceda los 500 ESAL’s (ejes simples equivalentes), con espesores de 15 cm o más.”

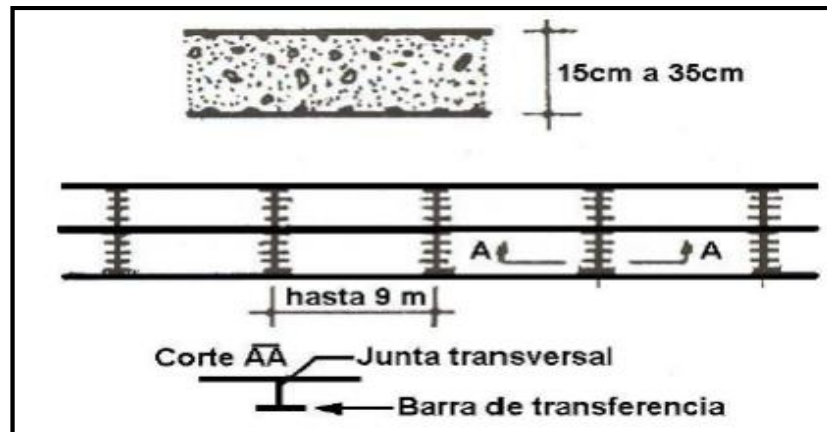


Figura 4. Pavimento de concreto simple con elementos de transferencia de carga.

Fuente: Boletín Técnico N°081 “Tipos de Pavimentos de concreto”. ASOCEM (1998). p. 02.

b. *Pavimento de concreto con refuerzo de acero:*

Este tipo de pavimentos son aquellos que presentan juntas muy espaciadas; estas se encuentran repartidas a lo largo de la losa con la finalidad de disipar y mantener cerradas las fisuras de contracción.

- Con refuerzo de acero no estructural: Según ASOCEM (1998), este tipo de pavimentos son, “Pavimentos que tienen el refuerzo de acero en el tercio superior de la sección transversal, generalmente a no menos de 5 cm bajo la superficie. El refuerzo no cumple función estructural y su finalidad es resistir las tensiones de contracción del concreto en estado joven y controlar los agrietamientos.” (p.03)

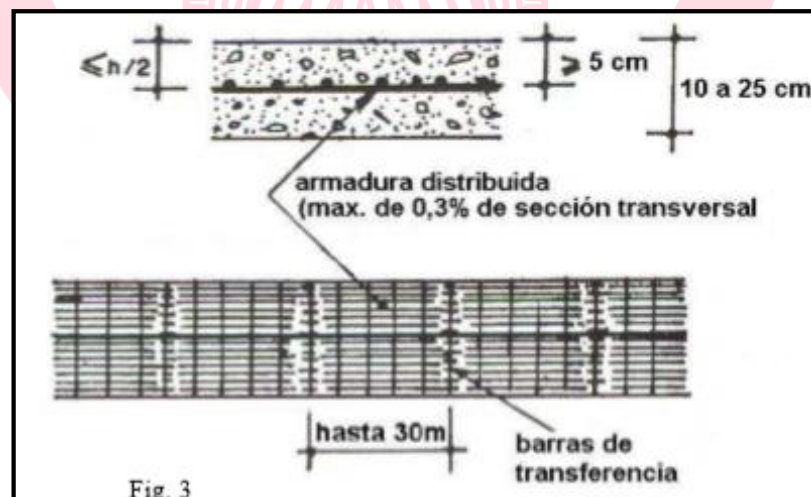


Figura 5. Pavimento de concreto con refuerzo de acero no estructural.

Fuente: Boletín Técnico N°081 “Tipos de Pavimentos de concreto”. ASOCEM (1998). p. 03.

- Con refuerzo de acero estructural: Según ASOCEM (1998), en este tipo de pavimentos, “el refuerzo de acero asume tensiones de tracción y compresión. De esta manera, es posible reducir el espesor de la losa, hasta 10 o 12 cm. Las dimensiones de las losas son similares a los tipos anteriores, pues el acero no atraviesa la junta transversal para evitar la aparición de fisura.” (p.04)

c. *Pavimento de concreto con refuerzo continuo:*

Según ASOCEM (1998), “La fisuración es controlada por una armadura continua en el medio de la calzada, diseñada para admitir una fina red de fisuras que no comprometan el buen comportamiento del pavimento.” (p.03)

Este tipo de pavimentos es utilizado mayormente en ciudades con clima frío y como recubrimiento de pavimentos asfálticos deteriorados.

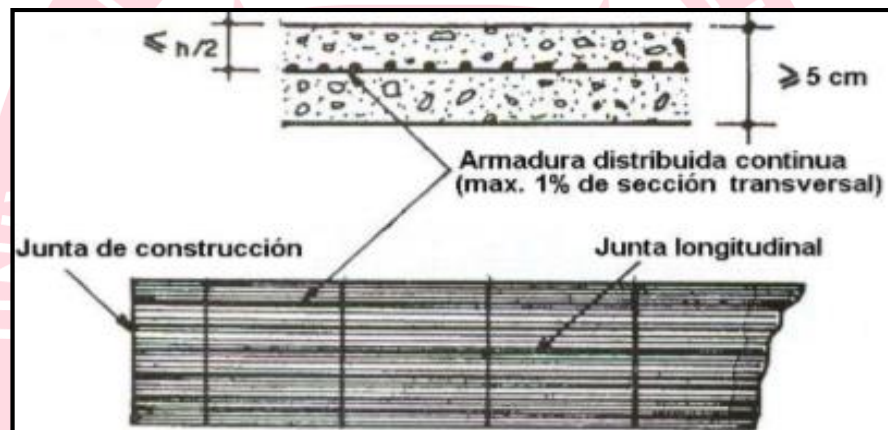


Figura 6. Pavimento de concreto con refuerzo de acero continuo.

Fuente: Boletín Técnico N°081 “Tipos de Pavimentos de concreto”. ASOCEM (1998). p. 03.

2.2.3.3.2 PAVIMENTO FLEXIBLE:

El pavimento flexible está conformado por: una superficie de rodadura relativamente delgada, la cual se encuentra posicionada sobre uno o dos capas de material granular (Base y sub – base), todas las capas mencionadas anteriormente se asientan sobre la sub rasante (terreno natural); las capas que conforman el pavimento incluyendo la sub rasante deben encontrarse debidamente compactadas, para asegurar el buen comportamiento de la estructura del pavimento. (Hass R. Hudson, 1993, p.10)

La sección transversal típica de un pavimento rígido es como se muestra en la imagen.

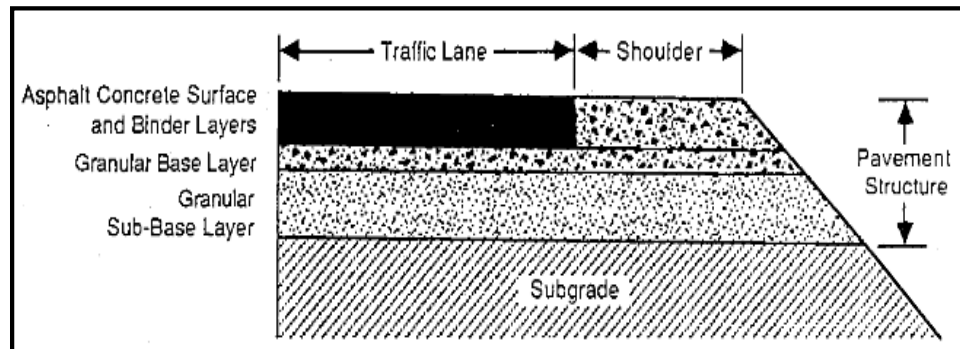


Figura 7. Sección típica de pavimento flexible.

Fuente: The Management Process. Hass R. Hudson (1993). p. 10.

MONTEJO (2002), dice firma: “Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub-base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.” (p.02)

2.2.3.3.3 Pavimento semi-rígido:

Según el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección: Suelos y Pavimentos (2013), afirma que los pavimentos semirrígidos:

“Comprende los pavimentos cuya estructura está compuesta por una capa asfáltica y bases tratadas con asfalto, cemento y cal, esta solución se recomienda aplicar sobre sub-rasantes de categoría buena o con $CBR \geq 20\%$ y para tráficos mayores a 1’000,000 de EE.” (p.211)

“El empleo de aditivos en las bases, tiene como finalidad básica, corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción.” (MONTEJO, 2002, p.05)

2.2.3.3.4 Pavimento articulado:

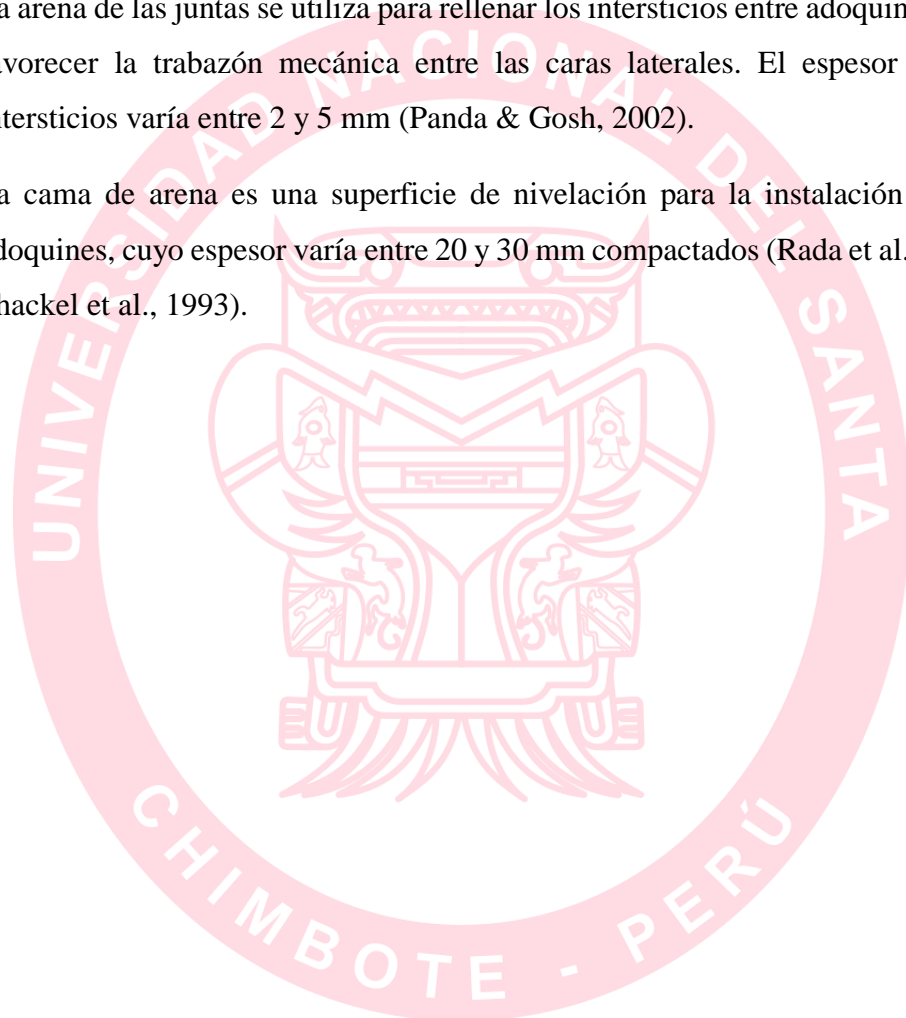
Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concretos prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente

sobre la sub-rasante, dependiendo de la calidad de ésta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circularan por dicho pavimento. (MONTEJO, 2002, p.07)

El adoquín constituye la superficie de rodadura. Su espesor varía entre 50 y 100 mm dependiendo de las solicitaciones de carga (Morrish, 1980; BSI, 2001a). Su resistencia a la compresión varía entre 25 y 45 MPa (Morrish, 1980; ASCE, 2010).

La arena de las juntas se utiliza para rellenar los intersticios entre adoquines para favorecer la trabazón mecánica entre las caras laterales. El espesor de los intersticios varía entre 2 y 5 mm (Panda & Gosh, 2002).

La cama de arena es una superficie de nivelación para la instalación de los adoquines, cuyo espesor varía entre 20 y 30 mm compactados (Rada et al., 1990; Shackel et al., 1993).



2.2.4 *Drenaje sostenible*

2.2.4.1 Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS):

Rodríguez (2008), afirma que los SUDS: “Son aquellos mecanismos dispuestos a solucionar los problemas asociados al agua de lluvia en las ciudades, pudiendo aplicarse también en carreteras, puertos, aeropuertos, y cualquier otra zona urbanizada que requiera de un sistema de drenaje de aguas pluviales.” (p.11)

Lasa (2004) afirma que: “el drenaje sostenible pretende tratar de forma natural el agua de lluvia y aprovecharla en lo posible, sin convertirla en agua residual, con el objetivo de completar la labor realizada por los sistemas de drenaje convencionales” (p.30)

Los SUDS (Sistemas urbanos de drenaje sostenible) minimizan los impactos en el ciclo hidrológico por medio de prácticas de control en la fuente, reduciendo la entrada de contaminantes a las aguas lluvias de escorrentía, y de prácticas que incentivan el manejo del agua lluvia en el lugar donde se producen, realizando tratamientos temporales, fomentando la detención y la infiltración. Al ocurrir esto, los medios convencionales de drenaje aguas abajo de los nuevos sistemas mantendrían su capacidad total de drenaje al no verse excedido en ningún momento su caudal de diseño. (Ciria, 2007; Delleur, 2003; Durrans, 2003).

Según Rodríguez (2008), afirma que:

Las corrientes de drenaje sostenible, engloban soluciones novedosas para que mejoren el drenaje urbano y reduzcan los problemas en el sistema de saneamiento urbano, algunas de estas corrientes son:

- Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), traducción de Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS).
- Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible (TEDUS).
- Buenas Prácticas Ambientales (BPAs) referidas al agua de lluvia, traducción del Stormwater Best Management Practices (BMPs).
- Mejores Prácticas de Control (MPC) de la escorrentía superficial.
- Técnicas alternativas de drenaje. (p.11)

2.2.5 *Pavimento permeable*

2.2.5.1 Concepto

Castro (2011), define que:

Los pavimentos permeables son una forma alternativa de mitigación de la escorrentía superficial y los caudales pico (generadores de inundaciones), en las zonas urbanizadas en las cuales la cuenca ha perdido su permeabilidad. El objetivo de estos sistemas es generar zonas donde el agua se infiltre o se almacene amortiguando la cantidad de agua lluvia precipitada y aumentando los tiempos de concentración de la misma. (p.32)

En algunas referencias bibliográficas extranjeras utilizan el término “*firmes*” como sinónimo de “*pavimento*”, esto se muestra a continuación:

Anna Abellán (2013), en la página web: <http://sudsostenible.com/>, sostiene que:

“Si el firme se compone de varias capas, todas ellas han de tener permeabilidades crecientes desde la superficie hacia el subsuelo. El agua atraviesa la superficie permeable, que actúa a modo de filtro, hasta la capa inferior que sirve de reserva, atenuando de esta forma las puntas del flujo de escorrentía superficial. El agua que permanece en esa reserva puede ser transportada a otro lugar o infiltrada, si el terreno lo permite.”

Según Rodríguez Fernando (2008), afirma que:

Los firmes permeables pueden considerarse como una cadena de drenaje sostenible completa por sí mismos, pues proporcionan infiltración, captación, transporte y almacenamiento, al permitir controlar en origen la escorrentía superficial, laminando los flujos de aguas pluviales y ofreciendo además un servicio a la sociedad como pavimentos estéticos, cómodos y seguros. (p.32)

2.2.5.2 Clasificación

Los pavimentos permeables, a través del tiempo y el mundo se han clasificado tomando en cuenta diversos criterios para su agrupamiento; a continuación, se presentan las clasificaciones más importantes y completas:

2.2.5.2.1 Clasificación según el tipo de material:

Según Rodríguez Hernández (2008), afirma que:

Los firmes permeables en función del tipo de pavimento permeable con el que están contruidos se realiza en dos categorías fundamentales claramente diferenciadas:

a. Pavimento permeable discontinuos:

Se definen como aquellos formados por elementos o materiales impermeables que, combinados o no con materiales porosos, permiten la infiltración del agua a través de huecos, espacios o ranuras de la superficie, asegurando una adecuada capacidad portante. (p.37)

Se incluyen en esta primera categoría los siguientes pavimentos permeables:

- Césped poroso o grava con refuerzos: Es uno de los pavimentos más utilizados, debido a la estética de su acabado este tipo de pavimento también conocido como block grass, es una estructura de concreto rellena con césped o grass.
- Adoquines con ranuras o juntas abiertas: Los pavimentos permeables de adoquín permiten la infiltración del agua por medio de las juntas creadas entre los adoquines, estas son llenadas o emboquilladas con grava fina o arena de río. Este tipo de pavimento permeable suele ser utilizado con mayor frecuencia en andenes y jardines debido a su baja resistencia. (Smith, 2006; Interpave, 2008).

b. Pavimento permeable continuos:

Rodríguez Hernández (2008), afirma que, “Se definen como aquellos formados únicamente por materiales porosos que permiten la infiltración del agua a través de toda la superficie por igual, asegurando una adecuada capacidad portante.” (p.37)

En esta categoría están incluidos los pavimentos permeables contruidos con:

- Mezcla bituminosa porosa: “Consta de una capa de rodadura, conformada por una mezcla bituminosa de asfalto en pequeñas cantidades y agregados de tamaño grueso uniformemente gradados.” (Azzout et al., 1994)

- Hormigón poroso: La capa de rodadura de este pavimento consiste en una mezcla de agregados gruesos uniformemente gradados, y cemento y agua. La mezcla se desarrolla con una relación agua cemento baja para aumentar la resistencia. Esta mezcla ocasiona una estructura porosa de célula abierta por donde el agua puede fluir. (Ferguson, 2005).

2.2.5.2.2 Clasificación según el destino final de agua infiltrada:

a. Firmes permeables con infiltración:

Según Rodríguez Hernández (2008) afirma que: “Son aquellos que permiten la infiltración al terreno del agua infiltrada y filtrada a través de todas las capas permeables del firme, incluida la explanada, con el objetivo de permitir la recarga de las reservas naturales de aguas subterráneas.” (p.50)

b. Firmes permeables con almacenamiento:

Según Rodríguez Hernández (2008) afirma que: “Son aquellos que están diseñados y construidos para permitir el almacenamiento de un determinado volumen de agua en la capa sub-base, con el objetivo de su posterior valorización mediante su reutilización en usos no potables.” (p.50)

c. Firmes permeables con drenaje diferido:

Según Rodríguez Hernández (2008) afirma que: “Son aquellos que cuentan con un sistema de drenaje subterráneo compuesto por tuberías permeables, con el objetivo de retardar el flujo de aguas pluviales, laminando las puntas de caudal en los sistemas de saneamiento a los que están conectados.” (p.51)

Esta alternativa se usa cuando la permeabilidad del suelo es muy baja (por ejemplo, en terrenos arcillosos), o cuando se quiere aprovechar el agua filtrada (en este caso la salida es hacia la red de aprovechamiento). (Schueler, 1987)

2.2.5.3 Consideraciones para el diseño de pavimento permeable

2.2.5.3.1 Datos previos al diseño

a. Intensidad de lluvia de diseño

Según Villón (2002), define que es la cantidad de agua caída por unidad de tiempo. Lo que interesa particularmente de cada tormenta, es la intensidad

máxima que se haya presentado, ella es la altura máxima de agua caída por unidad de tiempo. (p.37)

b. Índice medio diario anual (IMDA)

Según el Manual de Carreteras: *Diseño Geométrico DG-2018*, afirma que:

Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento. Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera.

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía.

La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual. Estos volúmenes pueden ser obtenidos en forma manual o con sistemas tecnológicos. (p.93)

2.2.5.3.2 Capas del pavimento permeable:

Las capas que conforman el pavimento permeable son: la sub rasante, sub base y losa de concreto permeable. Estas capas se aprecian en:

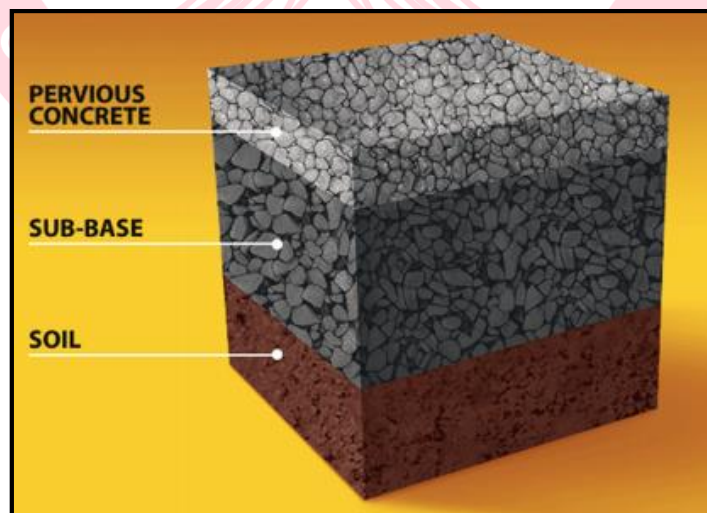


Figura 8. Capas de pavimento permeable.

Fuente: SIKA SERVICE AG – Previous Concrete

a. Sub rasante

Córdova (2016) afirma:

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. (p.55)

Según el ACI 522R-10:

La sub-rasante es el suelo debajo del pavimento y la sub-base. La sub-rasante también proporciona soporte vertical para la pavimentación. Aumentando la rigidez de la sub-base y la capacidad de carga de un sistema de pavimentación dado. (p.15)

Según **Flores y Pacompia** (2015) afirman que:

El espesor de la capa de rodadura dependerá en gran parte de la calidad de la sub-rasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la sub-rasante. Se considera como la cimentación del pavimento y una de sus funciones principales es la de soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, así como evitar que el terraplén contamine al pavimento y que sea absorbido por las terracerías.

Según PCA (Portland Cement Association) (2004) afirma que:

Como regla general, los suelos con una tasa de percolación de 1/2 pulg. /hr (12 mm / h) son adecuados para la sub-rasante bajo pavimentos permeables. Un infiltrómetro de doble anillo (ASTM D 3385) proporciona un medio para determinar la velocidad de percolación.

Los suelos arcillosos y otras capas impermeables pueden dificultar el rendimiento de los pavimentos permeables y es posible que deban modificarse para permitir la retención adecuada y la filtración de la precipitación. En algunos casos, las capas impermeables pueden necesitar ser excavadas y

reemplazadas. Si los suelos son impermeables, se debe colocar un mayor espesor de sub-base porosa sobre ellos. (p.13)

b. Sub base:

Según Francia (2012), la sub-base:

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La sub-base se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento. (p.45)

Según Sánchez Marlon (2012), recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- El incrementando de la rigidez en la sub-rasante y en la sub-base, aumentando la capacidad de carga de un determinado sistema de pavimento, la rigidez de la sub-rasante puede ser medida por:
 - El ensayo de California Bearing Ratio (CBR).
 - El Módulo de Reacción de la Sub-rasante “k” (Ensayo de Placa de Carga).
- Cuanto más se compacta el suelo, será menos permeable. Las sub-rasantes generalmente son compactadas a una densidad más baja que la de los pavimentos convencionales de concreto, en esta investigación se realizó un diseño de drenaje utilizando una geo-membrana colocada entre la losa permeable y la sub-base, que hace que el agua al entra en contacto con el pavimento poroso la absorba y la elimine por los costados de su estructura, eso quiere decir que la compactación de la sub-rasante será igual a la compactación de una sub-rasante para un pavimento de concreto convencional.
- Para el diseño de la Sub-base se recomienda utilizar el método de la Portland Cement Association (PCA) donde se considera lo siguiente:

- Resistencia a la tensión del concreto.
 - Los tipos, frecuencias y magnitudes de las cargas por eje esperados.
 - Periodos de diseño.
- Para el diseño de la sub base se recomienda utilizar agregados de 3” a ¾” tales como huso granulométrico #57 donde proporciona de 30 a 40% de vacíos. (p.50)

Según Solano (2009), para las sub bases:

La sub-base permeable puede tener un tamaño máximo de agregado de 25 mm o una sub-rasante natural que tenga predominantemente arena con moderadas cantidades de arcillas y suelo pobremente graduado.

Cada tipo de material ofrece buenos valores de soporte como los definidos en el módulo de reacción de la subrasante (k). Si el k no excede los 54 MPa/m y valores de 40 a 48 MPa/m, generalmente son apropiados suelos a los cuales se les conoce sus características mecánicas. (p.23)

Tabla 9.
Tipos de suelo para sub rasante y valores aproximados de K.

TIPOS DE SUELO PARA SUBRASANTE Y RANGO DE VALORES APROXIMADOS DE K				
Tipo de suelo	Soporte	Valores de k psi/in ³ (Mpa/m)	Límite	Valores R
Suelos granulados finos en el cual las partículas de arcilla predominan	Bajo	75 a 120 (20 a 34)	2,5 a 3,5	10 a 22
Mezclas de arena y arena granulada con cantidades moderadas de arena y arcilla	Mediano	130 a 170 (35 a 49)	4,5 a 7,5	29 a 41
Mezclas de arena y arena granulada relativamente libres de finos y plásticos	Alto	180 a 220 (50 a 60)	8,5 a 12	45 a 52

Fuente: Porous Concrete Pavements Paul D. Tennis y otros.

c. Losa de concreto permeable

Según Francia (2012), la losa de concreto permeable:

Es la capa superior de la estructura de pavimento, por lo que, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la sub-rasante, dado que no usan capa de base. (p.45)

Para la selección del espesor de pavimento se toman las siguientes consideraciones:

- Las categorías de tráfico se definen por el Tráfico Promedio Diario Anual (TPD) La Comisión de la National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA) (2007) sugiere espesores de concreto permeable de 6 pulgadas (150 mm) para pavimentos con baja exposición de camiones pesados considerados en el tráfico promedio diario Anual (menos de 5 camiones) en estacionamientos.

2.2.5.3.3 Otras consideraciones de diseño:

PCA (Portland Cement Association) (2004), afirma que:

- Para evitar el agrietamiento al azar del concreto, se deben colocar juntas de control, el ACI 522R-10 recomienda que estas juntas tengan una profundidad de $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{4}$ del espesor del pavimento y que se realicen preferiblemente en el concreto fresco con equipo especial, sin embargo, también se pueden realizar juntas con sierra en el concreto endurecido.
- Si el pavimento permeable está contiguo a pavimento convencional, las juntas en los dos materiales deben alinearse para reducir el potencial de agrietamiento reflexivo de un panel al otro.

Según Sánchez Marlon (2012), algunas consideraciones para el diseño de un pavimento permeable son:

- El pavimento poroso tiene que ser capaz de almacenar el 80% de la escorrentía en una primera lluvia.
- Para que el pavimento de concreto poroso sea eficiente al momento de disminuir la escorrentía producida por fenómenos naturales fluviales tiene que ser capaz de almacenar 13mm de escurrimiento.

2.3 Definición de términos:

- **SENAMHI:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. www.senamhi.gob.pe
- **Método de abstracciones del SCS:** Procedimiento para estimar los gastos máximos en cuencas rurales y urbanas, así como la forma del hidrograma, consta de dos etapas calcular el volumen de lluvia efectiva y estimar el caudal máximo y forma del hidrograma. Rodriguez, W. (2011). “Estudio de hidrología, hidráulica y drenaje”. p.55.
- **SMADA 6.43:** (Stormwater Management and Design Aid) programa que permite calcular la precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno, considerando las funciones de distribución de probabilidades. Flores, E. y 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”. p.59.
- **Distribución Log Normal III:** Distribución probabilística donde las variables físicas de interés en Hidrología (precipitación, caudal, evaporación y otras) son generalmente positivas, por lo cual es usual que presenten distribuciones asimétricas. Aguilera, M. (2007), “Estimación de funciones de distribución de probabilidad, para caudales máximos, en la región Maule”. p.08
- **Distribución Log Pearson Tipo III:** Distribución probabilística que posee una gran flexibilidad y diversidad de forma, dependiendo de los valores de sus parámetros, asimilando su utilización para precipitaciones o caudales máximos anuales. Aguilera, M. (2007), “Estimación de funciones de distribución de probabilidad, para caudales máximos, en la región Maule”. p.12
- **Distribución Gumbel:** Distribución probabilística utilizada para modelar la distribución del máximo (o el mínimo), por lo que se usa para calcular valores extremos. Aguilera, M. (2007), “Estimación de funciones de distribución de probabilidad, para caudales máximos, en la región Maule”. p.15
- **Permeámetro:** Equipo que sirve para obtener la permeabilidad del concreto permeable, midiendo el tiempo que el agua demora en atravesar el elemento de prueba. ACI 522R-10 (2011). “Report on Pervious Concrete”. p.10.
- **Hidroplaneo:** Es la situación en la que un vehículo atraviesa en la carretera a cierta velocidad una superficie cubierta de agua, llevándolo a una pérdida de tracción y control del mismo por parte del conductor. Transporte sanitario de

España (2017). “Manual de unidad formativa: Aseguramiento del entorno de trabajo para el equipo asistencial y el paciente”. p.129.

- **Segregación:** Separación de los materiales que constituyen una mezcla heterogénea (como es el concreto), de manera que su distribución deje de ser uniforme por falta de cohesión. Sánchez de Guzmán, D. (2001). “Tecnología del concreto y del mortero”. p. 123.
- **Exudación:** Consiste en qué parte del agua de mezclado tiende a elevarse a la superficie del concreto recién colocado o durante el proceso de fraguado. Por tal razón, se dice que es una forma especial de segregación o de sedimentación de las partículas, las cuales no pueden retener toda el agua cuando se asientan. Sánchez de Guzmán, D. (2001). “Tecnología del concreto y del mortero”. p. 123.
- **Slump o asentamiento:** Es una medida de la consistencia del concreto que se refiere al grado de fluidez de la mezcla, esto indica qué tan seca o fluido está el concreto cuando se encuentra en estado fresco. Toirac, J. “Concreto fresco y en frases de fraguado”. P.12
- **Refrentado:** Procedimiento para proporcionar superficies de cargas planas en los cilindros moldeados con hormigón (concreto) fresco, cilindros endurecidos o núcleos extraídos del concreto cuando las superficies del extremo de carga no cumplan con los requisitos de plenitud y perpendicularidad para proceder a su rotura. NTP 339.037 (2008). p.2

2.4 Marco normativo

En la elaboración de la presente tesis se utilizaron las siguientes normas:

- **ACI 522 R – 10 – “Report on Pervious Concrete”**: Este reporte nos provee información técnica sobre la aplicación del concreto permeable, métodos de diseño, materiales, propiedades, diseño de mezcla, métodos de construcción, pruebas e inspección.
- **NTP 339.088 – “Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland”**: Esta norma técnica peruana se aplicó al agua utilizada en la producción del concreto permeable.
- **NTP 339.035 – “Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams”**: Esta norma técnica peruana se aplicó para determinar el asentamiento del concreto permeable en estado fresco.
- **ASTM C09.49 – “Concreto y Agregados para Concreto Poroso”**: Esta norma técnica se aplicó para determinar si el concreto permeable presenta o no segregación en estado fresco.
- **ASTM C1688 – “Método de prueba estándar para la densidad y el contenido vacío de concreto permeable recién mezclado”**: Esta norma técnica se aplicó para encontrar el peso unitario y contenido de vacíos del concreto permeable en estado fresco.
- **NTP 339.034 – “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas”**: Esta norma técnica peruana se aplicó para determinar la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas.
- **NTP 339.183 – “Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio”**: Esta norma técnica peruana se aplicó para el curado de especímenes de concreto permeable.
- **ASTM C131 – “Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la degradación de agregado grueso de tamaño pequeño por abrasión en la máquina de Los Ángeles”**: Esta norma técnica se aplicó para determinar la resistencia al desgaste por abrasión.
- **ASTM C1754 – “Método de prueba estándar para la densidad y el contenido de vacíos de concreto permeable endurecido”**: Esta norma técnica

se aplicó para determinar la densidad y contenido de vacíos en estado endurecido.

- **NTP 339.078 – “Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo”**: Esta norma técnica peruana se aplicó para conocer el esfuerzo de flexión del concreto permeable utilizando vigas, aplicándoles cargas en los tercios de la luz.
- **NTP 400.012 – “Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global”**: Esta norma técnica peruana se aplicó para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino, grueso por tamizado.
- **MTC E-204 – “Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos”**: Esta norma técnica determina por medio de una serie de tamices de abertura cuadrada la distribución de partículas de agregados grueso y fino en una muestra seca de peso conocido.
- **ASTM C136 – “Método de ensayo normalizado para la determinación granulométrica de agregados finos y gruesos”**: Esta norma técnica se aplicó para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino, grueso por tamizado.
- **NTP 400.021 – “Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso”**: Esta Norma Técnica Peruana establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado grueso.
- **NTP 400.022 – “Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino”**: La presente norma técnica Peruana tiene por objeto establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado fino (no incluye los orificios entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino.
- **NTP 400.017 – “Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“peso unitario”) y los vacíos en los agregados**: Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la densidad de masa (“Peso unitario”) del agregado en condición suelto o compactado, y calcula los vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o

mezcla de ambos basados en la misma determinación. Este método de ensayo es aplicable a los agregados que no excedan los 125 mm como tamaño nominal máximo.

- **MTC E-203 – “Peso unitario y vacíos de los agregados”**: Esta norma técnica Determina el peso unitario suelto o compactado y el porcentaje de los vacíos de los agregados finos, gruesos o una mezcla de ambos.
- **NTP 339.185 – “Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado”**: Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado.
- **ASTM D2216 – “Método de prueba estándar para la determinación en laboratorio del contenido del agua (humedad) de suelos y rocas por masa”**: Esta norma técnica se utilizó para hallar el contenido de humedad del agregado grueso y fino utilizados en la elaboración del concreto permeable.
- **OS. 060 – “Drenaje pluvial urbano”**: Esta norma se utilizó para el diseño de la tubería que direccionara el flujo de agua desde el A.H. Laguna Azul hacia el Dren Sullana.



CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3 Materiales y métodos

3.1 Tipo de investigación

- Según su naturaleza : Cuasi-Experimental
- Según su propósito : Aplicativa
- Según su duración : Sincrónica

3.2 Nivel de investigación

- Explicativa – descriptiva – correlacional.

3.3 Unidad de análisis

- Concreto Permeable.

3.4 Ubicación

- **LOCALIDAD** : A.H. LAGUNA AZUL
- **DISTRITO** : PIURA
- **PROVINCIA** : PIURA
- **DEPARTAMENTO:** PURA

3.5 Población y muestra

En la presente investigación la población y muestra fueron la misma, y está comprendida por los siguientes componentes:

- 09 probetas de dimensiones 6"x12" (Diseño de Mezcla Patrón)
- 09 probetas de dimensiones 6"x12" (Diseño de Mezcla N°02)
- 39 probetas de dimensiones 6"x12" (Diseño de Mezcla N°03/Óptimo)
- 09 probetas de dimensiones 6"x12" (Diseño de Mezcla N°04)
- 06 probetas de dimensiones 4"x8" (Diseño de Mezcla Patrón)
- 06 probetas de dimensiones 4"x8" (Diseño de Mezcla N°02)
- 06 probetas de dimensiones 4"x8" (Diseño de Mezcla N°03/Óptimo)
- 06 probetas de dimensiones 4"x8" (Diseño de Mezcla N°04)
- 03 vigas de dimensiones 15x15x50 cm (Diseño de Mezcla Patrón)
- 03 vigas de dimensiones 15x15x50 cm (Diseño de Mezcla N°02)
- 03 vigas de dimensiones 15x15x50 cm (Diseño de Mezcla N°03/Óptimo)
- 03 vigas de dimensiones 15x15x50 cm (Diseño de Mezcla N°04)

3.6 Variables

3.6.1 Variable independiente

- Precipitaciones pluviales.

3.6.2 Variable dependiente

- Concreto permeable.

3.6.3 Matriz de consistencia

Tabla 10.

Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	HIPOTESIS	METODO
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿De qué manera la aplicación de un plan basado en la utilización de concreto permeable, evacua las precipitaciones pluviales en el A.H. Laguna Azul, Piura? <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es la dosificación apropiada para el diseño de un concreto permeable idóneo que alcance una resistencia $f'c=210$ kg/cm²? - ¿Cuáles son las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas del concreto permeable en estado fresco y endurecido? - ¿Cuál de los sistemas de drenaje resulta una mejor alternativa técnica y económica? 	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar un plan para la evacuación de precipitaciones pluviales utilizando concreto permeable en el A.H. Laguna Azul, Piura. <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar el diseño de mezclas de concreto permeable idóneo que alcance una resistencia de 210 kg/cm². - Determinar las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas del concreto permeable, en estado fresco y endurecido. - Evaluar como alternativa técnica y económica la utilización de pavimento de concreto permeable como drenaje sostenible en comparación al sistema de drenaje convencional. 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Precipitaciones Pluviales <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concreto permeable 	<p>La elaboración de un plan utilizando concreto permeable, evacua las precipitaciones pluviales en el A.H Laguna Azul, Piura</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Según su naturaleza: Cuasi - Experimental. - Según su propósito: Aplicativa. - Según su duración: Sincrónica. <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Explicativa - Descriptiva - Correlacional.</p>

Fuente: Elaboración Propia. (2019)

3.6.4 Operacionalización de variables

Tabla 11.

Operacionalización de variable independiente.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	MEDICIÓN
Variable Independiente: Precipitaciones pluviales	Precipitaciones Pluviales: Partículas líquidas que tienen su origen en la atmosfera y caen a la superficie de la tierra. La cantidad, es expresada generalmente en milímetros o centímetros de altura de agua líquida, de la sustancia del agua que ha caído en un punto dado en un período de tiempo específico. (American Meteorological Society, 2002).	El análisis de las precipitaciones pluviales se interpretó por el Método Cuantitativo: Este método permitió evaluar datos mediante una serie de patrones, protocolos, etc., con el fin de obtener resultados numéricos. Para esta investigación se analizaron las precipitaciones pluviales registradas en la Estación Meteorológica Miraflores (Piura), con el fin de obtener la intensidad de lluvia.	Intensidad de lluvia	Precipitaciones máximas diarias	Razón

Fuente: Elaboración Propia. (2019)

Tabla 12.

Operacionalización de variable dependiente.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	MEDICIÓN
<p>Variable Dependiente: Concreto Permeable</p>	<p>Concreto Permeable: El termino concreto permeable describe un material cercano al slump cero, compuesto por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de agregado fino, aditivos y agua. Estos ingredientes permiten obtener un material resistente con poros interconectados de aberturas entre 2 y 8 mm que permiten que el agua infiltre fácilmente. El contenido de vacíos que permite que el agua fluya está en el rango de 15 y 35% con una resistencia a la compresión típica de 28 a 280 kg/cm². La permeabilidad se encuentra aproximadamente entre 81 y 730 L/min/m² y depende del tamaño de los agregados y la densidad de la mezcla. (ACI 522R-10, 2011).</p>	<p>El análisis del concreto permeable para la evacuación de precipitaciones pluviales se interpretó por el Método Cuantitativo: Este método permitió evaluar datos mediante una serie de patrones, protocolos, etc., con el fin de obtener resultados numéricos.</p>	<p>Propiedades físicas en estado fresco</p> <p>Propiedades físicas en estado endurecido.</p> <p>Propiedades mecánicas del concreto permeable en estado endurecido.</p> <p>Propiedades hidráulicas del concreto permeable en estado endurecido.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Asentamiento. - Revenimiento. - Peso unitario y contenido de vacíos en estado fresco. - Porcentaje de vacíos y densidad en estado endurecido. - Resistencia a la compresión. - Resistencia a la abrasión. - Resistencia a la flexión. - Coeficiente de permeabilidad. 	<p>Razón</p>

Fuente: Elaboración Propia.(2019)

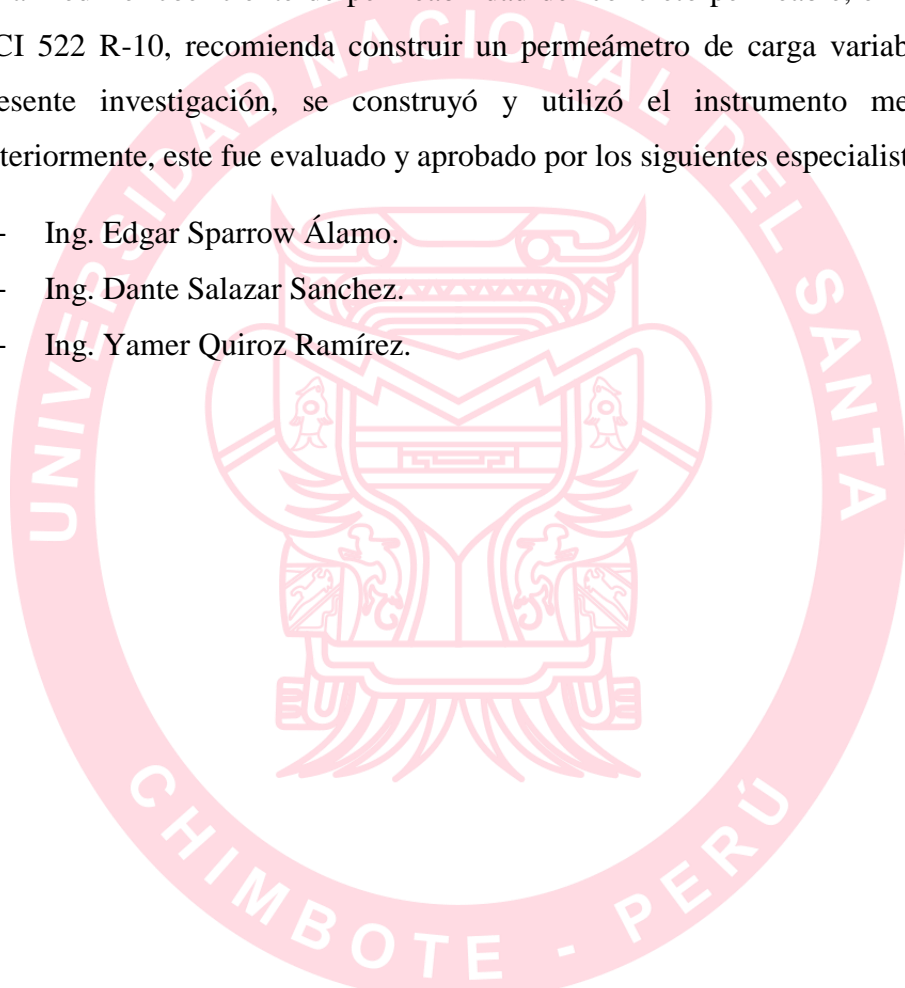
3.7 Instrumentos

Se utilizó como técnica la observación y como instrumentos los protocolos validados por:

- ACI
- ASTM
- MTC en el Manual de Ensayos de Materiales.
- NTP

Para medir el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable, en el reporte ACI 522 R-10, recomienda construir un permeámetro de carga variable. En la presente investigación, se construyó y utilizó el instrumento mencionado anteriormente, este fue evaluado y aprobado por los siguientes especialistas:

- Ing. Edgar Sparrow Álamo.
- Ing. Dante Salazar Sanchez.
- Ing. Yamer Quiroz Ramírez.



3.8 Procedimientos

3.8.1 Propiedades de los agregados

3.8.1.1 Características de la cantera

En la elaboración del concreto permeable se utilizó agregado grueso y agregado fino, los agregados utilizados fueron extraídos de canteras de la Región Piura, debido a que la zona de aplicación estuvo ubicada en la ciudad de Piura.

a. Agregado grueso:

El agregado grueso utilizado en la elaboración del concreto permeable fue extraído de la cantera Sojo, la cual está ubicada en el distrito de Miguel Checa, Provincia de Sullana, Región de Piura. Tal como recomienda el reporte ACI 522R-10, el agregado grueso usado en el concreto permeable está clasificado entre 3/4 y 3/8 pulg. (19 y 9.5 mm).



CANTERA		SOJO	
INFORMACIÓN GENERAL DE LA CANTERA			
	UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
	PROVINCIA	Sullana	
	DISTRITO	Miguel Checa	
	LATITUD	-4.904843	
	LONGITUD	-80.803762	
INFORMACIÓN GEOLÓGICA			
<ul style="list-style-type: none">- Material del Cuaternario holoceno-continental.- Unidad geomorfológica: Repisa Costanera.- Unidad estratigráfica: Depósito eólico.- Dominio tectónico estructural: Sechura-Lancones.- A 5 Km de distancia de la Falla Regional conformada por arcilla, bentonita y yeso.			
VARIABLES GEOAMBIENTALES			
	<ul style="list-style-type: none">- Elevación: 70 ms.n.m.- El Río Chira está ubicado 1.5 km hacia el norte de la cantera.- La localidad de Sojo está ubicada a 1.33 km hacia el oeste de la cantera y a 1.6 km al Nor-oeste está ubicada la zona agrícola.- A 290 m al sur de la cantera se ubica la carretera Sullana-Sojo.		

Figura 9. Ficha de la cantera Sojo.

Fuente: “Evaluación geoeconómica del área costera de la región Piura, orientada al ...”. Chávez (2016). p. 123

b. Agregado fino:

El agregado fino utilizado en la elaboración del concreto permeable fue extraído de la cantera Cerro Mocho, la cual está ubicada en el distrito de Ignacio

Escudero, Provincia de Sullana, Región de Piura. Tal como recomienda el reporte ACI 522R-10, el agregado fino debe ser utilizado en pequeño porcentaje, ya que, si bien aumenta la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del concreto, el agregado fino puede afectar la permeabilidad del concreto.



CANTERA		CERRO MOCHO	
	UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
	PROVINCIA	Sullana	
	DISTRITO	Ignacio Escudero	
	LA TITUD	-4.86498	
	LONGITUD	-80.791075	
INFORMACIÓN GEOLÓGICA			
<ul style="list-style-type: none"> - Material del Paleogeno eoceno-marino. - Unidad geomorfológica: Repisa costanera. - Unidad estratigráfica: Formación Chira y depósito aluvial. - Dominio tectónico estructural: Sechura-Lancones. - A 1.87 Km de distancia de la Falla Regional conformada por arcilla, bentonita y yeso. 			
VARIABLES GEOAMBIENTALES			
	<ul style="list-style-type: none"> - Elevación: 35 m.s.n.m. - El Río Chira está ubicado 3 km hacia el sur de la cantera. - La cantera está rodeada por tres centros urbanos: Marcavelica y Mallares a aproximadamente 2 km hacia el Nor-este; y un tercero, a 1.5 km al Sur-oeste de la cantera. - Las zonas agrícolas próximas a la cantera se ubican tanto al este como al oeste, a 1 y 1.5 km, respectivamente. - Al norte se encuentra la carretera Paramericana Norte y al sur de la cantera, una carretera secundaria, a 1.5 y a 2 km, respectivamente. 		

Figura 10. Ficha de la cantera Cerro Mocho.

Fuente: “Evaluación geoeconómica del área costera de la región Piura, orientada al ...”. Chávez (2016). p. 126.

3.8.1.2 Ensayos realizados a los agregados

A. Análisis granulométrico:

Para la elaboración del análisis granulométrico del agregado grueso y del agregado fino, se utilizaron como guía la NTP 400.012, MTC E-204, y ASTM C136.

La norma NTP 400.012 (2001) resume el método como: “Una muestra de agregado seco, de masa conocida, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas” (p. 3).

a. Agregado grueso:

Primero fue definido el tamaño máximo y el tamaño máximo nominal, Aráuz y Chávez (2016) define al agregado máximo como: “Corresponde a la abertura del menor tamiz de la serie establecida, que deja pasar el 100% de la masa del árido” (p. 19).

Del mismo modo Aráuz y Chávez (2016) define al agregado máximo nominal como:

Corresponde a la abertura del tamiz inmediatamente menor al Tamaño Máximo Absoluto, cuando por dicho tamiz pasa el 90% o más de la masa del árido. Cuando pasa menos del 90% el Tamaño Máximo Nominal se considera igual al Tamaño Máximo Absoluto. (p. 19)

Tamaño de la muestra:

La cantidad de muestra de agregado grueso que se utilizó dependió del tamaño máximo nominal de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 13.
Cantidad mínima de agregado grueso.

CANTIDAD MINIMA DE AGREGADO GRUESO	
Tamaño máximo nominal aberturas cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la muestra de ensayo, minimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 1/2)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: NTP 400.012. p. 05

Husos granulométricos:

La elaboración de la granulometría del agregado grueso nos dio a conocer a que uso granulométrico pertenecía el agregado, este dato fue necesario para realizar el diseño de mezcla del concreto permeable, según el reporte ACI 522R-10, para realizar la verificación de la resistencia a la compresión y para obtener el contenido de agregado grueso, el agregado debió pertenecer al uso granulométrico N°8 o al uso granulométrico N°67.

Tabla 14.

Granulometría del agregado grueso.

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO PORTLAND															
Huso	Tamaño nominal (tamices con aberturas cuadrada)	% Que pasa													
		100,0 mm (4")	90,0 mm (3 1/2")	75,0 mm (3")	63,0 mm (2 1/2")	50,0 mm (2")	37,5 mm (1 1/2")	25,0 mm (1")	19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	300 µm (N°50)
1	90 a 37,5 mm (3 1/2 a 1 1/2 plg)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 a 37,5 mm (2 1/2 - 1 1/2 plg)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 a 25 mm (2 a 1 plg)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 a 4,75 mm (2 plg a N°4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37,5 a 19,0 mm (1 1/2 a 3/4 plg)	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37,5 a 4,75 mm (1 1/2 plg a N°4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 a 12,5 mm (1 a 1/2 plg)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 a 9,5 mm (1 a 3/8 plg)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 a 4,75 mm (1 plg a N°4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 a 9,5 mm (3/4 plg a 3/8 plg)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 a 4,75 mm (3/4 plg a N°4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12,5 a 4,75 mm (1/2 plg a N°4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9,5 a 2,36 mm (3/8 plg a N°8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9,5 a 1,18 mm (3/8 plg a N°16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9A	4,75 a 1,18 mm (N°4 a N°16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: EG 2013, p.807.

Tamaño de tamices a utilizar:

En caso el agregado pertenezca al huso granulométrico N°67 los tamices a utilizar se ordenarán de la siguiente manera:

Huso Granulométrico N°67: 1", 3/4", 3/8", N°04, N°08.

En caso el agregado pertenezca al huso granulométrico N°8 los tamices a utilizar se ordenarán de la siguiente manera:

Huso Granulométrico N°8: 1/2", 3/8", N°04, N°08, N°16.

Equipos:

- Horno, para secar la muestra a una temperatura de 110 +/- 5 °C.
- Balanza, con una exactitud de 0.1 %, para pesar nuestras muestras.
- Tamices, según huso granulométrico.

Procedimiento:

- Selección de la muestra, el tamaño de esta se obtuvo de acuerdo a Tabla 13, colocándola dentro del horno a una temperatura de 110 +/- 5 °C por 24 horas para eliminar el contenido de humedad del agregado grueso.
- Se seleccionó los tamices adecuados, y se ordenó, abajo los tamices con abertura más pequeña hasta llegar los tamices con aberturas más grandes.
- Después de sacar el material puesto a secar en el horno, este es vaciado en los tamices ordenados anteriormente.
- Finalmente, el material retenido en cada tamiz, es pesado, obteniendo los datos necesarios para su procesamiento.
- La sumatoria del agregado retenido en los diferentes tamices debió tener como máximo 0.30 % de error con respecto al peso inicial de la muestra.
- Este error fue distribuido en los pesos retenidos de cada tamiz.

Ecuación 1. *Corrección del error en granulometría.*

$$\text{Corrección} = \frac{\text{error en gramos}}{\text{Numero de tamices donde se retuvo masa}} \dots\dots(I)$$

b. Agregado fino:

Tamaño de la muestra:

La cantidad de agregado fino que se utilizó según la NTP 400.012 (2001): “La cantidad de la muestra de ensayo, luego del secado, será de 300 g mínimo” (p. 04).

Análisis granulométrico del agregado fino:

Para el análisis granulométrico del agregado fino se utilizó:

Tabla 15.
Granulometría del agregado fino.

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO		
Tamiz		Porcentaje que pasa
Normal	Alternativo	
9,5 mm	3/8"	100
4,75 mm	N° 4	95-100
2,36 mm	N° 8	80-100
1,18 mm	N° 16	50-85
600 µm	N° 30	25-60
300 µm	N° 50	10-30
150 µm	N° 100	2-10

Fuente: EG 2013, (p. 804)

Tamaño de tamices a utilizar:

Los tamices que se utilizaron para realizar la granulometría del agregado fino son los siguientes.

Tamices agregado fino: 3/8", N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.

Módulo de finura:

Para hallar el módulo de finura del agregado fino se utilizó la Ecuación 2:

Ecuación 2. *Módulo de finura.*

$$MF = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado desde el tamiz } N^{\circ}04 \text{ al } N^{\circ}100}{100} \dots\dots\dots (2)$$

El módulo de finura de nuestro agregado fino debió estar entre 2.3 y 3.1, +/- 0.1 de margen de error tolerable.

Equipos:

- Horno, para secar la muestra a una temperatura de 110 +/- 5 °C.
- Balanza, con una exactitud de 0.1 %, para pesar nuestras muestras.
- Tamices, según **Tabla 15**.

El procedimiento necesario para obtener la granulometría del agregado fino, será igual al descrito en el ítem anterior, Agregado grueso.

B. Peso específico y absorción de los agregados:

Para la obtención del peso específico y absorción del agregado grueso y del agregado fino, se utilizaron como guía la NTP 400.021 (agregado grueso), NTP 400.022 (agregado fino).

El peso específico brindó el volumen de agregado que se utilizó en la elaboración del concreto permeable. Así mismo la absorción ayudó a encontrar el peso del agregado y la correcta cantidad de agua que se utilizó en el concreto permeable.

a. Agregado grueso:

Tamaño de la muestra:

La cantidad de muestra de agregado grueso que se utilizó para el ensayo dependió del tamaño máximo nominal de acuerdo a la **Tabla 13**.

Equipos:

- Balanza, con precisión de 0.5 g, capaz de suspender la muestra en una cesta metálica dentro del agua.
- Cesta con malla de alambre.
- Depósito de agua.
- Tamiz N°04.
- Horno, capaz de mantener una temperatura de 110 °C +/- 5 °C.

Procedimiento:

- Selección de muestra, el tamaño de la muestra se obtuvo de acuerdo a **Tabla 13**, se descartó el material que pase por el tamiz N°04, el resto del agregado grueso se lavó y se colocó dentro del horno a una temperatura de 110 +/- 5 °C.
- Luego de retirar la muestra del horno esta fue sometida al cuarteo, seleccionando una parte la cual fue sumergida en agua a temperatura ambiente por un tiempo de 24 h +/- 4 h.
- La muestra es retirada del agua y colocada sobre un paño o trapo absorbente, hasta que el agua superficial desapareció. Terminando de secar, se pesó y obtuvo el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca.
- Después de pesar, la muestra saturada con superficie seca es colocada dentro de la cesta de malla de alambre, esta es sumergida en agua, obteniendo su peso.
- Finalmente, la muestra es secada a una temperatura de 110 +/- 5°C, luego se procede a pesarla.

Cálculos:

Peso específico:

- Peso específico de masa (Pem):

Ecuación 3: *Peso específico de masa (Pem).*

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} * 100 \quad \text{..... (3)}$$

Donde:

A= Peso de la muestra seca en aire, en gramos

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, en gramos

C= Peso en el agua de la muestra saturada.

- Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pesss):

Ecuación 4. *Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pesss).*

$$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)} * 100 \quad \text{..... (4)}$$

- Peso específico aparente (Pea):

Ecuación 5. *Peso específico aparente (Pea).*

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} * 100 \quad \text{..... (5)}$$

Absorción (Ab):

Ecuación 6. *Absorción – agregado grueso.*

$$A_b (\%) = \frac{(B - A)}{A} * 100 \quad \text{..... (6)}$$

b. Agregado fino:

Tamaño de la muestra:

La cantidad de muestra de agregado fino utilizada para el ensayo fue aproximadamente de 1 kg.

