

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE CON
INCORPORACIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO PARA
PAVIMENTO DE TRÁNSITO LIGERO – UCAYALI”**

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

**CARLOS DAVID GARCIA OCHOA
KEVIN JORDEN CÓRDOVA VÁSQUEZ**

PUCALLPA – PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS
E INGENIERIA CIVIL

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"



Pucallpa, 11 de Noviembre del 2021.

INFORME N°021 -2021 DEIC-FISIC-UNU-EPS.

PARA : ING. MG. RONALD HAROLD ULLOA GALVEZ
Presidente de la Comisión de Grados y Títulos

DE : ING. MG. ELEUTERIO PEREZ SAGASTEGUI

ASUNTO : INFORME DE ASESORIA DE TESIS

BACH. : BACH: GARCIA OCHOA CARLOS DAVID
BACH. CORDOVA VASQUEZ, KEVIN JORDEN

Es grato dirigirme a Ud, para saludarlo cordialmente y la vez hacer de su conocimiento que los tesisistas han cumplido con elaborar la tesis titulada: **"EVALUACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE CON INCORPORACIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO PARA PAVIMENTO DE TRÁNSITO LIGERO – UCAYALI"** de conformidad con el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, y según la directiva establecida en el sistema anti plagio solo alcanza el 9% de similitud, por lo que mi asesoría declara: **APROBADO** y encontrándose apta para ser presentada y evaluada por la comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali.

Es todo cuanto informo a Ud., para su conocimiento y fines que estime pertinente.

Atentamente



Ing. Mg. Eleuterio Perez Sagastegui
Docente de la Facultad de Ingeniería de Sistemas
Y de Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
COMISION DE GRADOS Y TITULOS



ACTA DE EVALUACION DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 020-2021

GRADUANDO : Bach. GARCÍA OCHOA Carlos David
Bach. CórDOVA VÁSQUEZ Kevin Jorden
TEMA : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE CON INCORPORACIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO PARA PAVIMENTO DE TRÁNSITO LIGERO – UCAYALI"
ASESOR : Mg. PEREZ SAGASTEGUI, ELEUTERIO

CRITERIOS	PUNTAJE			
	3	2	1	0
I- PRESENTACION				
* MOTIVACION		X		
* TONO DE VOZ		X		
* CALIDAD DE MATERIAL AUDIOVISUAL		X		
II- DESARROLLO DE CONTENIDO				
* SECUENCIA		X		
* DOMINIO DE VOZ		X		
* USO ADECUADO DEL MATERIAL		X		
* VALIDEZ DE LOS HALLAZGOS		X		
III- ABSOLUCION DE PREGUNTAS				
* RESPONDE A LAS PREGUNTAS FORMULADAS POR EL JURADO		X		
IV- APORTE CIENTIFICO Y TECNOLOGICO				
* AL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD		X		
* A LA PROFESION			X	

EVALUACION

- EXCELENCIA 26 A 30 PUNTOS
- UNANIMIDAD 21 A 25 PUNTOS
- MAYORIA 16 A 20 PUNTOS
- DESAPROBADO 15 A MENOS

CALIFICACION FINAL:

PUNTAJE : 19/ 30

CONCLUSIONES:

APROBADO POR : MAYORIA
DESAPROBADO POR :

JURADO EVALUADOR

- DR. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA Presidente
- ING. ESTUARDO ALONSO LIZARZABURU VELARDE Miembro
- ING. MG. DANIEL PÉREZ CASTAÑÓN Miembro

SECRETARIA ACADÉMICA: ING. MSC. CLOTILDE RÍOS HIDALGO DE CERNA

PUCALLPA, 03 De diciembre Del 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS



TESIS TITULADO:

“EVALUACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE CON INCORPORACIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO PARA PAVIMENTO DE TRÁNSITO LIGERO – UCAYALI”

ELABORADO POR:

Bach. CARLOS DAVID GARCIA OCHOA
Bach. KEVIN JORDEN CÓRDOVA VÁSQUEZ

APROBADO POR:

Dr. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA
JURADO PRESIDENTE

Ing. ESTUARDO ALONSO LIZARZABURU VELARDE
JURADO MIEMBRO

Ing. Mg. DANIEL PÉREZ CASTAÑÓN
JURADO MIEMBRO

Ing. Mg. ELEUTERIO PÉREZ SAGÁSTEGUI
ASESOR DE TESIS



CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N°0486-2021

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de Tesis, titulado:

“EVALUACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE CON INCORPORACIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO PARA PAVIMENTO DE TRÁNSITO LIGERO-UCAYALI”

Cuyo(s) autor (es) : GARCIA OCHOA, CARLOS DAVID
CORDOVA VASQUEZ, KEVIN JORDEN

Facultad : INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
Escuela Profesional : ING. CIVIL
Asesor(a) : Mg. PEREZ SAGASTEGUI, ELEUTERIO

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 5%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

FECHA 17/11/2021



Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON

Dirección de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Carlos David Garcia Ochoa

Autor de la TESIS titulada:

"EVALUACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE CON
INCORPORACIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO
PARA PAVIMENTO DE TRANSITO LIGERO - UCAYALI".

Sustentada el año: 2021

Con la asesoría de: Mg. Eleuterio Perez Sagás tegui

En la Facultad de: Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Civil

Carrera Profesional de: Ingeniería Civil

Autorizo la publicación:

PARCIAL Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar si **su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto, me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 03 / 12 / 2021

Email: carlos10284@gmail.com

Firma: 

Teléfono: 954 142 335

DNI: 47864720

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Kevin Jordan Cordova Vásquez

Autor de la TESIS titulada:

"EVALUACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE CON
INCORPORACIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO PARA
PAVIMENTO DE TRÁNSITO LIGERO - UCAYALI".

Sustentada el año: 2021

Con la asesoría de: Mg. Eleuterio Perez Sagástegui

En la Facultad de: Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Civil

Carrera Profesional de: Ingeniería Civil

Autorizo la publicación:

PARCIAL Significa que se publicará en el repositorio institucional solo la caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 03 / 12 / 2021

Email: Jordenfk@gmail.com

Firma: 

Teléfono: 917 326 061

DNI: 71541091

DEDICATORIA.

Con mucho cariño a mis padres:
Carlos García y Elinor Ochoa, quien
con sus consejos han sabido guiarme
para culminar mi carrera profesional.

Carlos David Garcia Ochoa.

A mis queridos padres y hermanas,
por su apoyo permanente y esfuerzo
por hacer de mí una mejor persona
cada día.

Kevin Jorden Córdoba Vásquez.

AGRADECIMIENTOS.

A nuestra institución, Universidad Nacional de Ucayali, y a la Escuela Académica Profesional de ingeniería Civil, por la oportunidad de escalar un peldaño más en nuestra vida profesional.

A nuestros amigos de la promoción, docentes de la escuela de Ingeniería civil, al asesor y a todos los que hicieron posible el desarrollo de este trabajo de investigación.

RESUMEN.

En este estudio se evaluó el análisis de diseño del concreto permeable $f'c=210$ kg/cm^2 y $f'c=245$ kg/cm^2 con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno, y el drenaje de la escorrentía de un pavimento de tránsito ligero– Ucayali, donde las variables de investigación fueron la incorporación de fibras de polipropileno, resistencia a la compresión, la tasa de infiltración o tasa de percolación y el tirante hidráulico de una cuneta típica. Se realizó 6 diseños de mezcla, de las cuales, 3 fueron para un concreto permeable $f'c=210$ Kg/cm^2 y 3 para un concreto permeable $f'c=245$ Kg/cm^2 con incorporación de 0.30, 0.40 y 0.50% de fibra de polipropileno respecto al peso del cemento, respectivamente para cada diseño. De los cuales se elaboraron 180 probetas, donde 144 especímenes fueron ensayados para determinar la resistencia a la compresión y 36 para determinar la tasa de infiltración del concreto permeable.

Referente a la resistencia a la compresión de ambos concretos ($f'c=210$ Kg/cm^2 y $f'c=245$ Kg/cm^2) se observó que la incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno aumenta dicha resistencia. Caso contrario sucedió para la prueba de permeabilidad, ya que se observó que a mayor porcentaje de fibra de polipropileno menor es la tasa de infiltración, hasta se obtuvo un valor mínimo promedió de 0.13 cm/s lo cual está por debajo del intervalo para la tasa de percolación o infiltración de un concreto permeable según el reporte 522-10 DEL ACI (0.14 – 1.22 cm/s). Por último se obtuvo una reducción del tirante hidráulico de una cuneta típica pero no tan significativa.

Palabras clave: Concreto permeable, fibra de polipropileno, tránsito ligero, resistencia a la compresión, tasa de infiltración, tirante hidráulico y escorrentía.

ABSTRACT.

In this study, the design analysis of the permeable concrete $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ and $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ with the incorporation of 0.30%, 0.40% y 0.50% of polypropylene fibers, and the drainage of the runoff from a light traffic pavement – Ucayali, where the research variables were the incorporation of polypropylene fiber, resistance to compression, the infiltration rate or percolation rate and the hydraulic tie of a typical ditch. 6 mix designs were made, of which 3 were for a permeable concrete $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ and 3 for a permeable concrete $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ with incorporation of 0.30, 0.40 and 0.50% of fiber of polypropylene with respect to the weight of the cement, respectively for each design. Of which 180 specimens were made, where 144 specimens were tested to determine the compressive strength and 36 to determine the infiltration rate of pervious concrete.

Regarding the resistance to compression of both concretes ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ and $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$) it was observed that the incorporation of 0.30%, 0.40% and 0.50% of polypropylene fibers increases said resistance. The opposite happened for the permeability test, since it was observed that the higher the percentage of polypropylene fiber, the lower the infiltration rate, until a minimum average value if 0.13 cm/s was obtained, which is below the interval for the rate percolation or infiltration of permeable concrete according to ACI report 522-10 (0.14 – 1.22 cm/s). Finally, a reduction in the hydraulic tie of a typical ditch was obtained, but not so significant.

Keywords: Permeable concrete, polypropylene fibers, light traffic, resistance to compression, infiltration rate, hydraulic tie and runoff.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

DEDICATORIA.....	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE IMAGENES.....	xviii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES.....	4
1.6. HIPÓTESIS.....	5
1.6.1. Hipótesis general.....	5
1.6.2. Hipótesis específicas.....	5
1.7. SISTEMAS DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS.....	9
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	39
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.1.1. Tipo de investigación.....	43
3.1.2. Nivel de investigación.....	43
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	45

3.2.1. Población.....	45
3.2.2. Muestra.....	45
3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS.....	46
3.5. DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS.....	46
3.6. DISEÑO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	49
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	53
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	72
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS.....	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	79
ANEXO.....	81

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.	Operacionalización de las variables.....	6
Tabla 2.	Propiedades físicas de los agregados.....	15
Tabla 3.	Especificaciones de las fibras de polipropileno.....	24
Tabla 4.	Precipitación máxima en 24 horas (mm).....	29
Tabla 5.	Precipitación máxima en 24 horas, valores Máximos Anuales....	30
Tabla 6.	Distribución Gumbel, Pearson Tipo III y Log Pearson Tipo III....	31
Tabla 7.	Rangos o intervalos de las proporciones de materiales para un concreto permeable.....	33
Tabla 8.	Dosificación del concreto permeable por 1 m ³	47
Tabla 9.	Resistencia a la compresión del concreto permeable f'c=210 kg/cm ² , con 0.30% de fibras de polipropileno.....	53
Tabla 10.	Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable f'c=210 kg/cm ² , con 0.30% de fibras de polipropileno.....	54
Tabla 11.	Resistencia a la compresión del concreto permeable f'c=210 kg/cm ² , con 0.40% de fibras de polipropileno.....	55
Tabla 12.	Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable f'c=210 kg/cm ² , con 0.40% de fibras de polipropileno.....	56
Tabla 13.	Resistencia a la compresión del concreto permeable f'c=210 kg/cm ² , con 0.50% de fibras de polipropileno.....	57
Tabla 14.	Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable f'c=210 kg/cm ² , con 0.50% de fibras de polipropileno.....	58
Tabla 15.	Resistencia a la compresión del concreto permeable f'c=245 kg/cm ² , con 0.30% de fibras de polipropileno.....	59
Tabla 16.	Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable f'c=245 kg/cm ² , con 0.30% de fibras de polipropileno.....	60
Tabla 17.	Resistencia a la compresión del concreto permeable f'c=245 kg/cm ² , con 0.40% de fibras de polipropileno.....	61
Tabla 18.	Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable f'c=245 kg/cm ² , con 0.40% de fibras de polipropileno.....	61
Tabla 19.	Resistencia a la compresión del concreto permeable f'c=245 kg/cm ² , con 0.50% de fibras de polipropileno.....	63

Tabla 20.	Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, con 0.50% de fibras de polipropileno.....	64
Tabla 21.	Resultados del ensayo de permeabilidad del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno.....	65
Tabla 22.	Promedio de permeabilidad del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno.....	65
Tabla 23.	Resultados del ensayo de permeabilidad del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno.....	66
Tabla 24.	Promedio de permeabilidad del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.	Textura de un pavimento de concreto permeable.....	11
Figura 2.	Concreto permeable en pavimento de tránsito ligero.....	12
Figura 3.	Concreto permeable en pavimento de tránsito ligero.....	13
Figura 4.	Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión para concreto permeable.....	18
Figura 5.	Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la flexión del concreto permeable.....	19
Figura 6.	Relación entre la resistencia a la flexión y resistencia a la compresión del concreto permeable.....	20
Figura 7.	Relación entre el contenido de aire y la tasa de filtración del concreto permeable.....	21
Figura 8.	Permeámetro de caída simple.....	22
Figura 9.	Textura de las fibras de polipropileno.....	24
Figura 10.	Pavimento permeable con sistema de infiltración total.....	25
Figura 11.	Pavimento permeable con sistema de infiltración parcial con drenaje longitudinal.....	26
Figura 12.	Pavimento permeable con sistema de infiltración nula.....	27
Figura 13.	Precipitación máxima en 24 horas.....	30
Figura 14.	Relación entre el porcentaje de vacíos con el contenido de pasta	34
Figura 15.	Dimensionamiento de cuneta típica.....	39
Figura 16.	Regla de decisión de la prueba de hipótesis.....	52
Figura 17.	Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con 0.30% de fibras de polipropileno.....	54
Figura 18.	Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con 0.40% de fibras de polipropileno.....	56
Figura 19.	Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con 0.50% de fibras de polipropileno.....	58
Figura 20.	Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, con 0.30% de fibras de polipropileno.....	60
Figura 21.	Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, con 0.40% de fibras de polipropileno.....	62

Figura 22.	Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, con 0.40% de fibras de polipropileno.....	64
Figura 23.	Cálculo de tirante de cuneta para un concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de fibras de polipropileno.....	67
Figura 24.	Cálculo de tirante de cuneta para un concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de fibras de polipropileno.....	68
Figura 25.	Cálculo de tirante de cuneta para un concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de fibras de polipropileno.....	69
Figura 26.	Cálculo de tirante de cuneta para un concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de fibras de polipropileno.....	69
Figura 27.	Cálculo de tirante de cuneta para un concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de fibras de polipropileno.....	71
Figura 28.	Cálculo de tirante de cuneta para un concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de fibras de polipropileno.....	71

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.	Agregado grueso en su forma triturada $\frac{3}{4}$ " de la planta Chancadora del Km 15.....	100
Imagen 2.	Planta Chancadora del Km 15.....	100
Imagen 3.	Agregado grueso (piedra chancaca) de $\frac{3}{4}$ " a utilizar en el estudio	101
Imagen 4.	Ensayo de Peso Específico del agregado grueso.....	101
Imagen 5.	Cuarteo de la muestra a usar para realizar los ensayos de laboratorio.....	102
Imagen 6.	Ensayo para determinar el tamaño máximo nominal del agregado grueso.....	102
Imagen 7.	Lavado del agregado grueso antes de realizar las probetas.....	103
Imagen 8.	Zarandeado del agregado grueso.....	103
Imagen 9.	Agregado Grueso después del lavado y zarandeado.....	104
Imagen 10.	Ensayo de Asentamiento, donde se observa cero Slump, propiedad característica de un concreto permeable.....	104
Imagen 11.	Consistencia del Concreto permeable con incorporación de fibras de polipropileno.....	105
Imagen 12.	Probeta de concreto permeable con incorporación de fibras de polipropileno.....	105
Imagen 13.	Ensayo a compresión del concreto permeable con incorporación de fibras de polipropileno.....	106
Imagen 14.	Toma de datos del ensayo de compresión.....	106
Imagen 15.	Granulometría del agregado grueso (piedra chancada).....	107
Imagen 16.	Ensayo para la determinación del Peso Unitario Suelto.....	108
Imagen 17.	Ensayo para la determinación de la Gravedad Específica y Absorción de los agregados.....	109
Imagen 18.	Ensayo para la determinación del Contenido de Humedad de los Agregados.....	110
Imagen 19.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.....	111

Imagen 20.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.....	112
Imagen 21.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.....	113
Imagen 22.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.....	114
Imagen 23.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.....	115
Imagen 24.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.....	116
Imagen 25.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.....	117
Imagen 26.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.....	118
Imagen 27.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.....	119
Imagen 28.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.....	120
Imagen 29.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.....	121
Imagen 30.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.....	122

Imagen 31.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.....	123
Imagen 32.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.....	124
Imagen 33.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.....	125
Imagen 34.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.....	126
Imagen 35.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.....	127
Imagen 36.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.....	128
Imagen 37.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.....	129
Imagen 38.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.....	130
Imagen 39.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.....	131
Imagen 40.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.....	132
Imagen 41.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.....	133

Imagen 42.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.....	134
Imagen 43.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.....	135
Imagen 44.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.....	136
Imagen 45.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.....	137
Imagen 46.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.....	138
Imagen 47.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.....	138
Imagen 48.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.....	140
Imagen 49.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.....	141
Imagen 50.	Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.....	142

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA.

En diferentes ciudades del mundo se presentan problemas en el manejo de la escorrentía provenientes de precipitaciones, y esto debido a un factor en común, que es el rápido crecimiento poblacional, que conlleva a la construcción de caminos y la pavimentación con materiales impermeables de sus vías. La impermeabilización de las calles reduce en gran medida la infiltración natural del agua al subsuelo, que trae como consecuencia la inundación en zonas urbanas en sus partes más bajas.

El Perú no ha sido ajeno a esta problemática, especialmente en la región Selva, que presenta precipitaciones abundantes en épocas de lluvia.

En la ciudad de Pucallpa, existe un problema en el manejo de la escorrentía en épocas de lluvia, pues en estos periodos la ciudad experimenta inundaciones en diferentes sectores, especialmente en zonas bajas; esto es debido a que cada vez las calles se hacen impermeables por la construcción de pavimentos rígidos (pavimento de concreto hidráulico); además del poco mantenimiento que se hace a las cunetas y caños naturales presentes en gran parte de la ciudad.

En la actualidad existen tecnologías para el manejo de las escorrentías provenientes de precipitaciones, una de ellas es el uso del concreto permeable, que es un concreto que permite el paso del agua a través de su estructura.

Debido a la estructura porosa del concreto permeable, no alcanza altas resistencias a la compresión, pero investigaciones referentes al tema en otras partes del Perú recomiendan el uso de fibras de polipropileno en el diseño de mezcla de un concreto permeable, pues mejora sus propiedades físicas y mecánicas.

Debido a que para un pavimento rígido de tránsito o tráfico ligero se requiere un concreto cuya resistencia a la compresión no sea menor que

210 kg/cm², en esta tesis se evaluará la incidencia de la fibra de polipropileno en el concreto permeable con incorporación de fibras de polipropileno (0.30, 0.40 y 0.50% respecto al peso del cemento) para resistencias a la compresión de 210 kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm² en el drenaje de la escorrentía de un pavimento de tráfico ligero. Además de su influencia en la capacidad de drenaje del concreto permeable y su influencia en el dimensionamiento de las cunetas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. Problema General.

1. ¿De qué manera la incorporación de fibras de polipropileno en el concreto permeable de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm² mejora el drenaje de la escorrentía de un pavimento de tránsito ligero - Ucayali?

1.2.2. Problemas Específicos.

1. ¿De qué manera influye la incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión para un concreto permeable de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm², en un pavimento de tránsito ligero en Ucayali?
2. ¿De qué manera el concreto permeable de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm² con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno permitirá drenar la escorrentía en un pavimento de tránsito ligero producido por una tormenta en Ucayali?
3. ¿De qué manera influye el concreto permeable de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm² con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno en el dimensionamiento del tirante hidráulico de una cuneta típica de un pavimento de tránsito ligero en Ucayali?

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo General.

1. Determinar y evaluar la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en el concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ para el drenaje de la escorrentía de un pavimento de tránsito ligero – Ucayali.

1.3.2. Objetivos Específicos.

1. Determinar la resistencia a la compresión del concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno para un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.
2. Determinar el drenaje a través de los ensayos de permeabilidad del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno que permitirá drenar la escorrentía en un pavimento de tránsito ligero producido por una tormenta en Ucayali.
3. Determinar el dimensionamiento del tirante hidráulico de una cuneta típica con concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno para un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

Debido a los problemas del manejo de la escorrentía provenientes de las precipitación en la ciudad, es necesario la búsqueda de una solución frente a este problema, desde hace más de 30 años se ha estudiado diversas formas de lidiar con la escorrentía provenientes de la lluvia, entre ellos se tiene conocimiento de los denominados Sistemas Urbanos

de Drenaje Sostenible (SUDS), que son elementos de la red de drenaje que permiten el recojo, transporte, retención, infiltración y evacuación del agua proveniente de precipitaciones de una manera más racional y sostenible, entre ellos existen numerosos ejemplos, uno ellos son los pavimentos permeables, compuesto por concreto poroso o permeable. Ante lo mencionado anteriormente se llega a realizar esta tesis, pues el problema de inundaciones en épocas de lluvia en la ciudad de Pucallpa es preocupante y urge estudiar sistemas o materiales que puedan ayudar a reducir el impacto de las precipitaciones y el concreto permeable ofrece las características para ser estudiado en la realidad vial de la ciudad de Pucallpa - Ucayali, pues su estudio permitirá determinar si este material se puede aplicar o usar en pavimentos de tránsito ligero.

Además es de vital importancia evaluar y analizar tecnologías que puedan solucionar un problema en nuestra ciudad e incentivar a continuar con ésta línea de investigación.

1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES.

Como limitación en ésta investigación solo se evaluará el análisis de la superficie de rodadura de un pavimento de tránsito ligero, es decir el concreto permeable, los demás componentes del pavimento de tránsito o tráfico ligero se pueden estudiar en otra línea de investigación, sirviendo como ayuda ésta tesis. Se requiere un diseño de mezcla con los materiales que se encuentran en la zona de estudio, para ello se usará dos reportes del ACI: el primero es el ACI 211.3R (Guía para la Selección de Proporciones para Concretos con Cero Slump) y el segundo es el ACI 522R-10 (Reporte de Concreto Permeable). Para dicho diseño se optó por usar agregado grueso de la cantera de Aguaytía, en su forma triturada de un tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ " (piedra chancada), no se usará canto rodado por recomendaciones del ACI; además, en el lugar de estudio no encontramos agregado grueso de canto rodado de la granulometría requerida.

1.6. HIPÓTESIS.

1.6.1. Hipótesis General.

1. La incorporación de fibra de polipropileno mejora las propiedades de resistencia a la compresión y drenaje en el concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ para un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.

1.6.2. Hipótesis Específicas.

1. La incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno aumenta la resistencia a la compresión del concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ en un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.
2. La incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno en un concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ aumenta la capacidad de drenar la escorrentía en un pavimento de tránsito ligero producido por una tormenta en Ucayali.
3. La permeabilidad del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno permite la disminución del tirante hidráulico de una cuneta típica de un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.

1.7. SISTEMAS DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES.

En la Tabla 1 se muestra las variables de la hipótesis, que serán las variables de estudio en esta tesis, además de sus dimensiones e indicadores.

Tabla 1. Operacionalización de las variables.

HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
HIPÓTESIS GENERAL: La incorporación de fibra de polipropileno mejora las propiedades de resistencia a la compresión y drenaje en el concreto permeable de $f'c=210$ kg/cm ² y $f'c=245$ kg/cm ² para un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.	V. Independiente: <ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de fibras de polipropileno en el concreto permeable de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm². 	- Porcentaje (%) de fibras de polipropileno.	%
	V. Dependiente: <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión y drenaje de la escorrentía de un pavimento de tránsito ligero en Ucayali. 	- Resistencia a la compresión del concreto permeable. -Tasa de infiltración del concreto permeable.	kg/cm ² , cm/s.
HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1: La incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno aumenta la resistencia a la compresión del concreto permeable de $f'c=210$ kg/cm ² y $f'c=245$ kg/cm ² en un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.	V. Independiente: <ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% fibras de polipropileno. 	- Porcentaje (%) de fibras de polipropileno.	%
	V. Dependiente: <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión del concreto permeable de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm² en un pavimento de tránsito ligero en Ucayali. 	- Resistencia a la compresión.	Kg/cm ² .
HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2: La incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno en un concreto permeable de $f'c=210$ kg/cm ² y $f'c=245$ kg/cm ² aumenta la capacidad de drenar la escorrentía en un pavimento de tránsito ligero producido por una tormenta en Ucayali.	V. Independiente: <ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% fibras de polipropileno. 	- Porcentaje (%) de fibras de polipropileno.	%
	V. Dependiente: <ul style="list-style-type: none"> • Tasa de drenaje del concreto permeable de $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm². 	Ensayo de permeabilidad.	cm/s
HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3: La permeabilidad del concreto permeable $f'c=210$ kg/cm ² y $f'c=245$ kg/cm ² con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno permite la disminución del tirante hidráulico de una cuneta típica de un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.	V. Independiente: <ul style="list-style-type: none"> • Permeabilidad del concreto permeable $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm² con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno. 	- Tasa de infiltración del concreto permeable.	Kg/cm ²
	V. Dependiente: <ul style="list-style-type: none"> • tirante hidráulico de una cuneta típica en Ucayali. 	-Tirante hidráulico	m

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

A continuación se muestra algunas de las bibliografías encontradas sobre investigaciones del concreto permeable que servirán como referencias a ésta investigación:

2.1.1. Ámbito Local.

No se ha encontrado alguna referencia en el ámbito local (Región Ucayali) sobre trabajos y/o estudios sobre el concreto permeable.

2.1.2. Ámbito Nacional.

- Wiston Azañedo y Helard Chavéz (2007) en su tesis de grado: “DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO POROSO CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA, CEMENTO PÓRTLAND TIPO I CON ADICIÓN DE TIRAS DE PLÁSTICO, Y SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA” Cajamarca. El objetivo de su investigación fue la realización de diferentes diseños de mezclas, incorporando en su diseño aditivos reductores de agua y tiras de plástico, de los cuales realizaron testigos para sus respectivos ensayos a la compresión y flexión, y de este modo elegir el mejor diseño. Llegaron a la conclusión que el 0.10% de tiras plásticas proporciona el diseño óptimo en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto permeable.
- Ivan Soncco y Elmer Ticona en su tesis de grado (2017): “INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ”, Juliaca. Los autores de esta tesis estudian el efecto de la adición de fibras plásticas en el comportamiento del concreto poroso para una resistencia a la compresión de

210 kg/cm² usando agregados gruesos artificial y natural. Donde realizaron 7 alternativas de diseño de mezcla, para luego elaborar testigos por cada diseño y analizar sus resultados. Llegaron a la conclusión de que el agregado natural del Huso 7 es el que alcanzó una mayor resistencia a la compresión frente al agregado artificial, mencionando también que la fibra de polipropileno mejora las propiedades del concreto permeable (resistencia a la compresión y el desgaste por abrasión e impacto), pero disminuye el contenido de vacíos y la permeabilidad.

- Cesar Flores y Ivan Pacompia en su tesis de grado (2015): "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE CON ADICIÓN DE TIRAS PLÁSTICAS PARA PAVIMENTOS $f'c=175\text{kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE PUNO", Puno. Los autores realizaron el estudio para medir el efecto de las tiras de plástico en diseños de mezcla para un pavimento 175 kg/cm², con el fin de encontrar el diseño mezcla idóneo con las tiras plásticas, llegando a la conclusión que el diseño de mezcla idóneo para la adición de tiras de plástico es que usa la granulometría normalizada con tiras de plástico de 3mmx30mm.

2.1.3. Ámbito Internacional.

- Ángela Polanco y Ángela Sánchez (2012) en su tesis de grado: "DISEÑO HIDRÁULICO DE LOSAS EN PAVIMENTO POROSO RÍGIDO COMO ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS AL DRENAJE PLUVIAL DE BOGOTÁ". El objetivo de su investigación fue plantear un método de diseño de pavimento poroso rígido para ser adaptado a su zona de estudio (parqueadero ubicado al noroccidente de Bogotá). Los resultados que obtuvieron fue la creación de una herramienta que permite simplificar el diseño de un pavimento

permeable que se puede aplicar a cualquier parte de la ciudad de Bogotá.

- Juan Flores (2010) en su tesis de Maestría: “CARACTERIZACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE USANDO EL MÓDULO DE ROTURA Y EL PORCENTAJE DE DESGASTE” México. La investigación tuvo como objetivo la caracterización del concreto poroso teniendo en cuenta requerimientos para el diseño de espesores de pavimentos más comunes a nivel mundial, usando la norma AASHTO y el PCA, donde las variables a estudiadas fueron el módulo de rotura y el desgaste. Al final de su investigación logró caracterizar el concreto permeable teniendo en cuenta parámetros mecanistas usando el método Cántabro.
- Rene Aguiluz y Marlon Guerrero (2013) en su tesis de grado: “COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADO GRUESO DE LAS CANTERAS, EL CARMEN, ARAMUACA Y LA PEDRERA, DE LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR” El Salvador. Los tesisistas realizaron su investigación en base a los agregados de las canteras El Carmen, Aramuaca y la Pedrera, cuya finalidad es la de definir qué cantera se obtenía mejores resultados en cuanto resistencia a la compresión y permeabilidad. Llegando a la conclusión que las características de la cantera la Pedrera arrojaban mejores resultados.

2.2. BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS.

Hace casi 60 años atrás se empezó a usar el término de concreto permeable.

En la década de 1960, los ingenieros se dieron cuenta de que la escorrentía de las propiedades inmobiliarias desarrolladas tenía el potencial de contaminar los suministros de agua superficial y

subterránea. Además, a medida que se desarrolla la tierra, la escorrentía deja el sitio en tasas y volúmenes más altos, lo que conduce a inundaciones aguas abajo y erosión de los bancos. El pavimento de concreto permeable reduce el impacto del desarrollo al reducir o eliminar las tasas de escorrentía de aguas pluviales y proteger los suministros de agua. (American Concrete Institute [ACI] 522R-10, 2010, p.5)

Como se menciona anteriormente ya desde los años 60 se tuvo preocupación por las aguas de escorrentía, desde entonces ya se buscaba alternativas de solución frente a ésta problemática y fue desde entonces que el concreto permeable se mostraba como una opción.

(ergo-sum, 2016, p.2) Se analiza el uso de los concretos permeables en la infraestructura para la movilidad urbana. En este sentido, se revisa el diseño convencional de pavimentos y se observa que está en una condición de divergencia: atiende a la resistencia, pero no a la preservación del agua. Este diseño introduce los aspectos básicos en la aplicación de los concretos permeables. Se concluye que para una movilidad urbana sustentable la utilización de concretos permeables debe ser una alternativa, ya que atienden requerimientos de infraestructura, manejo y preservación del recurso agua. En la prospectiva se plantean acciones para mejorar y ampliar las posibilidades de utilización de los pavimentos permeables.

2.2.1 Concreto permeable.

La definición de concreto permeable se puede resumir como un concreto que posee gran porcentaje de vacíos, el cual le concede la propiedad de ser permeable.

El término "concreto permeable" describe típicamente un material de graduación abierta casi nula que consiste en cemento Portland, agregado grueso, poco o ningún agregado fino, aditivos y agua. La combinación de estos ingredientes producirá un

material endurecido con poros conectados (Fig.1), cuyo tamaño varía de 0.08 a 0.32 pulg. (2 a 8 mm), que permite que el agua pase fácilmente. El contenido de vacío puede variar entre 15 y 35%, con resistencias a la compresión típicas de 400 a 4000 psi (2.8 a 28 MPa). La tasa de drenaje del pavimento de concreto permeable variará con el tamaño del agregado y la densidad de la mezcla, pero generalmente caerá en el rango de 2 a 18 gal./min/ft² (81 a 730 L / min / m²) o 192 a 1724 pulg./h (0.14 a 1.22 cm / s). (ACI 522R, 2010, p.4)

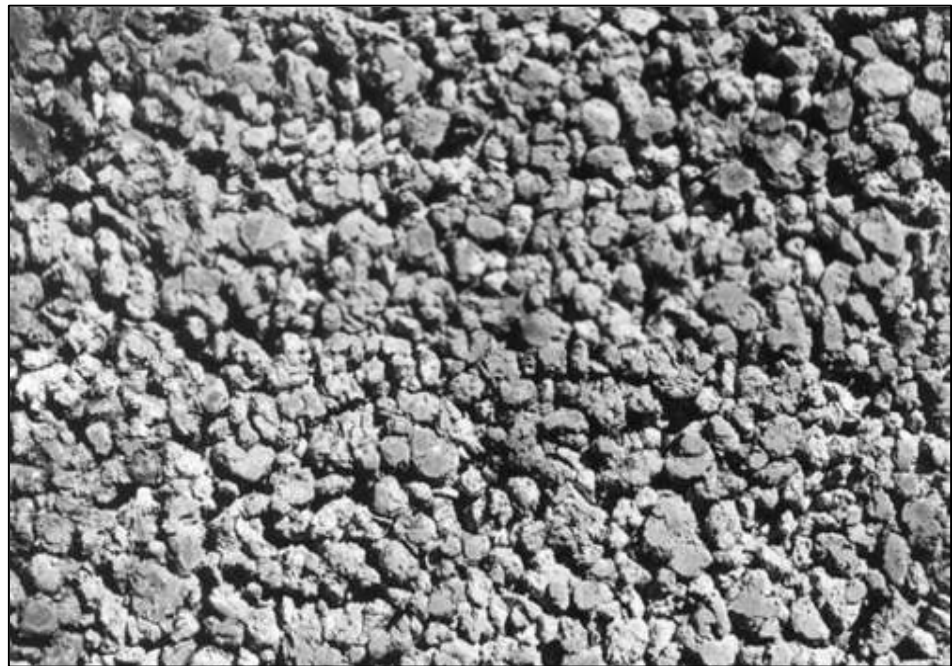


Figura 1 .Vista de la textura de un pavimento de concreto permeable.
Fuente: ACI 522R-10

A. Aplicaciones.

En el reporte 522R (2010) del ACI se menciona algunas aplicaciones:

- Generalmente en pavimentos de tránsito ligero (Ver figura 2. y Figura 3).
- Estacionamientos.
- Áreas de drenaje bajo pisos de centros comerciales.
- Capas rígidas de drenaje bajo áreas exteriores de centros comerciales.

- En los patios y jardines donde se requiera que el agua de lluvia filtre a las raíces de los árboles.
- Para paredes donde se requiera un manejo del ruido.
- Para bases de pavimentos de aeropuertos.
- Terraplenes de puentes.
- En los emboquillados de los PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales).
- Tapas de alcantarillas.
- Capas de superficie de losas deportivas.
- En paredes de pozos artesianos. (p.5)



Figura 2. Concreto permeable en pavimento de tránsito ligero.
 Fuente: CAP. IV. "CONCRETO HIDRAULICO PERMEABLE" (U.N.A.M.).

Debido a que este tipo de concreto permite que el agua pase a través de su estructura, no es recomendable el uso de acero como refuerzo, pues corre un alto riesgo de corrosión, por ello es que no alcanza resistencias muy altas, pero se puede colocar aditivos que mejoran esta propiedad. En el caso del presente estudio para mejorar la resistencia a la compresión se estudiará la incorporación de fibra de polipropileno en el concreto permeable.



Figura 3. Concreto permeable en pavimento de tránsito ligero.
Fuente: Cap. iv. "Concreto Hidráulico Permeable" (U.N.A.M.).

B. Ventajas.

El uso del concreto permeable trae consigo grandes ventajas, tanto en lo económico, estructural y ecológico, éste último es la ventaja más importante que tiene el concreto permeable. Mencionamos a continuación algunas ventajas que nos proporciona el reporte 522-R (2010) del ACI:

- Como permite el paso del agua por su estructura, no afecta el ciclo hidrológico.
- Controla la contaminación por arrastre del agua de lluvia, pues no permite que ingrese al sistema de alcantarillado.
- Filtra los contaminantes que puedan ingresar a las aguas subterráneas.
- Por tener una superficie rugosa (Fig. 1), reduce el hidroplaneo en las carreteras.
- Debido a su estructura porosa, presenta una importante reducción al llamado islas de calor, este varía de 15% a 35% si lo comparamos con un pavimento de concreto convencional.

- Evita el encharcamiento en las vías, pues hay un control de la escorrentía, así mismo se evita saturar los drenajes.
- Su uso en jardines permite que los arboles reciban aire y agua.
- Permite la reducción de las dimensiones de las obras de arte.
- Debido a su alto porcentaje de vacíos, el índice de fisuras es 25% menor que el concreto convencional (p.6).

Los pavimentos de concreto permeable podrían generar un importante beneficio a la ciudad de Pucallpa, pues permitiría que los drenajes no colapsen y así se evita una posible inundación.

B. Desventajas.

Como cualquier otro material, el concreto permeable presenta algunas desventajas, que nos proporciona el reporte 522-R (2010) del ACI:

- No se recomienda su uso en pavimentos de tránsito pesado.
- El fenómeno de la colmatación (llenado de los poros del concreto permeable por material fino) es quizá la desventaja más importante que posee este tipo de concreto si se usa en pavimentos, pues al llenarse sus poros por material fino proveniente de la intemperie, éste pierde su característica más relevante, que es su permeabilidad; por ello un mantenimiento periódico es muy importante.
- En su estado fresco, se debe tener bastante cuidado al momento de incorporar agua, pues es muy sensible a ello. (p.7)

Con lo mencionado, no se quiere desfavorecer su uso, pero el buen funcionamiento de un pavimento de concreto permeable, está relacionado con su buena construcción y mantenimiento (como cualquier otra obra).

C. Materiales del concreto permeable.

➤ Los Agregados.

El reporte 522-R (2010) del ACI nos menciona lo siguiente acerca de los agregados a utilizar en el concreto permeable:

Se recomienda usar agregados de una sola gradación o que se encuentre entre $\frac{3}{4}$ " a $\frac{3}{8}$ ", en la experiencia se ha usado tanto agregados redondeados o triturados. Se debe cumplir con los requisitos de la norma ASTM D448 y C33. En este tipo de concreto no se recomienda el uso de agregados finos, pues comprometería negativamente la porosidad del concreto; pero si la mezcla lo requiere se puede incorporar un pequeño porcentaje de agregado fino. (p.8)

De lo mencionado para ésta tesis se vió favorable usar agregados de una gradación uniforme para obtener un mejor porcentaje de vacios, en este caso se usará agregados triturados de $\frac{3}{4}$ " provenientes de la cantera del río Aguaytía. A todo agregado que se usa para concretos es necesario realizar pruebas de laboratorio para constatar sus propiedades físicas y mecánicas, a continuación se muestra los ensayos realizados:

Tabla 2. Propiedades físicas de los agregados.