Equipos:

- Balanza, con precisión de 0.1 g.
- Horno, capaz de mantener una temperatura de 110 °C +/- 5 °C.
- Cocina eléctrica.

- Frasco volumétrico de 500 cm³.
- Molde cónico, metálico de 40 +/- 3 mm de diámetro interior en su base menor, 90 +/- 3 mm de diámetro interior en una base mayor y 75 +/- 3 mm de altura.
- Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de 340 +/- 15 g y terminada en un extremo en una superficie circular plana para el apisonado, de 25 +/- 3 mm de diámetro.
- Secadora.

Procedimiento:

- La muestra seleccionada fue colocada dentro del horno a una temperatura de 110 +/- 5 °C durante 24 horas.
- La muestra es retirada del horno y cubierta con agua por 24 horas. Luego se decantó el agua evitando perder el agregado fino de la muestra.
- Con ayuda de una secadora se realizó un secado uniforme, hasta que las partículas del agregado no se adhieran entre sí.
- Para verificar el secado del agregado fino se utilizó el molde cónico. El agregado fino fue colocado dentro del molde y compactado 25 veces con la varilla para apisonado, al levantar el molde:
 - i. Si la muestra mantiene la forma de cono se continua con el secado el agregado fino.
 - ii. Si al retirar el molde, la muestra se derrumba, indica que el agregado fino alcanzó una condición de superficie seca.
- Colocar 500gr. de agregado fino con superficie seca dentro del frasco volumétrico y llenar de agua hasta alcanzar los 500 cm³.
- Con ayuda de la cocina eléctrica se eliminan las burbujas de aire contenidas en el frasco volumétrico, verificando que el contenido del frasco 500 cm³.
- Luego obtenemos los siguientes datos: Peso de la muestra más frasco; peso del agua contenida.
- La muestra es retirada del frasco y puesta a secar en el horno a una temperatura de 110 +/- 5 °C durante 24 horas. Cumplido el tiempo, la muestra es pesada.

Cálculos:

Peso específico:

- Gravedad Especifica (OD):

Ecuación 7. Gravedad específica (OD).

$$OD = \frac{A}{(B + S - C)} \quad \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

A= Peso de la muestra seca (gr).

B= Peso del picnómetro + agua (gramos).

C= Peso del picnómetro + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr).

S= Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)

- Gravedad específica saturado superficialmente seca:

Ecuación 8. Gravedad específica saturado superficialmente seca.

$$SSD = \frac{S}{(B + S - C)} \quad \dots\dots\dots (8)$$

- Gravedad específica aparente:

Ecuación 9. Gravedad específica aparente.

$$G. \text{ específica aparente} = \frac{A}{(B + A - C)} \quad \dots\dots\dots (9)$$

Absorción (Ab):

Ecuación 10. Absorción - agregado fino.

$$A_b (\%) = \frac{(S - A)}{A} * 100 \quad \dots\dots\dots (10)$$

C. Peso unitario de los agregados

Para la obtención del peso unitario y contenido de vacíos del agregado grueso y fino, se utilizaron como guía la NTP 400.017, MTC E-203. Se calculó el peso unitario suelto y el peso unitario compactado.

a. Tamaño de la muestra:

- La cantidad de muestra debió encontrarse entre 125 % a 200 % de la capacidad del recipiente utilizado para elaboración del ensayo.

b. Los equipos para la elaboración del ensayo son los siguientes:

- Balanza, con precisión de 0.1 g.
- Recipiente.
- Varilla lisa para compactar.
- Cucharon.
- Regla.

c. El procedimiento del ensayo se describe a continuación:

- Una vez identificado el molde para el ensayo, este es pesado y se realizan las medidas internas del mismo (alto, ancho y largo); con estos datos se procede a calcular el volumen y peso.

Determinación del peso unitario suelto:

- Con ayuda del cucharón se llenó el molde con agregado hasta que rebosó, posteriormente el agregado sobrante fue eliminado con ayuda de la regla.
- Una vez completado el paso anterior el molde más el agregado, fue pesado.
- El procedimiento mencionado fue realizado para agregado grueso y fino.

Determinación del peso unitario compactado:

- En tres capas iguales se llenó el molde con agregado, después de cada capa se compacta 25 veces con una varilla lisa de manera uniforme en toda la sección transversal, en la última capa se enrasa el molde.
- Una vez completado el paso anterior el molde más agregado grueso fue pesado.
- El procedimiento mencionado fue realizado para agregado grueso y fino.

d. Cálculos:

Peso Unitario Suelto o compactado de los agregados:

Ecuación 11. *Peso unitario suelto o compactado de los agregados.*

$$\text{Peso unitario } (M) = \frac{(G - T)}{V} \quad \dots\dots\dots (11)$$

Donde:

M= Peso unitario del agregado (kg/m³).

G= Peso de muestra + peso de molde (kg).

T= Peso del molde (kg)

V= Volumen del recipiente (m³).

D. Contenido de humedad

El contenido de humedad de los agregados es importante para el desarrollo del diseño de mezcla del concreto permeable, ya que permitió realizar la corrección por humedad, lo que proporciona la correcta cantidad de agua que debe usarse en la elaboración del concreto. Una errónea cantidad de agua puede ocasionar un concreto poco trabajable, muy trabajable y una variación en la resistencia a la compresión.

Para la elaboración del ensayo de contenido de humedad de los agregados se utilizaron como guía la NTP 339.185 y ASTM D2216.

a. Los equipos para la elaboración del ensayo son los siguientes:

- Balanza, con una exactitud de 0.1 %, para pesar nuestras muestras.
- Recipiente para la muestra, que no sea afectado por el calor y lo suficientemente grande para no derramar la muestra.
- Horno, para secar la muestra a una temperatura de 110 +/- 5 °C.

b. El procedimiento del ensayo se describe a continuación:

- Con el fin de obtener un resultado adecuado el agregado fue pesado en diversos recipientes, los cuales fueron pesados solos previamente.
- Luego los recipientes llenos fueron colocados dentro del horno, por 24 horas a una temperatura de 110 +/- 5 °C.
- Pasada las 24 horas, fueron pesados los recipientes, obteniendo el peso de la muestra seca.
- Este procedimiento se realizó para agregado grueso y agregado fino.
- Para obtener el contenido de humedad del agregado se aplicó la Ecuación 12.

Ecuación 12. *Contenido de humedad.*

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{(P_m - P_{msc})}{P_{msc}} * 100 \quad \dots\dots\dots (12)$$

Donde:

P_m= Peso de la muestra

P_{msc}= Peso de la muestra seca

3.8.2 Elaboración de diseño de mezcla del concreto permeable

Para la elaboración del diseño de mezcla se utilizó como guía el capítulo 6 de la norma “ACI 522R-10: REPORT ON PERVIOUS CONCRETE” e investigaciones similares desarrolladas sobre el tema.

3.8.2.1 Datos iniciales y características de los materiales

Como primer paso se colocaron las características y propiedades de los materiales utilizados en la elaboración del concreto permeable:

- Agregado grueso.
- Agregado fino.
- Cemento.
- Agua.
- Aditivos.

3.8.2.2 Tablas y formulas

a. Contenido de vacío de diseño (%)

El contenido de vacíos en el concreto permeable varía entre 15 % y 35 %, según la intensidad de lluvia de diseño en el área de estudio y con ayuda de la Figura 13, se asume el **contenido de vacíos de diseño**, con este dato se pudo obtener la resistencia a la compresión de diseño.

b. Verificación de la resistencia a la compresión

Con el contenido de vacíos de diseño, y utilizando el siguiente grafico se pudo encontrar la **resistencia a la compresión**.

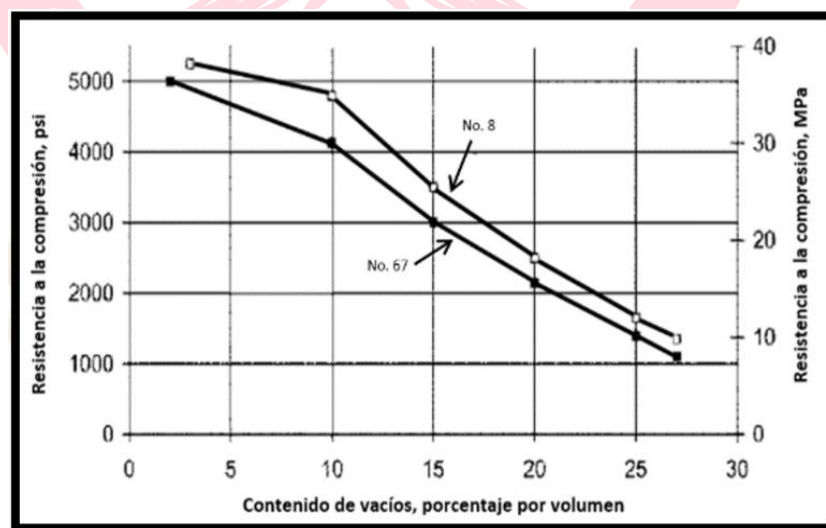


Figura 11. Gráfico para encontrar la resistencia a la compresión.

Fuente: ACI 522R-10. P-13.

En el gráfico se observa que la resistencia a la compresión no solo depende del contenido de vacíos de diseño, el segundo dato que debe conocerse es el huso del agregado grueso, dato que se obtiene con el análisis granulométrico, el agregado debió ser de huso N°08 o uso N°67. La resistencia a la compresión estará en PSI O MPA.

c. Determinación del peso del agregado grueso

Como siguiente paso se encontró el peso del agregado grueso, para eso se utilizó la siguiente tabla que se encuentra en la norma ACI 522 R-10.

“Meininger (1988) desarrolló una tabla que brinda la relación entre el volumen de agregado grueso y el volumen de concreto permeable. Este valor va a depender de tres variables de la mezcla: el contenido de arena, el huso del agregado grueso y el grado de compactación.” (Guizado y Curi, 2017, p. 40).

Tabla 16.
Valores efectivos de b/bo.

Porcentaje de agregado fino (%)	VALORES EFECTIVOS DE b/bo	
	b/bo	
	N°8 (3/8")	N°67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Fuente: ACI 522R-10. P-13.

Donde:

b/bo= volumen seco de agregado grueso compactado por volumen unitario de concreto.

b= volumen solido de agregado grueso por volumen unitario de concreto

bo= volumen solido de agregado grueso por volumen unitario de agregado grueso.

Cálculos:

Ecuación 13. *Peso del agregado grueso.*

$$W_a = (PVSC * \frac{b}{b_o}) \dots\dots\dots(13)$$

Donde:

Wa= Peso del agregado.

PVSC= Peso volumétrico seco compactado.

bo= volumen solido de agregado grueso por volumen unitario de agregado grueso.

d. Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco

Para realizar el ajuste al peso en estado saturado superficialmente seco se aplicó la Ecuación 14:

Cálculos:

Ecuación 14. Ajuste al peso en estado saturado superficialmente seco.

$$W_{ssd} = (w_a) * (1 + absorción) \quad \dots\dots\dots (14)$$

Donde:

Wa= Peso del agregado.

e. Determinación del volumen de la pasta (Vp)

“El procedimiento de proporciónamiento para concreto permeable está basado en el volumen de pasta necesario para mantener unidas las partículas de agregado, mientras se mantiene la estructura de vacíos” (Córdova, 2016, p. 103).

El siguiente grafico proporcionó el volumen de la pasta, este depende del contenido de vacíos de diseño y del tipo de compactación que se utilizó durante el proceso constructivo:

- Ligeramente compactado, se necesita más volumen de pasta.
- Bien compactado, se necesita menos volumen de pasta.

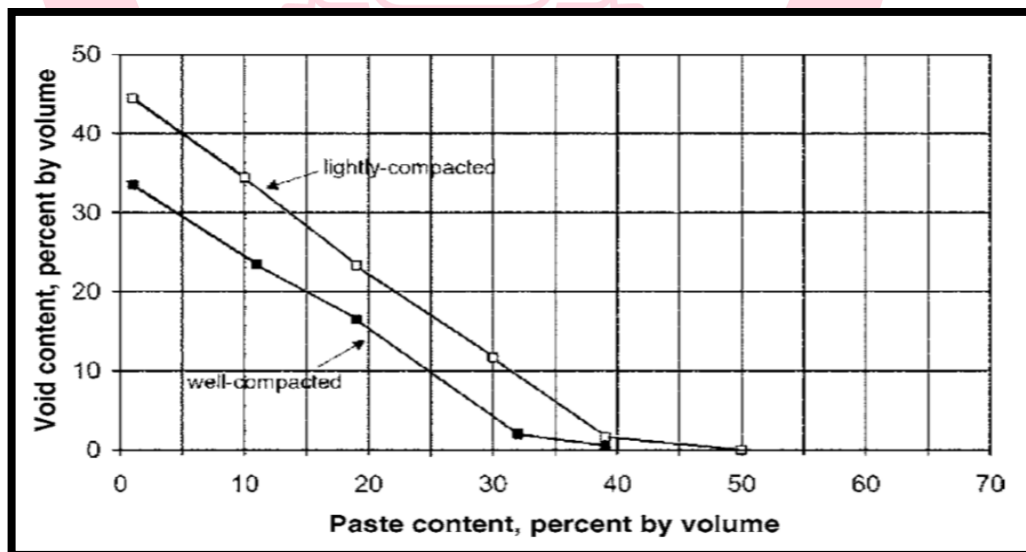


Figura 12. Determinación del volumen de la pasta.

Fuente: ACI 522R-10. p.14.

f. Elección de la relación agua cemento a/c

En el concreto permeable, los valores recomendados de relaciones a/c se encuentran en el intervalo de 0,26 a 0,45 (ACI 522R-10), los que asegura que la pasta recubra por completo todos los áridos, uniéndolos de tal forma que no comprometan la formación de poros y por ende su permeabilidad.

- Valores altos de a/c: pueden generar el colapso del sistema de poros que son lo más importante en este tipo de concreto ya que ellos son los que permiten el paso del agua.
- Valores bajos de a/c: producen ligadura deficiente entre los áridos.

g. Determinación del contenido de cemento.

Para determinar el contenido del cemento se aplicó **Ecuación 15**:

Cálculos:

Ecuación 15. *Contenido de cemento.*

$$C = \frac{(V_p * 1000)}{\left(0.315 + \frac{a}{c}\right)} \dots\dots\dots (15)$$

Donde:

C= contenido de cemento (kg/m³).

V_p= Volumen de la pasta.

a/c= relación agua/cemento.

h. Determinación del contenido de agua

Para determinar el contenido de agua se aplicó la Ecuación 16:

Cálculos:

Ecuación 16. *Contenido de agua.*

$$W = C * \left(\frac{a}{c}\right) \dots\dots\dots (16)$$

Donde:

W= contenido de agua (lts/m³).

V_p= contenido de cemento.

a/c= relación agua/cemento.

i. Determinación de volumen sólido

- Para determinar el volumen del agregado grueso se aplicó la **Ecuación 17**:

Cálculos:

Ecuación 17. *Volumen del agregado grueso.*

$$V_{AG} = \frac{W_{SSD}}{\text{peso específico del agregado grueso}} \dots\dots\dots (17)$$

Donde:

V_{ag} = Volumen del agregado grueso.

W_{ssd} = peso del agregado grueso en saturado superficialmente seco.

- Para determinar el volumen del cemento se aplicó la Ecuación 18:

Cálculos:

Ecuación 18. *Volumen del cemento.*

$$V_c = \frac{C}{\text{peso específico del cemento}} \dots\dots\dots (18)$$

Donde:

V_c = Volumen del cemento.

C = Contenido de cemento.

- Para determinar el volumen del agua se aplicó Ecuación 19:

Cálculos:

Ecuación 19. *Volumen del agua.*

$$V_w = \frac{W}{\text{peso específico del agua}} \dots\dots\dots (19)$$

Donde:

V_w = Volumen del agua.

W = Contenido de agua.

- En el caso de esta investigación se usó agregado fino en la elaboración del concreto permeable, por lo que se consideró el volumen que este ocupó dentro de la determinación del volumen sólido.

Cálculos:

Ecuación 20. *Volumen de arena.*

$$V_{arena} = V_{AG} * \frac{\left(\frac{a}{A}\right)}{\left(1 - \frac{a}{A}\right)} \dots\dots\dots (20)$$

Donde:

V_{AG} = Volumen del agregado grueso.

a= arena (% de arena que se considera en el diseño).

A= agregado global.

- Teniendo el volumen del agregado grueso, cemento, agua y agregado fino se conoció el volumen total sólido aplicando la **Ecuación 21**:

Cálculos:

Ecuación 21. *Volumen sólido.*

$$V_s = V_{AG} + V_c + V_w + V_{arena} \dots\dots\dots (21)$$

Donde:

V_s = Volumen sólido.

V_{ag} = Volumen de agregado grueso.

V_c = Volumen del cemento.

V_w = Volumen del agua.

V_{arena} = Volumen del agregado fino.

j. Determinación de volumen de vacíos

Para determinar el volumen de vacíos se aplicó **Ecuación 22**:

Cálculos:

Ecuación 22. *Determinación de volumen de vacíos.*

$$\text{Porcentaje de vacios (\%)} = (V_{total} - V_s) \times 100 \dots\dots\dots (22)$$

Donde:

V_{total} = Volumen total (se considera 1).

V_s = Volumen sólido.

k. Determinación de la porosidad estimada

Una vez obtenido el porcentaje de vacío, se determinó la porosidad del concreto permeable con la ayuda del siguiente gráfico:

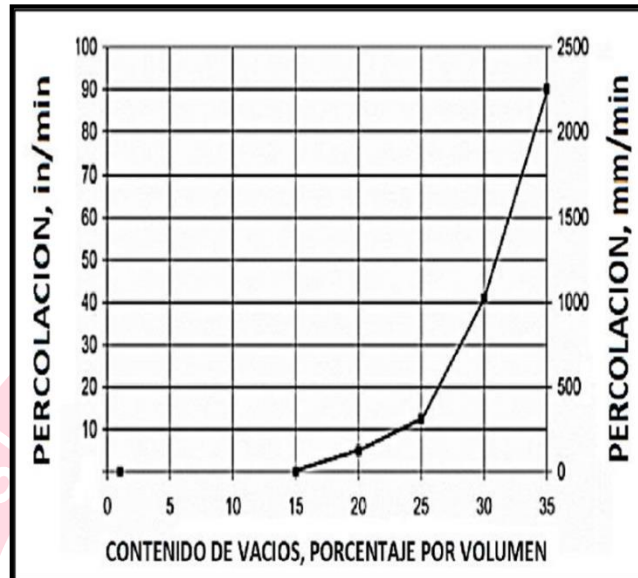


Figura 13. Porosidad del concreto permeable.

Fuente: ACI 522R-10. P.13.

l. Corrección por humedad, absorción y aporte:

El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectado por el contenido de humedad de los agregados. Si están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación a/c y trabajabilidad. Por otro lado, si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportarán algo de esta agua a la pasta aumentando la relación a/c, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a compresión. Por lo tanto, estos efectos deben ser tomados en cuenta y la mezcla debe ser ajustada tomándolos en cuenta. (Laura, 2006, p.17)

Cálculos:

- Agregado grueso:

Ecuación 23. Corrección por humedad, absorción y aporte – Agregado grueso.

$$\text{Agua en agregado grueso} = P_{AG} \times \left(\frac{\%W_{ag} - \%a_{ag}}{100} \right) \quad \dots\dots\dots (23)$$

Donde:

P_{AG} = peso del agregado grueso.

%W = humedad de agregado grueso

%a = absorción de agregado grueso

- Agregado fino:

Ecuación 24. *Corrección por humedad, absorción y aporte – Agregado fino.*

$$\text{Agua en agregado fino} = P_{AF} * \left(\frac{\%W_{af} - \%a_{af}}{100} \right) \dots\dots\dots (24)$$

Donde:

P_{AF} = peso del agregado grueso.

$\%W$ = humedad de agregado grueso

$\%a$ = absorcion de agregado grueso

- Agua efectiva:

Ecuación 25. *Agua efectiva.*

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua de diseño} - (\text{agua en AG} + \text{agua en AF}) \dots\dots\dots (25)$$

m. Diseño final para concreto poroso

Después de corregir por humedad y absorción la cantidad de agua de los agregados finos se realizó el cuadro resumen de las cantidades de diseño por metro cúbico (m³) de concreto permeable, en este punto se agregó la dosificación de aditivo, de acuerdo a las especificaciones técnicas que presente, generalmente la cantidad de aditivo estuvo relacionado a un porcentaje del peso de cemento.

3.8.3 Propiedades del concreto permeable:

3.8.3.1.1 En estado fresco:

a. Trabajabilidad y cohesión:

La trabajabilidad y cohesión son propiedades importantes del concreto permeable y dependen del contenido de agua de la mezcla; para comprobar estas propiedades se realizó la prueba denominada “prueba del puñado”, la cual consistió en tomar un puñado de la mezcla en estado fresco y moldearlo en las manos, tratando de formar una pelota.

En la **Figura 14** se puede observar los 3 resultados que pueden obtenerse al realizar la prueba del puñado:

- En la parte superior de la imagen se observa una mezcla con muy poca agua, por lo que no hay cohesión.
- En la parte central de la imagen se observa una mezcla con optimo contenido de agua, es trabajable y hay una buena cohesión.
- En la parte inferior de la imagen, se observa una mezcla con demasiada agua, por lo que es muy trabajable y no tiene slump cero.



Figura 14. Diferentes contenidos de agua, a) poca agua, b) cantidad apropiada de agua, c) demasiada agua

Fuente: Pervious Concrete Pavements. Paul D. Tennis, Michael L. p.08.

b. Revenimiento – cono de Abrams NTP 339.035 (ASTM C 143):

Otro ensayo realizado al concreto permeable en estado fresco fue el revenimiento, el cual se define como una medida de la humedad y consistencia de la mezcla. Para medir el revenimiento se utilizaron los equipos, materiales y procedimiento establecidos en la norma NTP 339.035 y ASTM C 143.

“El concreto poroso se define como un concreto con asentamiento cero o cercano a cero; por lo tanto, es una propiedad que no define la calidad del concreto permeable a diferencia del concreto convencional, pero sirve para adquirir conocimiento de la trabajabilidad de la mezcla.” (Guizado y Curi, 2017, p. 26).

Equipos y herramientas:

- Cono de Abrams (molde metálico), de 300 mm de altura, 200 mm de diámetro en base mayor y 100 mm de diámetro en la base menor.
- Barra compactadora, varilla de acero lisa de 5/8” de diámetro, de 60 cm de longitud y terminado en punta semiesférica.
- Dispositivo de medida, que puede ser una regla o cinta métrica.
- Cucharon, para colocar la muestra de concreto en el molde metálico.

Procedimiento:

- Como primer paso, se humedeció el molde metálico (cono de abrams) y se colocó sobre una superficie plana no absorbente con la abertura de diámetro menor hacia arriba.
- Luego el molde metálico es llenado con concreto permeable, en tres capas iguales, cada capa representa 1/3 del volumen del molde metálico, después de la colocación de cada capa se compacto 25 veces con la varilla lisa de manera uniforme en toda la sección transversal, para el llenado de la última capa se debió tener en cuenta que debe quedar enrasado al nivel de la abertura. Durante el procedimiento se debe mantener el molde firme con los pies sobre las aletas.
- Como tercer paso, el molde metálico es levantado en dirección vertical hacia arriba, evitándose movimientos laterales o torsionales, el levantamiento del molde debió durar entre 5 a 10 segundos. Después de levantar el molde metálico se procedió a realizar la medición del asentamiento que es la diferencia entre la altura del molde y la altura del centro de la superficie superior de la muestra.

- La duración del ensayo desde el momento en que se inicia el llenado del molde hasta que se levanta el molde no tiene que superar un tiempo máximo de 2.5 min (150 segundos), y se debió realizar sin interrupciones.



Figura 15. Medida del asentamiento del concreto permeable.

Fuente: Elaboración propia

c. Revenimiento – cono de Abrams invertido (ASTM C09.49):

El ensayo del cono invertido ayudó a reconocer si la muestra de concreto permeable presenta o no segregación, así mismo sirvió para medir la trabajabilidad de la mezcla, a través del asentamiento vertical, asentamiento horizontal y el tiempo que le toma a la muestra pasar por el molde metálico.

Para realizar el ensayo del cono de abrams invertido se usaron los equipos, materiales y procedimiento establecidos en la norma ASTM C09.49. Córdova (2016) afirma: “El ACI 522R - 10 proporciona valores referenciales de la trabajabilidades correctas que se obtuvieron en este reporte mencionado.

- Revenimiento Vertical = 15 cm
- Revenimiento Horizontal = 30 cm
- Tiempo de caída = 25 seg.” (p. 117).

Equipos y herramientas:

- Cono de abrams (molde metálico), de 300 mm de altura, 200 mm de diámetro en base mayor y 100 mm de diámetro en la base menor.
- Varilla de acero lisa de 5/8” de diámetro, de 60 cm de longitud y terminado en punta semiesférica.
- Dispositivo de medida, que puede ser una regla o cinta métrica.
- Cucharón, para colocar la muestra de concreto en el molde metálico.

Procedimiento:

- Como primer paso se humedeció el molde metálico (cono de Abrams) y se colocó sobre una superficie plana no absorbente con la abertura de diámetro mayor hacia arriba.
- Luego el molde metálico es llenado con concreto permeable, en una sola capa y sin compactar, al final se enraso con la varilla metálica
- Como tercer paso se procedió a levantar el molde metálico en dirección vertical para que la mezcla de concreto permeable caiga hacia la superficie plana no absorbente; el tiempo que demora en caer toda la mezcla fue controlado.
- Cuando la mezcla termino de caer sobre la superficie plana no absorbente se procedió a medir el asentamiento vertical y el diámetro que genero la mezcla (asentamiento horizontal). Así mismo se observó si la mezcla de concreto permeable presentaba segregación.



Figura 16. Prueba del cono invertido.

Fuente: Elaboración propia

d. *Peso unitario y contenido de vacíos de la mezcla fresca:*

Conocer el peso unitario ayudo a encontrar el contenido de vacíos de la mezcla, este dato fue fundamental, debido a que es un parámetro considerado en el diseño de mezcla, así se pudo comprobar que el concreto permeable en estado fresco cumple con el mínimo de contenido de vacíos que se consideró en el momento del diseño. Este ensayo está normado por la norma ASTM C1688.

Equipos y herramientas:

- Olla de Washington de 6” de diámetro y 12” de alto.
- Varilla de acero lisa de 5/8” de diámetro, de 60 cm de longitud y terminado en punta semiesférica.
- Bombilla de agua.
- Plancha metálica.

- Balanza electrónica
- Cucharón, para colocar la muestra de concreto en el molde metálico.

Procedimiento:

- *Procedimiento para cálculo del peso unitario:*
 - Como primer paso, se obtuvo el volumen (V_m) y peso del molde sin muestra (M_m) de la olla de Washington.
 - Como segundo paso, se utilizó un cucharón para llenar el molde con la mezcla de concreto permeable en tres capas iguales, cada capa representa $1/3$ del volumen del molde de la olla de Washington, después de la colocación de cada capa se compactó 25 veces con la varilla lisa de manera uniforme en toda la sección transversal, para el llenado de la última capa se debió tener en cuenta que debe quedar enrasado utilizando la plancha metálica.
 - Como tercer paso, se pesó el molde de la olla de Washington con la muestra (M_c), tal como se muestra en la *Figura 17*.
 - Para obtener el peso unitario (D) de la mezcla fresca se utilizó la *Ecuación 26*:

Ecuación 26. *Peso unitario de concreto permeable en estado fresco.*

$$\text{Peso Unitario} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{M_c - M_m}{V_m} \dots\dots\dots (26)$$

Donde:

M_c = Peso de olla + Peso de muestra

M_m = Peso de olla

V_m = Volumen de olla de Whashington



Figura 17. Olla de Washington compactada listo para su pesaje.

Fuente: Elaboración propia (2019).

▪ *Procedimiento para cálculo del contenido de vacíos:*

- Como primer paso, al tener la olla de Washington llena, compactada y enrasada, se colocó la tapa de la olla fue asegurada con las abrazaderas.
- Como segundo paso, se cerró la válvula principal de aire y se abrieron las dos llaves de purga.
- Como tercer paso, se introduce agua por una de las llaves de purga hasta que el agua emerja por la llave opuesta. Una vez que emerja el agua, las válvulas de sangrado fueron cerradas; luego se bombea aire a la olla hasta que el dial se ubique en la línea de presión inicial.
- Como paso final se abrió la válvula principal de aire y se registró el contenido de aire de la mezcla permeable que marca el manómetro.
- Para obtener el contenido de vacíos de la mezcla fresca, se realizó el cálculo haciendo uso de la Ecuación 27.

Ecuación 27. *Contenido de vacíos del concreto permeable en estado fresco.*

$$\text{Contenido de Vacíos (\%)} = \frac{T - D}{T} \dots\dots\dots (27)$$

Donde:

T= Densidad teórica del concreto

D= Peso unitario de la muestra

3.8.3.1.2 En estado endurecido

a. Resistencia a la compresión (NTP 339.034):

La resistencia a la compresión se define como el esfuerzo máximo que soporta el concreto permeable, bajo una carga de aplastamiento.

Para probar la resistencia a la compresión se elaboraron testigos o probetas de concreto permeable, para este proyecto se elaboraron probetas de dos tamaños diferentes, 6"x12" y 4"x8", para probar la resistencia a la compresión se utilizaron las primeras.

La resistencia a la compresión en el concreto permeable puede ser afectada por algunos factores tales como: grado de compactación, tamaño de los agregados y la relación agua/cemento (w/c).

Para la compactación de las probetas cilíndricas se utilizó como referencia la siguiente tabla:

Tabla 17.

Resumen compactación de probetas cilíndricas y prismáticas.

COMPACTACIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS Y PRISMÁTICAS			
Dimensión de probetas	Tipo de martillo	Numero de capas	Número de golpes por capa
6" x 12"	Próctor	3	17
4" x 8"	Próctor	2	8
6" x 6" x 20"	Marshall	2	20

Fuente: "Evaluación del concreto permeable como una alternativa ...". GUIZADO Y CURI, 2017.P. 29

Elaboración de probetas de concreto permeable:

▪ *Equipo:*

- Varilla de acero lisa de 5/8" de diámetro, de 60 cm de longitud y terminado en punta semiesférica.
- Moldes metálicos de 6"x12" y 4"x8", antes de colocar el concreto permeable, debemos lubricarlos con petróleo para facilitar el desmoldado.
- Cucharon, para colocar la muestra de concreto en el molde metálico.
- Martillo de proctor para compactación.

▪ *Procedimiento:*

- Como primer paso, los moldes metálicos fueron lubricados con petróleo.
- Como segundo paso, los moldes metálicos fueron llenados con concreto permeable, si el molde metálico era de 6"x12", el vaciado fue realizado en tres capas iguales, cada capa representa 1/3 del volumen del molde metálico, después de la colocación de cada capa se compactó 17 veces con el martillo del proctor de manera uniforme en toda la sección transversal. Si el molde metálico fue de 4"x8", el vaciado fue realizado en dos capas iguales, cada capa representa 1/2 del volumen del molde metálico, después de la colocación de cada capa se compacto 8 veces con el martillo del proctor de manera uniforme en toda la sección transversal, para ambos casos en el llenado de la última capa se debió tener en cuenta que debe quedar enrasado.

Curado de especímenes NTP 339.183:

Para el curado de los especímenes de concreto permeable se tomaron en cuenta las recomendaciones y procedimientos que establece la NTP 339.183, las recomendaciones más importantes son las siguientes: los testigos se desmoldaron

pasado las 24 horas de vaciado y fueron colocados en un estanque lleno de agua a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

Refrentado de probetas cilíndricas (capping):

El concreto permeable es un material que no presenta arena en su estructura, o si lo hace es en un muy bajo porcentaje, esto origina que las probetas puedan tener una superficie irregular, lo que puede afectar al momento de realizar el ensayo a la compresión, por lo que se necesitó elaborar el refrentado de las probetas con la finalidad de obtener una adecuada trasmisión de las cargas durante el ensayo.

En esta investigación el refrentado de las probetas fue realizado utilizando un capping hecho a base de cemento y yeso en una proporción de 1:1.



Figura 18. *Capping de probetas cilíndricas para ensayo a compresión.*

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo de resistencia a la compresión:

El ensayo de resistencia a la compresión fue realizado teniendo en cuenta la edad del espécimen, ensayándolo a los 7,14 y 28 días después de vaciarse y curarse en agua. Los especímenes debieron estar con el capping para evitar errores durante el ensayo.

Se colocó la probeta dentro de la máquina de ensayo, verificando que esta esté bien alineada con placa de carga. Se inició con la aplicación de la carga hasta que la probeta falle. La resistencia obtenida durante el ensayo fue guardada en la base de datos del proyecto.

b. Resistencia al desgaste por abrasión (ASTM C131):

“El método de ensayo somete el material a la abrasión que está representada por billas de acero, la carga abrasiva representa también la degradación durante la

producción, colocación y compactación del concreto y los agentes externos en el concreto endurecido.” (Córdova, 2016, p. 127).

Las probetas utilizadas en este ensayo fueron elaboradas igual a lo explicado en el ensayo de resistencia a la compresión, se utilizaron probetas de 4”x8”, para este ensayo no fue necesario elaborar el refrentando de las probetas.

El ensayo se realizó con los materiales y recomendaciones que se dan en la norma ASTM C131. Para conocer la cantidad de esferas que representara la carga abrasiva se utilizó la **Tabla 18**.

Tabla 18.
Pesos de la carga abrasiva.

PESOS DE LA CARGA ABRASIVA		
Graduación	Nº de esferas	Peso de la carga (gramos)
A	12	5000 +/- 25
B	11	4584 +/- 25
C	8	3330 +/- 20
D	6	2500 +/- 15

Fuente: Norma ASTM C131. P.09.

Equipos y herramientas:

- Máquina de los ángeles.
- Carga abrasiva, la cual consiste en esferas de acero de un diámetro entre 46.38 mm (1 13/16”) y 47.63 mm (1 7/8”) y un peso comprendido entre 390 g y 445g.
- Amoladora para corte de probetas.

Procedimiento:

- Como primer paso, las probetas de 4”x8” fueron cortadas en dos partes iguales de 10 cm de longitud y 10cm de radio (4”x4”). Una vez cortada fueron pesadas, obteniendo la masa de la muestra en seca antes del ensayo.
- Como segundo, las dos partes de la probeta recién cortadas fueron colocadas dentro de la máquina de los ángeles junto a las esferas de acero que representaron la carga abrasiva; la cantidad de esferas de acero dependió del peso de la muestra tal como se indica en la **Tabla 18**.
- Como tercer paso, la tapa a la máquina de los ángeles fue colocada y se programó para que gire a 500 revoluciones a una velocidad de 30 a 33 r.p.m.

- Como paso final, al terminar las 500 revoluciones, las muestras fueron retiradas y pesadas, obteniendo la masa de la muestra seca después del ensayo.
- Para poder obtener el porcentaje de desgaste, se utilizó la Ecuación 28:

Ecuación 28. *Porcentaje de desgaste del concreto permeable en estado endurecido.*

$$\text{Porcentaje de desgaste} = \frac{P_a - P_b}{P_a} * 100 \quad \text{..... (28)}$$

Donde:

P_a= masa de muestra seca antes del ensayo.

P_b= masa de muestra seca después del ensayo.

c. Densidad y contenido de vacíos en estado endurecido (ASTM C1754):

La densidad y el contenido de vacíos del concreto permeable en estado endurecido, fueron evaluados con el fin de verificar si el concreto permeable en estado endurecido cumple con el contenido de vacíos de diseño. Para el ensayo se tomó en cuenta lo descrito en la norma ASTM C1754.

Se utilizaron probetas de 4"x8", las cuales fueron elaborados tal como se detalló en el ensayo de resistencia a la compresión, no se necesitó elaborar el refrentando de las probetas para este ensayo.

Equipos y herramientas:

- Balanza con precisión de 0.5 g, esta balanza debe ser capaz de determinar la masa del espécimen seco, así como sumergido en agua.
- Vernier o regla metálica.
- Termómetro, para medir la temperatura del agua.
- Recipiente plástico para llenado de agua.
- Canastilla metálica, para pesar espécimen sumergido en agua.
- Horno, que mantenga la temperatura a 110 +/- 5°C.
- Mazo de goma.

Procedimiento:

- Como primer paso, las probetas fueron puestas se ingresaron las probetas al horno durante 24 +/- 1 hora, el horno debió mantenerse a 110 +/- 5°C., después de sacar las probetas del horno se esperó entre 1 a 3 horas para poder manipularlas cómodamente.

- Como segundo paso, una vez retiradas del horno se determinó la masa en seco de las probetas en la balanza, con ayuda del vernier o regla se obtuvo la longitud y diámetro promedio de las probetas.
- Para poder obtener la densidad del concreto permeable en estado endurecido, se utilizó Ecuación 29:

Ecuación 29. *Densidad del concreto permeable en estado endurecido.*

$$\text{Densidad} = \frac{K * A}{D^2 * L} \quad \dots\dots\dots (29)$$

Donde:

A= masa en seco de probeta g (lb)

D= Diámetro promedio de probeta, mm (pulg)

L= Longitud Promedio de probeta, mm (pulg)

K= 1,274,240 en unidades SI o 2,200 en unidades pulgadas-libra

Procedimiento:

- Como primer paso, la canastilla metálica fue colocada dentro del agua, obteniendo su peso. La temperatura del agua fue medida con la ayuda de un termómetro.
- Como segundo paso, fueron colocadas las probetas dentro de la canastilla sumergida, esta estuvo dentro del agua alrededor de 30 +/- 5 minutos; durante este lapso de tiempo la probeta fue girada y golpeada 10 veces con el mazo de goma, todo este procedimiento fue realizado dentro del agua, estos golpes tienen como función liberar el aire atrapado dentro del concreto permeable.
- Como paso final, manteniendo a la probeta sumergida la invertimos y se determinó su peso, descontando el peso de la canastilla.
- Para poder obtener el contenido de vacíos del concreto permeable en estado endurecido, se utilizó la *Ecuación 30.*

Ecuación 30. *Contenido de vacíos del concreto permeable en estado endurecido.*

$$\text{Contenido de Vacíos} = \left[1 - \left(\frac{K * (A - B)}{\rho_w * D^2 * L} \right) \right] * 100 \quad \dots\dots\dots (30)$$

Donde:

A= masa en seco de probeta g (lb)

B= masa sumergida de probeta g (lb)

D= Diámetro promedio de probeta, mm (pulg)

L= Longitud Promedio de probeta, mm (pulg)

K= 1,274,240 en unidades SI o 2,200 en unidades pulgadas-libra

Pw= Densidad del agua a temperatura obtenida, Kg/m³ (lb/pie³)

d. Resistencia a la flexión (NTP 339.078):

Este ensayo permitió conocer el esfuerzo de flexión del concreto permeable utilizando vigas, aplicando cargas en los tercios de la luz. Este ensayo fue realizado tomando en cuenta lo descrito en la norma NTP 339.078.

El tamaño de las vigas fue de 6"x6"x20" (15 x 15 x 50 cm). Para la compactación de las vigas se usó como referencia la **Tabla 17**.

Elaboración de vigas de concreto permeable:

▪ *Equipo:*

- Moldes rectangulares de madera de 6"x6"x20" (15 x 15 x 50 cm), antes de colocar el concreto permeable, debemos lubricarlos con petróleo para facilitar el desmoldado.
- Cucharon, para colocar la muestra de concreto en el molde rectangular.
- Martillo marshall para compactación.

▪ *Procedimiento:*

- Como primer paso, se lubricaron los moldes rectangulares de madera con petróleo.
- Como segundo paso, los moldes rectangulares de madera fueron llenados con concreto permeable, en dos capas iguales, cada capa representa 1/2 del volumen del molde rectangular, después de la colocación de cada capa se compactó 20 veces con el martillo del marshall de manera uniforme en toda la sección transversal, en el llenado de la última capa se debió tener en cuenta que debió quedar enrasado.
- Como tercer paso, las vigas de concreto permeable fueron desmoldadas e introducidas en agua para su curado, el curado se realizó de la misma forma que se realizó el curado de las probetas.

Ensayo de resistencia a la flexión:

El ensayo de resistencia a la flexión fue realizado teniendo en cuenta la edad de los especímenes, ya que se ensayó a los 28 días después de vaciarse y curarse en agua.

- **Equipos:**
 - Máquina de ensayo.
 - Plumón para marcar las vigas.
 - Regla metálica.
- **Procedimiento:**
 - Como primer paso, las vigas fueron marcadas tal como indica la Figura 19.
 - Como segundo paso, se determinó la velocidad de carga a la que fue sometida la viga, esta fue determinada con ayuda de la Ecuación 31; además se definieron los siguientes datos necesarios:
 - Con ayuda de una regla metálica se procede a medir el ancho, espesor y longitud de separación entre apoyos de la viga.

Ecuación 31. *Velocidad de carga para resistencia a la flexión.*

$$\text{VELOCIDAD DE CARGA (r)} = \frac{S * b * d^2}{L} \quad \dots\dots\dots (31)$$

Donde:

S= velocidad de incremento del esfuerzo, en la fibra extrema, $(0.9 < S < 1.2$ MPa/min o $125 < S < 175$ (lb/pulg²)/min)

b= ancho promedio de viga, mm (pulg)

d= espesor promedio de viga, mm (pulg)

L= longitud de la separación de apoyos, mm (pulg)

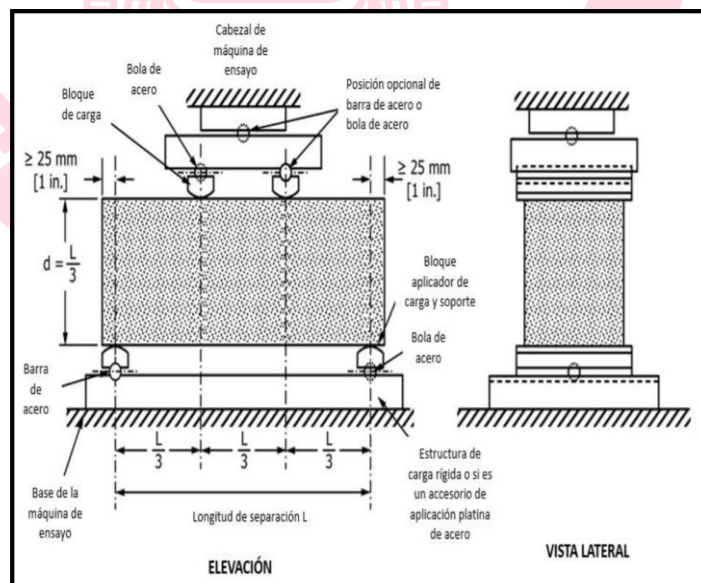


Figura 19. Diagrama de pruebas ASTM C78

Fuente: ASTM C78. P.07.

- Como tercer paso, la prensa fue programada con la velocidad obtenida en el paso anterior, luego la viga fue colocada dentro de la máquina para iniciar la rotura y obtener la carga máxima aplicada, este dato sirvió para determinar la resistencia a la flexión.
- Para hallar la resistencia a la flexión, se presentaron dos casos:
 - o El primer caso, es si la fractura se presentó dentro del tercio medio de la luz, la resistencia a la flexión se calculó con la **Ecuación 32**.

Ecuación 32. Resistencia a la flexión - caso 1.

$$R = \frac{P * L}{b * d^2} \quad \text{..... (32)}$$

Donde:

P= carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N

b= ancho promedio de viga, en la fractura, mm.

d= espesor promedio de viga, en la fractura, mm.

L= luz entre apoyos, mm.

- o El segundo caso, es si la fractura se presentó fuera del tercio medio de la luz, la resistencia a la flexión se calculó con la Ecuación 33:

Ecuación 33. Resistencia a la flexión - caso 2.

$$R = \frac{3P * a}{b * d^2} \quad \text{..... (33)}$$

Donde:

P= carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N

a= distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la viga, mm (pulg).

b= ancho promedio de viga, en la fractura, mm (pulg).

d= espesor promedio de viga, en la fractura, mm (pulg).

L= longitud de la separación de apoyos, mm (pulg).

e. Ensayo de permeabilidad (ACI 522R – 10):

El ensayo de permeabilidad se realizó para conocer el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable, para este ensayo se utilizaron probetas de 4”x6”, las cuales fueron elaboradas de acuerdo a lo explicado en el ensayo a la resistencia a la

compresión. Así mismo se construyó un permeámetro, siguiendo las indicaciones descritas en el ACI 522R-10. Según el ACI 522 R-10 (2011):

Una de las características más importantes del concreto permeable es su capacidad para filtrar el agua a través de la matriz. La tasa de filtración del concreto permeable está directamente relacionada con la porosidad y el tamaño de los poros.

Las pruebas han demostrado que se requiere una porosidad mínima de aproximadamente el 15% para lograr una percolación significativa. Para una porosidad de 20% a 25%, el coeficiente de permeabilidad es de aproximadamente 0,01 m/s. (p. 10)

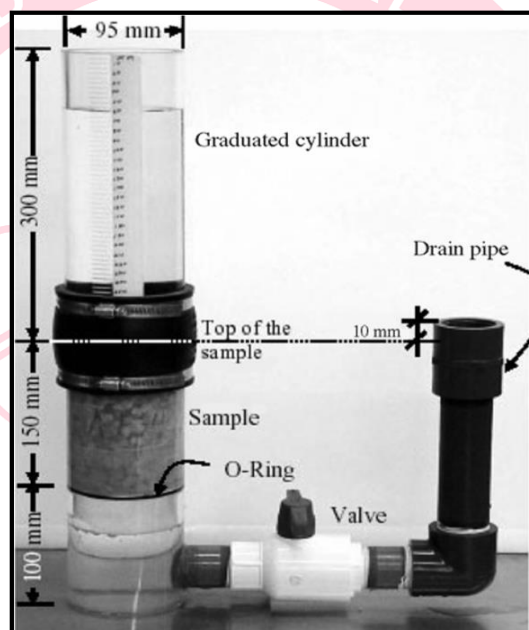


Figura 20. Permeámetro para ensayo de permeabilidad.

Fuente: ACI 522R-10. P.11.

Equipos:

- Permeámetro de carga variable.
- Abrazaderas metálicas.
- Jebe.
- Cronometro.
- Papel de embalaje.

Procedimiento:

- Como primer paso, las probetas fueron cortadas a una altura de 15 cm (6”), tal como recomienda el ACI 522R – 10.

- Como segundo paso, la probeta fue forrada con el papel de embalaje para ser colocada de inmediato dentro del permeámetro, posteriormente la unión del tubo fue protegida con jebe y abrazaderas para evitar las fugas.
- Como tercer paso, con la válvula de paso cerrada, se llenó con agua el permeámetro hasta una altura de 30 cm sobre el nivel de la parte superior de la probeta.
- Como último paso, la válvula de paso fue abierta y el tiempo que demora en descargar toda por la tubería de salida fue controlado.
- Para poder obtener el coeficiente de permeabilidad se aplicó la siguiente **Ecuación 34**.

Ecuación 34: *Coeficiente de permeabilidad.*

$$\text{Coeficiente de permeabilidad} = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right) * 10 \dots\dots\dots (34)$$

Donde:

L= longitud de muestra (cm).

t= tiempo (seg).

a= área de la tubería de carga (cm²).

A= área de la muestra (cm²).

h₁= altura de agua medida desde la parte superior de la muestra (cm).

h₂=altura medida desde la salida de la tubería de agua hasta superficie de la muestra (cm).

3.8.4 *Diseño de estructura de pavimento permeable:*

Debido a que no existe actualmente una normativa exclusiva para el diseño de pavimentos permeables, tomando las recomendaciones plasmadas en el Reporte ACI-522 R, se realizó el diseño mediante el método AASHTO convencional para pavimentos rígidos.

3.8.4.1 Método AASHTO para pavimentos rígidos

Para desarrollar este método se necesitó tener en cuenta las siguientes variables:

a. *Ejes equivalentes de 82KN:*

Lozano (2009):

Para la aplicación de este método se necesita la transformación de 85 kN (8.0 toneladas métricas o 18.000 lbs.) los ejes de diferentes pesos que circulan por el pavimento durante su período de diseño.

El tráfico anticipado que puede transitar en un pavimento permeable puede ser caracterizado como el equivalente a 85 kN (18000 lb) (ESALS), tráfico diario regular, o tráfico de camiones diario regular. (p.31)

b. *Desviación Normal Estándar (Zr):*

Lozano (2009), esto se: “Define para un conjunto de variables como espesor de las capas, características de los materiales, condiciones de drenaje, etc., el tránsito que puede soportar el pavimento por diseñar a lo largo de su período de diseño.” (p.31)

c. *Error Estándar Combinado (So):*

Este valor represento la desviación estándar conjunta e incluye el número de ejes que puede soportar un pavimento hasta que su índice de serviciabilidad descienda por debajo de un determinado índice de serviciabilidad final.

- Se recomiendan los siguientes intervalos:
- Para pavimentos rígidos: 0.30-0.40
- En construcción nueva: 0.35
- En sobre capas: 0.40

Tabla 19.
Confiabilidad y factores de seguridad recomendados.

Transito esperado en el carril de diseño en millones de ejes equivalentes	Confiabilidad R	Zr	So	Factor de Seguridad F.S
< 5	50	0.000	0.35	1.00
5- 15	50-60	0.000-0.253	0.35	1.00-1.23
15- 30	60-70	0.253-0.524	0.35	1.23-1.83
30- 50	70-75	0.524-0.674	0.34	1.51-1.70
50- 70	75-80	0.674-0.841	0.32	1.64-1.86
70- 90	80-85	0.841-1.037	0.3	1.79-2.05

Fuente: Guía para diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993.

d. Índice de serviciabilidad ΔPSI :

Lozano (2009):

El índice de serviciabilidad final P_t , es el valor más bajo que pueda ser admitido en un pavimento antes de efectuar una rehabilitación, un refuerzo o una reconstrucción. Como este valor es el más bajo que una carretera puede admitir hasta llegar a su deterioro, se recomienda que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) se utilice un valor de 2.5 y para carreteras menos importantes se utilice un valor de 2.

Para elegir el índice de serviciabilidad inicial (P_o), es necesario considerar los métodos de construcción, ya que de estos depende la calidad del pavimento. Se ha recomendado, según ensayos, que se utilice para pavimentos rígidos un valor de 4.5 y para pavimentos flexibles un valor de 4.2. Por los tanto, el índice de serviciabilidad se obtiene restándole a la serviciabilidad inicial (P_o) la serviciabilidad final (P_t). (p.32)

Ecuación 35: Índice de serviciabilidad.

$$\Delta PSI = P_o - P_t \dots\dots\dots (35)$$

e. Coefficiente de transmisión de carga (J):

Lozano (2009):

Se utiliza para tomar en cuenta la capacidad del pavimento rígido de transmitir las cargas a través de los extremos de las losas (juntas o grietas). La determinación de su valor depende del tipo de pavimento (reforzado en las juntas, de armadura continua, etc.), del tipo de hombro (de asfalto o concreto), la colocación de

elementos de transmisión de carga (pasadores en los pavimentos con juntas, acero en los armados continuos, etc.). (p.32)

Tabla 20.

Valores de coeficientes de transmisión de carga.

Tipo de pavimento	DISPOSITIVO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS			
	ASFALTO		Concreto Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
1. Simple con juntas y reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
2. Reforzado Continuo	2.9 - 3.2	N/A	2.3 - 2.9	N/A

Fuente: Guía para diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993.

f. Coeficiente de drenaje:

Este valor se da dependiendo de dos variables, las cuales son:

- La calidad del drenaje: se determina por el tiempo que tarda el agua infiltrada en ser evacuada de la estructura del pavimento.
- Exposición de saturación: porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación. Depende de la precipitación media anual y de las condiciones de drenaje.

Tabla 21.

Tiempos de drenaje para capas granulares.

Calidad de Drenaje	Tiempo en que tarda el agua en ser drenada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	el agua no evacua

Fuente: Guía para diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993.

Tabla 22.

Valores de coeficientes de drenaje.

Calidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a lasaturación			
	Menos de 1%	1%-5%	5%-25%	más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15-1.10	1.10 -1.00.	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10 -1.00.	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 -1.00.	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Guía para diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993.

g. Módulo de elasticidad del concreto (E_c):

Se determinó el módulo de elasticidad del concreto a través del uso de las siguientes ecuaciones:

Tabla 23.
Correlación entre las resistencias a la compresión y E_c .

Tipo de Agregado y Origen	Módulo de elasticidad E_c (Mpa)	Módulo de elasticidad E_c (Kg/cm ²)
Grueso - igneo	$E_c = 5500 \times (f_c)^{1/2}$	$E_c = 17000 \times (f_c)^{1/2}$
Grueso - metamórfico	$E_c = 4700 \times (f_c)^{1/2}$	$E_c = 15000 \times (f_c)^{1/2}$
Grueso - sedimentario	$E_c = 3600 \times (f_c)^{1/2}$	$E_c = 11500 \times (f_c)^{1/2}$
Sin información	$E_c = 3900 \times (f_c)^{1/2}$	$E_c = 12500 \times (f_c)^{1/2}$

Fuente: Guía para diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993.

h. Factor de pérdida de soporte (L_s):

Es la pérdida de soporte que pueden llegar a obtener la carpeta de rodadura de un pavimento rígido, debido a la erosión o asentamiento de la sub base. Este valor se pudo determinar a partir de la Tabla 24.

Tabla 24.
Factor de pérdida de soporte L_s , por el tipo de base o sub base.

Tipo de sub base o base	Factor de pérdida de soporte
Sub bases granulares tratadas con cemento (M_r : 7000 a 14000 Mpa)	0.00 a 1.00
Sub bases tratadas con cemento (M_r : 3500 a 7000 Mpa)	0.00 a 1.00
Bases asfálticas (M_r : 2500 a 7000 Mpa)	0.00 a 1.00
Sub bases estabilizadas con asfaltos (M_r : 300 a 2000 Mpa)	0.00 a 1.00
Estabilización con cal (M_r : 150 a 1000 Mpa)	1.00 a 3.00
Materiales granulares sin tratar (M_r : 100 a 300 Mpa)	1.00 a 3.00
Suelos finos y sub rasantes naturales (M_r : 20 a 300 Mpa)	2.00 a 3.00

Fuente: Guía para diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993.

i. Módulo de reacción de la sub-rasante (k):

Esta capacidad depende del módulo de resiliencia de la sub-rasante y sub-base, así como del módulo de elasticidad de la sub-base.

Para obtener el módulo de elasticidad de la sub-base se puede hacer la correlación con el uso de parámetros como el CBR y el valor R, utilizando los ábacos que se encuentra en el anexo diseño de pavimentos.

El valor del módulo de resiliencia de la sub-rasante se obtuvo utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 36: *Módulo de la resiliencia de la sub-rasante.*

$$M_r = 10.3 \times CBR ; Si CBR \leq 10 \text{ (MPA)} \quad \dots\dots\dots (36)$$

Al determinar el M_r , con ayuda de los ábacos propuestos en el Anexo N°14 y Anexo N°15, pudo realizarse el cálculo del Módulo de Reacción Compuesto y Módulo de reacción efectivo de la sub rasante y módulo de rotura del concreto a los 28 días.

Utilizando los ábacos representados en el Anexo N°14 y Anexo N°15, se realiza la selección del espesor de la carpeta de rodadura de concreto permeable.





CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4 Resultados y discusiones

4.1 Análisis e interpretación de resultados

4.1.1 Para el objetivo: realizar el diseño de mezclas de concreto permeable idóneo que alcance una resistencia de 210 kg/cm².

a. Criterios de diseño

Tabla 25.
Criterios de diseño.