ENSAYO	NORMA
Análisis Granulométrico por Tamizado	MTC – E – 107
Análisis de Peso Unitario Suelto y Compactado	MTC – E – 116
Análisis de Gravedad Específica y Absorción de los Agregados	MTC – E – 113
Análisis de Ensayo y Humedad	MTC – E – 108

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

➤ **Materiales cementantes.**

“Cemento Portland conforme a ASTM C150 / C150M, C595 / C595M, o C1157 / C1157M se utiliza como el aglutinante principal”. (ACI 522R, 2010, p.8)

Como lo menciona el reporte del ACI, se puede usar cualquier tipo de cemento, siempre y cuando cumpla con las normas ya mencionadas, en la ciudad de Pucallpa existen varias marcas y tipos de cemento, de los cuales para éste proyecto se eligió la marca Andino del Tipo I.

Para el concreto permeable, se recomienda usar una cantidad de cemento que varía de 270 kg/m³ a 415 kg/m², pues en este intervalo se logra cumplir con requisitos de permeabilidad y resistencia para este tipo de concreto. (Tennis et al., 2004)

➤ **Agua.**

El reporte 522-R (2010) del ACI nos menciona lo siguiente acerca de del agua a utilizar en el concreto permeable. La norma que rige la calidad del agua para un concreto convencional (ASTM C109), es el mismo que se aplica para un concreto permeable, la proporción agua/cemento son bajas, encontrándose en el rango de 0.26 a 0.40, puesto que una cantidad excesiva de agua, escurrirá la pasta hacia los poros, sellándolos, ocasionando una disminución de la permeabilidad; por ello la dosificación del agua debe ser controlada al momento de preparar la mezcla. (p.8)

De lo mencionado, no se debe ignorar el control del agua al momento de la preparación de la mezcla, puesto que es un material muy importante para el diseño de mezcla de un concreto permeable.

➤ **Aditivos.**

“Para el concreto permeable es muy común el uso de aditivos reductores de agua y dependen mucho de la relación agua – cemento, y deben cumplir con la norma ASTM C494”. (ACI 522R, 2010, p.9)

Para ésta investigación no se presenta incluir ningún tipo de aditivo reductor de agua.

D. Propiedades del concreto permeable.

“Las diversas propiedades del concreto permeable dependen principalmente de su porosidad (Porcentaje de vacíos); que a su vez depende del contenido de cemento, el nivel de compactación, la relación agua cemento (a/c), la gradación y calidad del agregado”. (ACI 522R, 2010, p.9)

El concreto permeable al momento de realizar el ensayo del cono de Abrams normalmente presenta un asentamiento de 0 a 1 centímetros, por ello es que se le conoce como el concreto de cero slump.

Otra propiedad que presenta este tipo de concreto es que es más ligero que un concreto convencional, obteniendo un peso unitario bajo, haciéndolo un concreto de baja densidad; por ello es que su resistencia a la compresión es baja si lo comparamos con un concreto convencional; otras investigaciones presentaron alternativas de solución para éste problema, una de ellas recomienda el uso de fibras plásticas, pues permite mejorar las propiedades mecánicas del concreto permeable, como es su resistencia a la compresión.

A continuación se presentan las propiedades más relevantes que presenta un concreto permeable:

➤ **Resistencia a la compresión.**

“La resistencia a la compresión del concreto permeable se ve fuertemente afectado por la proporción de la mezcla y el esfuerzo a la compactación durante la colocación”. (ACI 522R, 2010, p.10)

Como se mencionó anteriormente, la resistencia a la compresión se ve afectado por el contenido de vacios que contenga el diseño de mezcla, esto lo demostró Meininger (1988) en el reporte 522R-10 del ACI al realizar pruebas de laboratorio, donde utilizó dos tamaños de agregados y varió el contenido de vacios mediante su compactación, los resultados de su investigación se muestra en la Figura 4.

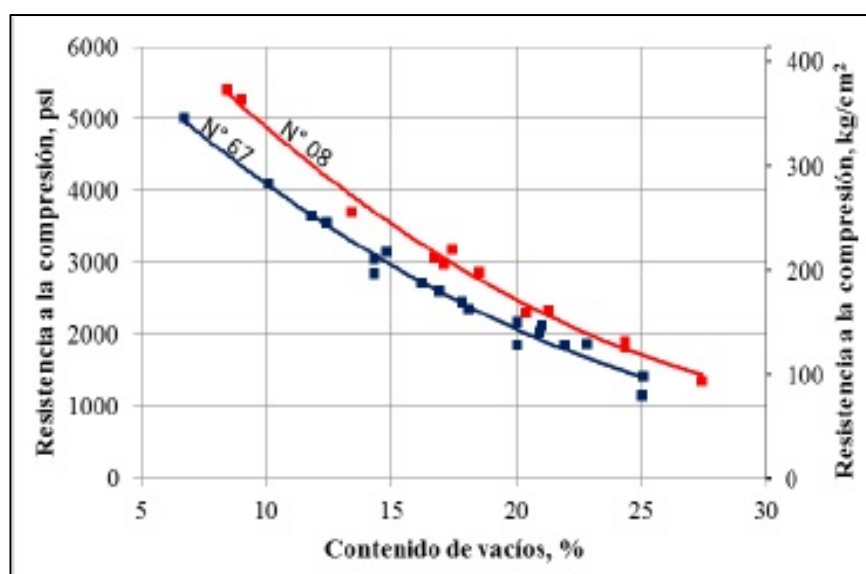


Figura 4. Relación entre el contenido de vacios y la resistencia a la compresión para concreto permeable (1 psi=0.006895 MPa). Fuente: ACI 522R-10 (Adaptado por Quispe y Pacompia, 2015).

Del gráfico se observa claramente que la resistencia a la compresión disminuye proporcionalmente con el aumento del contenido de vacios, ésta gráfica ha sido adaptada de la figura original por los Ing. Quispe y Pacompia (2015).

“Resistencias a la compresión relativamente altas del concreto permeable son posibles con relaciones de agua –

cemento (a/c) aproximadas de 0.40, y con gradaciones de agregado grueso de menor tamaño entre el huso N°67 y N°8". (ACI 522R, 2010, p.10)

➤ **Resistencia a la flexión.**

Para un pavimento, la resistencia a la flexión es tan importante como la resistencia a la compresión, y en éste caso el concreto permeable presenta una mayor resistencia a la flexión que un concreto convencional, esto debido a que los esfuerzos transmitidos al terreno por un pavimento poroso se dan de manera aleatoria.

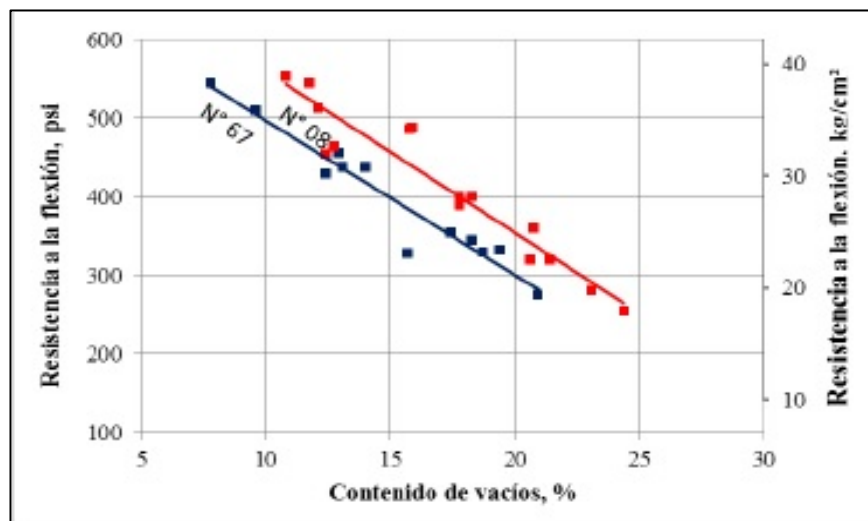


Figura 5. Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la flexión del concreto permeable (1 psi=0.006895 MPa). Fuente: ACI 522R-10 (Adaptado por Quispe y Pacompia, 2015).

Del gráfico se observa que la resistencia a la flexión disminuye proporcionalmente con el aumento del contenido de vacíos, ésta gráfica ha sido adaptada de la figura original por los Ing. Quispe y Pacompia (2015).

El gráfico representa los ensayos realizados por Meininger (1988), los mismos que se lo hizo para la resistencia a la compresión, dando como resultado otra Figura 6 donde nos muestra la relación que existe entre ambas resistencias.

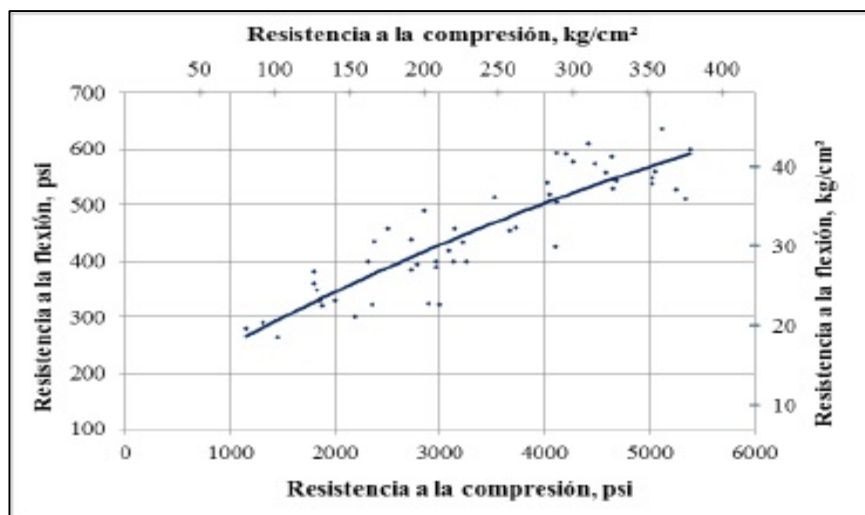


Figura 6. Relación entre la resistencia a la flexión y resistencia a la compresión del concreto permeable (1 psi=0.006895 MPa). Fuente: ACI 522R-10 (Adaptado por Quispe y Pacompia, 2015).

De la figura mostrada se llega a las siguiente conclusión: para la resistencia a la flexión se tiene que se puede obtener valores de 10.5 a 40 kg/cm²; donde los factores que lo afectan serían el contenido de vacíos, la relación agregado/cemento y claro que el grado de compactación que se le pueda aplicar a la muestra.

➤ **Contenido de vacíos o porosidad.**

“Para generar poros de mayor tamaño en el concreto permeable, se recomienda agregados de tamaños grandes, de esta manera se puede reducir la posibilidad de obstrucción de poros”. (ACI 522R, 2010, p.11)

Para esta investigación se vió favorable el uso de agregados uniformes de tamaño ½”, para obtener poros de gran tamaño. Neithlant (2004) nos menciona que si se da el caso de usar gradaciones no uniformes de agregados gruesos, recomienda que la relación del agregado más grande/ agregado más pequeño no sea mayor que 2.5; puesto que si no se cumple esta relación los agregados pequeños ocuparán los poros del concreto permeable, y de esta manera se reduciría la permeabilidad.

➤ **Permeabilidad – tasa de filtración o percolación.**

“La tasa de infiltración está directamente relacionada con la porosidad (contenido de vacíos)”. (ACI 522R, 2010, p.12)

La permeabilidad es la propiedad más relevante de un concreto poroso o permeable, pues de ello depende su capacidad de infiltrar agua a través de él, además que en el reporte del ACI nos menciona que Meininger a través de pruebas de laboratorio se necesita un mínimo de 15% de vacíos, dichas pruebas se ven reflejado en la Figura 7.

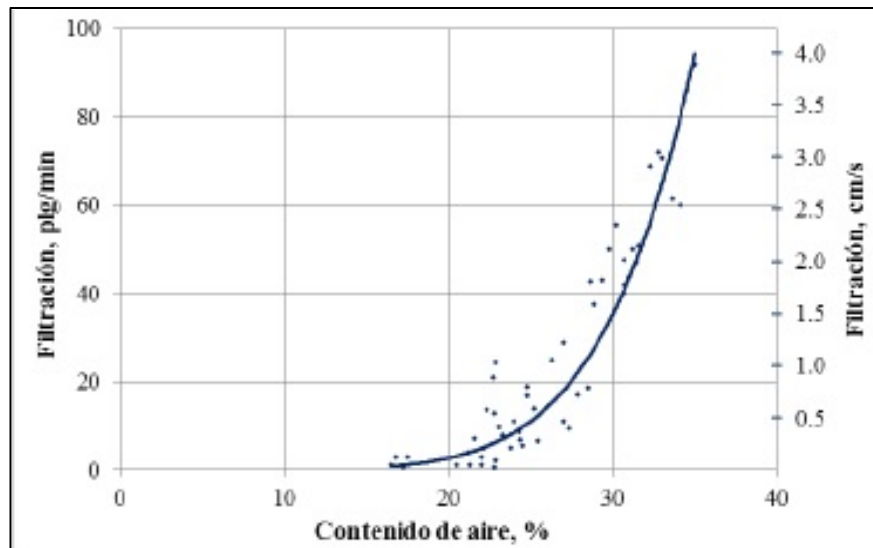


Figura 7. Relación entre el contenido de aire y la tasa de filtración del concreto permeable (1 psi=0.006895 MPa). Fuente: ACI 522R-10 (Adaptado por Quispe y Pacompia, 2015).

Pero existe un inconveniente en relación al contenido de vacíos en concretos permeable, y es que porcentajes elevados de éste hacen disminuir notablemente la resistencia a la compresión, por ello en el diseño se debe lograr un equilibrio entre ambos, que sean aceptables.

Para medir la tasa de filtración de un concreto permeable, el ACI 522R-10 recomienda el uso de un permeámetro de caída simple, tal como se muestra en la Figura 8.

Para éste ensayo la muestra se debe encerrar en una membrana de látex para evitar que el agua fluya a lo largo de los lados de dicha muestra; se agrega agua al cilindro graduado para llenar los vacíos de la muestra y la tubería de drenaje. La muestra se pre acondiciona permitiendo que el agua drene a través de la tubería hasta que el nivel en el cilindro graduado sea el mismo que la parte superior de la tubería de drenaje.

Esto minimiza cualquier bolsa de aire en la muestra y asegura que el espécimen esté completamente saturado. Con la válvula cerrada, el cilindro graduado se llena de agua, abrimos la válvula y medimos el tiempo “t” requerido para que el agua caiga desde una altura inicial “h1” a una altura final “h2”. (ACI 522R, 2010, p.13)

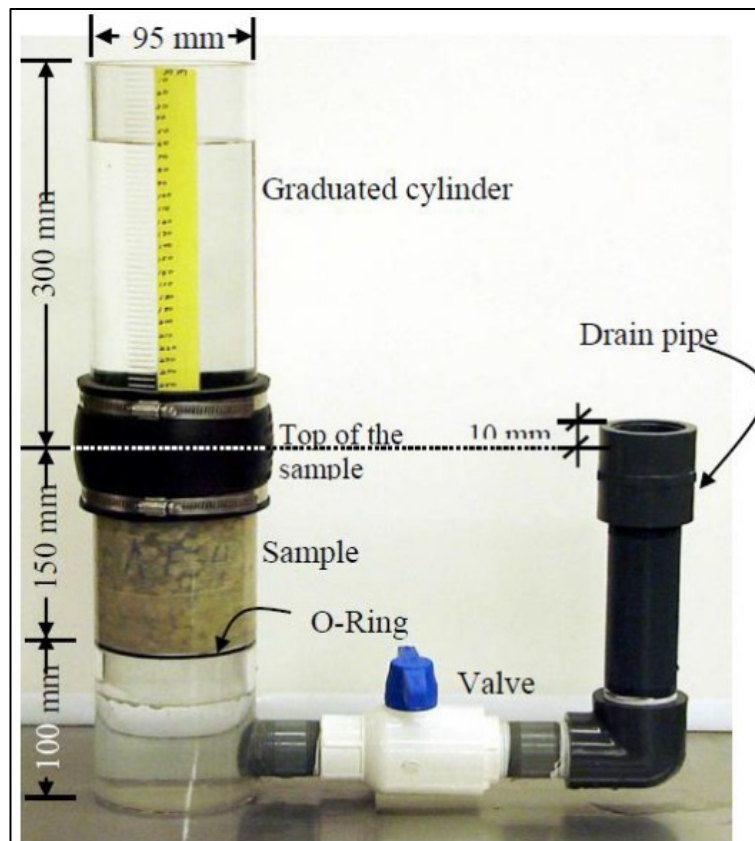


Figura 8. Permeámetro de caída simple.
Fuente: ACI 522R-10 (Neithalath et al, 2003).

Con este ensayo podemos fácilmente calcular la tasa de infiltración del concreto permeable.

➤ **Durabilidad.**

El tema de la durabilidad para un concreto permeable ha sido estudiado principalmente bajo condiciones de congelación y descongelación, arrojando resultados negativos (presentado falla a partir de 100 ciclos), pero se podría disipar si en su diseño de mezcla se agrega una pequeña cantidad de agregado fino y fibras sintéticas. (ACI 522R-10, 2010)

➤ **Dureza.**

El uso de fibras sintéticas aumentan la tenacidad del concreto permeable; pruebas de laboratorio demuestran que fibras de 40 a 50 mm de longitud fueron los más efectivos para impartir tenacidad al concreto. (ACI 522R-10, 2010)

➤ **Absorción acústica.**

el concreto permeable es muy efectivo en la absorción acústica, debido a su estructura porosa permite la reducción de ruido producido por la interacción neumático y pavimento, pues los poros absorben el sonido a través de la fricción interna entre las paredes de los poros y las moléculas de aire en movimiento. (ACI 522R-10, 2010)

➤ **Resistencia a la abrasión.**

Como todo pavimento que está expuesto a la abrasión, el concreto permeable si no está debidamente compactado y curado sufrirá un desprendimiento del agregado de su superficie, pero con el pasar de los días, dicho desprendimiento disminuirá y su superficie será mucho más estable. (Pérez, 2009)

2.2.2. Fibras de polipropileno.

Las fibras sintéticas se fabrican de materiales tales como acrílico, carbón, nylon, polietileno, poliéster y polipropileno. Dichas fibras se caracterizan por tener elevada resistencia a la tensión, que a su vez se clasifican en alto o bajo módulo de elasticidad. Las principales ventajas de la incorporación de fibras sintéticas en el concreto son, un incremento de la tenacidad y de la resistencia al impacto en su estado endurecido. Además controla la aparición de fisuras durante la vida útil de la estructura y brinda mayor resistencia a la fatiga. (Aire y Dávila, 2011)

El concreto con fibras se ha empleado en la construcción de pisos industriales de alto desempeño, pavimentos, cubiertas para puentes, concretos lanzados, pavimentos, entre otras.

En la práctica actual de la construcción a la matriz del concreto se añaden fibras discontinuas en volúmenes relativamente bajos, que varía entre 0.1 y 0.7%. (Aire y Dávila, 2011)

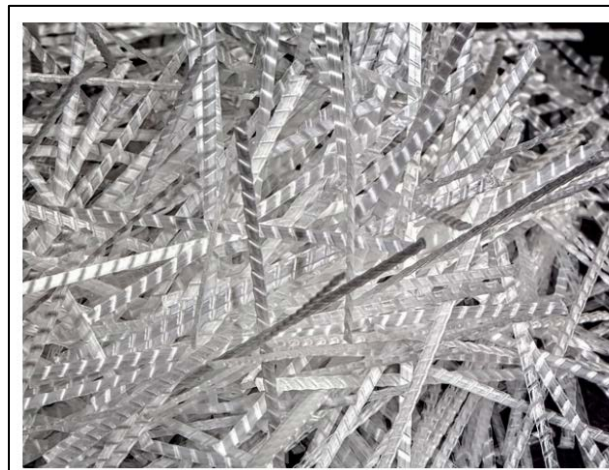


Figura 9. Textura de las fibras de polipropileno.
Fuente: Sika Perú.

Tabla 3. Especificaciones de las fibras de polipropileno.

Descripción	Valor	Unidad
Densidad real aproximada	1.17	kg/lt
Módulo de elasticidad	15000	kg/cm ²
Alargamiento de rotura	20 - 30	%
Resistencia a la tracción	300 - 350	kg/cm ²

Fuente: Especificaciones de fibras de polipropileno SIKAFIBER PE.

2.2.3. Pavimentos permeables.

Como se mencionó anteriormente los denominados pavimentos permeables se encuentran dentro de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), lo cual está definido como una capa de rodadura que permite la filtración de agua a través de su estructura porosa hasta una capa de grava subyacente, lo cual permite el almacenaje del agua antes de infiltración al suelo natural (si la calidad del suelo lo permite), también se puede evacuar a un sistema de drenaje. (Quispe y Pacompia, 2015)

A. Clasificación.

Existen diferentes tipos de pavimentos permeables, pero la clasificación que proporciona Schueler y Woods – Ballard, se basa por el destino final de las aguas filtradas:

➤ Sistema de infiltración total.

Si la capacidad de percolación o infiltración del terreno o suelo es alta, se diseñan pavimentos permeables para que la escorrentía se filtre hacia el suelo en su totalidad. De esta manera el pavimento provee el control de la máxima intensidad de lluvia ya sea de menor o igual a éste. En la Figura 10 se puede apreciar una sección de este tipo de pavimento permeable:

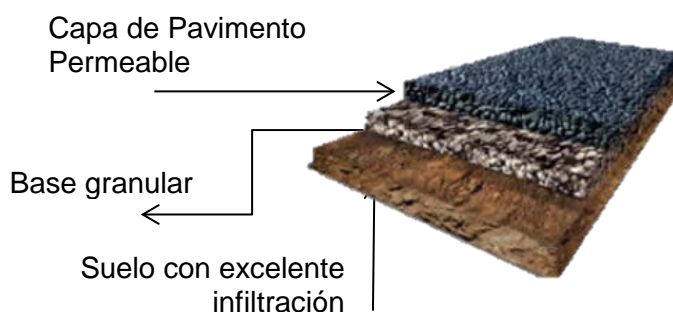


Figura 10. Pavimento permeable con sistema de infiltración total.
Fuente: Schueler Woods - Ballard, 2007.

➤ **Sistema de infiltración parcial con drenaje longitudinal.**

Si la capacidad de percolación o infiltración del terreno o suelo es limitada o baja, al pavimento permeable se le agrega drenes en forma longitudinal, que evacuarán y dirigirán el exceso de escorrentía hacia un sistema de drenaje convencional. En la Figura 11 se puede apreciar una sección de este tipo de pavimento permeable:

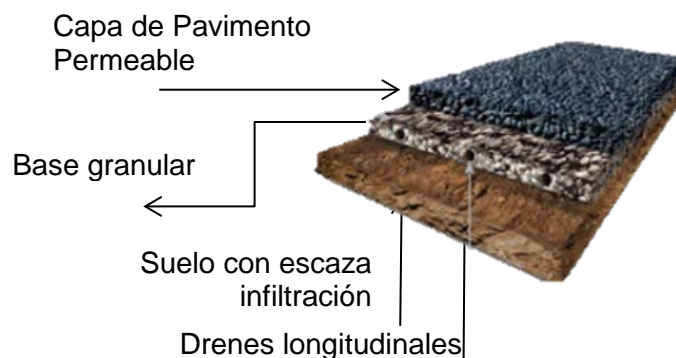


Figura 11. Pavimento permeable con sistema de infiltración parcial con drenaje longitudinal.

Fuente: Schueler Woods - Ballard, 2007.

➤ **Sistema de infiltración nula.**

Si la capacidad de percolación o infiltración del terreno o suelo es nula, el sistema necesariamente debe de contar con drenes longitudinales, que permitan evacuar el agua a un sistema de drenaje convencional; además debe contener por debajo de la capa de grava, geomembrana impermeable.

Su uso se dá principalmente en terrenos o suelos con muy baja permeabilidad (el caso de suelos arcillosos), o en otros casos, cuando se requiera reutilizar el agua de lluvia.

En la Figura 12 se puede apreciar una sección de este tipo de pavimento permeable:

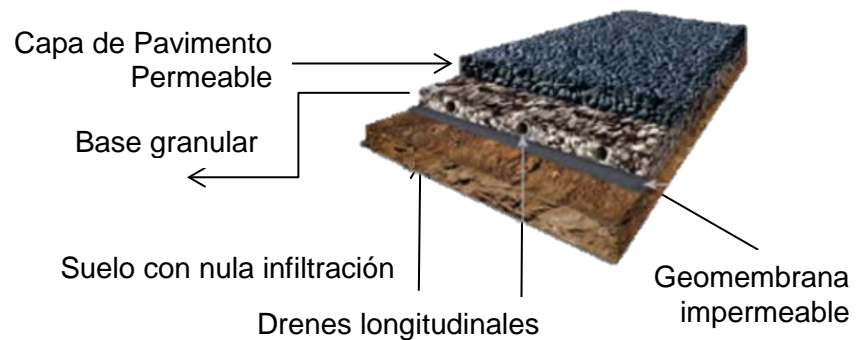


Figura 12. Pavimento permeable con sistema de infiltración nula
Fuente: Schueler Woods - Ballard, 2007.

2.2.4. Análisis hidrológico – hidráulico en pavimentos permeables.

Para el diseño de un pavimento permeable, desde un punto de vista hidrológico se realiza con parámetros cuantitativos de los fenómenos hídricos, éstos son captados mediante diversos dispositivos de monitoreo.

La precipitación, escorrentía superficial, infiltración y evaporación; son los fenómenos naturales los cuales se toman en consideración para el análisis de un pavimento permeable. (Albuquerque, 2005)

García et al. (2011) nos menciona que en el diseño hidrológico e hidráulico del pavimento permeable se debe tener en cuenta cuatro aspectos esenciales:

- Características de percolación del pavimento.
- Volumen de almacenamiento de la sub-base.
- Necesidad de contar con un drenaje longitudinal.
- Evaluación del pavimento frente a eventos de precipitación extrema.

También nos menciona que la capacidad de infiltración del pavimento permeable no limita su diseño, pues al menos éste valor es mayor a las máximas intensidades de lluvia de diseño.

Pero debido a la colmatación su capacidad de infiltrar agua se reduce, pero eventualmente se estabiliza con el pasar del tiempo; por ello recomienda castigar con un factor de 10 al valor de la infiltración del concreto permeable en su diseño.

Cabe indicar que los estudios hidrológicos son fundamentales para un correcto dimensionamiento de pavimentos permeables, se usa para determinar el volumen de almacenamiento en éste; y un adecuado diseño de mezcla del concreto permeable, que nos permitirá conocer el contenido de vacíos en el diseño de mezcla.

➤ **Periodo de Retorno.**

“Es el intervalo de ocurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada”. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006, p.58)

Para sistemas de drenaje menores se debe considerar un periodo de retorno de 2 a 10 años. (RNE, 2006)

De lo mencionado, para ésta investigación se considera un periodo de retorno de 10 años para la determinación de la Intensidad máxima del evento de diseño.

Cabe mencionar que en la región selva existe ocurrencias de precipitaciones que superan fácilmente los 200mm, eventos que se repiten en promedio cada 5 a 10 años, por lo que la elección de un periodo de retorno de 10 años para el cálculo de la intensidad máxima de lluvia es bastante cercano a lo que sucede realmente.

➤ **Análisis de la precipitación máxima en 24 horas.**

Según Interpave (2008) al periodo de retorno se le adicionan la intensidad de lluvia y duración, esto permite seleccionar de la

mejor manera la precipitación de diseño. Este análisis se realiza para comparar la intensidad máxima de lluvia que se pueda producir en la región con la percolación de nuestro concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ y así determinar si el diseño cumple con drenar una tormenta. A continuación se realizará el análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas en 24 horas, utilizando información disponible de precipitación máxima en 24 horas correspondientes al periodo 1984 a 2017, proporcionado por la Estación Climatológica Principal Convenio UNU - Senamhi, tal como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Precipitación máxima en 24 horas (mm).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX.
1984	-	28.5	-	19.5	8.0	39.5	15.5	10.0	29.6	246.3	38.6	26.3	246.3
1985	31.5	30.6	26.0	10.2	15.1	25.0	92.0	17.2	19.9	78.2	76.9	54.9	92.0
1986	13.6	116.3	138.5	79.0	35.0	27.3	3.2	33.0	30.5	77.0	148.6	22.9	148.6
1987	25.3	42.0	19.2	106.4	13.7	56.0	48.0	50.2	12.2	37.9	43.1	20.5	106.4
1988	10.7	49.6	83.8	21.9	20.6	33.3	11.1	9.2	17.2	39.0	87.9	49.2	87.9
1989	91.1	67.1	55.0	47.6	30.2	59.6	21.8	22.9	16.4	42.8	34.8	17.0	91.1
1990	32.9	40.0	40.0	74.0	23.4	49.0	17.0	66.8	25.0	29.0	100.6	79.5	100.6
1991	20.2	68.2	84.2	32.0	48.0	5.8	55.0	15.2	25.0	16.4	83.2	43.3	84.2
1992	30.0	29.0	50.4	30.8	13.0	8.0	55.7	31.4	44.2	70.5	74.5	102.4	102.4
1993	74.6	66.2	58.3	92.0	33.7	14.4	57.4	121.0	81.8	36.1	75.6	49.0	121.0
1994	140.0	23.1	47.3	56.9	40.3	39.6	6.5	0.0	19.0	80.9	82.0	83.3	140.0
1995	18.3	40.1	47.0	80.3	49.1	54.4	42.3	28.3	28.7	74.0	53.0	93.0	93.0
1996	83.6	127.6	118.4	61.8	56.4	53.6	16.0	30.9	37.5	37.3	64.7	48.3	127.6
1997	83.3	112.8	134.9	55.6	25.5	41.0	21.0	34.0	50.9	11.3	75.0	20.0	134.9
1998	9.2	58.0	75.2	103.4	51.6	28.0	10.5	12.0	35.7	56.0	55.3	50.4	103.4
1999	113.2	165.0	100.2	63.5	120.2	25.4	10.3	25.6	69.2	21.0	57.0	105.7	165.0
2000	22.4	78.9	62.5	121.2	39.0	25.4	32.0	17.2	28.8	39.7	63.5	53.7	121.2
2001	80.3	78.6	19.2	71.0	26.4	50.2	35.7	4.5	57.0	40.0	100.5	-	100.5
2003	32.5	56.1	63.0	166.9	61.7	126.0	8.9	36.5	73.8	27.8	16.0	72.9	166.9
2004	69.0	50.0	55.5	96.7	31.0	25.8	42.3	29.2	95.3	68.2	48.8	96.2	96.7
2005	39.8	37.7	60.2	83.5	10.6	30.4	4.2	21.0	20.4	50.2	45.3	106.5	106.5
2006	38.3	144.0	36.1	86.7	11.0	16.7	24.2	41.6	24.0	32.5	71.6	39.1	144.0
2007	33.0	36.1	33.7	23.8	66.5	4.7	10.7	35.2	36.7	57.5	60.1	64.5	66.5
2008	128.7	46.0	37.4	90.8	72.6	95.8	36.4	17.0	100.5	52.4	87.8	27.1	128.7
2009	160.3	41.0	45.3	75.0	93.6	19.4	11.5	12.0	17.8	43.4	50.5	47.6	160.3
2010	45.0	47.7	119.0	47.5	84.0	6.0	19.0	29.3	36.5	25.6	74.6	49.9	119.0
2011	56.2	53.3	71.1	35.2	45.2	41.3	31.7	23.4	47.6	93.1	42.0	82.5	93.1
2012	42.1	72.7	53.5	21.7	17.7	17.2	27.0	10.6	20.2	33.0	41.8	70.3	72.7
2013	55.0	145.5	57.8	49.2	21.7	17.5	49.5	36.5	82.0	54.0	63.0	30.4	145.5
2014	51.5	37.4	50.2	90.8	25.0	92.0	24.1	36.0	2.0	48.5	117.7	79.8	117.7
2015	31.7	44.3	53.3	87.9	41.7	17.1	28.0	14.8	48.2	47.3	112.9	38.5	112.9
2016	39.7	69.6	44.5	31.4	21.3	10.3	17.7	65.2	47.1	47.5	49.3	52.4	69.6
2017	202.8	81.0	109.4	21.4	97.0	22.8	17.0	11.6	7.9	57.6	45.5	92.0	202.8

Fuente: Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Mayo del 2018.

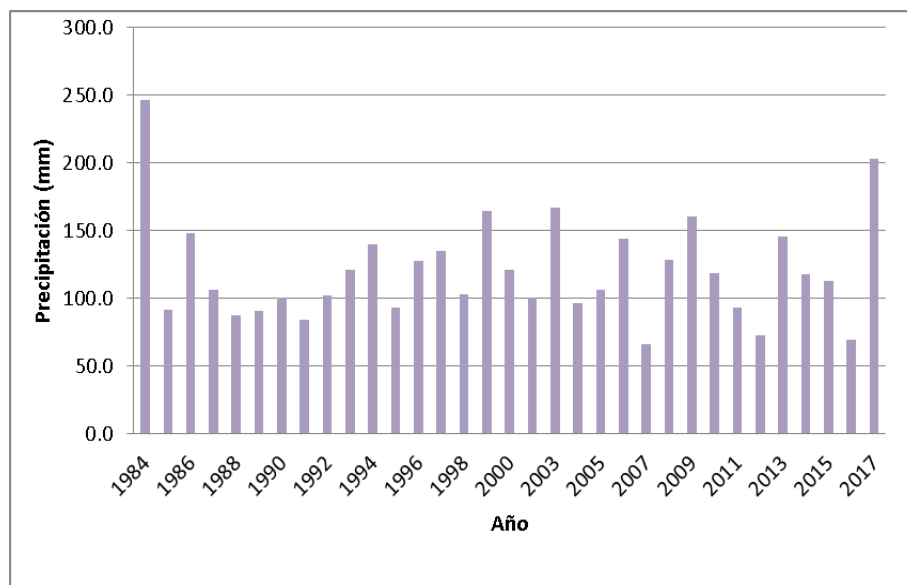


Figura 13. Precipitación máxima en 24 horas.
Fuente: Elaborado por los tesisistas.

En la Tabla 5 se muestra el resumen de la Tabla 4, mostrando los valores máximos anuales de las precipitaciones en 24 horas:

Tabla 5. Precipitación máxima en 24 horas, valores Máximos Anuales.

N°	AÑO	P.MAX (mm)	N°	AÑO	P.MAX (mm)
1	1984	246.3	18	2001	100.5
2	1985	92.0	19	2003	166.9
3	1986	148.6	20	2004	96.7
4	1987	106.4	21	2005	106.5
5	1988	87.9	22	2006	144.0
6	1989	91.1	23	2007	66.5
7	1990	100.6	24	2008	128.7
8	1991	84.2	25	2009	160.3
9	1992	102.4	26	2010	119.0
10	1993	121.0	27	2011	93.1
11	1994	140.0	28	2012	72.7
12	1995	93.0	29	2013	145.5
13	1996	127.6	30	2014	117.7
14	1997	134.9	31	2015	112.9
15	1998	103.4	32	2016	69.6
16	1999	165.0	33	2017	202.8
17	2000	121.2			

Fuente: Elaboración propia.

Estos datos fueron ajustadas a tres distribuciones probabilísticas, las cuales son: Gumbel, Pearson Tipo III y Nash que son las más usadas en estudios hidrológicos. A

continuación se muestra las distribuciones mencionadas en la siguiente tabla:

Tabla 6. Distribución Gumbel, Pearson Tipo III y Nash.

T (años)	Gumbel	Pearson Tipo III	Nash	Probabilidad
	Precipitación (mm)			%
2	113.68	112.12	114.59	50
5	157.03	151.61	151.99	20
10	185.74	177.80	176.75	10
25	222.00	210.86	208.04	4
50	248.91	237.48	231.25	2
100	275.61	255.51	254.29	1
200	302.22	279.13	277.24	0.5

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

De la Tabla 6 se muestra que la distribución Gumbel presenta el mayor valor, por ello se consideró la proyección en base a dicha distribución, se llega a la conclusión que mediante la distribución Gumbel para un “T=10 años” el resultado es 185.74 mm. el cual se usará para el diseño.

➤ **Intensidad máxima de lluvia de diseño.**

Las duraciones de las tormentas varían desde unos minutos, unas cuantas horas, o algunos casos días, por ello es importante conocer la intensidad de lluvia en un periodo de tiempo determinado, lo cual es un dato importante en el diseño de un concreto permeable, a continuación se describe el procedimiento para el cálculo de la intensidad máxima de lluvia.

Para el cálculo de la intensidad máxima se usará los datos obtenidos de la Tabla 4, por lo cual se aplicará el modelo matemático de Dick y Peschke, que se describe a continuación:

$$P_d = P_{24h} \cdot \left(\frac{d}{1440}\right)^{0.25}$$

Dónde:

P_d : Valor total de la precipitación expresada en milímetros (mm.).

P_{24h} : Valor máximo de la precipitación en un periodo de 24 horas expresado en (mm.).

d : Valor de la duración de la tormenta expresado en minutos (min.).

Con el valor de P_d determinado podemos calcular el valor de la Intensidad máxima de lluvia, con la siguiente expresión:

$$I = \frac{P_d}{d}$$

Dónde:

I : Valor de la intensidad de la lluvia (mm/h).

P_d : Valor máximo de la precipitación en un periodo de 24 horas expresado en (mm.).

d : Valor de la duración de la tormenta expresado en horas (hor.).

La duración escogida es de 60 minutos, valor que se usará en el diseño de mezcla del concreto permeable con incorporación de fibras de polipropileno:

$$P_d = 185.74 \cdot \left(\frac{60}{1440}\right)^{0.25} = 83.92 \text{ mm}$$

$$I = \frac{185.74}{d} = \frac{83.92}{1} = 83.92 \text{ mm/h}$$

Se tiene que el valor de la Intensidad Máxima de Lluvia calculada mediante las ecuaciones de Dick y Perchke es **83.92 mm/h**, pero como ya se mencionó anteriormente éste valor debe ser afectado mediante el factor de colmatación, por lo cual el valor de la Intensidad Máxima de Lluvia de diseño es $839.16 \text{ mm/h} \approx 1.40 \text{ cm/s}$.

2.2.5. Procedimiento para el diseño de mezcla.

A continuación se describen los pasos a seguir para el diseño de mezcla del concreto permeable con incorporación de fibras de polipropileno, pero antes cabe señalar que la relación agregado – cemento (Ag/C) y agua – cemento (a/c) son las variables que más relevancia tienen en el diseño. Con respecto a la relación Agua – Cemento (a/c); de toda la bibliografía consultada, varios autores como, Córdova (2016) y Agar – Ozbek (2013) recomiendan elegir una relación agua - cemento de 0.30, con lo cual según sus experiencias dan mejores resultados en la resistencia a la compresión y a su trabajabilidad.

Además que el reporte del ACI 522R (2010) nos presenta rangos de proporciones de materiales para un concreto permeable típico, la cual se muestra en la Tabla 7:

Tabla 7. Rangos o intervalos de las proporciones de materiales para un concreto permeable.

PARÁMETROS	RANGO	UNIDAD
Cemento	270 – 415	Kg/m ³
Agregado	1,190 – 1,480	Kg/m ³
Relación agua – cemento (A/C)	0.26 – 0.45	---
Relación agregado – cemento (Ag/C)	4:1 – 4.5:1	---
Relación A. fino – A. grueso	0 – 1:1	---

Fuente: Reporte 522R (2010) del ACI, Adaptado por Iván Quispe (2017).

La Tabla 7 nos muestra los rangos de los materiales para un concreto permeable, datos para lo cual para el diseño de mezcla de esta investigación será muy relevante.

A continuación se muestra el procedimiento por el cual se realiza el diseño de mezcla de un concreto permeable, según guía del Reporte 522R (2010) de ACI:

a) Determinar la infiltración, este dato se obtiene mediante un estudio hidrológico del lugar. Por lo cual se calcula la intensidad máxima de lluvia. (Ver ítem 2.2.4)

b) Determinar el porcentaje de vacíos; para determinar este valor se requiere consultar la Figura 7, donde se relaciona el contenido o porcentaje de aire y la tasa de infiltración que se requiere.

c) Determinar el valor referencial de la resistencia a la compresión; para obtener este dato se requiere consultar la Figura 4, donde se relaciona el contenido de vacíos con la resistencia a la compresión a los 28 días, lo cual nos proporciona un valor referencial.

d) Determinar el porcentaje del contenido de pasta; para obtener este dato se requiere consultar la Figura 14, donde se relaciona el contenido de vacíos con el contenido de pasta, para dos tipos de compactación, tal como se muestra.