CRITERIOS DE DISEÑO	DISEÑO PATRON	DISEÑO DE MEZCLA 2	DISEÑO DE MEZCLA 3	DISEÑO DE MEZCLA 4
% de vacíos de diseño	15 %	15 %	15 %	15 %
Resistencia de diseño (kg/cm ²)	220	220	220	220
Contenido de Pasta	27 %	27 %	27 %	27 %
Relación a/c	0.35	0.28	0.35	0.29
Volumen solido (m ³)	0.854	0.855	0.854	0.854
% de Vacíos (%)	14.6 %	14.5 %	14.6 %	14.6 %
Filtración (mm/seg)	0.129	0.125	0.129	0.129

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Descripción:

En la **Tabla 25** se aprecia los criterios de diseño considerados en la elaboración de los diseños de mezclas, los porcentajes de vacíos de diseño (15 %), la resistencia de diseño (220 kg/cm²) y el contenido de pasta (27 %) es el mismo en los 4 diseños de mezcla.

La relación a/c variaron entre un rango de 0.28 a 0.35, debido a que con esta relación se obtiene buena trabajabilidad y cohesión del concreto permeable.

El volumen solido del diseño de la mezcla patrón, el diseño de mezcla N°3 y el diseño de mezclas N°04 fue de 0.854 m³, para el diseño de mezclas N°02 el volumen solido fue de 0.855 m³.

El porcentaje de vacíos de la mezcla patrón, el diseño de mezcla N°3 y el diseño de mezclas N°04 fue de 14.6 %, para el diseño de mezclas N°02 el volumen solido fue de 14.5 %.

La filtración de la mezcla patrón, el diseño de mezcla N°3 y el diseño de mezclas N°04 fue de 0.129 mm/seg, para el diseño de mezclas N°02 la filtración fue de 0.125 mm/seg.

Los datos y procedimiento del cálculo se ubican en los Anexos N°7, N°8, N°9 y N°10.

Interpretación:

El porcentaje de vacíos de diseño considerado como dato inicial fue de 15 %, el cual es el mínimo si deseamos considerar como permeable a un concreto, así se asegura una buena resistencia a la compresión, con este porcentaje de vacíos la resistencia de diseño fue de 220 kg/cm², superior a la resistencia requerida de 210 kg/cm².

El contenido de pasta también depende del porcentaje de vacíos (15%), y si se desea un concreto permeable ligeramente compactado o bien compactado, en esta investigación se optó por un concreto ligeramente compactado para no afectar la permeabilidad del concreto, por lo que se obtuvo un contenido de pasta de 27 %.

La relación agua/cemento (a/c) utilizado en la elaboración de los diseños de mezclas permitieron buena trabajabilidad y cohesión del concreto permeable, la relación a/c del diseño de mezcla patrón y el diseño de mezcla N°03 fue 0.35, la relación a/c del diseño de mezcla N°02 fue 0.28 y la relación a/c del diseño de mezcla N°04 fue 0.29.

El volumen sólido y el porcentaje de vacíos están relacionados, la sumatoria de ambos datos debe dar como resultado 1, para el diseño de mezcla patrón, el diseño de mezcla N°03 y el diseño de mezclas N°04, el volumen sólido fue de 0.854 m³ y el porcentaje de vacíos fue de 14.6%, para el diseño de mezclas N°02, el volumen sólido fue de 0.855 m³ y el porcentaje de vacíos fue de 14.5%, en ambos casos se observa que al sumar ambos datos se obtiene 1.

Para el diseño de mezcla patrón, el diseño de mezcla N°03 y el diseño de mezclas N°04, la tasa de filtración fue de 0.129 mm/seg, para el diseño de mezclas N°02, la tasa de filtración fue de 0.125 mm/seg. Se observa que un menor porcentaje de vacíos representa una menor tasa de filtración, el diseño de mezclas N°02 tuvo 0.1% menos porcentaje de vacíos que los demás diseños de mezclas, y 0.004 mm/seg menos filtración.

b. Dosificación

Tabla 26.

Cantidad de materiales por diseño de mezcla por 1 m³.

MATERIALES	DISEÑO PATRON	DISEÑO DE MEZCLA 2	DISEÑO DE MEZCLA 3	DISEÑO DE MEZCLA 4
Cemento	404.52 kg	451.91 kg	404.52 kg	444.47 kg
A° Grueso	1,393.19 kg	1,393.19 kg	1,393.19 kg	1,393.19 kg
A° Fino	150.36 kg	150.36 kg	150.36 kg	150.36 kg
Agua	142.03 lt	126.99 lt	142.03 lt	129.35 lt
Aditivo		3.84 kg	2.83 kg	3.11 kg

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Tabla 27.

Dosificación de materiales en diseño de mezcla.

MATERIALES	DISEÑO PATRON	DISEÑO DE MEZCLA 2	DISEÑO DE MEZCLA 3	DISEÑO DE MEZCLA 4
Cemento	1.000	1.000	1.000	1.000
A° Grueso	3.444	3.083	3.444	3.134
A° Fino	0.372	0.333	0.372	0.338
Agua	0.351	0.281	0.351	0.291
Aditivo		0.009	0.007	0.007

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Descripción:

Definido los criterios de diseño se desarrolló los diseños de mezcla, en la **Tabla 26** se observa la cantidad de material por diseño de mezcla que se necesita para elaborar 1 m³ de concreto permeable, así mismo, en la **Tabla 27** se aprecia la dosificación a utilizar en cada diseño de mezcla.

En la elaboración del diseño de mezcla patrón no se utilizó aditivo. En el diseño de mezclas N°02 y diseño de mezclas N°03 se utilizó el aditivo Viscocrete 3330, en el diseño de mezclas N°04 se utilizó el aditivo TM – 140, con el fin de mejorar las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas del concreto permeable.

Los datos y procedimiento del cálculo se ubican en los Anexos N°7, N°8, N°9 y N°10.

Interpretación:

Se observa que la cantidad de agregado grueso (1393.19 kg) se mantuvo igual en los 4 diseños de mezclas, esto se debe a que la cantidad del agregado grueso solo depende del peso unitario compactado del agregado grueso, que fue 1484.26 kg/m³.

Así mismo el peso del agregado fino (150.36 kg) depende solo del peso del agregado grueso, al mantenerse este constante el peso del agregado fino tampoco cambió.

Por otro lado, el peso cemento y el peso del agua estaban relacionado a la relación agua/cemento (a/c), para el diseño de mezclas N°02, la relación a/c fue de 0.28, por lo que la cantidad de cemento fue de 451.91 kg y la cantidad de agua fue de 126.99 lts.

Para el diseño de mezclas N°04, la relación a/c fue de 0.29, por lo que la cantidad de cemento fue de 444.47 kg y la cantidad de agua fue de 129.35 lts.

Para el diseño de mezclas patrón y el diseño de mezclas N°03, la relación a/c fue de 0.35, por lo que la cantidad de cemento fue de 404.52 kg y la cantidad de agua fue de 142.03 lts en ambos casos.

Se observa que una mayor relación a/c utiliza menos cemento y más agua, en el caso del diseño de mezcla N°02 la relación a/c (0.28) aumento 0.01 en comparación a la relación a/c (0.29) del diseño de mezcla N°04, lo que generó que la cantidad de cemento disminuyera 7.44 kg y la cantidad de agua aumentara 2.36 lts por cada 1 m³.

La cantidad de aditivo utilizado dependió de un porcentaje del peso del cemento, este dato se obtuvo de la ficha técnica de los aditivos, así mismo, por lo descrito en el párrafo anterior, a mayor relación a/c menor cantidad de cemento utilizado, se puede concluir que una mayor relación a/c significa una menor cantidad de aditivo. Se observa que el diseño de mezclas N°02 utilizó 3.84 kg de aditivo Viscocrete 3330, el diseño de mezclas N°03 utilizó 2.83 kg Viscocrete 3330 y el diseño de mezcla N°04 utilizó 3.11 kg de aditivo TM – 140.

4.1.2 Para el objetivo: determinar las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas del concreto permeable, en estado fresco y endurecido.

Después de elaborar el concreto permeable, conforme a las cantidades de materiales y dosificaciones plasmadas en la **Tabla 26** y **Tabla 27**, se realizó los ensayos en estado fresco y endurecido para determinar las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas.

a. En estado fresco:

- Propiedades físicas: trabajabilidad y cohesión.

Tabla 28.
Trabajabilidad y cohesión del concreto permeable.

	TRABAJABILIDAD Y COHESION			
	DISEÑO PATRON	DISEÑO DE MEZCLA N°02	DISEÑO DE MEZCLA N°03	DISEÑO DE MEZCLA N°04
Relación a/c	0.35	0.28	0.35	0.29
Estado	b	b	b	b
% Aditivo	---	0.85 % A1	0.7 % A1	0.7 % A2
Asentamiento (pulg)	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Descripción:

En la **Tabla 28** se aprecia los resultados obtenidos de los 4 diseños de mezclas que cumplieron con las condiciones de trabajabilidad y cohesión.

El estado de la mezcla, la letra b, significa cantidad adecuada de agua. Se realizaron otros diseños de mezclas los cuales obtuvieron una letra a, que significa poco contenido de agua, o letra c, demasiado contenido de agua.

En el porcentaje de aditivo, A1 significa Viscocrete 3330 y A2, TM – 140, el porcentaje del aditivo utilizado depende del peso del cemento

El asentamiento se realizó con el cono de abrams, el asentamiento recomendado para el concreto permeable es de 0”.

Los datos y procedimiento del cálculo se ubican en el Anexo N°11.

Interpretación:

Los 4 diseños de mezclas cumplen con las condiciones de trabajabilidad y cohesión, debido a que la relación a/c se encontró dentro del rango recomendado en ACI 522 R – 10, el cual es de 0.26 a 0.45.

Así mismo el estado de la mezcla de los cuatros diseños obtuvieron una letra b, por lo que eran trabajables y presentaba buena cohesión, pese a tener slump de 0”.

Al comparar la cantidad de aditivo utilizado entre el diseño de mezcla N°02 (relación a/c = 0.28 y 0.85% de aditivo A1), y el diseño de mezcla N°03 (relación a/c= 0.35 y 0.70% de aditivo A1) se aprecia que al tener una mayor relación a/c se utiliza un menor porcentaje de aditivo.

- Propiedades físicas: revenimiento – cono de abrams invertido.

Tabla 29.

Revenimiento - cono de abrams invertido.

	REVENIMIENTO – CONO DE ABRAMS INVERTIDO			
	DISEÑO PATRON	DISEÑO DE MEZCLA N°02	DISEÑO DE MEZCLA N°03	DISEÑO DE MEZCLA N°04
Asentamiento vertical (cm)	14.49	14.19	14.38	13.63
Asentamiento horizontal (cm)	28.86	27.43	29.35	28.19
Caída de concreto (seg)	20.66	23.96	24.24	21.77

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Descripción:

En la **Tabla 29** se observa los resultados del ensayo de revenimiento – cono de abrams invertido de los 4 diseños de mezclas.

Los criterios considerados para el ensayo fueron las siguientes:

Asentamiento vertical recomendado: máximo 15 cm.

Asentamiento horizontal recomendado: máximo 30 cm.

Tiempo de caída de concreto recomendado: máximo 25 seg.

Los datos y procedimiento del cálculo se ubican en el Anexo N°11.

Interpretación:

El diseño de mezcla N°04 tuvo el asentamiento vertical más pequeño, 13.63 cm, esto indica que este diseño fue el que tuvo mejor trabajabilidad, seguido del diseño de mezcla N°02 con 14.19 cm, posteriormente el diseño de mezcla N°03 con 14.38 cm y finalmente el diseño patrón con 14.49 cm, se observa que los 4 diseños están por debajo del asentamiento vertical recomendado.

El diseño de mezcla N°02 tuvo el asentamiento horizontal más pequeño, 27.43 cm, esto indica que presentó menor segregación, seguido del diseño de mezcla N°04 con 28.19 cm, posteriormente el diseño de mezcla patrón con 28.86 cm y finalmente el diseño de mezcla N°03 con 29.35 cm, se observa que los 4 diseños están por debajo del asentamiento horizontal recomendado.

El diseño de mezcla patrón tuvo el menor tiempo de caída del concreto, 20.66 seg, seguido del diseño de mezcla N°04 con 21.77 seg., posteriormente el diseño de mezcla N°02 con 23.96 seg. y finalmente el diseño de mezcla N°03 con 24.24 seg., se observa que los 4 diseños están por debajo del tiempo de caída recomendado.

- Propiedades físicas: peso unitario y contenido de vacíos de la mezcla fresca.

Tabla 30.

Peso unitario y contenido de vacíos de la mezcla fresca.

PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACÍOS DE LA MEZCLA FRESCA				
	DISEÑO PATRON	DISEÑO DE MEZCLA N°02	DISEÑO DE MEZCLA N°03	DISEÑO DE MEZCLA N°04
Peso unitario (kg/cm ³)	1956.1	2058.2	1987.1	2024.2
% vacíos	22.50 %	20.00 %	21.30 %	20.50 %

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Descripción:

En la **Tabla 30** se aprecia los resultados del peso unitario y contenido de vacíos de la mezcla fresca de los 4 diseños de mezclas.

Este ensayo permitió conocer en cuanto aumento o disminuyó el porcentaje de vacíos de la mezcla en estado fresco en relación al porcentaje de vacíos de diseño.

Los datos y procedimiento del cálculo se ubican en el Anexo N°11.

Interpretación:

Los resultados se presentan de manera creciente respecto al porcentaje de vacíos, se observa que el diseño de mezcla N°02 tenía un porcentaje de vacíos de 20% y el peso unitario de 2058.2 kg/cm³, seguido del diseño de mezcla N°04 con un porcentaje de vacíos de 20.50% y el peso unitario de 2024.2 kg/cm³, posteriormente se ubicó el diseño de mezcla N°03 con un porcentaje de vacíos de 21.30% y un peso unitario de 1987.1 kg/cm³, finalmente el diseño patrón con un porcentaje de vacíos de 22.50% y

un peso unitario de 1956.1 kg/cm³, se aprecia que conforme aumenta el contenido de vacíos disminuye el peso unitario del concreto permeable.

Así mismo, el porcentaje de vacío de la mezcla en estado fresco aumenta al compararlo con el porcentaje de vacíos de diseño, en el diseño de mezcla patrón aumentó 7.9% (pasó de 14.6% a 22.5%), en el diseño de mezcla N°02 aumentó 5.5% (pasó de 14.5% a 20.00%), en el diseño de mezcla N°03 aumentó 6.7 % (pasó de 14.6% a 21.3 %) y en el diseño de mezcla N°04 aumentó 5.9% (pasó de 14.6% a 20.5 %), se observa que a mayor relación a/c mayor porcentaje de vacíos.

b. En estado endurecido:

- Propiedades físicas: densidad y contenido de vacíos en estado endurecido

Tabla 31.
Densidad y contenido de vacíos en estado endurecido.

DENSIDAD Y CONTENIDO DE VACIOS EN ESTADO ENDURECIDO				
	DISEÑO PATRON	DISEÑO DE MEZCLA N°02	DISEÑO DE MEZCLA N°03	DISEÑO DE MEZCLA N°04
Densidad (kg/cm ³)	1889.305	1957.226	1833.143	1900.222
% vacíos	29.86 %	24.71 %	31.43 %	27.45 %

Fuente: Elaboración Propia (2019).

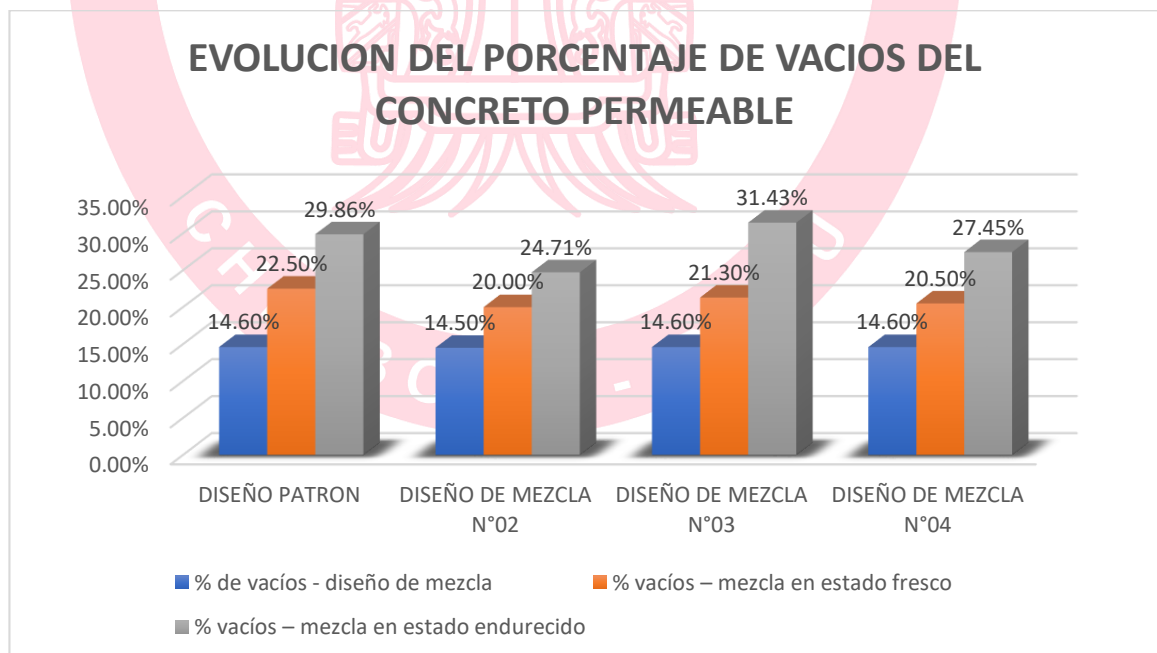


Figura 21: Evolución del porcentaje de vacíos del concreto permeable.

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Descripción:

En la **Tabla 31** se observa los resultados de la densidad y contenido de vacíos del concreto permeable en estado endurecido de los 4 diseños de mezclas.

Este ensayo permitió conocer en cuanto aumento o disminuyo el porcentaje de vacíos de la mezcla en estado endurecido en relación al porcentaje de vacíos de diseño y al porcentaje de vacíos de la mezcla en estado fresco.

Los datos y procedimiento del cálculo se ubican en el Anexo N°12.

Interpretación:

Los resultados se presentan de manera creciente respecto al porcentaje de vacíos, se observa que el diseño de mezcla N°02 tenía un porcentaje de vacíos de 24.71% y una densidad de 1957.226 kg/cm³, seguido del diseño de mezcla N°04 con un porcentaje de vacíos de 27.45% y una densidad de 1900.222 kg/cm³, posteriormente se ubicó el diseño de mezcla patrón con un porcentaje de vacíos de 29.86% y una densidad de 1889.305 kg/cm³, finalmente el diseño de mezcla N°03 con un porcentaje de vacíos de 31.43% y una densidad de 1833.143 kg/cm³, se aprecia que conforme aumenta el contenido de vacíos disminuye la densidad del concreto permeable.

Así mismo, el porcentaje de vacío de la mezcla en estado endurecido aumenta al compararlo con el porcentaje de la mezcla en estado fresco, en el diseño de mezcla patrón aumentó 7.36% (pasó de 22.50% a 29.86%), en el diseño de mezcla N°02 aumentó 4.71% (pasó de 20.00% a 24.71%), en el diseño de mezcla N°03 aumentó 10.13% (pasó de 21.3% a 31.43%) y en el diseño de mezcla N°04 aumentó 6.95% (pasó de 20.5% a 27.45%), se observa que a mayor relación a/c mayor porcentaje de vacíos.

- Propiedades mecánicas: resistencia a la compresión.

Tabla 32.

Resistencia a la compresión.

	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
	DISEÑO PATRON	DISEÑO DE MEZCLA N°02	DISEÑO DE MEZCLA N°03	DISEÑO DE MEZCLA N°04
A los 7 días (kg/cm ²)	116.13	135.59	136.92	150.60
A los 14 días (kg/cm ²)	161.05	193.14	198.38	183.00
A los 28 días (kg/cm ²)	178.02	211.54	222.28	225.86

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Descripción:

En la **Tabla 32** se aprecia los resultados de resistencia a la compresión del concreto permeable ensayados a los 7, 14 y 28 días de los 4 diseños de mezclas.

Los datos y procedimiento del cálculo se ubican en el Anexo N°12.

Interpretación:

El diseño patrón, a los 7 días alcanzó 116.13 kg/cm² que representa 52.78% de la resistencia de diseño, a los 14 días alcanzó 161.05 kg/cm² que representa 73.20% de la resistencia diseño y a los 28 días alcanzó los 178.02 kg/cm² que representa 80.92% de la resistencia de diseño, al no alcanzar la resistencia de diseño se optó por utilizar aditivos.

El diseño de mezclas N°02, a los 7 días alcanzó 135.59 kg/cm² que representa 61.63% de la resistencia de diseño, a los 14 días alcanzó 193.14 kg/cm² que representa 87.79% de la resistencia diseño y a los 28 días alcanzó los 211.54 kg/cm² que representa 96.15% de la resistencia de diseño, no alcanzó la resistencia de diseño.

El diseño de mezclas N°03, a los 7 días alcanzó 136.92 kg/cm² que representa 62.23% de la resistencia de diseño, a los 14 días alcanzó 198.38 kg/cm² que representa 90.17% de la resistencia diseño y a los 28 días alcanzó los 222.28 kg/cm² que representa 101.04% de la resistencia de diseño, por lo que si alcanzo la resistencia de diseño.

El diseño de mezclas N°04, a los 7 días alcanzó 150.60 kg/cm² que representa 68.46% de la resistencia de diseño, a los 14 días alcanzó 183.00 kg/cm² que representa 83.18% de la resistencia diseño y a los 28 días alcanzó los 225.86 kg/cm² que representa 102.66% de la resistencia de diseño, por lo que si alcanzo la resistencia de diseño.

- **Propiedades mecánicas: resistencia al desgaste por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles.**

Tabla 33.
Porcentaje del desgaste.

	PORCENTAJE DE DESGASTE			
	DISEÑO PATRON	DISEÑO DE MEZCLA N°02	DISEÑO DE MEZCLA N°03	DISEÑO DE MEZCLA N°04
% de desgaste (%)	56.63	32.97	42.49	40.58

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Descripción:

En la **Tabla 33** se observa los resultados de porcentaje de desgaste de los 4 diseños de mezclas.

Los datos y procedimiento del cálculo se ubican en el Anexo N°12.

Interpretación:

El concreto permeable elaborado con el diseño de mezcla patrón fue el que registro un mayor porcentaje al desgaste, 56.63%, seguido del diseño de mezcla N°03 con un porcentaje al desgaste de 42,49 %, posteriormente se ubicó el diseño de mezcla N°04 con un porcentaje al desgaste de 40.58% y finalmente el diseño de mezcla N°02 con un porcentaje al desgaste de 32.97%, se observa que el diseño de mezcla N°02 obtuvo un porcentaje al desgaste menor que el diseño de mezcla N°03 y N°04 a pesar de tener una resistencia a la compresión menor.

- **Propiedades mecánicas: resistencia a la flexión.**

Tabla 34.
Resistencia a la flexión.

	RESISTENCIA A LA FLEXION			
	DISEÑO PATRON	DISEÑO DE MEZCLA N°02	DISEÑO DE MEZCLA N°03	DISEÑO DE MEZCLA N°04
Resistencia a la flexión (MPA)	2.45	2.68	3.08	2.98

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Descripción:

En la **Tabla 34** se aprecia los resultados de la resistencia a la flexión alcanzada por el concreto permeable de los 4 diseños de mezclas.

Los datos y procedimiento del cálculo se ubican en el Anexo N°12.

Interpretación:

Un correcto concreto permeable debe alcanzar una resistencia a la flexión entre 3 a 4 MPA.

El diseño de mezclas patrón alcanzo una resistencia a la flexión de 2.45 MPA, este resultado no se encuentre dentro del rango recomendado, siendo además el resultado más bajo a comparación de los demás diseños de mezcla.

El diseño de mezcla N°02, que obtuvo la mejor resistencia al desgaste, tuvo una resistencia a la flexión de 2.68 MPA, no alcanzando la resistencia mínima recomendada de 3 MPA.

El diseño de mezcla N°03, obtuvo una resistencia a la flexión de 3.08 MPA, siendo el que mayor resistencia a la flexión alcanzo, y el único que se ubicó dentro del rango recomendado.

El diseño de mezcla N°04, que registro la mejor resistencia a la compresión, alcanzo una resistencia a la flexión de 2.98 MPA, no alcanzó la resistencia mínima recomendada.

- **Propiedades hidráulicas: permeabilidad.**

Tabla 35.
Coficiente de Permeabilidad del concreto permeable.

	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD			
	DISEÑO PATRON	DISEÑO DE MEZCLA N°02	DISEÑO DE MEZCLA N°03	DISEÑO DE MEZCLA N°04
Permeabilidad (mm/seg)	4.792	2.915	4.955	3.368

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Descripción:

En la **Tabla 35** se observa los resultados del coeficiente de permeabilidad del concreto permeable de los 4 diseños de mezclas.

Los datos y procedimiento del cálculo se ubican en el Anexo N°12.

Interpretación:

Los resultados obtenidos en los diseños de mezcla son superiores a la intensidad de lluvia de la zona (36.10 mm/h o 0.602mm/seg).

El diseño de mezcla N°03 alcanzo la permeabilidad más alta, 4.95 mm/seg, seguido del diseño de mezcla patrón, 4,792 mm/seg, ambos diseños de mezcla fueron diseñados con una relación a/c de 0.35. por lo que se puede inferir que a mayor relación a/c mayor permeabilidad.

El diseño de mezcla N°04, alcanzo una permeabilidad de 3.368 mm/seg, teniendo una relación a/c de 0.29.

Finalmente, el diseño de mezcla N°02 fue el que presento el menor coeficiente de permeabilidad, 2.915 mm/seg, teniendo una relación a/c de 0.28. se observa que a mayor relación a/c mayor coeficiente de permeabilidad.

4.1.3 Para el objetivo: evaluar como alternativa técnica y económica la utilización de pavimento de concreto permeable como drenaje sostenible en comparación al sistema de drenaje convencional.

Tabla 36.
Comparación económica.

	COMPARACION ECONOMICA	
	SISTEMA DE DRENAJE CON PAVIMENTO PERMEABLE	SISTEMA DE DRENAJE CONVENCIONAL
COSTO (S/.)	1'631,210.36	1'957,051.83

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Descripción:

En la **Tabla 36** se observa la comparación económica entre realizar un sistema de drenaje con concreto permeable y un sistema de drenaje convencional.

Los datos y procedimiento del cálculo se ubican en el Anexo N°17 y Anexo N°18.

Interpretación:

Construir un sistema de drenaje sostenible con concreto permeable es más económico que construir un sistema de drenaje convencional, se puede ahorrar hasta 16.65%, que representa un monto que asciende a S/. 325,841.47.

El sistema de drenaje sostenible con concreto permeable es amigable con el medio ambiente, su construcción conlleva menos tiempo debido a que la cantidad de juntas a realizarse son menores que en un pavimento convencional y no requiere la construcción de canaletas de concreto ni carpintería metálica. La estructura del pavimento permeable consta de: un mejoramiento del terreno: de 15 cm, cama para geo-dren: 5 cm, geo-dren, relleno con material granular: 10 cm, sub-base granular: 25 cm y una carpeta de rodadura:15 cm, La estructura del pavimento convencional consta de: un mejoramiento del terreno: de 15 cm, cama para geo-dren: 5 cm, geo-dren, relleno con material granular: 10 cm, sub-base granular: 25 cm y una carpeta de rodadura:15 cm además de las construcciones de canaletas y sus tapas metálicas.

4.1.4 Para el objetivo general: Elaborar un plan para la evacuación de precipitaciones pluviales utilizando concreto permeable en el A.H. Laguna Azul, Piura.

El plan para evacuar las precipitaciones pluviales planteado en la presente investigación consistió en:

1. La construcción de 720 metros lineales de pavimento de concreto permeable, en todas las calles del A.H. Laguna Azul. El pavimento permeable debe tener la estructura presentada en el objetivo anterior, así mismo el concreto permeable debe ser elaborado con el diseño de mezcla N°03 (idóneo).
2. La pendiente longitudinal será de 0.5%, gracias a esta pendiente el agua producto de las precipitaciones pluviales y escorrentía superficial serán direccionadas hacia una caja de reunión, esta pendiente se encuentran dentro del rango recomendado por la norma OS. 060 (Drenaje pluvial urbano), para una correcta orientación del flujo.
3. Desde la caja de reunión el agua será evacuada a través de 124.15 metros de TUBERÍA PVC SAP C-10 DN=12", direccionando el flujo hacia el "Dren Sullana". Con este diámetro se garantiza que todo el caudal de agua (0.353 m³/seg.) que el pavimento permeable filtre será evacuada sin inconvenientes hacia el dren, respetando la velocidad mínima (0.9 m/seg). recomendada por la norma OS. 060 (Drenaje pluvial urbano), así mismo deja un margen para mayores caudales que se puedan presentar en la zona frente a futuros fenómenos climáticos.
4. Los cálculos realizados se encuentran en el anexo N°15.

4.2 Discusión

Solminihac, Videla, Fernandez y Castro (2007), en su trabajo titulado: “Desarrollo de mezclas de hormigón poroso para pavimentos urbanos permeables” concluyo que para considerar un concreto como concreto permeable, el coeficiente de permeabilidad mínimo debe ser 3.5 mm/seg. y su porcentaje de vacíos mínimo debe ser 14 %., así mismo se indicó que los mejores resultados con respecto a la resistencia a la compresión, se encontró utilizando: aditivo, 0.5 % del peso del cemento, una relación a/c de 0.38 y un porcentaje de vacíos de 14 %. Y para obtener los mejores resultados con respecto a la resistencia a la flexión, se utilizó: aditivo, 0.5 % del peso del cemento, una relación a/c de 0.35 y un porcentaje de vacíos de 20 %. Con la presente investigación “Plan para la evacuación de precipitaciones pluviales, utilizando concreto permeable en el A.H Laguna Azul - Piura”; se corrobora lo concluido en la investigación anterior. Se observó que el diseño de mezcla optimo tiene las siguientes características: la relación a/c fue de 0.35, así mismo su coeficiente de permeabilidad fue de 4.955 mm/seg, y su porcentaje de vacíos de diseño de 15%, por lo que puede ser considerado un concreto permeable, el porcentaje de aditivo utilizado fue 0.7 % del peso del cemento, este valor se encuentra por encima del utilizado en la investigación anteriormente mencionada, pero este porcentaje se encuentro dentro de lo recomendado en la ficha técnica del aditivo.

Solano Cerdas, Cindy (2009) en su proyecto titulado: “Análisis de la flexo tracción del concreto permeable” concluyó que el uso de aditivos mejora la trabajabilidad en la mezcla, un correcto diseño de mezcla contiene un porcentaje de vacíos entre 15% y 30% y un peso unitario entre 1600 y 2000 kg/m³. La dosificación en relación al cemento a utilizar fue la siguiente, 1 cemento, 4.7 agregado grueso, 0.34 agua, 0.38 agregado fino, 49.50 cc/kg de aditivo reductor de agua y 69.30 cc/kg de aditivo plastificante. El pavimento de concreto permeable diseñado estaba conformado por una base de 50 cm y una capa de rodadura de concreto permeable de 15 cm de espesor. Esta investigación “Plan para la evacuación de precipitaciones pluviales, utilizando concreto permeable en el A.H Laguna Azul - Piura”; concluye que el uso de aditivos mejora la trabajabilidad del concreto permeable, sin embargo, esta investigación solo trabaja con aditivos plastificantes no con aditivos reductores de agua u la combinación de ambos, con lo que respecta al porcentaje de vacíos y al peso unitario, el diseño de mezcla optimo presentó un porcentaje de vacíos en estado fresco de 21.30% y un peso unitario en estado fresco de 1987.1 kg/m³, el porcentaje de vacíos en estado endurecido fue de 31.43 % y la

densidad en estado endurecido fue de 1833.14 kg/m³, se observa que el peso unitario tanto en estado fresco como en estado endurecido se encuentra dentro del rango indicado en la investigación anteriormente mencionada, sin embargo el porcentaje de vacíos en estado endurecido está por encima del rango indicado en la misma investigación. El diseño óptimo de esta investigación utiliza la siguiente dosificación en relación al cemento, 1 cemento, 3.44 agregado grueso, 0.37 agregado fino, 0.351 agua y 0.0070 de aditivo plastificante, se aprecia que se utiliza menos agregado grueso esto explica el mayor porcentaje de vacíos, ya que a una menor cantidad de agregado grueso mayor será el porcentaje de vacíos, también se utiliza agregado fino. En caso del diseño del pavimento permeable en esta investigación consta de: un mejoramiento del terreno: de 15 cm, cama para geo-dren: 5 cm, geo-dren, relleno con material granular: 10 cm, sub-base granular: 25 cm y una carpeta de rodadura: 15 cm

Guizado Barrios, Agneth & Curi Grados, Elvis (2017) en su investigación titulada “Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú”, concluyó que para obtener una buena resistencia y permeabilidad se debe usar una relación a/c de 0.27 y la siguiente dosificación por metro cúbico (m³); Cemento: 428 Kg, Agua: 128 Lt., Agregado grueso: 1555 Kg., Agregado fino: 10% AG y Aditivo reductor de agua: 2% Cemento, al utilizar esta dosificación se obtuvieron los siguientes resultados; una permeabilidad de 0.7 cm/seg, un porcentaje de vacíos en estado fresco de 19.5%, resistencia a la flexión de 3.6 MPa y a la compresión de 22.2 MPa (226.337 kg/cm²). Los investigadores realizaron la comparación económica, se obtuvo los siguientes resultados 1 ml de pavimento de concreto convencional tuvo un costo de S/. 516.235 y 1 ml de pavimento de concreto permeable tuvo un costo de S/. 461.473. La presente investigación “Plan para la evacuación de precipitaciones pluviales, utilizando concreto permeable en el A.H Laguna Azul - Piura”; se concluye que la permeabilidad que se obtuvo con el diseño de mezcla óptimo es 4.995 mm/seg., superior a lo obtenido en la investigación mencionada anteriormente, esto se debe a que el porcentaje de vacíos en estado fresco (21.30%) fue mayor, así mismo al tener un mayor porcentaje de vacíos su resistencia a la compresión (222.28 kg/cm²) y resistencia a la flexión (3.08 MPa) fue menor en comparación a lo obtenido en la investigación mencionada anteriormente. La dosificación utilizada en esta investigación para obtener esos resultados fue la siguiente: Cemento: 404.52 Kg, Agua: 142.03 Lt., Agregado grueso: 1,393.19 Kg., Agregado fino:

150.36 Kg y Aditivo plastificante: 0.7% Cemento, En comparación a la parte económica se aprecia que ambos casos coinciden que elaborar un pavimento permeable es más barato que elaborar un pavimento rígido convencional.

Cordova Cantero, Raúl (2016) en su investigación titulada “Determinación del grado de permeabilidad y evaluación de la resistencia a la colmatación, haciendo uso de aditivos de las marcas SIKA y EUCO para la fabricación de concreto poroso en la ciudad de Arequipa”, concluyó que la dosificación por pie³ con la que se obtuvieron los mejores resultados respecto a la resistencia fue la siguiente; 9.21 kg de cemento, 44.79 kg de agregado grueso de 3/8”, 2.76 litros de agua, 73.67 ml de aditivo Sikament 306 y 15% de porcentaje de vacíos, esta dosificación logro, 307.14 kg/cm² de resistencia a la compresión y 50.45 kg/cm² (4.95 MPA) de resistencia a la flexión, 27% de desgaste, 2.33 mm/seg de coeficiente de permeabilidad. Así mismo se concluyó que un pavimento elaborado con concreto poroso resulta 23.83% más económico que un pavimento elaborado con concreto convencional. En la presente investigación “Plan para la evacuación de precipitaciones pluviales, utilizando concreto permeable en el A.H Laguna Azul - Piura”; se observa que el tamaño de piedra usado en la presente investigación (Huso N°67) es diferente a la usada en la investigación mencionada anteriormente (Huso N°8), por lo que se infiere que un menor tamaño de la piedra aumenta las propiedades mecánicas del concreto permeable, pero disminuye su permeabilidad, ya que el diseño optimo, obtuvo una resistencia a la compresión de 222.28 kg/cm², una resistencia a la flexión de 3.08 MPA, un porcentaje de desgaste de 42.49 % y una permeabilidad de 4.955 mm/seg. Así mismo, en la presente investigación se aprecia que elaborar un pavimento permeable es más barato que elaborar un pavimento rígido convencional hasta en 16.65%.

Loyola Lara, Jhordan (2017) en su investigación titulada “Propuesta de un Pavimento de Concreto Permeable F’c= 210 kg/cm² para la Prolongación Malecón Grau en el Pueblo Joven Florida Baja y Pueblo Joven Florida Alta, Chimbote - 2017”, Concluyó que la dosificación para un diseño de mezcla F’c=210 kg/cm² fue la siguiente; 1 bolsa de cemento, 1 bolsa de arena, 4.67 bolsas de piedra y 17.46 litros de agua por bolsa. Así mismo, la resistencia a la compresión fue 210.84 kg/cm², la resistencia a la flexión fue 34.65 kg/cm² (3.40 MPa) y la velocidad de infiltración, la cual fue de 0.0051 m/s. El pavimento propuesto tiene las siguientes características, una base de 30 cm, dentro del cual contiene una tubería de drenaje de 30 cm de diámetro y una capa de rodadura de

concreto permeable de 25 cm de espesor. En la presente investigación “Plan para la evacuación de precipitaciones pluviales, utilizando concreto permeable en el A.H Laguna Azul - Piura”; se observa que la dosificación fue la siguiente: cemento: 1 bolsa, agregado grueso: 3.444 bolsas, agregado fino: 0.372 bolsas, agua: 0.351 litros, y aditivo: 0.007 litros, se observa que la principal diferencia con respecto a la investigación anteriormente mencionada es la cantidad de arena utilizada, lo que hizo que su coeficiente de permeabilidad o velocidad de infiltración fue demasiado baja comparada con la obtenida en la presente investigación la cual fue de 4.955 mm/seg., así mismo, el diseño optimo, obtuvo una resistencia a la compresión de 222.28 kg/cm², una resistencia a la flexión de 3.08 MPa. El pavimento diseñado en esta investigación no utilizó la tubería de drenaje ya que el agua transitara a través de la estructura del concreto permeable con las pendientes del terreno, así mismo, la estructura del pavimento permeable en la presente investigación consta de: un mejoramiento del terreno: de 15 cm, cama para geo-dren: 5 cm, geo-dren, relleno con material granular: 10 cm, sub-base granular: 25 cm y una carpeta de rodadura: 15 cm,

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia al desgaste, el porcentaje de vacíos del concreto en estado fresco y endurecido, la permeabilidad y el factor técnico – económico comprueba la hipótesis planteada en esta investigación, se afirma que la elaboración de un plan utilizando concreto permeable, evacua las precipitaciones pluviales en el A.H Laguna Azul, Piura.



***CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES***

5 Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- El diseño de mezclas idóneo que alcanzo una resistencia de 210 kg/cm², fue el diseño de mezclas N°03, el cual tuvo la siguiente dosificación por m³: 404.52 kg de cemento, 1 393.19 kg de agregado grueso, 150.36 kg de agregado fino, 142.03 lt de agua y 2.83 kg de Aditivo Viscocrete 3330. Este concreto tuvo las siguientes características de diseño, relación a/c, 0.35, porcentaje de vacíos de diseño, 15 %, volumen de la pasta, 27 %.
- Las propiedades en estado fresco del concreto permeable obtenido con el diseño de mezcla N°03 (idóneo) alcanzo los siguientes resultados: propiedades físicas, trabajabilidad y cohesión, fueron adecuadas, el slump fue 0", no presento segregación, el porcentaje de vacíos en estado fresco fue 21.30 % y el peso unitario fue 1987.1 kg/cm³.

Las propiedades en estado endurecido del concreto permeable obtenido con el diseño de mezcla N°03 (idóneo) obtuvo los siguientes resultados: propiedades físicas: el porcentaje de vacíos en estado endurecido fue 31.43 % y la densidad fue 1833.143 kg/cm³. Propiedades mecánicas: la resistencia a la compresión alcanzado a los 28 días fue 222.28 kg/cm², la resistencia a la flexión alcanzada a los 28 días fue de 3.08 MPA, la resistencia al desgaste fue 42.49 %, propiedades hidráulicas: el coeficiente permeabilidad fue de 4.955 mm/seg.

- Se determinó que el sistema de drenaje sostenible con pavimento permeable resulto ser 16.65% (S/. 325,841.47.) más económico que un sistema de drenaje convencional.

Además, el sistema de drenaje con pavimento permeable conlleva menos tiempo debido a que la cantidad de juntas a realizarse son menores que en un pavimento convencional y no requiere la construcción de canaletas de concreto ni carpintería metálica. La estructura del pavimento permeable consta de: un mejoramiento del terreno: de 15 cm, cama para geo-dren: 5 cm, geo-dren, relleno con material granular: 10 cm, sub-base granular: 25 cm y una carpeta de rodadura:15 cm, La estructura del pavimento convencional consta de: un mejoramiento del terreno: de 15 cm, cama para geo-dren: 5 cm, geo-dren, relleno con material granular: 10 cm, sub-base granular: 25 cm y una carpeta de rodadura:15 cm además de las construcciones de canaletas y sus tapas metálicas.

- Como conclusión al objetivo general de la investigación, el plan para evacuar las precipitaciones pluviales consistió en el diseño de 720 metros de pavimento de concreto permeable, con una pendiente longitudinal de 0.5%, gracias a la pendiente el agua producto de las precipitaciones pluviales y escorrentía superficial fue direccionada hacia una caja de reunión y evacuada a través de 124.15 metros de TUBERÍA PVC SAP C-10 DN=12”, direccionando el flujo hacia el “Dren Sullana”, tal como se muestra en el plano PC - 03.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda al proyectista el uso de aditivo plastificante en la preparación de mezclas de concreto permeable, ya que mejoran las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas.
- Para la elaboración del concreto permeable se recomienda a la residencia de obra seguir el siguiente procedimiento, se coloca la totalidad del agregado grueso en el trompo y se bate por 1 minuto, luego de esto se añade la totalidad del agregado fino y se combinan ambos por 1 minuto, pasado el tiempo se agrega el 10 % del peso del cemento y se bate por 1 minuto, luego se agrega el cemento restante y se bate hasta observar una contextura uniforme. Posteriormente se agrega el 40 % del agua combinado con el aditivo y se bate por 1 minuto, pasado este tiempo se agrega el agua restante y se bate por 4 minutos.
- Se recomienda a los futuros investigadores definir adecuadamente el tipo de compactación, ya que afecta directamente a las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas del concreto permeable.
- Se recomienda a los futuros investigadores realizar el capping a las probetas que se usaran para determinar la resistencia a la compresión, ya que nos otorga una adecuada transmisión de las cargas durante el ensayo.
- Se recomienda a las autoridades regionales y locales, utilizar el plan para evacuar las precipitaciones pluviales en el A.H. Laguna Azul propuesto en la presente investigación.



CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6 Referencias bibliográficas y virtuales

Córdova, R. (2016). *Determinación del grado de permeabilidad y evaluación de la resistencia a la colmatación, haciendo uso de aditivos de las marcas SIKA y EUCO para la fabricación de concreto poroso en la ciudad de Arequipa (tesis pregrado)*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.

Guizado, A. & Curi, Elvis (2017). *Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú (tesis pregrado)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

De Solminihaç, H., Videla, C., Fernández, B., y Castro, J. (2007). Desarrollo de mezclas de hormigón poroso para pavimentos urbanos permeables. *Materiales de Construcción*, 57(287), 23-36. doi: 10.3989/mc.2007.v57.i287.54

Solano, C. (2009). *Análisis de la flexo tracción del concreto permeable (tesis pregrado)*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.

Loyola, J. (2017). *Propuesta de un Pavimento de Concreto Permeable $F'c= 210$ kg/cm² para la Prolongación Malecón Grau en el Pueblo Joven Florida Baja y Pueblo Joven Florida Alta, Chimbote – 2017 (tesis pregrado)*. Universidad Cesar Vallejo, Chimbote, Perú.

Ministerio de la Vivienda y el Urbanismo del Gobierno de Chile. (1996). *Manual de técnicas alternativas para soluciones de aguas lluvias en sectores urbanos*. Recuperado de http://admminvuv57.minvu.cl/opensite_det_20070317115825.aspx

Saucedo, A. (2010). *Concreto hidráulico permeable, una alternativa para la recarga de los mantos acuíferos del Valle de México (tesis pregrado)*. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Smith, D. (2006). *Permeable Interlocking Concrete Pavements: Selection, Design, Construction, Maintenance*. (Tercera edición.). Interlocking Concrete Pavement Institute (ICPI). Canadá.

America Concrete Institute. (2011). *Report on Pervious Concrete*. Recuperado de https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=52210&Format=PROTEC TED_PDF&Language=English&Units=US_AND_METRIC

Rodriguez, V. (2011). *Permeable Interlocking Concrete Pavements: Selection, Design, Construction, Maintenance*. (Tercera edición.). Interlocking Concrete Pavement Institute (ICPI). Canadá.

Ministerio de Transportes y comunicaciones. (2011). *Mantenimiento Periódico de la Carretera PE – IN. (Piura) Santa Ana – Tambo Grande. Tramo: Piura – La Obrilla - Estudio de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Recuperado de <http://gis.Proviasnac.gob.pe/expedientes/2012/LP22/Expediente%20Tecnico%20Escaneado/Volumen%201%20Memoria%20Descriptiva%20y%20Estudios%20Especificos/5%20-%20Estudio%20de%20hidrologia,%20hidr%C3%A1ulica%20y%20drenaje.pdf>

Tennis, P., Leming, M. y Akers, D. (2004). *Pervious Concrete Pavements*. Illinois, Estados Unidos: Portland Cement Association.

Montejo, A. (2002). *Ingeniería para Pavimentos en Carreteras*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia ediciones y publicaciones.

Ministerio de transportes y comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

Hass, R., Hudson, W. y Zaniewski, J. (1994). *Modern pavement management*. Florida, Estados Unidos: Krieger Publishing Company.

Asociación de productores de cemento. (1998). *Tipos de pavimento de concreto*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/63780298/Tipos-de-Pavimentos-de-Concreto>.

Rodríguez, J. (2008). *Estudio, análisis y diseño de secciones permeables de firmes para vías urbanas con un comportamiento adecuado frente a la colmatación y con la capacidad portante necesaria para soportar tráfico ligero (tesis doctoral)*. Universidad de Cantabria, Santander, España.

García, E., Perales, S., y Andrés-Doménech, I. (2015). *Control de escorrentías urbanas mediante pavimentos permeables: aplicación en climas mediterráneos*. Valencia, España: PEnginyeria.

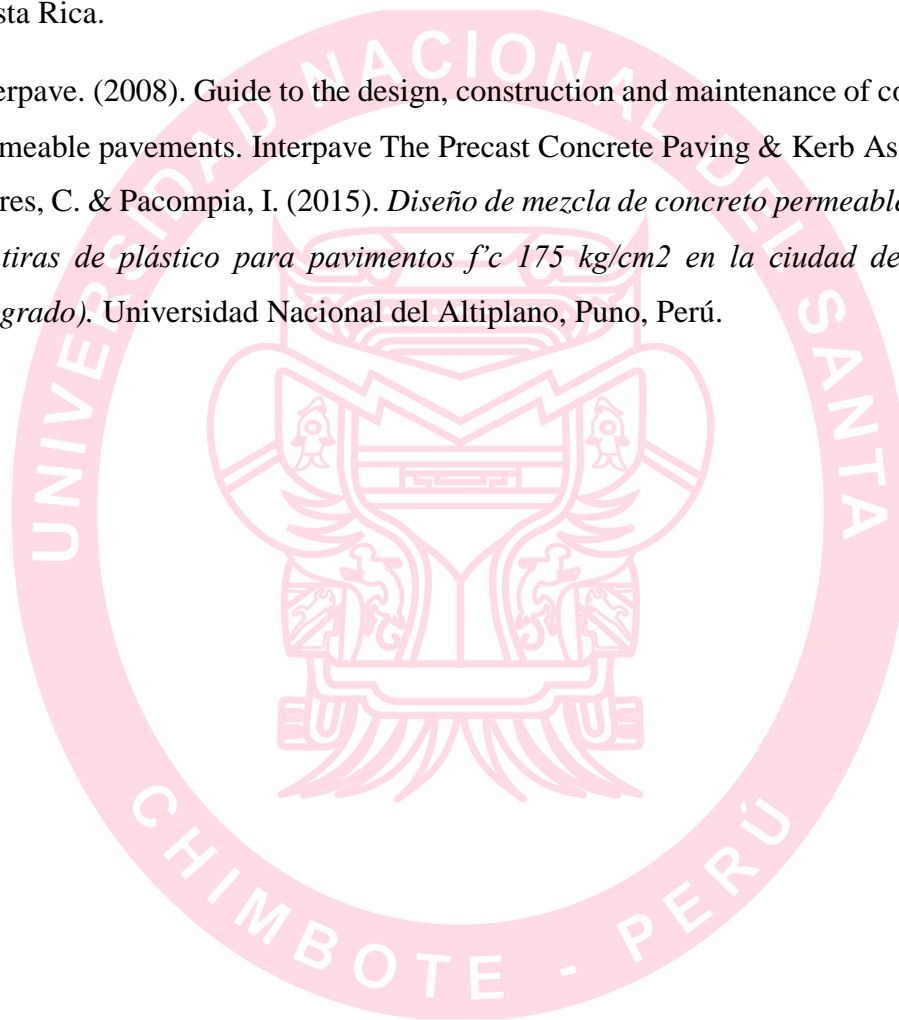
Chávez, L. (2016). *Evaluación geoeconómica del área costera de la región Piura orientada al estudio de agregados para concreto (tesis pregrado)*. Universidad de Piura, Piura, Perú.

Obla, K. (2007). Pervious Concrete for Sustainable Development. En G. Sabnis. (Ed.), *Green Building with concrete* (pp. 151-174). Maryland, Estados Unidos: CRC Press.

Porras, J. (2017). *Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad (tesis pregrado)*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.

Interpave. (2008). Guide to the design, construction and maintenance of concrete block permeable pavements. Interpave The Precast Concrete Paving & Kerb Association.

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 pregrado)*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.





CAPÍTULO VII: ANEXOS

Anexo N° 1. *Estudio de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*



69 folios

**GOBIERNO REGIONAL
PIURA** 000069

**GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCION DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**

ESTUDIO DE HIDROLOGIA HIDRAULICA Y DRENAJE

“MANTENIMIENTO PERIODICO DE LA CARRETERA EMP. PE 1N (PIURA) – SANTA ANA – TAMBOGRANDE: TRAMO PIURA – LA OBRILLA”



**INGº WALDEMAR
RODRIGUEZ
MONTENEGRO**

AGOSTO 2011

5.3 EVALUACION DE PROBLEMAS HIDRODINAMICOS

En el área del proyecto existen siete sub cuencas identificadas de acuerdo a la Carta Nacional precitada. A continuación detallaremos la hidrológia de las cuencas de éstas y el orden en que se presentan, obedece a la extensión de la superficie de cada una de ellas:

5.3.1 Hidrología de cuencas que interceptan la carretera:

Se han identificado 07 subcuencas de mayor magnitud en área. Las subcuencas identificadas son de entre pequeña y mediana magnitud, con pequeñas pendientes que varían entre 0.38% a 0.93%. La vegetación se caracteriza por ser arbórea poco densa en la terraza fluvial o cauces y vegetación rala de pequeños tamaños en las planicies, pero con terrenos de cultivo en tramos adyacentes y a ambos lados de la carretera existente. La vegetación se va incrementando y es abundante conforme se acerca al río Piura, ubicado a la margen izquierdo de la trocha carrozable.

La topografía de las cuencas es prácticamente plana, con zonas alejadas de altura alrededor de los 250 msnm. En los puntos de descarga que cruzan la vía, prácticamente se ha apreciado escasas pendientes, tanto del terreno como de las quebradas o cauces existentes, con presencia de vegetación (totoraes), en las quebradas con presencia de agua (agua estancada) y de arena en los cauces que se encuentran secos y que solo se activan en época de lluvias fuertes, sobre todo en época del fenómeno del Niño.

Las subcuencas identificadas no están bien definidas, dada la configuración plana del terreno, excepto las que tienen agua producto del drenaje de los campos agrícolas. El recorrido de muchos cauces es errático, con confluencia de varias pequeñas subcuencas y que hacen variable el ancho de cruce, debido a su configuración plana.

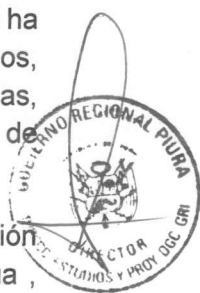
También existen otros flujos de escorrentía menores a lo largo de la trocha carrozable, que la cruzan y se han identificado en el terreno. Su área tributaria se ha considerado en una franja adyacente a un lado de la vía, con caudales mínimos, siendo estructuras de alivio o de pase, para el flujo de pequeñas microcuencas, mostrándose la totalidad de estas quebradas o flujos en el inventario de cruces de agua.

En tal sentido, de la evaluación en los planos de las subcuencas y de la evaluación complementaria en campo, se ha llegado a identificar en total 17 cursos de agua, naturales y artificiales, que cruzan la vía, desde la progresiva 0+000, hasta la progresiva 26+140, entre las cuales se han identificado badenes de concreto, alcantarillas de concreto armado tipo marco, alcantarillas de tubería metálica corrugada (TMC), sifones de concreto, puente de concreto, incluso unas rústicas de troncos de madera, como se muestra a continuación.

ESTUDIO DE HIDROLOGIA HIDRAULICA Y DRENAJE

JUAN MARTIN DE LLUS-LIMO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 47474

VALDEMAR RODRIGUEZ MONTENEGRO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 044444



INVENTARIO VIAL DE OBRAS DE ARTE EXISTENTES

N°	Progr. KM	OBRA EXISTENTE	TIPO DE MATERIAL	DIMENSIONES				ESTADO	CAPAC. HIDRAULICA	OBSERVAC	REEMPLAZO		RECOMENDACIONES	
				Long (m)	Ancho (m)	H (m)	φ (pulg)				Tipo	Altura (m)	Proyeccion Cabezales y aliviaderos	Encauzam. Limpieza
1	0+260.00	Alcantarilla 03 ojos	Concreto armado	15.75	1.00	1.00		R.E.	S	Conservar			No	Si
2	0+700.00	Alcantarilla tubo	Concreto armado	8.20			36"	R.E.	S	Conservar			Si	Si
3	1+463.40	Badén	Mampostería	30.00	6.00			M.E.	-	Reemplazar	TMC	36"	Si	No
4	2+024.50	Alcantarilla (sin uso)	Concreto armado	13.10	2.55	1.00		R.E.	S	Conservar			No	No
5	2+548.00	Puente vehicular	Concreto armado	20.80	4.20			R.E.	S	Conservar			No	No
6	2+611.00	Alcantarilla - coloché	Concreto armado	21.50	2.50	0.80		R.E.	S	Conservar			No	No
7	3+585.00	Sifón (sin uso)	Concreto armado	12.00		0.80		M.E.	-	Descartar			No	No
8	3+848.00	Alcantarilla (sin uso)	TMC	9.00			2.40m	R.E.	I	Conservar			No	No
9	5+776.00	Alcantarilla 04 ojos	TMC	8.00			48"	R.E.	I	Conservar			No	Si
10	6+364.00	Sifón 02 ojos	Concreto armado	14.80	1.15	0.90		R.E.	S	Conservar			No	No
11	7+156.50	Badén	Concreto armado	20.00	7.00			B.E.	S	Conservar			No	Si
12	8+516.50	Alcantarilla 03 ojos	TMC	8.00			48"	R.E.	I	Conservar			No	Si
13	11+648.00	Badén	Concreto armado	20.00	7.00			B.E.	S	Conservar			No	Si
14	13+278.00	Badén	Concreto armado	40.00	7.00			B.E.	S	Conservar			No	Si
15	21+170.00	Alcantarilla rustica	Madera	7.00	1.10	0.75		M.E.	I	Reemplazar	TMC	48"	Si	Si
16	21+736.00	Alcantarilla incompleta	TMC	7.00			24"	M.E.	I	Reemplazar	TMC	36"	Si	Si
17	22+162.00	Sifón	Concreto armado	10.00	0.55	0.60		R.E.	S	Conservar			No	Si

M.E. = MAL ESTADO TMC = TUBERIA METALICA CORRUGADA
R.E. = REGULAR ESTADO I = INSUFICIENTE
B.E. = BUEN ESTADO S = SUFICIENTE

Para calcular el caudal máximo asociado a una frecuencia establecida, es necesario determinar, para la misma frecuencia, la intensidad de la precipitación de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca correspondiente. El tiempo de concentración de una cuenca es el tiempo que una gota de agua, caída en el punto más lejano, emplea para llegar en la sección de cálculo.