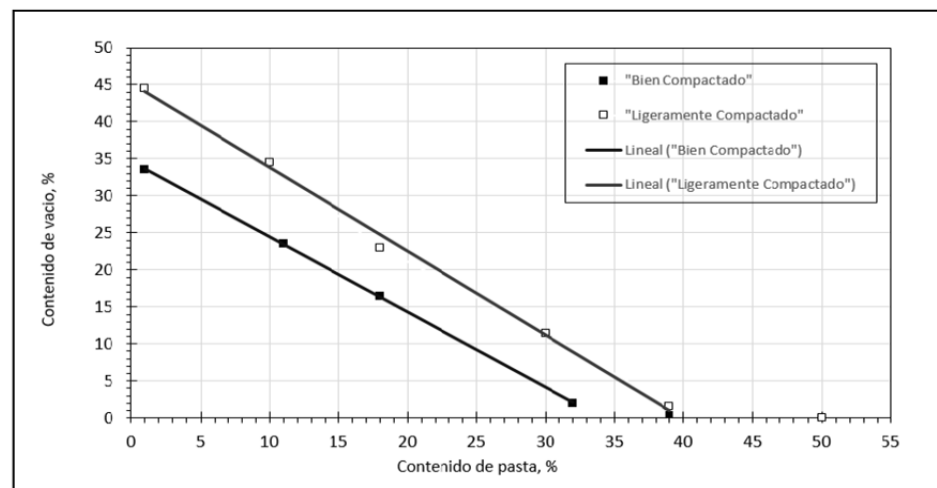


Figura 14. Relación entre el porcentaje de vacíos con el contenido de pasta. Fuente: ACI 522R-10 (Adaptado por Quispe, 2017).

Podemos observar que a mayor compactación el contenido de pasta disminuye, caso contrario cuando nivel de compactación es ligero.

e) Determinar la relación agua – cemento (a/c); ésta variable como ya se mencionó anteriormente es una de las más relevantes debido a que una relación a/c alta generará un obstrucción de los poros del concreto permeable y con esto se perdería la permeabilidad del concreto permeable, propiedad característica

de este material, por el otro lado una relación a/c baja conllevaría a una mezcla seca y sería poco trabajable; por ello debe haber un equilibrio en la elección de la relación agua – cemento.

f) Determinar el contenido de cemento y agua; para la obtención de estos datos se recurre a la siguiente ecuación:

$$V_p = V_c + V_a \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$V_c = \frac{c}{P.E.c} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$V_a = \frac{a}{P.E.a} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$a = a/c * c \quad \dots\dots\dots(4)$$

Dónde:

- Vp : Valor de la pasta en volumen.
- Vc : Valor del cemento en volumen.
- Va : Valor del agua en volumen.
- c : Por cada m³ de mezcla, expresa valor del peso del cemento.
- a : Por cada m³ de mezcla, expresa valor del peso del agua.
- P.E.c : Valor del cemento en peso específico.
- P.E.a : Valor del agua en peso específico.

g) Determinar el volumen absoluto de la pasta; este valor se obtiene de la suma de los componentes ya calculados en los pasos anteriores.

h) Determinar el contenido de agregado; se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$V_a = 1 - V_p \quad \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

Va : Volumen absoluto del agregado.

Vp : Volumen absoluto de la pasta.

i) Corrección del Volumen de agregado grueso por la incorporación de agregado fino; el ACI en su Reporte 522R (2010), menciona que si en el diseño de mezcla se incluye agregado fino, el volumen de pasta se reduce en 2% por cada 10% de agregado fino si está bien compactado, en el otro caso se reduce 1% por cada 10% de agregado fino si el compactado es ligero, estas correcciones se realizan para no alterar el contenido de vacíos en el diseño.

j) Corrección por humedad y absorción; ésta corrección es muy importante, “por lo cual si el contenido de agua es mayor que la absorción disminuirá la cantidad de agua en el diseño de mezcla por humedad, por lo contrario se aumenta en contenido de agua en el diseño de mezcla”. (Quispe, 2017, p28)

k) Después de haber realizado la corrección por humedad y absorción se obtiene las proporciones de los materiales.

2.2.6. Dimensionamiento de cunetas.

“Las cunetas son zanjas longitudinales revestidas o sin revestir abiertas en el terreno, ubicadas a ambos lados o a un solo lado de la carretera, con el objeto de captar, conducir y evacuar adecuadamente los flujos del agua superficial”. (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, pág.173)

Como nos menciona el manual del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) para el diseño de cunetas, se tiene diferentes secciones como: triangular, trapezoidal o rectangular, para nuestro estudio se tomará en cuenta una sección rectangular que es típica en nuestra región, el MTC en

nos proporciona ecuaciones por el cual podemos calcular o dimensionar las cunetas. Se usa el principio del flujo de canales abiertos, utilizando la ecuación de Manning:

$$Q = A \cdot V = \frac{A \cdot R_h^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots(1)$$

Dónde:

- Q : Caudal de aporte (m³/s).
- V : Velocidad media (m/s).
- A : Área de sección (m²).
- P : Perímetro mojado (m).
- R_h : Radio hidráulico (m), área de la sección entre el perímetro mojado.
- S : Pendiente de fondo (m/m).
- n : Coeficiente de rugosidad de Manning.

Para el cálculo del caudal de aporte, se obtiene mediante el método racional, la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6} \dots\dots\dots(2)$$

Dónde:

- Q : Caudal de aporte (m³/s).
- C : Coeficiente de escurrimiento de la cuenca.
- A : Área de aporte en Km².
- I : Intensidad de la lluvia de diseño (mm/h).

NORMA OS.060 de DRENAJE PLUVIAL URBANO con el objetivo de "establecer los criterios generales de diseño que permitan la elaboración de proyectos de Drenaje Pluvial Urbano que comprenden la recolección, transporte y evacuación a un cuerpo receptor de las aguas pluviales que se precipitan sobre un área urbana". De acuerdo a esta norma los TIPOS DE SISTEMA DE DRENAJE URBANO son de tres tipos:

a) Sistema de Alcantarillado Sanitario.- Es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.

b) Sistema de Alcantarillado Pluvial.- Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por las lluvias.

c) Sistema de Alcantarillado Combinado.- Es el sistema de alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas de las lluvias.

Valores de coeficiente de escorrentía para ser utilizados en el método racional.

C : 0.65 (cuenca urbana, adoquines filtrantes, concreto permeable) (Chow, 1994) (U.T.M., 2015)

A : 0.50 ha \approx 0.005 Km².

Reemplazando estos valores en la ecuación (2) se tiene:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6} = \frac{0.65 \cdot 83.92 \cdot 0.005}{3.6} = 0.076 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para dimensionar la cuneta en estudio, nos apoyaremos en el uso del programa HCANALES desarrollado por el Ing. Máximo Villón Béjar, el cual usa las mismas ecuaciones que se mencionó anteriormente, además cabe mencionar que las secciones de vía en la ciudad de Pucallpa ya están establecidas dentro del PDU (Plan de Desarrollo Urbano) donde en el caso de las cunetas el ancho de solera ya está definido (0.50 m el ancho típico), y una pendiente mínima de 0.005 m/m; por lo tanto cuando se realiza el diseño de las obras de drenaje, se calcula el tirante de la cuneta, que se muestra a continuación:

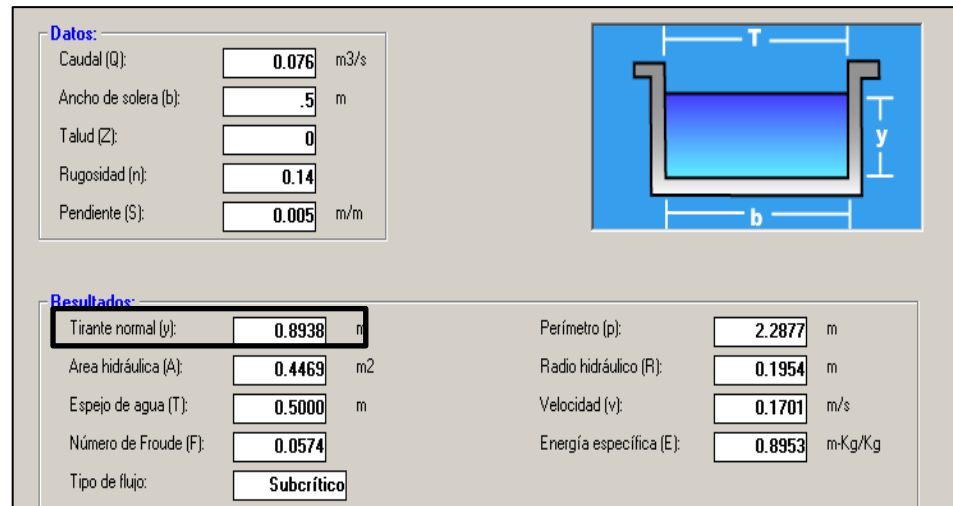


Figura 15. Dimensionamiento de cuneta típica.
Fuente: Software HCANALES V3.0

Del cálculo del tirante de una sección típica de cuneta, con el programa HCanales se obtiene 0.89m, el cual será la dimensión base para la contrastar la hipótesis.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

El reporte 522R (2010) del ACI, menciona las siguientes definiciones:

2.3.1. ACI.

El ACI (American Concrete Institute) fundado en 1904 y con sede en Farmington Hills, Michigan, Estados Unidos, es una autoridad líder a nivel mundial para el desarrollo y distribución de estándares consensuados, recursos técnicos, programas educativos y organizaciones involucradas en el diseño del concreto, la construcción y los materiales, que comparten el compromiso de perseguir el mejor uso de este. ACI tiene más de 95 capítulos, 110 capítulos de estudiantes, y cerca de 20,000 miembros que abarcan más de 10 países. El comité 522 es el encargado de desarrollar e informar sobre temas de concreto permeable; dentro de sus catálogos son los responsables del documento del ACI 522R-10 publicado en el año 2010, el cual proporciona información técnica sobre la aplicación de concreto permeable, métodos de diseño, materiales, propiedades de la mezcla, métodos de construcción, etc.

2.3.2. Área impermeable.

Un área cubierta por un material que evita la precipitación de los suelos infiltrados y la recarga del pavimento de los suministros de agua subterránea.

2.3.3. Agregado

El agregado son áridos que pueden ser de origen natural (hormigón) o artificial (piedra chancada), donde su granulometría están dadas en la norma NTP 400.011. En el concreto permeable se recomienda usar solo agregados y poco o nada de fino.

2.3.4. Cantera.

Es la acumulación de ciertos materiales en un área determinada, en la construcción de pavimentos es una fuente que permite extraer materiales a usar, en ésta investigación se usará agregado grueso de la Cantera de Aguaytía.

2.3.5. Colmatación.

En términos genéricos la colmatación es el relleno de una cuenca sedimentaria con materiales detríticos arrastrados y depositados por el agua. En términos de nuestro estudio, dentro de pavimento permeable, la colmatación es la sedimentación de finos (polvo de la intemperie) dentro de los poros del concreto. Esto trae consigo que la capacidad de infiltración del pavimento disminuya con el tiempo, pero la recuperación es relativamente sencilla. Sin embargo, para evitar la colmatación, al igual que en los pavimentos permeables de hormigón, es recomendable restringir el área aportante.

2.3.6. Diseño de mezcla.

Es el procedimiento por el cual se define las proporciones de los diferentes materiales para obtener un determinado producto; para lo referente a concreto permeable, se define como la proporciones

de agregado grueso y fino, cemento, agua y aditivo presentes en una mezcla para obtener resistencias requeridas.

2.3.7. Escorrentía superficial.

La escorrentía superficial describe el flujo del agua, lluvia, nieve, u otras fuentes, sobre la tierra, y es un componente principal del ciclo del agua. A la escorrentía que ocurre en la superficie antes de alcanzar un canal se le llama fuente no puntual. Si una fuente no puntual contiene contaminantes artificiales, se le llama polución de fuente no puntual. Al área de tierra que produce el drenaje de la escorrentía a un punto común se la conoce como línea divisoria de aguas. Cuando la escorrentía fluye a lo largo de la tierra, puede recoger contaminantes del suelo, como petróleo, pesticidas (en especial herbicidas e insecticidas), o fertilizantes.

2.3.8. Granulometría.

Es la gradación de los agregados, y se lo presenta mediante porcentaje.

2.3.9. Infiltración.

La infiltración mide la cantidad de tiempo que le toma a la tierra en absorber cierto volumen de agua. La tasa de infiltración es la velocidad con la que el agua es absorbida en el suelo y se suelo medir en mm/hora.

Para el concreto permeable la tasa de infiltración se mide mediante la diferencia entre la precipitación y la variación del volumen de agua almacenada en el concreto permeable.

2.3.10. Pavimento.

Es la capa o base que constituye el suelo de una construcción o de una superficie no natural. Es importante tener en cuenta que el pavimento puede revestirse con diferentes materiales, como piedras, maderas, concreto, etc.

Un pavimento puede soportar dos tipos de tráfico; ligero y pesado, refiriéndose a tráfico ligero al tránsito de vehículos menores como automóviles hasta el tránsito peatonal.

2.3.11. Precipitación.

Es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua. Esta se mide por la altura de lámina de agua y se expresa en milímetros (mm). Los aparatos que miden la precipitación son: el pluviómetro, que generalmente proporciona lecturas cada 24 horas y pluviógrafos, que registran la altura de lluvia en función del tiempo, permitiendo determinar la intensidad de la precipitación.

2.3.12. Resistencia del concreto.

Es la característica mecánica de un concreto, generalmente se menciona tres tipos de resistencia: al corte, a la flexión y a la compresión.

2.3.13. Resistencia a la compresión del concreto.

Se define como propiedad que tiene un testigo de concreto a resistir cargas axiales y se puede expresar en psi, MPa o Kg/cm². Para calcular dichas resistencias se ensayan especímenes en diferentes edades (7, 14 y 28 días).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1 Tipo de Investigación.

La investigación es del tipo **mixto (Cualitativo y cuantitativo)**, pues se pretende dar solución al problema de las inundaciones a causa de las precipitaciones mediante la evaluación de nuevas tecnologías (concreto permeable).

3.1.2. Nivel de Investigación.

Aplicativo: La investigación aplicada, también conocida como estudios de innovación, busca aplicar los conocimientos adquiridos y a su vez que se adquieran otros.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

- **Diseño de investigación para la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno.**

GE1 → X1 → O1

Dónde:

GE1 : Grupo de estudio.

X1 : Asignación.

O1 : Observación.

El diseño mostrado nos indica que se investigó un grupo: El grupo (GE1) corresponde al diseño de mezcla de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con tratamiento, que corresponden a las fibras de polipropileno en 0.30, 0.40 y 0.50 % referente al peso del cemento (X1), para finalmente realizar las mediciones de la resistencia a la compresión y permeabilidad (O1).

- **Diseño de investigación para la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno.**

GE2 → X2 → O2

Dónde:

GE2 : Grupo de estudio.

X2 : Asignación.

O2 : Observación.

El diseño mostrado nos indica que se investigó un grupo: El grupo (GE2) corresponde al diseño de mezcla de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con tratamiento, que corresponden a las fibras de polipropileno en 0.30, 0.40 y 0.50 % referente al peso del cemento (X2), para finalmente realizar las mediciones de la resistencia a la compresión y permeabilidad (O2).

- **Diseño de investigación para el dimensionamiento de las cunetas con relación a la tasa de infiltración del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno.**

GE3 → O3

Dónde:

GE3 : Grupo de estudio.

O3 : Observación.

El diseño mostrado nos indica que se investigó un solo grupo: El grupo de estudio (GE3) corresponde a la tasa de infiltración del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, para finalmente realizar los cálculos de las dimensiones de las cunetas y analizar los resultados (O3).

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.2.1. Población.

La población para nuestra investigación son las probetas de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno, ya que fueron usadas para nuestro estudio; además se tiene que la población es infinita, porque podemos elaborar probetas de forma ilimitada, por lo tanto la cantidad va a depender del factor tiempo y presupuesto.

3.2.2. Muestra.

La elección de la muestra es no probabilística, elegido en forma intencional o conveniente. Las muestras a ensayar serán testigos de concreto permeables con incorporación de fibras de polipropileno.

Se realizaron 180 probetas, a continuación se muestra la conformación de los testigos a ensayados para el análisis de las variables dependientes:

Resistencia a la compresión:

Se ensayó 72 probetas de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, ensayadas a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, de los cuales:

- 24 son con 0.30% de fibras de polipropileno.
- 24 son con 0.40% de fibras de polipropileno.
- 24 son con 0.50% de fibras de polipropileno.

Se ensayó 72 probetas de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, ensayadas a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, de los cuales:

- 24 son con 0.30% de fibras de polipropileno.

- 24 son con 0.40% de fibras de polipropileno.
- 24 son con 0.50% de fibras de polipropileno.

Permeabilidad:

Se ensayó 18 probetas de concreto permeable $f'c=210$ kg/cm², a los 28 días, de los cuales:

- 6 son con 0.30% de fibras de polipropileno.
- 6 son con 0.40% de fibras de polipropileno.
- 6 son con 0.50% de fibras de polipropileno.

Se ensayó 18 probetas de concreto permeable $f'c=245$ kg/cm², a los 28 días, de los cuales:

- 6 son con 0.30% de fibras de polipropileno.
- 6 son con 0.40% de fibras de polipropileno.
- 6 son con 0.50% de fibras de polipropileno.

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS.

El método de investigación es Cuantitativo, ya que la prueba de las hipótesis se basa en mediciones numéricas.

Las técnicas usadas en esta investigación fueron la observación y la experimentación.

3.5. DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS.

1° Se procedió al cálculo de la intensidad máxima de lluvia de la ciudad de Pucallpa, mediante un Análisis Hidrológico, con datos de la Estación Climatológica Principal Convenio UNU – SENAMHI.

2° Se realizó ensayos al agregado grueso (artificial): Análisis Granulométrico por Tamizado (MTC – E – 107), Análisis de Peso Unitario Suelto y Compactado (MTC – E – 116), Análisis

de Gravedad Específica y Absorción de los Agregados (MTC – E – 113) y Análisis de Ensayo y Humedad (MTC – E – 108).

- 3° Se procedió a realizar el diseño de mezcla para los concretos permeables $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, con 0.30, 0.40 y 0.50% de fibras de polipropileno. Para obtener el diseño se tuvo en cuenta la Guía para la selección de Proporciones para concretos con Cero Slump (Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete, ACI 211.3R) y el procedimiento de diseño que brinda el Reporte de Concreto Permeable. (Reporto on Previous Concrete, ACI 522R-10)

Tabla 8. Dosificación del concreto permeable por 1 m^3 .

DISEÑO	f'c (kg/cm2)	Sikafiber		Cemento (kg/m3)	Agregado Grueso (kg/m3)	Agua (kg/m3)
		%	kg/m3			
Mezcla 1	210	0.3	1.18	394.04	1429.39	73.93
Mezcla 2	210	0.4	1.58	394.04	1428.41	73.96
Mezcla 3	210	0.5	1.97	394.04	1427.44	73.99
Mezcla 4	245	0.3	1.25	417.69	1441.56	80.64
Mezcla 5	245	0.4	1.67	417.69	1440.53	80.68
Mezcla 6	245	0.5	2.09	417.69	1439.50	80.71

Fuente: Elaboración propia

- 4° Se elaboró las probetas de concreto permeable, con la dosificación proveniente del diseño de mezcla de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$. A continuación se describe el procedimiento que se hizo en la elaboración de las probetas:
- Se introdujo el agregado grueso en la mezcladora, luego se procedió a agregar el cemento Portland Tipo I para inmediatamente colocar las fibras de polipropileno Sikafiber y el agua, dejando mezclar por unos dos minutos. Mientras se realizó el mezclado se lubricó los moldes con petróleo para su fácil desmolde.
 - Teniendo el concreto permeable fresco listo se procedió a realizar el ensayo de asentamiento con el cono de Abrams,

según la norma NTP 339.035 (2009), obteniéndose un Slump cero.

➤ Se elaboró las probetas mediante el llenado de los moldes en cuatro capas, que fueron compactadas mediante 10 golpes, una vez terminado el llenado y compactado se procedió a envolverlo con plástico para el curado.

5° Se desmoldó las probetas e inmediatamente fueron introducidas en una poza de agua por 3, 7, 14 y 28 días.

6° Cumplidas las edades de los testigos de concreto permeable con incorporación de fibras de polipropileno se procedió a realizar el ensayo de Resistencia a la Compresión según norma ASTM C39 – 39M y NTP 339.034 a las edades ya mencionadas anteriormente, las roturas fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos GEOTÉCNICA E.I.R.L mediante una prensa de concreto marca PINSUAR modelo PC-160, con capacidad de 1,000 KN.

7° Luego se procedió a realizar el ensayo de permeabilidad del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ para medir la tasa de permeabilidad mediante el uso de un permeámetro tal como lo recomienda el ACI 522R-10, el procedimiento se describe en el Ítem 2.2.1) de esta investigación.

8° Realizados los ensayos de resistencia a la compresión y permeabilidad se procedió a evaluar la incidencia en el dimensionamiento de las cunetas mediante cálculos de caudales.

9° Se procedió a validar las hipótesis.

3.6. DISEÑO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS.

3.6.1. Hipótesis Estadística.

1° Planteamiento de la hipótesis estadística: Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno.

Hipótesis nula $H_0: u_1 \geq u_2$

La incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno en el concreto permeable de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$, **AUMENTA** su resistencia, con respecto a los parámetros del ACI.

Hipótesis de investigación $H_i: u_1 < u_2$

La incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno en el concreto permeable de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$, **DISMINUYE** su resistencia, con respecto a los parámetros del ACI.

Dónde:

u_1 : Promedio de resistencia a la compresión de la mezcla 1,2, 3, 4 y 5 con 0.30, 0.40 y 0.50% de fibras de polipropileno respectivamente.

u_2 : Valores de resistencia a la compresión a los 3, 7, 14 y 28 días según parámetros del ACI.

2° Planteamiento de la hipótesis estadística: permeabilidad.

Hipótesis nula $H_0: u_1 \geq u_2$

La incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno en el concreto permeable de $f'_c=210$

kg/cm² y f'c=245 kg/cm², **AUMENTA** su permeabilidad, con respecto a los parámetros del ACI.

Hipótesis de investigación Hi: $u_1 < u_2$

La incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno en el concreto permeable de f'c=210 kg/cm² y f'c=245 kg/cm², **DISMINUYE** su permeabilidad, con respecto a los parámetros del ACI.

Dónde:

u1: Promedio de la permeabilidad de la mezcla 1,2, 3, 4 y 5 con 0.30, 0.40 y 0.50% de fibras de polipropileno respectivamente.

u2: Valores de permeabilidad según parámetros del ACI.

3° Planteamiento de la hipótesis estadística: dimensionamiento de cunetas.

Hipótesis nula Ho: $u_1 \geq u_2$

La incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno en el concreto permeable de f'c=210 kg/cm² y f'c=245 kg/cm², **DISMINUYE** el tirante, con respecto a una cuneta típica.

Hipótesis de investigación Hi: $u_1 < u_2$

La incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno en el concreto permeable de f'c=210 kg/cm² y f'c=245 kg/cm², **AUMENTA** el tirante, con respecto a una cuneta típica.

Dónde:

u1: Promedio del tirante de la mezcla 1, 2, 3, 4 y 5 con 0.30, 0.40 y 0.50% de fibras de polipropileno respectivamente.

u2: Tirante de una cuneta típica.

3.6.2 Nivel de Significancia.

En esta investigación se trabajó con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, lo cual nos indica un riesgo de 5%.

3.6.3 Grados de Libertad.

En esta tesis se usó como grado de libertad al valor más pequeño de la muestra menos una unidad, tal como se muestra: $n_1 - 1$ y $n_2 - 1$.

3.6.4 Estadística de Prueba.

En esta investigación se tiene dos muestras independientes con medias poblacionales; por lo tanto se vió conveniente el uso de la prueba T Student. Cuya expresión se muestra a continuación:

$$t_0 = \frac{(\bar{x}_a - \bar{x}_b) - (u_a - u_b)}{\sqrt{\frac{s_a^2}{n_a} - \frac{s_b^2}{n_b}}}$$

Dónde:

\bar{x}_a = Media aritmética. s = Desviación estándar. n = Muestra.

3.6.5 Regla de Decisión.

Para la toma de decisión sobre la prueba de hipótesis se usó la siguiente regla: si el valor de "to" cae en la región de rechazo, se rechaza la hipótesis nula (H_0), por lo cual la hipótesis de investigación (H_i) tendrá que ser aceptada; si

por el contrario el valor cae dentro de la región de aceptación, la hipótesis nula será verdadera.



Figura 16. Regla de decisión de la prueba de hipótesis
Fuente: Adaptado de Ivan Quispe (2017).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS.

4.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

4.1.1 Resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=210$ kg/cm².

Tabla 9. Resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=210$ kg/cm², con 0.30% de fibras de polipropileno.

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	RESISTENCIA (kg/cm ²)		PORCENTAJE (%)
			R. DISEÑO	R. ENSAYO	
1	ME -01	3	210.0	101.3	48.0
2	ME -02	3	210.0	105.2	50.0
3	ME -03	3	210.0	99.9	48.0
4	MF -01	3	210.0	99.6	47.0
5	MF -02	3	210.0	101.4	48.0
6	MF -03	3	210.0	99.0	47.0
7	ME -04	7	210.0	160.9	77.0
8	ME -05	7	210.0	156.0	74.0
9	ME -06	7	210.0	164.0	78.0
10	MF -04	7	210.0	158.7	76.0
11	MF -05	7	210.0	153.8	73.0
12	MF -06	7	210.0	164.3	78.0
13	ME -07	14	210.0	197.5	94.0
14	ME -08	14	210.0	196.9	94.0
15	ME -09	14	210.0	195.9	93.0
16	MF -07	14	210.0	194.6	93.0
17	MF -08	14	210.0	193.1	92.0
18	MF -09	14	210.0	196.9	94.0
19	ME -10	28	210.0	215.7	103.0
20	ME -11	28	210.0	217.1	103.0
21	ME -12	28	210.0	220.7	105.0
22	MF -10	28	210.0	219.0	104.0
23	MF -11	28	210.0	222.6	106.0
24	MF -12	28	210.0	224.2	107.0

Fuente: Elaborado por los tesistas.

De la Tabla 9 se presentan los resultados de la prueba de compresión a la edad de 3, 7, 14 y 28 días del concreto permeable $f'c=210$ kg/cm² con 0.30 % de fibras de polipropileno, donde se observa un buen desarrollo de su resistencia, obteniendo un 104.70% de su resistencia de diseño a los 28 días.

De la Tabla 10 y Figura 17 se presentan los promedios de la resistencia a la compresión a la edad de 3, 7, 14 y 28 días del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Además se observa un buen desarrollo de su resistencia en base a la evolución de un concreto según ACI.

Tabla 10. Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con 0.30% de fibras de polipropileno.

R. DISEÑO	R. ENSAYO	EDAD (Dias)	PORCENTAJE (%)
210	101.1	3	48.1
210	159.6	7	76.0
210	195.8	14	93.2
210	219.9	28	104.7

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

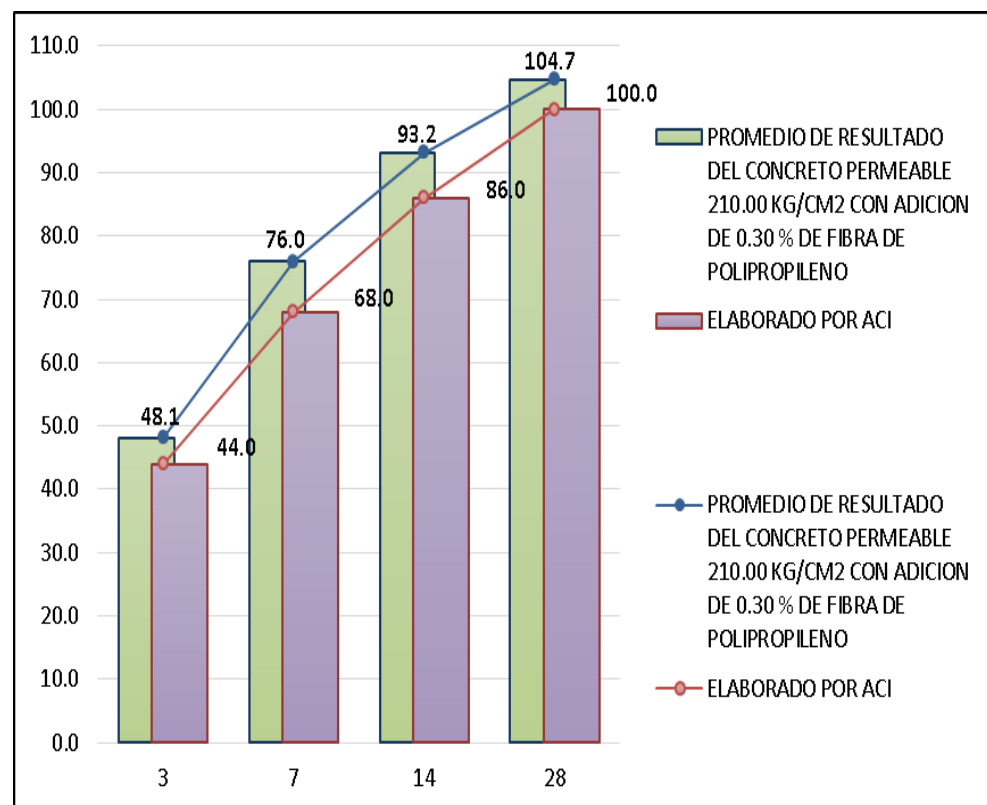


Figura 17. Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con 0.30% de fibras de polipropileno.

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Tabla 11. Resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con 0.40% de fibras de polipropileno.

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	RESISTENCIA (kg/cm^2)		PORCENTAJE (%)
			R. DISEÑO	R. ENSAYO	
1	MA -01	3	210.0	95.2	45.0
2	MA -02	3	210.0	98.6	47.0
3	MA -03	3	210.0	98.1	47.0
4	MB -01	3	210.0	101.2	48.0
5	MB -02	3	210.0	95.7	46.0
6	MB -03	3	210.0	96.8	46.0
7	MA -04	7	210.0	157.9	75.0
8	MA -05	7	210.0	156.4	74.0
9	MA -06	7	210.0	161.9	77.0
10	MB -04	7	210.0	156.2	74.0
11	MB -05	7	210.0	159.3	76.0
12	MB -06	7	210.0	153.1	73.0
13	MA -07	14	210.0	197.5	94.0
14	MA -08	14	210.0	200.0	95.0
15	MA -09	14	210.0	192.6	92.0
16	MB -07	14	210.0	196.3	93.0
17	MB -08	14	210.0	199.6	95.0
18	MB -09	14	210.0	197.3	94.0
19	MA -10	28	210.0	217.9	104.0
20	MA -11	28	210.0	224.4	107.0
21	MA -12	28	210.0	222.5	106.0
22	MB -10	28	210.0	227.8	108.0
23	MB -11	28	210.0	222.8	106.0
24	MB -12	28	210.0	220.4	105.0

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

De la Tabla 11 se presentan los resultados de la prueba de compresión a la edad de 3, 7, 14 y 28 días del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40 % de fibras de polipropileno, donde se observa un buen desarrollo de su resistencia, obteniendo un 106% de su resistencia de diseño a los 28 días.

De la Tabla 12 y Figura 18 se presentan los promedios de la resistencia a la compresión a la edad de 3, 7, 14 y 28 días del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Además se observa un buen desarrollo de su resistencia en base a la evolución de un concreto según ACI.

Tabla 12. Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con 0.40% de fibras de polipropileno.

R. DISEÑO	R. ENSAYO	EDAD (Dias)	PORCENTAJE (%)
210	97.6	3	46.5
210	157.5	7	75.0
210	197.2	14	93.9
210	222.6	28	106

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

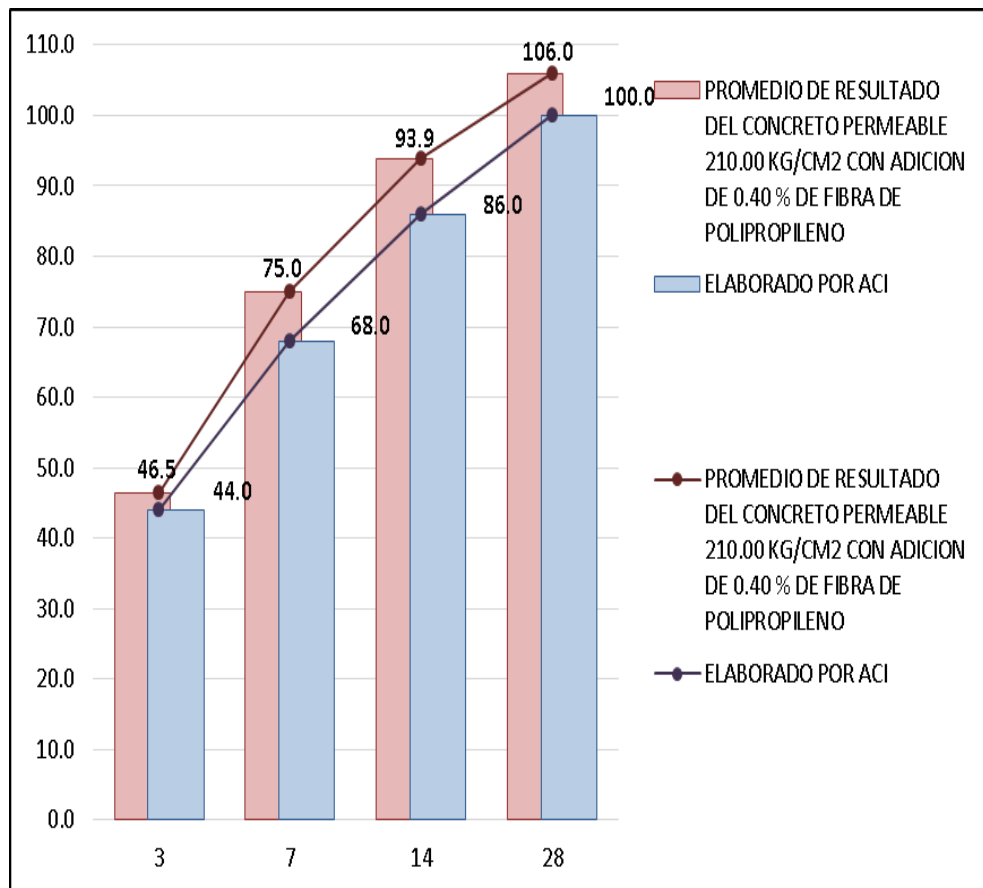


Figura 18. Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con 0.40% de fibras de polipropileno.

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Tabla 13. Resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con 0.50% de fibras de polipropileno.

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	RESISTENCIA (kg/cm^2)		PORCENTAJE (%)
			R. DISEÑO	R. ENSAYO	
1	MC -01	3	210.0	101.8	48.0
2	MC -02	3	210.0	102.0	49.0
3	MC -03	3	210.0	96.3	46.0
4	MD -01	3	210.0	103.0	49.0
5	MD -02	3	210.0	100.6	48.0
6	MD -03	3	210.0	105.8	50.0
7	MC -04	7	210.0	157.6	75.0
8	MC -05	7	210.0	152.3	73.0
9	MC -06	7	210.0	161.4	77.0
10	MD -04	7	210.0	164.8	78.0
11	MD -05	7	210.0	160.8	77.0
12	MD -06	7	210.0	161.2	77.0
13	MC -07	14	210.0	204.3	97.0
14	MC -08	14	210.0	203.3	97.0
15	MC -09	14	210.0	196.8	94.0
16	MD -07	14	210.0	202.0	96.0
17	MD -08	14	210.0	199.3	95.0
18	MD -09	14	210.0	206.6	98.0
19	MC -10	28	210.0	225.7	107.0
20	MC -11	28	210.0	222.7	106.0
21	MC -12	28	210.0	229.9	109.0
22	MD -10	28	210.0	230.6	110.0
23	MD -11	28	210.0	234.5	112.0
24	MD -12	28	210.0	227.5	108.0

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

De la Tabla 13 se presentan los resultados de la prueba de compresión a la edad de 3, 7, 14 y 28 días del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50 % de fibras de polipropileno, donde se observa un buen desarrollo de su resistencia, obteniendo un 108.80% de su resistencia de diseño a los 28 días.

De la Tabla 14 y Figura 19 se presentan los promedios de la resistencia a la compresión a la edad de 3, 7, 14 y 28 días del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Además se observa un buen desarrollo de su resistencia en base a la evolución de un concreto según ACI.

Tabla 14. Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con 0.50% de fibras de polipropileno.

R. DISEÑO	R. ENSAYO	EDAD (Dias)	PORCENTAJE (%)
210	101.6	3	48.4
210	159.7	7	76
210	202.1	14	96.2
210	228.5	28	108.8

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

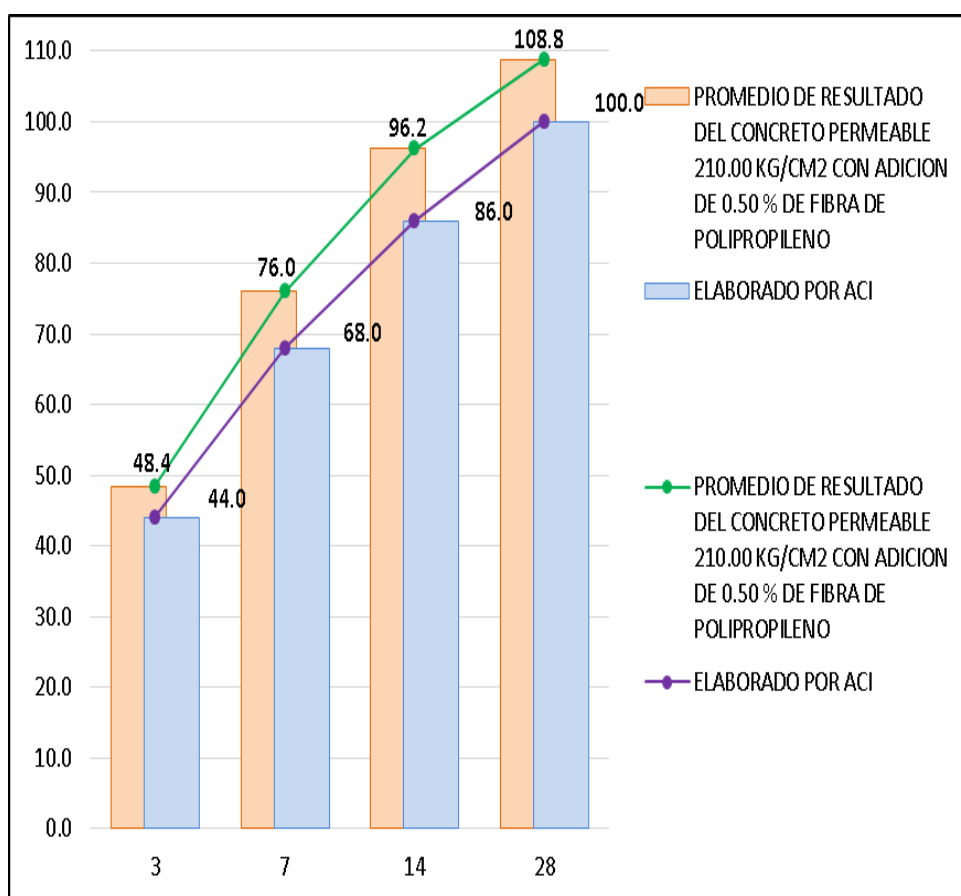


Figura 19. Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con 0.50% de fibras de polipropileno.