Teniendo en cuenta, que se tiene que diseñar estructuras de drenaje que permitan mantener y conservar la transitabilidad, para cada quebrada identificada, se delimitó la superficie de la cuenca, como se muestra en la Lamina H-01, se midió la longitud del cauce principal, la diferencia de niveles del cauce principal, tipo de cobertura; con lo cual se calcularon los parámetros morfológicos de las cuencas como área, pendiente, tiempo de concentración, que se muestra en el cuadro correspondiente.



ESTUDIO DE HIDROLOGIA HIDRAULICA Y DRENAJE

JUAN MARTIN OBILLUS-LIMO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 47474

VALDEMAR RODRIGUEZ MONTENEGRO
REG. DE INGENIEROS

5.3.2 Inventario de Flujos Principales de Agua

QBDA	PROGRESIVA	AREA CUENCA (Km2)	LONGITUD (m)	COTA INICIAL (msnm)	COTA FINAL (msnm)	DIFERENCIA DE COTAS (m)	PENDIENTE (%)	tc (h)
Q1	3+848	24.97	17022	175	44	131	0.770	3.83
Q2	5+776	24.97	19670	175	47	128	0.651	4.57
Q3	7+156.50	24.97	14175	150	55	95	0.670	3.51
Q4	8+516.50	67.38	10780	150	49	101	0.937	2.50
Q5	13+278	34.68	10618	125	50	75	0.706	2.75
Q6	15+810	5.56	2620	60	50	10	0.382	1.19
Q7	23+111	18.59	5344	100	55	45	0.842	1.52

Para la determinación de la escorrentía se emplean diversos métodos; el método racional, el hidrograma triangular, el hidrograma sintético, etc, del cual, teniendo en cuenta las áreas de drenaje, se está empleando el método de abstracciones del SCS.

El método para obtener el escurrimiento, está en función de la aplicabilidad del área en cuestión; la cantidad y naturaleza de los datos disponibles; los detalles necesarios en la respuesta final y, la exactitud requerida. La aplicabilidad está acorde con las características de la zona específica y, las suposiciones con las cuales se trabaja el método.

El número y naturaleza de los datos disponibles se refiere a la extensión, detalle y cobertura de los registros hidrológicos, que pueden ser de precipitación o caudal. Para efectos de la determinación de inundaciones puede considerarse un ejemplo de la variación de los detalles sobre el resultado final. En determinados métodos sólo se menciona el escurrimiento máximo, en tanto otros alcanzan el hidrograma completo. La exactitud está determinada por el costo y, suposiciones planteadas en el desarrollo del método.

5.3.3. Precipitaciones Máximas diarias: (Estación Miraflores-Fuente SENAMHI)

En el presente estudios hidrológicos desarrollaremos el Método de Abstracciones del SCS, por ser aplicable a zonas con cualquier área, por su simplicidad, fácil aplicación, pero principalmente por contar con información pluviométrica y pluviográfica específica disponible para el desarrollo de otros métodos. Es importante precisar que el registro histórico de precipitaciones alcanzado por SENAMHI, presenta 38 años.



ESTUDIO DE HIDROLOGIA HIDRAULICA Y DRENAJE

JUAN MARTIN USILLUS LIMO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 47474

VALDEMAR RODRIGUEZ MONTENEGRO
ING. CIVIL
REG. CIP. N° 944444

Año	Precipitación Máxima Diaria (mm)
1971	1.60
1972	66.20
1973	29.80
1974	2.40
1975	7.00
1976	18.80
1977	14.10
1978	31.90
1979	4.50
1980	30.30
1981	18.40
1982	6.70
1983	151.40
1984	13.00
1985	15.90
1986	6.10
1987	34.90
1988	4.60
1989	10.10
1990	2.40
1991	3.50
1992	107.10
1995	6.80
1996	1.80
1997	49.50
1998	173.60
1999	16.00
2000	12.80
2001	61.50
2002	91.50



ESTUDIO DE HIDROLOGIA HIDRAULICA Y DRENAJE

JUAN MARTIN USALLUS LIMO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 47474

VALDEMAR RODRIGUEZ MONTENEGRO
ING. CIVIL
REV. C.P. N° 044444

53

000053

2003	16.00
2004	4.10
2005	9.50
2006	13.00
2007	6.20
2008	33.00
2009	18.30
2010	35.00

Nº Datos	38
Promedio	29.72
Desviación estándar	40.03
Mínimo	1.60
Máximo	173.60

Las precipitaciones máximas diarias de la Estación Miraflores fueron ajustadas a las distribuciones teóricas más utilizadas, como son la Log Normal III, Log Pearson Tipo III y Gumbel.

a) Distribución Log Normal III:

La función de densidad de probabilidad es la siguiente:

$$f(x) = \frac{1}{(X - X_0) \sqrt{(2\pi) S_y}} e^{-1/2 (\ln(X - X_0) - \mu_y / S_y)^2}$$

Para $X > X_0$

Donde:

X_0 : parámetro de posición

μ_y : parámetro de escala o media

S_y : parámetro de forma o varianza



ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRAULICA Y DRENAJE

~~JUAN MARTIN OBILLUS-LIMO~~
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 47474

[Signature]
VALDEMAR RODRIGUEZ MONTENEGRO
ING. CIVIL
REG. C.P. N° 044444



52
080052

b) Distribución Log Pearson Tipo III:

Si se toman los logaritmos de la variable aleatoria y suponiendo que estos se comportan según la distribución Pearson Tipo III, se tiene la función Log Pearson Tipo III. Para la solución se sigue el mismo procedimiento que la distribución Pearson Tipo III.

La función de densidad de probabilidad es la siguiente:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha_1 \Gamma(\beta_1)} \left[\frac{x - \delta_1}{\alpha_1} \right]^{\beta_1 - 1} e^{-\frac{x - \delta_1}{\alpha_1}}$$

Donde:

$\alpha_1, \beta_1, \delta_1$ = son los parámetros de la función

$\Gamma(\beta_1)$ = función Gamma.

Los parámetros $\alpha_1, \beta_1, \delta_1$ se evalúan a partir de los datos de intensidades observadas (en este caso estimadas a partir de la lluvia máxima en 24 horas), mediante el siguiente sistema de ecuaciones.

$$\bar{x} = \alpha_1 \beta_1 + \delta_1 \qquad S^2 = \alpha_1^2 \beta_1 \qquad \gamma = \frac{2}{\sqrt{\beta_1}}$$

Donde:

\bar{x} = es la media de los datos.

S^2 = variancia de los datos.

γ = coeficiente de sesgo, definido como: $\gamma = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3 / n}{S^3}$

La función de distribución de probabilidad es:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha_1 \Gamma(\beta_1)} \int_0^x e^{-\frac{x - \delta_1}{\alpha_1}} \left(\frac{x - \delta_1}{\alpha_1} \right)^{\beta_1 - 1} dx$$

Sustituyendo:

JUAN MARTIN VILLUS-LIMO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 47474

VALDEMAR RODRIGUEZ MONTENEGRO
ING. CIVIL
REG. CIP. N° 044444



$y = \frac{x - \delta_1}{\alpha_1}$, la ecuación anterior se escribe como:

$$F(y) = \frac{1}{\Gamma(\beta_1)} \int y^{\beta_1-1} e^{-y} dy$$

Esta última ecuación es una función de distribución chi cuadrada con $2\beta_1$ grados de libertad y también $\chi^2 = 2y$, es decir:

$$F(y) = F(\chi^2 | \nu) = F\chi^2(2y | 2\beta_1)$$

La función chi cuadrado se encuentra en tablas estadísticas.

c) Distribución Gumbel:

Supóngase que se tienen N muestras, cada una de las cuales contiene "n" eventos. Si se selecciona el máximo "x" de los "n" eventos de cada muestra, es posible demostrar que, a medida que "n" aumenta, la función de distribución de probabilidad de "x" tiende a:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

La función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \alpha e^{-\alpha(x-\beta)} e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Donde α y β son los parámetros de la función.

Los parámetros α y β , se estiman para muestras muy grandes, como:

$$\alpha = \frac{1.2825}{S} \quad \beta = \bar{x} - 0.45 S$$

Para muestras relativamente pequeñas, se tiene:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S} \quad \beta = \bar{x} - u_y / \alpha$$

los valores de μ_y y σ_y se encuentra en tablas.

De acuerdo a las distribuciones señaladas, se han obtenido para cada periodo de retorno los siguientes valores de precipitaciones, obtenido mediante el software Smada v6.43 para Windows.



JUAN MARTIN OBILLUS LIMO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 47474

VALDEMAR ROJAS MONTENEGRO
ING. CIVIL
REG. CIP. N° 044444

Tr	Distribución		
	LN3	Gumbel	Log Pearson Tipo III
2	19.86	24.27	14.26
5	53.45	59.40	41.69
10	78.83	82.66	74.56
20	105.32	104.97	121.77
25	114.15	112.05	140.73
50	142.69	133.85	213.93
100	173.06	155.49	313.93

d) Prueba de bondad de ajuste:

Para saber que distribución teórica se ajustó mejor a los datos de intensidades calculadas, se aplicó la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov. Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada $F_0(X_m)$ y la estimada $F(X_m)$.

$$D = \max |F_0(X_m) - F(X_m)|$$

Con un valor crítico "d" que depende del número de datos y del nivel de significación seleccionado.

Si $D < d$, se acepta la hipótesis nula

Los valores del nivel de significación α que se usan normalmente son del 10%, 5% y 1%. Para un nivel de significación de 5%, y para una muestra de $n = 38$, el valor de "d" crítico es 0.22.

El valor de α , en la teoría estadística, es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula.

H_0 = La función de distribución de probabilidad es $D(\alpha, \beta, \dots)$, cuando en realidad es cierta, es decir de cometer un error tipo I.

La función de distribución de probabilidad observada se calcula como:

$$F_0(X_m) = 1 - \frac{m}{n+1}$$

Donde : m = es el número de orden del dato X_m en una lista de mayor a menor.

n = es el número total de datos.



ESTUDIO DE HIDROLOGIA HIDRAULICA Y DRENAJE

JUAN MARTIN USILLUS-LIMO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 47474

VALDEMAR RODRIGUEZ MONTENEGRO
ING. CIVIL
REG. CIP. N° 044443



ITEM	DATOS	Probabilidad de excedencia F(x)			Diferencia Delta D	
		Empírica	LN3	Gumbel	LN3	Gumbel
1	173.60	0.026	0.025	0.010	0.00074	0.01590
2	151.40	0.051	0.032	0.018	0.01952	0.03306
3	107.10	0.077	0.056	0.063	0.02062	0.01432
4	91.50	0.103	0.072	0.096	0.03098	0.00680
5	66.20	0.128	0.113	0.187	0.01545	0.05830
6	61.50	0.154	0.124	0.210	0.02971	0.05627
7	49.50	0.179	0.162	0.282	0.01718	0.10273
8	35.00	0.205	0.238	0.394	0.03267	0.18859
9	34.90	0.231	0.238	0.395	0.00773	0.16382
10	33.00	0.256	0.252	0.411	0.00408	0.15478
11	31.90	0.282	0.261	0.421	0.02113	0.13894
12	30.30	0.308	0.274	0.436	0.03344	0.12782
13	29.80	0.333	0.279	0.440	0.05470	0.10677
14	18.80	0.359	0.412	0.547	0.05306	0.18834
15	18.40	0.385	0.419	0.551	0.03410	0.16678
16	18.30	0.410	0.420	0.552	0.01015	0.14216
17	16.00	0.436	0.463	0.576	0.02681	0.14014
18	16.00	0.462	0.463	0.576	0.00117	0.11450
19	15.90	0.487	0.465	0.577	0.02248	0.08989
20	14.10	0.513	0.503	0.596	0.00973	0.08290
21	13.00	0.538	0.529	0.607	0.00931	0.06871
22	13.00	0.564	0.529	0.607	0.03495	0.04307
23	12.80	0.590	0.534	0.609	0.05562	0.01951
24	10.10	0.615	0.609	0.637	0.00593	0.02205
25	9.50	0.641	0.629	0.644	0.01249	0.00267
26	7.00	0.667	0.719	0.670	0.05261	0.00307
27	6.80	0.692	0.727	0.672	0.03510	0.02050
28	6.70	0.718	0.732	0.673	0.01357	0.04510
29	6.20	0.744	0.753	0.678	0.00904	0.06556
30	6.10	0.769	0.757	0.679	0.01227	0.09016
31	4.60	0.795	0.826	0.695	0.03132	0.10032
32	4.50	0.821	0.831	0.696	0.01057	0.12494
33	4.10	0.846	0.851	0.700	0.00482	0.14647
34	3.50	0.872	0.882	0.706	0.00978	0.16597



ESTUDIO DE HIDROLOGIA HIDRAULICA Y DRENAJE

JUAN MARTIN OBALLUS LIMO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 47474

VALDEMAR RODRIGUEZ MONTENEGRO
ING. CIVIL
REG. C.I.E. N° 044444



35	2.40	0.897	0.938	0.717	0.04087	0.18042
36	2.40	0.923	0.938	0.717	0.01523	0.20606
37	1.80	0.949	0.967	0.723	0.01839	0.22563
38	1.60	0.974	0.976	0.725	0.00135	0.24925
					0.05562	0.24925

		Aceptada	Rechazada
			0.2206

5.3.4. Estimación de la Frecuencia de Recurrencia

La frecuencia promedio de ocurrencia de lluvias, que se empleará en el diseño, señalará el nivel de protección que se puede proporcionar al sistema proyectado.

A continuación mostraremos ciertos criterios de diseño generalizados, para estructuras de control de agua:

PUENTES DE CARRETERA	PERIODO RETORNO (AÑOS)
Sistema secundario	10 - 50
Sistema Primario	50 - 100

ALCANTARILLAS DE CARRETERA	PERIODO RETORNO (AÑOS)
Volúmenes de trafico bajo	5 - 10
Volúmenes de trafico intermedios	10 - 25
Volúmenes de trafico alto	50 - 100

CARRETERA BAJO VOLUMEN DE TRANSITO (MTC-PERU)	PERIODO RETORNO (AÑOS)
Puentes y pontones	100
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarillas de alivio	10 - 20
Drenaje de la plataforma	10



ESTUDIO DE HIDROLOGIA HIDRAULICA Y DRENAJE

JUAN MARTIN ABILUS-LIMO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 47474

VALDEMAR RODRIGUEZ MONTENEGRO
ING. CIVIL
REG. CIP. N° 04441



Como puede verse, la norma peruana conservadoramente ha optado por valores de frecuencia de recurrencia correspondientes a sistemas primarios y/o volúmenes de tráfico alto en el caso de puentes y pontones, en ese sentido, asumiremos para el presente estudio periodos de retorno de 50, pues es una vía rural o vecinal, de carácter secundario y del cual, se van a realizar trabajos de mantenimiento periódico.

Es preciso anotar que, la aplicación del análisis de riesgo en estructuras para el control de agua, puede presentar anomalías si la magnitud correspondiente al periodo de retorno, se excede durante la vida útil de la estructura.

Se puede recurrir al uso de la siguiente fórmula, para efectos del cálculo del riesgo hidrológico natural o inherente de falla:

$$R = 1 - (1 - 1/T)^n$$

Donde

R : Riesgo de falla
T : Periodo de retorno
n : Vida útil de la estructura

El periodo de vida útil de un puente o estructura hidráulica, en razón a sus activos fijos de mayor vida útil es de 20 años o más, por lo tanto asumiremos un riesgo de falla de 18.21% para 100 años y de 33.23% para 50 años.

- En el caso de 50 años, el riesgo de falla será de 33% o el 67% de probabilidad de no excedencia.
- En el caso de 100 años el riesgo de falla será de 18% o el 82 % de probabilidad de no excedencia durante el mismo periodo
- Para nuestro proyecto, teniendo en cuenta que el proyecto se refiere a trabajos de mantenimiento periódico, se considera un período de 50 años, tanto para las alcantarillas, como para los badenes.

5.3.4. Precipitaciones e intensidades máximas en 24 horas:

Un pluviómetro mide la precipitación caída cada 24 horas, es decir, de 7 a.m. a 7 a.m. del día siguiente, pero si analizamos una serie de Precipitaciones máximas diarias, dicha precipitación no puede ser considerada como la máxima caída en un período de 24 horas, información que será útil para luego deducir las precipitaciones en duraciones menores. Por tanto, se suele emplear la relación siguiente:

$$P_{max} (24horas) = 1.1 P_{max} (diaria)$$

ESTUDIO DE HIDROLOGIA HIDRAULICA Y DRENAJE

JUAN MARTIN UBILLUS-LIMO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 47474

VALDEMAR RODRIGUEZ ACENTEN
ING. CIVIL
REG. CIP. N° 044414



Tr (años)	P diaria (mm)	P 24 horas (mm)	I máx 24 horas (mm/h)
2	19.68	21.65	0.90
5	53.45	58.80	2.45
10	78.83	86.71	3.61
20	105.32	115.85	4.83
25	114.15	125.57	5.23
50	142.69	156.96	6.54
100	173.06	190.37	7.93

P 24 horas = 156.96 mm. (Estación Miraflores).

5.3.5. Concepto de Precipitación Excedente o Escurrimiento Superficial

Cuando se produce una lluvia, una parte inicial de esta es retenida; en la cobertura vegetal, como intercepción y en las depresiones del terreno, como almacenamiento superficial. Al continuar la lluvia, el suelo se cubre de una delgada capa de agua, conocida como detención superficial y escorrentía superficial. Inmediatamente debajo de la superficie, tiene lugar la escorrentía subsuperficial; las dos escorrentías, la superficial y la subsuperficial, constituyen la escorrentía directa.

La infiltración, viene a ser el paso del agua a través de la superficie del suelo hacia el interior de la tierra; la percolación, es el movimiento del agua dentro del suelo; ambos fenómenos, la infiltración y la percolación, están muy relacionados, esto ocurre porque la primera no puede continuar sino no se da la segunda. El agua infiltrada en exceso, de la escorrentía subsuperficial, puede formar parte del agua subterránea, la que eventualmente puede llegar a los cursos del agua.

Generalmente, constituye una preocupación, la obtención de la escorrentía directa, entendiéndose esta como una lluvia específica en un determinado lugar.

Por la presencia de los fenómenos de infiltración y percolación, el agua de lluvia llega hasta el nivel del agua subterránea, pero no a un ritmo constante. La tasa de infiltración disminuye a medida que progresa la tormenta, dado que se van llenando los espacios capilares del suelo.

La capacidad de infiltración, viene a ser la tasa máxima a la cual puede penetrar agua a un suelo, en un área dada y, con una tasa de abastecimiento suficiente. Al inicio de una tormenta es máxima y, se aproxima a una tasa mínima a medida que el suelo se satura. El valor límite está controlado por la permeabilidad del suelo.

Existen diversas fórmulas para determinar la infiltración, la mayor parte de ellas señalan que la capacidad de infiltración es una función exponencial del tiempo.





Anexo N° 2. Estudio de tránsito, IMDA y Esal

ESTUDIO DE TRÁFICO: CÁLCULO DE IMDA Y ESAL

A) CÁLCULO DE INDICE MEDIO DIARIO (IMDA)

TIPO DE VEHÍCULO	DÍAS		TOTAL DIARIO	IMDS	FACTOR DE CORRECCIÓN	IMDA	DISTRIBUCIÓN (%)
	SÁBADO	LUNES					
MOTOS	292	337	629	315	1.051400671	331	84.87%
AUTO	24	25	49	25	1.051400671	26	6.67%
STATION WAGON	10	9	19	10	1.051400671	11	2.82%
PICK UP	12	13	25	13	1.051400671	14	3.59%
RURALCombi	4	6	10	5	1.051400671	5	1.28%
2 E	2	4	6	3	0.998694729	3	0.77%
				371		390	

B) CÁLCULO DE ESAL DE DISEÑO

TIPO DE VEHÍCULO	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	RURAL Combi	2 E
IMDA	331	26	11	14	5	3

Tasa de crecimiento:

$$T.C. = 3.5$$

Periodo de diseño

$$P.D = 20 \text{ años}$$

TIPO DE VEHÍCULO	N°Veh/día (02 sent.)	N°Veh/día (01 sent.)	N°Veh/año	F.C	ESAL carril de diseño	Factor de crecimiento	ESAL de Diseño
MOTOS	331	165.5	60407.5	0.0001	6.04075	28.2796818	170.83
AUTO	26	13	4745	0.0001	0.4745	28.2796818	13.42
STATION WAGON	11	5.5	2007.5	0.0001	0.20075	28.2796818	5.68
PICK UP	14	7	2555	0.0001	0.2555	28.2796818	7.23
RURAL Combi	5	2.5	912.5	0.0001	0.09125	28.2796818	2.58
2 E	3	1.5	547.5	3.56	1949.1	28.2796818	55119.93
<i>Total de vehiculos</i>	390	195			1956.16275	<i>ESAL de diseño</i>	55319.66

W18 = 55319.66



Anexo N° 3. Características del agregado grueso



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Suelos de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO

ASTM C136 - NTP 400.012

CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO: SOJO (SULLANA - PIURA)

TMN DE MUESTRA ANALIZADA: 3/4"

TAMIZ AGREGADO GRUESO				
Peso Inicial (gr):		5000		
Tamiz o Malla		Peso Retenido (gr)	Error (gr)	Error (%) (Max. 0.3%)
Abertura	Nº			
25.00 mm	1"	0	11.90	0.238
19.00 mm	3/4"	138.00		
9.50 mm	3/8"	2243.20		
4.75 mm	N 04	2425.70		
2.36 mm	N 08	181.20		
Total		4988.100		

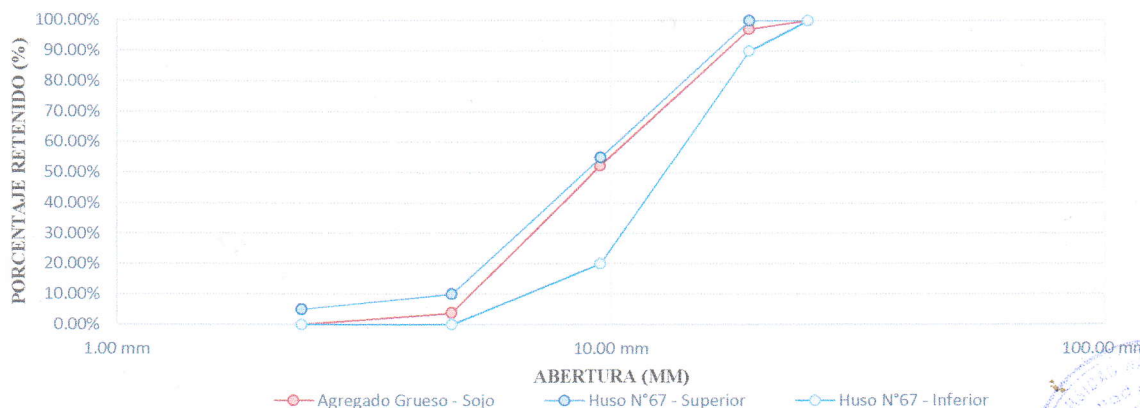
Según NTP. 400.037, se utilizaría hoja HUSO 67

Tamiz o Malla		Peso Retenido (gr)	Porc. Reten. (%)	Porc. Acuml. (%)	Porc. Que Pasa. (%)	Lim. Sup.	Lim. Inf.
Abertura	Nº						
25.00 mm	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
19.00 mm	3/4"	140.98	2.82%	2.82%	97.18%	100.00%	90.00%
9.50 mm	3/8"	2246.18	44.92%	47.74%	52.26%	55.00%	20.00%
4.75 mm	Nº 4	2428.68	48.57%	96.32%	3.68%	10.00%	0.00%
2.36 mm	Nº8	184.18	3.68%	100.00%	0.00%	5.00%	0.00%
Total		5000.000				10.00%	0.00%

Tamaño Máximo : 1"
 Tamaño Máximo Nominal : 3/4"
 Según NTP. 400.037, se utilizaría hoja HUSO 67

Tamiz o Malla		Lim. Sup.	Lim. Inf.
Abertura	Nº		
25.00 mm	1"	100.00%	100.00%
19.00 mm	3/4"	100.00%	90.00%
9.50 mm	3/8"	55.00%	20.00%
4.75 mm	Nº4	10.00%	0.00%
2.36 mm	Nº8	5.00%	0.00%

CURVA GRANULOMETRICA - HUSO Nro. 67



Fuente: Elaboración propia





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Suelos de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

NTP 339.185 y ASTM D2216

CONDICIONES DE SECADO

Temperatura : 110°C ± 5°C

Método : Horno (O)

Microonda (M)

Fórmula a utilizar:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{(P_m - P_{msc})}{P_{msc}} * 100$$

Donde :

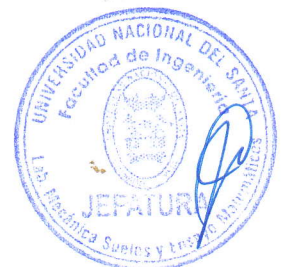
P_m = Peso de la muestra

P_{msc} = Peso de la muestra seca

CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO GRUESO

RECIPIENTE N°		1	2	3
Peso de muestra humedad + Tara (gr)	A	116.961	127.945	114.310
Peso de muestra seca + Tara (gr)	B	116.597	127.482	113.958
Peso de tara (gr)	C	26.826	27.078	26.584
Peso humedo (gr)	W=A-C	90.135	100.867	87.726
Peso seco (gr)	D=B-C	89.771	100.404	87.374
Contenido de humedad (%)	((W-D)/D)*100	0.41%	0.46%	0.40%
PROMEDIO		0.423%		

Fuente: Elaboración propia





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES,
UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos
Valdivieso Rau Diana Lisset

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Suelos de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

NTP 400.017 Y MTC E-203

DATOS TÉCNICOS

Volumen del molde	Ancho= 0.156 m	Largo = 0.190 m	Alto = 0.301 m	V = 0.00892 m ³
Peso del molde				3.293 kg

Fórmula a utilizar:

$$\text{Peso unitario (M)} = \frac{(G - T)}{V}$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado (suelto o compactado)

G = Peso de molde + peso de muestra seca

T = Peso del recipiente (kg)

V = Volumen del molde (m³).

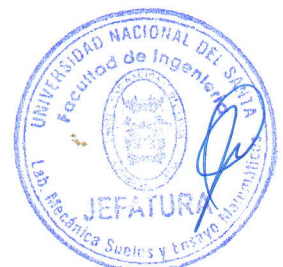
PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

CANTIDAD DE MUESTRAS	PESO DEL MOLDE (kg)	VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	PESO DE MUESTRA SECA + PESO DE MOLDE (kg)	PESO DE MUESTRA SECA (kg)	PESO UNITARIO SUELTO SECO DE LA MUESTRA (kg/m ³)
1	3.29 kg	V = 0.00892 m ³	15.362	12.069	1352.778 kg/m ³
2	3.29 kg	V = 0.00892 m ³	15.169	11.876	1331.145 kg/m ³
3	3.29 kg	V = 0.00892 m ³	15.170	11.877	1331.257 kg/m ³
Promedio del Peso unitario volumetrico suelto del agregado grueso promedio (kg/m³)					1338.394 kg/cm ³

PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

CANTIDAD DE MUESTRAS	PESO DEL MOLDE (kg)	VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	PESO DE MUESTRA SECA + PESO DE MOLDE (kg)	PESO DE MUESTRA SECA (kg)	PESO UNITARIO SUELTO SECO DE LA MUESTRA (kg/m ³)
1	3.29 kg	V = 0.00892 m ³	16.600	13.307	1491.553 kg/m ³
2	3.29 kg	V = 0.00892 m ³	16.345	13.052	1462.960 kg/m ³
3	3.29 kg	V = 0.00892 m ³	16.660	13.367	1498.267 kg/m ³
Promedio del Peso unitario volumetrico compactado del agregado grueso promedio (kg/m³)					1484.260 kg/cm ³

Fuente: Elaboración propia





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Suelos de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

NTP 400.021

Fórmulas a utilizar:

P_{em} = Peso específico de masa

$$P_{em} = \frac{A}{(B-C)}$$

Donde :

A = Peso de la muestra seca en aire, en gramos

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, en gramos

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

P_{esss} = Peso específico de masa saturada con superficie seca

$$P_{esss} = \frac{B}{(B-C)}$$

P_{ea} = Peso específico aparente

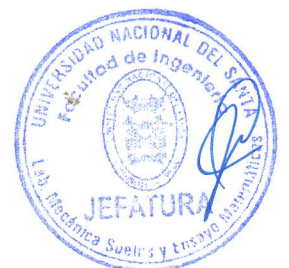
$$P_{ea} = \frac{A}{(A-C)}$$

A_b = Absorción

$$A_b (\%) = \frac{(B-A)}{A}$$

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			
A	peso en el aire de la muestra seca (gr)		1989.97
B	peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)		2000.00
C	peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)		1245.00
	Peso específico de masa (P _{em})	A/B-C	2.6357 gr/cm³
	Peso específico de masa saturada con superficie seca (P _{esss})	B/B-C	2.6490 gr/cm³
	Peso específico aparente (P _{ea})	A/A-C	2.6712 gr/cm³
	Absorción (A _b %)	((B-A)/A)*100	0.504%

Fuente: Elaboración propia





Anexo N° 4. Características del agregado fino



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos
Valdivieso Rau Diana Lisset
ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz
LUGAR: Laboratorio de Suelos de la UNS
FECHA: 11/09/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

ASTM C136 - NTP 400.012

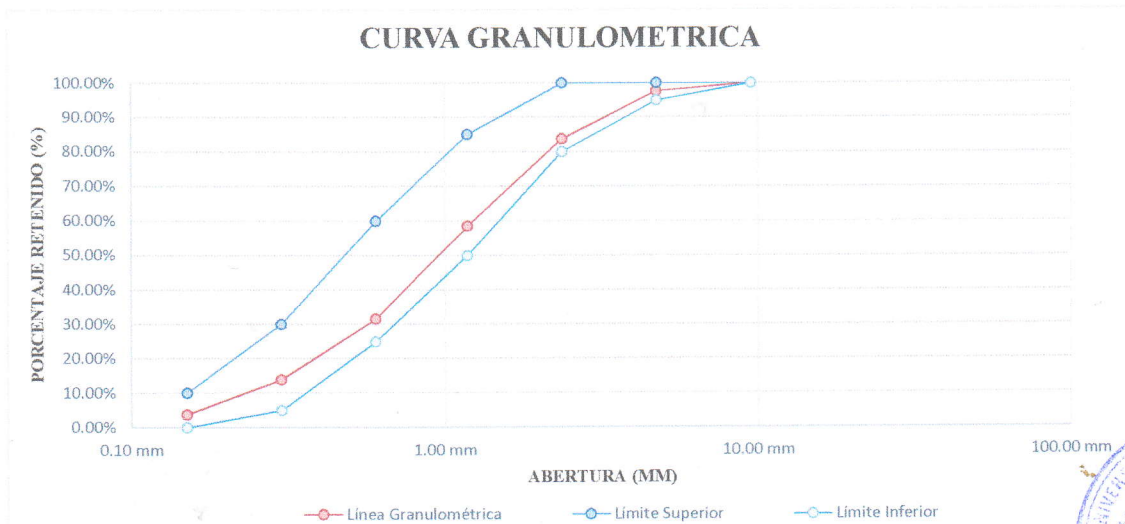
CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO:	CERRO MOCHO (SULLANA - PIURA)
PESO DE LA MUESTRA ANALIZADA	2000 gr

Tamiz o Malla		Peso Retenido (gr)	Error (gr)	Error (%) (Max. 0.3%)
Abertura	Nº			
9.50 mm	3/8"	0	5.0	0.248
4.75 mm	4	46.45		
2.36 mm	8	279.25		
1.18 mm	16	503.34		
0.60 mm	30	536.46		
0.30 mm	50	354.15		
0.15 mm	100	202.06		
0.08 mm	200	52.55		
Cazoleta		20.78		
Total		1995.04		

Tamiz o Malla		Peso Retenido (gr)	Porc. Reten. (%)	Porc. Acuml. (%)	Porc. Que Pasa. (%)	Lim. Sup.	Lim. Inf.
Abertura	Nº						
9.50 mm	3/8"	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
4.75 mm	4	47.070	2.35%	2.35%	97.65%	100.00%	95.00%
2.36 mm	8	279.870	13.99%	16.35%	83.65%	100.00%	80.00%
1.18 mm	16	503.960	25.20%	41.55%	58.46%	85.00%	50.00%
0.60 mm	30	537.080	26.85%	68.40%	31.60%	60.00%	25.00%
0.30 mm	50	354.770	17.74%	86.14%	13.86%	30.00%	5.00%
0.15 mm	100	202.680	10.13%	96.27%	3.73%	10.00%	0.00%
0.08 mm	200	53.170	2.66%	98.93%	1.07%		
Cazoleta		21.400	1.07%	100.00%	0.00%		
Total		2000.000					

$$MF = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado desde el tamiz N}^\circ 04 \text{ al N}^\circ 100}{100}$$

MF= 3.11%



Fuente: Elaboración propia





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES,
UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Suelos de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

NTP 339.185 y ASTM D2216

CONDICIONES DE SECADO

Temperatura : 110°C ± 5°C

Método : Horno (O)

Microonda (M)

Fórmula a utilizar:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{(P_m - P_{msc})}{P_{msc}} * 100$$

Donde :

P_m = Peso de la muestra

P_{msc} = Peso de la muestra seca

CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO FINO

RECIPIENTE N°		1	2	3
Peso de muestra humedad + Tara (gr)	A	114.564	118.471	115.452
Peso de muestra seca + Tara (gr)	B	113.896	117.814	114.782



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos
Valdivieso Rau Diana Lisset
ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz
LUGAR: Laboratorio de Suelos de la UNS
FECHA: 11/09/2019

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO NTP 400.017 Y MTC E-203

DATOS TÉCNICOS

Volumen del molde	Ancho= 0.141 m	Largo = 0.140 m	Alto = 0.134 m	V = 0.00265 m ³
Peso del molde				2.11 kg

Fórmula a utilizar:

$$\text{Peso unitario (M)} = \frac{(G - T)}{V}$$

Donde :

- M = Peso unitario del agregado (suelto o compactado)
- G = Peso de molde + peso de muestra seca
- T = Peso del recipiente (kg)
- V = Volumen del molde (m³).

PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO DEL AGREGADO FINO

CANTIDAD DE MUESTRAS	PESO DEL MOLDE (kg)	VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	PESO DE MUESTRA SECA + PESO DE MOLDE (kg)	PESO DE MUESTRA SECA (kg)	PESO UNITARIO SUELTO SECO DE LA MUESTRA (kg/m ³)
1	2.11 kg	V = 0.00265 m ³	6.153	4.043	1528.452 kg/m ³
2	2.11 kg	V = 0.00265 m ³	6.228	4.118	1556.806 kg/m ³
3	2.11 kg	V = 0.00265 m ³	6.193	4.083	1543.574 kg/m ³
Promedio del Peso unitario volumetrico suelto del agregado fino promedio (kg/m³)					1542.944 kg/cm ³

PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

CANTIDAD DE MUESTRAS	PESO DEL MOLDE (kg)	VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	PESO DE MUESTRA SECA + PESO DE MOLDE (kg)	PESO DE MUESTRA SECA (kg)	PESO UNITARIO SUELTO SECO DE LA MUESTRA (kg/m ³)
1	2.11 kg	V = 0.00265 m ³	6.676	4.566	1726.172 kg/m ³
2	2.11 kg	V = 0.00265 m ³	6.682	4.572	1728.440 kg/m ³
3	2.11 kg	V = 0.00265 m ³	6.726	4.616	1745.074 kg/m ³
Promedio del Peso unitario volumetrico compactado del agregado fino promedio (kg/m³)					1733.228 kg/cm ³

Fuente: Elaboración propia





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Suelos de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

NTP 400.022

Fórmulas a utilizar:

OD = Gravedad específica

$$OD = \frac{A}{(B+S-C)}$$

Donde :

A = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, (gr)

B = Peso de picnómetro + agua (gr)

C = Peso del picnómetro + agua + material (gr)

S = Peso de muestra saturada superficialmente seca (gr)

SSD = Densidad relativa (Gravedad específica) saturado superficialmente seca

$$SSD = \frac{S}{(B+S-C)}$$

Gea = Gravedad específica aparente

$$Gea = \frac{A}{(B+A-C)}$$

Ab = Absorción

$$Ab (\%) = \frac{(S-A)}{A} * 100$$

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO			
S	Peso de muestra saturada superficialmente seca (gr)		500.00
A	Peso en el aire de la muestra secada en el horno, (gr)		496.00
B	Peso de picnómetro + agua (gr)		671.00
C	Peso del picnómetro + agua + material (gr)		975.00
	Densidad relativa (Gravedad específica)	(OD) = A/(B+S-C)	2.5306 gr/cm3
	Densidad relativa (Gravedad específica) saturado superficialmen	(SSD)= S/(B+S-C)	2.5510 gr/cm3
	Densidad relativa aparente (Gravedad específica aparente)	A/(B+A-C)	2.5833 gr/cm3
	Absorción (Ab %)	((S-A)/A)*100	0.806%

Fuente: Elaboración propia





Anexo N° 5. Ficha técnica del cemento



Pacasmayo

Control de Calidad

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CEMENTO EXTRAFORTE

G-CC-EST-08
Versión 25 / 03 de setiembre de
2018
Página 1/1

Descripción: El Cemento EXTRAFORTE (ICo) es un producto que se obtiene mediante la pulverización conjunta de clinker, yeso, filler calizo, puzolana y/o escoria. El clinker es un mineral artificial y esta compuesto esencialmente de silicatos de calcio producidos a partir de materiales calcáreos y correctores de sílice, alumina y hierro en un proceso efectuado a temperaturas cercanas a los 1450°C. Este tipo de cemento sigue los requisitos de la Norma Técnica Peruana 334.090 y de la ASTM C 595. Es un cemento de uso general, para estructuras que no requieran propiedades especiales.

Ensayos	Requisitos			Normas de Referencia	Normas de Ensayo
REQUERIMIENTOS QUIMICOS					
SO ₃	Máximo	4.0	%	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C114 NTP 334.086
MgO	Máximo	6.0	%	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C114 NTP 334.086
REQUERIMIENTOS FISICOS					
Contenido de Aire	Máximo	12.0	%	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C 185 NTP 334.048
Finura					
a) Superficie Específica	-	-	-	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C204 NTP 334.002
b) Retenido M325	-	-	-	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C430 NTP 334.045
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C151 NTP 334.004
Contracción en autoclave	Máximo	0.20	%	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C 151 NTP 334.004
Resistencia a la Compresión					
a) Resistencia compresión a 1 día (*)	Mínimo	8.3 (1,200)	MPa (psi)	n / a	ASTM C109 NTP 334.051
b) Resistencia compresión a 3 días	Mínimo	13.0 (1,890)	MPa (psi)	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C109 NTP 334.051
c) Resistencia compresión a 7 días	Mínimo	20.0 (2,900)	MPa (psi)	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C109 NTP 334.051
d) Resistencia compresión a 28 días	Mínimo	25.0 (3,630)	MPa (psi)	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C109 NTP 334.051
Tiempo de Fraguado Vicat					
a) Fraguado Inicial	Mínimo	45	minutos	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C191 NTP 334.006
b) Fraguado Final	Máximo	420	minutos	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C191 NTP 334.006
REQUERIMIENTOS DE PESOS NETOS					
Peso unitario (Neto)	Mínimo	41.65	kg	ASTM C595 NTP 334.090	n / a
Peso promedio por lotes ≥ 50 bolsas (Neto)	Mínimo	42.50	kg	ASTM C595 NTP 334.090	n / a

Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Victor Milla Analista de Aseguramiento de la Calidad	Ing. Gabriel Mansilla Superintendente de Aseguramiento de la Calidad e Investigación y Desarrollo	Ing. Hugo Villanueva Castillo Gerente Central de Operaciones

(*) Requisito interno impuesto por la compañía.



Anexo N° 6. Ficha técnica de los aditivos

HOJA TÉCNICA

Sikament[®] TM-140

Superplastificante Reductor de agua de alto rango

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament[®] TM-140 es un aditivo líquido, color café. Superplastificante, reductor de agua de alto poder y economizador de cemento. No contiene cloruros.

USOS

Sikament[®] TM-140 tiene dos usos básicos:

- **Como plastificante:**

Adicionándolo a una mezcla de consistencia normal se consigue fluidificar el concreto o mortero facilitando su colocación y su bombeabilidad en elementos esbeltos densamente armados y en la construcción de estructuras civiles prefabricadas.

Permite recuperar el asentamiento del concreto premezclado sin alterar sus tiempos de fraguado ante demoras en la colocación del mismo.

- **Como superplastificante**

Adicionándolo disuelto en la última porción del agua de amasado permite reducir, de acuerdo con la dosis usada, hasta un 30% del agua de la mezcla, consiguiéndose la misma trabajabilidad inicial y obteniéndose un incremento considerable de las resistencias a todas las edades.

Sikament[®]TM-140 es ideal para la elaboración de prefabricados y concretos de altas resistencias finales. Mediante su uso la impermeabilidad y durabilidad del concreto o mortero se ven incrementadas notablemente.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

El Sikament[®] TM -140 proporciona los siguientes beneficios tanto al concreto fresco como al concreto endurecido.

Como plastificante:

Mejora considerablemente la trabajabilidad de la mezcla.

Facilita el bombeo y colocación del concreto a mayores alturas y a distancias más largas.

Disminuye el riesgo de cangrejas en el concreto de estructuras densamente armadas y esbeltas.

Mejora considerablemente el acabado del concreto y reproduce la textura de la formaleta.

Se puede emplear para recuperar el asentamiento perdido en el concreto premezclado ya que no retarda el fraguado del mismo en climas medios y fríos.

Evita la segregación y disminuye la exudación del concreto fluido.

Disminuye los tiempos de vibrado del concreto.

Puede redosificarse el material hasta completar una dosis del 2% del peso del cemento sin alterar la calidad.

Como superplastificante:

Aumenta la resistencia inicial del concreto hasta un 80% aproximadamente.

Incrementa la resistencia final del concreto en un 40% aproximadamente a los 28 días de edad.

Reduce considerablemente la permeabilidad del concreto, aumentando su durabilidad.

Densifica el concreto y mejora su adherencia al acero de refuerzo.

Reduce en alto grado la exudación y la retracción plástica.

Gran economía en los diseños por la reducción de cemento alcanzable

DATOS BÁSICOS

FORMA	ASPECTO
	Líquido
	COLOR
	Pardo Oscuro
	PRESENTACIÓN
	Granel x 1 L
	Cilindro x 200 L.
	Dispenser x 1000 L.

ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL
	1 año en su envase original bien cerrado y bajo techo.

DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD
	1.19 - 1.25 Kg/L
	NORMA
	Sikament® TM-140 cumple normas ASTM C 494, aditivo tipo F ASTM C 1017
	USGBC VALORACIÓN LEED
	Sikament® TM-140 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.
	Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN

CONSUMO / DOSIS

DOSIFICACIÓN

Como plastificante 0.35% al 0.70% del peso del cemento.

Como superplastificante: 0.7% al 2.0% del peso del cemento.

La dosis óptima debe determinarse mediante ensayos preliminares.

MÉTODO DE APLICACIÓN

APLICACIÓN

Como plastificante o superplastificante:

- Adicionar la dosis escogida de Sikament® TM-140 en la última porción del agua de amasado de la mezcla. Reducir agua y trabajar justo con la trabajabilidad requerida. Al reducir agua la mezcla pierde trabajabilidad muy rápido. Colóquela y víbrela inmediatamente. Puede usarse combinándolo con la dosis adecuada de un plastificante retardante del tipo: Plastiment® TM-12 con el fin de atenuar este fenómeno.

PRECAUCIÓN

La elaboración de concreto o mortero fluido exige una buena distribución granulométrica. Se debe garantizar un suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido. En caso de deficiencia de finos dosificar Sika® Aer para incorporar del 3% al 4% de aire en la mezcla.

El uso de concreto fluido demanda un especial cuidado en el sellado de las formaletas para evitar la pérdida de la pasta.

La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y en las condiciones de la obra.

Al adicionar Sikament® TM-140 súper fluidificar una mezcla con asentamiento menor de 5 cm, el efecto súper plastificante se reduce notablemente y se incrementan los requerimientos del aditivo.

Cuando se emplea para recuperar la bombeabilidad de una mezcla perdida por demoras en la colocación y se desea plasticidad por más de 1 hora adicional, agregue un plastificante retardante y luego Sikament® TM- 140 o Sikament® -306.

Los mejores resultados se obtienen cuando los componentes que intervienen en la preparación del concreto cumplen con las normas vigentes. Dosificar por separado cuando se usen otros aditivos en la misma mezcla, si se emplea un plastificante retardante adicionarlo previamente al Sikament® TM- 140.

El curado del concreto con agua y/o Sika® Antisol® S antes y después del fraguado es indispensable.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 5
la misma que deberá ser destruida”**

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sikament® TM-140 :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro industrial "Las Praderas
de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y 6,
Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sikament® TM-140
22.01.15, Edición 6

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com



HOJA TÉCNICA

Sika® ViscoCrete®-3330

Aditivo superplastificante de alto rango para climas fríos

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para climas fríos y/o se necesita altas resistencias a tempranas edades.

USOS

- Es adecuado para la producción de concreto en obra y concreto pre-mezclado.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
 - Concreto pre-fabricado.
 - Acelera la fragua del concreto.
 - Para concretos de pavimentos tipos Fast Track, concretos de pronta puesta en servicio.
 - Concreto para climas fríos.
 - Concreto con alta reducción de agua (hasta 30%)
 - Es adecuado para concreto bajo agua, sistemas Tremie. (la relación agua material cementante debe ser entre 0.30 a 0.45)
 - Concreto de alta resistencia.
 - Concreto autocompactante.
- El alto poder reductor de agua, la excelente fluidez y el corto tiempo de fraguado con altas resistencias tempranas tienen una influencia positiva en las aplicaciones antes mencionadas

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® ViscoCrete®-3330 actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia)
- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
- Adecuado para la producción de concreto autocompactante.
- Incrementa las altas resistencias iniciales (producción de prefabricados)
- Alta impermeabilidad
- Menor relación agua – cemento la impermeabilidad.
- Aumenta la durabilidad del concreto.

- Reduce la exudación y segregación.
- Aumenta la cohesión del concreto.
- Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- Comportamiento mejorado de contracción y deslizamiento.
- Reduce la carbonatación del concreto

Sika® ViscoCrete®-3330 no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

NORMAS

ESTÁNDARES

Cumple con la norma ASTM C-494 tipo G y ASTM C-1017

DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO

Líquido

COLORES

Marrón claro a marrón oscuro.

PRESENTACIÓN

- Granel x 1 L
- Cilindro x 200 L
- Dispenser x 1,000 L

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

1 año a partir de la fecha de producción, en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C.

DATOS TÉCNICOS

DENSIDAD

1.07 Kg/L ± 0.01

USGBC VALORACIÓN LEED

Sika® ViscoCrete®-3330 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN

CONSUMO / DOSIS

- Para concretos plásticos suaves: 0,4 % - 1 % del peso del cemento.
- Para concretos fluidos y autocompactantes: 1 % - 2 % del peso del cemento.

MÉTODO DE APLICACIÓN

MODO DE EMPLEO

Como plastificante o superplastificante:

Sika® ViscoCrete®-3330 se agrega al agua de amasado o junto con el agua a la mezcladora de concreto. Para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua, recomendamos un mezclado cuidadoso durante 60 segundos como mínimo.

Para evitar la exudación en el concreto y lograr la consistencia deseada, el agua restante de la mezcla recién se añadirá cuando hayan transcurrido 40 segundos del tiempo de mezclado.

El uso de Sika® ViscoCrete®-3330 garantiza un concreto de la más alta calidad. Sin embargo, también en el caso del concreto preparado con Sika® ViscoCrete®-3330 debe cumplirse con las normas estándar para la buena producción y colocación de concretos.

IMPORTANTE

El concreto fresco debe ser curado apropiadamente con Sika® Antisol® S. Cuando se trabaja con relaciones a (material cementante) bajas es recomendable mezclar el concreto de 7 a 10 minutos.

Para Concretos Fluidos y Concretos Autocompactantes.

Sika® ViscoCrete®-3330 también puede usarse para concretos fluidos y autocompactantes mediante la utilización de dosificaciones especiales de mezclado.

Cuando el Sika® ViscoCrete®-3330 está Congelado.

Descongelarlo lentamente a temperatura ambiente y mezclarlo en forma intensiva.

Combinaciones.

Sika® ViscoCrete®-3330 puede combinarse con los siguientes productos Sika®: Sika® CNI, Sika® Fume y SikaAer®, SikaRapid® - 1 entre otros.

Se recomienda realizar un ensayo previo si se realizan combinaciones de varios de los productos antes mencionados. Favor consultar a nuestro servicio técnico.

PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintéticos y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

ECOLOGÍA

No desechar en vías acuáticas ni en el suelo. Cumplir las normas locales al respecto.

TOXICIDAD

No tóxico según los códigos suizos vigentes sobre salud y seguridad.

NOTAS LEGALES

Esta información y, en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y uso final del producto, están dadas de buena fe, basadas en el conocimiento actual y la experiencia de Sika de los productos cuando son correctamente almacenados, manejados y aplicados, en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, soportes y condiciones reales en el lugar de aplicación son tales que no se puede deducir de la información del presente documento, ni de cualquier otra recomendación escrita, ni de consejo alguno ofrecido, ninguna garantía en términos de comercialización o idoneidad para propósitos particulares, ni obligación alguna fuera de cualquier relación legal que pudiera existir. Los derechos de propiedad de terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos se aceptan de acuerdo a los términos vigentes de venta y suministro. Los usuarios deberán referirse a la última versión de la Hoja de Datos del producto correspondiente, copia de las cuales se mandarán a quién las solicite.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición Nº 8
la misma que deberá ser destruida”**

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika® ViscoCrete®-3330 :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL

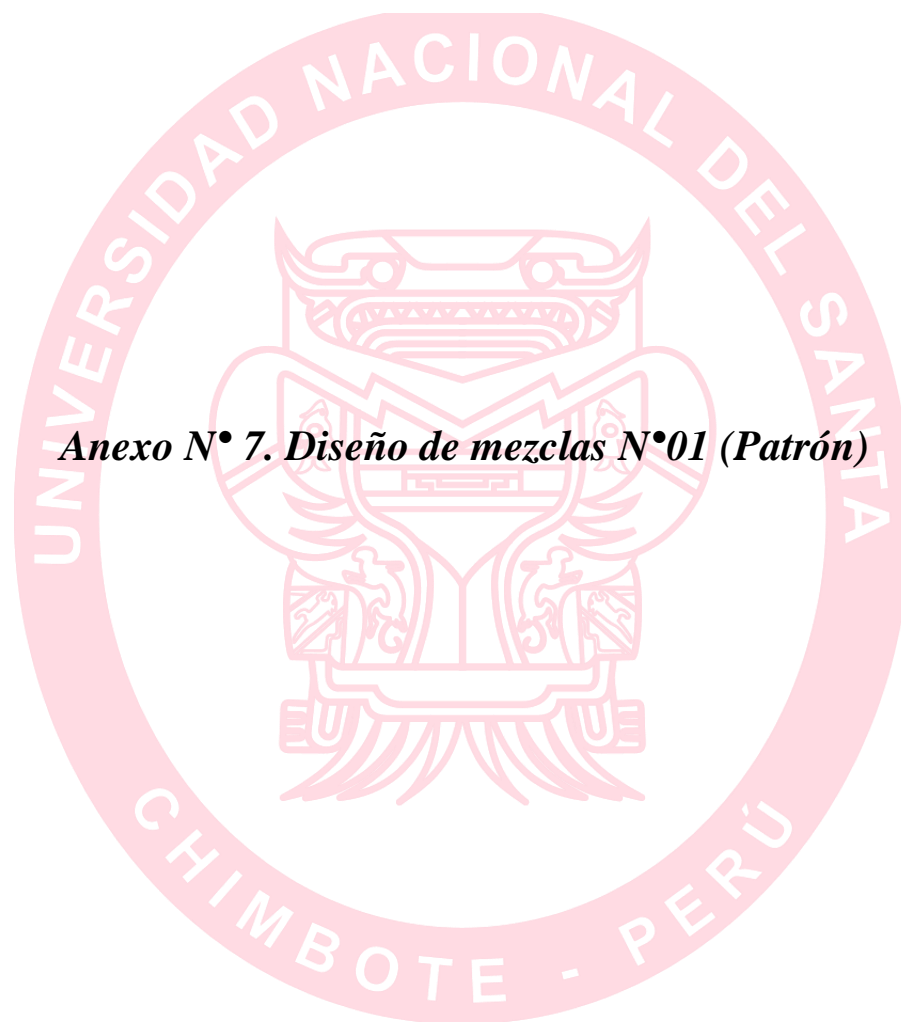


Sika Perú S.A.
Concrete
Centro industrial "Las Praderas
de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y
6, Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sika® ViscoCrete® - 3330
22.01.15, Edición 9

**Versión elaborada por: Sika Perú
S.A.**
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com





Anexo N° 7. Diseño de mezclas N°01 (Patrón)



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

DISEÑO DE MEZCLAS PATRON CONCRETO PERMEABLE (ACI 522R-10)

01.00 DATOS INICIALES:

Intensidad de lluvia : 3.61mm/h Periodo de retorno : 10 años Factor de Seguridad: 10

Intensidad de lluvia de diseño: 36.10mm/h

02.00 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES:

Peso unitario Compactado del agregad grueso (gr/cm3):

1,484.26 kg/m3

Peso específico del Agua (gr/cm3):

1.00 gr/cm3

Peso específico de agregado fino (gr/cm3):

2.583 gr/cm3

Peso específico del cemento (gr/cm3):

3.02 gr/cm3

Peso específico de agregado grueso(gr/cm3):

2.67 gr/cm3

Absorción de agregado grueso(%):

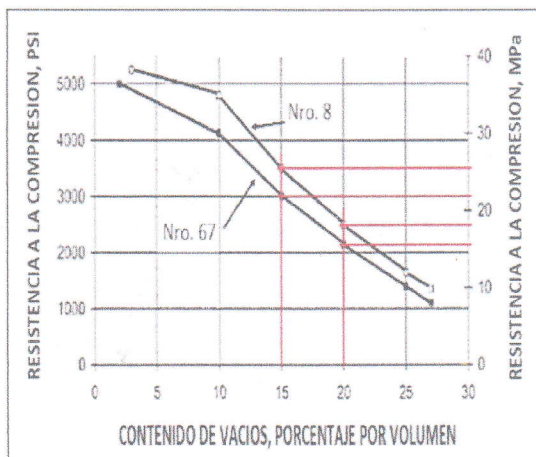
0.504%

03.00 DATOS EXTERNOS (Tablas):

03.01. Porcentaje de vacíos de diseño (%):

% Vacío de diseño: 15.00 %

03.02. Verificación de la resistencia a la compresión de diseño



Resistencia de diseño f'c (Kg/cm2)

220 kg/cm2





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

03.03. Determinacion del peso del agregado

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b _o	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

$$W_a = (PSVC) * \left(\frac{b}{b_o}\right) * 1m^3$$

Con 10 % de agregado fino

$W_a = 1380.362 \text{ Kg/m}^3$

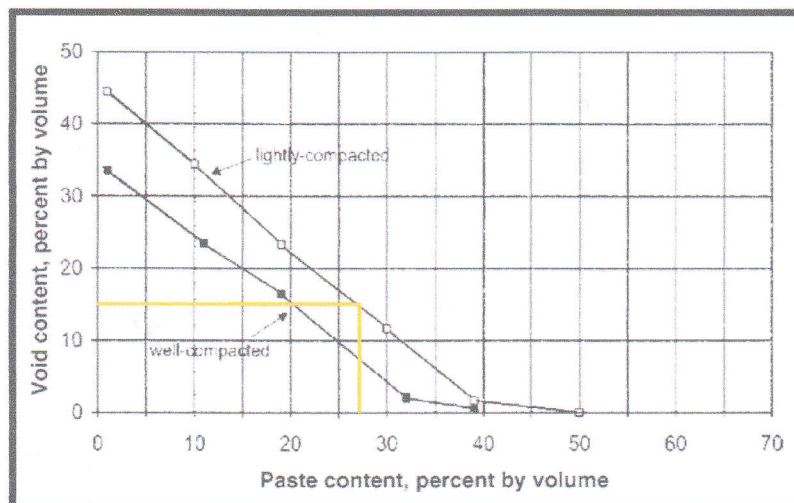
03.04. Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco

$$W_{ssd} = W_a * abs$$

$W_{ssd} = 1387.319 \text{ Kg/m}^3$

03.05. Determinación del volumen de la pasta

LIGERAMENTE COMPACTADO



Contenido de pasta (%)	27	≈	27.00 %
------------------------	----	---	---------



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

03.06. Elección de la relación agua cemento a/c

En el concreto permeable, los valores recomendados de relaciones a/c se encuentran en el intervalo de 0,26 a 0,45 (ACI 522R-10), los que aseguran que la pasta recubra por completo todos los áridos, uniéndolos de tal forma que no comprometan la formación de poros y por ende su permeabilidad.

NOTA:

Valores altos de a/c: pueden generar el colapso del sistema de poros que son lo más importante en este tipo de concreto ya que ellos son los que permiten el paso del agua.

Valores bajos de a/c: producen ligadura deficiente entre los áridos.

La variable a/c se fijó en **0.35**. Este valor fue escogido debido a que resulto optimo en trabajabilidad y cohesion

a/c diseño : 0.35

03.07. Determinación del contenido de cemento.

$$c = \frac{V_p}{\frac{1}{3.15} + a/c} \times 1000 \text{ Kg/m}^3$$

c= 404.518 kg/m3

03.08. Determinación del contenido de agua (W)

$$w = c * \frac{a}{c}$$

w= 141.581 lts/m3

03.09. Determinación de volumen sólido

$$V_{AG} = \frac{W_{ssd}}{\text{Grav. Especifica}}$$

Vag= 0.52 m3

$$V_c = \frac{c}{P. Especifico Cemento}$$

Vc= 0.134 m3

$$V_w = \frac{w}{P. Especifico agua}$$

Vw= 0.142 m3





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos
 Valdivieso Rau Diana Lisset
ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla
JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz
LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS
FECHA: 11/09/2019

$$V_{AR} = \text{Volumen de grava (kg)} * (a/A)/(1-a/A)$$

Var= 0.0578 m3
Af= 149.24 kg

Total de Volumen Solido (Vs) = VAG+VC+VW +VAR

VS= 0.854 m3

RESUMEN DE RESULTADOS

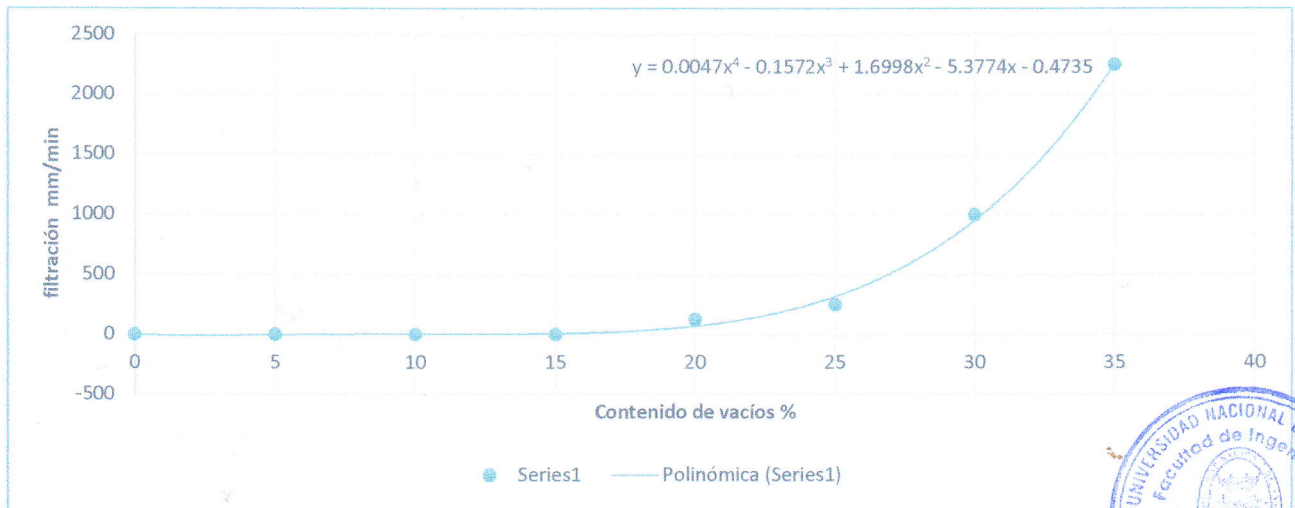
	<i>Cantidades</i>
Cemento	0.134 m3
A° Grueso	0.520 m3
A° Fino	0.058 m3
Agua	0.142 m3
Volumen solido	
	0.854 m3

03.10. Determinación de volumen de vacios

Porcentaje de vacio= (Volumen total - Volumen solido) * 100

Porcentaje de vacio (%)= 14.62% ≈ 14.62%

03.11. Determinación de volumen de vacios



filtración = 7.72 mm/min
 0.129 mm/seg





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

03.12. Resumen de resultados

	Cantidades	En kg
Cemento	0.134 m ³	404.52 kg
A° Grueso	0.520 m ³	1,387.32 kg
A° fino	0.058 m ³	149.24 kg
Agua	0.142 m ³	141.58 kg
vacios	0.146 m ³	
TOTAL	1.000 m³	

03.13 Corrección por Humedad, Absorción y Aporte:

	A. Grueso	A. Fino
Humedad (C.H. %)	0.423	0.750
Absorción (a%)	0.504	0.806
Aporte	-0.421	-0.03 lt

03.14 Valores de diseño corregidos por humedad:

	Cantidades
Cemento	404.52 kg
A° Grueso Húmedo	1,393.19 kg
A° Fino	150.36 kg
Agua	142.03 lt

03.15 Valores en relación al cemento

	Cantidades
Cemento	1.00
A° Grueso Húmedo	3.44
A° Fino	0.37
Agua	0.351

03.16 Pesos por tanda de un saco:

Cemento	1x42.5	42.5	Kg/saco
A° Grueso Húmedo	3.44 x 42.5	146.37	Kg/saco
A° Grueso Fino Húmedo	0.37 x 42.5	15.80	kg/saco
Agua	0.351 x 42.5	14.92	Lt/saco





Anexo N° 8. Diseño de mezclas N°02



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

DISEÑO DE MEZCLAS N°02 CONCRETO PERMEABLE (ACI 522R-10)

01.00 DATOS INICIALES:

Intensidad de lluvia : 3.61mm/h

Periodo de retorno : 10 años

Factor de Seguridad: 10

Intensidad de lluvia de diseño: 36.10mm/h

02.00 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES:

Peso unitario Compactado del agregad grueso (gr/cm³):

1,484.26 kg/m³

Peso específico del Agua (gr/cm³):

1.00 gr/cm³

Peso específico de agregado fino (gr/cm³):

2.58 gr/cm³

Peso específico del cemento (gr/cm³):

3.02 gr/cm³

Peso específico de agregado grueso(gr/cm³):

2.67 gr/cm³

Absorción de agregado grueso(%):

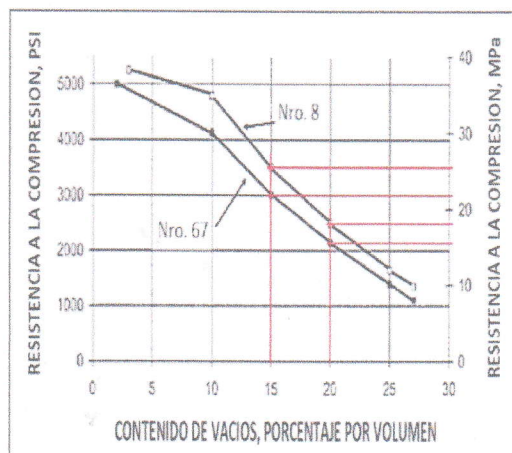
0.504%

03.00 DATOS EXTERNOS (Tablas):

03.01. Porcentaje de vacíos de diseño (%):

% Vacío de diseño: 15.00 %

03.02. Verificación de la resistencia a la compresión de diseño



Resistencia de diseño f'_c (Kg/cm²)

220 kg/cm²





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

03.03. Determinación del peso del agregado

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b_o	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

$$W_a = (PSVC) * \left(\frac{b}{b_o}\right) * 1m^3$$

Con 10 % de agregado fino

$$W_a = 1380.362 \text{ Kg/m}^3$$

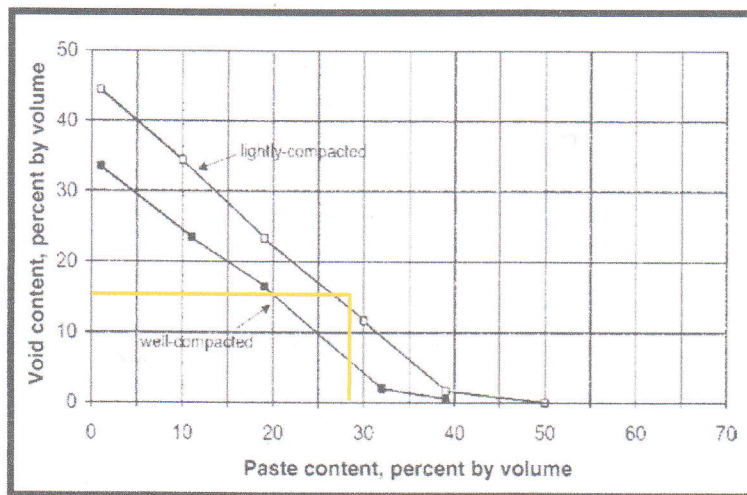
03.04. Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco

$$W_{ssd} = W_a * abs$$


$$W_{ssd} = 1387.319 \text{ Kg/m}^3$$

03.05. Determinación del volumen de la pasta

LIGERAMENTE COMPACTADO



Contenido de pasta (%) 27 ≈ 27.00 %

	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".		
TESISTAS:	Hurtado Manrique Juan Carlos Valdivieso Rau Diana Lisset	JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz
ASESOR:	Ms. Jenisse Fernández Mantilla	LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS
		FECHA: 11/09/2019

03.06. Elección de la relación agua cemento a/c

En el concreto permeable, los valores recomendados de relaciones a/c se encuentran en el intervalo de 0,26 a 0,45 (ACI 522R-10), los que aseguran que la pasta recubra por completo todos los áridos, uniéndolos de tal forma que no comprometan la formación de poros y por ende su permeabilidad.

NOTA:

Valores altos de a/c: pueden generar el colapso del sistema de poros que son lo más importante en este tipo de concreto ya que ellos son los que permiten el paso del agua.

Valores bajos de a/c: producen ligadura deficiente entre los áridos.

La variable a/c se fijó en **0.28**. Este valor fue escogido debido a que resulto optimo en trabajabilidad y cohesion .

a/c diseño : **0.28**

03.07. Determinación del contenido de cemento.

$$c = \frac{V_p}{\frac{1}{3.15} + a/c} \times 1000 \text{ Kg/m}^3$$

c= 451.913 kg/m3

03.08. Determinación del contenido de agua (W)

$$w = c * \frac{a}{c}$$

w= 126.536 lts/m3

03.09. Determinación de volumen sólido

$$V_{AG} = \frac{W_{ssd}}{\text{Grav. Especifica}}$$

Vag= 0.52 m3

$$V_c = \frac{c}{P. Especifico Cemento}$$

Vc= 0.15 m3

$$V_w = \frac{w}{P. Especifico agua}$$

Vw= 0.127 m3





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

$$V_{AR} = \text{Volumen de grava (kg)} * (a/A)/(1-a/A)$$

$$V_{ar} = 0.0578 \text{ m}^3$$

$$A_f = 149.24 \text{ kg}$$

$$\text{Total de Volumen Solido (Vs)} = V_{AG} + V_C + V_W + V_{AR}$$

$$V_S = 0.855 \text{ m}^3$$

RESUMEN DE RESULTADOS

	Cantidades
Cemento	0.150 m ³
A° Grueso	0.520 m ³
A° Fino	0.058 m ³
Agua	0.127 m ³
Volumen solido	0.855 m ³

03.10. Determinación de volumen de vacios

$$\text{Porcentaje de vacio} = (\text{Volumen total} - \text{Volumen solido}) * 100$$

$$\text{Porcentaje de vacio (\%)} = 14.52\% \approx 14.52\%$$

03.11. Determinación de volumen de vacios



$$\text{filtración} = 7.50 \text{ mm/min}$$

$$0.125 \text{ mm/seg}$$





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

03.12. Resumen de resultados

	Cantidades	En kg
Cemento	0.150 m ³	451.91 kg
A° Grueso	0.520 m ³	1,387.32 kg
A° fino	0.058 m ³	149.24 kg
Agua	0.127 m ³	126.54 kg
vacios	0.145 m ³	
TOTAL	1.000 m³	

03.13 Corrección por Humedad, Absorción y Aporte:

	A. Grueso	A. Fino
Humedad (C.H. %)	0.423	0.750
Absorción (a%)	0.504	0.806
Aporte	-0.421	-0.03 lt

03.14 Valores de diseño corregidos por humedad:

	Cantidades
Cemento	451.91 kg
A° Grueso Húmedo	1,393.19 kg
A° Fino	150.36 kg
Agua	126.99 lt
Aditivo A-01 (0.85%)	3.84 kg

03.15 Valores en relación al cemento

	Cantidades
Cemento	1
A° Grueso Húmedo	3.08
A° Fino	0.33
Agua	0.281
Aditivo A-01 (0.85%)	0.0085

03.16 Pesos por tanda de un saco:

Cemento	1x42.5	42.5	Kg/saco
A° Grueso Húmedo	3.08 x 42.5	131.022	Kg/saco
A° Grueso Fino Húmedo	0.33 x 42.5	14.14	kg/saco
Agua	0.281 x 42.5	11.943	Lt/saco
Aditivo	0.0085 x 42.5	0.361	kg/saco





Anexo N° 9. Diseño de mezclas N°03 (Óptimo)



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

**DISEÑO DE MEZCLAS N°03 CONCRETO PERMEABLE
(ACI 522R-10)**

01.00 DATOS INICIALES:

Intensidad de lluvia : 3.61mm/h

Periodo de retorno : 10 años

Factor de Seguridad: 10

Intensidad de lluvia de diseño: 36.10mm/h

02.00 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES:

Peso unitario Compactado del agregad grueso (gr/cm³):

1,484.26 kg/m³

Peso específico del cemento (gr/cm³):

3.02 gr/cm³

Peso específico del Agua (gr/cm³):

1.00 gr/cm³

Peso específico de agregado grueso(gr/cm³):

2.67 gr/cm³

Peso específico de agregado fino (gr/cm³):

2.58 gr/cm³

Absorción de agregado grueso(%):

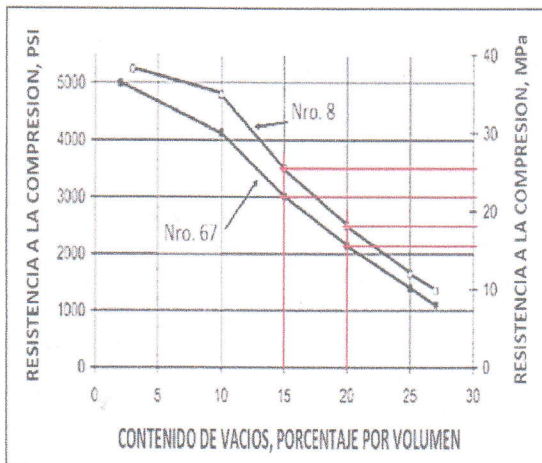
0.504%

03.00 DATOS EXTERNOS (Tablas):

03.01. Porcentaje de vacíos de diseño (%):

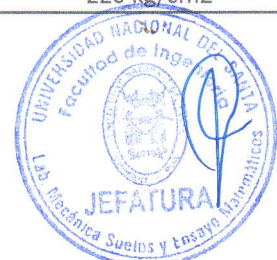
% Vacío de diseño: 15.00 %

03.02. Verificación de la resistencia a la compresión de diseño



Resistencia de diseño f'c (Kg/cm²)

220 kg/cm²





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

03.03. Determinacion del peso del agregado

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b _o	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

$$W_{a=} (PSVC) * \left(\frac{b}{b_o}\right) * 1m^3$$

Con 10 % de agregado fino

$W_a = 1380.362 \text{ Kg/m}^3$

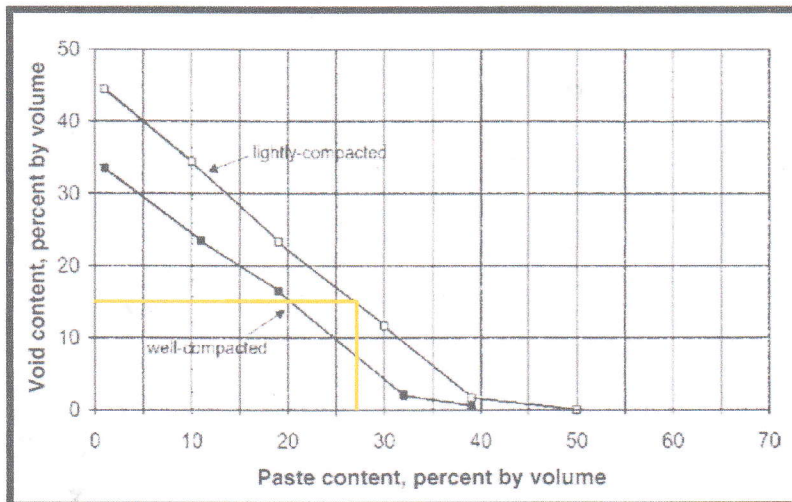
03.04. Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco

$$W_{ssd} = W_a * abs$$

$W_{ssd} = 1387.319 \text{ Kg/m}^3$

03.05. Determinación del volumen de la pasta

LIGERAMENTE COMPACTADO



Contenido de pasta (%)	27	≈	27.00 %
------------------------	----	---	---------





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

03.06. Elección de la relación agua cemento a/c

En el concreto permeable, los valores recomendados de relaciones a/c se encuentran en el intervalo de 0,26 a 0,45 (ACI 522R-10), los que aseguran que la pasta recubra por completo todos los áridos, uniéndolos de tal forma que no comprometan la formación de poros y por ende su permeabilidad.

NOTA:

Valores altos de a/c: pueden generar el colapso del sistema de poros que son lo más importante en este tipo de concreto ya que ellos son los que permiten el paso del agua.

Valores bajos de a/c: producen ligadura deficiente entre los áridos.

La variable a/c se fijó en **0.35**. Este valor fue escogido debido a que resulto optimo en trabajabilidad y cohesion

a/c diseño : 0.35

03.07. Determinación del contenido de cemento.

$$c = \frac{V_p}{\frac{1}{3.15} + a/c} \times 1000 \text{ Kg/m}^3$$

c= 404.518 kg/m³

03.08. Determinación del contenido de agua (W)

$$w = c * \frac{a}{c}$$

w= 141.581 lts/m³

03.09. Determinación de volumen sólido

$$V_{AG} = \frac{W_{ssd}}{\text{Grav. Especifica}}$$

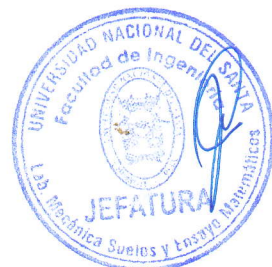
V_{ag}= 0.52 m³

$$V_c = \frac{c}{P. Especifico Cemento}$$

V_c= 0.134 m³

$$V_w = \frac{w}{P. Especifico agua}$$

V_w= 0.142 m³





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

$$V_{AR} = \text{Volumen de grava (kg)} * (a/A)/(1-a/A)$$

$$\text{Var} = 0.0578 \quad \text{m}^3$$

$$\text{Af} = 149.24 \quad \text{kg}$$

$$\text{Total de Volumen Solido (Vs)} = V_{AG} + V_C + V_W + V_{AR}$$

$$\text{VS} = 0.854 \quad \text{m}^3$$

RESUMEN DE RESULTADOS

	Cantidades
Cemento	0.134 m ³
A° Grueso	0.520 m ³
A° Fino	0.058 m ³
Agua	0.142 m ³
Volumen solido	0.854 m ³

03.10. Determinación de volumen de vacios

$$\text{Porcentaje de vacio} = (\text{Volumen total} - \text{Volumen solido}) * 100$$

$$\text{Porcentaje de vacio (\%)} = 14.62\% \approx 14.62\%$$

03.11. Determinación de volumen de vacios



$$\text{filtración} = 7.72 \quad \text{mm/min}$$

$$0.129 \quad \text{mm/seg}$$





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

03.12. Resumen de resultados

	Cantidades	En kg
Cemento	0.134 m ³	404.52 kg
A° Grueso	0.520 m ³	1,387.32 kg
A° fino	0.058 m ³	149.24 kg
Agua	0.142 m ³	141.58 kg
vacios	0.146 m ³	
TOTAL	1.000 m³	

03.13 Corrección por Humedad, Absorción y Aporte:

	A. Grueso	A. Fino
Humedad (C.H. %)	0.423	0.750
Absorción (a%)	0.504	0.806
Aporte	-0.421	-0.03 lt

03.14 Valores de diseño corregidos por humedad:

	Cantidades
Cemento	404.52 kg
A° Grueso Húmedo	1,393.19 kg
A° Fino	150.36 kg
Agua	142.03 lt
Aditivo A-01 (0.70%)	2.83 kg

03.15 Valores en relación al cemento

	Cantidades
Cemento	1
A° Grueso Húmedo	3.44
A° Fino	0.37
Agua	0.351
Aditivo A-01 (0.70%)	0.0070

03.16 Pesos por tanda de un saco:

Cemento	1x42.5	42.5	Kg/saco
A° Grueso Húmedo	3.08 x 42.5	146.373	Kg/saco
A° Grueso Fino Húmedo	0.33 x 42.5	15.797	kg/saco
Agua	0.281 x 42.5	14.923	Lt/saco
Aditivo	0.0070 x 42.5	0.298	kg/saco





Anexo N° 10. Diseño de mezclas N°04



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

DISEÑO DE MEZCLAS N°04 CONCRETO PERMEABLE (ACI 522R-10)

01.00 DATOS INICIALES:

Intensidad de lluvia :	3.61mm/h	Periodo de retorno :	10 años	Factor de Seguridad:	10
Intensidad de lluvia de diseño:		36.10mm/h			

02.00 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES:

Peso unitario Compactado del agregad grueso (gr/cm3):

1,484.26 kg/m3

Peso específico del cemento (gr/cm3):

3.02 gr/cm3

Peso específico del Agua (gr/cm3):

1.00 gr/cm3

Peso específico de agregado grueso(gr/cm3):

2.67 gr/cm3

Peso específico de agregado fino (gr/cm3):

2.58 gr/cm3

Absorción de agregado grueso(%):

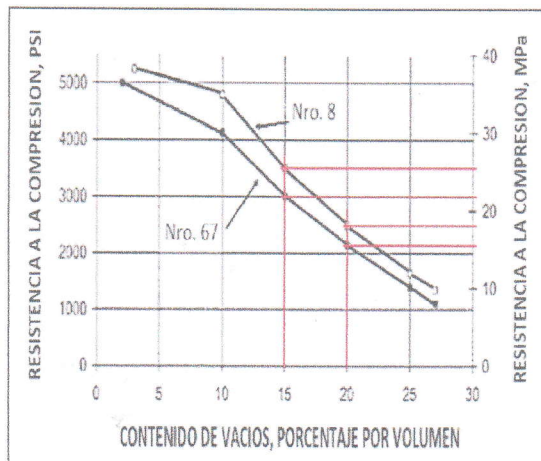
0.504%

03.00 DATOS EXTERNOS (Tablas):

03.01. Porcentaje de vacíos de diseño (%):

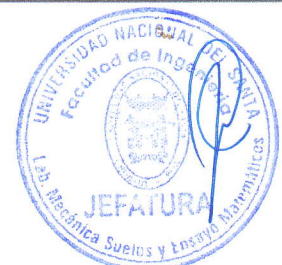
% Vacío de diseño: **15.00 %**

03.02. Verificación de la resistencia a la compresión de diseño



Resistencia de diseño $f'c$ (Kg/cm2)

220 kg/cm2





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

03.03. Determinacion del peso del agregado

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b _c	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

$$W_a = (PSVC) * \left(\frac{b}{b_c}\right) * 1m^3$$

Con 10 % de agregado fino

$W_a = 1380.362 \text{ Kg/m}^3$

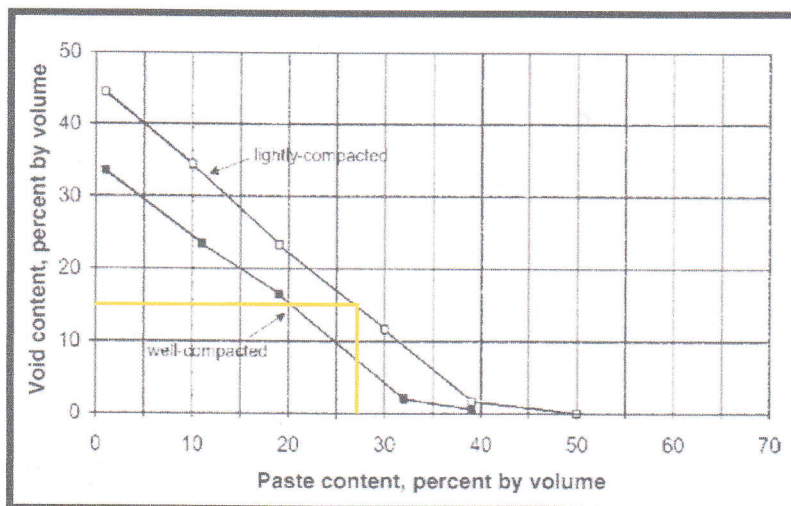
03.04. Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco

$$W_{ssd} = W_a * abs$$

$W_{ssd} = 1387.319 \text{ Kg/m}^3$

03.05. Determinación del volumen de la pasta

LIGERAMENTE COMPACTADO



Contenido de pasta (%)	27	≈	27.00 %
------------------------	----	---	---------





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

03.06. Elección de la relación agua cemento a/c

En el concreto permeable, los valores recomendados de relaciones a/c se encuentran en el intervalo de 0,26 a 0,45 (ACI 522R-10), los que aseguran que la pasta recubra por completo todos los áridos, uniéndolos de tal forma que no comprometan la formación de poros y por ende su permeabilidad.

NOTA:

Valores altos de a/c: pueden generar el colapso del sistema de poros que son lo más importante en este tipo de concreto ya que ellos son los que permiten el paso del agua.

Valores bajos de a/c: producen ligadura deficiente entre los áridos.

La variable a/c se fijó en **0.29**. Este valor fue escogido debido a que resulto optimo en trabajabilidad y cohesion

a/c diseño : 0.29

03.07. Determinación del contenido de cemento.

$$c = \frac{V_p}{\frac{1}{3.15} + a/c} \times 1000 \text{ Kg/m}^3$$

c= 444.473 kg/m³

03.08. Determinación del contenido de agua (W)

$$w = c * \frac{a}{c}$$

w= 128.897 lts/m³

03.09. Determinación de volumen sólido

$$V_{AG} = \frac{W_{ssd}}{\text{Grav. Especifica}}$$

V_{ag}= 0.52 m³

$$V_c = \frac{c}{P. Especifico Cemento}$$

V_c= 0.147 m³

$$V_w = \frac{w}{P. Especifico agua}$$

V_w= 0.129 m³





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Diaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

$$V_{AR} = \text{Volumen de grava (kg)} * (a/A)/(1-a/A)$$

$$V_{ar} = 0.0578 \quad m^3$$

$$A_f = 149.24 \quad kg$$

$$\text{Total de Volumen Solido (Vs)} = V_{AG} + V_C + V_W + V_{AR}$$

$$V_S = 0.854 \quad m^3$$

RESUMEN DE RESULTADOS

	Cantidades
Cemento	0.147 m3
A° Grueso	0.520 m3
A° Fino	0.058 m3
Agua	0.129 m3
Volumen solido	0.854 m3

03.10. Determinación de volumen de vacios

$$\text{Porcentaje de vacio} = (\text{Volumen total} - \text{Volumen solido}) * 100$$

$$\text{Porcentaje de vacio (\%)} = 14.62\% \approx 14.62\%$$

03.11. Determinación de volumen de vacios



$$\text{filtración} = 7.72 \quad mm/min$$

$$0.129 \quad mm/seg$$





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

03.12. Resumen de resultados

	Cantidades	En kg
Cemento	0.147 m ³	444.47 kg
A° Grueso	0.520 m ³	1,387.32 kg
A° fino	0.058 m ³	149.24 kg
Agua	0.129 m ³	128.90 kg
vacios	0.146 m ³	
TOTAL	1.000 m³	

03.13 Corrección por Humedad, Absorción y Aporte:

	A. Grueso	A. Fino
Humedad (C.H. %)	0.423	0.750
Absorción (a%)	0.504	0.806
Aporte	-0.421	-0.03 lt

03.14 Valores de diseño corregidos por humedad:

	Cantidades
Cemento	444.47 kg
A° Grueso Húmedo	1,393.19 kg
A° Fino	150.36 kg
Agua	129.35 lt
Aditivo A-02 (0.70%)	3.11 kg

03.15 Valores en relación al cemento

	Cantidades
Cemento	1
A° Grueso Húmedo	3.13
A° Fino	0.34
Agua	0.291
Aditivo A-02 (0.70%)	0.0070

03.16 Pesos por tanda de un saco:

Cemento	1x42.5	42.5	Kg/saco
A° Grueso Húmedo	3.13 x 42.5	133.215	Kg/saco
A° Grueso Fino Húmedo	0.34 x 42.5	14.377	kg/saco
Agua	0.291 x 42.5	12.368	Lt/saco
Aditivo	0.0070 x 42.5	0.298	kg/saco



Anexo N° 11. Resultados de los ensayos a la mezcla en estado fresco





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

TRABAJABILIDAD Y COHESION

Pervious Concrete Pavements by Paul D. Tennis, Michael L. Leming, and David J. Akers

DISEÑO DE MEZCLAS	PATRÓN
ADITIVO	--

Item	Descripción	Relación a/c	Estado
1	P1	0.28	a
2	P2	0.29	a
3	P3	0.32	a
4	P4	0.35	b
5	P5	0.37	c
6	P6	0.40	c

Leyenda	
a	Poco contenido de agua
b	Cantidad adecuada de agua
c	Demasiado contenido de agua

NOTA: El diseño P4 el cual tiene un relacion a/c de 0.35, fue la que tuvo una trabajabilidad y cohesion adecuada.

Fuente: *Elaboración propia*





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

TRABAJABILIDAD Y COHESION

Pervious Concrete Pavements by Paul D. Tennis, Michael L. Leming, and David J. Akers

DISEÑO DE MEZCLAS

PARA ADITIVO N°01

ADITIVO

SIKA VISCOCRETE 3300 (DOSIS: 0,4 % - 1 % del peso del cemento)

Item	Descripción	Relación a/c	% Aditivo	Estado
1	V1	0.35	0.40	a
2	V2	0.35	0.50	a
3	V3	0.35	0.60	a
4	V4	0.35	0.70	b
5	V5	0.35	0.80	c
6	V6	0.35	0.90	c

Item	Descripción	Relación a/c	% Aditivo	Estado
7	V7	0.28	0.65	a
8	V8	0.28	0.70	a
9	V9	0.28	0.75	a
10	V10	0.28	0.80	a
11	V11	0.28	0.85	b
12	V12	0.28	0.90	c

Leyenda	
a	Poco contenido de agua
b	Cantidad adecuada de agua
c	Demasiado contenido de agua

NOTA: El diseño V4, el cual tiene una relación a/c de 0.35 y un % de aditivo de 0.70 % fue la que tuvo una trabajabilidad y cohesión adecuada.

NOTA: El diseño V11, el cual tiene una relación a/c de 0.28 y un % de aditivo de 0.85 % fue la que tuvo una trabajabilidad y cohesión adecuada.

Fuente: Elaboración propia



	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
	TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos
Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

TRABAJABILIDAD Y COHESION		Pervious
Concrete Pavements by Paul D. Tennis, Michael L. Leming, and David J. Akers		
DISEÑO DE MEZCLAS	PARA ADITIVO N°02	
ADITIVO	SIKAMENT TM - 140 (DOSIS: 0,35 % - 0.7 % del peso del cemento)	

Item	Descripción	Relación a/c	% Aditivo	Estado
1	T1	0.35	0.35	c
2	T2	0.35	0.40	c
3	T3	0.35	0.45	c
4	T4	0.35	0.65	c
5	T5	0.35	0.55	c
6	T6	0.35	0.60	c

Item	Descripción	Relación a/c	% Aditivo	Estado
7	T7	0.29	0.45	a
8	T8	0.29	0.50	a
9	T9	0.29	0.55	a
10	T10	0.29	0.60	a
11	T11	0.29	0.65	a
12	T12	0.29	0.70	b

Leyenda	
a	Poco contenido de agua
b	Cantidad adecuada de agua
c	Demasiado contenido de agua

NOTA: El diseño T12, el cual tiene una relación a/c de 0.29 y un % de aditivo de 0.70 % fue la que tuvo una trabajabilidad y cohesión adecuada.

Fuente: Elaboración propia





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

MEDICION DEL ASENTAMIENTO CON EL CONO DE ABRAMS

NTP 339.035

Item	Descripción	Relación a/c	% Aditivo Viscocrete 3300	% Aditivo TM - 140	Slump
1	Diseño patrón	0.35	-		0
2	Diseño de mezcla 2	0.28	0.85		0
3	Diseño de mezcla 3	0.35	0.70		0
4	Diseño de mezcla 4	0.29		0.70	0

NOTA: Los cuatro diseños de mezclas seleccionados tienen un asentamiento (slump) de 0.

Fuente: Elaboración propia





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos
Valdivieso Rau Diana Lisset

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

REVENIMIENTO – CONO DE ABRAMS INVERTIDO ASTM C09.49

DISEÑO PATRON			
Prueba	asentamiento vertical (altura cm)	Asentamiento horizontal (diametro cm)	Caída de concreto (tiempo seg)
1	14.82	29.75	19.59
2	14.35	28.18	21.58
3	14.29	28.65	20.80
Promedio	14.49	28.86	20.66

DISEÑO DE MEZCLA 2			
Prueba	asentamiento vertical (altura cm)	Asentamiento horizontal (diametro cm)	Caída de concreto (tiempo seg)
1	13.98	27.54	23.45
2	14.24	27.89	24.57
3	14.35	26.85	23.87
Promedio	14.19	27.43	23.96

DISEÑO DE MEZCLA 3			
Prueba	asentamiento vertical (altura cm)	Asentamiento horizontal (diametro cm)	Caída de concreto (tiempo seg)
1	14.42	29.53	24.74
2	13.78	29.17	23.45
3	14.95	29.36	24.52
Promedio	14.38	29.35	24.24

DISEÑO DE MEZCLA 4			
Prueba	asentamiento vertical (altura cm)	Asentamiento horizontal (diametro cm)	Caída de concreto (tiempo seg)
1	13.75	28.84	22.16
2	13.29	28.18	21.41
3	13.86	27.56	21.73
Promedio	13.63	28.19	21.77

Datos técnicos	
asentamiento vertical recomendado	15 cm
asentamiento horizontal recomendado	30 cm
tiempo de caída de concreto recomendado	25 seg

Fuente: Elaboración propia





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos
Valdivieso Rau Diana Lisset

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACIOS DE LA MEZCLA FRESCA
ASTM C1688

DATOS TÉCNICOS

Volumen del molde	Radio = 0.100 m	Alto = 0.215 m	V = 0.0068 m ³
Peso del molde			5.848 kg

Fórmula a utilizar:

$$PESO\ UNITARIO\ (D) = \frac{(M_c - M_m)}{V_m}$$

Donde:

M_c = Peso de olla + peso de muestra

M_m = Peso de olla

V_m = Volumen de olla whashington

PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACIOS DE LA MEZCLA FRESCA - DISEÑO PATRON

Mc	Peso de olla + peso de la muestra		19.06
Mm	Peso de olla		5.848
Vm	Volumen de olla whashington		0.0068
	Peso unitario	Mc-Mm/Vm	1956.1 gr/cm ³
	Contenido de vacios (%)		22.50%

PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACIOS DE LA MEZCLA FRESCA - DISEÑO DE MEZCLAS 2

Mc	Peso de olla + peso de la muestra		19.75
Mm	Peso de olla		5.85
Vm	Volumen de olla whashington		0.0068
	Peso unitario	Mc-Mm/Vm	2058.2 gr/cm ³
	Contenido de vacios (%)		20.00%

PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACIOS DE LA MEZCLA FRESCA - DISEÑO DE MEZCLAS 3

Mc	Peso de olla + peso de la muestra		19.27
Mm	Peso de olla		5.85
Vm	Volumen de olla whashington		0.0068
	Peso unitario	Mc-Mm/Vm	1987.1 gr/cm ³
	Contenido de vacios (%)		21.30%

PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACIOS DE LA MEZCLA FRESCA - DISEÑO DE MEZCLAS 4

Mc	Peso de olla + peso de la muestra		19.52
Mm	Peso de olla		5.85
Vm	Volumen de olla whashington		0.0068
	Peso unitario	Mc-Mm/Vm	2024.2 gr/cm ³
	Contenido de vacios (%)		20.50%

Fuente: Elaboración propia



Anexo N° 12. Resultados de los ensayos a la mezcla en estado endurecido





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos
Valdivieso Rau Diana Lisset

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.035

DISEÑO DE MEZCLA : N°01 (PATRÓN) Relación a/c : 0.35


ESPECIMEN	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (mm ²)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA ENSAYO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANCE
P-01	06/05/2019	13/05/2019	7.00	15.00	30.00	176.715	20550	116.29	220	52.86%
P-02	06/05/2019	13/05/2019	7.00	15.00	30.00	176.715	20429	115.60	220	52.55%
P-03	06/05/2019	13/05/2019	7.00	15.00	30.00	176.715	20586	116.49	220	52.95%
Promedio									116.13 Kg/cm ³	

ESPECIMEN	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (mm ²)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA ENSAYO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANCE
P-04	06/05/2019	20/05/2019	14.00	15.00	30.00	176.715	28751	162.70	220	73.95%
P-05	06/05/2019	20/05/2019	14.00	15.00	30.00	176.715	28223	159.71	220	72.60%
P-06	06/05/2019	20/05/2019	14.00	15.00	30.00	176.715	28404	160.73	220	73.06%
Promedio									161.05 Kg/cm ³	

ESPECIMEN	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (mm ²)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA ENSAYO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANCE
P-07	06/05/2019	03/06/2019	28.00	15.00	30.00	176.715	31751	179.67	220	81.67%
P-08	06/05/2019	03/06/2019	28.00	15.00	30.00	176.715	31223	176.69	220	80.31%
P-09	06/05/2019	03/06/2019	28.00	15.00	30.00	176.715	31404	177.71	220	80.78%
Promedio									178.02 Kg/cm ³	

Fuente: Elaboración propia



	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
	TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.035

<i>DISEÑO DE MEZCLA :</i> N°02 - ADITIVO VISCOCRETE AL 0.85%	<i>Relación a/c :</i> 0.28
--	----------------------------


ESPECIMEN	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (mm ²)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA ENSAYO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANCE
V1-01	08/05/2019	15/05/2019	7.00	15.00	30.00	176.715	23931	135.42	220	61.55%
V1-02	08/05/2019	15/05/2019	7.00	15.00	30.00	176.715	23774	134.53	220	61.15%
V1-03	08/05/2019	15/05/2019	7.00	15.00	30.00	176.715	24178	136.82	220	62.19%
Promedio									135.59 Kg/cm ³	

ESPECIMEN	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (mm ²)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA ENSAYO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANCE
V1-04	08/05/2019	22/05/2019	14.00	15.00	30.00	176.715	34043	192.64	220	87.56%
V1-05	08/05/2019	22/05/2019	14.00	15.00	30.00	176.715	34204	193.55	220	87.98%
V1-06	08/05/2019	22/05/2019	14.00	15.00	30.00	176.715	34149	193.24	220	87.84%
Promedio									193.14 Kg/cm ³	

ESPECIMEN	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (mm ²)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA ENSAYO (Kg/cm ²)	% ALCANCE
V1-07	08/05/2019	05/06/2019	28.00	15.00	30.00	176.715	37692	213.29	220	96.95%
V1-08	08/05/2019	05/06/2019	28.00	15.00	30.00	176.715	37251	210.80	220	95.82%
V1-09	08/05/2019	05/06/2019	28.00	15.00	30.00	176.715	37203	210.53	220	95.70%
Promedio									211.54 Kg/cm ³	

Fuente: Elaboración propia



	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
	TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.035

<i>DISEÑO DE MEZCLA :</i> N°03 - ADITIVO VISCOCRETE AL 0.7%	<i>Relación a/c :</i> 0.35
---	----------------------------


ESPECIMEN	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (mm ²)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA ENSAYO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANCE
V2-01	10/05/2019	17/05/2019	7.00	15.00	30.00	176.715	26204	148.28	220	67.40%
V2-02	10/05/2019	17/05/2019	7.00	15.00	30.00	176.715	20104	113.77	220	51.71%
V2-03	10/05/2019	17/05/2019	7.00	15.00	30.00	176.715	26278	148.70	220	67.59%
Promedio									136.92 Kg/cm ³	

ESPECIMEN	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (mm ²)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA ENSAYO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANCE
V2-04	10/05/2019	24/05/2019	14.00	15.00	30.00	176.715	34967	197.87	220	89.94%
V2-05	10/05/2019	24/05/2019	14.00	15.00	30.00	176.715	35019	198.17	220	90.08%
V2-06	10/05/2019	24/05/2019	14.00	15.00	30.00	176.715	35184	199.10	220	90.50%
Promedio									198.38 Kg/cm ³	

ESPECIMEN	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (mm ²)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA ENSAYO (Kg/cm ²)	% ALCANCE
V2-07	10/05/2019	07/06/2019	28.00	15.00	30.00	176.715	38985	220.61	220	100.28%
V2-08	10/05/2019	07/06/2019	28.00	15.00	30.00	176.715	39347	222.66	220	101.21%
V2-09	10/05/2019	07/06/2019	28.00	15.00	30.00	176.715	39509	223.57	220	101.62%
Promedio									222.28 Kg/cm ³	

Fuente: Elaboración propia



	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
	TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos
Valdivieso Rau Diana Lisset
ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz
LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS
FECHA: 11/09/2019

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
NTP 339.035

DISEÑO DE MEZCLA : N°04 - ADITIVO TM-140 AL 0.7% *Relación a/c :* 0.29

ESPECIMEN	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (mm ²)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA ENSAYO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANCE
V2-01	15/05/2019	22/05/2019	7.00	15.00	30.00	176.715	26930	152.39	220	69.27%
V2-02	15/05/2019	22/05/2019	7.00	15.00	30.00	176.715	26073	147.54	220	67.06%
V2-03	15/05/2019	22/05/2019	7.00	15.00	30.00	176.715	26840	151.88	220	69.04%
Promedio									150.60 Kg/cm ³	

ESPECIMEN	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (mm ²)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA ENSAYO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	% ALCANCE
V2-04	15/05/2019	29/05/2019	14.00	15.00	30.00	176.715	32323	182.91	220	83.14%
V2-05	15/05/2019	29/05/2019	14.00	15.00	30.00	176.715	32156	181.97	220	82.71%
V2-06	15/05/2019	29/05/2019	14.00	15.00	30.00	176.715	32539	184.13	220	83.70%
Promedio									183.00 Kg/cm ³	

ESPECIMEN	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (mm ²)	CARGA (Kgf)	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA ENSAYO (Kg/cm ²)	% ALCANCE
V2-07	15/05/2019	12/06/2019	28.00	15.00	30.00	176.715	39972	226.19	220	102.81%
V2-08	15/05/2019	12/06/2019	28.00	15.00	30.00	176.715	39873	225.63	220	102.56%
V2-09	15/05/2019	12/06/2019	28.00	15.00	30.00	176.715	39895	225.76	220	102.62%
Promedio									225.86 Kg/cm ³	

Fuente: Elaboración propia





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

**RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES
ASTM C131**

Fórmula :

$$\text{Porcentaje de desgaste} = \frac{P_a - P_b}{P_a} \times 100$$

DISEÑO DE MECLA : N°01 - PATRÓN **ADITIVO:** - **a/c:** 0.35 **% de vacíos:** 15%

		P-01	P-02	
Masa de muestra seca antes del ensayo	<i>P_a</i>	3203.8	3053.12	
Masa de muestra seca después del ensayo	<i>P_b</i>	1361.7	1350.8	Promedio
Porcentaje de desgaste		57.50%	55.76%	56.63%

DISEÑO DE MECLA : N°02 - ADITIVO 01 **ADITIVO:** Viscocrete 3300 al 0.85 % **a/c:** 0.28 **% de vacíos:** 15%

		V-01	V-02	
Masa de muestra seca antes del ensayo	<i>P_a</i>	3190.6	3212.1	
Masa de muestra seca después del ensayo	<i>P_b</i>	2133.4	2158.5	Promedio
Porcentaje de desgaste		33.13%	32.80%	32.97%

DISEÑO DE MECLA : N°03 - ADITIVO 01 **ADITIVO:** Viscocrete 3300 al 0.70 % **a/c:** 0.35 **% de vacíos:** 15%

		V-04	V-05	
Masa de muestra seca antes del ensayo	<i>P_a</i>	3066.8	3073.4	
Masa de muestra seca después del ensayo	<i>P_b</i>	1754.7	1776.3	Promedio
Porcentaje de desgaste		42.78%	42.20%	42.49%

DISEÑO DE MECLA : N°04 - ADITIVO 02 **ADITIVO:** TM-140 al 0.70 % **a/c:** 0.29 **% de vacíos:** 15%

		T-01	T-02	
Masa de muestra seca antes del ensayo	<i>P_a</i>	3113.7	3121.6	
Masa de muestra seca después del ensayo	<i>P_b</i>	1830	1875.4	Promedio
Porcentaje de desgaste		41.23%	39.92%	40.58%

Fuente: Elaboración propia





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos
Valdivieso Rau Diana Lisset

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

DENSIDAD Y CONTENIDO DE VACÍOS EN ESTADO ENDURECIDO ASTM C1754

DISEÑO DE MECLA : DISEÑO N°01 - PATRÓN

$$\text{Densidad} = \frac{K * A}{D^2 * L}$$

$$\text{Contenido de Vacíos} = \left[1 - \left(\frac{K * (A - B)}{\rho_w * D^2 * L} \right) \right] * 100$$

	P-01	P-02	P-03	
Masa en seco de probeta gr (A)	3049.51	3053.12	3072.14	
Masa sumergida de probeta gr (B)	1924.4	1925.9	1921.14	
Diámetro promedio de probeta, mm (D)	101.1	100	99.87	
Longitud Promedio de probeta, mm (L)	201	210	204	
K (1,274,240 en unidades SI o 2,200 en unidades pulgadas-libra)	1274240	1274240	1274240	
Temperatura (°C)	15 °C	15 °C	15 °C	
Densidad del agua a temperatura obtenida, Kg/m3 (lb/pie3) (Pw)	999.19 Kg/m3	999.19 Kg/m3	999.19 Kg/m3	PROMEDIO
Densidad (Kg/m3)	1891.398	1852.575	1923.942	1889.305
Contenido de Vacíos (%)	30.16	31.55	27.86	29.86

Fuente: Elaboración propia





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

DENSIDAD Y CONTENIDO DE VACÍOS EN ESTADO ENDURECIDO ASTM C1754

DISEÑO DE MECLA :

DISEÑO N°02 - ADITIVO VISCOCRETE AL 0.85% - a/c = 0.28

$$\text{Densidad} = \frac{K * A}{D^2 * L}$$

$$\text{Contenido de Vacíos} = \left[1 - \left(\frac{K * (A - B)}{\rho_w * D^2 * L} \right) \right] * 100$$

	V-01	V-02	V-03	
Masa en seco de probeta gr (A)	3192.8	3212.1	3204.7	
Masa sumergida de probeta gr (B)	1957.1	1983.1	1976.4	
Diámetro promedio de probeta, mm (D)	99.5	103	101.4	
Longitud Promedio de probeta, mm (L)	205	204	201	
K (1,274,240 en unidades SI o 2,200 en unidades pulgadas-libra)	1274240	1274240	1274240	
Temperatura (°C)	15 °C	15 °C	15 °C	
Densidad del agua a temperatura obtenida, Kg/m ³ (lb/pie ³) (Pw)	999.19 Kg/m ³	999.19 Kg/m ³	999.19 Kg/m ³	PROMEDIO
Densidad (Kg/m³)	2004.578	1891.192	1975.908	1957.226
Contenido de Vacíos (%)	22.35	27.58	24.21	24.71

Fuente: Elaboración propia





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

DENSIDAD Y CONTENIDO DE VACÍOS EN ESTADO ENDURECIDO ASTM C1754

DISEÑO DE MECLA :

DISEÑO N°03 - ADITIVO VISCOCRETE AL 0.7% - a/c = 0.35

$$\text{Densidad} = \frac{K * A}{D^2 * L}$$

$$\text{Contenido de Vacíos} = \left[1 - \left(\frac{K * (A - B)}{\rho_w * D^2 * L} \right) \right] * 100$$

	V -04	V-05	V-06	
Masa en seco de probeta gr (A)	3044.5	3073.4	3038.1	
Masa sumergida de probeta gr (B)	1910.4	1915.7	1908	
Diámetro promedio de probeta, mm (D)	101.2	102	103	
Longitud Promedio de probeta, mm (L)	205	204	202	
K (1,274,240 en unidades SI o 2,200 en unidades pulgadas-libra)	1274240	1274240	1274240	
Temperatura (°C)	15 °C	15 °C	15 °C	
Densidad del agua a temperatura obtenida, Kg/m ³ (lb/pic ³) (Pw)	999.19 Kg/m ³	999.19 Kg/m ³	999.19 Kg/m ³	PROMEDIO
Densidad (Kg/m³)	1847.789	1845.185	1806.456	1833.143
Contenido de Vacíos (%)	31.11	30.44	32.75	31.43

Fuente: Elaboración propia





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

Valdivieso Rau Diana Lisset

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

DENSIDAD Y CONTENIDO DE VACÍOS EN ESTADO ENDURECIDO ASTM C1754

DISEÑO DE MECLA :

DISEÑO N°04 - ADITIVO TM-140 AL 0.7% - a/c = 0.29

$$\text{Densidad} = \frac{K * A}{D^2 * L}$$

$$\text{Contenido de Vacíos} = \left[1 - \left(\frac{K * (A - B)}{\rho_w * D^2 * L} \right) \right] * 100$$

	T-01	T-02	T-03	
Masa en seco de probeta gr (A)	3120.3	3121.6	3127.2	
Masa sumergida de probeta gr (B)	1932.8	1930.2	1931.7	
Diámetro promedio de probeta, mm (D)	101	101	103	
Longitud Promedio de probeta, mm (L)	201	205	202	
K (1,274,240 en unidades SI o 2,200 en unidades pulgadas-libra)	1274240	1274240	1274240	
Temperatura (°C)	15 °C	15 °C	15 °C	
Densidad del agua a temperatura obtenida, Kg/m ³ (lb/pie ³) (Pw)	999.19 Kg/m ³	999.19 Kg/m ³	999.19 Kg/m ³	PROMEDIO
Densidad (Kg/m³)	1939.138	1902.094	1859.435	1900.222
Contenido de Vacíos (%)	26.14	27.35	28.86	27.45

Fuente: Elaboración propia





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

ANÁLISIS ESTADÍSTICO: RESULTADOS DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DISTRIBUCIÓN NORMAL

Nº de ensayo	Resistencia a la compresion	Valores Promedio de 2
1	217.32	217.08
2	216.83	
3	218.35	218.36
4	218.36	
5	219.76	219.83
6	219.90	
7	220.15	220.33
8	220.50	
9	220.74	220.93
10	221.12	
11	221.43	222.12
12	222.81	
13	222.94	223.4
14	223.85	
15	224.49	224.8
16	225.1	
17	225.43	225.39
18	225.35	
19	225.73	225.96
20	226.18	
21	226.61	226.77
22	226.92	
23	227.76	227.8
24	227.83	
25	228.10	228.2
26	228.30	
27	228.75	229.1
28	229.45	
29	229.95	230.12
30	230.29	





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

ANÁLISIS ESTADÍSTICO: RESULTADOS DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR, COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DISTRIBUCIÓN NORMAL

Nº de ensayo	Valores Promedio de 2 probetas	Promedio de 3 ensayos	$X_i - X_{prom}$	$(X_i - X_{prom})^2$
1	217.08		-6.93	48.06
2	218.36		-5.65	31.95
3	219.83	218.423	-4.18	17.49
4	220.33	219.507	-3.68	13.56
5	220.93	220.363	-3.08	9.50
6	222.12	221.127	-1.89	3.58
7	223.4	222.150	-0.61	0.38
8	224.8	223.440	0.79	0.62
9	225.39	224.530	1.38	1.90
10	225.96	225.383	1.95	3.79
11	226.77	226.040	2.76	7.60
12	227.8	226.843	3.79	14.34
13	228.2	227.590	4.19	17.53
14	229.1	228.367	5.09	25.88
15	230.12	229.140	6.11	37.30
SUMA	3360.19		SUMA	233.50

Cálculo de X_{prom} :

$$X_{prom} = \frac{\sum \text{Resistencias}}{n}$$

$$X_{prom} = \frac{3360.19}{15}$$

$$X_{prom} = 224.01$$


Cálculo de Desviación Estándar:

$$D_s = \sqrt{\frac{\sum (X - X_{prom})^2}{n - 1}}$$

$$D_s = \sqrt{\frac{233.50}{14}}$$

$$D_s = 4.084$$



	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
	TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos
 Valdivieso Rau Diana Lisset
ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz
LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS
FECHA: 11/09/2019

Cálculo de Coeficiente de Desviación:

$$V = \frac{D_s}{X_{prom}} * 100$$

$$V = \frac{4.084}{233.50} * 100$$

$$V = 1.823$$

DISPERSION TOTAL					
Clase de Operación	Desviación Estándar para diferentes grados de control (Kg/cm ²)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6

DISPERSION ENTRE TESTIGOS					
Clase de Operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

Cálculo De f^{cr}:

1. El promedio de todo los grupos de 3 ensayos de resistencia en compresión consecutivos sea $\geq f^c$

$$f^{cr} = f^c + 1.34 * \alpha * DS$$

$$f^{cr} = 220 + 1.34 * 1.16 * 4.084$$

$$f^{cr} = 226.35 \text{ kg/cm}^2$$

$$f^{cr} > f^c$$

2. Ningún ensayo de resistencia debe ser menor que f^c en más de 35 kg/cm²

$$f^{cr} = f^c - 35 + 2.33 * \alpha * DS$$

$$f^{cr} = 220 - 35 + 2.33 * 1.16 * 4.084$$

$$f^{cr} = 196.0 \text{ kg/cm}^2$$





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

Escogiendo el mayor valor tenemos:

$$f'_{cr} = 226.35 \text{ kg/cm}^2$$

Incremento de valores de desviación estándar cuando se tienen menos de 30 ensayos (a)

Nº de ensayos	factor de incremento
Menos de 15	Usar Tabla 53
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 o mas	1

Comprobando el factor t:

$$t = \frac{X_{prom} - f_c}{D_s}$$

$$t = 3.431$$

Valores de t

% de pruebas dentro de los límites $\mu \pm tD_s$	Probabilidad de ocurrencia por debajo del límite inferior	t
40.00	3 en 10	0.52
50.00	2.5 en 10	0.67
60.00	2 en 10	0.84
68.27	2 en 10	1.00
70.00	1 en 6.3	1.04
80.00	1.5 en 10	1.28
90.00	1 en 20	1.65
95.00	1 en 40	1.98
95.45	1 en 44	2.00
98.00	1 en 100	2.33
99.00	1 en 200	2.58
99.73	1 en 741	3.00





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Julio Rivasplata Díaz

LUGAR: Laboratorio de Ensayo de materiales de la UNS

FECHA: 11/09/2019

Distribución normal (campana de gauss)

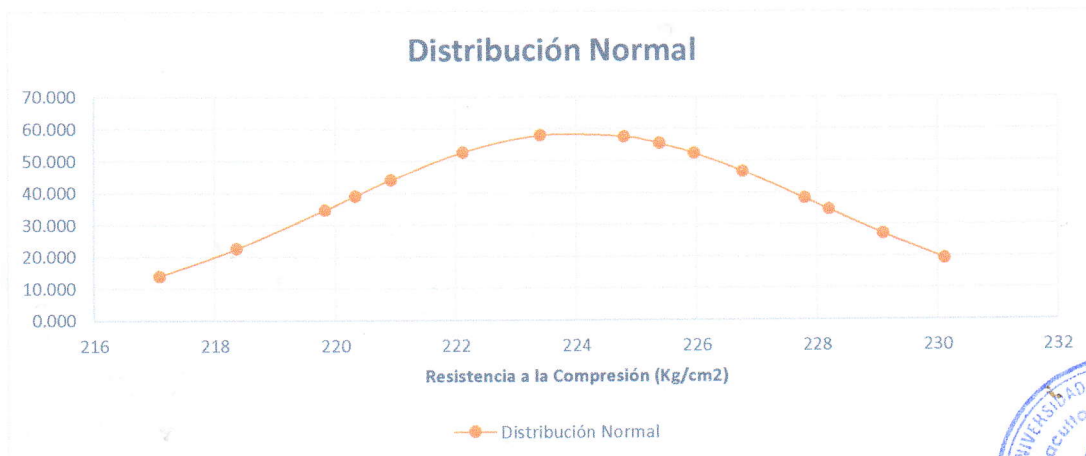
Es una distribución de probabilidad de variable continua que detalla los datos que se agrupan en torno a un valor central.

$$Y = \frac{1}{D_s x \sqrt{2\pi}} x e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x - x_{prom}}{D_s} \right)^2}$$

$$A = \frac{1}{D_s x \sqrt{2\pi}}$$

$$B = e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x - x_{prom}}{D_s} \right)^2}$$

Intervalos	A	B	Y	Escalado por 600
217.08	0.098	0.237	0.023	13.875
218.36	0.098	0.384	0.037	22.489
219.83	0.098	0.592	0.058	34.690
220.33	0.098	0.666	0.065	39.031
220.93	0.098	0.752	0.073	44.082
222.12	0.098	0.898	0.088	52.643
223.4	0.098	0.989	0.097	57.955
224.8	0.098	0.982	0.096	57.532
225.39	0.098	0.945	0.092	55.371
225.96	0.098	0.893	0.087	52.313
226.77	0.098	0.796	0.078	46.665
227.8	0.098	0.651	0.064	38.127
228.2	0.098	0.591	0.058	34.650
229.1	0.098	0.460	0.045	26.979
230.12	0.098	0.327	0.032	19.158





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos
Valdivieso Rau Diana Lisset
ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

JEFE DE LABORATORIO: Ing. Felipe Villavicencio González
LUGAR: Laboratorio de Estructuras de la UNS
FECHA: 11/09/2019

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS NTP 339.078

Si la fractura se presenta dentro del tercio medio de la luz, la resistencia a la flexión se calculará con la siguiente ecuación:

$$RESISTENCIA A LA FLEXION (MPA) = \frac{(PL)}{b * d^2}$$

Donde:

P= carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo, N
b= ancho promedio de viga, en la fractura, mm.
d= espesor promedio de viga, en la fractura, mm.
L= luz entre apoyos, mm.