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

4.1.2 Resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=245$ kg/cm².

Tabla 15. Resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=245$ kg/cm², con 0.30% de fibras de polipropileno.

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	RESISTENCIA (kg/cm ²)		PORCENTAJE (%)
			R. DISEÑO	R. ENSAYO	
1	MK -01	3	245.0	114.4	47.0
2	MK -02	3	245.0	116.9	48.0
3	MK -03	3	245.0	115.8	47.0
4	ML -01	3	245.0	113.9	46.0
5	ML -02	3	245.0	114.4	47.0
6	ML -03	3	245.0	112.6	46.0
7	MK -04	7	245.0	173.2	71.0
8	MK -05	7	245.0	174.4	71.0
9	MK -06	7	245.0	175.5	72.0
10	ML -04	7	245.0	171.0	70.0
11	ML -05	7	245.0	172.0	70.0
12	ML -06	7	245.0	173.3	71.0
13	MK -07	14	245.0	216.3	88.0
14	MK -08	14	245.0	217.7	89.0
15	MK -09	14	245.0	217.9	89.0
16	ML -07	14	245.0	212.5	87.0
17	ML -08	14	245.0	215.2	88.0
18	ML -09	14	245.0	213.9	87.0
19	MK -10	28	245.0	250.2	102.0
20	MK -11	28	245.0	251.4	103.0
21	MK -12	28	245.0	251.8	103.0
22	ML -10	28	245.0	249.6	102.0
23	ML -11	28	245.0	248.1	101.0
24	ML -12	28	245.0	249.7	102.0

Fuente: Elaborado por los testistas.

De la Tabla 15 se presentan los resultados de la prueba de compresión a la edad de 3, 7, 14 y 28 días del concreto permeable $f'c=245$ kg/cm² con 0.30 % de fibras de polipropileno, donde se observa un buen desarrollo de su resistencia, obteniendo un 102.10% de su resistencia de diseño a los 28 días.

De la Tabla 16 y Figura 20 se presentan los promedios de la resistencia a la compresión a la edad de 3, 7, 14 y 28 días del concreto permeable $f'c=245$ kg/cm². Además se observa un buen

desarrollo de su resistencia en base a la evolución de un concreto según ACI.

Tabla 16. Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, con 0.30% de fibras de polipropileno.

R. DISEÑO	R. ENSAYO	EDAD (Dias)	PORCENTAJE (%)
245	114.7	3	46.8
245	173.2	7	70.7
245	215.6	14	88
245	250.1	28	102.1

Fuente: Elaborado por los testistas.

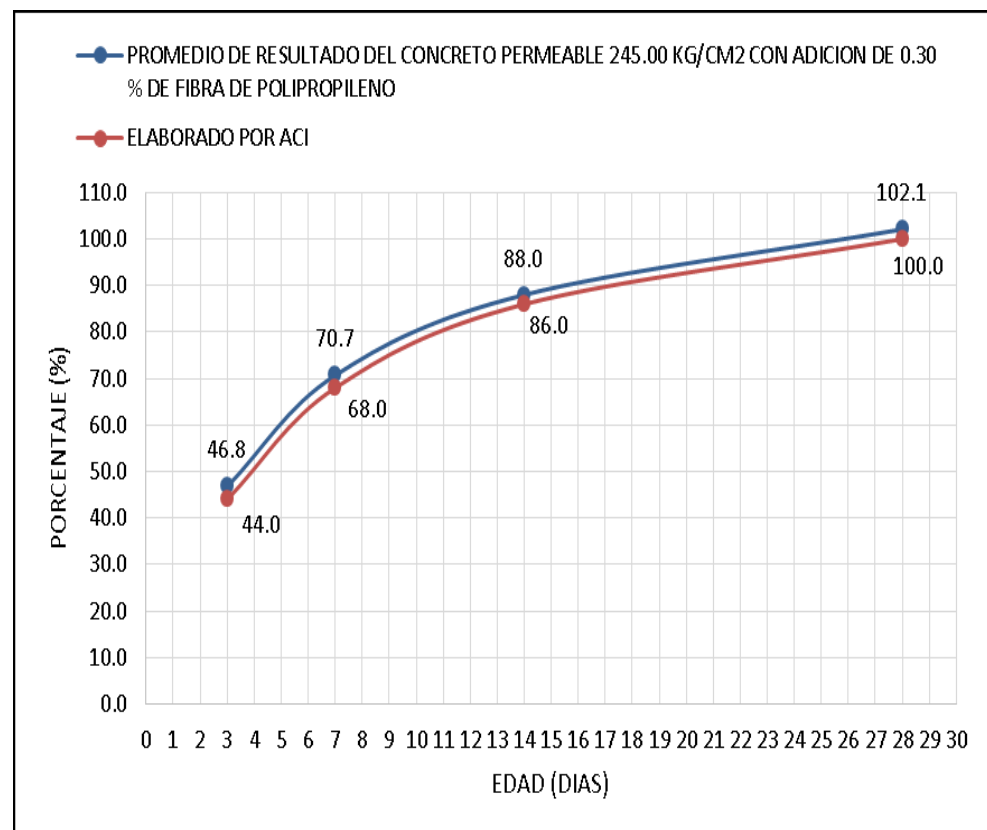


Figura 20. Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, con 0.30% de fibras de polipropileno.

Fuente: Elaborado por los testistas.

Tabla 17. Resistencia a la compresión del concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$, con 0.40% de fibras de polipropileno.

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	RESISTENCIA (kg/cm ²)		PORCENTAJE (%)
			R. DISEÑO	R. ENSAYO	
1	MG -01	3	245.0	120.7	49.0
2	MG -02	3	245.0	125.1	51.0
3	MG -03	3	245.0	123.0	50.0
4	MH -01	3	245.0	122.0	50.0
5	MH -02	3	245.0	122.5	50.0
6	MH -03	3	245.0	125.1	51.0
7	MG -04	7	245.0	177.3	72.0
8	MG -05	7	245.0	178.6	73.0
9	MG -06	7	245.0	176.7	72.0
10	MH -04	7	245.0	181.6	74.0
11	MH -05	7	245.0	178.5	73.0
12	MH -06	7	245.0	179.0	73.0
13	MG -07	14	245.0	218.1	89.0
14	MG -08	14	245.0	220.4	90.0
15	MG -09	14	245.0	216.4	88.0
16	MH -07	14	245.0	224.4	92.0
17	MH -08	14	245.0	221.9	91.0
18	MH -09	14	245.0	220.7	90.0
19	MG -10	28	245.0	258.2	105.0
20	MG -11	28	245.0	261.5	107.0
21	MG -12	28	245.0	260.0	106.0
22	MH -10	28	245.0	261.5	107.0
23	MH -11	28	245.0	263.4	108.0
24	MH -12	28	245.0	260.9	106.0

Fuente: Elaborado por los tesistas.

De la Tabla 17 se presentan los resultados de la prueba de compresión a la edad de 3, 7, 14 y 28 días del concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40 % de fibras de polipropileno, donde se observa un buen desarrollo de su resistencia, obteniendo un 106.50% de su resistencia de diseño a los 28 días.

De la Tabla 18 y Figura 21 se presentan los promedios de la resistencia a la compresión a la edad de 3, 7, 14 y 28 días del concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$. Además se observa un buen desarrollo de su resistencia en base a la evolución de un concreto según ACI.

Tabla 18. Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, con 0.40% de fibras de polipropileno.

R. DISEÑO	R. ENSAYO	EDAD (Dias)	PORCENTAJE (%)
245	123.1	3	50.2
245	178.6	7	72.9
245	220.3	14	89.9
245	260.9	28	106.5

Fuente: Elaborado por los testistas.

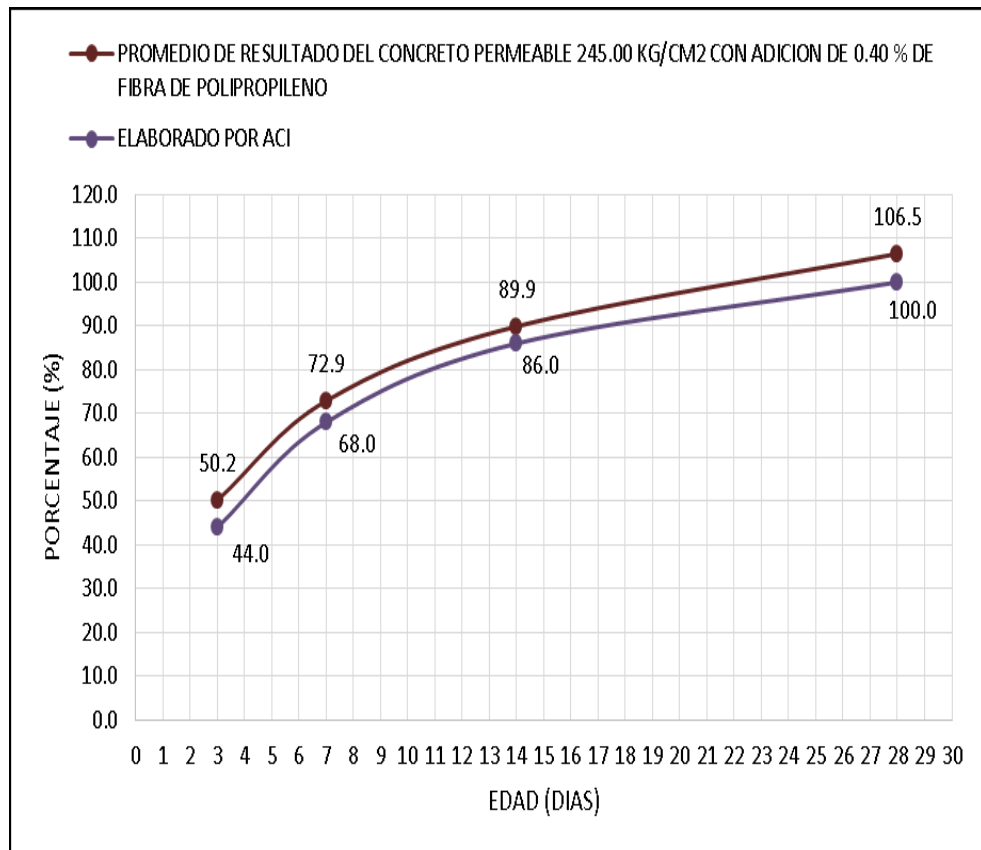


Figura 21. Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, con 0.40% de fibras de polipropileno.

Fuente: Elaborado por los testistas.

Tabla 19. Resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, con 0.50% de fibras de polipropileno.

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	RESISTENCIA (kg/cm^2)		PORCENTAJE (%)
			R. DISEÑO	R. ENSAYO	
1	MI-01	3	245.0	126.6	52.0
2	MI-02	3	245.0	125.2	51.0
3	MI-03	3	245.0	127.0	52.0
4	MJ-01	3	245.0	128.9	53.0
5	MJ-02	3	245.0	126.4	52.0
6	MJ-03	3	245.0	124.7	51.0
7	MI-04	7	245.0	190.4	78.0
8	MI-05	7	245.0	195.5	80.0
9	MI-06	7	245.0	189.9	78.0
10	MJ-04	7	245.0	190.4	78.0
11	MJ-05	7	245.0	189.6	77.0
12	MJ-06	7	245.0	193.6	79.0
13	MI-07	14	245.0	226.4	92.0
14	MI-08	14	245.0	228.4	93.0
15	MI-09	14	245.0	227.9	93.0
16	MJ-07	14	245.0	222.0	91.0
17	MJ-08	14	245.0	224.4	92.0
18	MJ-09	14	245.0	227.5	93.0
19	MI-10	28	245.0	277.4	113.0
20	MI-11	28	245.0	275.2	112.0
21	MI-12	28	245.0	278.0	113.0
22	MJ-10	28	245.0	276.1	113.0
23	MJ-11	28	245.0	275.3	112.0
24	MJ-12	28	245.0	280.2	114.0

Fuente: Elaborado por los testistas.

De la Tabla 19 se presentan los resultados de la prueba de compresión a la edad de 3, 7, 14 y 28 días del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50 % de fibras de polipropileno, donde se observa un buen desarrollo de su resistencia, obteniendo un 113.10% de su resistencia de diseño a los 28 días.

De la Tabla 20 y Figura 22 se presentan los promedios de la resistencia a la compresión a la edad de 3, 7, 14 y 28 días del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$. Además se observa un buen desarrollo de su resistencia en base a la evolución de un concreto según ACI.

Tabla 20. Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, con 0.50% de fibras de polipropileno.

R. DISEÑO	R. ENSAYO	EDAD (Dias)	PORCENTAJE (%)
245	126.5	3	51.6
245	191.6	7	78.2
245	226.1	14	92.3
245	277	28	113.1

Fuente: Elaborado por los testistas.

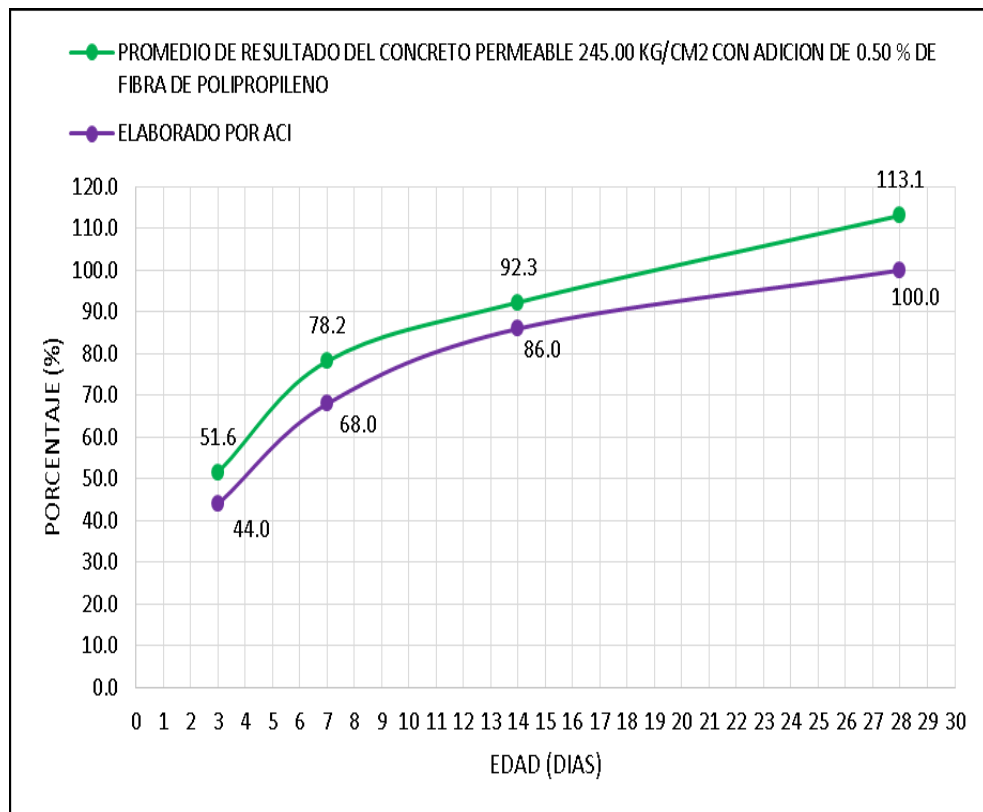


Figura 22. Promedio de resistencia a la compresión del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, con 0.50% de fibras de polipropileno.

Fuente: Elaborado por los testistas.

4.2. PERMEABILIDAD.

A continuación se muestran los resultados obtenidos del ensayo de permeabilidad de las probetas de 28 días de edad:

Tabla 21. Resultados del ensayo de permeabilidad del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno.

MUESTRA	Tiempo entre $h_1 - h_2$ (s)	Área de la muestra (cm^2)	Área de tubería (cm^2)	Longitud de la muestra (cm)	Altura de columna de	Altura de tubería de	Permeabilidad (cm/s)
MX-01	95	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.46
MX-02	97	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.47
MX-03	98	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.47
MX-04	92	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.50
MX-05	99	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.46
MX-06	98	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.47
MY-01	145	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.32
MY-02	133	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.35
MY-03	138	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.33
MY-04	151	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.30
MY-05	129	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.36
MY-06	143	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.32
MZ-01	175	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.26
MZ-02	173	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.27
MZ-03	170	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.27
MZ-04	169	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.27
MZ-05	175	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.26
MZ-06	173	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.27

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Tabla 22. Promedio de permeabilidad del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno.

Muestra	Permeabilidad promedio (cm/s)
MX	0.47
MY	0.33
MZ	0.27

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Dónde:

MX: Muestra con 0.3% de fibra de polipropileno.

MY: Muestra con 0.4% de fibra de polipropileno.

MZ: Muestra con 0.5% de fibra de polipropileno.

De las Tabla 22 observamos los promedios de la permeabilidad de 0.47, 0.33 y 0.27 cm/s para 0.30, 0.40 y 0.50% de adición de fibras de polipropileno respectivamente. Se tiene que la permeabilidad obtenida es relativamente baja.

Tabla 23. Resultados del ensayo de permeabilidad del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno.

MUESTRA	Tiempo entre h1 - h2 (s)	Área de la muestra (cm ²)	Área de tubería (cm ²)	Longitud de la muestra (cm)	Altura de columna de	Altura de tubería de	Permeabilidad (cm/s)
MX'-01	201	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.22
MX'-02	198	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.23
MX'-03	197	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.23
MX'-04	188	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.24
MX'-05	198	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.23
MX'-06	200	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.23
MY'-01	290	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.16
MY'-02	289	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.16
MY'-03	269	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.17
MY'-04	262	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.18
MY'-05	259	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.18
MY'-06	264	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.17
MZ'-01	340	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.14
MZ'-02	355	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.13
MZ'-03	354	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.13
MZ'-04	341	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.13
MZ'-05	340	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.14
MZ'-06	350	78.85	78.54	15.00	30.0	1.0	0.13

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Tabla 24. Promedio de permeabilidad del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno.

Muestra	Permeabilidad promedio (cm/s)
MX'	0.23
MY'	0.17
MZ'	0.13

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Dónde:

MX': Muestra con 0.3% de fibra de polipropileno.

MY': Muestra con 0.4% de fibra de polipropileno.

MZ': Muestra con 0.5% de fibra de polipropileno.

De las Tabla 24 observamos los promedios de la permeabilidad de 0.23, 0.17 y 0.13 cm/s para 0.30, 0.40 y 0.50% de adición de fibras de polipropileno respectivamente. Se tiene que la permeabilidad obtenida es relativamente baja.

4.3. DIMENSIONAMIENTO DE CUNETAS.

Del ítem 2.2.4. se tiene que la intensidad máxima de lluvia de diseño es de 1.40 cm/s. El cual será el valor a comparar con los valores de permeabilidad que se calculó.

1° Cálculo de tirante de cuneta típica para el valor promedio de permeabilidad de 0.47 cm/s del concreto permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con 0.30% de fibras de polipropileno, por lo que retendrá el 33.57% de la tormenta de diseño.

Por lo tanto el caudal se verá afectado, de la siguiente manera:

$$Q = 0.6643 * 0.076 = 0.05 \text{ m}^3/\text{s}$$

Este valor se usará para recalculer el tirante de la cuneta, para tal efecto se usó el programa HCanales V3.0 desarrollado por el Ing. Máximo Villón.



Datos:	
Caudal (Q):	0.05 m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.50 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.14
Pendiente (S):	0.005 m/m

Resultados:	
Tirante normal (y):	0.6245 m
Área hidráulica (A):	0.3122 m ²
Espejo de agua (T):	0.5000 m
Número de Froude (F):	0.0647
Tipo de flujo:	Subcrítico
Perímetro (p):	1.7489 m
Radio hidráulico (R):	0.1785 m
Velocidad (v):	0.1601 m/s
Energía específica (E):	0.6258 m-Kg/Kg

Figura 23. Cálculo de tirante de cuneta para un concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de fibras de polipropileno.
Fuente: Software HCANALES V3.0

Se observa que el tirante calculado es de 0.62 m., de la Figura 15 se calculó un tirante base de 0.89m, observándose una reducción de 0.27 m. en el tirante respecto al cálculo base.

2° Cálculo de tirante de cuneta típica para el valor promedio de permeabilidad de 0.33 cm/s del concreto permeable $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con

0.40% de fibras de polipropileno, por lo que retendrá el 23.57% de la tormenta de diseño.

Por lo tanto el caudal se verá afectado, de la siguiente manera:

$$Q = 0.7643 * 0.076 = 0.058 \text{ m}^3/\text{s}$$

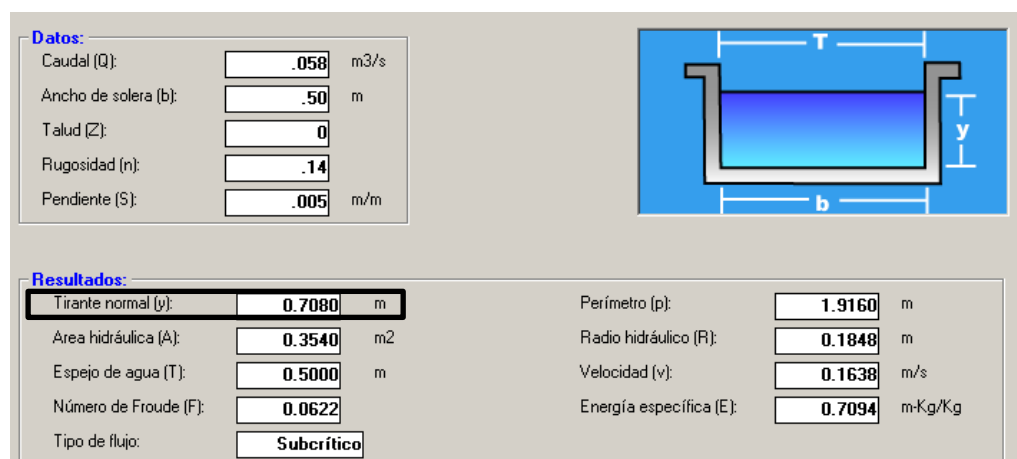


Figura 24. Cálculo de tirante de cuneta para un concreto permeable $f'c=210$ kg/cm² con 0.40% de fibras de polipropileno.

Fuente: Software HCANALES V3.0

Se observa que el tirante calculado es de 0.71 m., de la Figura 15 se calculó un tirante base de 0.89 m, observándose una reducción de 0.18 m. en el tirante respecto al cálculo base.

3° Cálculo de tirante de cuneta típica para el valor promedio de permeabilidad de 0.27 cm/s del concreto permeable $f'c=210$ kg/cm² con 0.50% de fibras de polipropileno, por lo que retendrá el 19.29% de la tormenta de diseño.

Por lo tanto el caudal se verá afectado, de la siguiente manera:

$$Q = 0.8071 * 0.076 = 0.061 \text{ m}^3/\text{s}$$

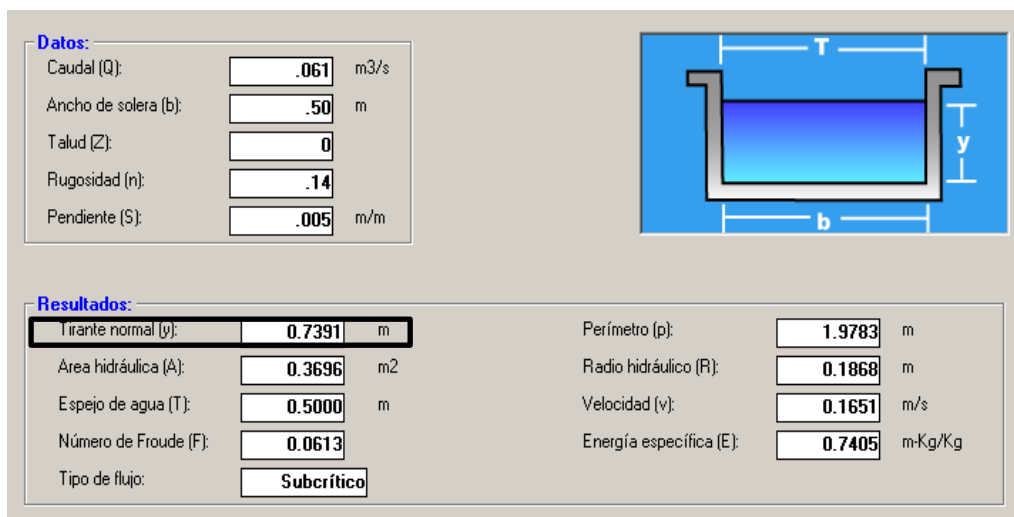


Figura 25. Cálculo de tirante de cuneta para un concreto permeable $f'c=210$ kg/cm² con 0.50% de fibras de polipropileno.

Fuente: Software HCANALES V3.0

Se observa que el tirante calculado es de 0.74 m., de la Figura 15 se calculó un tirante base de 0.89 m, observándose una reducción de 0.15 m. en el tirante respecto al cálculo base.

4° Cálculo de tirante de cuneta típica para el valor promedio de permeabilidad de 0.23 cm/s del concreto permeable $f'c=245$ kg/cm² con 0.30% de fibras de polipropileno, por lo que retendrá el 16.43% de la tormenta de diseño. Por lo tanto el caudal se verá afectado, de la siguiente manera:

$$Q = 0.8357 * 0.076 = 0.064 \text{ m}^3/\text{s}$$



Figura 26. Cálculo de tirante de cuneta para un concreto permeable $f'c=245$ kg/cm² con 0.30% de fibras de polipropileno.

Fuente: Software HCANALES V3.0

Se observa que el tirante calculado es de 0.77 m., de la Figura 15 se calculó un tirante base de 0.89 m, observándose una reducción de 0.12 m. en el tirante respecto al cálculo base.

5° Cálculo de tirante de cuneta típica para el valor promedio de permeabilidad de 0.17 cm/s del concreto permeable $f'c=245\text{kg/cm}^2$ con 0.40% de fibras de polipropileno, por lo que retendrá el 12.14% de la tormenta de diseño.

Por lo tanto el caudal se verá afectado, de la siguiente manera:

$$Q = 0.8786 * 0.076 = 0.067 \text{ m}^3/\text{s}$$

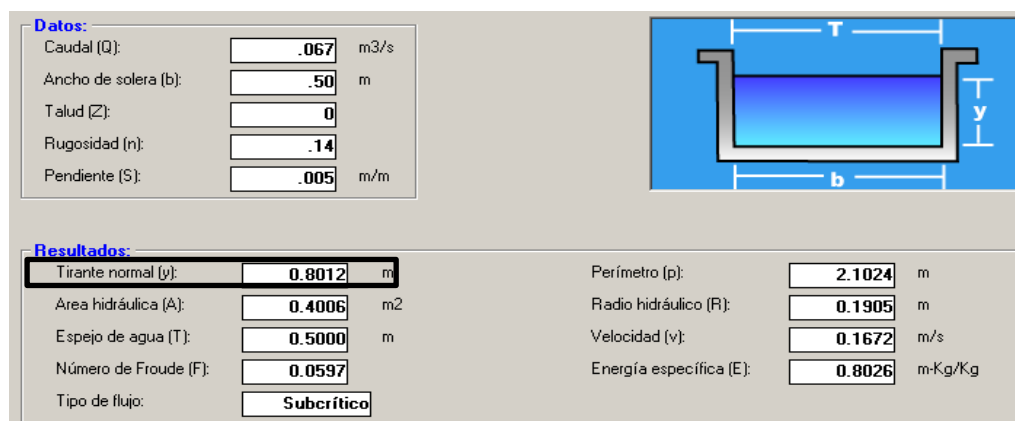


Figura 27. Cálculo de tirante de cuneta para un concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de fibras de polipropileno.

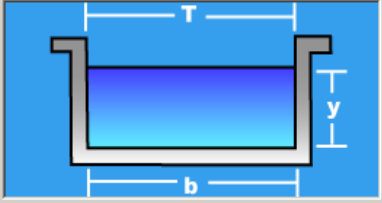
Fuente: Software HCANALES V3.0

Se observa que el tirante calculado es de 0.80 m., de la Figura 15 se calculó un tirante base de 0.89m, observándose una reducción de 0.09 m. en el tirante respecto al cálculo base.

6° Cálculo de tirante de cuneta típica para el valor promedio de permeabilidad de 0.13 cm/s del concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de fibras de polipropileno, por lo que retendrá el 9.29% de la tormenta de diseño. Por lo tanto el caudal se verá afectado, de la siguiente manera:

$$Q = 0.9071 * 0.076 = 0.069 \text{ m}^3/\text{s}$$

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.069"/> m3/s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.50"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.14"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/> m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.8218"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="2.1437"/> m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.4109"/> m2	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1917"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.5000"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.1679"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.0591"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.8233"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		

Figura 28. Cálculo de tirante de cuneta para un concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de fibras de polipropileno.
Fuente: Software HCANALES V3.0

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

1. Los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión promedio de un concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno en 0.30, 0.40 y 0.50 % respecto al peso del cemento, fueron 219.90 kg/cm^2 (104.7% de la resistencia de diseño), 222.60 kg/cm^2 (106% de la resistencia de diseño) y 228.50 kg/cm^2 (108.8% de la resistencia de diseño) respectivamente, mientras que para un concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ se obtuvo 250.10 kg/cm^2 (102.1% de la resistencia de diseño), 260.90 kg/cm^2 (106.50% de la resistencia de diseño) y 277.00 kg/cm^2 (113.10% de la resistencia de diseño) respectivamente. Se observa que la adición de fibras de polipropileno incrementa la resistencia a la compresión del concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$. Además los diseños donde se adicionan 0.30 % de fibras de polipropileno el concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ desarrolla en promedio mayor resistencia que el concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, mientras que para la adición de 0.40 y 0.50% de fibras de polipropileno, el concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ su desarrollo es mayor.
2. Los resultados de la prueba de permeabilidad promedio de un concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno en 0.30, 0.40 y 0.50 % respecto al peso del cemento, fueron 0.47, 0.33, 0.27 cm/s respectivamente, valores que se encuentran en el rango mencionado en el Reporte 522R-10 del ACI (0.14 -1.22 cm/s); mientras que los resultados para un concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno en 0.30, 0.40 y 0.50 % respecto al peso del cemento, fueron 0.23, 0.17, 0.13 cm/s respectivamente, valores que están dentro del rango, excepto la permeabilidad promedio producido con 0.50% de adición de fibras de polipropileno. Como podemos observar a mayor porcentaje de fibra de polipropileno la permeabilidad del concreto permeable disminuye.
3. Teniendo como base el dimensionamiento del área transversal de una cuneta típica de 0.50m de ancho y 0.89m de tirante, se obtuvo los siguientes resultados, para un concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con

incorporación de fibras de polipropileno en 0.30, 0.40 y 0.50 % respecto al peso del cemento, se obtuvo las secciones de 0.50mx0.62m, 0.50mx0.71m y 0.50mx0.74m respectivamente; mientras que para un concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno en 0.30, 0.40 y 0.50 % respecto al peso del cemento, se obtuvo las secciones de 0.50mx0.77m, 0.50mx0.80m y 0.50mx0.82m respectivamente; en ambos resultados se observa una disminución en la sección transversal de la cuneta, aunque no tan significativas. Obteniendo la mayor reducción para el concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% incorporación de fibras de polipropileno.

CONCLUSIONES

Culminada la investigación, y presentado los resultados, se llega a la siguiente conclusión general: la incorporación de fibras de polipropileno en el concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ aumenta la resistencia a la compresión, mientras que hay una disminución de la permeabilidad a mayor sea el porcentaje de fibras de polipropileno. Además que el uso de concreto permeable con adición de fibras de polipropileno permite una reducción en el tirante de una cuneta típica en Ucayali. El diseño de concreto permeable que mejor se adaptaría a un tráfico ligero en Ucayali es el concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 0.30% de fibra de polipropileno, ya que en este diseño hay un equilibrio entre resistencia y permeabilidad. De forma particular se describe lo siguiente:

1. Los ensayos a la compresión arrojaron resultados positivos obteniéndose valores por encima de lo diseñado, cabe indicar que los resultados de ambos concretos permeables ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$) se observó que a mayor porcentaje de fibras de polipropileno, mayor es la resistencia obtenida en base a la resistencia de diseño; además el concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ obtuvo mayor porcentaje en el incremento en su resistencia, por lo que se puede concluir que la incorporación de 0.30, 0.40 y 0.50% de fibras de polipropileno aumenta la resistencia a la compresión del concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ en un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.
2. De los ensayos de permeabilidad se obtuvo resultados no tan favorables con respecto a la tasa de infiltración del concreto permeable con incorporación de fibras de polipropileno, pues debido al gran porcentaje de fibras usadas se vió afectado su permeabilidad, obteniéndose valores de infiltración de ambos concretos ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$) que oscila entre 0.13 – 0.47 cm/s, valores que están casi al límite de lo mencionado por el ACI en su reporte 522R-10, pues ahí mencionan que por lo general la tasa de infiltración de un concreto permeable oscila entre 0.14 – 1.22 cm/s; obteniéndose menores valores para el concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, por lo que se puede concluir la incorporación de fibras de

polipropileno en el concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ disminuye la capacidad de drenar la escorrentía de un pavimento de tránsito ligero producido por una tormenta en Ucayali.

3. De los resultados obtenidos en el dimensionamiento de la sección transversal de una cuneta con ambos concretos ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$) se concluye que el uso del concreto permeable con incorporación de de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno disminuye el tirante hidráulico de una cuneta típica de un pavimento de tránsito ligero en Ucayali. Pese a que la disminución no es muy significativa.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS.

- 1.** Pese a los resultados obtenidos en esta investigación se recomienda el uso del concreto permeable para un tránsito o tráfico ligero en Ucayali, ya que a pesar que las tasas de infiltración son bajas, estas permitirán drenar la escorrentía producida por una tormenta en sus primeros años de servicio, ya que debido al fenómeno de colmatación, el concreto permeable va perdiendo su principal característica (permeabilidad).
- 2.** Se recomienda el estudio posterior de una estructura completa de pavimento usando el concreto permeable con incorporación de fibras de polipropileno, teniendo como base esta línea de investigación, para así tener un mejor entendimiento de la aplicación de este material en la realidad vial de Pucallpa – Ucayali.
- 3.** Durante la elaboración de un concreto permeable con adición de fibras de polipropileno se debe tener un estricto control de calidad, que se respete el diseño de mezcla; debido a que la relación de a/c es baja el tiempo estimado de mezclado no debe superar los 10 minutos.
- 4.** El concreto permeable tal como se observó en el ensayo de asentamiento, cuyo Slump es cero, da como resultado poca trabajabilidad, por lo tanto se recomienda hacer el vaceado de forma parcial y no masiva, además de usar aditivos que mejoran la trabajabilidad de éste.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS Y TESIS

Aire Carlos y Paula Dávila (2011). *Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Azañedo Medina, W.; Chavez Juanito, H. y Muñoz Valdivia, R. (2007). *Diseño de Mezcla de Concreto Poroso con Agregados de la Cantera la Victoria, Cemento Pórtland Tipo I con Adición de Tiras de Plastico, y su Aplicación en Pavimentos Rígidos, en la Ciudad de Cajamarca*. Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. (Tesis de Grado).

Calderon Colca, Y. y Charca Chura, J. (2013). *Investigación en Concreto Poroso*. Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. (Boletín Informativo).

Flores Pietro, Juan R. (2010). *Caracterización del Concreto Permeable, Usando el Módulo de Rotura y el Porcentaje de Desgaste*. México. (Tesis de Maestría).

Gómez Cano, Juan C. (2010). *Identificación y Cuantificación de Algunos Factores en la Permeabilidad de Concretos y Morteros*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. (Tesis de Grado).

Kosmatka, Steven H.; Kerkhoff, Beatrix; Paranere, William C; y Tennis, Jusssara (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. EE.UU: Portland Cement Association. Illinois.

Meneses Ospina y Bravo Erazo (2007). *Resistencia Mecánica y Condiciones de Obra del Concreto Poroso en los Pavimentos, según Tipo de Granulometría*. Colombia: Universidad de Medellín. (Tesis de Grado).

Woods – Ballard B.; Kellagher R; Martin P.; Jefferies C.; Bray R.; Shaffer P. (2007). *The SUDS Manual*. CIRIA C697. London.

ARTÍCULOS Y PUBLICACIONES

Meininger (1988). No – Fines Pervious Concrete for Paving. *Concrete Internacional*, Vol. 10, N° 8.

Neithalath N. (2005). Modelind the effects of pore structure on the acoustic absorption of Enhanced Porosity Concrete. *Japan Concrete Institute*, Vol. 3, N°1.

NORMAS Y REPORTE

ACI Commitee 522R-10 (2010). *Reporte on Previous Concrete*.

ACI 211.3R-97 (1998), *Guide for Selecting Proportions for no – Slump Concrete*. Appendix 7 211.3R-21.

ACI 522R-6 (2006), *Pervious Concrete*. American Concrete Institute.

ASTM C33 (1999), *Especificación Estándar Para Agregados de Concreto*.

MATRIZ DE CONSISTENCIA.

TEMA	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE ESTUDIO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	METODOLOGÍA
"EVALUACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE CON INCORPORACIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO PARA PAVIMENTO DE TRÁNSITO LIGERO – UCAYALI"	PROBLEMA GENERAL: ¿De qué manera la incorporación de fibras de polipropileno en el concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, mejora el drenaje de la escorrentía de un pavimento de tránsito ligero - Ucayali?	OBJETIVO GENERAL: Determinar y evaluar la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en el concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ para el drenaje de la escorrentía de un pavimento de tránsito ligero – Ucayali.	HIPÓTESIS GENERAL: La incorporación de fibra de polipropileno mejora las propiedades de resistencia a la compresión y drenaje en el concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ para un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.	V. Independiente: • Incorporación de fibras de polipropileno en el concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$	- Porcentaje (%) de fibras de polipropileno.	%	El tipo de investigación a desarrollar será del tipo mixto (Cuantitativo y cualitativo). Nivel de Investigación: Aplicativo. Método: Método Cuantitativo Técnica: Observación y experimentación. Diseño de la investigación: G --> X --> O Dónde: G: Grupo de estudio. A: Asignación. O: Observación
				V. Dependiente: • Resistencia a la compresión y drenaje de la escorrentía de un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.	- Resistencia a la compresión del concreto permeable. -Tasa de infiltración del concreto permeable.	kg/cm^2 , cm/s	
	V. Independiente: • Incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% fibras de polipropileno.	- Porcentaje (%) de fibras de polipropileno.	%				
	- 1. 1. ¿De qué manera influye la incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión para un concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, en un pavimento de tránsito ligero en Ucayali?	- Determinar la resistencia a la compresión del concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno para un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1: La incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno aumenta la resistencia a la compresión del concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ en un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.	V. Dependiente: • Resistencia a la compresión del concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ en un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.	- Resistencia a la compresión.	Kg/cm^2 .	