DISEÑO DE MEZCLA 1								
Nº de muestra	Fecha de elaboracion	Fecha de rotura	Edad (días)	Luz entre apoyos (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Carga (N)	Modulo de rotura (MPA)
1	06/05/2019	03/06/2019	28	450	150	150	18433.00	2.458
2	06/05/2019	03/06/2019	28	450	150	150	18209.00	2.428
3	06/05/2019	03/06/2019	28	450	150	150	18520.00	2.469
Promedio								2.45

DISEÑO DE MEZCLA 2								
Nº de muestra	Fecha de elaboracion	Fecha de rotura	Edad (días)	Luz entre apoyos (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Carga (N)	Modulo de rotura (MPA)
1	08/05/2019	05/06/2019	28	450	150	150	20004.00	2.667
2	08/05/2019	05/06/2019	28	450	150	150	20150.00	2.687
3	08/05/2019	05/06/2019	28	450	150	150	20226.00	2.697
Promedio								2.68

DISEÑO DE MEZCLA 3								
Nº de muestra	Fecha de elaboracion	Fecha de rotura	Edad (días)	Luz entre apoyos (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Carga (N)	Modulo de rotura (MPA)
1	10/05/2019	07/06/2019	28	450	150	150	23085.00	3.078
2	10/05/2019	07/06/2019	28	450	150	150	23090.00	3.079
3	10/05/2019	07/06/2019	28	450	150	150	23135.00	3.085
Promedio								3.08

DISEÑO DE MEZCLA 4								
Nº de muestra	Fecha de elaboracion	Fecha de rotura	Edad (días)	Luz entre apoyos (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Carga (N)	Modulo de rotura (MPA)
1	15/05/2019	12/06/2019	28	450	150	150	22568.00	3.009
2	15/05/2019	12/06/2019	28	450	150	150	22450.00	2.993
3	15/05/2019	12/06/2019	28	450	150	150	22140.00	2.952
Promedio								2.98

Fuente: Elaboración propia


Felipe E. Villavicencio González
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 41048



LABORATORIO DE
CONCRETO DE LA UNS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

NORMA: ACI 522R-10

DISEÑO DE MEZCLA : N°01 (PATRÓN) Relación a/c : 0,35 % de vacíos: 15%

ADITIVO : - Incidencia : -

Nº MUESTRA	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	TIEMPO (seg)-(t)	LONGITUD MUESTRA (cm)-(L)	DIÁMETRO DE MUESTRA (cm)	DIÁMETRO INTERIOR DE TUBERÍA (cm)	ÁREA DE TUBERÍA DE CARGA (cm ²) - (a)	ÁREA DE MUESTRA (cm ²) -(A)	ALTURA DE AGUA MEDIDA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA MUESTRA (cm) - (h1)	ALTURA MEDIDA DESDE LA SALIDA DE LA TUBERÍA DE AGUA HASTA SUPERFICIE DE LA MUESTRA (cm) - (h2)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (mm/s)
1	06/05/2019	03/06/2019	28.00	28.75	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.7035	7.035
2	06/05/2019	03/06/2019	28.00	39.95	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.5063	5.063
3	06/05/2019	03/06/2019	28.00	51.72	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.3910	3.910
4	06/05/2019	03/06/2019	28.00	65.28	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.3098	3.098
5	06/05/2019	03/06/2019	28.00	46.78	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.4323	4.323
6	06/05/2019	03/06/2019	28.00	39.18	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.5162	5.162
7	06/05/2019	03/06/2019	28.00	40.83	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.4953	4.953
PROMEDIO												4.792 mm/seg	

Fórmula:

$$\text{Coeficiente de Permeabilidad } \left(\frac{\text{mm}}{\text{seg}} \right) = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \times 100$$

Fuente: Elaboración propia



LABORATORIO DE
CONCRETO DE LA UNS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

ENSAYO DE PERMEABILIDAD
NORMA: ACI 522R-10

DISEÑO DE MEZCLA : N°02 Relación a/c : 0.28 % de vacíos: 15%

ADITIVO : VISCOCRETE 3300 Incidencia : 0.85%

N° MUESTRA	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	TIEMPO (seg)-(t)	LONGITUD MUESTRA (cm)-(L)	DIÁMETRO DE MUESTRA (cm)	DIÁMETRO INTERIOR DE TUBERÍA (cm)	ÁREA DE TUBERÍA DE CARGA (cm ²) - (a)	ÁREA DE MUESTRA (cm ²) - (A)	ALTURA DE AGUA MEDIDA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA MUESTRA (cm) - (h1)	ALTURA MEDIDA DESDE LA SALIDA DE LA TUBERÍA DE AGUA HASTA SUPERFICIE DE LA MUESTRA (cm) - (h2)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (mm/s)
1	08/05/2019	05/06/2019	28.00	98.15	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.2061	2.061
2	08/05/2019	05/06/2019	28.00	70.13	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.2884	2.884
3	08/05/2019	05/06/2019	28.00	96.32	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.2100	2.100
4	08/05/2019	05/06/2019	28.00	84.02	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.2407	2.407
5	08/05/2019	05/06/2019	28.00	53.48	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.3782	3.782
6	08/05/2019	05/06/2019	28.00	60.82	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.3325	3.325
7	08/05/2019	05/06/2019	28.00	52.61	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.3844	3.844
PROMEDIO												2.915 mm/seg	

Fórmula:

$$\text{Coeficiente de Permeabilidad } \left(\frac{\text{mm}}{\text{seg}} \right) = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \times 100$$

Fuente: Elaboración propia



LABORATORIO DE
CONCRETO DE LA UNS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

NORMA: ACI 522R-10

DISEÑO DE MEZCLA : N°03 Relación a/c : 0.35 % de vacíos: 15%

ADITIVO : VISCOCRETE 3300 Incidencia : 0.70%

N° MUESTRA	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	TIEMPO (seg)-(t)	LONGITUD MUESTRA (cm)-(L)	DIÁMETRO DE MUESTRA (cm)	DIÁMETRO INTERIOR DE TUBERÍA (cm)	ÁREA DE TUBERÍA DE CARGA (cm ²) - (a)	ÁREA DE MUESTRA (cm ²) - (A)	ALTURA DE AGUA MEDIDA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA MUESTRA (cm) - (h1)	ALTURA MEDIDA DESDE LA SALIDA DE LA TUBERÍA DE AGUA HASTA SUPERFICIE DE LA MUESTRA (cm) - (h2)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (mm/s)
1	10/05/2019	07/06/2019	28.00	65.23	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.3101	3.101
2	10/05/2019	07/06/2019	28.00	50.1	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.4037	4.037
3	10/05/2019	07/06/2019	28.00	30.18	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.6701	6.701
4	10/05/2019	07/06/2019	28.00	31.59	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.6402	6.402
5	10/05/2019	07/06/2019	28.00	34.99	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.578	5.780
6	10/05/2019	07/06/2019	28.00	36.15	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.5595	5.595
7	10/05/2019	07/06/2019	28.00	65.83	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.3072	3.072
PROMEDIO												4.955 mm/seg	

Fórmula:

$$\text{Coeficiente de Permeabilidad } \left(\frac{\text{mm}}{\text{seg}} \right) = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \times 100$$

Fuente: Elaboración propia



LABORATORIO DE
CONCRETO DE LA UNS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TESISTAS: Hurtado Manrique Juan Carlos

Valdivieso Rau Diana Lisset

ASESOR: Ms. Jenisse Fernández Mantilla

FECHA: 11/09/2019

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

NORMA: ACI 522R-10

DISEÑO DE MEZCLA : N°04 Relación a/c : 0.29 % de vacíos: 15%

ADITIVO : TM-140 Incidencia : 0.70%

N° MUESTRA	FECHA VACIADO	FECHA RUPTURA	EDAD (días)	TIEMPO (seg)-(t)	LONGITUD MUESTRA (cm)-(L)	DIÁMETRO DE MUESTRA (cm)	DIÁMETRO INTERIOR DE TUBERÍA (cm)	ÁREA DE TUBERÍA DE CARGA (cm ²)-(a)	ÁREA DE MUESTRA (cm ²)-(A)	ALTURA DE AGUA MEDIDA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA MUESTRA (cm) - (h1)	ALTURA MEDIDA DESDE LA SALIDA DE LA TUBERÍA DE AGUA HASTA SUPERFICIE DE LA MUESTRA (cm) - (h2)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (mm/s)
1	15/06/2019	13/07/2019	28.00	55.22	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.3663	3.663
2	15/06/2019	13/07/2019	28.00	55.77	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.3626	3.626
3	15/06/2019	13/07/2019	28.00	73.65	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.2746	2.746
4	15/06/2019	13/07/2019	28.00	54.83	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.3689	3.689
5	15/06/2019	13/07/2019	28.00	62.55	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.3233	3.233
6	15/06/2019	13/07/2019	28.00	51.5	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.3927	3.927
7	15/06/2019	13/07/2019	28.00	75.14	15.00	10.00	10.10	80.1185	78.5398	30.00	8.00	0.2692	2.692
PROMEDIO												3.368 mm/seg	

Fórmula:

$$\text{Coeficiente de Permeabilidad} \left(\frac{\text{mm}}{\text{seg}} \right) = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \times 100$$

Fuente: Elaboración propia

The logo of the Universidad Nacional del Santa is a circular emblem. It features a central shield with intricate designs, including a crown at the top and various symbols. The shield is set against a background of a large, stylized letter 'S'. The entire emblem is enclosed within a circular border containing the text "UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA" at the top and "CHIMBOTE - PERÚ" at the bottom.

Anexo N° 13. Validación de permeámetro de carga variable

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Edgar Gustavo Sparrow Alamo, titular del DNI N° 32 904375, de profesión ingeniero, ejerciendo actualmente como docente universitario, en la institución Universidad Nacional del Santa.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines del empleo el equipo **PERMEÁMETRO DE CARGA VARIABLE**, para su aplicación en Probetas de concreto permeable.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Efectividad del sistema				X
Operatividad del Equipo			X	
Confiabilidad del equipo para uso académico			X	
Mantenimiento del equipo			X	

En Nuevo Chimbote, a los 04 días del mes de Setiembre del 2019.


Firma

JUCIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Marque con una (X) el aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan:

A= Excelente B=Bueno C=Mejorar D=Eliminar E=Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PARÁMETROS		ALTERNATIVAS					OBSERVACIONES
Nº	ITEM	A	B	C	D	E	
1	Efectividad del sistema	X					
2	Operatividad del Equipo		X				
3	Confiabilidad del equipo para uso académico		X				
4	Mantenimiento del equipo		X				

Evaluado por:

Nombre y Apellido: Edgar Gustavo Sparrow Alamo

D.N.I: 32904375

Firma: 

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, DANTE SALAZAR SANCHEZ, titular del DNI N° 16700661, de profesión Ingeniero, ejerciendo actualmente como Docente Universitario, en la institución Universidad Privada "San Pedro"

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines del empleo el equipo **PERMEÁMETRO DE CARGA VARIABLE**, para su aplicación en Probetas de concreto permeable.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Efectividad del sistema			X	
Operatividad del Equipo			X	
Confiabilidad del equipo para uso académico			X	
Mantenimiento del equipo			X	

En Nuevo Chimbote, a los 06 días del mes de setiembre del 2019.



Firma

JUCIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Marque con una (X) el aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan:

A= Excelente B=Bueno C=Mejorar D=Eliminar E=Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PARÁMETROS		ALTERNATIVAS					OBSERVACIONES
Nº	ITEM	A	B	C	D	E	
1	Efectividad del sistema		X				
2	Operatividad del Equipo		X				
3	Confiabilidad del equipo para uso académico		X				
4	Mantenimiento del equipo		X				

Evaluado por:

Nombre

y

Apellido:

DANTE SALAZAR SANCHEZ

D.N.I: 16700661

Firma:



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Yamer Ernesto Quiroz Ramirez, titular del DNI N° 40034905, de profesión Ingeniero, ejerciendo actualmente como Ingeniero Consultor, en la institución _____.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines del empleo el equipo **PERMEÁMETRO DE CARGA VARIABLE**, para su aplicación en Probetas de concreto permeable.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Efectividad del sistema			X	
Operatividad del Equipo			X	
Confiabilidad del equipo para uso académico			X	
Mantenimiento del equipo			X	

En Nuevo Chimbote, a los 12 días del mes de Setiembre del 2019.



Firma

JUCIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Marque con una (X) el aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan:

A= Excelente B=Bueno C=Mejorar D=Eliminar E=Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PARÁMETROS		ALTERNATIVAS					OBSERVACIONES
Nº	ITEM	A	B	C	D	E	
1	Efectividad del sistema		X				
2	Operatividad del Equipo		X				
3	Confiabilidad del equipo para uso académico		X				
4	Mantenimiento del equipo		X				

Evaluado por:

Nombre y Apellido: Yamer Ernesto Quiroz Ramirez

D.N.I.: 40034905

Firma: 





Anexo N° 14. Diseño de pavimento rígido

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS (METODO DE LA AASHTO - 1993)

01. VARIABLES DE DISEÑO:

a) *Periodo de análisis :*

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERÍODO DE ANÁLISIS (años)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

*Por ser una vía pavimentada de bajo volumen de tráfico, se diseñara para un periodo de: **20 años***

a) *Tráfico de diseño :*

Tasa de crecimiento:

$$\text{T.C.} = 1.5$$

Periodo de diseño

$$\text{P.D.} = 20 \text{ años}$$

TIPO DE VEHÍCULO	N°Veh/día (02 sent.)	N°Veh/día (01 sent.)	N°Veh/año	F.C	ESAL carril de diseño	Factor de crecimiento	ESAL de Diseño
MOTOS	331	165.5	60407.5	0.0001	6.04075	28.28	170.83
AUTO	26	13	4745	0.0001	0.4745	28.28	13.42
STATION WAGON	11	5.5	2007.5	0.0001	0.20075	28.28	5.68
PICK UP	14	7	2555	0.0001	0.2555	28.28	7.23
RURAL Combi	5	2.5	912.5	0.0001	0.09125	28.28	2.58
2 E	3	1.5	547.5	3.56	1949.1	28.28	55119.93
<i>Total de vehiculos</i>	390				1956.16275	ESAL de diseño	55319.66

$$\text{W18} = 55319.66 \quad 0.055 \times 10^6$$

c) *Confiabilidad, Error Estandar Combinado y Factor de Seguridad:*

Transito esperado en el carril de diseño en millones de ejes equivalentes	Confiabilidad R	Zr	So	Factor de Seguridad F.S
< 5	50	0.000	0.35	1.00
5- 15	50-60	0.000-0.253	0.35	1.00-1.23
15- 30	60-70	0.253-0.524	0.35	1.23-1.83
30- 50	70-75	0.524-0.674	0.34	1.51-1.70
50- 70	75-80	0.674-0.841	0.32	1.64-1.86
70- 90	80-85	0.841-1.037	0.3	1.79-2.05

Se escoge una confiabilidad al 50 % por ser una vía local y encontrarse en zona urbana, y un Error Estandar combinado de 0.35, según la tabla anterior.

d) Índice de Serviciabilidad :

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Índice de serviciabilidad inicial P_o : 4.5 (Para pavimentos rígidos)

Índice de serviciabilidad final P_t : 2 (Vía de bajo volumen de tráfico)

Nivel de serviciabilidad final	Porcentaje de personas que lo consideran inaceptable
3	12
2.5	55
2	85

Finalmente el índice de Serviciabilidad es : $\Delta PSI = 2.5$

e) Coeficiente de transmisión de carga (J) :

Tipo de pavimento / Dispositivo trans. Carga	DISPOSITIVO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS			
	ASFALTO		Concreto Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
1. Simple con juntas y reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
2. Reforzado Continuo	2.9 - 3.2	N/A	2.3 - 2.9	N/A

Se considera un pavimento de concreto permeable, sin juntas; $J=4.2$

f) Coeficiente de drenaje:

Calidad de Drenaje	Tiempo en que tarda el agua en ser drenada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	el agua no evacua

Calidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a lasaturación			
	Menos de 1%	1%-5%	5%-25%	más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15-1.10	1.10 - 1.00.	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10 - 1.00.	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00.	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Como el presente diseño esta direccionado a un pavimento de concreto permeable, y este tiene con función principal el actuar como un drenaje sostenible; por ende para la calidad de drenaje es **Excelente**, y según nuestros estudios hidrológicos el % de tiempo que será expuesto nuestro pavimento será de 5%, por lo tanto nuestro **coeficiente de drenaje será 1.15**

g) *Módulo de elasticidad del concreto (Ec) :*

Tipo de Agregado y Origen	Módulo de elasticidad Ec (Mpa)	Módulo de elasticidad Ec (Kg/cm2)
Grueso - ígneo	$Ec = 5500 \times (fc)^{1/2}$	$Ec = 17000 \times (fc)^{1/2}$
Grueso - metamórfico	$Ec = 4700 \times (fc)^{1/2}$	$Ec = 15000 \times (fc)^{1/2}$
Grueso - sedimentario	$Ec = 3600 \times (fc)^{1/2}$	$Ec = 11500 \times (fc)^{1/2}$
Sin información	$Ec = 3900 \times (fc)^{1/2}$	$Ec = 12500 \times (fc)^{1/2}$

* **Resistencia a la compresión a los 28 días:** 222.28 Kg/cm²
21.80 MPa

* **Módulo de elasticidad Ec :** 25678.71 MPa

h) *Módulo elástico de la sub base y Factor de pérdida de soporte (Ls):*

Tipo de sub base o base	Factor de pérdida de soporte
Sub bases granulares tratadas con cemento (Me: 7000 a 14000 Mpa)	0.00 a 1.00
Sub bases tratadas con cemento (Me: 3500 a 7000 Mpa)	0.00 a 1.00
Bases asfálticas (Me: 2500 a 7000 Mpa)	0.00 a 1.00
Sub bases estabilizadas con asfaltos (Me: 300 a 2000 Mpa)	0.00 a 1.00
Estabilización con cal (Me: 150 a 1000 Mpa)	1.00 a 3.00
Materiales granulares sin tratar (Me: 100 a 300 Mpa)	1.00 a 3.00
Suelos finos y sub rasantes naturales (Me: 20 a 300 Mpa)	2.00 a 3.00

Se supuso un material de sub base granular sin tratar por tratarse de un diseño de pavimento en concreto permeable, dando como resultado un **factor de Ls= 3.00**; y como **módulo de estabilidad de la sub base = 300 Mpa**

i) *Módulo de reacción de la sub-rasante (k):*

Para el cálculo del módulo de reacción de la sub rasante, procedemos en primer lugar a calcular el módulo de resiliente efectivo de la Subrasante con la fórmula resaltada:

$$M_r = 1500 \times CBR ; \text{Si } CBR < 10\% \text{ (Psi)}$$

$$M_r = 3000 \times CBR^{0.65} ; \text{Si } 10\% \leq CBR < 20\% \text{ (Psi)}$$

$$M_r = 4326 \times \ln(CBR) + 241 ; \text{Si } 10\% \leq CBR < 20\% \text{ (Psi)}$$

Cuando :

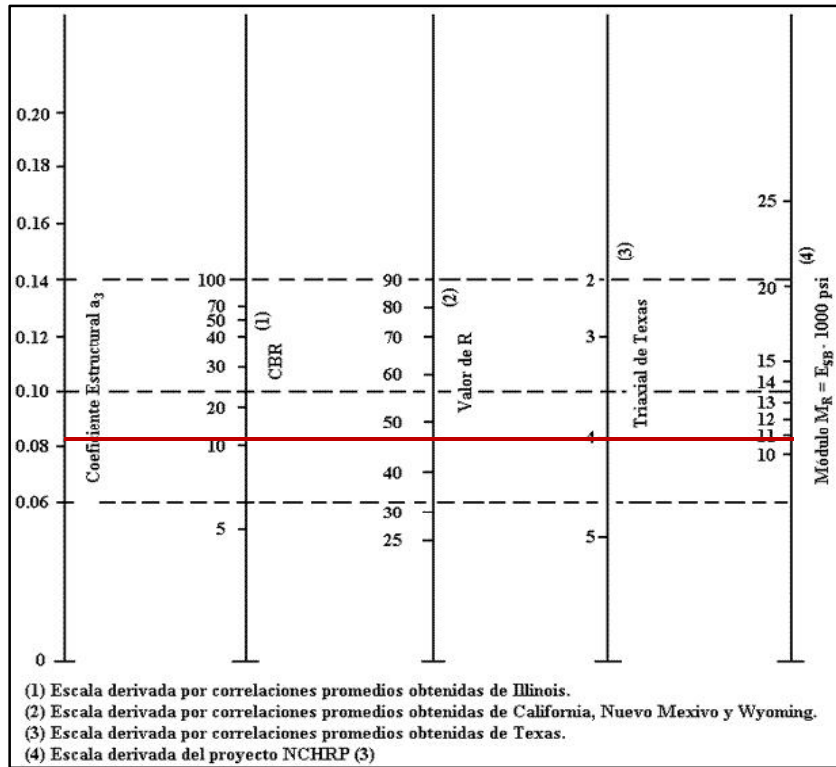
$$CBR = 13.00$$

$$Mr = 15892.22 \text{ Psi} \quad \boxed{109.57 \text{ MPa}}$$

Obteniendo el **Mr**; con ayuda de el abaco que se mostrará en el Item 02 para el diseño, se obtendrá el modulo de resiliencia **k**

02. ABACOS PARA EL DISEÑO:

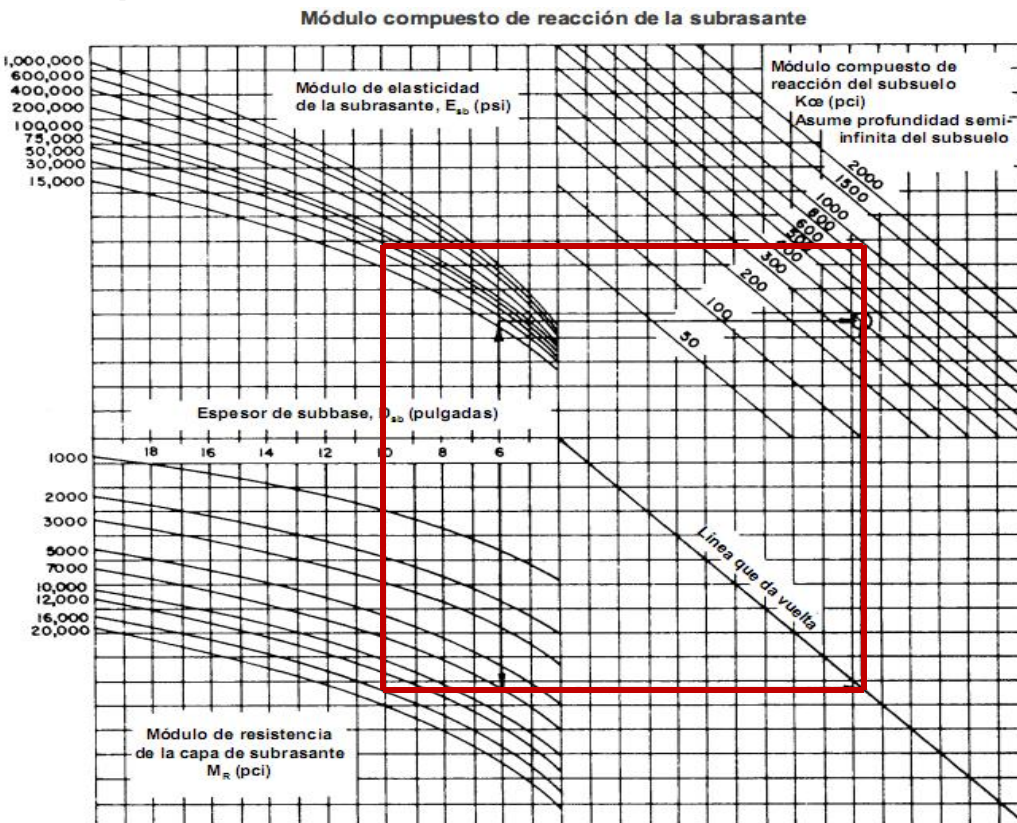
a) *Ábaco para estimar el módulo elástico de la sub base:*



Obteniendo como módulo elástico de la sub - base igual a **11 000 psi**.

* Finalmente concluimos como módulo elástico de diseño para la sub base, el valor más grande, siendo este **Me=300 Mpa**

b) *Ábaco para estimar el módulo de estabilidad de la sub base:*



Módulo elasticidad

Meb=300 Mpa
43511.30 Psi

Módulo de Resistencia

Mr=109.57 Mpa
15892.22 Psi

Módulo de Reacción compuesto de la sub rasante

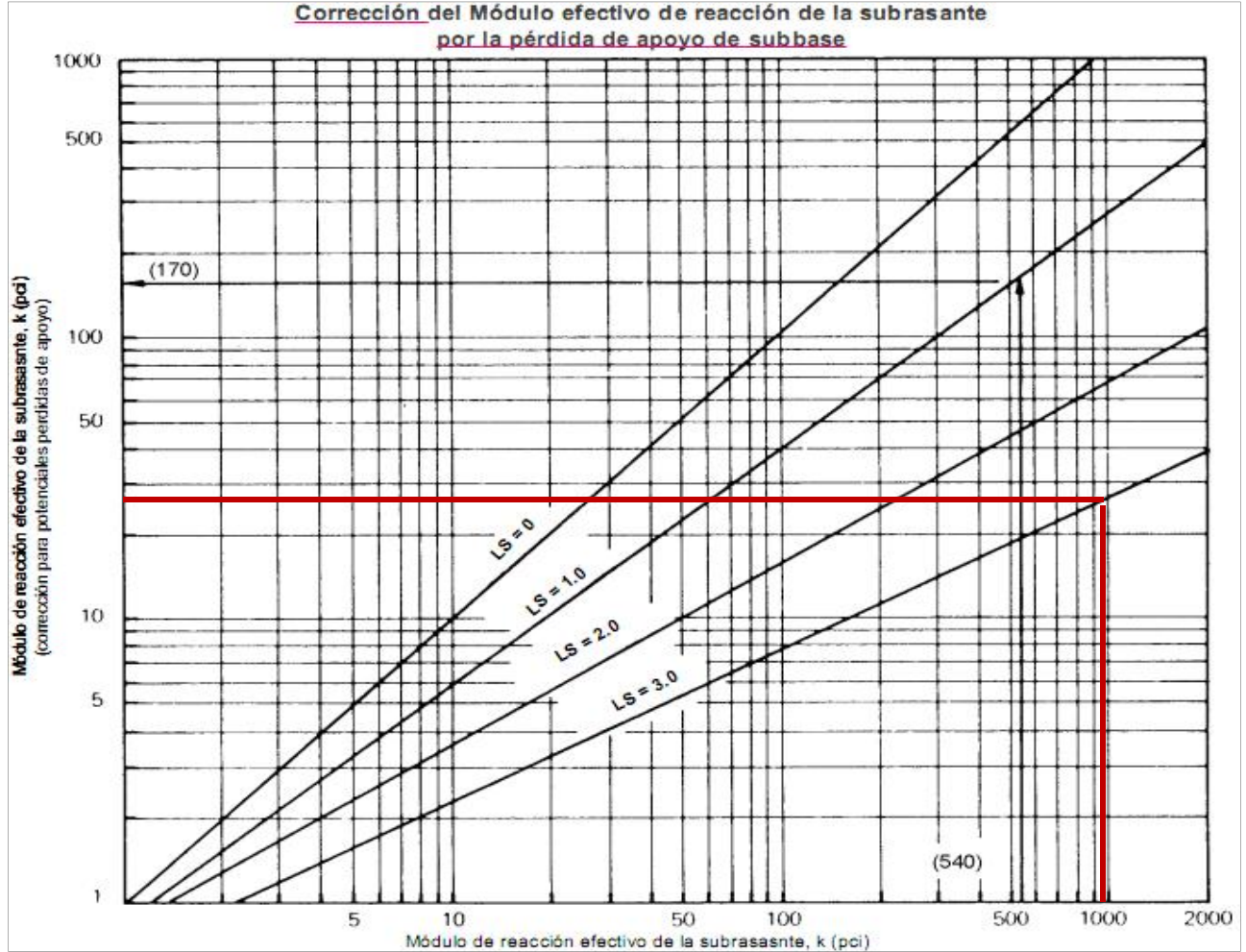
1000.00 Pci

c) Nomograma para corregir el módulo de reacción efectivo por pérdida potencial de soporte de la sub base:

$L_s : 3.00$

Módulo de Reacción compuesto de la sub rasante :

1000.00 Pci



Módulo de Reacción efectivo de la sub rasante
(Mk):

27.50 Pci

c) Nomograma para corregir el módulo de reacción efectivo por pérdida potencial de soporte de la sub base:

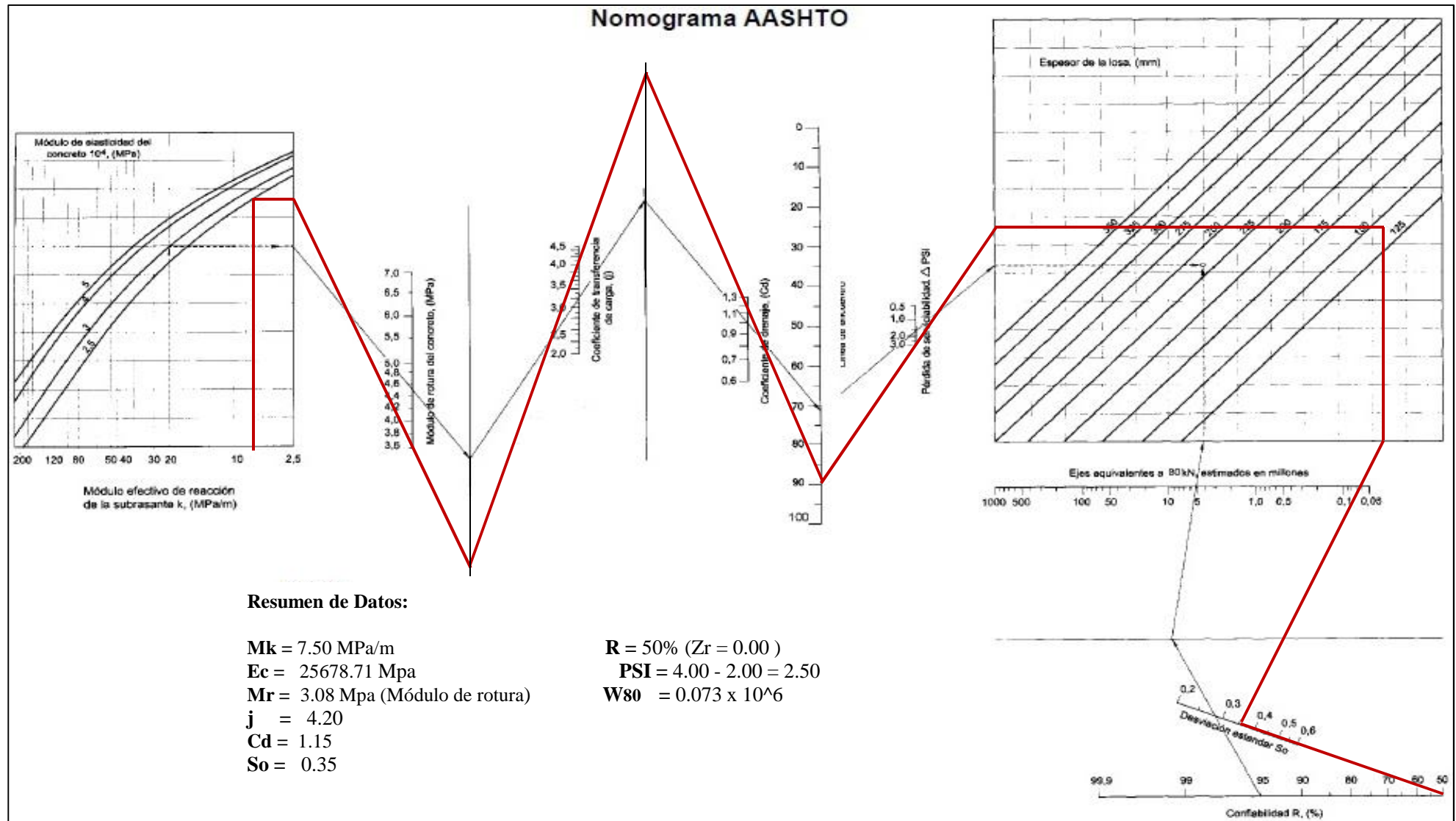


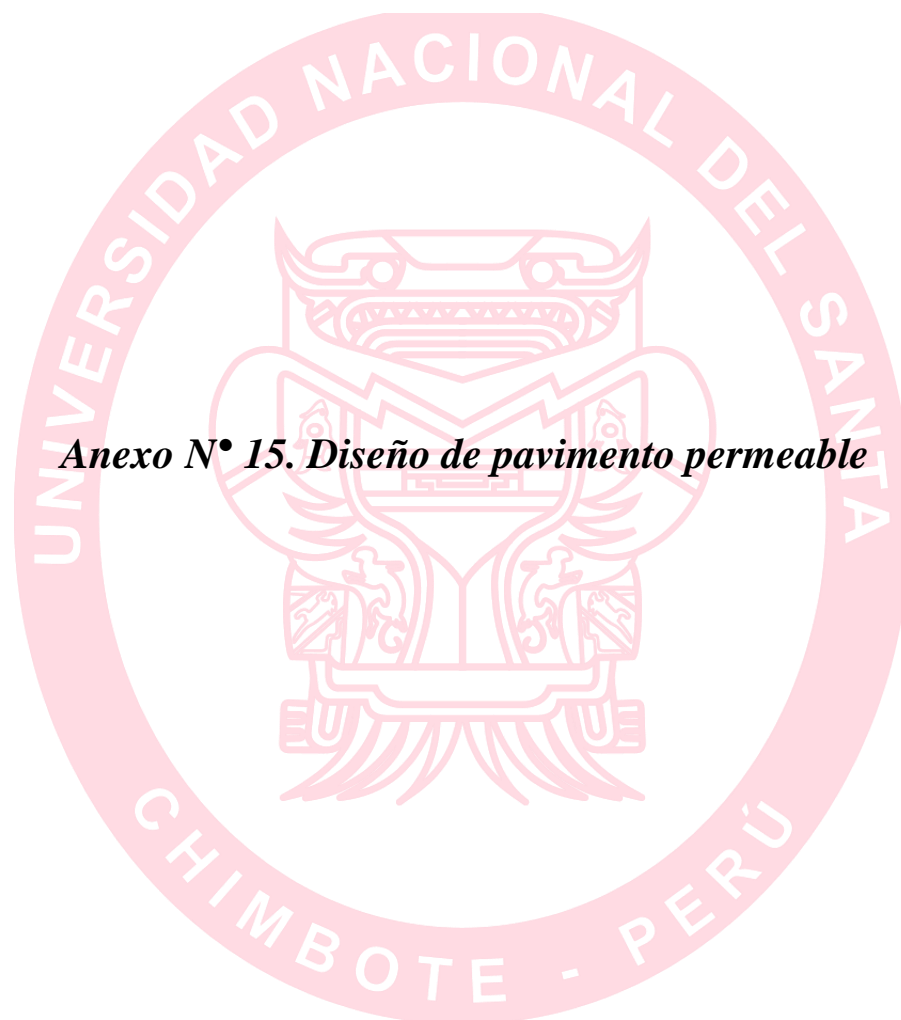
TABLA 30

Elemento		Tipo de Pavimento	
		Flexible	Rígido
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar	
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas	
Sub-base		CBR ≥ 40 %	CBR ≥ 30 %
Base		CBR ≥ 80 %	N.A.*
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm	
	Vías arteriales	≥ 70 mm	
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm
Material		Concreto asfáltico ***	MR ≥ 34 Kg/cm ² (3,4 MPa)
			f _c ≥ 380 Kg/cm ² (38 MPa)

* Como resultado del método AASHTO, el espesor de la capa de rodadura es igual a **e= 145 mm**; sin embargo tomando en cuenta la Norma Técnica CE.010 "Pavimentos Urbanos", el espesor mínimo para vías locales es igual a **150 mm**.

03. RESUMEN DE DATOS :

RESUMEN DE LAS VARIABLES OBTENIDAS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO		
Variable	Dato	Unidades
ESAL ´S de diseño	0.05532	millones
Confiabilidad	50	%
Error estandar combinado	0.35	
Índice de serviciabilidad inicial Po :	4.50	
Índice de serviciabilidad final Pt :	2.00	
Pérdida de serviciabilidad (PSI)	2.50	
Coefficiente de drenaje	1.15	
Coefficiente de transmisión de carga (J)	4.20	
Módulo de elasticidad del concreto (Ec)	25678.71 MPa	
Módulo de estabilidad de la sub base	300.00 MPa	
Módulo de resiliencia de la sub rasante	109.57 MPa	
Módulo de reacción compuesto	1000.00 Pci	
Pérdida de soporte (Ls)	3.00	
Módulo efectivo de reacción de la sub rasante	27.50 Pci	
Módulo de rotura del concreto permeable	3.08 MPa	
Espesor de sub base granular	250.00	mm
Espesor de la losa de concreto permeable	150.00	mm



Anexo N° 15. Diseño de pavimento permeable

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS PERMEABLES (METODO DE LA AASHTO - 1993)

01. VARIABLES DE DISEÑO:

a) *Periodo de análisis :*

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERÍODO DE ANÁLISIS (años)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

Por ser una vía pavimentada de bajo volumen de tráfico, se diseñara para un periodo de: 20 años

a) *Tráfico de diseño :*

Tasa de crecimiento:

$$T.C. = 1.5$$

Periodo de diseño

$$P.D = 20 \text{ años}$$

TIPO DE VEHÍCULO	NºVeh/día (02 sent.)	NºVeh/día (01 sent.)	NºVeh/año	F.C	ESAL carril de diseño	Factor de crecimiento	ESAL de Diseño
MOTOS	331	165.5	60407.5	0.0001	6.04075	28.28	170.83
AUTO	26	13	4745	0.0001	0.4745	28.28	13.42
STATION WAGON	11	5.5	2007.5	0.0001	0.20075	28.28	5.68
PICK UP	14	7	2555	0.0001	0.2555	28.28	7.23
RURAL Combi	5	2.5	912.5	0.0001	0.09125	28.28	2.58
2 E	3	1.5	547.5	3.56	1949.1	28.28	55119.93
<i>Total de vehiculos</i>	390				1956.16275	<i>ESAL de diseño</i>	55319.66

$$W18 = 55319.66 \quad 0.055 \times 10^6$$

c) *Confiabilidad, Error Estandar Combinado y Factor de Seguridad:*

Transito esperado en el carril de diseño en millones de ejes equivalentes	Confiabilidad R	Zr	So	Factor de Seguridad F.S
< 5	50	0.000	0.35	1.00
5- 15	50-60	0.000-0.253	0.35	1.00-1.23
15- 30	60-70	0.253-0.524	0.35	1.23-1.83
30- 50	70-75	0.524-0.674	0.34	1.51-1.70
50- 70	75-80	0.674-0.841	0.32	1.64-1.86
70- 90	80-85	0.841-1.037	0.3	1.79-2.05

Se escoge una confiabilidad al 50 % por ser una vía local y encontrarse en zona urbana, y un Error Estandar combinado de 0.35, según la tabla anterior.

d) Índice de Serviciabilidad :

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Índice de serviciabilidad inicial P_o : 4.5 (Para pavimentos rígidos)

Índice de serviciabilidad final P_t : 2.5 (Vía de bajo volumen de tráfico)

Nivel de serviciabilidad final	Porcentaje de personas que lo consideran inaceptable
3	12
2.5	55
2	85

Finalmente el índice de Serviciabilidad es : $\Delta PSI = 2$

e) Coeficiente de transmisión de carga (J) :

Tipo de pavimento / Dispositivo trans. Carga	DISPOSITIVO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS			
	ASFALTO		Concreto Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
1. Simple con juntas y reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
2. Reforzado Continuo	2.9 - 3.2	N/A	2.3 - 2.9	N/A

Se considera un pavimento de concreto permeable, sin juntas; $J=3.1$

f) Coeficiente de drenaje:

Calidad de Drenaje	Tiempo en que tarda el agua en ser drenada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	el agua no evacua

Calidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a lasaturación			
	Menos de 1%	1%-5%	5%-25%	más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15-1.10	1.10 -1.00.	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10 -1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 -1.00.	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Como el presente diseño esta direccionado a un pavimento de concreto permeable, y este tiene con función principal el actuar como un drenaje sostenible; por ende para la calidad de drenaje es **Excelente**, y según nuestros estudios hidrológicos el % de tiempo que será expuesto nuestro pavimento será de 5%, por lo tanto nuestro **coeficiente de drenaje será 1.00**

g) *Módulo de elasticidad del concreto (Ec) :*

Tipo de Agregado y Origen	Módulo de elasticidad Ec (Mpa)	Módulo de elasticidad Ec (Kg/cm2)
Grueso - ígneo	$E_c = 5500 \times (f_c)^{1/2}$	$E_c = 17000 \times (f_c)^{1/2}$
Grueso - metamórfico	$E_c = 4700 \times (f_c)^{1/2}$	$E_c = 15000 \times (f_c)^{1/2}$
Grueso - sedimentario	$E_c = 3600 \times (f_c)^{1/2}$	$E_c = 11500 \times (f_c)^{1/2}$
Sin información	$E_c = 3900 \times (f_c)^{1/2}$	$E_c = 12500 \times (f_c)^{1/2}$

* **Resistencia a la compresión a los 28 días:** 210.00 Kg/cm²
20.59 MPa

* **Módulo de elasticidad Ec :** 24959.32 MPa

h) *Módulo elástico de la sub base y Factor de pérdida de soporte (Ls):*

Tipo de sub base o base	Factor de pérdida de soporte
Sub bases granulares tratadas con cemento (Me: 7000 a 14000 Mpa)	0.00 a 1.00
Sub bases tratadas con cemento (Me: 3500 a 7000 Mpa)	0.00 a 1.00
Bases asfálticas (Me: 2500 a 7000 Mpa)	0.00 a 1.00
Sub bases estabilizadas con asfaltos (Me: 300 a 2000 Mpa)	0.00 a 1.00
Estabilización con cal (Me: 150 a 1000 Mpa)	1.00 a 3.00
Materiales granulares sin tratar (Me: 100 a 300 Mpa)	1.00 a 3.00
Suelos finos y sub rasantes naturales (Me: 20 a 300 Mpa)	2.00 a 3.00

Se supuso un material de sub base granular sin tratar por tratarse de un diseño de pavimento en concreto permeable, dando como resultado un **factor de Ls= 3.00**; y como **módulo de estabilidad de la sub base = 300 Mpa**

i) *Módulo de reacción de la sub-rasante (k):*

Para el cálculo del módulo de reacción de la sub rasante, procedemos en primer lugar a calcular el módulo de resiliente efectivo de la Subrasante con la fórmula resaltada:

$$M_r = 1500 \times CBR ; \text{Si } CBR < 10\% \text{ (Psi)}$$

$$M_r = 3000 \times CBR^{0.65} ; \text{Si } 10\% \leq CBR < 20\% \text{ (Psi)}$$

$$M_r = 4326 \times \ln(CBR) + 241 ; \text{Si } 10\% \leq CBR < 20\% \text{ (Psi)}$$

Cuando :

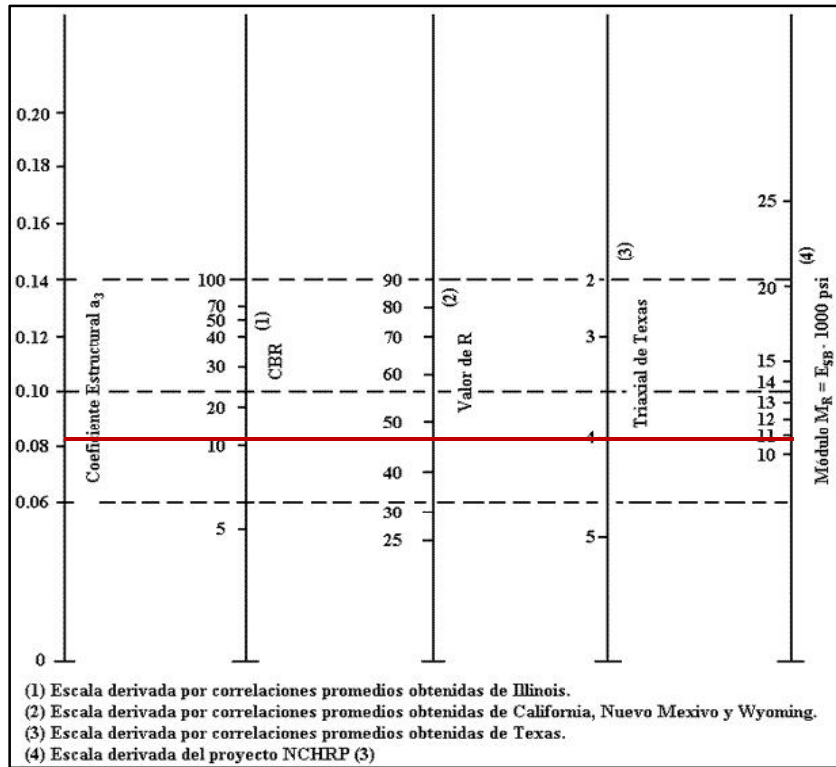
$$CBR = 13.00$$

$$Mr = 15892.22 \text{ Psi} \quad \boxed{109.57 \text{ MPa}}$$

Obteniendo el **Mr**; con ayuda de el abaco que se mostrará en el Item 02 para el diseño, se obtendrá el modulo de resiliencia **k**

02. ABACOS PARA EL DISEÑO:

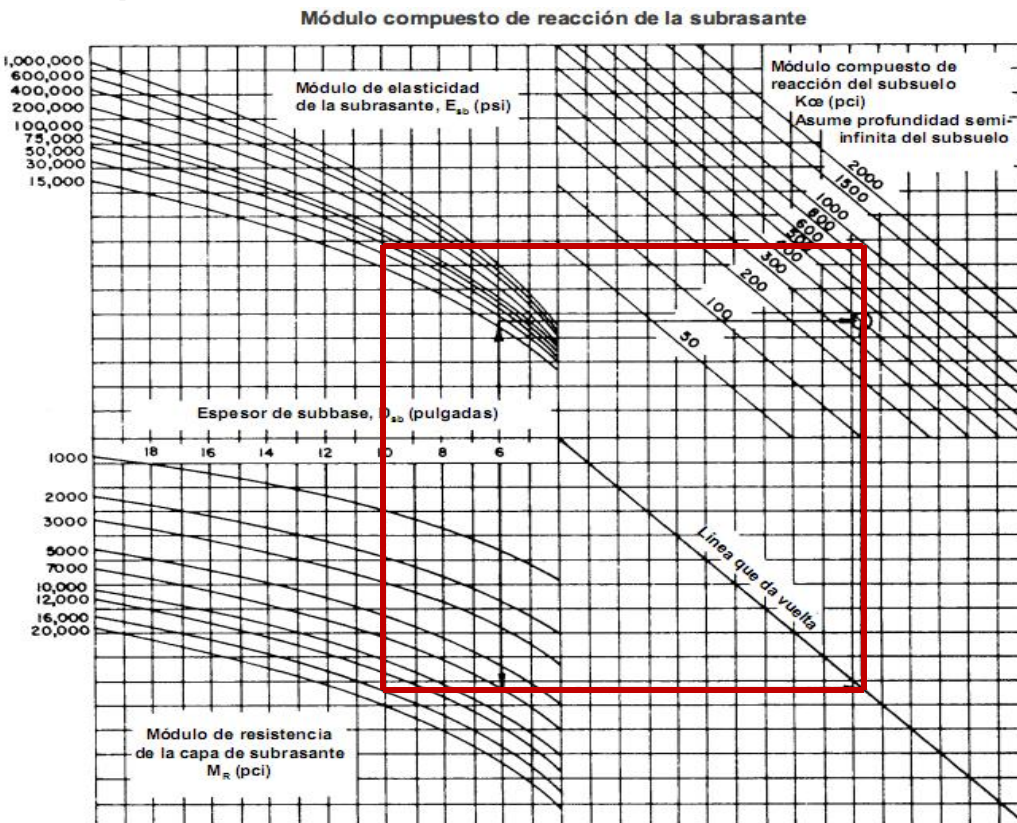
a) *Ábaco para estimar el módulo elástico de la sub base:*



Obteniendo como módulo elástico de la sub - base igual a **11 000 psi**.