TEMA	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE ESTUDIO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	FACTOR DE MEDIDA	METODOLOGÍA
“EVALUACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE CON INCORPORACIÓN DE FIBRA DE POLIPROPILENO PARA PAVIMENTO DE TRÁNSITO LIGERO – UCAYALI”	- 2. 2. ¿De qué manera el concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno permitirá drenar la escorrentía en un pavimento de tránsito ligero producido por una tormenta en Ucayali?	- Determinar el drenaje a través de los ensayos de permeabilidad del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno que permitirá drenar la escorrentía en un pavimento de tránsito ligero producido por una tormenta en Ucayali.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2: La incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno en un concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ aumenta la capacidad de drenar la escorrentía en un pavimento de tránsito ligero producido por una tormenta en Ucayali.	V. Independiente: • Incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50%	- Porcentaje (%) de fibras de polipropileno.	%	El tipo de investigación a desarrollar será del tipo mixto (Cuantitativo y cualitativo). Nivel de Investigación: Aplicativo. Método: Método Cuantitativo Técnica: Observación y experimentación. Diseño de la investigación: G --> X --> O Dónde: G: Grupo de estudio. A: Asignación. O: Observación
	- 3. 3. ¿De qué manera influye el concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno en el dimensionamiento del tirante hidráulico de una cuneta típica de un pavimento de tránsito ligero en Ucayali?	- Determinar el dimensionamiento del tirante hidráulico de una cuneta típica con concreto permeable de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno para un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3: La permeabilidad del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno permite la disminución del tirante hidráulico de una cuneta típica de un pavimento de tránsito ligero en Ucayali.	V. Independiente: • Permeabilidad del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de 0.30%, 0.40% y 0.50% de fibras de polipropileno .	- Tasa de infiltración del concreto permeable.	Kg/cm ² .	El tipo de investigación a desarrollar será del tipo mixto (Cuantitativo y cualitativo). Nivel de Investigación: Aplicativo. Método: Método Cuantitativo Técnica: Observación y experimentación. Diseño de la investigación: G --> O Dónde: G: Grupo de estudio. O: Observación
				V. Dependiente: • tirante hidráulico de una cuneta típica en Ucayali.	-Tirante hidráulico	m	

ANEXO

ANEXO 1. MEMORIAS DE CÁLCULO.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE F' C=210 KG/CM² CON 0.30% DE FIBRA DE POLIPROPILENO

DATOS DE ENTRADA

- **Agregado** :

PROPIEDAD	NOMEM CLATURA	VALOR	UNIDAD
Tamaño máximo nominal	TMN	3/4"	
Peso específico	Pe	2.470	gr/cm ³
Peso específico SSS	Pe(sss)	2.546	gr/cm ³
Peso unitario suelto	Pus	1.364	gr/cm ³
Peso unitario compactado	Puc	1.465	gr/cm ³
Absorción	a %	1.215	%
Contenido de humedad	C-H %	4.220	%

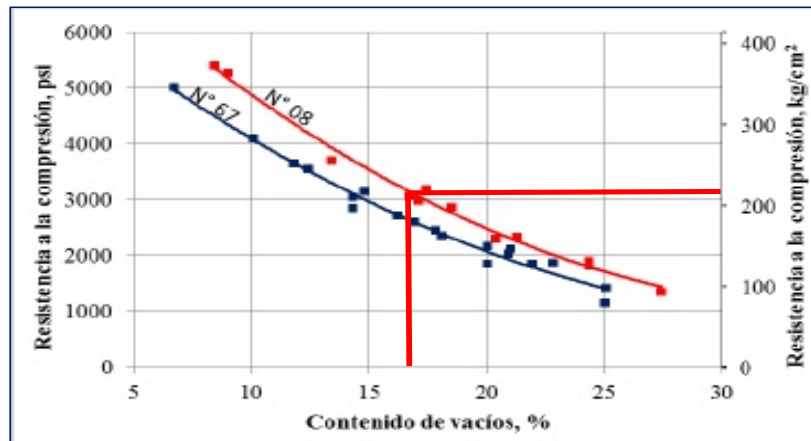
- **Cemento** : ANDINO Portland Tipo I
Peso específico del cemento : **2.99 gr/cm³**
- **Agua** : Agua Potable de la EPS EMAPACOP S.A
Peso específico del agua : **1.00 gr/cm³**
- **Fibra de polipropileno** : SIKAFIBER PE
Densidad aproximada : **1.17 kg/l**

CRITERIOS DE DISEÑO

- No se considera agregado fino en la mezcla, para lograr la mayor cantidad de porcentaje de vacios en el concreto endurecido.
- Se realizará una compactación ligera, debido a que éste nos permitirá obtener una mayor concentración o contenido de pasta en la mezcla del concreto.

DATOS OBTENIDOS

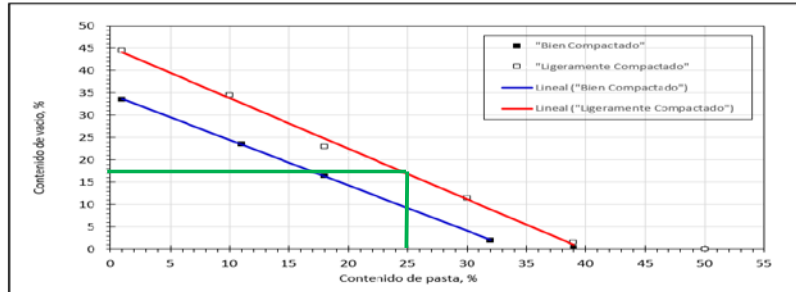
- **Porcentaje de vacios:**
% de vacios requerido : **17 %**
- **Resistencia a la compresión (referencial):**



$f'c$ referencial: 210 kg/cm²

● Relación Agua - Cemento (a/c): 0.30

● Volumen de pasta:



% de pasta : 25 %

Se tiene que volumen de pasta es igual al Volumen de Cemento más el Volumen de Agua, la cual se resume en la siguiente expresión:

$$V_p = V_c + V_a \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

- Vp : Volumen de pasta.
- Vc : Volumen de cemento.
- Va : Volumen de agua.
- c : Peso del cemento por m³ de mezcla.
- a : Peso del agua por m³ de mezcla.
- P.E.c : Peso específico del cemento.
- P.E.a : Peso específico del agua.

$$V_c = \frac{c}{P.E.c} \dots\dots\dots (2)$$

$$V_a = \frac{a}{P.E.a} \dots\dots\dots (3)$$

$$a = a/c * c \dots\dots\dots (4)$$

Reemplazando las ecuaciones (2) y (3) en la ecuación (1), tenemos la siguiente expresión:

$$V_p = \frac{c}{P.E.c} + \frac{a \cdot c}{P.E.a} \dots\dots\dots (5)$$

Tenemos que: P.E.c = 2990 kg/m³ P.E.a = 1000 kg/m³

Reemplazando los valores conocidos en la ecuación (5), tenemos:

$$0.250 = \frac{c}{2990} + \frac{0.30 * c}{1000}$$

Resolvemos la ecuación : **c = 394.04 kg**
 a = 118.21 kg

● Volúmenes absolutos:

	Pesos SSS (kg)	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Agua	118.21	1000	0.118
Cemento	394.04	2990	0.132
Vacios			0.170
Sikafiber PE	1.18	1170	0.001
		Parcial	0.421

A. Grueso

0.579
Total 1.000

Para este diseño, como se mencionó líneas arriba no se considera agregado fino, por lo tanto no se realiza la corrección, por ende los resultados quedan de la siguiente manera:

	Pesos SSS (kg)	P.E (kg/m³)	Volumen (m³)
Agua	118.21	1000	0.118
Cemento	394.04	2990	0.132
A. Grueso	1473.67	2546	0.579
Sikafiber PE	1.18	1170	0.001
Vacios			0.170
		Total	1.000

<u>a/c</u>	<u>0.30</u>
<u>a°g°/c</u>	<u>3.74</u>

- **Corrección por humedad, absorción y aporte:**

	A. Grueso	
Humedad	4.22	%
Absorción	1.215	%
Aporte	44.28	lt

Por lo tanto, los materiales corregidos se muestran en la siguiente tabla:

	Cantidades	
Cemento	394.04	kg/m ³
A. Grueso Húmedo	1429.39	kg/m ³
Agua efectiva	73.93	lt/m ³
Sikafiber PE	1.18	kg/m ³

- **Proporción final del Diseño de Mezcla en peso:**

	Cantidades	
Cemento	1.00	kg
A. Grueso Húmedo	3.63	kg
Agua efectiva	18.76	lt
Sikafiber PE	0.30	kg

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE F' C=210 KG/CM² CON 0.40% DE FIBRA DE POLIPROPILENO

DATOS DE ENTRADA

- **Agregado** :

PROPIEDAD	NOMENCLATURA	VALOR	UNIDAD
Tamaño máximo nominal	TMN	3/4"	
Peso específico	Pe	2.470	gr/cm ³
Peso específico SSS	Pe(sss)	2.546	gr/cm ³
Peso unitario suelto	Pus	1.364	gr/cm ³
Peso unitario compactado	Puc	1.465	gr/cm ³
Absorción	a %	1.215	%
Contenido de humedad	C-H %	4.220	%

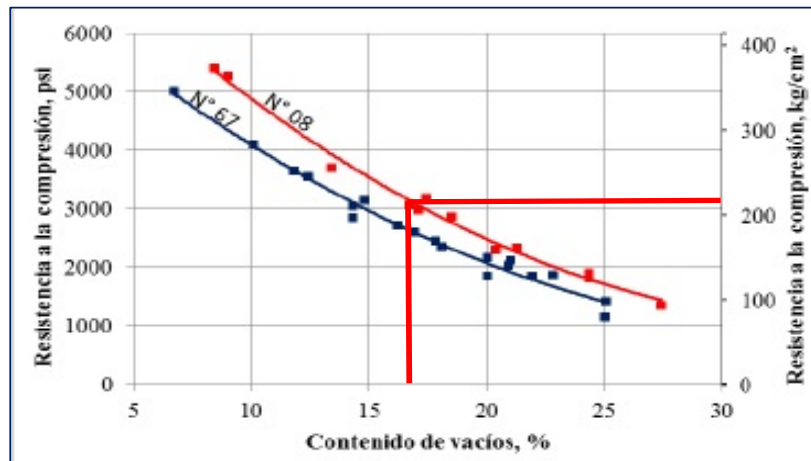
- **Cemento** : ANDINO Portland Tipo I
Peso específico del cemento : 2.99 gr/cm³
- **Agua** : Agua Potable de la EPS EMAPACOP S.A
Peso específico del agua : 1.00 gr/cm³
- **Fibra de polipropileno** : SIKAFIBER PE
Densidad aproximada : 1.17 kg/l

CRITERIOS DE DISEÑO

- No se considera agregado fino en la mezcla, para lograr la mayor cantidad de porcentaje de vacíos en el concreto endurecido.
- Se realizará una compactación ligera, debido a que éste nos permitirá obtener una mayor concentración o contenido de pasta en la mezcla del concreto.

DATOS OBTENIDOS

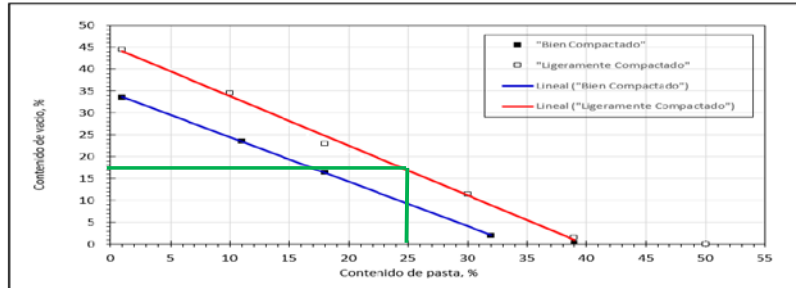
- **Porcentaje de vacíos:**
% de vacíos requerido : 17 %
- **Resistencia a la compresión (referencial):**



$f'c$ referencial: 210 kg/cm²

● Relación Agua - Cemento (a/c): 0.30

● Volumen de pasta:



% de pasta : 25 %

Se tiene que volumen de pasta es igual al Volumen de Cemento más el Volumen de Agua, la cual se resume en la siguiente expresión:

$$V_p = V_c + V_a \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

- Vp : Volumen de pasta.
- Vc : Volumen de cemento.
- Va : Volumen de agua.
- c : Peso del cemento por m³ de mezcla.
- a : Peso del agua por m³ de mezcla.
- P.E.c : Peso específico del cemento.
- P.E.a : Peso específico del agua.

$$V_c = \frac{c}{P.E.c} \dots\dots\dots (2)$$

$$V_a = \frac{a}{P.E.a} \dots\dots\dots (3)$$

$$a = a/c * c \dots\dots\dots (4)$$

Reemplazando las ecuaciones (2) y (3) en la ecuación (1), tenemos la siguiente expresión:

$$V_p = \frac{c}{P.E.c} + \frac{a \cdot c}{P.E.a} \dots\dots\dots (5)$$

Tenemos que: P.E.c = 2990 kg/m³ P.E.a = 1000 kg/m³

Reemplazando los valores conocidos en la ecuación (5), tenemos:

$$0.250 = \frac{c}{2990} + \frac{0.30 * c}{1000}$$

Resolvemos la ecuación : c = 394.04 kg
a = 118.21 kg

● Volúmenes absolutos:

	Pesos SSS (kg)	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Agua	118.21	1000	0.118
Cemento	394.04	2990	0.132
Vacios			0.170
Sikafiber PE	1.58	1170	0.002
		Parcial	0.422

A. Grueso

0.578
Total 1.000

Para este diseño, como se mencionó líneas arriba no se considera agregado fino, por lo tanto no se realiza la corrección, por ende los resultados quedan de la siguiente manera:

	Pesos SSS (kg)	P.E (kg/m³)	Volumen (m³)
Agua	118.21	1000	0.118
Cemento	394.04	2990	0.132
A. Grueso	1472.67	2546	0.578
Sikafiber PE	1.58	1170	0.002
Vacios			0.170
		Total	1.000

<u>a/c</u>	<u>0.30</u>
<u>a°g°/c</u>	<u>3.74</u>

- **Corrección por humedad, absorción y aporte:**

	A. Grueso	
Humedad	4.22	%
Absorción	1.215	%
Aporte	44.25	lt

Por lo tanto, los materiales corregidos se muestran en la siguiente tabla:

	Cantidades	
Cemento	394.04	kg/m ³
A. Grueso Húmedo	1428.41	kg/m ³
Agua efectiva	73.96	lt/m ³
Sikafiber PE	1.58	kg/m ³

- **Proporción final del Diseño de Mezcla en peso:**

	Cantidades	
Cemento	1.00	kg
A. Grueso Húmedo	3.63	kg
Agua efectiva	18.77	lt
Sikafiber PE	0.40	kg

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE F' C=210 KG/CM² CON 0.50% DE FIBRA DE POLIPROPILENO

DATOS DE ENTRADA

- **Agregado** :

PROPIEDAD	NOMEM CLATURA	VALOR	UNIDAD
Tamaño máximo nominal	TMN	3/4"	
Peso específico	Pe	2.470	gr/cm ³
Peso específico SSS	Pe(sss)	2.546	gr/cm ³
Peso unitario suelto	Pus	1.364	gr/cm ³
Peso unitario compactado	Puc	1.465	gr/cm ³
Absorción	a %	1.215	%
Contenido de humedad	C-H %	4.220	%

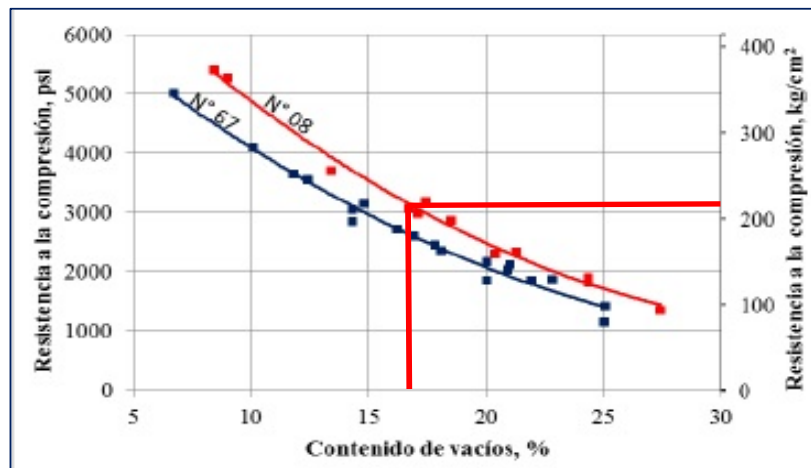
- **Cemento** : ANDINO Portland Tipo I
Peso específico del cemento : 2.99 gr/cm³
- **Agua** : Agua Potable de la EPS EMAPACOP S.A
Peso específico del agua : 1.00 gr/cm³
- **Fibra de polipropileno** : SIKAFIBER PE
Densidad aproximada : 1.17 kg/l

CRITERIOS DE DISEÑO

- No se considera agregado fino en la mezcla, para lograr la mayor cantidad de porcentaje de vacíos en el concreto endurecido.
- Se realizará una compactación ligera, debido a que éste nos permitirá obtener una mayor concentración o contenido de pasta en la mezcla del concreto.

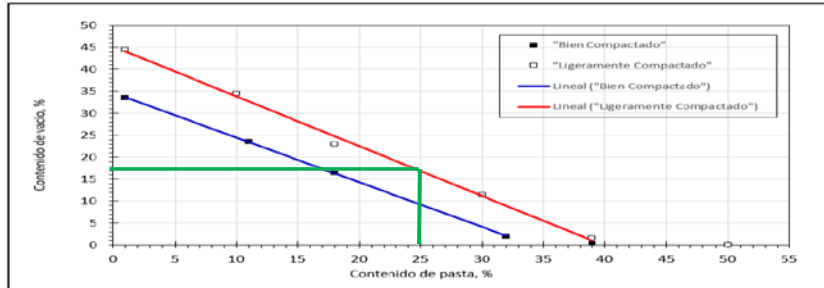
DATOS OBTENIDOS

- **Porcentaje de vacios:**
% de vacios requerido : 17 %
- **Resistencia a la compresión (referencial):**



f'c referencial: 210 kg/cm²

- Relación Agua - Cemento (a/c): 0.30
- Volumen de pasta:



% de pasta : 25 %

Se tiene que volumen de pasta es igual al Volumen de Cemento más el Volumen de Agua, la cual se resume en la siguiente expresión:

$$V_p = V_c + V_a \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

- Vp : Volumen de pasta.
- Vc : Volumen de cemento.
- Va : Volumen de agua.
- c : Peso del cemento por m³ de mezcla.
- a : Peso del agua por m³ de mezcla.
- P.E.c : Peso específico del cemento.
- P.E.a : Peso específico del agua.

$$V_c = \frac{c}{P.E.c} \dots\dots\dots (2)$$

$$V_a = \frac{a}{P.E.a} \dots\dots\dots (3)$$

$$a = a/c * c \dots\dots\dots (4)$$

Reemplazando las ecuaciones (2) y (3) en la ecuación (1), tenemos la siguiente expresión:

$$V_p = \frac{c}{P.E.c} + \frac{a.c}{P.E.a} \dots\dots\dots (5)$$

Tenemos que: P.E.c = 2990 kg/m³ P.E.a = 1000 kg/m³

Reemplazando los valores conocidos en la ecuación (5), tenemos:

$$0.250 = \frac{c}{2990} + \frac{0.30 * c}{1000}$$

Resolvemos la ecuación : c = 394.04 kg
a = 118.21 kg

- Volúmenes absolutos:

	Pesos SSS (kg)	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Agua	118.21	1000	0.118
Cemento	394.04	2990	0.132
Vacios			0.170
Sikafiber PE	1.97	1170	0.002
		Parcial	0.422

A. Grueso

0.578
Total 1.000

Para este diseño, como se mencionó líneas arriba no se considera agregado fino, por lo tanto no se realiza la corrección, por ende los resultados quedan de la siguiente manera:

	Pesos SSS (kg)	P.E (kg/m³)	Volumen (m³)
Agua	118.21	1000	0.118
Cemento	394.04	2990	0.132
A. Grueso	1471.66	2546	0.578
Sikafiber PE	1.97	1170	0.002
Vacios			0.170
		Total	1.000

<u>a/c</u>	<u>0.30</u>
<u>a°g°/c</u>	<u>3.73</u>

- **Corrección por humedad, absorción y aporte:**

	A. Grueso	
Humedad	4.22	%
Absorción	1.215	%
Aporte	44.22	lt

Por lo tanto, los materiales corregidos se muestran en la siguiente tabla:

	Cantidades	
Cemento	394.04	kg/m ³
A. Grueso Húmedo	1427.44	kg/m ³
Agua efectiva	73.99	lt/m ³
Sikafiber PE	1.97	kg/m ³

- **Proporción final del Diseño de Mezcla en peso:**

	Cantidades	
Cemento	1.00	kg
A. Grueso Húmedo	3.62	kg
Agua efectiva	18.78	lt
Sikafiber PE	0.50	kg

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE F' C=245 KG/CM²
CON 0.30% DE FIBRA DE POLIPROPILENO

DATOS DE ENTRADA

- **Agregado** :

PROPIEDAD	NOMEM CLATURA	VALOR	UNIDAD
Tamaño máximo nominal	TMN	3/4"	
Peso específico	Pe	2.470	gr/cm ³
Peso específico SSS	Pe(sss)	2.546	gr/cm ³
Peso unitario suelto	Pus	1.364	gr/cm ³
Peso unitario compactado	Puc	1.465	gr/cm ³
Absorción	a %	1.215	%
Contenido de humedad	C-H %	4.220	%

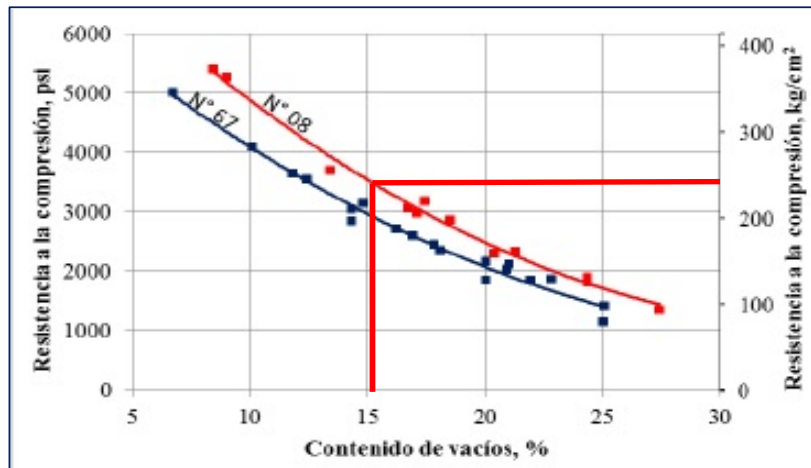
- **Cemento** : ANDINO Portland Tipo I
Peso específico del cemento : **2.99 gr/cm³**
- **Agua** : Agua Potable de la EPS EMAPACOP S.A
Peso específico del agua : **1.00 gr/cm³**
- **Fibra de polipropileno** : SIKAFIBER PE
Densidad aproximada : **1.17 kg/l**

CRITERIOS DE DISEÑO

- No se considera agregado fino en la mezcla, para lograr la mayor cantidad de porcentaje de vacios en el concreto endurecido.
- Se realizará una compactación ligera, debido a que éste nos permitirá obtener una mayor concentración o contenido de pasta en la mezcla del concreto.

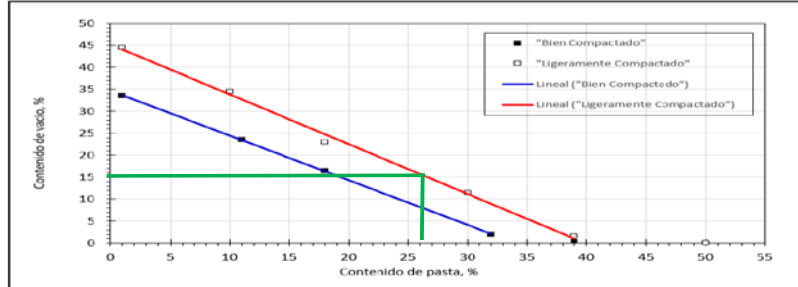
DATOS OBTENIDOS

- **Porcentaje de vacios:**
% de vacios requerido : **15 %**
- **Resistencia a la compresión (referencial):**



$f'c$ referencial: 245 kg/cm²

- Relación Agua - Cemento (a/c): 0.30
- Volumen de pasta:



% de pasta : 26.5 %

Se tiene que volumen de pasta es igual al Volumen de Cemento más el Volumen de Agua, la cual se resume en la siguiente expresión:

$$V_p = V_c + V_a \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

- Vp : Volumen de pasta.
- Vc : Volumen de cemento.
- Va : Volumen de agua.
- c : Peso del cemento por m³ de mezcla.
- a : Peso del agua por m³ de mezcla.
- P.E.c : Peso específico del cemento.
- P.E.a : Peso específico del agua.

$$V_c = \frac{c}{P.E.c} \dots\dots\dots (2)$$

$$V_a = \frac{a}{P.E.a} \dots\dots\dots (3)$$

$$a = a/c * c \dots\dots\dots (4)$$

Reemplazando las ecuaciones (2) y (3) en la ecuación (1), tenemos la siguiente expresión:

$$V_p = \frac{c}{P.E.c} + \frac{a \cdot c}{P.E.a} \dots\dots\dots (5)$$

Tenemos que: P.E.c = 2990 kg/m³ P.E.a = 1000 kg/m³

Reemplazando los valores conocidos en la ecuación (5), tenemos:

$$0.265 = \frac{c}{2990} + \frac{0.30 * c}{1000}$$

Resolvemos la ecuación : **c = 417.69 kg**
a = 125.31 kg

- Volúmenes absolutos:

	Pesos SSS (kg)	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Agua	125.31	1000	0.125
Cemento	417.69	2990	0.140
Vacios			0.150
Sikafiber PE	1.25	1170	0.001
		Parcial	0.416

A. Grueso

0.584
Total **1.000**

Para este diseño, como se mencionó líneas arriba no se considera agregado fino, por lo tanto no se realiza la corrección, por ende los resultados quedan de la siguiente manera:

	Pesos SSS (kg)	P.E (kg/m³)	Volumen (m³)
Agua	125.31	1000	0.125
Cemento	417.69	2990	0.140
A. Grueso	1486.22	2546	0.584
Sikafiber PE	1.25	1170	0.001
Vacios			0.150
		Total	<u>1.000</u>

<u>a/c</u>	<u>0.30</u>
<u>a°g°/c</u>	<u>3.56</u>

- **Corrección por humedad, absorción y aporte:**

	A. Grueso	
Humedad	4.22	%
Absorción	1.215	%
Aporte	44.66	lt

Por lo tanto, los materiales corregidos se muestran en la siguiente tabla:

	Cantidades	
Cemento	417.69	kg/m ³
A. Grueso Húmedo	1441.56	kg/m ³
Agua efectiva	80.64	lt/m ³
Sikafiber PE	1.25	kg/m ³

- **Proporción final del Diseño de Mezcla en peso:**

	Cantidades	
Cemento	1.00	kg
A. Grueso Húmedo	3.45	kg
Agua efectiva	19.31	lt
Sikafiber PE	0.30	kg

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE F' C=245 KG/CM² CON 0.40% DE FIBRA DE POLIPROPILENO

DATOS DE ENTRADA

- **Agregado** :

PROPIEDAD	NOMEM CLATURA	VALOR	UNIDAD
Tamaño máximo nominal	TMN	3/4"	
Peso específico	Pe	2.470	gr/cm ³
Peso específico SSS	Pe(sss)	2.546	gr/cm ³
Peso unitario suelto	Pus	1.364	gr/cm ³
Peso unitario compactado	Puc	1.465	gr/cm ³
Absorción	a %	1.215	%
Contenido de humedad	C-H %	4.220	%

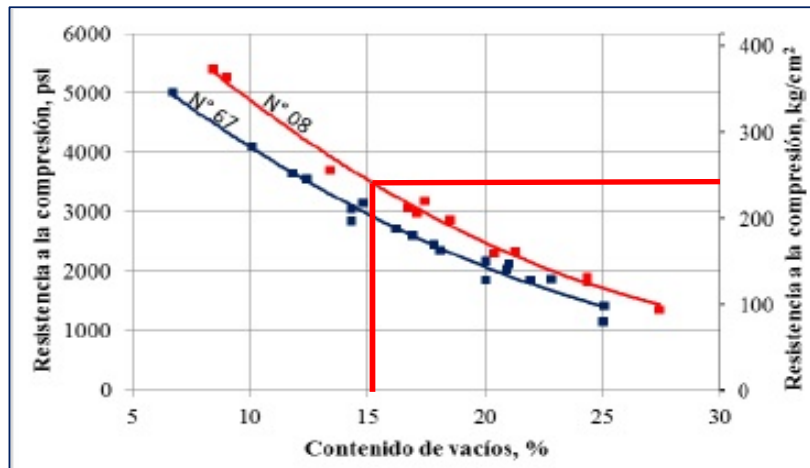
- **Cemento** : ANDINO Portland Tipo I
Peso específico del cemento : 2.99 gr/cm³
- **Agua** : Agua Potable de la EPS EMAPACOP S.A
Peso específico del agua : 1.00 gr/cm³
- **Fibra de polipropileno** : SIKAFIBER PE
Densidad aproximada : 1.17 kg/l

CRITERIOS DE DISEÑO

- No se considera agregado fino en la mezcla, para lograr la mayor cantidad de porcentaje de vacíos en el concreto endurecido.
- Se realizará una compactación ligera, debido a que éste nos permitirá obtener una mayor concentración o contenido de pasta en la mezcla del concreto.

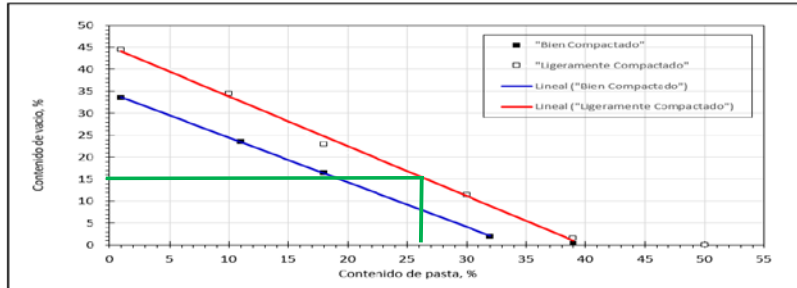
DATOS OBTENIDOS

- **Porcentaje de vacíos:**
% de vacíos requerido : 15 %
- **Resistencia a la compresión (referencial):**



$f'c$ referencial: 245 kg/cm²

- Relación Agua - Cemento (a/c): 0.30
- Volumen de pasta:



% de pasta : 26.5 %

Se tiene que volumen de pasta es igual al Volumen de Cemento más el Volumen de Agua, la cual se resume en la siguiente expresión:

$$V_p = V_c + V_a \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

- Vp : Volumen de pasta.
- Vc : Volumen de cemento.
- Va : Volumen de agua.
- c : Peso del cemento por m³ de mezcla.
- a : Peso del agua por m³ de mezcla.
- P.E.c : Peso específico del cemento.
- P.E.a : Peso específico del agua.

$$V_c = \frac{c}{P.E.c} \dots\dots\dots (2)$$

$$V_a = \frac{a}{P.E.a} \dots\dots\dots (3)$$

$$a = a/c * c \dots\dots\dots (4)$$

Reemplazando las ecuaciones (2) y (3) en la ecuación (1), tenemos la siguiente expresión:

$$V_p = \frac{c}{P.E.c} + \frac{a \cdot c}{P.E.a} \dots\dots\dots (5)$$

Tenemos que: P.E.c = 2990 kg/m³ P.E.a = 1000 kg/m³

Reemplazando los valores conocidos en la ecuación (5), tenemos:

$$0.265 = \frac{c}{2990} + \frac{0.30 * c}{1000}$$

Resolvemos la ecuación : c = 417.69 kg
a = 125.31 kg

- Volúmenes absolutos:

	Pesos SSS (kg)	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Agua	125.31	1000	0.125
Cemento	417.69	2990	0.140
Vacios			0.150
Sikafiber PE	1.67	1170	0.002
		Parcial	0.417

A. Grueso

0.583
Total 1.000

Para este diseño, como se mencionó líneas arriba no se considera agregado fino, por lo tanto no se realiza la corrección, por ende los resultados quedan de la siguiente manera:

	Pesos SSS (kg)	P.E (kg/m³)	Volumen (m³)
Agua	125.31	1000	0.125
Cemento	417.69	2990	0.140
A. Grueso	1485.16	2546	0.583
Sikafiber PE	1.67	1170	0.002
Vacios			0.150
		Total	1.000

<u>a/c</u>	<u>0.30</u>
<u>a°g°/c</u>	<u>3.56</u>

- **Corrección por humedad, absorción y aporte:**

	A. Grueso	
Humedad	4.22	%
Absorción	1.215	%
Aporte	44.63	lt

Por lo tanto, los materiales corregidos se muestran en la siguiente tabla:

	Cantidades	
Cemento	417.69	kg/m ³
A. Grueso Húmedo	1440.53	kg/m ³
Agua efectiva	80.68	lt/m ³
Sikafiber PE	1.67	kg/m ³

- **Proporción final del Diseño de Mezcla en peso:**

	Cantidades	
Cemento	1.00	kg
A. Grueso Húmedo	3.45	kg
Agua efectiva	19.32	lt
Sikafiber PE	0.40	kg

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE F' C=245 KG/CM² CON 0.50% DE FIBRA DE POLIPROPILENO

DATOS DE ENTRADA

- **Agregado** :

PROPIEDAD	NOMEM CLATURA	VALOR	UNIDAD
Tamaño máximo nominal	TMN	3/4"	
Peso específico	Pe	2.470	gr/cm ³
Peso específico SSS	Pe(sss)	2.546	gr/cm ³
Peso unitario suelto	Pus	1.364	gr/cm ³
Peso unitario compactado	Puc	1.465	gr/cm ³
Absorción	a %	1.215	%
Contenido de humedad	C-H %	4.220	%

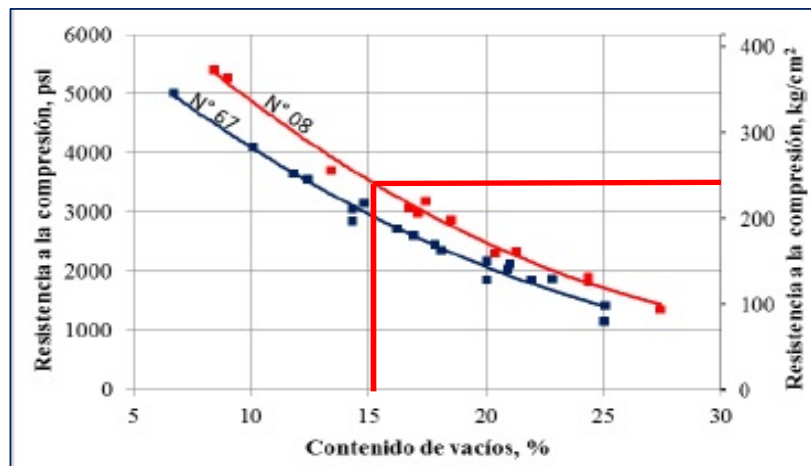
- **Cemento** : ANDINO Portland Tipo I
Peso específico del cemento : 2.99 gr/cm³
- **Agua** : Agua Potable de la EPS EMAPACOP S.A
Peso específico del agua : 1.00 gr/cm³
- **Fibra de polipropileno** : SIKAFIBER PE
Densidad aproximada : 1.17 kg/l

CRITERIOS DE DISEÑO

- No se considera agregado fino en la mezcla, para lograr la mayor cantidad de porcentaje de vacios en el concreto endurecido.
- Se realizará una compactación ligera, debido a que éste nos permitirá obtener una mayor concentración o contenido de pasta en la mezcla del concreto.

DATOS OBTENIDOS

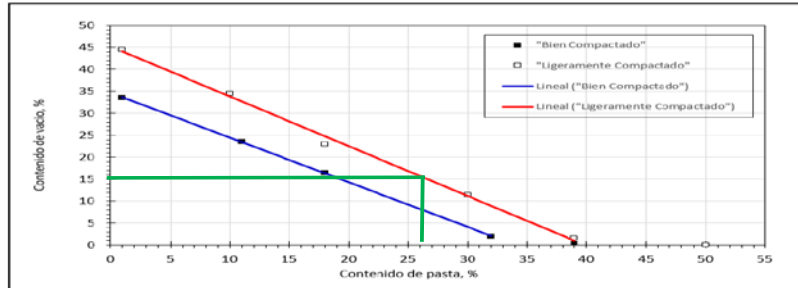
- **Porcentaje de vacios:**
% de vacios requerido : 15 %
- **Resistencia a la compresión (referencial):**



$f'c$ referencial: 245 kg/cm²

● Relación Agua - Cemento (a/c): 0.30

● Volumen de pasta:



% de pasta : 26.5 %

Se tiene que volumen de pasta es igual al Volumen de Cemento más el Volumen de Agua, la cual se resume en la siguiente expresión:

$$V_p = V_c + V_a \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

- Vp : Volumen de pasta.
- Vc : Volumen de cemento.
- Va : Volumen de agua.
- c : Peso del cemento por m³ de mezcla.
- a : Peso del agua por m³ de mezcla.
- P.E.c : Peso específico del cemento.
- P.E.a : Peso específico del agua.

$$V_c = \frac{c}{P.E.c} \dots\dots\dots (2)$$

$$V_a = \frac{a}{P.E.a} \dots\dots\dots (3)$$

$$a = a/c * c \dots\dots\dots (4)$$

Reemplazando las ecuaciones (2) y (3) en la ecuación (1), tenemos la siguiente expresión:

$$V_p = \frac{c}{P.E.c} + \frac{a}{P.E.a} \dots\dots\dots (5)$$

Tenemos que: P.E.c = 2990 kg/m³ P.E.a = 1000 kg/m³

Reemplazando los valores conocidos en la ecuación (5), tenemos:

$$0.265 = \frac{c}{2990} + \frac{0.30 * c}{1000}$$

Resolvemos la ecuación : c = 417.69 kg
a = 125.31 kg

● Volúmenes absolutos:

	Pesos SSS (kg)	P.E (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Agua	125.31	1000	0.125
Cemento	417.69	2990	0.140
Vacios			0.150
Sikafiber PE	2.09	1170	0.002
		Parcial	0.417

A. Grueso

0.583
Total 1.000

Para este diseño, como se mencionó líneas arriba no se considera agregado fino, por lo tanto no se realiza la corrección, por ende los resultados quedan de la siguiente manera:

	Pesos SSS (kg)	P.E (kg/m³)	Volumen (m³)
Agua	125.31	1000	0.125
Cemento	417.69	2990	0.140
A. Grueso	1484.09	2546	0.583
Sikafiber PE	2.09	1170	0.002
Vacios			0.150
		Total	1.000

<u>a/c</u>	<u>0.30</u>
<u>a°g°/c</u>	<u>3.55</u>

- **Corrección por humedad, absorción y aporte:**

	A. Grueso	
Humedad	4.22	%
Absorción	1.215	%
Aporte	44.60	lt

Por lo tanto, los materiales corregidos se muestran en la siguiente tabla:

	Cantidades	
Cemento	417.69	kg/m ³
A. Grueso Húmedo	1439.50	kg/m ³
Agua efectiva	80.71	lt/m ³
Sikafiber PE	2.09	kg/m ³

- **Proporción final del Diseño de Mezcla en peso:**

	Cantidades	
Cemento	1.00	kg
A. Grueso Húmedo	3.45	kg
Agua efectiva	19.32	lt
Sikafiber PE	0.50	kg

ANEXO 2. PANEL FOTOGRÁFICO.



Imagen 1. Agregado grueso en su forma triturada $\frac{3}{4}$ " de la planta Chancadora del Km 15.



Imagen 2. Planta Chancadora del Km 15.



Imagen 3. Agregado grueso (piedra chancaca) de $\frac{3}{4}$ " a utilizar en el estudio.



Imagen 4. Ensayo de Peso Específico del agregado grueso.



Imagen 5. Cuarteo de la muestra a usar para realizar los ensayos de laboratorio.



Imagen 6. Ensayo para determinar el tamaño máximo nominal del agregado grueso.



Imagen 7. Lavado del agregado grueso antes de realizar las probetas.



Imagen 8. Zarandeado del agregado grueso.



Imagen 9. Agregado Grueso después del lavado y zarandeado.



Imagen 10. Ensayo de Asentamiento, donde se observa cero Slump, propiedad característica de un concreto permeable.



Imagen 11. Consistencia del Concreto permeable con incorporación de fibras de polipropileno.



Imagen 12. Probeta de concreto permeable con incorporación de fibras de polipropileno.



Imagen 13. Ensayo a compresión del concreto permeable con incorporación de fibras de polipropileno.

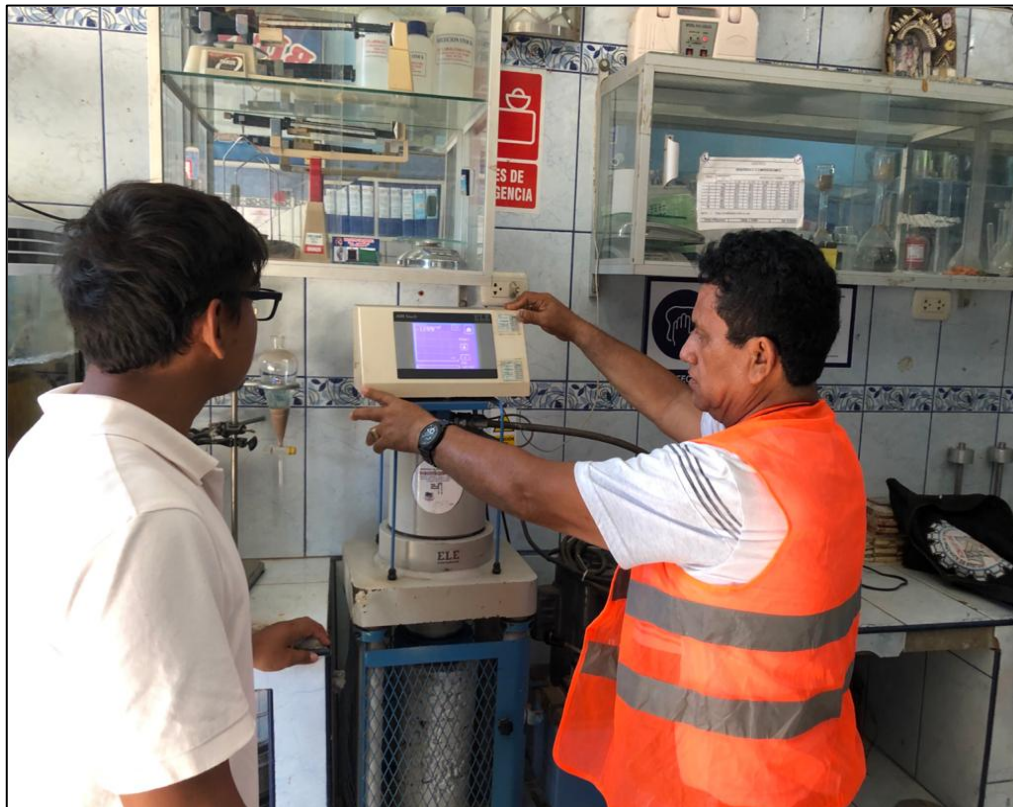


Imagen 14. Toma de datos del ensayo de compresión.

ANEXO 3. ESTUDIOS REALIZADOS

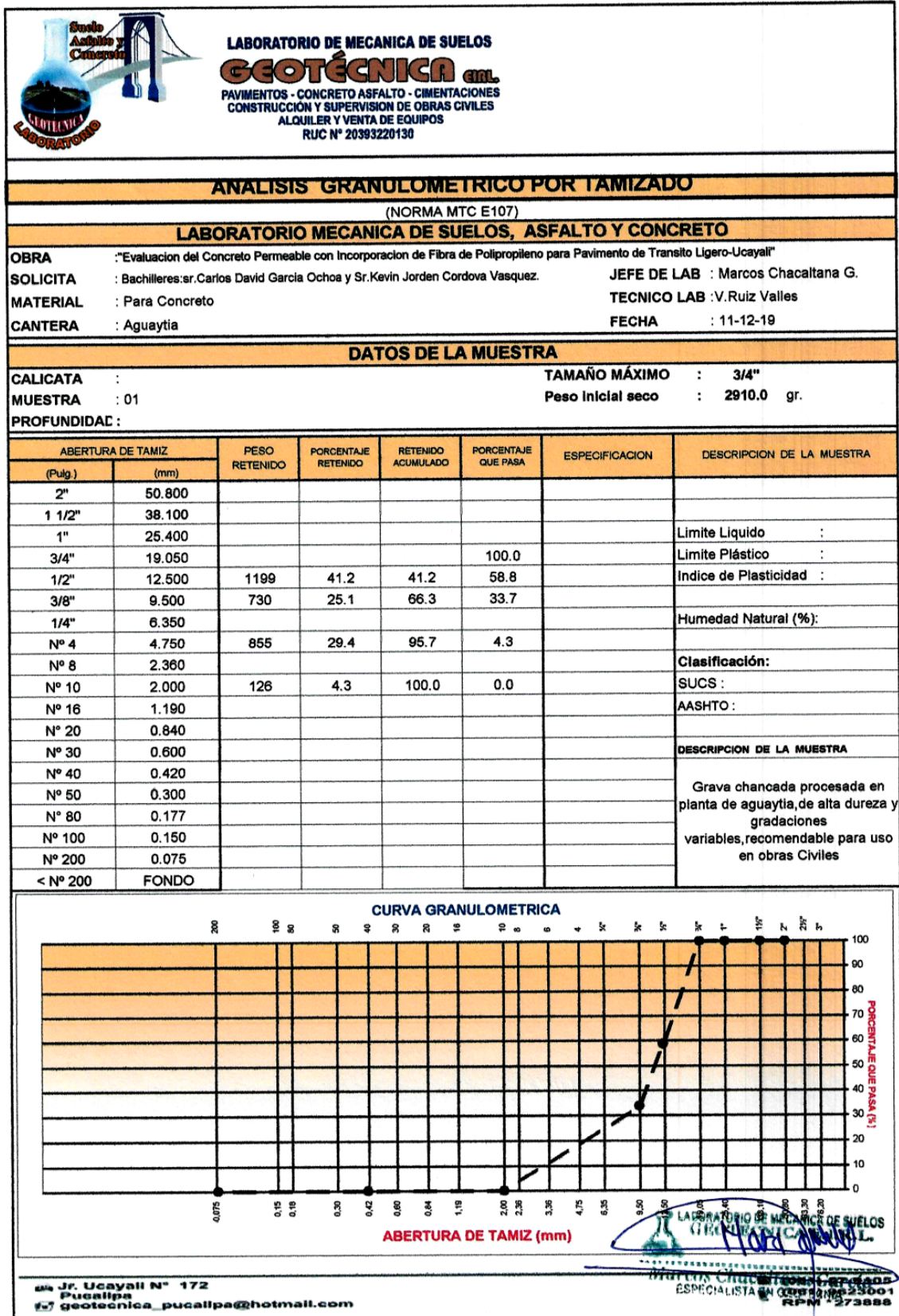



Imagen 15. Granulometría del agregado grueso (piedra chancada).



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.R.L.
 PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
 CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
 RUC N° 20393220130

PESO UNITARIO SUELTO

(NORMA MTC E 116)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA	:"Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Tránsito Ligero-Ucayali"	JEFE DE LAB.	: Marcos Chacaltana G.
	: Distrito de Calleria-Coronel Portillo-Ucayali"	TECNICO DE LAE	: V. Ruiz Valles
SOLICITA	: Bachilleres: sr. Carlos David Garcia Ochoa y Sr. Kevin Jorden Cordova Vasquez.	FECHA	: 13-05-11
CANTERA	: Rio Aguaytia		

AGREGADO FINO

DESCRIPCION		IDENTIFICACION				
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	15825.4	15922.0	15659.8	15825.4	
Peso del recipiente	(Kg)	6400.0	6400.0	6400.0	6400.0	
Peso de la muestra	(Kg)	9425.4	9522.0	9259.8	9425.4	
Volumen	(m ³)	6900.0	6900.0	6900.0	6900.0	
Peso unitario suelto seco	(Kg/m ³)	1.366	1.380	1.342	1.366	1.364


PESO UNITARIO COMPACTADO

(NORMA MTC E 116)

AGREGADO FINO


DESCRIPCION		IDENTIFICACION				
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	16439.5	16418.8	16667.2		
Peso del recipiente	(Kg)	6400.0	6400.0	6400.0		
Peso de la muestra	(Kg)	10039.5	10018.8	10267.2		
Volumen	(m ³)	6900.0	6900.0	6900.0		
Peso unitario compactado seco	(Kg/m ³)	1.455	1.452	1.488		1.465

Observaciones:



Jr. Ucayali N° 172
 Pucallpa
 geotecnica_pucallpa@hotmail.com

Imagen 16. Ensayo para la determinación del Peso Unitario Suelto.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA E.I.R.L.
 PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
 CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
 RUC N° 20393220130

CONTROL DE HUMEDAD

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

OBRA : "Evaluacion del Concreto Permeable con Incorporacion de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Transito Ligero-Ucayali"

SOLICITA : Bachilleres: sr. Carlos David Garcia Ochoa y Sr. Kevin Jorden Cordova Vasque **JEFE DE LAB** : Marcos Chacaltana G.

MATERIAL : Grava Triturada para Concreto **TECNICO LAB.** : V. Ruiz Valles

CANTERA : Aguaytia **FECHA** : 11-12-19


DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA :
MUESTRA : 01
PROFUNDIDAD :

HUMEDAD NATURAL

Ensayo N°	01			
N° TARRO	--			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	486.50			
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	466.80			
PESO DE AGUA (gr)	19.70			
PESO DEL TARRO (gr)	--			
PESO DEL SUELO SECO (gr)	466.80			PROMEDIO
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.22			

Observaciones:
 No se considero peso de recipiente por trabajarse con Balanza Digital con Tara en Cero (0)



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA E.I.R.L.
Marcos Chacaltana G.
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Jr. Ucayali N° 172
 Pucallpa
 geotecnica_pucallpa@hotmail.com

(061) 67-9105
 (061) 9623001
 RPM 273888

Imagen 18. Ensayo para la determinación del Contenido de Humedad de los Agregados.

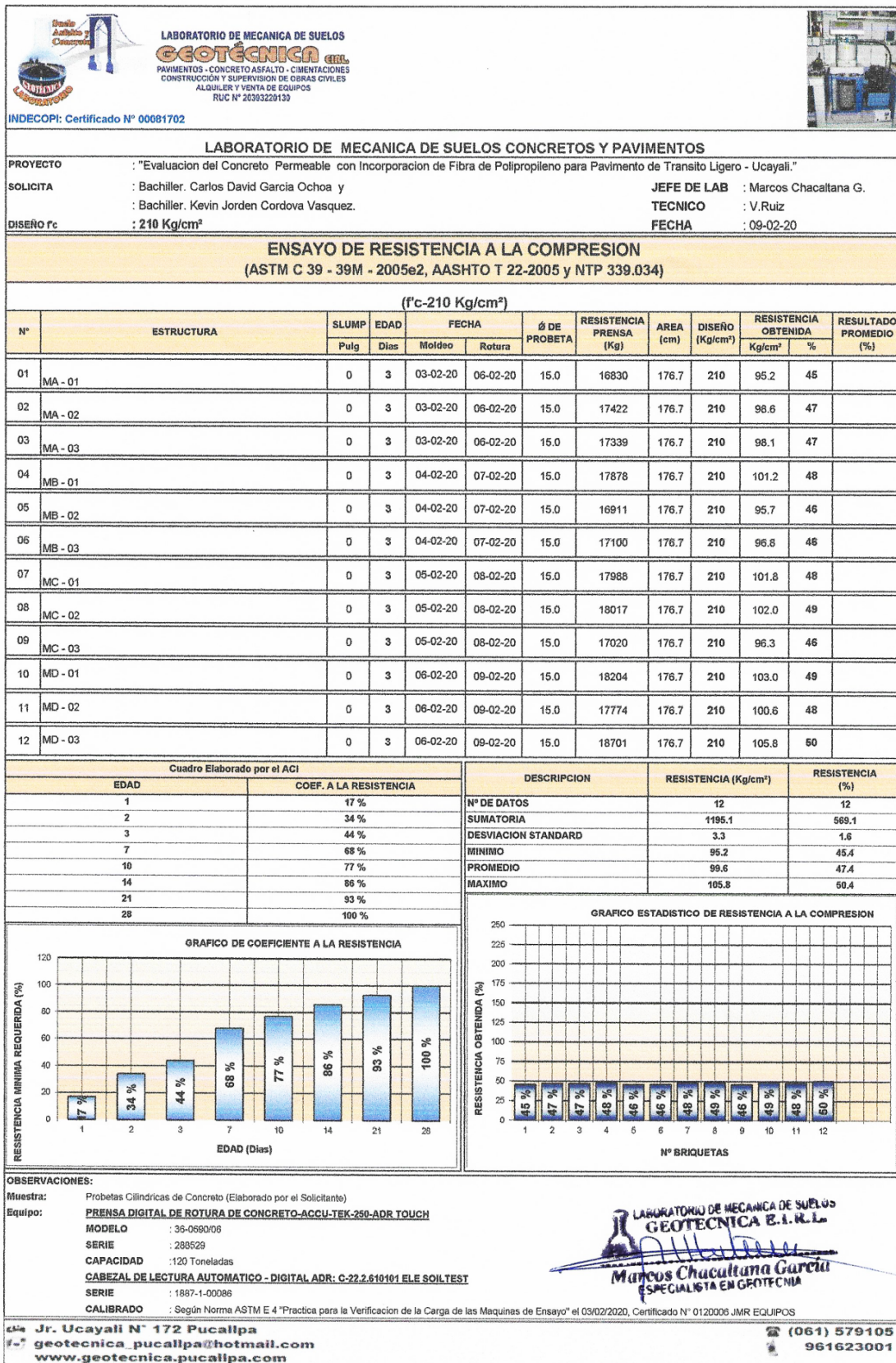


Imagen 19. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.

N°		ESTRUCTURA		SLUMP	EDAD	FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm²)	RESULTADO PROMEDIO (%)
				Pulg	Días	Moldeo	Rotura					Kg/cm²	%
01	ME - 01			0	3	07-02-20	10-02-20	15.0	17902	176.7	210	101.3	48
02	ME - 02			0	3	07-02-20	10-02-20	15.0	18590	176.7	210	105.2	50
03	ME - 03			0	3	07-02-20	10-02-20	15.0	17655	176.7	210	99.9	48
04	MF - 01			0	3	08-02-20	11-02-20	15.0	17600	176.7	210	99.6	47
05	MF - 02			0	3	08-02-20	11-02-20	15.0	17917	176.7	210	101.4	48
06	MF - 03			0	3	08-02-20	11-02-20	15.0	18626	176.7	210	105.4	50

Cuadro Elaborado por el ACI		DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm²)	RESISTENCIA (%)
EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA	N° DE DATOS	6	6
1	17 %	SUMATORIA	612.8	291.8
2	34 %	DESVIACION STANDARD	2.6	1.2
3	44 %	MINIMO	99.6	47.4
7	68 %	PROMEDIO	102.1	48.6
10	77 %	MAXIMO	105.4	50.2
14	86 %			
21	93 %			
28	100 %			

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA	
EDAD (Dias)	RESISTENCIA MINIMA REQUERIDA (%)
1	17 %
2	34 %
3	44 %
7	68 %
10	77 %
14	86 %
21	93 %
28	100 %

GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	
N° BRIQUETAS	RESISTENCIA OBTENIDA (%)
1	48 %
2	50 %
3	48 %
4	47 %
5	48 %
6	50 %

OBSERVACIONES:
Muestra: Probetas Cilindricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)
Equipo: **PRENSA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250X10**
MODELO : PC - 160
SERIE : 235
CAPACIDAD : 1000 KN
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR: C-22.2.610101 ELE SOILTEST
SERIE : Sin Serie
CALIBRADO : Según Norma ASTM E 4 "Practica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 03/02/2020, Certificado N° 0120006 JMR Equipos S.A.C

Imagen 20. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.

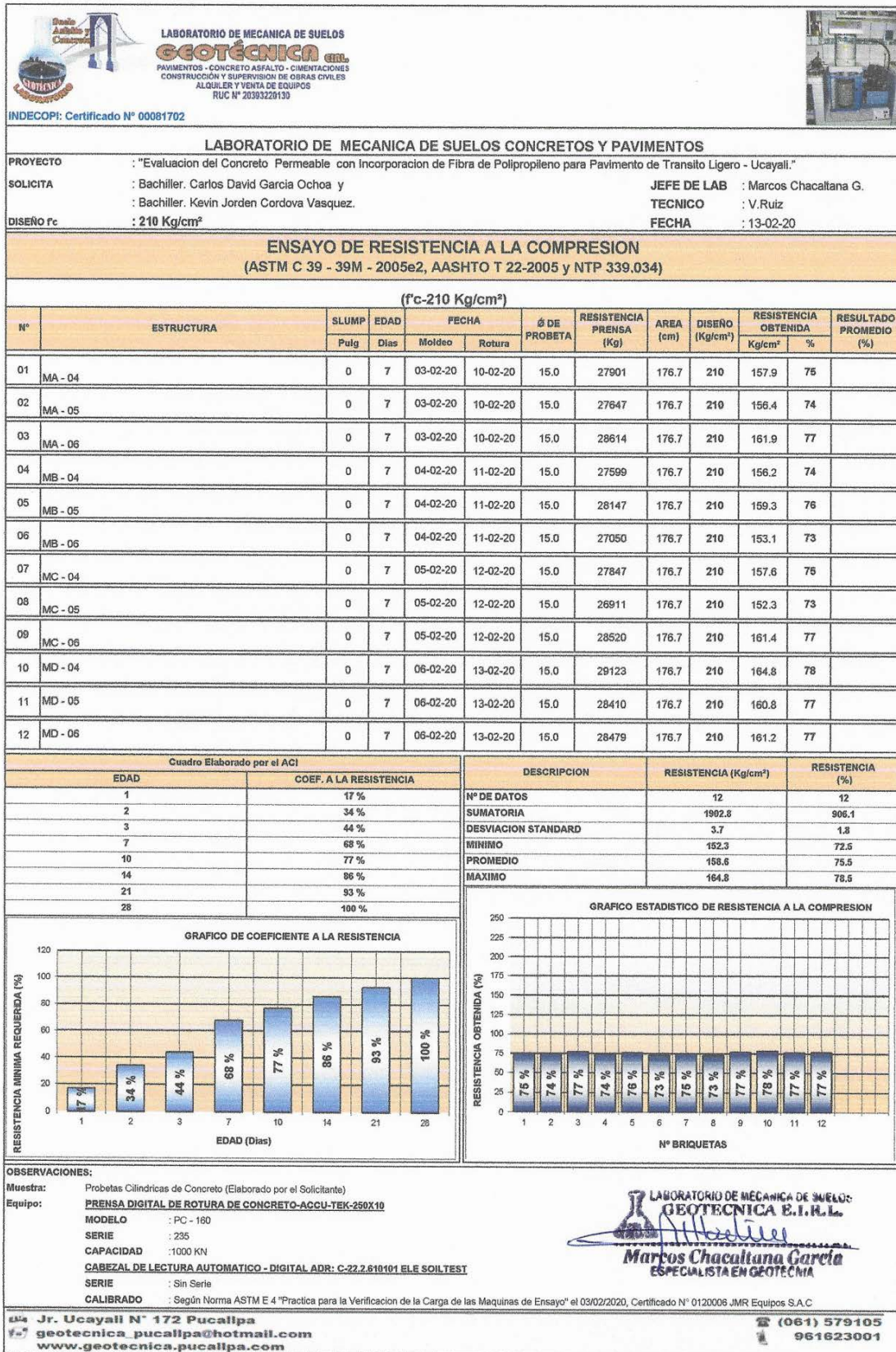


Imagen 21. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.

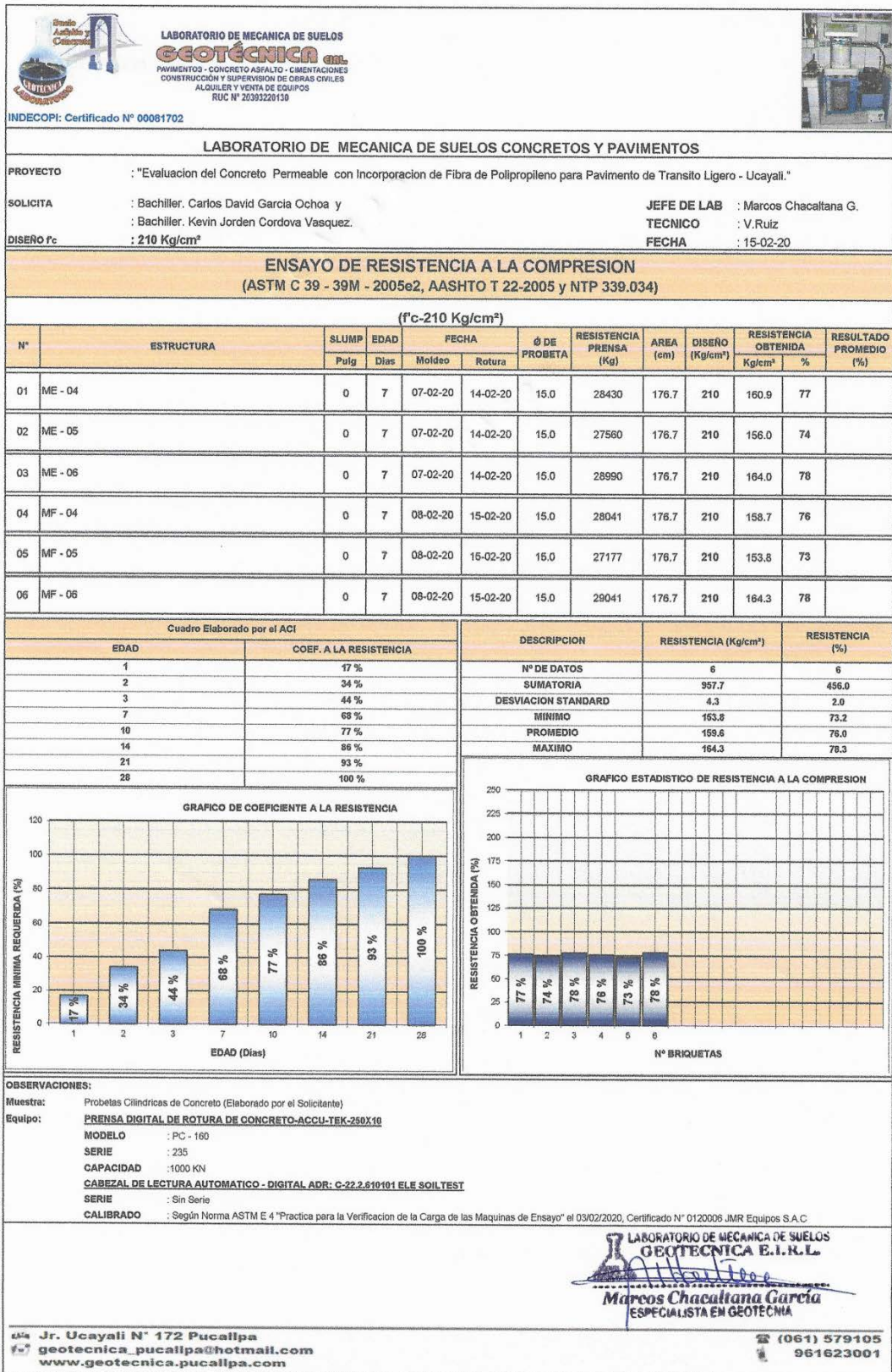


Imagen 22. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.

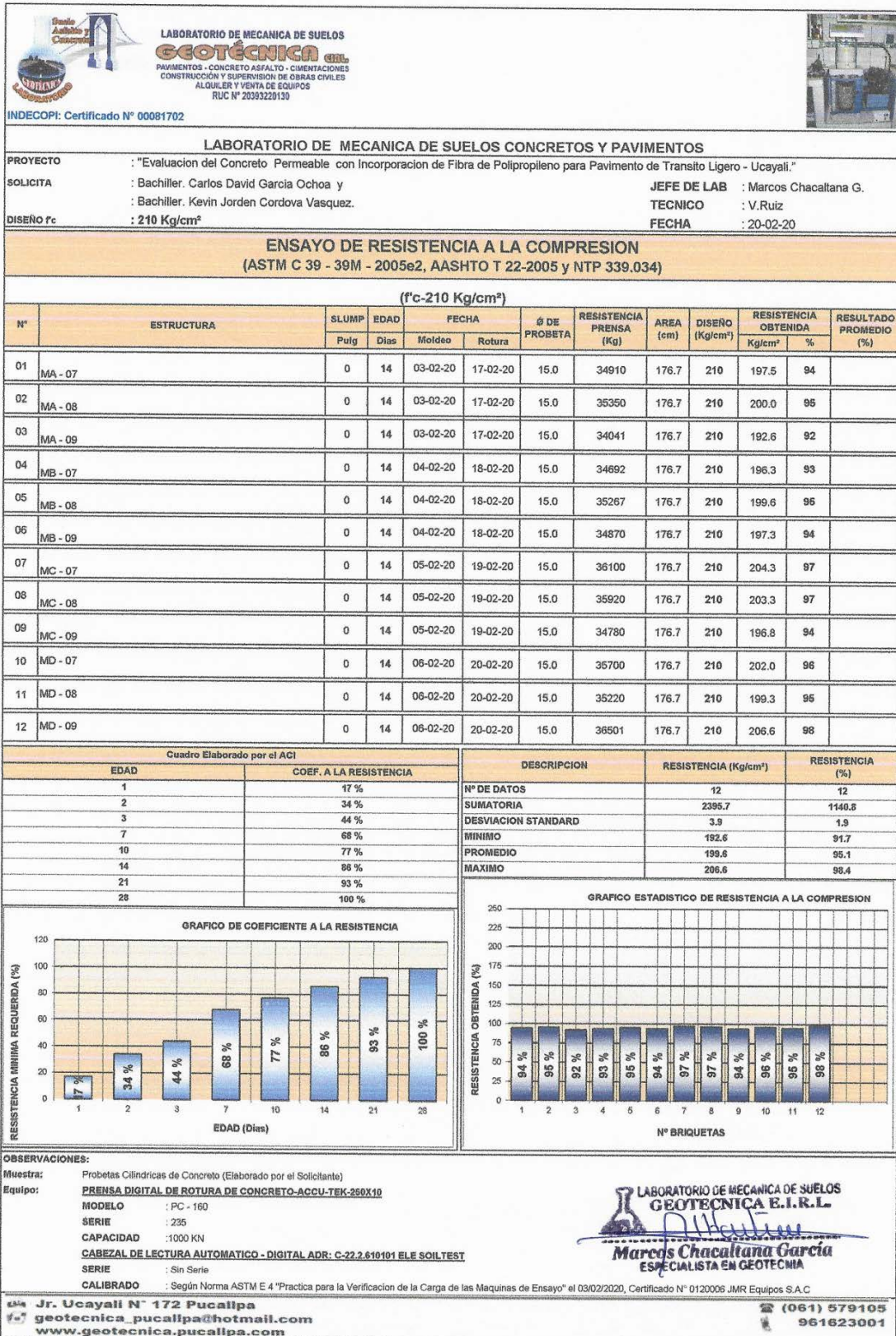




Imagen 23. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=210$ kg/cm² con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA E.I.R.L.
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20393220130



INDECOPI: Certificado N° 00081702

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Tránsito Ligero - Ucayali."

SOLICITA : Bachiller. Carlos David García Ochoa y
: Bachiller. Kevin Jorden Cordova Vasquez.

JEFE DE LAB : Marcos Chacaltana G.
TECNICO : V. Ruiz
FECHA : 22-02-20

DISEÑO Fc : 210 Kg/cm²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

(f'c=210 Kg/cm²)

N°	ESTRUCTURA	SLUMP	EDAD	FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Palg	Días	Moldeo	Rotura					Kg/cm ²	%	
01	ME - 07	0	14	07-02-20	21-02-20	15.0	34900	176.7	210	197.5	94	
02	ME - 08	0	14	07-02-20	21-02-20	15.0	34799	176.7	210	196.9	94	
03	ME - 09	0	14	07-02-20	21-02-20	15.0	34621	176.7	210	195.9	93	
04	MF - 07	0	14	08-02-20	22-02-20	15.0	34385	176.7	210	194.6	93	
05	MF - 08	0	14	08-02-20	22-02-20	15.0	34130	176.7	210	193.1	92	
06	MF - 09	0	14	08-02-20	22-02-20	15.0	34789	176.7	210	196.9	94	

Cuadro Elaborado por el ACI	
EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA
1	17 %
2	34 %
3	44 %
7	68 %
10	77 %
14	86 %
21	93 %
28	100 %

DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
N° DE DATOS	6	6
SUMATORIA	1174.9	559.5
DESVIACION STANDARD	1.7	0.8
MINIMO	193.1	92.0
PROMEDIO	195.8	93.2
MAXIMO	197.5	94.0

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA

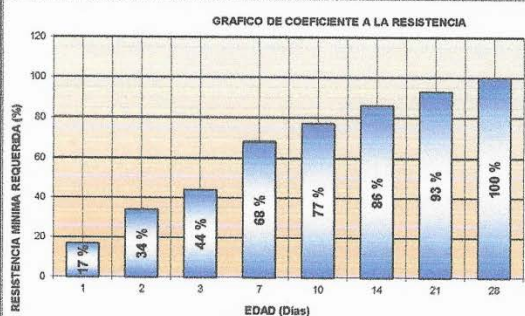
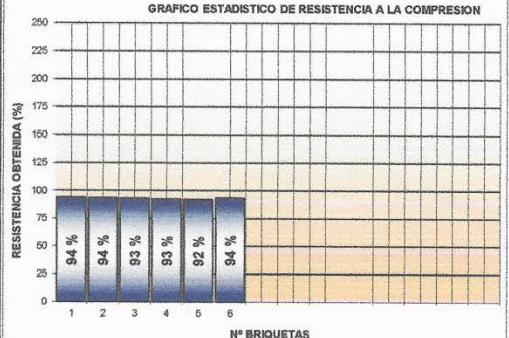


GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



OBSERVACIONES:

Muestra: Probetas Cilíndricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)

Equipo: **PRENSA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250X10**

MODELO : PC - 160


SERIE : 235

CAPACIDAD : 1000 KN

CABEZAL DE LECTURA AUTOMÁTICO - DIGITAL ADR: C-22.2.610101 ELE SOILTEST

SERIE : Sin Serie

CALIBRADO : Según Norma ASTM E 4 "Practica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 03/02/2020, Certificado N° 0120006 JMR Equipos S.A.C



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA E.I.R.L.
Marcos Chacaltana García
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Jr. Ucayali N° 172 Pucallpa
geotecnica_pucallpa@hotmail.com
www.geotecnica.pucallpa.com
(061) 579105
961623001

Imagen 24. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.



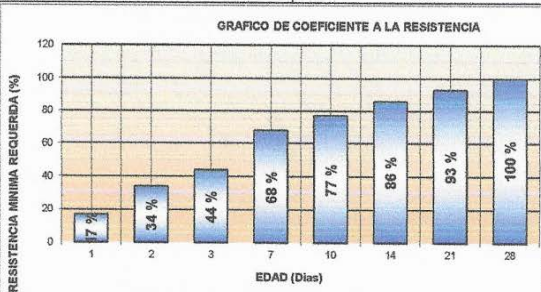

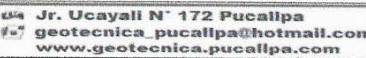



INDECOPI: Certificado N° 00081702		 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTÉCNICA E.I.R.L. <small>PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS RUC N° 20393220130</small>										
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS												
PROYECTO	: "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Tránsito Ligero - Ucayali."											
SOLICITA	: Bachiller. Carlos David Garcia Ochoa y			JEFE DE LAB	: Marcos Chacaltana G.							
	: Bachiller. Kevin Jorden Cordova Vasquez.			TECNICO	: V.Ruiz							
DISEÑO f _c	: 210 Kg/cm ²			FECHA	: 05-03-20							
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)												
(f _c -210 Kg/cm ²)												
N°	ESTRUCTURA	SLUMP	EDAD	FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Pulg	Dias	Moledo	Rotura					Kg/cm ²	%	
01	MA - 10	0	28	03-02-20	02-03-20	15.0	38501	176.7	210	217.9	104	
02	MA - 11	0	28	03-02-20	02-03-20	15.0	39654	176.7	210	224.4	107	
03	MA - 12	0	28	03-02-20	02-03-20	15.0	39320	176.7	210	222.5	106	
04	MB - 10	0	28	04-02-20	03-03-20	15.0	40255	176.7	210	227.8	108	
05	MB - 11	0	28	04-02-20	03-03-20	15.0	39369	176.7	210	222.8	106	
06	MB - 12	0	28	04-02-20	03-03-20	15.0	38944	176.7	210	220.4	105	
07	MC - 10	0	28	05-02-20	04-03-20	15.0	39880	176.7	210	225.7	107	
08	MC - 11	0	28	05-02-20	04-03-20	15.0	39347	176.7	210	222.7	106	
09	MC - 12	0	28	05-02-20	04-03-20	15.0	40625	176.7	210	229.9	109	
10	MD - 10	0	28	06-02-20	05-03-20	15.0	40755	176.7	210	230.6	110	
11	MD - 11	0	28	06-02-20	05-03-20	15.0	41440	176.7	210	234.5	112	
12	MD - 12	0	28	06-02-20	05-03-20	15.0	40198	176.7	210	227.5	108	
Cuadro Elaborado por el AGI												
EDAD		COEF. A LA RESISTENCIA				DESCRIPCION		RESISTENCIA (Kg/cm ²)		RESISTENCIA (%)		
1		17 %				N° DE DATOS		12		12		
2		34 %				SUMATORIA		2706.6		1288.8		
3		44 %				DESVIACION STANDARD		4.7		2.3		
7		68 %				MINIMO		217.9		103.7		
10		77 %				PROMEDIO		225.5		107.4		
14		86 %				MAXIMO		234.5		111.7		
21		93 %										
28		100 %										
												
OBSERVACIONES:												
Muestra:	Probetas Cilíndricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)											
Equipo:	PRENSA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250X10											
MODELO	: PC - 160											
SERIE	: 235											
CAPACIDAD	: 1000 KN											
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR: C-222.616101 ELE SOILTEST												
SERIE	: Sin Serie											
CALIBRADO	: Según Norma ASTM E 4 "Practica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 03/02/2020, Certificado N° 0120006 JMR Equipos S.A.C											
												
Jr. Ucayali N° 172 Pucallpa geotecnica_pucallpa@hotmail.com www.geotecnica.pucallpa.com						(061) 579105 961623001						

Imagen 25. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.A.S.
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20392229130



INDECOPI: Certificado N° 00081702

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Transito Ligero - Ucayali."

SOLICITA : Bachiller. Carlos David Garcia Ochoa y
: Bachiller. Kevin Jorden Cordova Vasquez.

JEFE DE LAB : Marcos Chacaltana G.
TECNICO : V. Ruiz
FECHA : 07-03-20

DISEÑO f_c : 210 Kg/cm²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

(f_c-210 Kg/cm²)

N°	ESTRUCTURA	SLUMP		EDAD		FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Pulg	Dias	Moldeo	Rotura	Kg/cm ²	%							
01	ME - 10	0	28	07-02-20	06-03-20	15.0	38125	176.7	210	215.7	103			
02	ME - 11	0	28	07-02-20	06-03-20	15.0	38364	176.7	210	217.1	103			
03	ME - 12	0	28	07-02-20	06-03-20	15.0	39000	176.7	210	220.7	105			
04	MF - 10	0	28	08-02-20	07-03-20	15.0	38699	176.7	210	219.0	104			
05	MF - 11	0	28	08-02-20	07-03-20	15.0	39330	176.7	210	222.6	106			
06	MF - 12	0	28	08-02-20	07-03-20	15.0	39622	176.7	210	224.2	107			

Cuadro Elaborado por el ACI	
EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA
1	17 %
2	34 %
3	44 %
7	66 %
10	77 %
14	86 %
21	93 %
28	100 %

DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
N° DE DATOS	6	6
SUMATORIA	1319.3	628.2
DESVIACION STANDARD	3.2	1.5
MINIMO	215.7	102.7
PROMEDIO	219.9	104.7
MAXIMO	224.2	106.8

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA

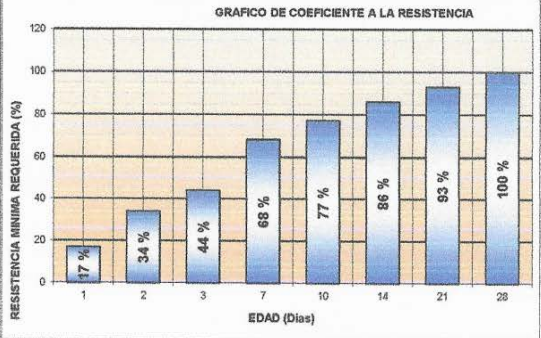
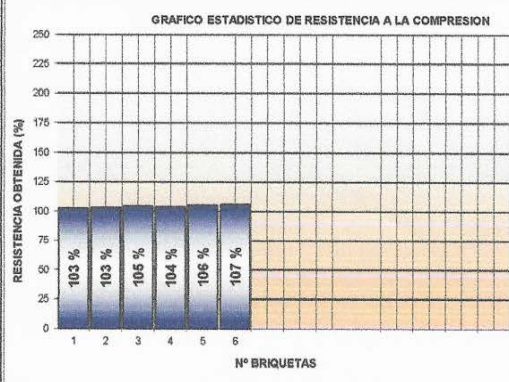


GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



OBSERVACIONES:

Muestra: Probetas Cilindricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)

Equipo: **PRENSA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250X10**

MODELO : PC - 160


SERIE : 235

CAPACIDAD : 1000 KN

CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR: C-22.2.610104 ELE SOILTEST


SERIE : Sin Serie

CALIBRADO : Según Normas ASTM E 4 "Practica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 03/02/2020, Certificado N° 0120006 JMR Equipos S.A.C




LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA E.I.R.L.
Marcos Chacaltana Garcia
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Imagen 26. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30, 0.40 y 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA E.I.R.L.**
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20393220130



INDECOPI: Certificado N° 00081702

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Transito Ligero - Ucayali".