* Finalmente concluimos como módulo elástico de diseño para la sub base, el valor más grande, siendo este **Me=300 Mpa**

b) *Ábaco para estimar el módulo de estabilidad de la sub base:*



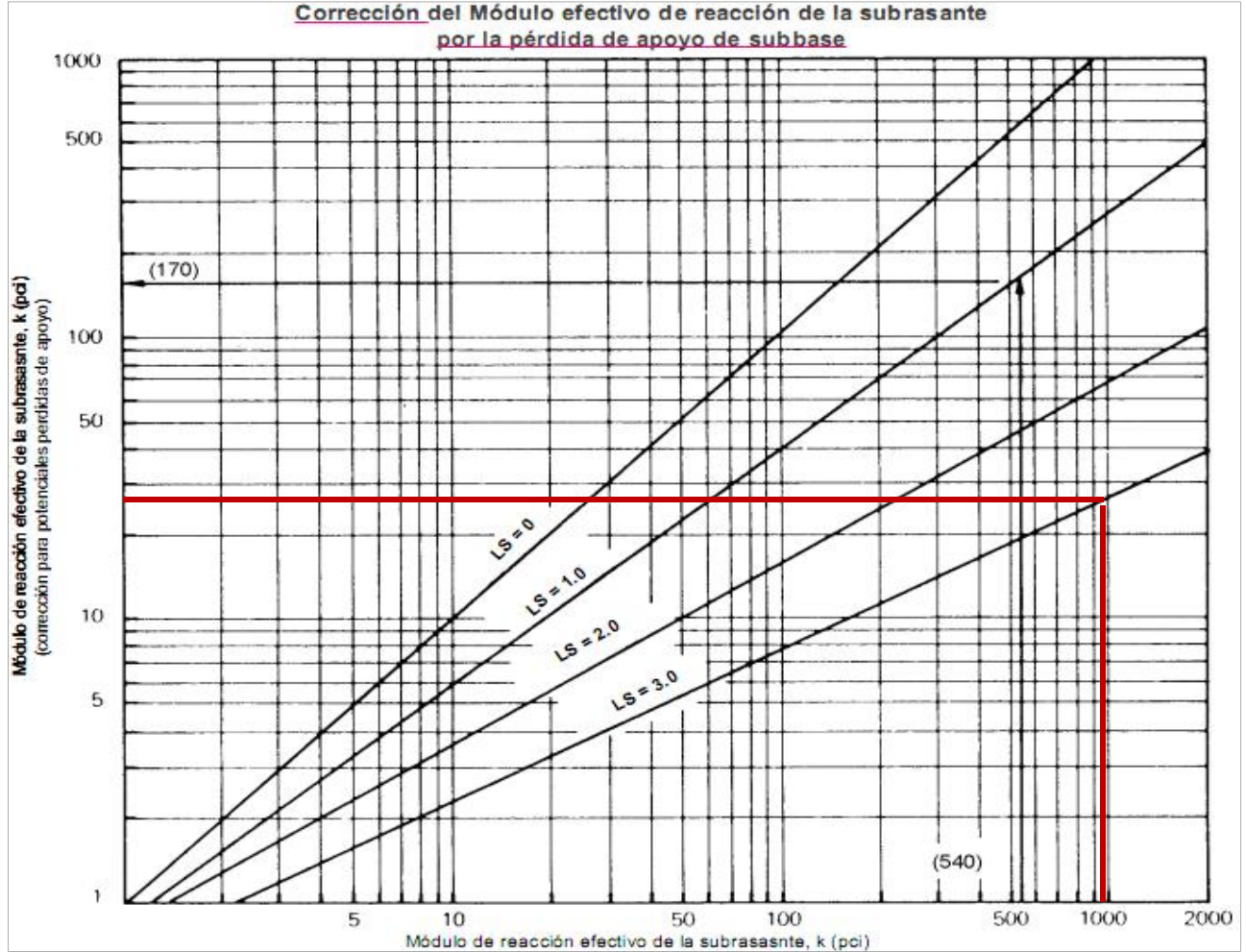
Módulo elasticidad
Meb=300 Mpa
43511.30 Psi
Módulo de Resistencia
Mr=109.57 Mpa
15892.22 Psi
Módulo de Reacción compuesto de la sub rasante
1000.00 Pci

c) Nomograma para corregir el módulo de reacción efectivo por pérdida potencial de soporte de la sub base:

$L_s : 3.00$

Módulo de Reacción compuesto de la sub rasante :

1000.00 Pci



Módulo de Reacción efectivo de la sub rasante (Mk):

27.50 Pci

7.46 Pci

c) Nomograma para corregir el módulo de reacción efectivo por pérdida potencial de soporte de la sub base:

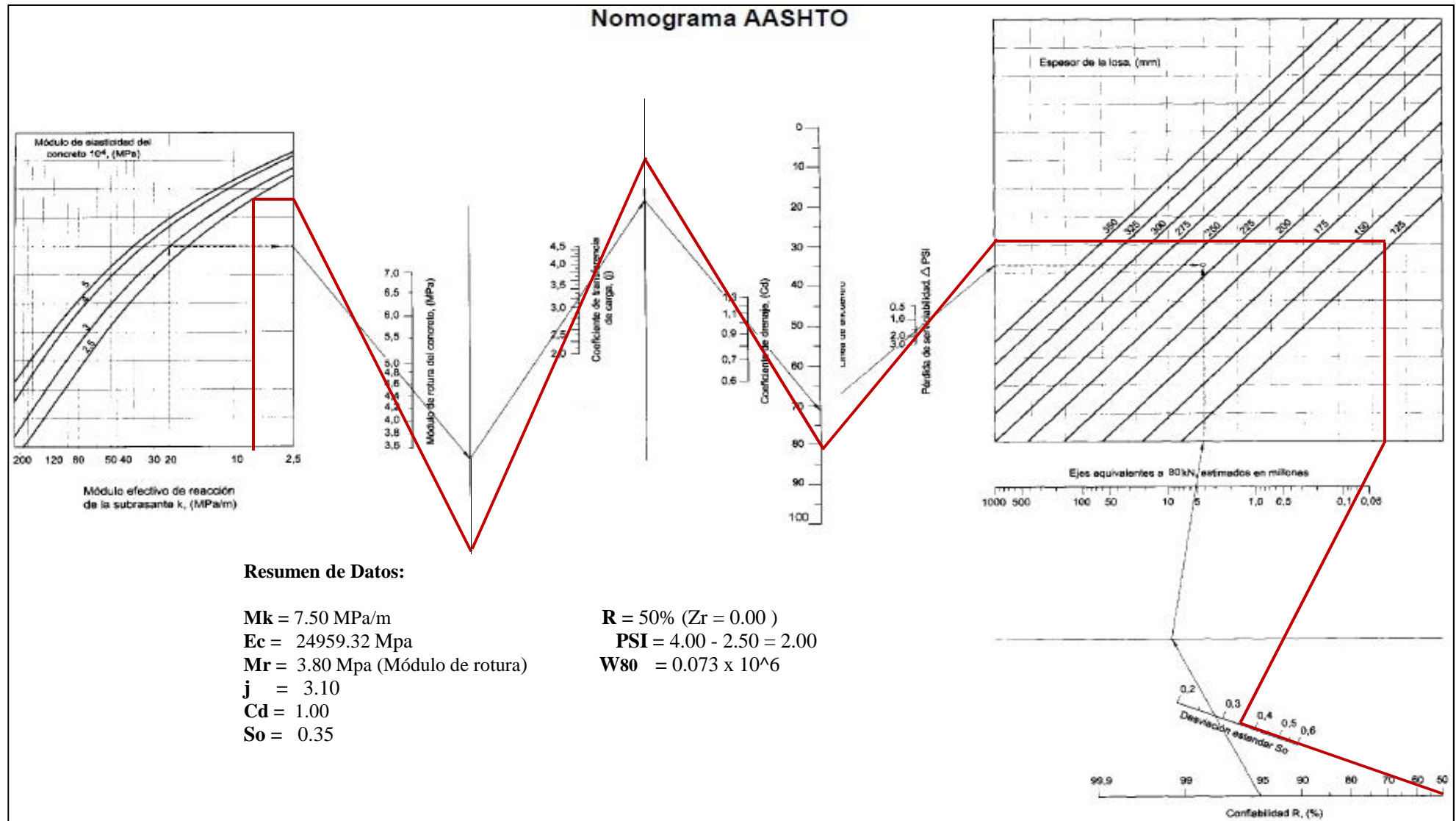


TABLA 30

Elemento		Tipo de Pavimento	
		Flexible	Rígido
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar	
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas	
Sub-base		CBR ≥ 40 %	CBR ≥ 30 %
Base		CBR ≥ 80 %	N.A.*
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm	≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm	NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	NR**
Material		Concreto asfáltico ***	MR ≥ 34 Kg/cm ² (3,4 MPa)
			f _c ≥ 380 Kg/cm ² (38 MPa)

* Como resultado del método AASHTO, el espesor de la capa de rodadura es igual a **e= 135 mm**; sin embargo tomando en cuenta la Norma Técnica CE.010 "Pavimentos Urbanos", el espesor mínimo para vías locales es igual a **150 mm**.

03. RESUMEN DE DATOS :

RESUMEN DE LAS VARIABLES OBTENIDAS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO		
Variable	Dato	Unidades
ESAL ´S de diseño	0.05532	millones
Confiabilidad	50	%
Error estandar combinado	0.35	
Índice de serviciabilidad inicial Po :	4.50	
Índice de serviciabilidad final Pt :	2.50	
Pérdida de serviciabilidad (PSI)	2.00	
Coefficiente de drenaje	1.15	
Coefficiente de transmisión de carga (J)	4.20	
Módulo de elasticidad del concreto (Ec)	24959.32 MPa	
Módulo de estabilidad de la sub base	300.00 MPa	
Módulo de resiliencia de la sub rasante	109.57 MPa	
Módulo de reacción compuesto	1000.00 Pci	
Pérdida de soporte (Ls)	3.00	
Módulo efectivo de reacción de la sub rasante	27.50 Pci	
Módulo de rotura del concreto	3.80 MPa	
Espesor de sub base granular	250.00	mm
Espesor de la losa de concreto permeable	150.00	mm

CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO POR EL MÉTODO RACIONAL

$$Q = C \times i \times A \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Q = Caudal (L/S)

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional)

i = Intensidad de la lluvia (L/ Ha-S)

A = Área tributaria (Ha)

- **Coeficiente de Escorrentía:**

$$C = 0.14 + 0.65x I + 0.05xP \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

I = Coeficiente de impermeabilidad (adimensional)

Tabla 1.a
Coeficientes de escorrentía para ser utilizados en el Método Racional

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
AREAS URBANAS							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00

Fuente: Norma OS.06 – Drenaje Pluvial Urbano.

P = Pendiente promedio del área tributaria (m/m)

La pendiente promedio en el área donde se llevó a cabo la investigación (A.H. Laguna Azul) es de 2.5%.

Reemplazando los datos en la formula (2):

$$C = 0.14 + 0.65x(0.83) + 0.05x(0.025)$$

$$C = 0.68075$$

- **Intensidad de lluvia (L/Ha-S):**

La intensidad de lluvia en el área donde se llevó a cabo la investigación (A.H. Laguna Azul) es de 36.10 mm/h.

Reemplazando los datos en la formula (3):

$$\frac{mm}{hora} \times \frac{1m}{1000mm} \times \frac{1000L}{1m^3} \times \frac{1 hora}{3600s} \times \frac{10000m^2}{1Ha} = \frac{mm}{hora} \times 2,78 = \frac{L}{Ha/s} \dots(3)$$

$$i = 36.10 \frac{mm}{h} \times 2.78$$

$$i = 100.358 \frac{L}{Ha - S}$$

- **Área tributaria (Ha):**

El área tributaria del A.H. Laguna Azul es de 5.17 Ha.

Reemplazando los datos en la formula (1):

$$Q = C \times i \times A$$

$$Q = 0.68075 \times 100.358 \frac{L}{Ha-S} \times 5.17 Ha$$

$$Q = 353.20 \frac{L}{S} \cong 0.353 \frac{m^3}{s}$$

COMPROBACIÓN DE DIÁMETRO Y VELOCIDAD

Mediante la fórmula : $Q = V \times S$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

S = Sección de drenaje (m²)

V = Velocidad de diseño (m/s)

Según la norma O.060, obtenemos los siguientes datos:

- La velocidad para el drenaje de concreto permeable varía entre 0.90 – 3.30 m/s.
- La velocidad para la tubería de expulsión de PVC varía entre 0.90 – 6.00 m/s.
- Utilizamos un diámetro de 12”, con el cual se cumplirán los parámetros mínimos plasmados en la norma.

TRAMO	%	Q(m3/s)	V(m/s)	S (m2)
Drenaje	0.50%	0.08975	1.230	0.073
TUB. EXPULSION	0.50%	0.359	4.920	0.073



Anexo N° 16. Factores de corrección promedio para vehículos pesados y vehículos ligeros

Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2000-2010)

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados
P001	Aguas Calientes	1.152056	0.983990	1.013858	1.017953	1.070015	1.106987	1.066392	0.916331	0.917894	0.969064	0.893941	0.936015
P002	Aguas Claras	1.115155	1.063206	1.013084	1.026083	0.960271	0.922331	0.937617	0.980422	1.028749	1.038681	1.028577	1.013063
P003	Ambo	0.975396	1.001856	0.990894	1.022654	1.064697	1.062693	1.084708	1.012073	1.023322	0.979103	0.967478	0.903952
P004	Alico	1.002637	0.967990	1.001283	1.003859	1.053150	1.101172	1.037379	0.991104	1.041947	1.015129	0.997863	0.893016
P005	Ayaviri	1.111406	1.020008	1.264724	1.017185	1.063508	1.094743	1.004545	0.957472	0.973269	0.988975	0.952043	0.872650
P006	Bagua	1.037192	1.038676	1.064756	1.480583	1.035709	0.969377	0.989694	0.951046	1.010844	1.004341	1.005912	0.935287
P007	Bujama	1.023799	0.990646	1.008912	1.029835	1.062501	1.084767	1.057903	1.020938	1.063802	1.008891	1.009929	1.060760
P008	Camaná	0.987878	0.918781	0.980818	1.024526	1.076158	1.138937	1.059435	0.986145	1.048190	1.025378	1.012327	0.919004
P009	Cancas	1.003327	0.966822	0.999436	1.052351	1.154232	1.039043	1.003725	1.005452	1.017838	1.003000	0.978151	0.923694
P010	Caracoto	1.088225	0.962206	1.025379	1.037511	1.060026	1.058077	1.033234	0.913116	1.006702	0.981624	1.016104	0.935704
P011	Casaracra	1.017211	0.989811	0.972089	1.014503	0.975861	1.016677	1.024040	1.012504	1.055118	1.014133	1.018031	0.969961
P012	Casinchihua	1.228084	1.107520	1.095992	1.081502	1.052918	1.013756	0.956503	0.892909	0.951161	0.933450	0.951626	0.919227
P013	Catac	1.004148	1.032875	1.148238	1.065226	1.068467	0.997205	0.974436	0.926999	0.998365	0.955673	0.978974	0.921448
P014	Cerro de Pasco		1.566990	0.900925	0.978369	1.147177							
P015	Chalhuanca	1.112331	1.074472	1.080783	1.114410	1.118050	0.986149	0.983858	0.938133	0.953677	0.948843	0.983575	0.948397
P016	Chalhupacuro (El P)	1.070696	1.105668	1.127595	1.025655	0.950560	0.942942	0.920036	0.948340	0.981226	0.956729	1.027332	1.008267
P017	Chicama	0.995423	0.990930	1.050979	1.071837	1.069606	1.027862	0.998617	0.971290	1.014403	1.045753	1.027710	0.936320
P018	Chilca	0.924254	0.893745	0.965260	1.010401	1.138275	1.170316	1.112000	1.104425	1.085696	1.019542	1.000055	0.947991
P019	Chullqui	0.968934	1.020285	1.016843	1.072139	1.119779	1.066516	1.079471	0.974897	0.974932	0.946290	0.932717	0.873061
P020	Chulucanas	0.999638	1.010383	1.157890	1.160212	1.091797	1.031974	0.991163	0.942327	0.967505	0.969838	0.956877	0.879145
P021	Ciudad de Dios	1.008812	0.960739	1.080950	1.057941	1.106456	1.087975	1.097579	0.958345	0.940683	0.943467	0.968021	0.974525
P022	Corcona	1.051301	1.018810	1.012837	0.949320	0.967974	1.005690	1.066033	0.989782	1.044532	1.011459	1.034433	0.977987
P023	Cruce Bayóvar	0.937815	0.951394	1.025536	1.141136	1.061117	1.037478	1.013926	0.996825	1.027720	1.051864	1.039579	0.923090
P024	Cuculí	0.950059	0.984751	1.402962	1.517595	1.246496	0.969531	1.009785	1.004337	0.920463	0.986391	0.907746	0.880555
P025	Desvío Olmos	1.017454	1.033046	1.049123	2.271120	1.097925	1.035464	0.990143	0.934863	0.987011	0.981228	0.964788	0.990910
P026	Desvío Talara	1.048883	1.003056	1.019170	1.030528	1.033714	1.021900	1.026971	1.017993	1.042366	0.992930	0.957055	0.895397
P027	El Fiscal	1.038485	0.906822	1.083871	1.080024	1.066607	1.184776	1.103372	1.061418	1.105289	1.083050	1.068755	0.950544
P028	El Paraíso	0.973067	0.994277	1.057835	1.057798	1.059652	1.044482	1.006399	1.002848	1.044331	0.992956	0.977690	0.881354
P029	Huacrapuquio	1.152575	1.115503	1.029777	1.001784	0.947483	0.960152	0.961270	0.955024	0.957631	0.972342	1.050900	0.991492
P030	Huarmey	0.933535	0.942690	1.010130	1.088803	1.123693	1.087517	1.029852	1.007590	1.065906	1.008860	1.010062	0.894778
P031	Huillique	1.078885	1.082401	1.122024	1.134512	1.072256	0.904700	0.988543	0.962398	0.960562	0.968604	0.946657	0.927700
P032	Ica	1.024076	1.011173	1.029908	1.022044	1.068010	1.079791	1.043697	1.002446	0.991907	0.944277	0.997216	0.891610
P033	Ilave	1.098290	1.036475	1.042219	1.643594	1.074546	1.072822	0.974334	0.861489	1.014579	0.989874	0.999383	0.886819
P034	Ilo	1.014983	0.977024	0.976785	1.069421	1.036196	1.093447	1.019384	1.045911	0.991919	1.027302	0.989154	0.883206
P035	Jahuay Chíncha	1.044326	1.016959	1.028146	1.000172	1.035235	1.059892	1.016620	1.004540	1.012376	0.970028	1.011518	0.897131
P036	Lunahuaná	1.117705	1.074653	1.072419	1.064922	0.861465	1.070093	1.031545	1.036390	0.998830	0.907237	0.935730	1.045576
P037	Marcona	1.049281	0.999218	0.968928	1.065838	1.084418	1.012221	1.025558	1.108298	0.974742	0.978969	0.932855	1.025148
P038	Matarani	0.844686	0.760509	0.932370	1.136254	1.155390	1.188635	1.161362	1.144690	1.132786	1.090607	1.133596	1.338546

P039	Mocce	0.999739	1.029667	1.110047	1.122763	1.035493	0.963260	0.993512	0.915971	1.082418	1.019173	1.003934	0.917786
P040	Montalvo	1.018973	0.986837	1.004121	1.020575	1.025752	1.081602	1.033640	0.996394	1.049480	1.025485	1.010318	0.880087
P041	Mórrope	0.949054	0.951983	1.014531	1.078873	1.068757	1.029589	1.013005	0.994290	1.043866	1.056761	1.045365	0.906838
P042	Moyobamba	1.100681	0.996518	1.015998	1.076312	1.055468	0.988711	0.990681	0.944552	0.961954	0.980645	0.964170	0.987785
P043	Nazca	0.956162	1.083271	1.105598	1.098732	1.134869	1.145323	1.086919	1.031972	1.094248	1.058282	1.052412	0.971032
P044	Pacangulla	0.949198	0.953274	1.018721	1.338946	1.173096	1.019806	0.993534	0.963591	1.027556	1.056321	1.032569	0.924794
P045	Pacra	1.118314	1.067730	1.065327	0.948125	0.990753	0.959127	0.958425	0.980288	1.021957	1.005330	1.031313	0.976288
P046	Paita	1.018951	0.952383	0.942930	1.041141	1.032175	1.028817	1.379026	1.027868	0.995480	1.018765	0.990450	0.904840
P047	Pampa Cuéllar	1.112577	1.075219	1.080287	1.072265	1.018126	1.112320	0.965437	0.914365	1.024142	0.999119	0.963115	0.886168
P048	Pampa Galera	1.104728	1.114355	1.130416	1.078073	0.945893	1.034742	1.067603	0.916792	0.963632	0.943888	0.936628	0.941910
P049	Patahuasi	1.089206	1.044719	1.059195	1.025297	1.062170	1.085018	1.026730	0.916007	0.971307	0.926516	0.941959	0.945931
P050	Pedro Ruiz	1.003620	0.964426	1.013598	3.570378	1.043144	1.114995	0.956615	0.944312	0.988379	1.017231	0.987071	1.136902
P051	Piura Sullana	0.971908	0.945697	1.017677	1.050156	1.041486	0.998695	0.991567	1.005043	1.029725	1.076486	1.047890	0.961201
P052	Pomalca	1.028688	0.984591	0.915422	0.911452	0.875076	0.853631	1.121234	1.174516	1.012305	0.999812	1.069298	1.056931
P053	Pomahuanca	0.979519	1.011112	1.012354									
P054	Pozo Redondo	0.965093	0.959281	1.000901	1.017464	0.993529	1.123378	1.026023	0.989466	1.049956	1.021359	1.014444	0.935085
P055	Pucará	1.067441	1.057953	1.116125	1.051319	1.066838	1.004507	0.951360	0.946114	0.972668	1.003390	0.970048	0.959383
P056	Punta Perdida	1.123175	0.974032	1.114108	1.100241	1.054507	1.150030	0.912521	0.824565	0.999358	0.996328	1.036562	1.009794
P057	Quiulla	1.094620	1.028769	0.994728	0.898368	0.932131	0.980860	0.969740	1.010022	1.032476	1.041747	1.038144	1.036301
P058	Ramiro Prialé	1.292422	0.939355	0.907594	1.086915	1.034067	0.973959	1.026707	0.935233	0.971744	0.907958	0.997630	1.055491
P059	Rumichaca	1.162753	1.022717	1.033297	0.941196	0.983642	0.934395	0.918484	0.947720	1.154767	0.990122	1.044174	1.052340
P060	Santa Lucía	1.089248	1.031527	1.091317	1.097922	1.103856	0.987479	1.049061	0.923008	0.988300	0.979695	0.951238	0.898871
P061	Saylla	1.033154	1.002258	1.048227	1.197009	1.087123	1.085906	1.026910	0.967106	0.969674	0.996550	0.959322	0.913599
P062	Serpentín de Pasama	0.984569	1.000589	1.044372	1.053622	1.046078	1.026596	1.012132	1.011370	1.030776	0.984974	0.975315	0.911831
P063	Sicuyani	1.062581	0.970722	1.036539	1.034068	1.039184	1.279381	1.026615	0.894581	1.453616	0.980164	0.945178	0.905259
P064	Simbila												
P065	Socos	1.146400	1.017059	1.019566	0.938151	0.980499	0.950679	0.981700	0.975897	1.036117	1.011057	1.063374	1.020175
P066	Tambo Grande	0.679286	0.793920	1.111716	1.336768	1.248861	1.105966	1.196294	1.225046	1.254410	1.069327	1.005585	0.729283
P067	Tomasiri	1.028449	0.994837	1.008505	1.027927	1.032552	1.091474	1.378336	0.981490	0.928631	1.005755	1.004334	0.878170
P068	Tunan	0.931964	1.004743	1.110132	1.079956	1.030331	0.962541	0.954718	0.958826	0.934054	0.903903	0.924840	0.848276
P069	Variante de Pasama	1.547650	1.297654	1.613231	1.442094	1.176629	1.026730	0.966506	0.998111	1.022116	0.857908	0.931199	0.984059
P070	Variante de Uchuma	0.991809	0.957938	1.049206	1.109913	1.136320	0.982197	1.096105	1.041322	1.076587	1.025323	1.035436	0.976793
P071	Vesique	0.935848	0.938301	0.989097	1.093545	1.098104	1.454017	1.045259	1.008173	1.062021	1.020666	0.998231	0.906764
P072	Virú	0.965911	0.947022	1.001504	1.074519	1.095366	1.012392	1.042734	1.006210	6.945909	0.999724	0.998837	0.906233
P073	Yauca	1.028696	0.991589	1.031376	1.028534	1.081314	1.020634	1.048597	0.993168	1.040947	1.005764	0.996853	0.892818
P074	Zarumilla	0.951598	0.871844	0.961710	0.977700	1.136449	0.959047	0.988594	1.046416	1.012343	1.085088	1.196038	1.754950

Fuente: Unidades Peaje PVN_OGPP

Elaboración: OGPP

Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2000-2010)

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
P001	Aguas Calientes	0.992382	0.920195	1.068743	1.075160	1.169200	1.184254	0.936857	0.879831	0.867443	1.050135	1.040737	1.010235
P002	Aguas Claras	1.120729	1.160006	1.095403	1.045593	0.973398	0.953971	0.890315	0.923189	1.050493	1.033557	1.008857	0.932598
P003	Ambo	1.035571	1.102719	1.094765	1.028035	1.011158	1.047825	1.020222	0.979908	1.031114	0.982223	0.952948	0.861338
P004	Alico	0.934263	0.764183	1.000100	1.047885	1.162355	1.221341	1.023835	0.999045	1.141732	1.095546	1.105757	0.864690
P005	Ayaviri	1.036650	0.967293	1.509918	1.121253	1.191289	1.173181	0.957975	0.883276	0.880329	0.996700	0.985409	0.865891
P006	Bagua	1.056196	1.109595	1.169597	1.102517	1.074476	1.024215	0.969664	0.949647	0.955497	1.009393	1.038757	0.876256
P007	Bujama	0.619687	0.582335	0.689777	1.018653	1.661345	1.793992	1.366112	1.514720	1.653584	1.297168	1.217959	1.012960
P039	Mocce	0.988368	0.962589	1.015888	1.097568	1.088704	1.041461	1.020978	0.914061	1.042163	1.045342	1.020761	0.906705
P040	Montalvo	0.952951	0.982183	1.081383	1.089070	1.116355	1.120768	0.979418	0.915982	1.020771	1.048732	1.025820	0.868989
P041	Mórrope	0.882757	0.924620	1.070067	1.124741	1.150790	1.169035	0.882586	0.979860	1.183850	1.101693	1.140363	0.785395
P042	Moyobamba	1.178276	1.138916	1.113240	1.051469	1.033499	0.926456	0.937374	0.928181	0.968301	0.971935	0.942950	0.938618
P043	Nazca	0.998482	0.968412	1.029348	1.054918	1.108427	1.123463	0.924936	0.902211	1.026323	1.026347	1.095925	0.896682
P044	Pacangulla	0.951242	0.972866	1.068221	1.033149	1.067478	1.103852	0.890865	0.949958	1.131137	1.130123	1.126137	0.839516
P045	Pacra	1.110540	1.116333	1.032097	0.874611	1.126100	1.055529	0.916323	0.999696	1.066166	1.025252	1.005852	0.966826
P046	Paita	0.888620	0.846215	0.955639	1.036748	1.152649	1.146220	1.350730	1.066184	1.026845	1.105145	1.089163	0.791592
P047	Pampa Cuéllar	1.049977	0.941641	1.121317	1.130921	1.165483	1.203320	0.967152	0.740558	1.051413	1.022972	1.039633	0.914584
P048	Pampa Galera	1.049449	1.115322	1.189206	1.141811	0.953547	1.044147	0.968588	0.820661	1.029797	1.005944	1.030903	0.927163
P049	Patahuasi	1.154511	0.945466	1.168618	1.091643	1.128276	1.126704	0.924874	0.767332	0.989006	0.952423	1.006260	0.952658
P050	Pedro Ruiz	0.993233	1.029596	1.080265	1.209410	1.101453	1.037956	0.924837	0.913536	0.982339	1.028582	1.004107	0.997269
P051	Piura Sullana	0.920508	0.918587	1.012812	1.067426	1.079278	1.051401	0.996521	0.994501	1.034053	1.082971	1.066464	0.939187
P052	Pomalca	0.769321	0.749243	0.782892	0.831381	0.786013	1.014466	1.793785	0.974946	0.991258	1.017340	1.051915	0.998837
P053	Pomahuanca	0.906348	1.043085	1.080231									
P054	Pozo Redondo	0.918618	0.883502	0.989741	1.057258	1.050785	1.191273	1.046164	1.000733	1.103416	1.048364	1.036116	0.848653
P055	Pucará	0.929663	0.968912	1.081974	1.106895	1.118226	1.060810	0.923353	0.909883	1.036513	1.071227	1.030331	0.937501
P056	Punta Perdida	1.016504	0.741978	1.141825	1.231290	1.206355	1.190819	0.886978	0.597177	1.158515	1.107127	1.283573	1.123881
P057	Quiulla	1.054813	1.085522	1.094876	0.922164	1.007071	1.060803	0.857949	0.958452	1.045872	1.058378	1.023853	0.930233
P058	Ramiro Prialé	0.993362	0.998265	1.019429	1.028051	1.032356	1.019612	0.965779	0.941970	1.024400	0.996099	1.016927	0.965203
P059	Rumichaca	1.313437	1.023745	0.995061	0.826767	1.198725	1.183175	0.864668	0.951512	1.214331	1.028613	1.086110	1.047318
P060	Santa Lucía	1.265383	0.949992	1.293140	1.239950	1.301753	1.048459	1.093066	0.840069	1.165849	1.130071	1.155767	0.847905
P061	Saylla	1.012254	0.962672	1.064325	1.292215	1.179586	1.171810	1.045055	0.979378	0.931480	1.056679	1.067440	0.987959
P062	Serpentín de Pasama	1.095463	1.007880	1.022644	1.013634	0.978524	0.993843	0.984806	1.037533	1.080017	0.895230	0.886778	0.852263
P063	Sicuyani	0.971417	0.758596	1.068523	1.111396	1.229779	1.311310	1.031490	0.683282	1.384191	1.019804	1.119919	0.978667
P064	Simbila												
P065	Socos	1.208747	1.059142	0.999469	0.877132	1.075259	1.064181	0.972343	0.965082	1.033340	0.996466	1.008091	0.997567
P066	Tambo Grande	0.883966	0.939828	1.044692	1.119472	1.138508	1.082810	1.093651	1.062226	1.074473	0.953255	0.961313	0.829641
P067	Tomasiri	1.040521	1.044316	1.084451	1.073745	1.064572	1.071234	1.333246	0.957206	0.855623	1.033469	1.028658	0.844004
P068	Tunan	1.010867	1.060881	1.108091	0.966025	1.086967	1.037544	0.817707	0.878406	0.969556	0.927743	1.001607	0.880768
P069	Variante de Pasama	0.958010	0.941581	0.982048	0.963565	1.072566	1.124447	0.939651	1.019935	1.135207	1.051909	1.075789	0.877645

P070	Variante de Uchuma	0.806582	0.620889	0.956525	1.121810	1.146576	1.198611	1.096166	1.089260	1.171095	1.233508	1.129518	0.938597
P071	Vesique	0.814895	0.841455	0.958830	1.068780	1.118806	1.523528	1.020828	1.066687	1.146105	1.100048	1.096971	0.875895
P072	Virú	0.944645	0.927037	0.998822	1.021412	1.100525	1.062779	0.964774	1.053462	1.140958	1.072133	1.092897	0.861916
P073	Yauca	0.920191	0.837839	1.027747	1.055378	1.212323	1.080176	1.007029	1.015024	1.119397	1.099244	1.177167	0.866008
P074	Zarumilla	1.065796	0.985743	1.057975	1.062092	1.208126	1.037788	0.997303	0.955574	0.976400	0.987004	1.011604	1.555471

Fuente: Unidades Peaje PVN

Elaboración: OGPP



Anexo N° 17. Metrado, presupuesto y análisis de precios unitarios de drenaje convencional

PLANILLA DE METRADOS - PAVIMENTO CONVENCIONAL

Especialidad :

Pavimento con sistema de drenaje convencional proyectado

Item	Descripción	Und.	Cantida d	Dimensiones			Parcial	Total
				Ancho	Largo	Alto		
01	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO - SIST. CONVENCIONAL							
01.01	OBRAS PROVISIONALES							
01.01.01	ALQUILER DE ALMACEN	glb	1.00				1.00	1.00
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 2.40 M x 1.20M	glb	1.00				1.00	1.00
01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00				1.00	1.00
01.02	OBRAS PRELIMINARES							
01.02.01	LIMPIEZA Y DESBROCE	m2						4,996.44
	<i>Calle longitudinal N°01</i>		1.00	7.45	340.25			2,534.86
	<i>Calle transversal 08</i>		1.00	6.20	56.50			350.30
			1.00	6.10	48.00			292.80
	<i>Pasaje N° 01</i>		1.00	8.40	46.40			389.76
			1.00	7.00	45.43			318.01
	<i>Calle transversal 09</i>		1.00	7.60	47.70			362.52
			1.00	5.80	46.10			267.38
	<i>Calle transversal 10</i>		1.00	4.65	103.40			480.81
01.02.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2						4,996.44
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRA							
01.03.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE C/EQUIPO	m3						3,497.51
	<i>Calle longitudinal N°01</i>		1.00	7.45	340.25	0.70		1,774.40
	<i>Calle transversal 08</i>		1.00	6.20	56.50	0.70		245.21
			1.00	6.10	48.00	0.70		204.96
	<i>Pasaje N° 01</i>		1.00	8.40	46.40	0.70		272.83
			1.00	7.00	45.43	0.70		222.61
	<i>Calle transversal 09</i>		1.00	7.60	47.70	0.70		253.76
			1.00	5.80	46.10	0.70		187.17
	<i>Calle transversal 10</i>		1.00	4.65	103.40	0.70		336.57
01.03.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3						246.16
	<i>Calle transversal 08</i>		1.00	6.20	56.50	0.10		35.03
			1.00	6.10	48.00	0.10		29.28
	<i>Pasaje N° 01</i>		1.00	8.40	46.40	0.10		38.98
			1.00	7.00	45.43	0.10		31.80
	<i>Calle transversal 09</i>		1.00	7.60	47.70	0.10		36.25
			1.00	5.80	46.10	0.10		26.74
	<i>Calle transversal 10</i>		1.00	4.65	103.40	0.10		48.08

01.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dprom = 10 Km.	m3					3,739.05
				Volumen	F.E		
	<i>Corte de terreno a nivel de sub rasante</i>		1.00	3,497.51	1.15	4,022.14	
	<i>Relleno con material propio</i>		-1.00	246.16	1.15	-283.08	
01.03.04	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRAS. CON EQUIPO	m2					4,262.66
	<i>Calle longitudinal N°01</i>		1.00	6.45	340.25	2,194.61	
	<i>Calle transversal 08</i>		1.00	5.20	56.50	293.80	
			1.00	5.10	48.00	244.80	
	<i>Pasaje N° 01</i>		1.00	7.40	46.40	343.36	
			1.00	6.00	45.43	272.58	
	<i>Calle transversal 09</i>		1.00	6.60	47.70	314.82	
			1.00	4.80	46.10	221.28	
	<i>Calle transversal 10</i>		1.00	3.65	103.40	377.41	
01.04	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO						
01.04.01	SUB - BASE GRANULAR E= 0.25 M C/EQP. INC. EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACION	m2					4,262.66
	<i>Calle longitudinal N°01</i>		1.00	6.45	340.25	2,194.61	
	<i>Calle transversal 08</i>		1.00	5.20	56.50	293.80	
			1.00	5.10	48.00	244.80	
	<i>Pasaje N° 01</i>		1.00	7.40	46.40	343.36	
			1.00	6.00	45.43	272.58	
	<i>Calle transversal 09</i>		1.00	6.60	47.70	314.82	
			1.00	4.80	46.10	221.28	
	<i>Calle transversal 10</i>		1.00	3.65	103.40	377.41	
01.04.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER 2-3" E=15 cm	m2					4,262.66
	<i>Todas las calles y pasajes</i>		1.00	4262.66		4,262.66	
01.04.03	CAMA DE ARENA GRUESA DEBAJO DE GEOTEXTIL E=5cm	m2					4,262.66
	<i>Todas las calles y pasajes</i>		1.00	4262.66		4,262.66	
01.04.04	GEOCOMPUESTO PARA PAVIMENTOS	m2					4,262.66
	<i>Todas las calles y pasajes</i>		1.00	4262.66		4,262.66	
01.05	PAVIMENTO DE C°S° F°c= 210 Kg/cm2						
01.05.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN PAVIMENTO	m2					220.13
	<i>Calle longitudinal N°01</i>		2.00		340.25	0.15	102.08
	<i>Calle transversal 08</i>		2.00		104.50	0.15	31.35
	<i>Pasaje N° 01</i>		2.00		91.83	0.15	27.55
	<i>Calle transversal 09</i>		2.00		93.80	0.15	28.14
	<i>Calle transversal 10</i>		2.00		103.40	0.15	31.02
01.05.02	CONCRETO F°c=210 KG/CM2 MEZC.MANUAL	m3					639.40
	<i>Calle longitudinal N°01</i>		1.00	6.45	340.25	0.15	329.19
	<i>Calle transversal 08</i>		1.00	5.20	56.50	0.15	44.07
			1.00	5.10	48.00	0.15	36.72
	<i>Pasaje N° 01</i>		1.00	7.40	46.40	0.15	51.50

	1.00	6.00	45.43	0.15	40.89
<i>Calle transversal 09</i>	1.00	6.60	47.70	0.15	47.22
	1.00	4.80	46.10	0.15	33.19
<i>Calle transversal 10</i>	1.00	3.65	103.40	0.15	56.61

01.05.03	ACABADO FROTACHADO EN PISTA	m2			4,262.66
----------	-----------------------------	----	--	--	-----------------

<i>Todas las calles y pasajes</i>	1.00	4262.66			4,262.66
-----------------------------------	------	---------	--	--	----------

01.05.04	CURADO DE CONCRETO	m2			4,262.66
----------	--------------------	----	--	--	-----------------

<i>Todas las calles y pasajes</i>	1.00	4262.66			4,262.66
-----------------------------------	------	---------	--	--	----------

01.06	JUNTAS				
--------------	---------------	--	--	--	--

01.06.01	JUNTA ASFALTICA DE CONTRACCION 1"x2"	ml			1,014.70
----------	--------------------------------------	----	--	--	-----------------

<i>Calle longitudinal N°01</i>	81.00	6.45			522.45
<i>Calle transversal 08</i>	14.00	5.20			72.80
	11.00	5.10			56.10
<i>Pasaje N° 01</i>	11.00	7.40			81.40
	11.00	6.00			66.00
<i>Calle transversal 09</i>	12.00	6.60			79.20
	11.00	4.80			52.80
<i>Calle transversal 10</i>	23.00	3.65			83.95

01.06.02	JUNTAS ASFALTICAS DE 1"x8" DILATACION	ml			719.78
----------	---------------------------------------	----	--	--	---------------

<i>Calle longitudinal N°01</i>	1.00		340.25		340.25
	-1.00		14.00		-14.00
<i>Calle transversal 08</i>	1.00		104.50		104.50
<i>Pasaje N° 01</i>	1.00		91.83		91.83
<i>Calle transversal 09</i>	1.00		93.80		93.80
<i>Calle transversal 10</i>	1.00		103.40		103.40

01.06.03	JUNTAS ASFALTICAS DE AISLAMIENTO	ml			1,426.66
----------	----------------------------------	----	--	--	-----------------

<i>Calle longitudinal N°01</i>	2.00		340.25		680.50
	-2.00		14.00		-28.00
<i>Calle transversal 08</i>	2.00		104.50		209.00
	-1.00		6.45		-6.45
<i>Pasaje N° 01</i>	2.00		91.83		183.66
<i>Calle transversal 09</i>	2.00		93.80		187.60
<i>Calle transversal 10</i>	2.00		103.40		206.80
	-1.00		6.45		-6.45

01.07	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL				
--------------	-----------------------------------	--	--	--	--

<i>01.07.01</i>	<i>CUNETAS</i>				
-----------------	----------------	--	--	--	--

01.07.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS	m2			214.00
-------------	---	----	--	--	---------------

<i>Calle longitudinal N°01</i>	2.00		340.25	0.15	102.08
	-2.00		14.00	0.15	-4.20
<i>Calle transversal 08</i>	2.00		104.50	0.15	31.35
	-1.00		6.45	0.15	-0.97
<i>Pasaje N° 01</i>	2.00		91.83	0.15	27.55
<i>Calle transversal 09</i>	2.00		93.80	0.15	28.14
<i>Calle transversal 10</i>	2.00		103.40	0.15	31.02
	-1.00		6.45	0.15	-0.97

01.07.01.02	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 INC. ACABADO	m3					78.47
	<i>General</i>		1.00	1426.66	0.055	78.47	
01.07.01.03	CURADO EN CUNETAS	m2					602.05
	<i>General</i>		1.00	1426.66	0.422	602.05	
01.07.01.04	JUNTA ASFALTICA DE CONTRACCION 1"x2"	m2					214.00
	<i>General</i>		1.00	1426.66	0.150	214.00	
<i>01.07.02</i>	<i>CANALETA PLUVIAL TIPO I</i>						
01.07.02.01	SOLADO DE CONCRETO F'C=100KG/CM2 e:5 cm	m2					18.27
	<i>General</i>		3.00	6.30	0.70	13.23	
			2.00	3.60	0.70	5.04	
01.07.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE ESTRUCTURAS	m2					44.37
	<i>General</i>		3.00	6.30	1.70	32.13	
			2.00	3.60	1.70	12.24	
01.07.02.03	ACERO Fy = 4200 KG/CM2 (HABILITADO Y COLOCACION)	kg					299.37
	<i>General</i>		3.00	6.30	11.47	216.78	
			2.00	3.60	11.47	82.58	
01.07.02.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 MEZC.MANUAL	m3					6.08
	<i>General</i>		3.00	6.30	0.23	4.40	
			2.00	3.60	0.23	1.68	
01.07.02.05	CURADO DE CONCRETO	m2					39.15
	<i>General</i>		3.00	6.30	1.50	28.35	
			2.00	3.60	1.50	10.80	
01.07.02.06	REJILLA COLECTORA PLUVIAL ANGULAR DE 3"x3"x3/16"	ml					26.10
	<i>General</i>		3.00	6.30		18.90	
			2.00	3.60		7.20	
<i>01.07.03</i>	<i>RED PLUVIAL DESFOGUE</i>						
01.07.03.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	ml					124.15
	<i>General</i>		1.00	124.15		124.15	
01.07.03.02	EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL 0.50 x 0.70 m	ml					124.15
	<i>General</i>		1.00	124.15		124.15	
01.07.03.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS DE FONDOS TERRENO NORMAL	ml					124.15
	<i>General</i>		1.00	124.15		124.15	
01.07.03.04	PREPARACION DE CAMA DE APOYO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO e=0.10 m	ml					124.15
	<i>General</i>		1.00	124.15		124.15	

01.07.03.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3						34.14
	<i>General</i>		1.00	0.50	124.15	0.55	34.14	
01.07.03.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dprom = 10 Km.	m3						10.71
			F.E					
	<i>Excavación</i>		1.15	0.50	124.15	0.70	49.97	
	<i>Relleno</i>		1.15			-34.14	-39.26	
01.07.03.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC-UF D=12" x L=6m PVC S- 25	ml						124.15
	<i>General</i>		1.00		124.15		124.15	
01.07.03.08	CAJA DE REUNIÓN	und						1.00
	<i>General</i>		1.00				1.00	

Presupuesto

Presupuesto	1003004	"PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA, PIURA, PIURA - 2018"		
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO HIDRÁULICO CONVENCIONAL		
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		Costo al	22/09/2019
Lugar	PIURA - PIURA - PIURA			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO - SIST. CONVENCIONAL				1,442,190.00
01.01	OBRAS PROVISIONALES				139,634.07
01.01.01	ALQUILER DE ALMACEN	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 2.40 M x 1.20M	glb	1.00	2,134.07	2,134.07
01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	135,000.00	135,000.00
01.02	OBRAS PRELIMINARES				30,778.07
01.02.01	LIMPIEZA Y DESBROCE	m2	4,996.44	2.97	14,839.43
01.02.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2	4,996.44	3.19	15,938.64
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				210,642.75
01.03.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE C/EQUIPO	m3	3,497.51	16.94	59,247.82
01.03.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	246.16	17.53	4,315.18
01.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D _{prom} = 10 Km.	m3	3,739.05	35.46	132,586.71
01.03.04	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRAS. CON EQUIPO	m2	4,262.66	3.40	14,493.04
01.04	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				454,527.44
01.04.01	SUB - BASE GRANULAR E= 0.25 M C/EQP. INC. EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACION	m2	4,262.66	14.96	63,769.39
01.04.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER 2-3" E=15 cm	m2	4,262.66	54.41	231,931.33
01.04.03	CAMA DE ARENA GRUESA DEBAJO DE GEOTEXTIL E=5cm	m2	4,262.66	8.16	34,783.31
01.04.04	GEOCOMPUESTO PARA PAVIMENTOS	m2	4,262.66	29.10	124,043.41
01.05	PAVIMENTO DE C°S° F°c= 210 Kg/cm2				456,651.43
01.05.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTO	m2	220.13	59.80	13,163.77
01.05.02	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 MEZC.MANUAL	m3	639.40	512.60	327,756.44
01.05.03	ACABADO FROTACHADO EN PISTA	m2	4,262.66	24.05	102,516.97
01.05.04	CURADO DE CONCRETO	m2	4,262.66	3.10	13,214.25
01.06	JUNTAS				32,583.42
01.06.01	JUNTA ASFALTICA DE CONTRACCION 1"x2"	m	1,014.70	6.60	6,697.02
01.06.02	JUNTAS ASFALTICAS DE 1"x8" DILATACION	m	719.78	9.90	7,125.82
01.06.03	JUNTA ASFALTICA DE AISLAMIENTO	m	1,426.66	13.15	18,760.58
01.07	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL				117,372.82
01.07.01	CUNETAS				52,700.26
01.07.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS	m2	214.00	59.80	12,797.20
01.07.01.02	CONCRETO F°C=175 KG/CM2 INC. ACABADO	m3	78.47	466.73	36,624.30
01.07.01.03	CURADO DE CONCRETO	m2	602.05	3.10	1,866.36
01.07.01.04	JUNTA ASFALTICA DE CONTRACCION 1"x2"	m	214.00	6.60	1,412.40
01.07.02	CANALETA PLUVIAL TIPO I				49,278.46
01.07.02.01	SOLADO DE CONCRETO F°C=100KG/CM2 e:5 cm	m2	18.27	20.38	372.34
01.07.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS	m2	44.37	59.80	2,653.33
01.07.02.03	ACERO F _y = 4200 KG/CM2 (HABILITADO Y COLOCACION)	kg	299.37	5.29	1,583.67
01.07.02.04	CONCRETO F°C=210 KG/CM2 MEZC.MANUAL	m3	6.08	512.60	3,116.61
01.07.02.05	CURADO DE CONCRETO	m2	39.15	3.10	121.37
01.07.02.06	REJILLA COLECTORA PLUVIAL ANGULAR DE 3"x3"x3/16"	m	26.10	1,587.40	41,431.14
01.07.03	RED PLUVIAL DESFOGUE				15,394.10
01.07.03.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m	124.15	1.75	217.26
01.07.03.02	EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL 0.50 x 0.70 m	m3	124.15	16.94	2,103.10
01.07.03.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS DE FONDOS TERRENO NORMAL	m2	124.15	4.76	590.95
01.07.03.04	PREPARACION DE CAMA DE APOYO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	m2	124.15	8.16	1,013.06
01.07.03.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	34.14	17.53	598.47
01.07.03.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	10.71	24.02	257.25
01.07.03.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC-UF D=12" x L=6m PVC S- 25	m	124.15	79.81	9,908.41
01.07.03.08	CAJA DE REUNIÓN	und	1.00	705.60	705.60
	COSTO DIRECTO				1,442,190.00
	GASTOS GENERALES (8%)				115,375.20
	UTILIDADES (7%)				100,953.30
	SUB TOTAL				1,658,518.50

Presupuesto

Presupuesto 1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H
LAGUNA AZUL, PIURA, PIURA, PIURA - 2018"
Subpresupuesto 001 PAVIMENTO HIDRÁULICO CONVENCIONAL
Cliente UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Costo al 22/09/2019
Lugar PIURA - PIURA - PIURA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	IMPUESTO (18 %)				298,533.33
	PRESUPUESTO _ TOTAL				1,957,051.83

SON : UN MILLON NOVECIENTOS CINCUENTISIETE MIL CINCUENTIUNO Y 83/100 SOLES

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"**
 Subpresupuesto **001 PAVIMENTO HIDRÁULICO CONVENCIONAL** Fecha presupuesto **22/09/2019**

Partida **01.01.01 ALQUILER DE ALMACEN**

Rendimiento **glb/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000** Costo unitario directo por : glb **2,500.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0201060003	ALQUILER DE ALMACEN	mes		5.0000	500.00	2,500.00
						2,500.00

Partida **01.01.02 CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 2.40 M x 1.20M**

Rendimiento **glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000** Costo unitario directo por : glb **2,134.07**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	21.88	175.04
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	15.79	252.64
						427.68
	Materiales					
0204120008	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.0200	3.22	0.06
0231000007	MADERA EUCALIPTO ROLLIZO D=4"	m		6.0000	6.25	37.50
0231010004	MADERA TORNILLO INC. CORTE P/ENCOFRADO	p2		30.0000	5.20	156.00
02901500080004	CARTEL DE OBRA (GIGANTOGRAFIA)	und		1.0000	1,500.00	1,500.00
						1,693.56
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	427.68	12.83
						12.83

Partida **01.01.03 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS**

Rendimiento **glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000** Costo unitario directo por : glb **135,000.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
0203010007	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb		1.0000	50,000.00	50,000.00
0203010008	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA	glb		1.0000	85,000.00	85,000.00
						135,000.00

Partida **01.02.01 LIMPIEZA Y DESBROCE**

Rendimiento **m2/DIA MO. 50.0000 EQ. 50.0000** Costo unitario directo por : m2 **2.97**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0160	21.88	0.35
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1600	15.79	2.53
						2.88
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.88	0.09
						0.09

Partida **01.02.02 TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO**

Rendimiento **m2/DIA MO. 400.0000 EQ. 400.0000** Costo unitario directo por : m2 **3.19**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0200	17.52	0.35
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0600	15.79	0.95
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0200	21.88	0.44
						1.74
	Materiales					

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"**

Subpresupuesto **001 PAVIMENTO HIDRÁULICO CONVENCIONAL**

Fecha presupuesto **22/09/2019**

Partida **01.03.04 CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRAS. CON EQUIPO**

Rendimiento **m2/DIA MO. 1,600.0000 EQ. 1,600.0000 Costo unitario directo por : m2 3.40**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	21.88	0.11
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0200	15.79	0.32
0.43						
Materiales						
0290130022	AGUA	m3		0.1000	4.13	0.41
0.41						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.43	0.01
03011000060003	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0050	135.72	0.68
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0050	177.15	0.89
03012200050005	CAMION CISTERNA 4x2(AGUA)178-210HP 3000G	hm	1.0000	0.0050	195.15	0.98
2.56						

Partida **01.04.01 SUB - BASE GRANULAR E= 0.25 M C/EQP. INC. EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACION**

Rendimiento **m2/DIA MO. 1,100.0000 EQ. 1,100.0000 Costo unitario directo por : m2 14.96**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0073	21.88	0.16
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0218	15.79	0.34
0.50						
Materiales						
02070400010001	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3		0.2700	39.39	10.64
0290130022	AGUA	m3		0.0250	4.13	0.10
10.74						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.50	0.02
03011000060003	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0073	135.72	0.99
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0073	177.15	1.29
03012200050005	CAMION CISTERNA 4x2(AGUA)178-210HP 3000G	hm	1.0000	0.0073	195.15	1.42
3.72						

Partida **01.04.02 MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER 2-3" E=15 cm**

Rendimiento **m2/DIA MO. 4.5000 EQ. 4.5000 Costo unitario directo por : m2 54.41**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.4500	0.8000	21.88	17.50
0101010005	PEON	hh	0.9450	1.6800	15.79	26.53
44.03						
Materiales						
02070400010007	OVER 2-3" E=15 cm	m3		0.1750	51.75	9.06
9.06						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	44.03	1.32
1.32						

Partida **01.04.03 CAMA DE ARENA GRUESA DEBAJO DE GEOTEXTIL E=5cm**

Rendimiento **m2/DIA MO. 55.0000 EQ. 55.0000 Costo unitario directo por : m2 8.16**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"					
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO HIDRÁULICO CONVENCIONAL				Fecha presupuesto	22/09/2019
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.2909	15.79	4.59
						4.59
	Materiales					
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0620	55.32	3.43
						3.43
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.59	0.14
						0.14
<hr/>						
Partida	01.04.04 GEOCOMPUESTO PARA PAVIMENTOS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m2		29.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0267	21.88	0.58
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0267	17.52	0.47
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0533	15.79	0.84
						1.89
	Materiales					
0210020003	GEOCOMPUESTO P/ DRENAJE	m2		1.1000	23.48	25.83
02610800020006	ACCESORIOS P/ GEOCOMPUESTO	%mt		5.0000	25.83	1.29
						27.12
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.89	0.09
						0.09
<hr/>						
Partida	01.05.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2		59.80
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.88	14.59
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.3333	15.79	21.05
						35.64
	Materiales					
0201040003	PETRÓLEO	gal		0.1000	12.23	1.22
02040300010043	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.0200	3.06	0.06
0204120008	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.0800	3.22	0.26
0231000009	MADERA EUCALIPTO ROLLIZO DE 4" X 5mts	und		0.2100	30.12	6.33
0231010004	MADERA TORNILLO INC. CORTE P/ENCOFRADO	p2		2.8000	5.20	14.56
02700000010010	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2100	3.15	0.66
						23.09
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.64	1.07
						1.07
<hr/>						
Partida	01.05.02 CONCRETO F'C=210 KG/CM2 MEZC.MANUAL					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3		512.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	21.88	35.01
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	17.52	28.03
0101010005	PEON	hh	10.0000	8.0000	15.79	126.32
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.8000	23.19	18.55
						207.91
	Materiales					
0207010019	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4"	m3		0.5500	65.47	36.01

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"							
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO HIDRÁULICO CONVENCIONAL					Fecha presupuesto	22/09/2019	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.5500	55.32	30.43	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.7300	20.34	197.91	
0290130022	AGUA		m3		0.2000	4.13	0.83	
							265.18	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	207.91	10.40	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	1.0000	0.8000	14.85	11.88	
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11P3		hm	1.0000	0.8000	21.54	17.23	
							39.51	
<hr/>								
Partida	01.05.03	ACABADO FROTACHADO EN PISTA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 13.0000	EQ. 13.0000	Costo unitario directo por : m2			24.05	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.6154	21.88	13.46	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.6154	15.79	9.72	
							23.18	
	Materiales							
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.0200	20.34	0.41	
							0.41	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		2.0000	23.18	0.46	
							0.46	
<hr/>								
Partida	01.05.04	CURADO DE CONCRETO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 140.0000	EQ. 140.0000	Costo unitario directo por : m2			3.10	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.5000	0.0286	21.88	0.63	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0571	15.79	0.90	
							1.53	
	Materiales							
02221800010015	CURADOR MEMBRANIL		gal		0.0600	21.87	1.31	
0290130022	AGUA		m3		0.0500	4.13	0.21	
							1.52	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.53	0.05	
							0.05	
<hr/>								
Partida	01.06.01	JUNTA ASFALTICA DE CONTRACCION 1"x2"						
Rendimiento	m/DIA	MO. 220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : m			6.60	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0364	21.88	0.80	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.1455	15.79	2.30	
							3.10	
	Materiales							
0201040004	KEROSENE		gal		0.0330	14.50	0.48	
02010500010001	ASFALTO RC-250		gal		0.1330	21.24	2.82	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.0020	55.32	0.11	
							3.41	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	3.10	0.09	
							0.09	
<hr/>								
Partida	01.06.02	JUNTAS ASFALTICAS DE 1"x8" DILATACION						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA, PIURA, PIURA, PIURA - 2018"**

Subpresupuesto **001 PAVIMENTO HIDRÁULICO CONVENCIONAL**

Fecha presupuesto **22/09/2019**

Rendimiento **m/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : m **9.90**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.88	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.52	0.56
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1280	15.79	2.02
3.28						
Materiales						
0201040004	KEROSENE	gal		0.0600	14.50	0.87
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	21.24	2.82
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0500	55.32	2.77
6.46						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.28	0.16
0.16						

Partida **01.06.03 JUNTA ASFALTICA DE AISLAMIENTO**

Rendimiento **m/DIA** MO. **40.0000** EQ. **40.0000** Costo unitario directo por : m **13.15**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2000	21.88	4.38
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2000	15.79	3.16
7.54						
Materiales						
02100400010002	TECNOPOR DE 1"X4X8"	pln		0.3500	12.80	4.48
02100400010009	TECNOPOR DE e = 1"	pln		0.0700	12.80	0.90
5.38						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.54	0.23
0.23						

Partida **01.07.01.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **59.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.88	14.59
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.3333	15.79	21.05
35.64						
Materiales						
0201040003	PETRÓLEO	gal		0.1000	12.23	1.22
02040300010043	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.0200	3.06	0.06
0204120008	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.0800	3.22	0.26
0231000009	MADERA EUCALIPTO ROLLIZO DE 4" X 5mts	und		0.2100	30.12	6.33
0231010004	MADERA TORNILLO INC. CORTE P/ENCOFRADO	p2		2.8000	5.20	14.56
02700000010010	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2100	3.15	0.66
23.09						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.64	1.07
1.07						