SOLICITA : Bachiller Carlos David García Ochoa **JEFE DE LAB** : Marcos Chacaltana G.
: Bachiller Kevin Jorden Córdova Vásquez **TECNICO** : V. Ruiz

DISEÑO Fc : 245 Kg/cm² **FECHA** : 15-02-21

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

(f'c=245 Kg/cm²)

N°	ESTRUCTURA	SLUMP		EDAD		FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (KG)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Pulg	Días	Moldeo	Rotura	Kg/cm ²	%							
01	MK - 01	0"	3	12-02-21	15-02-21	15.0	20225	176.7	245	114.4	47			
02	MK - 02	0"	3	12-02-21	15-02-21	15.0	20655	176.7	245	116.9	48			
03	MK - 03	0"	3	12-02-21	15-02-21	15.0	20455	176.7	245	115.8	47			

Cuadro Elaborado por el ACI

EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA
1	17 %
2	34 %
3	44 %
7	68 %
10	77 %
14	86 %
21	93 %
28	100 %

DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
N° DE DATOS	3	3
SUMATORIA	347.1	141.7
DESVIACION STANDARD	1.2	0.5
MINIMO	114.4	46.7
PROMEDIO	115.7	47.2
MAXIMO	116.9	47.7

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA

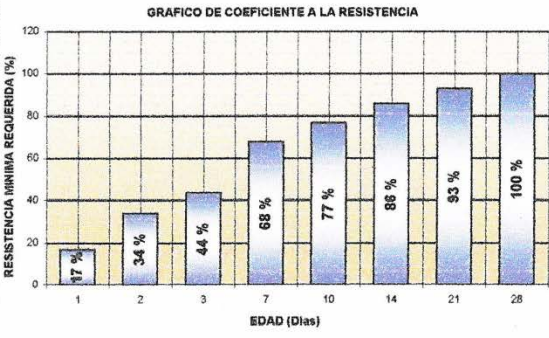
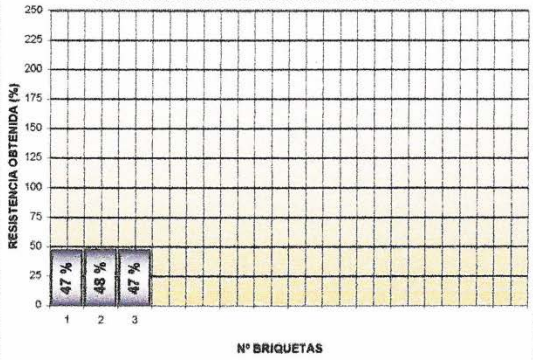



GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



OBSERVACIONES:


Muestra: Probetas Cilíndricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)

Equipo: **PRENSA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250-ADR TOUCH**
MODELO : 360680/06
SERIE : 1303000072
CAPACIDAD : 0 KG
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR: C-22.2.610101 ELE SOILTEST
SERIE : 1887-1-00086
CALIBRADO : Según Norma ASTM E 4 "Practica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 21/09/2020, Certificado N° MPF-0575-2020 DSI PERU AUTOMATION




**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA E.I.R.L.**
Marcos Chacaltana García
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Imagen 27. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.A.S.
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20393220130



INDECOPI: Certificado N° 00081702

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Tránsito Ligero - Ucayali".

SOLICITA : Bachiller Carlos David García Ochoa
: Bachiller Kevin Jorden Córdova Vásquez

JEFE DE LAB : Marcos Chacaltana G.
TECNICO : V. Ruiz
FECHA : 16-02-21

DISEÑO f_c : 245 Kg/cm²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

(f_c=245 Kg/cm²)

N°	ESTRUCTURA	SLUMP	EDAD	FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Pulg	Dias	Moldeo	Rotura					Kg/cm ²	%	
01	ML - 01	0"	3	13-02-21	16-02-21	15.0	20121	176.7	245	113.9	46	
02	ML - 02	0"	3	13-02-21	16-02-21	15.0	20222	176.7	245	114.4	47	
03	ML - 03	0"	3	13-02-21	16-02-21	15.0	19898	176.7	245	112.6	46	

Cuadro Elaborado por el ACI		DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA	N° DE DATOS	3	3
1	17 %	SUMATORIA	340.9	139.1
2	34 %	DESVIACION STANDARD	0.9	0.4
3	44 %	MINIMO	112.6	46.0
7	68 %	PROMEDIO	113.6	46.4
10	77 %	MAXIMO	114.4	46.7
14	86 %			
21	93 %			
28	100 %			

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA

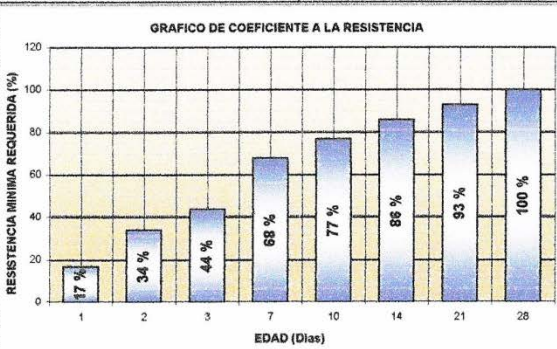
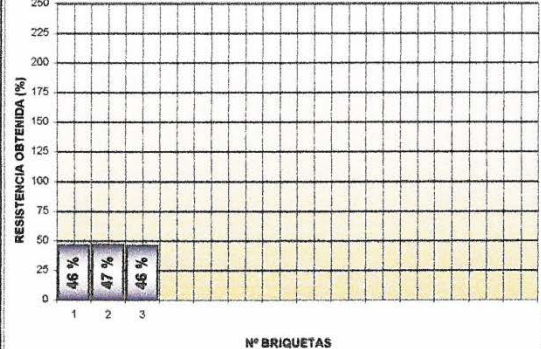


GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



OBSERVACIONES:

Muestra: Probetas Cilíndricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)

Equipo: **PRESA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250-ADR TOUCH**
 MODELO : 360990/06
 SERIE : 1303000072
 CAPACIDAD : 0 KG
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR: C-22.2.610101 ELE SOIL TEST
 SERIE : 1887-1-00086
 CALIBRADO : Según Norma ASTM E 4 "Practica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 21/09/2020, Certificado N° MPF-0575-2020 DSI PERU AUTOMATION



Marcos Chacaltana García
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Imagen 28. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.

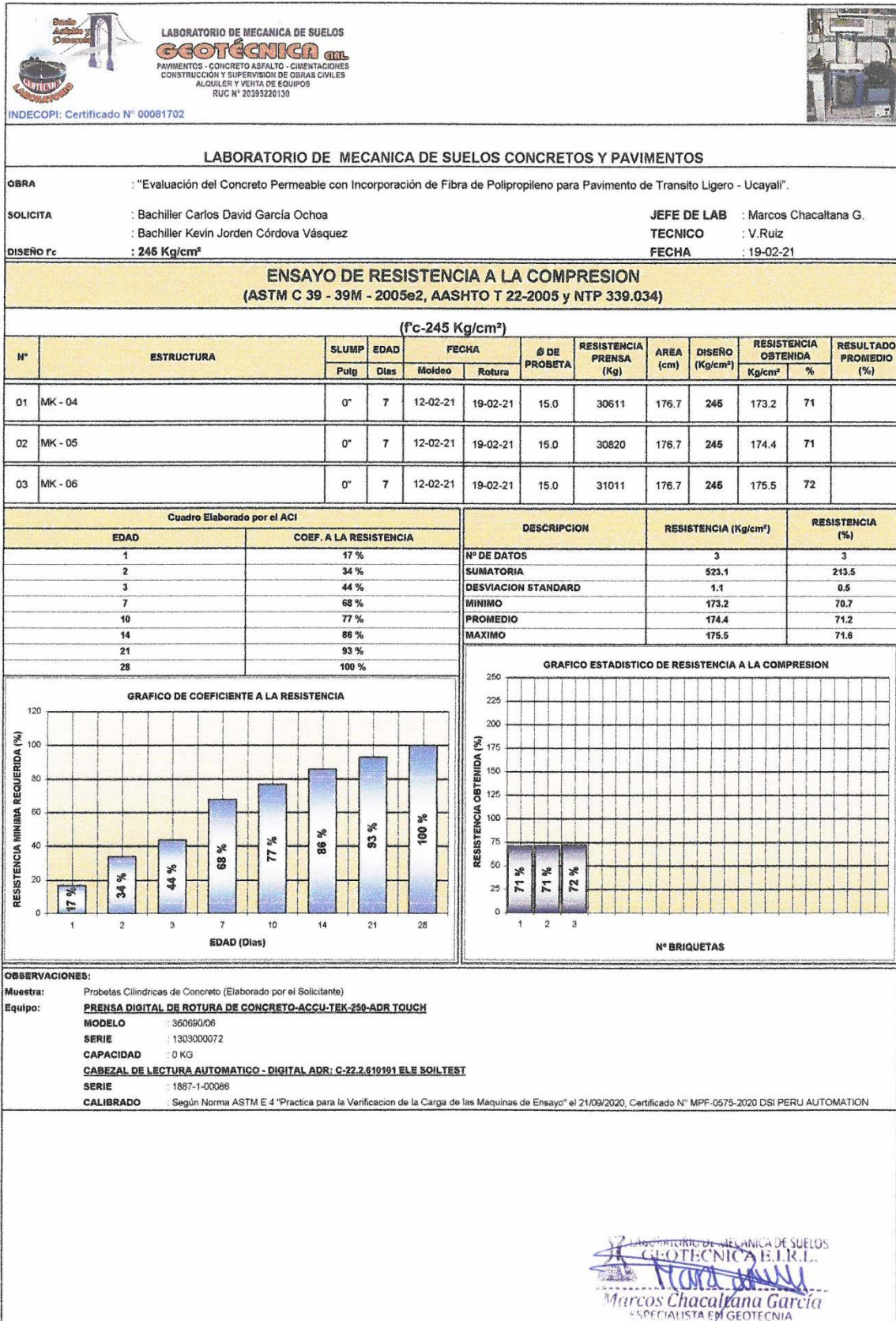


Imagen 29. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.

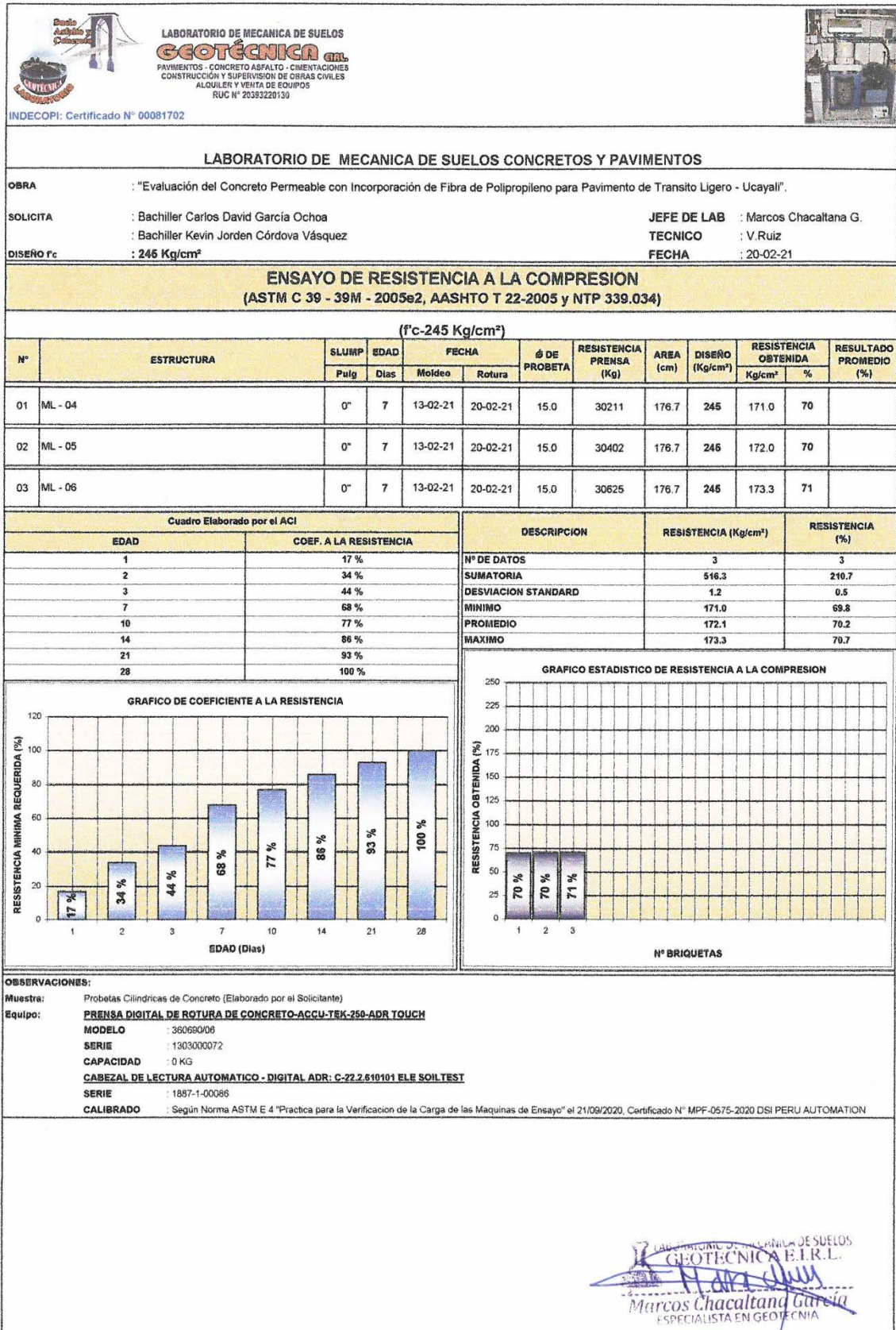


Imagen 30. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.

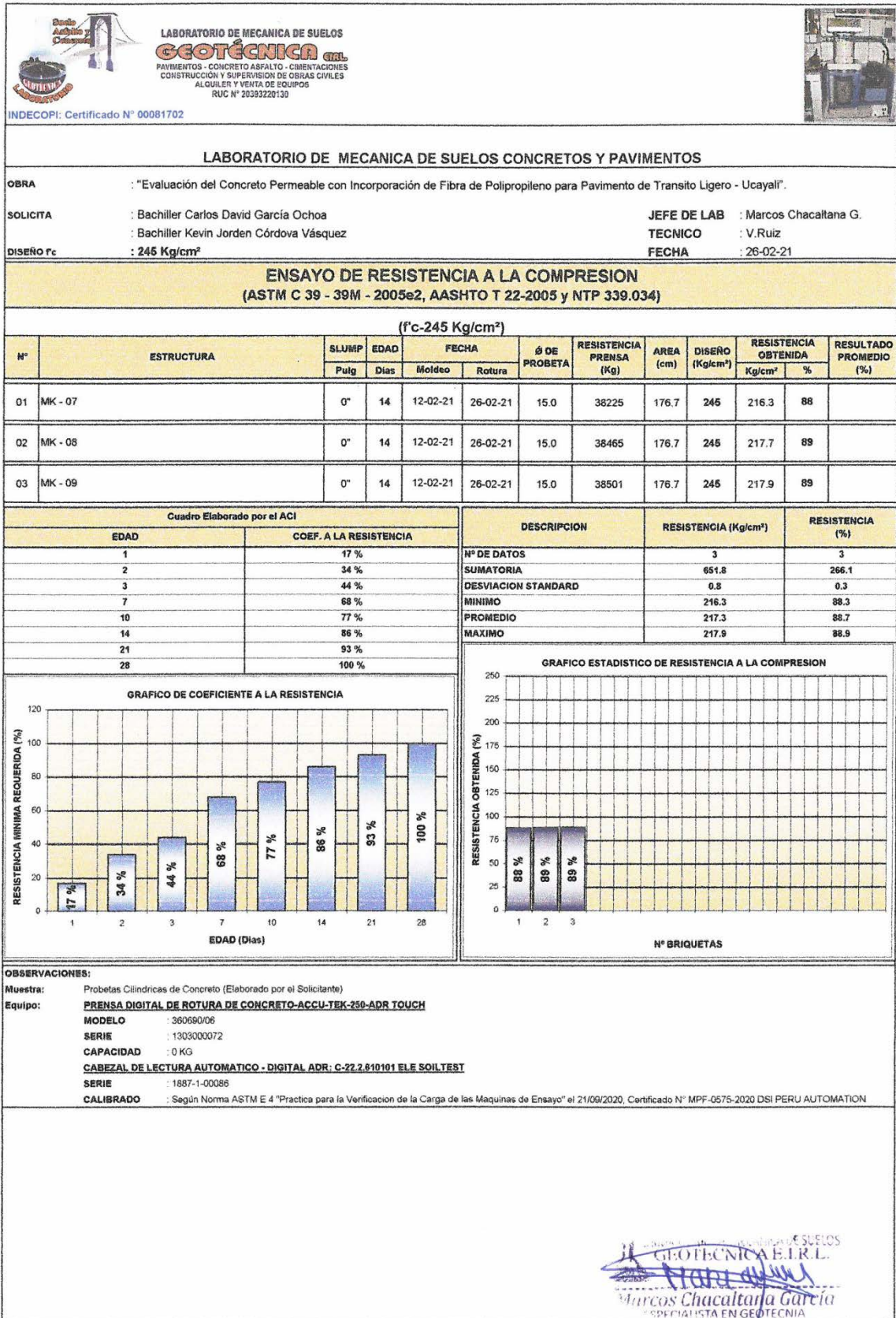


Imagen 31. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.

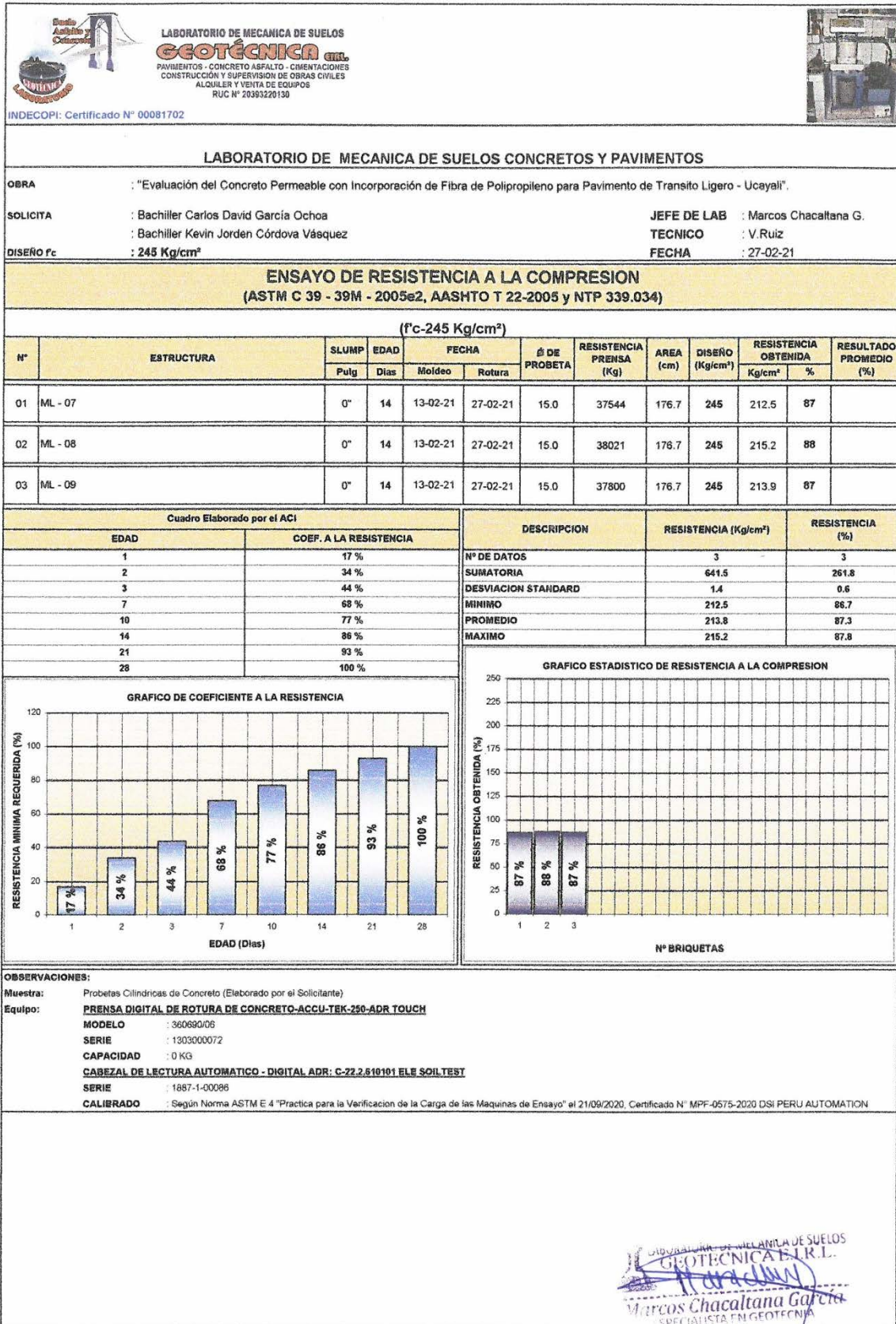


Imagen 32. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.

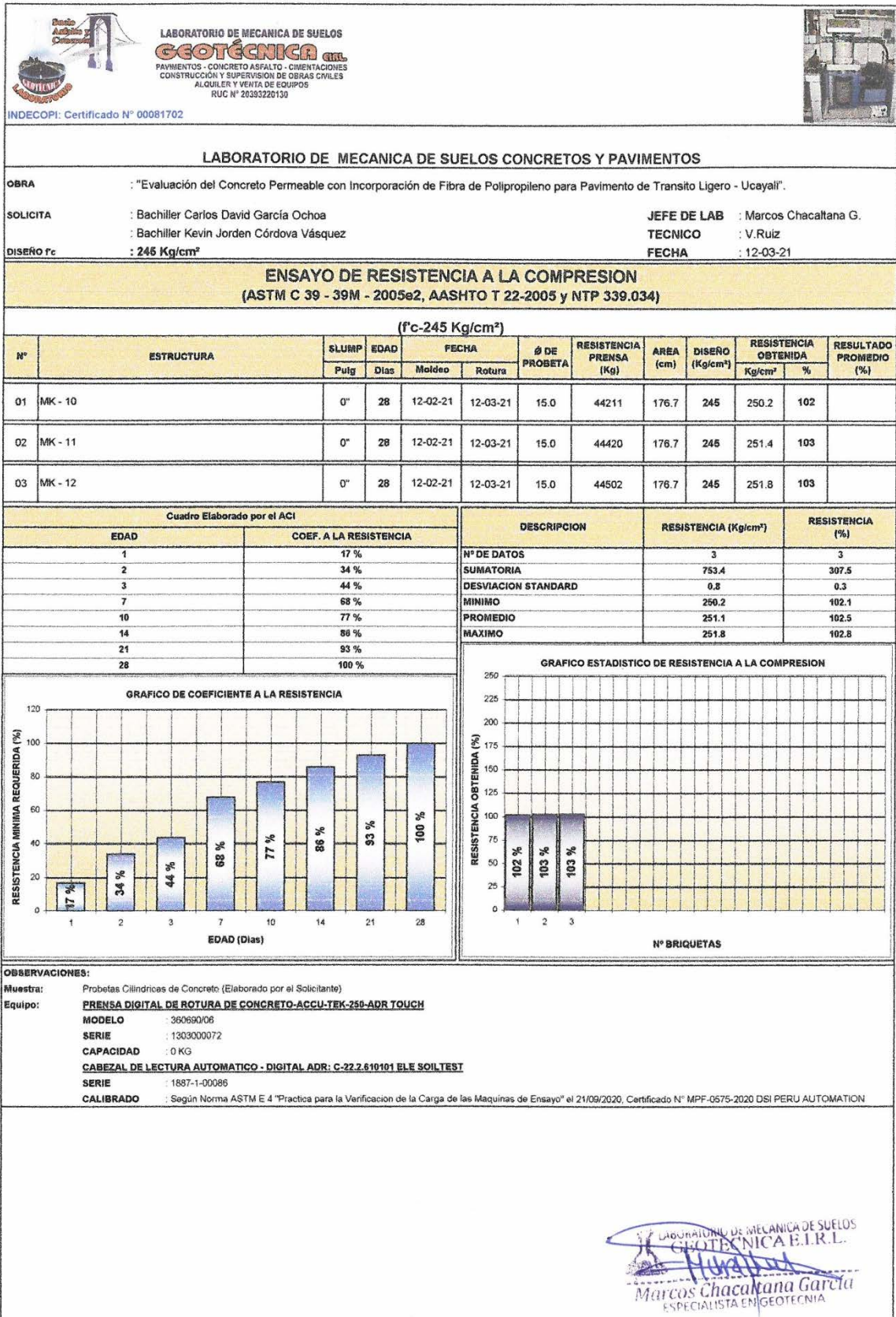


Imagen 33. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.

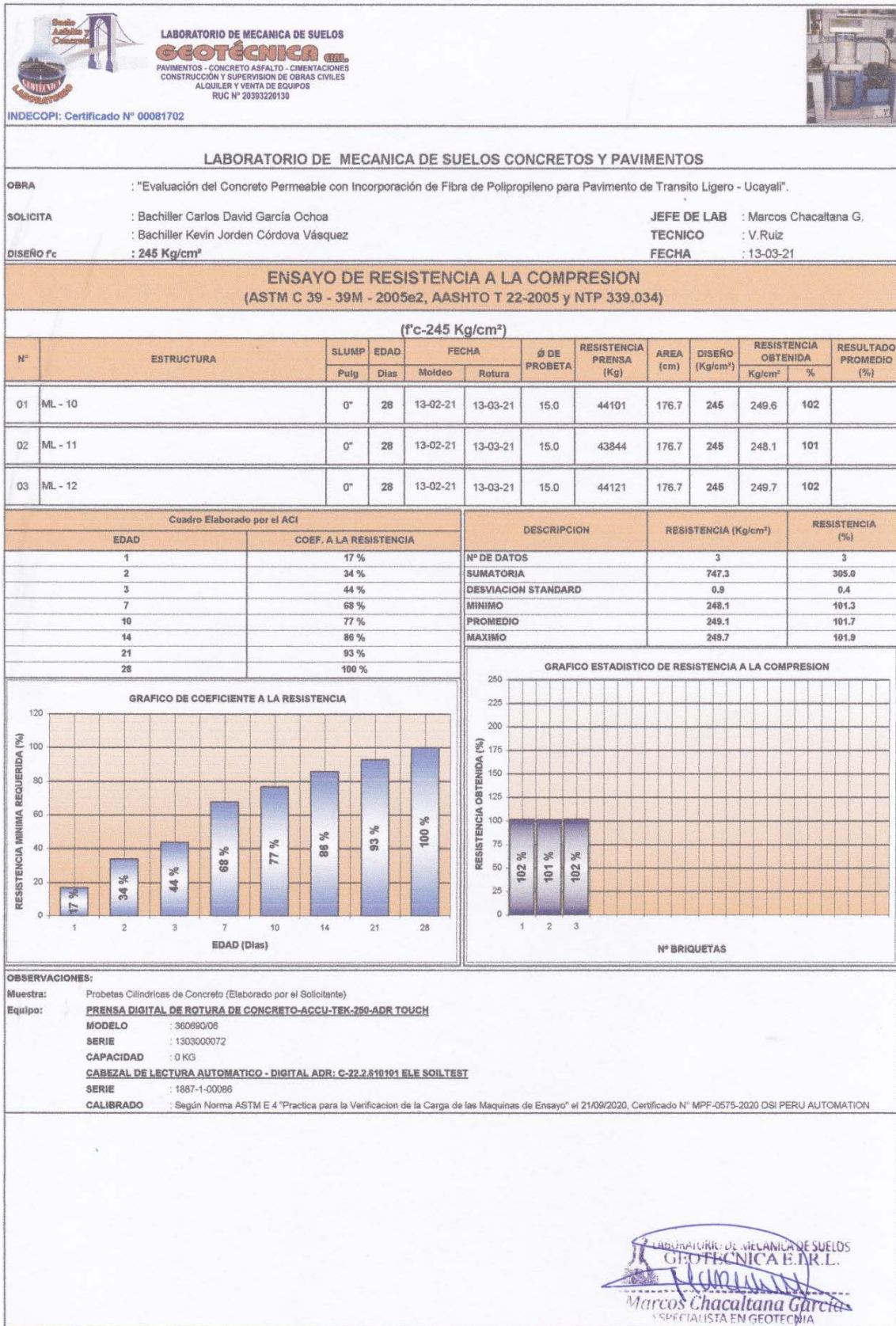


Imagen 34. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.30% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.

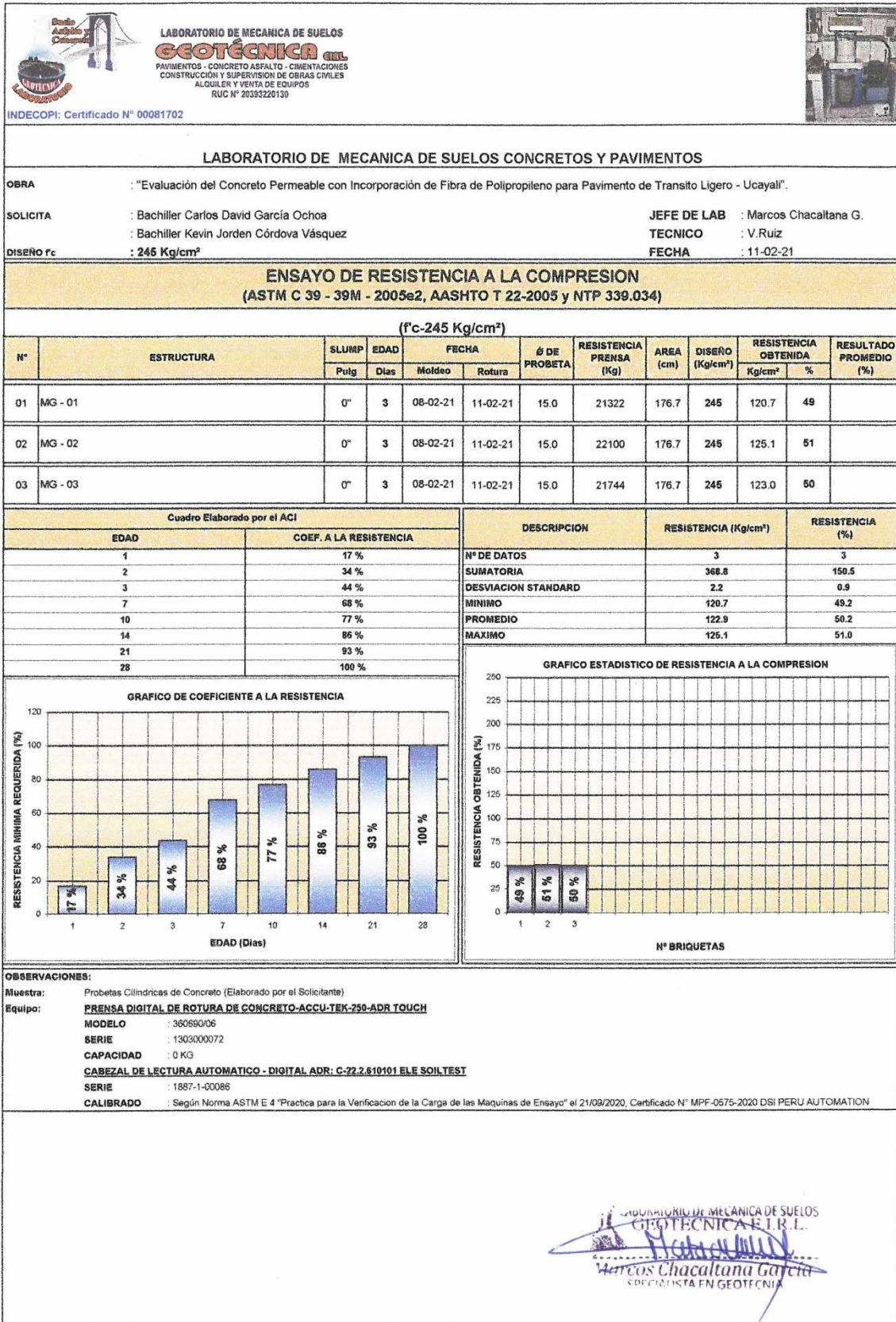


Imagen 35. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.

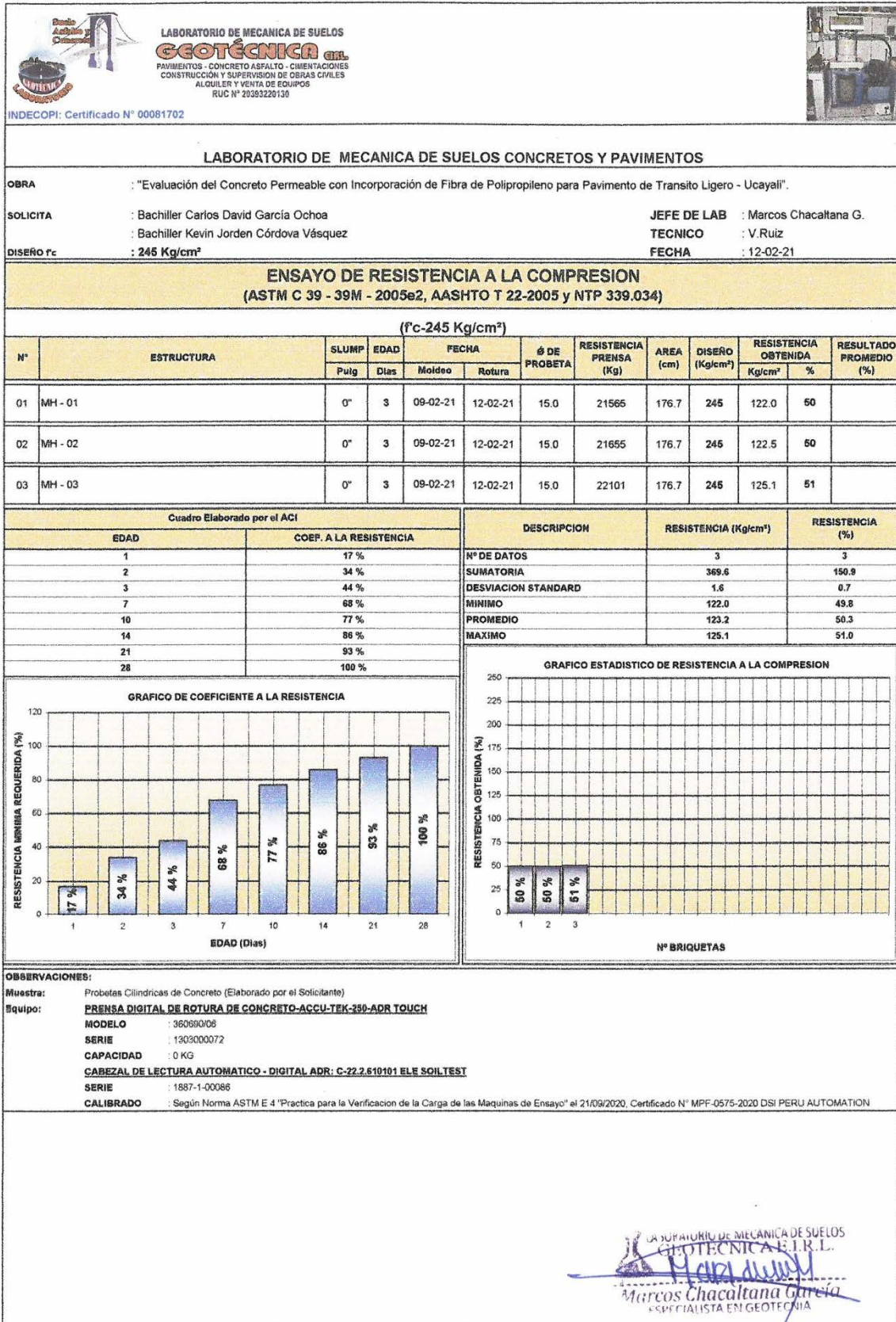




Imagen 36. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.R.L.**
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20393220130



INDECOPI: Certificado N° 00081702

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Transito Ligero - Ucayali".

SOLICITA : Bachiller Carlos David García Ochoa **JEFE DE LAB** : Marcos Chacaltana G.
: Bachiller Kevin Jordan Córdova Vásquez **TECNICO** : V.Ruiz

DISEÑO f_c : 245 Kg/cm² **FECHA** : 15-02-21

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

(f_c=245 Kg/cm²)

N°	ESTRUCTURA	SLUMP	EDAD	FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Pulg	Dias	Moldeo	Rotura					Kg/cm ²	%	
01	MG - 04	0"	7	08-02-21	15-02-21	15.0	31333	176.7	245	177.3	72	
02	MG - 05	0"	7	08-02-21	15-02-21	15.0	31555	176.7	245	178.6	73	
03	MG - 06	0"	7	08-02-21	15-02-21	15.0	31222	176.7	245	176.7	72	

Cuadro Elaborado por el ACI	
EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA
1	17 %
2	34 %
3	44 %
7	68 %
10	77 %
14	86 %
21	93 %
28	100 %

DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
N° DE DATOS	3	3
SUMATORIA	532.6	217.4
DESVIACION STANDARD	1.0	0.4
MINIMO	176.7	72.1
PROMEDIO	177.5	72.5
MAXIMO	178.6	72.9

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA

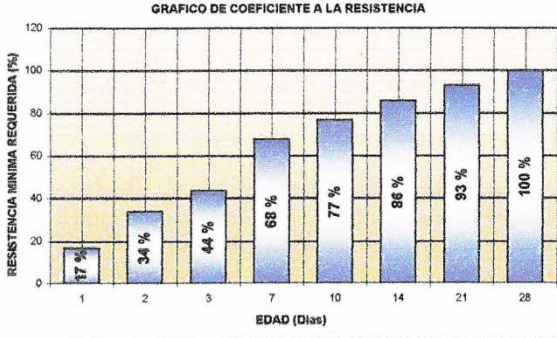
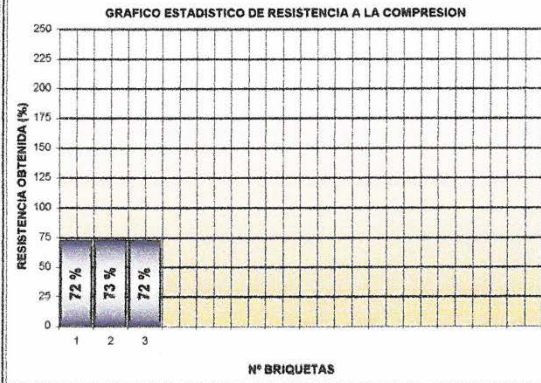



GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



OBSERVACIONES:


Muestra: Probetas Cilindricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)

Equipo: PRESA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250-ADR TOUCH
MODELO : 360660/06
SERIE : 130300072
CAPACIDAD : 0 KG
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR: C-22.2.610101 ELE SOILTEST
SERIE : 1887-1-00386
CALIBRADO : Según Norma ASTM E 4 "Practice para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 21/09/2020. Certificado N° MPF-4575-2020 DSI PERU AUTOMATION.




LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.R.L.
Marcos Chacaltana García
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Imagen 37. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA E.I.R.L.
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 26393220130



INDECOPI: Certificado N° 00081702

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Transito Ligero - Ucayali".

SOLICITA : Bachiller Carlos David García Ochoa
: Bachiller Kevin Jorden Córdova Vásquez

JEFE DE LAB : Marcos Chacaltana G.
TECNICO : V. Ruiz
FECHA : 16-02-21

DISEÑO f_c : 245 Kg/cm²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

(f_c=245 Kg/cm²)

N°	ESTRUCTURA	SLUMP	EDAD	FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Pulg	Dias	Moldeo	Rotura					Kg/cm ²	%	
01	MH - 04	0"	7	09-02-21	16-02-21	15.0	32100	176.7	245	181.6	74	
02	MH - 05	0"	7	09-02-21	16-02-21	15.0	31544	176.7	245	178.5	73	
03	MH - 06	0"	7	09-02-21	16-02-21	15.0	31625	176.7	245	179.0	73	

Cuadro Elaborado por el ACI		DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA	N° DE DATOS	3	3
1	17 %	SUMATORIA	539.1	220.0
2	34 %	DESVIACION STANDARD	1.7	0.7
3	44 %	MINIMO	178.5	72.9
7	68 %	PROMEDIO	179.7	73.3
10	77 %	MAXIMO	181.6	74.1
14	86 %			
21	93 %			
28	100 %			

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA

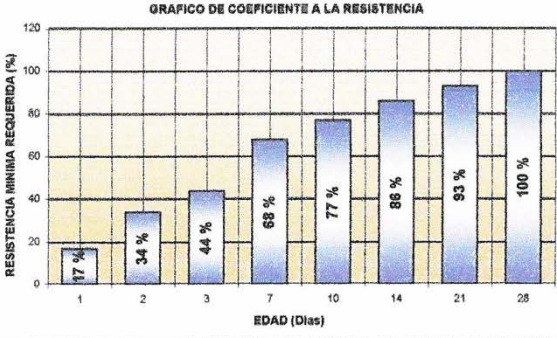
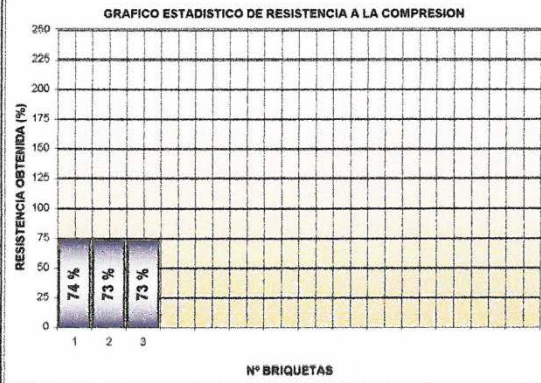


GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



OBSERVACIONES:

Muestra: Probetas Cilindricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)

Equipo: **PRESA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250-ADR TOUCH**

MODELO : 380990/08

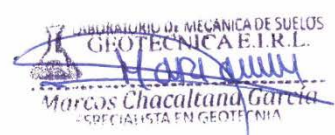
SERIE : 1903000072

CAPACIDAD : 0 KG

CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR: C-22.2.610101 ELE SOILTEST

SERIE : 1887-1-00086

CALIBRADO : Según Norma ASTM E 4 "Practica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 21/09/2020, Certificado N° MPF-0575-2020 DSI PERU AUTOMATION



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA E.I.R.L.
Marcos Chacaltana García
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Imagen 38. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.