Partida **01.07.01.02 CONCRETO F'C=175 KG/CM2 INC. ACABADO**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **11.0000** EQ. **11.0000** Costo unitario directo por : m3 **466.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"					
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO HIDRÁULICO CONVENCIONAL				Fecha presupuesto	22/09/2019
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.4545	21.88	31.82
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.4545	17.52	25.48
0101010005	PEON	hh	10.0000	7.2727	15.79	114.84
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.7273	23.19	16.87
						189.01
	Materiales					
0207010019	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4"	m3		0.5300	65.47	34.70
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5200	55.32	28.77
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.7300	20.34	177.57
0290130022	AGUA	m3		0.1840	4.13	0.76
						241.80
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	189.01	9.45
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.7273	14.85	10.80
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11P3	hm	1.0000	0.7273	21.54	15.67
						35.92
Partida	01.07.01.03 CURADO DE CONCRETO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 140.0000	EQ. 140.0000	Costo unitario directo por : m2		3.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0286	21.88	0.63
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0571	15.79	0.90
						1.53
	Materiales					
02221800010015	CURADOR MEMBRANIL	gal		0.0600	21.87	1.31
0290130022	AGUA	m3		0.0500	4.13	0.21
						1.52
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.53	0.05
						0.05
Partida	01.07.01.04 JUNTA ASFALTICA DE CONTRACCION 1"x2"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : m		6.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0364	21.88	0.80
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1455	15.79	2.30
						3.10
	Materiales					
0201040004	KEROSENE	gal		0.0330	14.50	0.48
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal		0.1330	21.24	2.82
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0020	55.32	0.11
						3.41
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.10	0.09
						0.09
Partida	01.07.02.01 SOLADO DE CONCRETO F'C=100KG/CM2 e:5 cm					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2		20.38
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	21.88	1.75
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	17.52	1.40
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.4800	15.79	7.58

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA, PIURA, PIURA, PIURA - 2018"**
 Subpresupuesto **001 PAVIMENTO HIDRÁULICO CONVENCIONAL** Fecha presupuesto **22/09/2019**

						10.73
Materiales						
0201030001	GASOLINA		gal	0.0400	14.75	0.59
0207030002	HORMIGÓN (PUESTO EN OBRA)		m3	0.0600	50.84	3.05
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.1800	20.34	3.66
0246120004	REGLA DE MADERA		p2	0.0600	5.20	0.31
						7.61
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo	3.0000	10.73	0.32
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11P3		hm	1.0000	0.0800	21.54
						2.04

Partida 01.07.02.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2			59.80
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.88	14.59	
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.3333	15.79	21.05	
						35.64	
Materiales							
0201040003	PETRÓLEO	gal		0.1000	12.23	1.22	
02040300010043	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.0200	3.06	0.06	
0204120008	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.0800	3.22	0.26	
0231000009	MADERA EUCALIPTO ROLLIZO DE 4" X 5mts	und		0.2100	30.12	6.33	
0231010004	MADERA TORNILLO INC. CORTE P/ENCOFRADO	p2		2.8000	5.20	14.56	
02700000010010	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2100	3.15	0.66	
						23.09	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.64	1.07	
						1.07	

Partida 01.07.02.03 ACERO Fy = 4200 KG/CM2 (HABILITADO Y COLOCACION)							
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			5.29
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.88	0.70	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.52	0.56	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0320	15.79	0.51	
						1.77	
Materiales							
02040300010043	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.06	3.27	
02700000010009	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0600	3.15	0.19	
0276010011	HOJA DE SIERRA	und		0.0030	4.65	0.01	
						3.47	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.77	0.05	
						0.05	

Partida 01.07.02.04 CONCRETO F'C=210 KG/CM2 MEZC.MANUAL							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3			512.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	21.88	35.01	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	17.52	28.03	
0101010005	PEON	hh	10.0000	8.0000	15.79	126.32	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"					
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO HIDRÁULICO CONVENCIONAL				Fecha presupuesto	22/09/2019
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.8000	23.19	18.55
						207.91
	Materiales					
0207010019	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4"	m3		0.5500	65.47	36.01
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5500	55.32	30.43
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.7300	20.34	197.91
0290130022	AGUA	m3		0.2000	4.13	0.83
						265.18
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	207.91	10.40
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.8000	14.85	11.88
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11P3	hm	1.0000	0.8000	21.54	17.23
						39.51
Partida	01.07.02.05 CURADO DE CONCRETO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 140.0000	EQ. 140.0000	Costo unitario directo por : m2		3.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0286	21.88	0.63
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0571	15.79	0.90
						1.53
	Materiales					
02221800010015	CURADOR MEMBRANIL	gal		0.0600	21.87	1.31
0290130022	AGUA	m3		0.0500	4.13	0.21
						1.52
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.53	0.05
						0.05
Partida	01.07.02.06 REJILLA COLECTORA PLUVIAL ANGULAR DE 3"x3"x3/16"					
Rendimiento	m/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : m		1,587.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	21.88	87.52
0101010005	PEON	hh	2.0000	8.0000	15.79	126.32
						213.84
	Materiales					
0204020012	ANGULO 3"x3"x3/16" x6m. AREQUIPA	pza		7.4000	175.37	1,297.74
0255080015	SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"	und		0.5000	12.87	6.44
						1,304.18
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	213.84	6.42
0301270007	MAQUINA SOLDADORA	hm	1.0000	4.0000	15.74	62.96
						69.38
Partida	01.07.03.01 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO					
Rendimiento	m/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m		1.75
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.0080	15.79	0.13
0101030000	TOPOGRAFO	hh	3.0000	0.0480	21.88	1.05
						1.18
	Materiales					
0213030004	YESO DE 25 KG	bol		0.0100	11.72	0.12
0231040004	ESTACAS DE MADERA 2"X2"X1"	pza		0.0100	1.57	0.02

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"					
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO HIDRÁULICO CONVENCIONAL				Fecha presupuesto	22/09/2019
0240020003	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.0100	27.82	0.28
						0.42
	Equipos					
0301000011	TEODOLITO	hm	0.2500	0.0040	11.35	0.05
0301000020	MIRAS Y JALONES	hm	0.2500	0.0040	6.37	0.03
0301000021	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	0.2500	0.0040	6.37	0.03
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.18	0.04
						0.15
Partida	01.07.03.02 EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL 0.50 x 0.70 m					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m3		16.94
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0333	21.88	0.73
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	15.79	2.10
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0667	23.63	1.58
						4.41
	Materiales					
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal		0.0300	61.15	1.83
0201020013	GRASA	lbs		0.0100	8.55	0.09
						1.92
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.41	0.13
03011700020012	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	1.0000	0.0667	157.15	10.48
						10.61
Partida	01.07.03.03 REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS DE FONDOS TERRENO NORMAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		4.76
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	21.88	1.46
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.2000	15.79	3.16
						4.62
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.62	0.14
						0.14
Partida	01.07.03.04 PREPARACION DE CAMA DE APOYO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 55.0000	EQ. 55.0000	Costo unitario directo por : m2		8.16
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.2909	15.79	4.59
						4.59
	Materiales					
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0620	55.32	3.43
						3.43
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.59	0.14
						0.14
Partida	01.07.03.05 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3		17.53
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"					
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO HIDRÁULICO CONVENCIONAL				Fecha presupuesto	22/09/2019
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0229	21.88	0.50
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	15.79	1.44
						1.94
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.94	0.06
03011000060003	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0229	135.72	3.11
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0229	169.73	3.89
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0229	177.15	4.06
03012200050005	CAMION CISTERNA 4x2(AGUA)178-210HP 3000G	hm	1.0000	0.0229	195.15	4.47
						15.59
<hr/>						
Partida	01.07.03.06 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 6.5000	EQ. 6.5000	Costo unitario directo por : m3		24.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	1.2000	1.4769	15.79	23.32
						23.32
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	23.32	0.70
						0.70
<hr/>						
Partida	01.07.03.07 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC-UF D=12" x L=6m PVC S- 25					
Rendimiento	m/DIA	MO. 90.0000	EQ. 90.0000	Costo unitario directo por : m		79.81
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0444	21.88	0.97
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0889	17.52	1.56
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0889	15.79	1.40
						3.93
	Materiales					
02052600010016	TUBERIA PVC ISO 4435 UF S-25 DN 300MM	m		1.1000	65.95	72.55
0210090006	ANILLO DE JEBE P/TUB. PVC UF S-25 DN 300 MM	und		0.1700	10.15	1.73
0222120002	LUBRICANTE P/TUBO PVC UF	gal		0.0250	59.32	1.48
						75.76
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.93	0.12
						0.12
<hr/>						
Partida	01.07.03.08 CAJA DE REUNIÓN					
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : und		705.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas					
010105012216	CONCRETO Fc=175KG/CM2 PARA ZAPATAS	m3		0.2700	512.60	138.40
010306020704	SOLADO DE 4" 1 12 CEMENTO-HORMIGON	m2		0.9000	20.38	18.34
010311010104	ACERO fy=4200 kg/cm2	kg		17.4700	5.29	92.42
010313090207	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN MUROS REFORZADOS	m2		2.2000	59.80	131.56
010601080323	TAPA METALICA 0.55X0.66 M SEGUN DISEÑO	und		1.0000	286.79	286.79
010710110016	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	m2		0.7000	54.41	38.09
						705.60



Anexo N° 18. Metrado, presupuesto y análisis de precios unitarios de drenaje sostenible

PLANILLA DE METRADOS - PAVIMENTO PERMEABLE

Especialidad :

Pavimento con sistema de drenaje sostenible - concreto permeable

Item	Descripción	Und.	Cantida d	Dimensiones			Parcial	Total
				Ancho	Largo	Alto		
02	PAVIMENTO DE CONCRETO CONCRETO HIDRÁULICO - SIST. SOSTENIBLE							
01.01	OBRAS PROVISIONALES							
01.01.01	ALQUILER DE ALMACEN	glb	1.00				1.00	1.00
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 2.40 M x 1.20M	glb	1.00				1.00	1.00
01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00				1.00	1.00
01.02	OBRAS PRELIMINARES							
01.02.01	LIMPIEZA Y DESBROCE	m2						4,262.66
	<i>Calle longitudinal N°01</i>		1.00	6.45	340.25		2,194.61	
	<i>Calle transversal 08</i>		1.00	5.20	56.50		293.80	
			1.00	5.10	48.00		244.80	
	<i>Pasaje N° 01</i>		1.00	7.40	46.40		343.36	
			1.00	6.00	45.43		272.58	
	<i>Calle transversal 09</i>		1.00	6.60	47.70		314.82	
			1.00	4.80	46.1		221.28	
	<i>Calle transversal 10</i>		1.00	3.65	103.40		377.41	
01.02.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2						4,262.66
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRA							
01.03.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE C/EQUIPO	m3						2,983.86
	<i>Calle longitudinal N°01</i>		1.00	6.45	340.25	0.70	1,536.23	
	<i>Calle transversal 08</i>		1.00	5.20	56.50	0.70	205.66	
			1.00	5.10	48	0.7	171.36	
	<i>Pasaje N° 01</i>		1.00	7.40	46.40	0.70	240.35	
			1.00	6.00	45.43	0.7	190.81	
	<i>Calle transversal 09</i>		1.00	6.60	47.70	0.70	220.37	
			1.00	4.80	46.1	0.7	154.90	
	<i>Calle transversal 10</i>		1.00	3.65	103.40	0.70	264.19	
01.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dprom = 10 Km.	m3						3,431.44
	<i>Corte de terreno a nivel de sub rasante</i>		1.00					
					Volumen	F.E		
					2,983.86	1.15	3,431.44	
01.03.04	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRAS. CON EQUIPO	m2						4,262.66
	<i>Calle longitudinal N°01</i>		1.00	6.45	340.25		2,194.61	
	<i>Calle transversal 08</i>		1.00	5.20	56.50		293.80	
			1.00	5.10	48		244.80	
	<i>Pasaje N° 01</i>		1.00	7.40	46.40		343.36	
			1.00	6.00	45.43		272.58	
	<i>Calle transversal 09</i>		1.00	6.60	47.70		314.82	
			1.00	4.80	46.1		221.28	
	<i>Calle transversal 10</i>		1.00	3.65	103.40		377.41	

01.04		ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
01.04.01	SUB - BASE GRANULAR E= 0.25 M C/EQP. INC. EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACION	m2			4,262.66	
	<i>Calle longitudinal N°01</i>	1.00	6.45	340.25	2,194.61	
	<i>Calle transversal 08</i>	1.00	5.20	56.50	293.80	
		1.00	5.10	48	244.80	
	<i>Pasaje N° 01</i>	1.00	7.40	46.40	343.36	
		1.00	6.00	45.43	272.58	
	<i>Calle transversal 09</i>	1.00	6.60	47.70	314.82	
		1.00	4.80	46.1	221.28	
	<i>Calle transversal 10</i>	1.00	3.65	103.40	377.41	
01.04.01	SUB - BASE GRANULAR E= 0.10 M C/EQP. INC. EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACION	m2			220.13	
	<i>Calle longitudinal N°01</i>	1.00	0.30	340.25	102.08	
	<i>Calle transversal 08</i>	1.00	0.30	56.50	16.95	
		1.00	0.30	48	14.40	
	<i>Pasaje N° 01</i>	1.00	0.30	46.40	13.92	
		1.00	0.30	45.43	13.63	
	<i>Calle transversal 09</i>	1.00	0.30	47.70	14.31	
		1.00	0.30	46.1	13.83	
	<i>Calle transversal 10</i>	1.00	0.30	103.40	31.02	
01.04.02	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER 2-3" E=25 cm	m2			4,394.74	
	<i>Todas las calles y pasajes</i>	1.00	4262.66		4,262.66	
	<i>Descuento</i>	-1.00	0.18	733.78	132.08	
01.04.03	CAMA DE ARENA GRUESA DEBAJO DE GEOTEXTIL E=5cm	m2			4,262.66	
	<i>Todas las calles y pasajes</i>	1.00	4262.66		4,262.66	
01.04.04	GEOCOMPUESTO PARA PAVIMENTOS	m2			4,262.66	
	<i>Todas las calles y pasajes</i>	1.00	4262.66		4,262.66	
01.05		PAVIMENTO DE C°A° F'c= 210 Kg/cm2				
01.05.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN PAVIMENTO	m2			220.13	
	<i>Calle longitudinal N°01</i>	2.00		340.25	0.15	102.08
	<i>Calle transversal 08</i>	2.00		104.50	0.15	31.35
	<i>Pasaje N° 01</i>	2.00		91.83	0.15	27.55
	<i>Calle transversal 09</i>	2.00		93.80	0.15	28.14
	<i>Calle transversal 10</i>	2.00		103.40	0.15	31.02
01.05.02	CONCRETO PERMEABLE F'C=210 KG/CM2 INC.COMPACTACIÓN	m3			639.40	
	<i>Calle longitudinal N°01</i>	1.00	6.45	340.25	0.15	329.19
	<i>Calle transversal 08</i>	1.00	5.20	56.50	0.15	44.07
		1.00	5.10	48	0.15	36.72
	<i>Pasaje N° 01</i>	1.00	7.40	46.40	0.15	51.50
		1.00	6.00	45.43	0.15	40.89
	<i>Calle transversal 09</i>	1.00	6.60	47.70	0.15	47.22
		1.00	4.80	46.1	0.15	33.19
	<i>Calle transversal 10</i>	1.00	3.65	103.40	0.15	56.61

01.05.04	CURADO DE CONCRETO	m2							4,262.66
	<i>Todas las calles y pasajes</i>		1.00	4262.66					4,262.66
01.06	JUNTAS								
01.06.01	CORTE P/ JUNTA DE CONTRACCION 1"x2"	ml							324.40
	<i>Calle longitudinal N°01</i>		24.00	6.45					154.80
	<i>Calle transversal 08</i>		4.00	5.20					20.80
			4.00	5.10					20.40
	<i>Pasaje N° 01</i>		4.00	7.40					29.60
			4.00	6.00					24.00
	<i>Calle transversal 09</i>		4.00	6.60					26.40
			4.00	4.80					19.20
	<i>Calle transversal 10</i>		8.00	3.65					29.20
01.06.02	CORTE P/ JUNTAS DE 1"x2" DILATACION	ml							616.38
	<i>Calle longitudinal N°01</i>		1.00		340.25				340.25
			-1.00		14.00				-14.00
	<i>Calle transversal 08</i>		1.00		104.50				104.50
	<i>Pasaje N° 01</i>		1.00		91.83				91.83
	<i>Calle transversal 09</i>		1.00		93.80				93.80
01.07	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL								
01.07.03	<i>RED PLUVIAL DESFOGUE</i>								
01.07.03.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	ml							124.15
	<i>General</i>		1.00		124.15				124.15
01.07.03.02	EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL 0.50 x 0.70 m	ml							124.15
	<i>General</i>		1.00		124.15				124.15
01.07.03.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS DE FONDOS TERRENO NORMAL	ml							124.15
	<i>General</i>		1.00		124.15				124.15
01.07.03.04	PREPARACION DE CAMA DE APOYO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO e=0.10 m	ml							124.15
	<i>General</i>		1.00		124.15				124.15
01.07.03.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3							34.14
	<i>General</i>		1.00	0.5	124.15	0.55		34.14	
01.07.03.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dprom = 10 Km.	m3							10.71
					F.E				
	<i>Excavación</i>		1.15	0.50	124.15	0.70		49.97	
	<i>Relleno</i>		1.15			-34.14		-39.26	
01.07.03.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC-UF D=12" x L=6m PVC S- 25	ml							124.15
	<i>General</i>		1.00		124.15				124.15
01.07.03.08	CAJA DE REUNIÓN	und							1.00
	<i>General</i>		1.00					1.00	

Presupuesto

Presupuesto	1003004	"PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA, PIURA, PIURA - 2018"		
Subpresupuesto	002	PAVIMENTO PERMEABLE		
Cliente		UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	Costo al	22/09/2019
Lugar		PIURA - PIURA - PIURA		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02	PAVIMENTO DE CONCRETO CONCRETO HIDRÁULICO - SIST. SOSTENIBLE				1,202,071.01
02.01	OBRAS PROVISIONALES				139,634.07
02.01.01	ALQUILER DE ALMACEN	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
02.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 2.40 M x 1.20M	glb	1.00	2,134.07	2,134.07
02.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	135,000.00	135,000.00
02.02	OBRAS PRELIMINARES				26,257.99
02.02.01	LIMPIEZA Y DESBROCE	m2	4,262.66	2.97	12,660.10
02.02.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2	4,262.66	3.19	13,597.89
02.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				186,718.49
02.03.01	EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE C/EQUIPO	m3	2,983.86	16.94	50,546.59
02.03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dprom = 10 Km.	m3	3,431.44	35.46	121,678.86
02.03.03	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRAS. CON EQUIPO	m2	4,262.66	3.40	14,493.04
02.04	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				485,297.47
02.04.01	SUB - BASE GRANULAR E= 0.25 M C/EQP. INC. EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACION	m2	4,262.66	14.96	63,769.39
02.04.02	SUB - BASE GRANULAR E= 0.10 M C/EQP. INC. EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACION	m2	220.13	9.11	2,005.38
02.04.03	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER 2-3" E=15 cm	m2	4,394.74	59.32	260,695.98
02.04.04	CAMA DE ARENA GRUESA DEBAJO DE GEOTEXTIL E=5cm	m2	4,262.66	8.16	34,783.31
02.04.05	GEOCOMPUESTO PARA PAVIMENTOS	m2	4,262.66	29.10	124,043.41
02.05	PAVIMENTO DE C°S° F°c= 210 Kg/cm2				342,580.50
02.05.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTO	m2	220.13	59.80	13,163.77
02.05.02	CONCRETO PERMEABLE F°c=210 KG/CM2 INC.COMPACTACIÓN	m3	639.40	494.53	316,202.48
02.05.03	CURADO DE CONCRETO	m2	4,262.66	3.10	13,214.25
02.06	JUNTAS				6,188.39
02.06.01	CORTE P/ JUNTA DE CONTRACCION 1"x2"	m	324.40	5.51	1,787.44
02.06.02	CORTE P/ JUNTAS DE 1"x2" DILATACION	m	616.38	7.14	4,400.95
02.07	RED PLUVIAL DESFOGUE				15,394.10
02.07.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m	124.15	1.75	217.26
02.07.02	EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL 0.50 x 0.70 m	m3	124.15	16.94	2,103.10
02.07.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS DE FONDOS TERRENO NORMAL	m2	124.15	4.76	590.95
02.07.04	PREPARACION DE CAMA DE APOYO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	m2	124.15	8.16	1,013.06
02.07.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	34.14	17.53	598.47
02.07.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	10.71	24.02	257.25
02.07.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC-UF D=12" x L=6m PVC S- 25	m	124.15	79.81	9,908.41
02.07.08	CAJA DE REUNIÓN	und	1.00	705.60	705.60
	COSTO DIRECTO				1,202,071.01
	GASTOS GENERALES (8%)				96,165.68
	UTILIDADES (7%)				84,144.97
	SUB TOTAL				1,382,381.66
	IMPUESTO (18 %)				248,828.70
	PRESUPUESTO _ TOTAL				1,631,210.36

SON : UN MILLON SEISCIENTOS TRENTIUN MIL DOSCIENTOS DIEZ Y 36/100 SOLES

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA, PIURA, PIURA, PIURA - 2018"**
 Subpresupuesto **002 PAVIMENTO PERMEABLE** Fecha presupuesto **22/09/2019**

Partida **02.01.01 ALQUILER DE ALMACEN**

Rendimiento **glb/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000** Costo unitario directo por : glb **2,500.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0201060003	ALQUILER DE ALMACEN	mes		5.0000	500.00	2,500.00
						2,500.00

Partida **02.01.02 CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 2.40 M x 1.20M**

Rendimiento **glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000** Costo unitario directo por : glb **2,134.07**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	21.88	175.04
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	15.79	252.64
						427.68
Materiales						
0204120008	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.0200	3.22	0.06
0231000007	MADERA EUCALIPTO ROLLIZO D=4"	m		6.0000	6.25	37.50
0231010004	MADERA TORNILLO INC. CORTE P/ENCOFRADO	p2		30.0000	5.20	156.00
02901500080004	CARTEL DE OBRA (GIGANTOGRAFIA)	und		1.0000	1,500.00	1,500.00
						1,693.56
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	427.68	12.83
						12.83

Partida **02.01.03 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS**

Rendimiento **glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000** Costo unitario directo por : glb **135,000.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0203010007	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb		1.0000	50,000.00	50,000.00
0203010008	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA	glb		1.0000	85,000.00	85,000.00
						135,000.00

Partida **02.02.01 LIMPIEZA Y DESBROCE**

Rendimiento **m2/DIA MO. 50.0000 EQ. 50.0000** Costo unitario directo por : m2 **2.97**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0160	21.88	0.35
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1600	15.79	2.53
						2.88
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.88	0.09
						0.09

Partida **02.02.02 TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO**

Rendimiento **m2/DIA MO. 400.0000 EQ. 400.0000** Costo unitario directo por : m2 **3.19**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0200	17.52	0.35
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0600	15.79	0.95
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0200	21.88	0.44
						1.74
Materiales						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto		1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"				
Subpresupuesto		002 PAVIMENTO PERMEABLE			Fecha presupuesto	22/09/2019
0213030004	YESO DE 25 KG	bol		0.0200	11.72	0.23
02400200090008	PINTURA ESMALTE EPOXICO AMARILLO	gal		0.0100	47.15	0.47
						0.70
Equipos						
0301000020	MIRAS Y JALONES	hm	2.0000	0.0400	6.37	0.25
0301000021	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0200	6.37	0.13
0301000023	ESTACION TOTAL CON TRIPODE Y BASTONES TELESCOPICOS CON PRISMAS	hm	1.0000	0.0200	11.35	0.23
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.74	0.05
0301010043	WINCHA DE 30m	und		0.0020	43.15	0.09
						0.75
<hr/>						
Partida	02.03.01		EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE C/EQUIPO			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m3		16.94
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0333	21.88	0.73
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	15.79	2.10
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0667	23.63	1.58
						4.41
Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal		0.0300	61.15	1.83
0201020013	GRASA	lbs		0.0100	8.55	0.09
						1.92
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.41	0.13
03011700020012	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	1.0000	0.0667	157.15	10.48
						10.61
<hr/>						
Partida	02.03.02		ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dprom = 10 Km.			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 33.0000	EQ. 33.0000	Costo unitario directo por : m3		35.46
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0242	21.88	0.53
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.9697	15.79	15.31
						15.84
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	15.84	0.48
03012900010007	VOLQUETE DE 10 M3	hm	1.0000	0.2424	78.97	19.14
						19.62
<hr/>						
Partida	02.03.03		CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRAS. CON EQUIPO			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,600.0000	EQ. 1,600.0000	Costo unitario directo por : m2		3.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	21.88	0.11
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0200	15.79	0.32
						0.43
Materiales						
0290130022	AGUA	m3		0.1000	4.13	0.41
						0.41
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.43	0.01
03011000060003	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0050	135.72	0.68
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0050	177.15	0.89

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"						
Subpresupuesto	002 PAVIMENTO PERMEABLE					Fecha presupuesto	22/09/2019
03012200050005	CAMION CISTERNA 4x2(AGUA)178-210HP 3000G	hm	1.0000	0.0050	195.15	0.98	2.56

Partida	02.04.01 SUB - BASE GRANULAR E= 0.25 M C/EQP. INC. EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACION						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,100.0000	EQ. 1,100.0000	Costo unitario directo por : m2			14.96
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0073	21.88	0.16	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0218	15.79	0.34	
							0.50
Materiales							
02070400010001	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3		0.2700	39.39	10.64	
0290130022	AGUA	m3		0.0250	4.13	0.10	
							10.74
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.50	0.02	
03011000060003	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0073	135.72	0.99	
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0073	177.15	1.29	
03012200050005	CAMION CISTERNA 4x2(AGUA)178-210HP 3000G	hm	1.0000	0.0073	195.15	1.42	
							3.72

Partida	02.04.02 SUB - BASE GRANULAR E= 0.10 M C/EQP. INC. EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACION						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			9.11
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0067	21.88	0.15	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0200	15.79	0.32	
							0.47
Materiales							
02070400010001	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3		0.1300	39.39	5.12	
0290130022	AGUA	m3		0.0250	4.13	0.10	
							5.22
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.47	0.01	
03011000060003	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0067	135.72	0.91	
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0067	177.15	1.19	
03012200050005	CAMION CISTERNA 4x2(AGUA)178-210HP 3000G	hm	1.0000	0.0067	195.15	1.31	
							3.42

Partida	02.04.03 MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON OVER 2-3" E=15 cm						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4.5000	EQ. 4.5000	Costo unitario directo por : m2			59.32
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.4500	0.8000	21.88	17.50	
0101010005	PEON	hh	0.9450	1.6800	15.79	26.53	
							44.03
Materiales							
02070400010007	OVER 2-3" E=15 cm	m3		0.2700	51.75	13.97	
							13.97
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	44.03	1.32	
							1.32

Partida	02.04.04 CAMA DE ARENA GRUESA DEBAJO DE GEOTEXTIL E=5cm						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 55.0000	EQ. 55.0000	Costo unitario directo por : m2			8.16

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"**

Subpresupuesto **002 PAVIMENTO PERMEABLE** Fecha presupuesto **22/09/2019**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.2909	15.79	4.59
4.59						
Materiales						
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0620	55.32	3.43
3.43						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.59	0.14
0.14						

Partida **02.04.05 GEOCOMPUESTO PARA PAVIMENTOS**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **150.0000** EQ. **150.0000** Costo unitario directo por : m2 **29.10**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0267	21.88	0.58
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0267	17.52	0.47
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0533	15.79	0.84
1.89						
Materiales						
0210020003	GEOCOMPUESTO P/ DRENAJE	m2		1.1000	23.48	25.83
02610800020006	ACCESORIOS P/ GEOCOMPUESTO	%mt		5.0000	25.83	1.29
27.12						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.89	0.09
0.09						

Partida **02.05.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **59.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.88	14.59
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.3333	15.79	21.05
35.64						
Materiales						
0201040003	PETRÓLEO	gal		0.1000	12.23	1.22
02040300010043	ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.0200	3.06	0.06
0204120008	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.0800	3.22	0.26
0231000009	MADERA EUCALIPTO ROLLIZO DE 4" X 5mts	und		0.2100	30.12	6.33
0231010004	MADERA TORNILLO INC. CORTE P/ENCOFRADO	p2		2.8000	5.20	14.56
02700000010010	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2100	3.15	0.66
23.09						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.64	1.07
1.07						

Partida **02.05.02 CONCRETO PERMEABLE F'C=210 KG/CM2 INC.COMPACTACIÓN**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **14.0000** EQ. **14.0000** Costo unitario directo por : m3 **494.53**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.1429	21.88	25.01
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	17.52	10.01
0101010005	PEON	hh	8.0000	4.5714	15.79	72.18
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.5714	23.19	13.25
120.45						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"						
Subpresupuesto	002 PAVIMENTO PERMEABLE			Fecha presupuesto	22/09/2019		
Materiales							
0207010019	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4"		m3	0.5200	65.47	34.04	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.0580	55.32	3.21	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	9.5200	20.34	193.64	
02221500010024	ADITIVO PLASTIFICANTE VISCOCRET 3300		gal	0.8000	125.00	100.00	
0290130022	AGUA		m3	0.1420	4.13	0.59	
						331.48	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo	5.0000	120.45	6.02	
03011000060003	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	0.3000	hm	0.1714	135.72	23.26	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	0.3000	hm	0.1714	14.85	2.55	
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11P3	0.8750	hm	0.5000	21.54	10.77	
						42.60	
<hr/>							
Partida	02.05.03		CURADO DE CONCRETO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 140.0000	EQ. 140.0000	Costo unitario directo por : m2		3.10	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.5000	0.0286	21.88	0.63
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0571	15.79	0.90
						1.53	
Materiales							
02221800010015	CURADOR MEMBRANIL		gal		0.0600	21.87	1.31
0290130022	AGUA		m3		0.0500	4.13	0.21
						1.52	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.53	0.05
						0.05	
<hr/>							
Partida	02.06.01		CORTE P/ JUNTA DE CONTRACCION 1"x2"				
Rendimiento	m/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m		5.51	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1000	21.88	2.19
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.2000	15.79	3.16
						5.35	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.35	0.16
						0.16	
<hr/>							
Partida	02.06.02		CORTE P/ JUNTAS DE 1"x2" DILATACION				
Rendimiento	m/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m		7.14	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1000	21.88	2.19
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.3000	15.79	4.74
						6.93	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	6.93	0.21
						0.21	
<hr/>							
Partida	02.07.01		TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO				
Rendimiento	m/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m		1.75	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"**
 Subpresupuesto **002 PAVIMENTO PERMEABLE** Fecha presupuesto **22/09/2019**

Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.0080	15.79	0.13
0101030000	TOPOGRAFO	hh	3.0000	0.0480	21.88	1.05
						1.18
Materiales						
0213030004	YESO DE 25 KG	bol		0.0100	11.72	0.12
0231040004	ESTACAS DE MADERA 2"X2"X1"	pza		0.0100	1.57	0.02
0240020003	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.0100	27.82	0.28
						0.42
Equipos						
0301000011	TEODOLITO	hm	0.2500	0.0040	11.35	0.05
0301000020	MIRAS Y JALONES	hm	0.2500	0.0040	6.37	0.03
0301000021	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	0.2500	0.0040	6.37	0.03
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.18	0.04
						0.15

Partida **02.07.02 EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL 0.50 x 0.70 m**
 Rendimiento **m3/DIA MO. 120.0000 EQ. 120.0000** Costo unitario directo por : m3 **16.94**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0333	21.88	0.73
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	15.79	2.10
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0667	23.63	1.58
						4.41
Materiales						
0201010022	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal		0.0300	61.15	1.83
0201020013	GRASA	lbs		0.0100	8.55	0.09
						1.92
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.41	0.13
03011700020012	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	1.0000	0.0667	157.15	10.48
						10.61

Partida **02.07.03 REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS DE FONDOS TERRENO NORMAL**
 Rendimiento **m2/DIA MO. 120.0000 EQ. 120.0000** Costo unitario directo por : m2 **4.76**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	21.88	1.46
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.2000	15.79	3.16
						4.62
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.62	0.14
						0.14

Partida **02.07.04 PREPARACION DE CAMA DE APOYO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO**
 Rendimiento **m2/DIA MO. 55.0000 EQ. 55.0000** Costo unitario directo por : m2 **8.16**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.2909	15.79	4.59
						4.59
Materiales						
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0620	55.32	3.43
						3.43
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.59	0.14

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"**

Subpresupuesto **002 PAVIMENTO PERMEABLE**

Fecha presupuesto **22/09/2019**

0.14

Partida	02.07.05 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			17.53
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0229	21.88	0.50	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	15.79	1.44	
						1.94	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.94	0.06	
03011000060003	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0229	135.72	3.11	
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0229	169.73	3.89	
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0229	177.15	4.06	
03012200050005	CAMION CISTERNA 4x2(AGUA)178-210HP 3000G	hm	1.0000	0.0229	195.15	4.47	
						15.59	

Partida	02.07.06 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 6.5000	EQ. 6.5000	Costo unitario directo por : m3			24.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.2000	1.4769	15.79	23.32	
						23.32	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	23.32	0.70	
						0.70	

Partida	02.07.07 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC-UF D=12" x L=6m PVC S- 25						
Rendimiento	m/DIA	MO. 90.0000	EQ. 90.0000	Costo unitario directo por : m			79.81
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0444	21.88	0.97	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0889	17.52	1.56	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0889	15.79	1.40	
						3.93	
	Materiales						
02052600010016	TUBERIA PVC ISO 4435 UF S-25 DN 300MM	m		1.1000	65.95	72.55	
0210090006	ANILLO DE JEBE P/TUB. PVC UF S-25 DN 300 MM	und		0.1700	10.15	1.73	
0222120002	LUBRICANTE P/TUBO PVC UF	gal		0.0250	59.32	1.48	
						75.76	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.93	0.12	
						0.12	

Partida	02.07.08 CAJA DE REUNIÓN						
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : und			705.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Subpartidas						
010105012216	CONCRETO Fc=175KG/CM2 PARA ZAPATAS	m3		0.2700	512.60	138.40	
010306020704	SOLADO DE 4" 1 12 CEMENTO-HORMIGON	m2		0.9000	20.38	18.34	
010311010104	ACERO fy=4200 kg/cm2	kg		17.4700	5.29	92.42	
010313090207	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS REFORZADOS	m2		2.2000	59.80	131.56	
010601080323	TAPA METALICA 0.55X0.66 M SEGUN DISEÑO	und		1.0000	286.79	286.79	
010710110016	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	m2		0.7000	54.41	38.09	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1003004 "PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA , PIURA, PIURA, PIURA - 2018"	Fecha presupuesto	22/09/2019
Subpresupuesto	002 PAVIMENTO PERMEABLE		705.60



Anexo N° 19. Panel fotográfico



Foto N°01: Problemas de inundación en Piura durante la visita realizada. Se pudo observar que un sistema de drenaje convencional no resuelve los problemas generados por las lluvias.



Foto N°02 y N°03: Visita a la zona de estudio del proyecto de investigación, A.H. Laguna Azul – Piura.

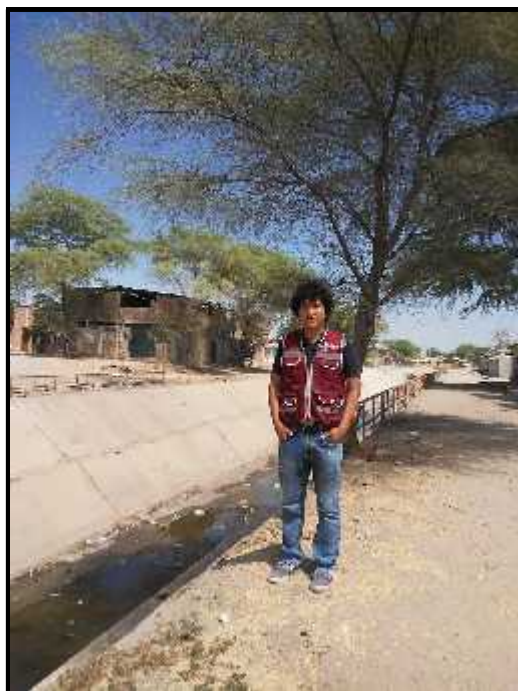


Foto N°04: Visita a la zona de estudio del proyecto de investigación, A.H. Laguna Azul – Piura.



Foto N°05: Se realizó el estudio de tráfico en la zona del proyecto.



Foto N°06: Se realizó el estudio de tráfico en la zona del proyecto.



Foto N°07 y N°08: Transporte de agregados desde Piura hacia Chimbote, utilizando el servicio de carga SERVIS PIURA.



Foto N°09: Elaboración de la granulometría de los agregados utilizados en la elaboración de concreto permeable.



Foto N°10: Elaboración del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.



Foto N°11: Elaboración del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.



Foto N°12: Elaboración del ensayo de peso unitario suelto y compactado de los agregados utilizados en la elaboración de concreto permeable.



Foto N°13: Elaboración del ensayo de contenido de humedad de los agregados.



Foto N°14 y N°15: Se pesó los materiales a utilizarse, agregado grueso, agregado fino, cemento, agua y aditivo, de acuerdo a los resultados obtenidos en los diseños de mezcla.



Foto N°16 y N°17: Después de pesar los materiales, se procedió a realizar la mezcla de los mismos.



Foto N°18 y N°19: Se realizó la denominada prueba del puño a los diferentes concretos preparados para probar su trabajabilidad y cohesión.



Foto N°20 y N°21: Se realizó la prueba de revenimiento con el cono de abrams (slump) a los diferentes concretos preparados para probar su trabajabilidad y cohesión.



Foto N°22: Se realizó la prueba del cono invertido a los diferentes concretos preparados para probar su trabajabilidad y si existe o no segregación.



Foto N°23: Se realizó el ensayo para conocer el peso unitario del concreto permeable en estado fresco con la ayuda de la olla de Washington.



Foto N°24: Se realizó el ensayo para conocer el porcentaje de vacíos de la mezcla en estado fresco con la ayuda de la olla de Washington.



Foto N°25: Se realizó el ensayo para conocer el porcentaje de vacíos de la mezcla en estado fresco con la ayuda de la olla de Washington.



Foto N°26: Se preparó los moldes para el vaciado del concreto permeable y poder realizar los ensayos al concreto en estado endurecido.



Foto N°27: Se preparó probetas de 15 x 30 cm, probetas de 10 x 20 cm y vigas de 15 x 15 x 50 cm, para cada diseño de mezclas para poder realizar los ensayos en estado endurecido.



Foto N°28: Elaboración de probetas para ensayo de resistencia a la compresión de los diversos concretos permeables.



Foto N°29: Elaboración de refrentado (capping) previo a realizar el ensayo de resistencia a la compresión.



Foto N°30: Elaboración de refrentado (capping) previo a realizar el ensayo de resistencia a la compresión.



Foto N°31 y N°32: Rotura de las probetas para conocer la resistencia a la compresión del concreto permeable elaborado con los diversos diseños de mezclas.



Foto N°33: Rotura de las probetas para conocer la resistencia a la compresión del concreto permeable elaborado con los diversos diseños de mezclas.



Foto N°34: Para el ensayo de resistencia al desgaste por abrasión las probetas de 10 x 20 cm se cortaron en dos mitades de 10 x 10 cm.



Foto N°35: Se colocaron las dos mitades de la probeta cortada más las bolas de acero que representaron a la carga abrasiva dentro de la máquina de abrasión de los ángeles.



Foto N°36: Se colocaron las dos mitades de la probeta cortada más las bolas de acero que representaron a la carga abrasiva dentro de la máquina de abrasión de los ángeles.



Foto N°37 y N°38: Se puede apreciar en la imagen el elemento de prueba antes y después de ser sometida a la carga abrasiva dentro de la máquina de los ángeles.



Foto N°39: Para hallar la densidad del concreto permeable en estado endurecido, primero se colocó las probetas dentro del horno, para posteriormente pesarlas estando secas.



Foto N°40: Para hallar el porcentaje de vacíos del concreto permeable en estado endurecido, se sumergió en agua durante 30 minutos.



Foto N°41: Para hallar el porcentaje de vacíos del concreto permeable en estado endurecido, se le fue golpeando con el martillo para eliminar el aire atrapado en su interior, para posteriormente pesarse.



Foto N°42 y N°43: Elaboración de vigas para ensayo de resistencia a la flexión de los diversos concretos permeables.



Foto N°44: Para el ensayo de resistencia a la flexión, primero se marcó las vigas de acuerdo a lo establecido en la norma ASTM C78



Foto N°45: Se colocó las vigas dentro de la máquina, colocando las cargas según las marcas realizadas anteriormente.



Foto N°46: Una vez colocada la viga de manera correcta según las marcas realizadas, se procedió a aplicar la carga y romper la viga para conocer la carga máxima aplicada y con esta la resistencia a la flexión.



Foto N°47: Vigas después de realizado el ensayo, se tiene que observar si la rotura se presentó dentro del tercio medio de la luz o fuera de este.



Foto N°48: Se construyó el permeámetro de carga variable para poder medir el coeficiente de permeabilidad.

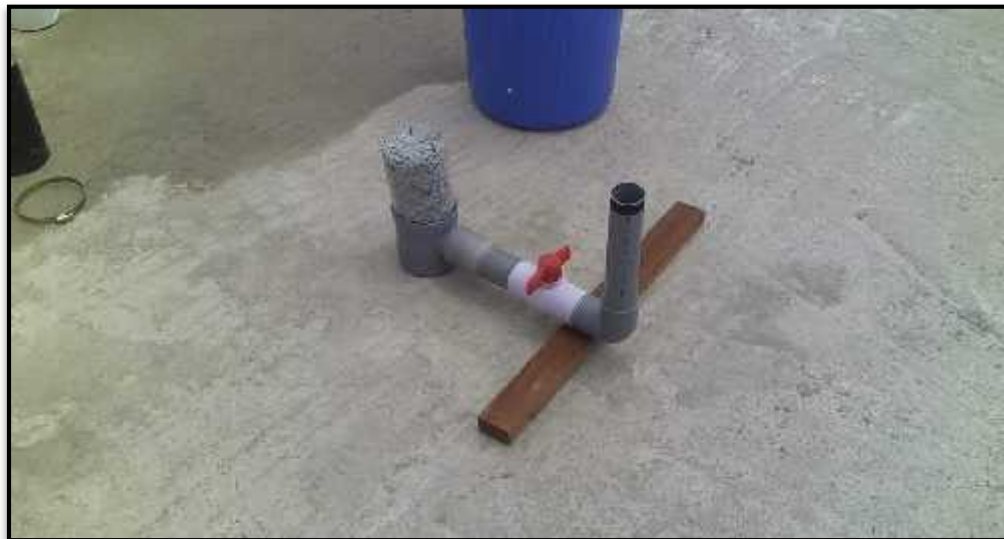


Foto N°49: Las probetas usadas para este ensayo fueron de 10 x 15 cm, por recomendaciones del ACI 522 R -10.



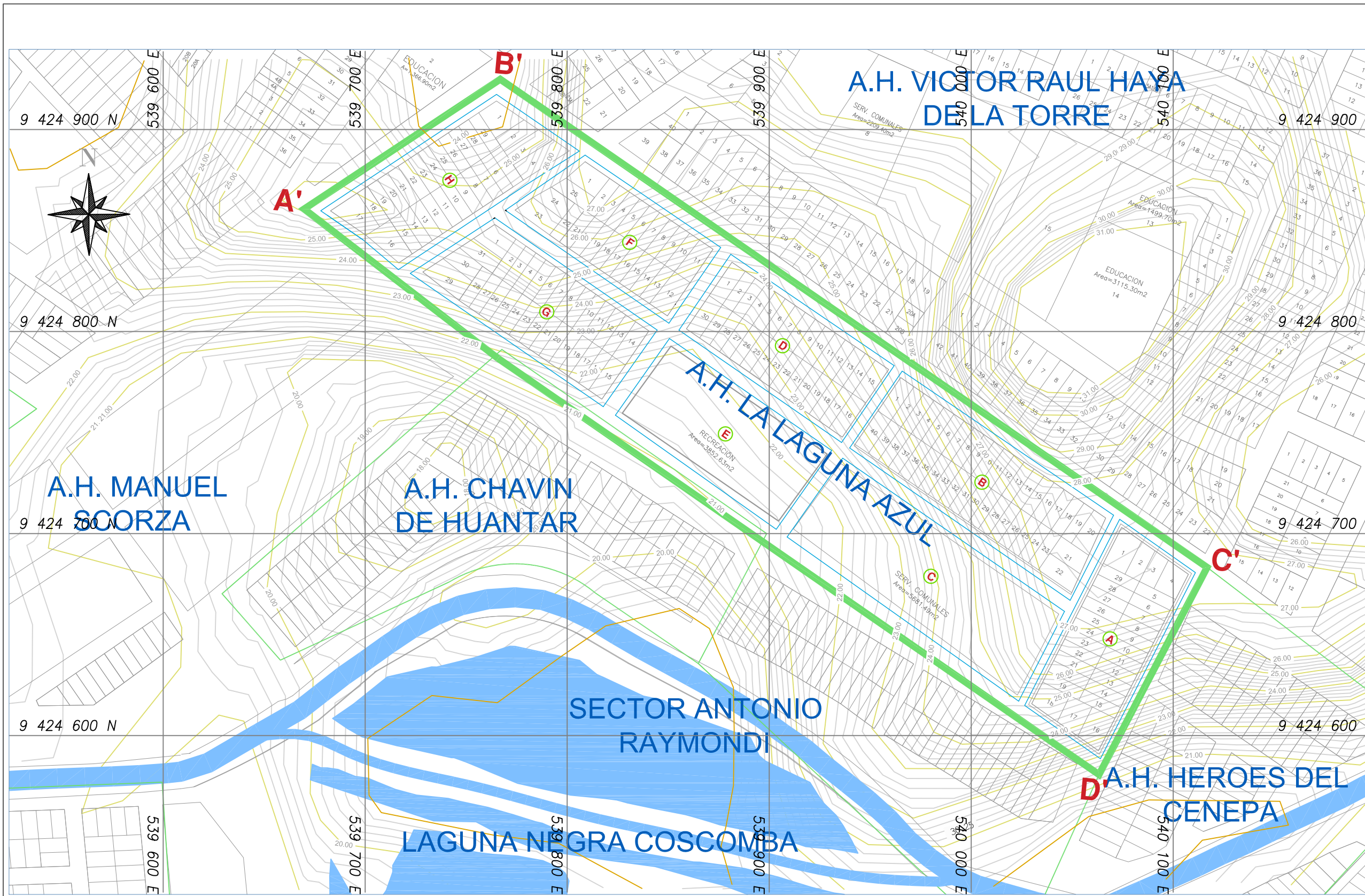
Foto N°50: Se colocó la probeta dentro del permeámetro, se ajustó al tubo con abrazaderas y jebes para evitar fugas, y se procedió a echar agua.



Foto N°51: Para hallar el coeficiente de permeabilidad se controló el tiempo que tarda el agua en salir por el otro tubo del permeámetro, este ensayo se realizó para el concreto permeable elaborado con todos los diseños de mezclas.



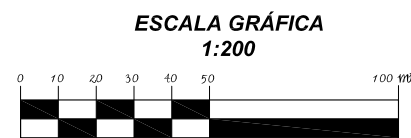
Anexo N° 20. Planos



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Límite de zona de estudio.
	Lotización
	Curvas de nivel principales (c/ 1.00 m)
	Curvas de nivel secundarias (c/ 0.20 m)

LÍMITES DEL PROYECTO		
	NORTE	ESTE
A'	: 9424860.65	539669.79
B'	: 9424924.87	539766.87
C'	: 9424683.26	540116.78
D'	: 9424580.66	540063.29

Datos del proyecto	
Área del proyecto	: 51,749.80 m ²
Cantidad de Lotes	: 184.00
Población Beneficiaria	: 920.00



ESCALA 1:200



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

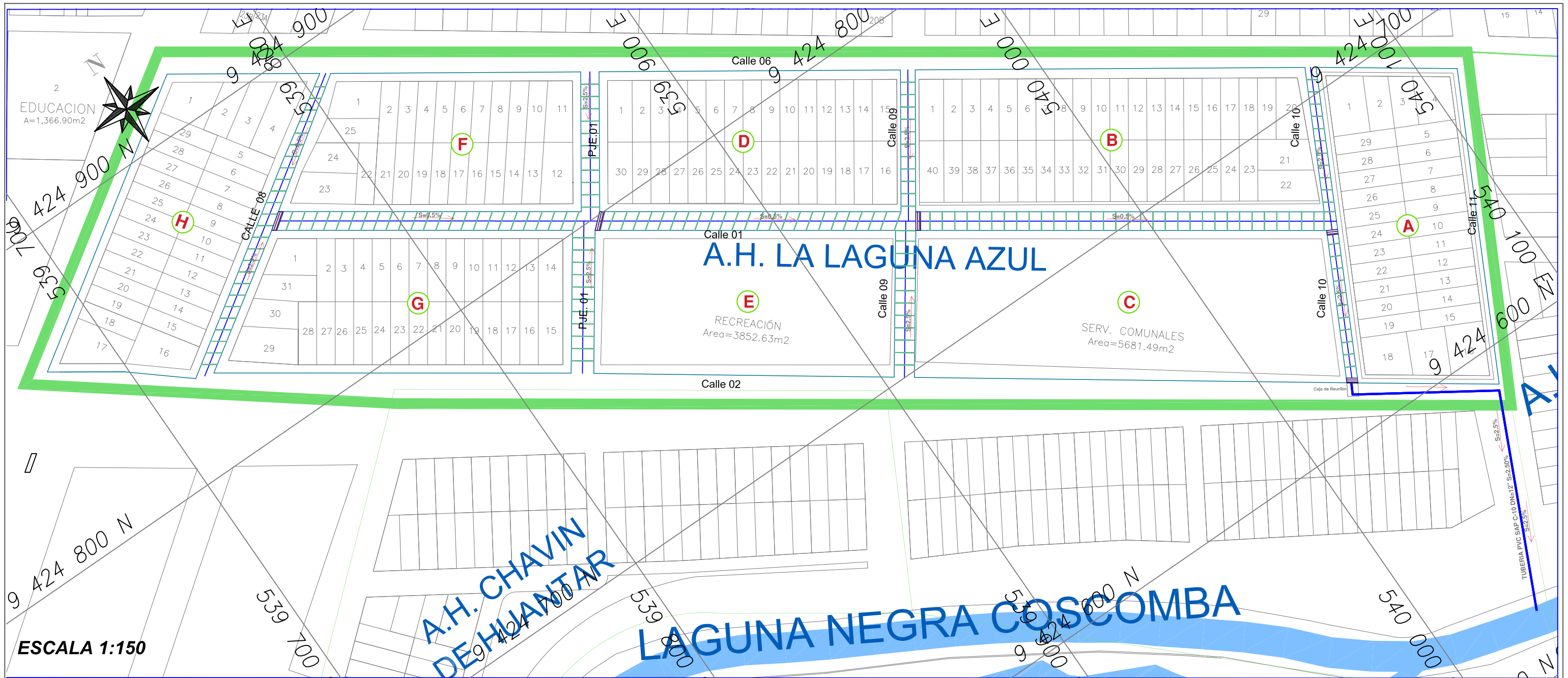
DIBUJO:
DISEÑO:
FECHA: NOVIEMBRE 2019
ESCALA: INDICADA

LOCALIZACIÓN
AA.HH: LAGUNA AZUL
DISTRITO: PIURA
PROVINCIA: PIURA
DEPARTAMENTO: PIURA

PROYECTO DE TESIS:
"PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

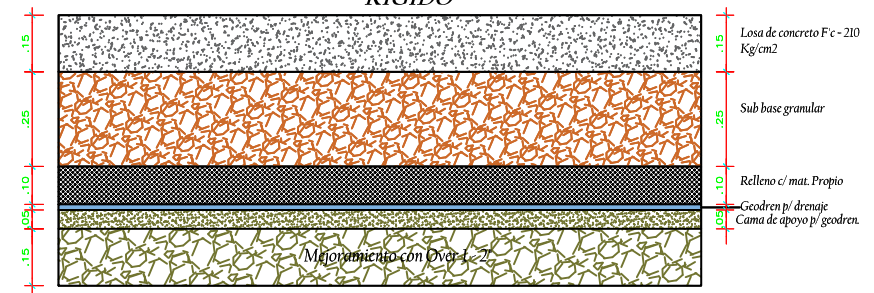
TÍTULO :
PLANTA TOPOGRÁFICA GENERAL DEL PROYECTO

ESPECIALIDAD:
PC
LAMINA:
PC - 01



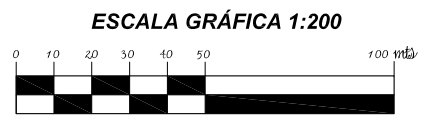
ESCALA 1:150

SECCIÓN TRANSVERSAL PAVIMENTO RÍGIDO



ESCALA 1:200

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Rejilla metálica con tapa móvil
	Límite de zona de estudio.
	Lotización
	Juntas longitudinales (dilatación)
	Juntas transversales (contracción)
	Tubería de desfogue drenaje.
	Sentido de flujo



 **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DIBUJO:
DISEÑO:
FECHA: NOVIEMBRE 2019
ESCALA: INDICADA

LOCALIZACIÓN
AA.HH: LAGUNA AZUL
DISTRITO: PIURA
PROVINCIA: PIURA
DEPARTAMENTO: PIURA

PROYECTO DE TESIS:
"PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

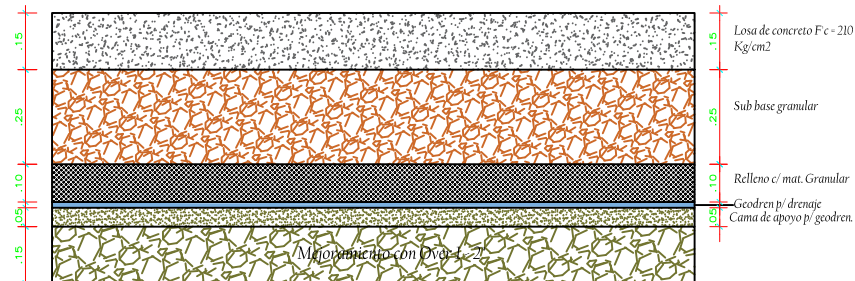
TÍTULO :
PLANTA GENERAL DE PAVIMENTO RÍGIDO CON SISTEMA DE DRENAJE CONVENCIONAL

ESPECIALIDAD:
 PC
LAMINA:
 PC - 02



ESCALA 1:150

SECCIÓN TRANSVERSAL PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE



ESCALA 1:200

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Límite de zona de estudio.
	Lotización
	Juntas longitudinales (dilatación)
	Juntas transversales (contracción)
	Tubería de desfogue drenaje.
	Sentido de flujo



 **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DIBUJO:
DISEÑO:
FECHA: NOVIEMBRE 2019
ESCALA: INDICADA

LOCALIZACIÓN
AA.HH: LAGUNA AZUL
DISTRITO: PIURA
PROVINCIA: PIURA
DEPARTAMENTO: PIURA

PROYECTO DE TESIS:
"PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE PRECIPITACIONES PLUVIALES, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE EN EL A.H LAGUNA AZUL, PIURA".

TÍTULO :
PLANTA GENERAL DE PAVIMENTO PERMEABLE CON SISTEMA DE DRENAJE SOSTENIBLE

ESPECIALIDAD:
 PC
LAMINA:
 PC-03