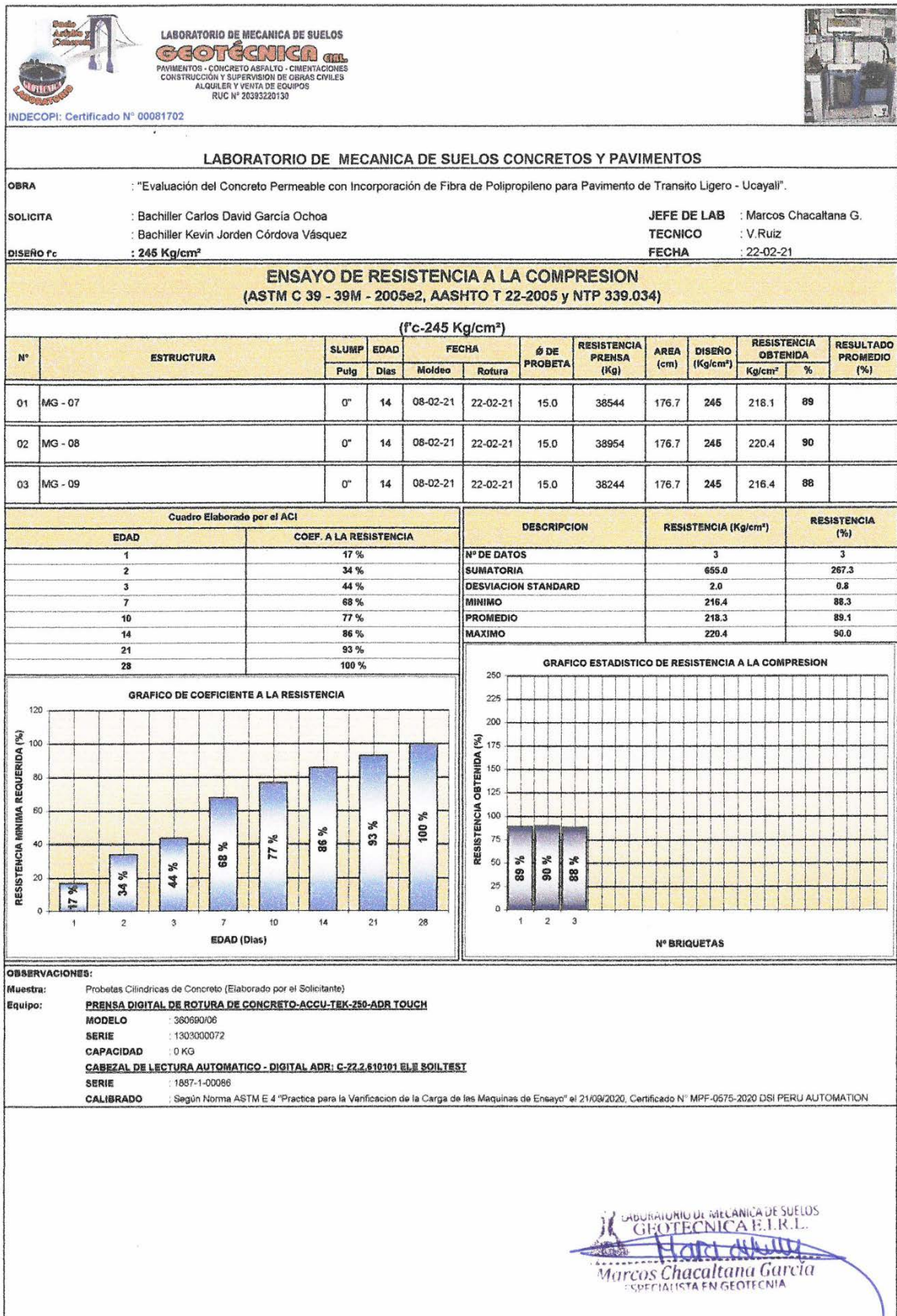


Imagen 39. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.

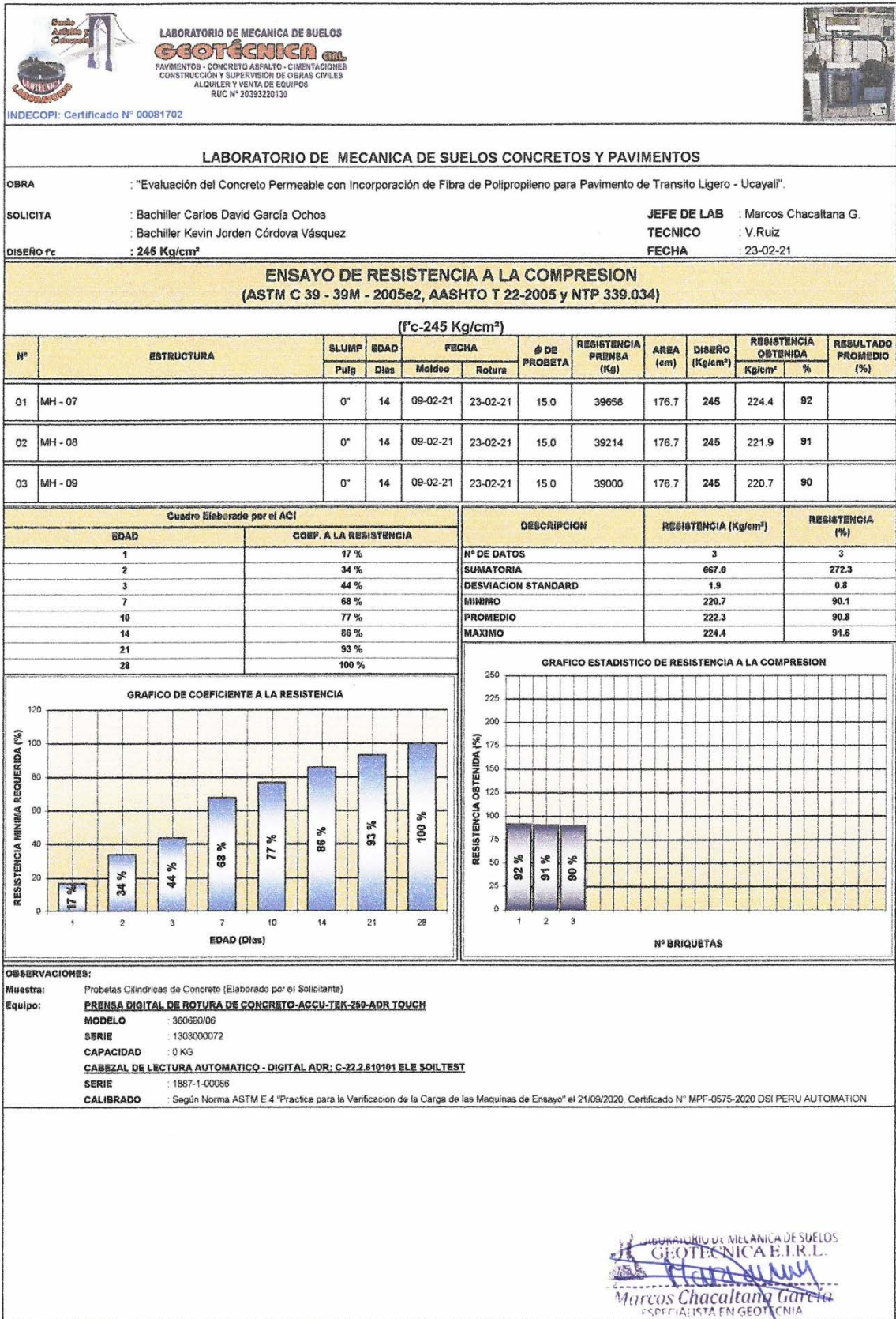


Imagen 40. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.

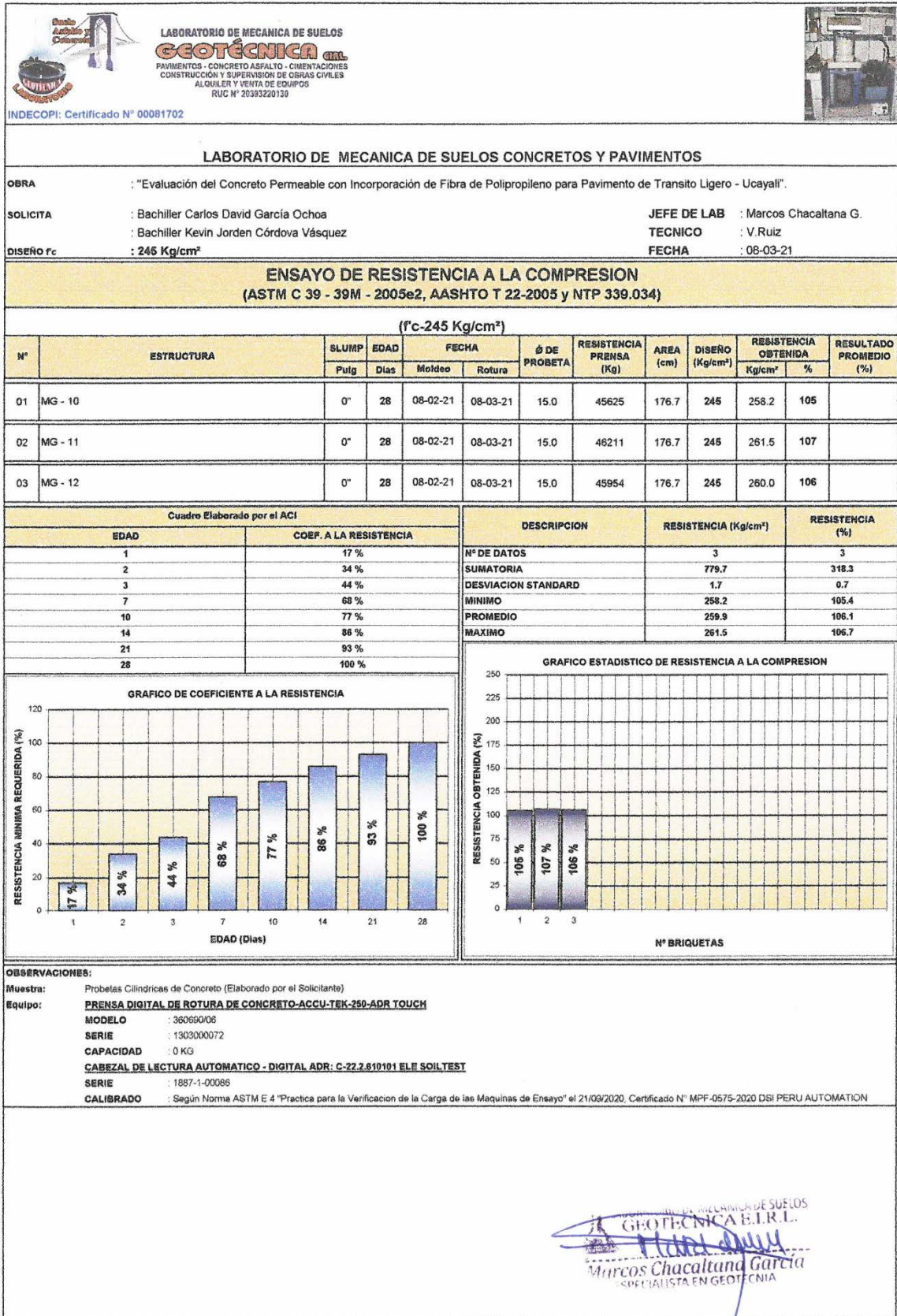
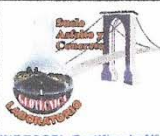



Imagen 41. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.A.S.
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20392220130



INDECOPI: Certificado N° 00081702

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Tránsito Ligero - Ucayali".

SOLICITA : Bachiller Carlos David García Ochoa
: Bachiller Kevin Jordan Córdova Vásquez

JEFE DE LAB : Marcos Chacaltana G.
TECNICO : V. Ruiz
FECHA : 09-03-21

DISEÑO f'c : 245 Kg/cm²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

(f'c=245 Kg/cm²)

N°	ESTRUCTURA	SLUMP	EDAD	FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Pulg	Dias	Moldeo	Rotura					Kg/cm ²	%	
01	MH - 10	0"	28	09-02-21	09-03-21	15.0	46211	176.7	245	261.5	107	
02	MH - 11	0"	28	09-02-21	09-03-21	15.0	46555	176.7	245	263.4	108	
03	MH - 12	0"	28	09-02-21	09-03-21	15.0	46103	176.7	245	260.9	106	

Cuadro Elaborado por el ACI	
EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA
1	17 %
2	34 %
3	44 %
7	68 %
10	77 %
14	86 %
21	93 %
28	100 %

DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
N° DE DATOS	3	3
SUMATORIA	785.8	320.7
DESVIACION STANDARD	1.3	0.5
MINIMO	260.9	106.5
PROMEDIO	261.9	106.9
MAXIMO	263.4	107.5

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA

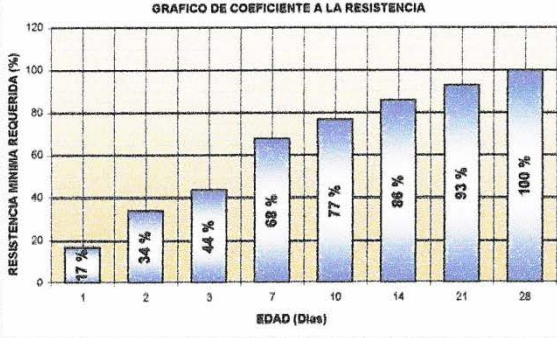
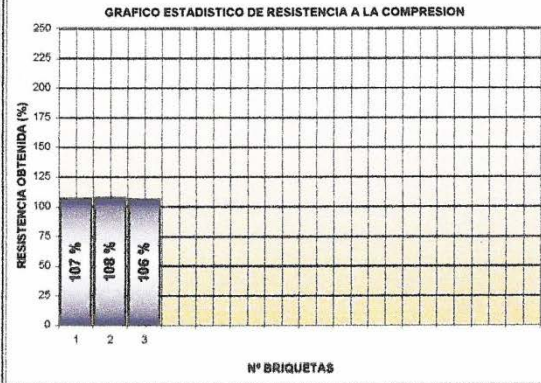


GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



OBSERVACIONES:

Muestra: Probetas Cilíndricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)

Equipo: **PRESA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-280-ADR TOUCH**
 MODELO : 360660/06
 SERIE : 130300072
 CAPACIDAD : 0 KG

CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR: C-22.2.610101 ELE SOILTEST
 SERIE : 1887-1-00086
 CALIBRADO : Según Norma ASTM E 4 "Práctica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 21/09/2020. Certificado N° MPF-0575-2020 DSI PERU AUTOMATION


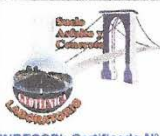



Imagen 42. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.40% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.A.S.
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 2039220130



INDECOPI: Certificado N° 00081702

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Transito Ligero - Ucayali".

SOLICITA : Bachiller Carlos David García Ochoa **JEFE DE LAB** : Marcos Chacaltana G.
: Bachiller Kevin Jordan Córdova Vásquez **TECNICO** : V. Ruiz

DISEÑO f_c : 245 Kg/cm² **FECHA** : 13-02-21

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

(f_c=245 Kg/cm²)

N°	ESTRUCTURA	SLUMP	EDAD	FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Pulg	Dias	Moldeo	Rotura					Kg/cm ²	%	
01	MI - 01	0"	3	10-02-21	13-02-21	15.0	22332	176.7	245	126.4	52	
02	MI - 02	0"	3	10-02-21	13-02-21	15.0	22121	176.7	245	125.2	51	
03	MI - 03	0"	3	10-02-21	13-02-21	15.0	22440	176.7	245	127.0	52	

Cuadro Elaborado por el ACI	
EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA
1	17 %
2	34 %
3	44 %
7	68 %
10	77 %
14	86 %
21	93 %
28	100 %

DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
N° DE DATOS	3	3
SUMATORIA	378.5	154.5
DESVIACION STANDARD	0.9	0.4
MINIMO	125.2	51.1
PROMEDIO	126.2	51.5
MAXIMO	127.0	51.8

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA

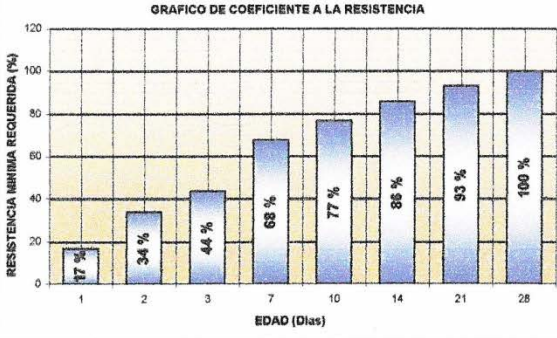
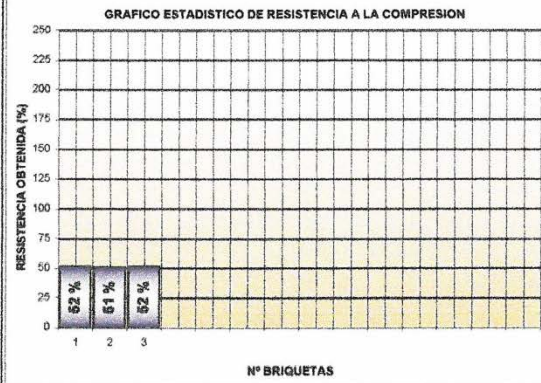


GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



OBSERVACIONES:

Muestra: Probetas Cilindricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)

Equipo: **PRESA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250-ADR TOUCH**
MODELO : 380690/08
SERIE : 1503000072
CAPACIDAD : 0 KG
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR: C-22.2,610101 ELE SOILTEST
SERIE : 1887-1-00086
CALIBRADO : Según Norma ASTM E 4 "Practica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 21/09/2020, Certificado N° MPF-0575-2020 DSI PERU AUTOMATION

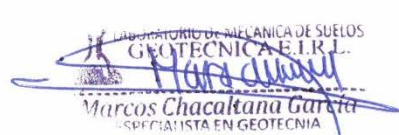



Marcos Chacaltana García
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Imagen 43. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.A.S.
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20393220130



INDECOP: Certificado N° 00081702

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Transito Ligero - Ucayali".

SOLICITA : Bachiller Carlos David García Ochoa **JEFE DE LAB** : Marcos Chacaltana G.
: Bachiller Kevin Jordan Córdova Vásquez **TECNICO** : V. Ruiz

DISEÑO f_c : 245 Kg/cm² **FECHA** : 14-02-21

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

($f_c=245$ Kg/cm²)

N°	ESTRUCTURA	SLUMP		EDAD		FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Pulg	Días	Moldeo	Rotura	Kg/cm ²	%							
01	MJ - 01		0"	3	11-02-21	14-02-21	15.0	22777	176.7	245	128.9	53		
02	MJ - 02		0"	3	11-02-21	14-02-21	15.0	22332	176.7	245	126.4	52		
03	MJ - 03		0"	3	11-02-21	14-02-21	15.0	22032	176.7	245	124.7	51		

Cuadro Elaborado por el ACI

EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA
1	17 %
2	34 %
3	44 %
7	68 %
10	77 %
14	86 %
21	93 %
28	100 %

DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
N° DE DATOS	3	3
SUMATORIA	379.9	155.1
DESVIACION STANDARD	2.1	0.9
MINIMO	124.7	50.9
PROMEDIO	126.6	51.7
MAXIMO	128.9	52.6

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA

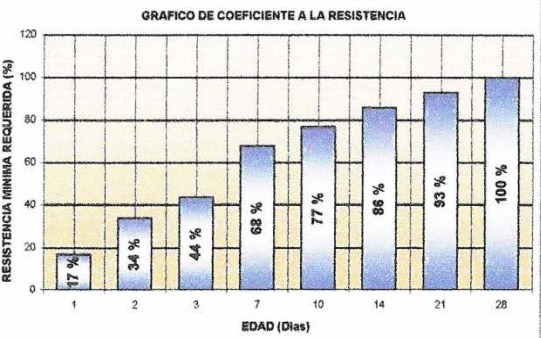
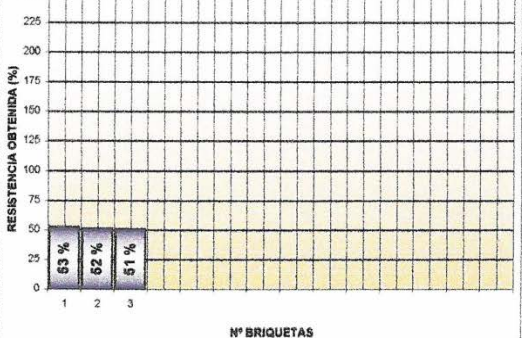


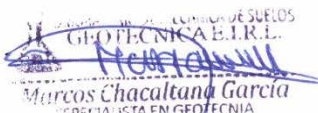
GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



OBSERVACIONES:

Muestra: Probetas Cilíndricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)

Equipo: **PRESA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250-ADR TOUCH**
MODELO : 360690/06
SERIE : 1303000072
CAPACIDAD : 0 KG
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR: C-22.2.610101 ELE SOILTST
SERIE : 1857-1-00086
CALIBRADO : Según Norma ASTM E 4 "Practica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 21/09/2020, Certificado N° MPF-0575-2020 DSI PERU AUTOMATION



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.A.S.
Marcos Chacaltana García
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Imagen 44. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f_c=245$ kg/cm² con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 3 días.

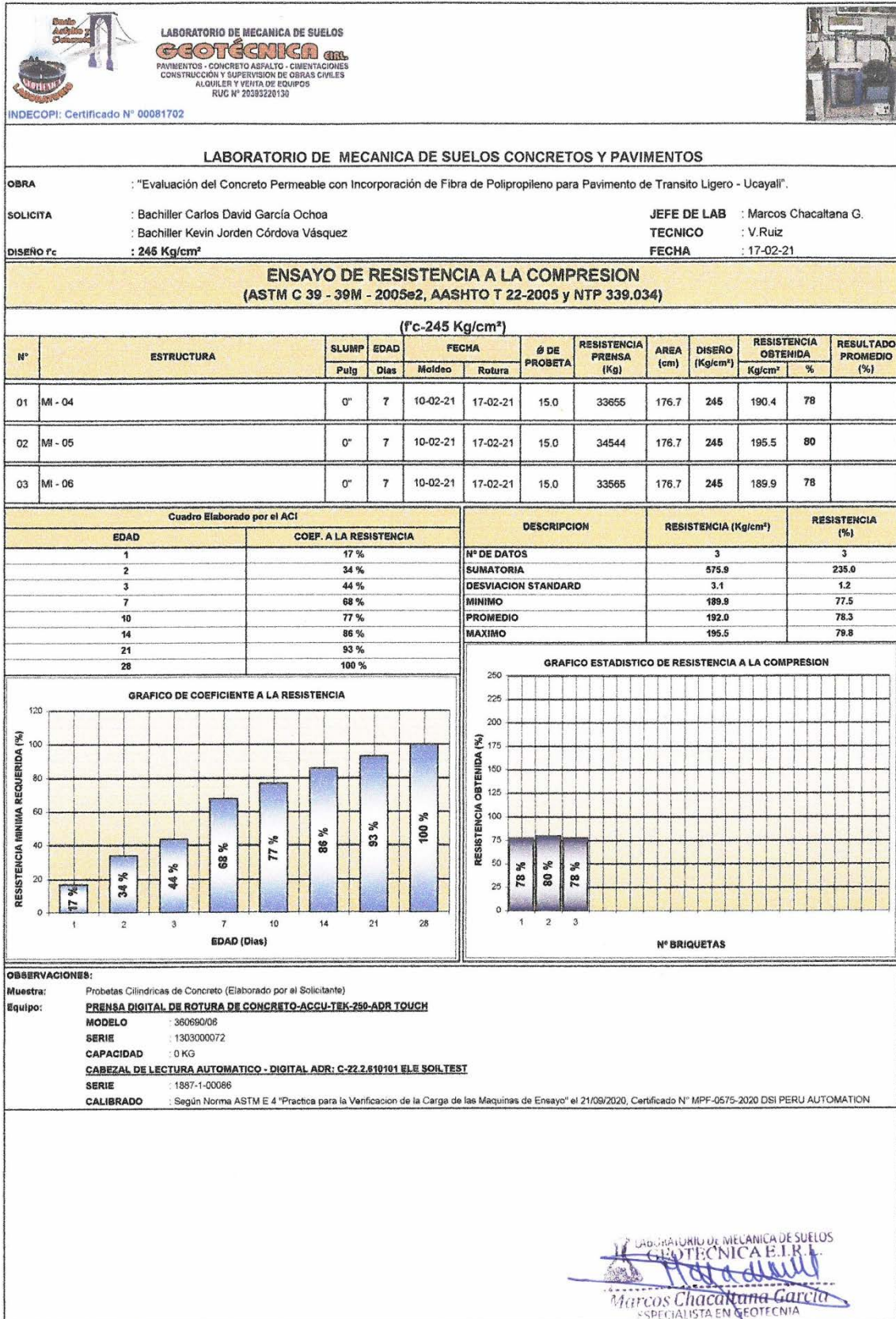




Imagen 45. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.R.L.**
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20393220130



INDECOP: Certificado N° 00081702

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Transito Ligero - Ucayali".

SOLICITA : Bachiller Carlos David García Ochoa
: Bachiller Kevin Jorden Córdova Vásquez

JEFE DE LAB : Marcos Chacaltana G.
TECNICO : V. Ruiz
FECHA : 18-02-21

DISEÑO f'c : 245 Kg/cm²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

(f'c=245 Kg/cm²)

N°	ESTRUCTURA	SLUMP		EDAD		FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Pulg	Dias	Moldeo	Rotura	Kg/cm ²	%							
01	MJ - 04		0"	7		11-02-21	18-02-21	15.0	33655	176.7	245	190.4	78	
02	MJ - 05		0"	7		11-02-21	18-02-21	15.0	33511	176.7	245	189.6	77	
03	MJ - 06		0"	7		11-02-21	18-02-21	15.0	34211	176.7	245	193.6	79	

Cuadro Elaborado por el ACI

EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA
1	17 %
2	34 %
3	44 %
7	68 %
10	77 %
14	86 %
21	93 %
28	100 %

DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
N° DE DATOS	3	3
SUMATORIA	573.7	234.2
DESVIACION STANDARD	2.1	0.9
MINIMO	189.6	77.4
PROMEDIO	191.2	78.1
MAXIMO	193.6	79.0

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA

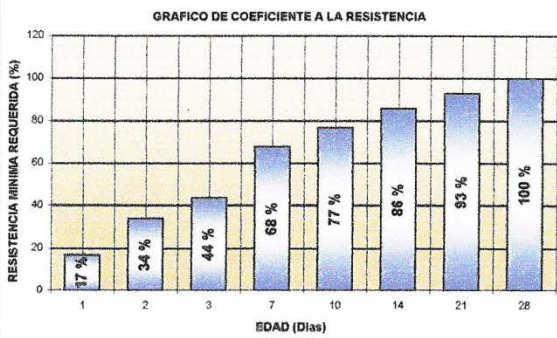
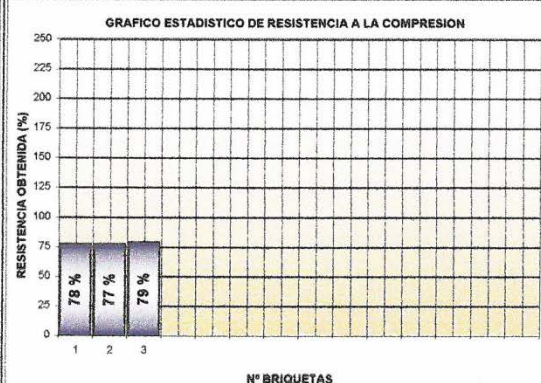



GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



OBSERVACIONES:


Muestra: Probetas Cilíndricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)

Equipo: PRESA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250-ADR TOUCH
MODELO : 360680/06
SERIE : 1303000072
CAPACIDAD : 0 KG
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR, C-22.2.610101 ELE SOILTEST
SERIE : 1887-1-00086
CALIBRADO : Según Norma ASTM E 4 "Practica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 21/08/2020. Certificado N° MPF-0575-2020 DSI PERU AUTOMATION




Marcos Chacaltana García
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Imagen 46. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 7 días.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.L.**
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20393220130



INDECOPI: Certificado N° 00081702

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Transito Ligero - Ucayali".

SOLICITA : Bachiller Carlos David García Ochoa
: Bachiller Kevin Jorden Córdova Vásquez

JEFE DE LAB : Marcos Chacaltana G.
TECNICO : V. Ruiz
FECHA : 24-02-21

DISEÑO f'c : 245 Kg/cm²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

(f'c=245 Kg/cm²)

N°	ESTRUCTURA	SLUMP	EDAD	FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Pulg	Dias	Moldeo	Rotura					Kg/cm ²	%	
01	MI - 07	0"	14	10-02-21	24-02-21	15.0	40001	176.7	245	226.4	92	
02	MI - 08	0"	14	10-02-21	24-02-21	15.0	40355	176.7	245	228.4	93	
03	MI - 09	0"	14	10-02-21	24-02-21	15.0	40269	176.7	245	227.9	93	

Cuadro Elaborado por el ACI

EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA
1	17 %
2	34 %
3	44 %
7	68 %
10	77 %
14	86 %
21	93 %
28	100 %

DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
N° DE DATOS	3	3
SUMATORIA	682.6	278.6
DESVIACION STANDARD	1.0	0.4
MINIMO	226.4	92.4
PROMEDIO	227.5	92.9
MAXIMO	228.4	93.2

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA

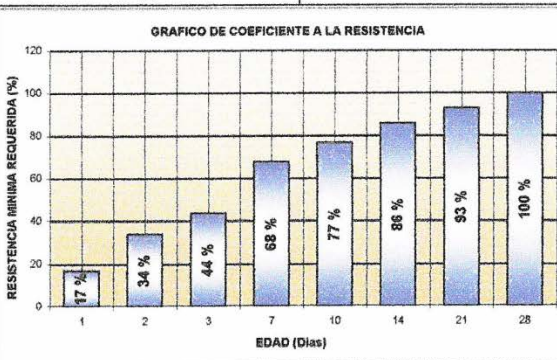
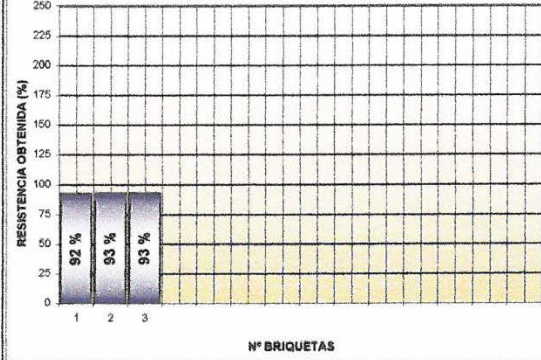



GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



OBSERVACIONES:


Muestra: Probetas Cilindricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)

Equipo: **PRESA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250-ADR TOUCH**
MODELO : 360890/06
SERIE : 130900072
CAPACIDAD : 0 KG
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR: C-22.2.610101 ELIE SOILTEST
SERIE : 1887-1-00066
CALIBRADO : Según Norma ASTM E 4 "Practica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 21/09/2020, Certificado N° MPF-0575-2020 DSI PERU AUTOMATION




Marcos Chacaltana García
- ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Imagen 47. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.R.L.
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20393220130



INDECOPI: Certificado N° 00081702

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Tránsito Ligero - Ucayali".

SOLICITA : Bachiller Carlos David García Ochoa **JEFE DE LAB** : Marcos Chacaltana G.
: Bachiller Kevin Jordan Córdova Vásquez **TECNICO** : V. Ruiz

DISEÑO f_c : 245 Kg/cm² **FECHA** : 25-02-21

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

(f_c=245 Kg/cm²)

N°	ESTRUCTURA	SLUMP		EDAD		FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Pulg	Días	Moldeo	Rotura	Kg/cm ²	%							
01	MJ - 07	0"	14	11-02-21	25-02-21	15.0	39222	176.7	245	222.0	91			
02	MJ - 08	0"	14	11-02-21	25-02-21	15.0	39655	176.7	245	224.4	92			
03	MJ - 09	0"	14	11-02-21	25-02-21	15.0	40211	176.7	245	227.5	93			

Cuadro Elaborado por el ACI	
EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA
1	17 %
2	34 %
3	44 %
7	68 %
10	77 %
14	86 %
21	93 %
28	100 %

DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
N° DE DATOS	3	3
SUMATORIA	673.9	275.1
DESVIACION STANDARD	2.8	1.1
MINIMO	222.0	90.6
PROMEDIO	224.6	91.7
MAXIMO	227.5	92.9

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA

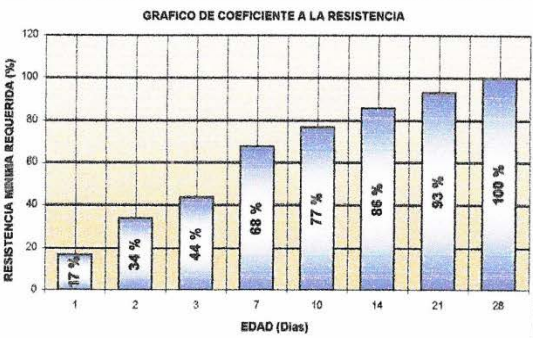
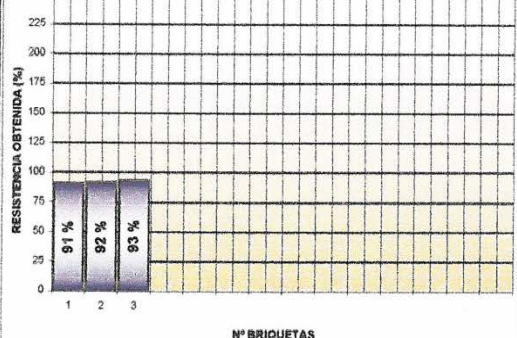


GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



OBSERVACIONES:

Muestra: Probetas Cilíndricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)

Equipo: PRESA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250-ADR TOUCH

MODELO : 36069006

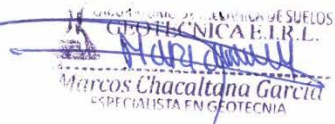
SERIE : 1303000072

CAPACIDAD : 0 KG

CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR: C-22.2.610101 ELE SOILTEST


SERIE : 1887-1-00086

CALIBRADO : Según Norma ASTM E 4 "Practica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 21/09/2020, Certificado N° MPF-0575-2020 DSI PERU AUTOMATION




LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.R.L.
Marcos Chacaltana García
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Imagen 48. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 14 días.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GEOTÉCNICA S.R.L.
PAVIMENTOS - CONCRETO ASFALTO - CIMENTACIONES
CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS
RUC N° 20393220130



INDECOPI: Certificado N° 00081702

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : "Evaluación del Concreto Permeable con Incorporación de Fibra de Polipropileno para Pavimento de Transito Ligero - Ucayali".

SOLICITA : Bachiller Carlos David García Ochoa
: Bachiller Kevin Jordan Córdova Vásquez

JEFE DE LAB : Marcos Chacaltana G.
TECNICO : V. Ruiz
FECHA : 10-03-21

DISEÑO f_c : 245 Kg/cm²

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(ASTM C 39 - 39M - 2005e2, AASHTO T 22-2005 y NTP 339.034)

(f_c=245 Kg/cm²)

N°	ESTRUCTURA	SLUMP	EDAD	FECHA		Ø DE PROBETA	RESISTENCIA PRENSA (Kg)	AREA (cm)	DISEÑO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA		RESULTADO PROMEDIO (%)
		Pulg	Dias	Moldeo	Rotura					Kg/cm ²	%	
01	MI - 10	0"	28	10-02-21	10-03-21	15.0	49021	176.7	245	277.4	113	
02	MI - 11	0"	28	10-02-21	10-03-21	15.0	48632	176.7	245	275.2	112	
03	MI - 12	0"	28	10-02-21	10-03-21	15.0	49120	176.7	245	278.0	113	

Cuadro Elaborado por el ACI	
EDAD	COEF. A LA RESISTENCIA
1	17 %
2	34 %
3	44 %
7	68 %
10	77 %
14	86 %
21	93 %
28	100 %

DESCRIPCION	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA (%)
N° DE DATOS	3	3
SUMATORIA	830.6	339.0
DESVIACION STANDARD	1.5	0.6
MINIMO	275.2	112.3
PROMEDIO	276.9	113.0
MAXIMO	278.0	113.5

GRAFICO DE COEFICIENTE A LA RESISTENCIA

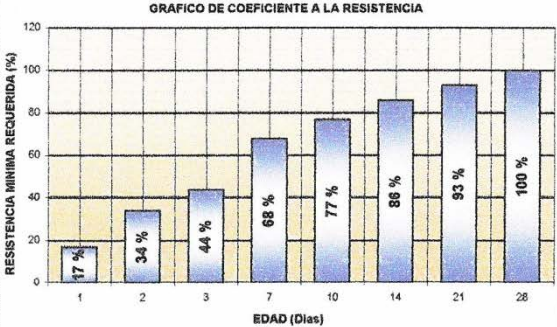
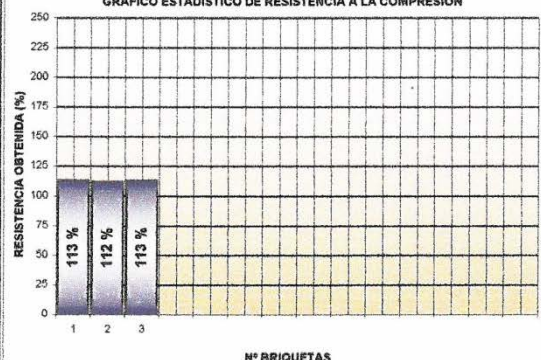


GRAFICO ESTADISTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



OBSERVACIONES:

Muestra: Probetas Cilindricas de Concreto (Elaborado por el Solicitante)

Equipo: PRESA DIGITAL DE ROTURA DE CONCRETO-ACCU-TEK-250-ADR TOUCH
MODELO : 36069008
SERIE : 1303000072
CAPACIDAD : 0 KG
CABEZAL DE LECTURA AUTOMATICO - DIGITAL ADR: C-22.2.810101 ELE SOILTEST
SERIE : 1887-1-00086
CALIBRADO : Según Norma ASTM E 4 "Practica para la Verificación de la Carga de las Maquinas de Ensayo" el 21/09/2020. Certificado N° MPF-0575-2020 DSI PERU AUTOMATION



Marcos Chacaltana García
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Imagen 49. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.

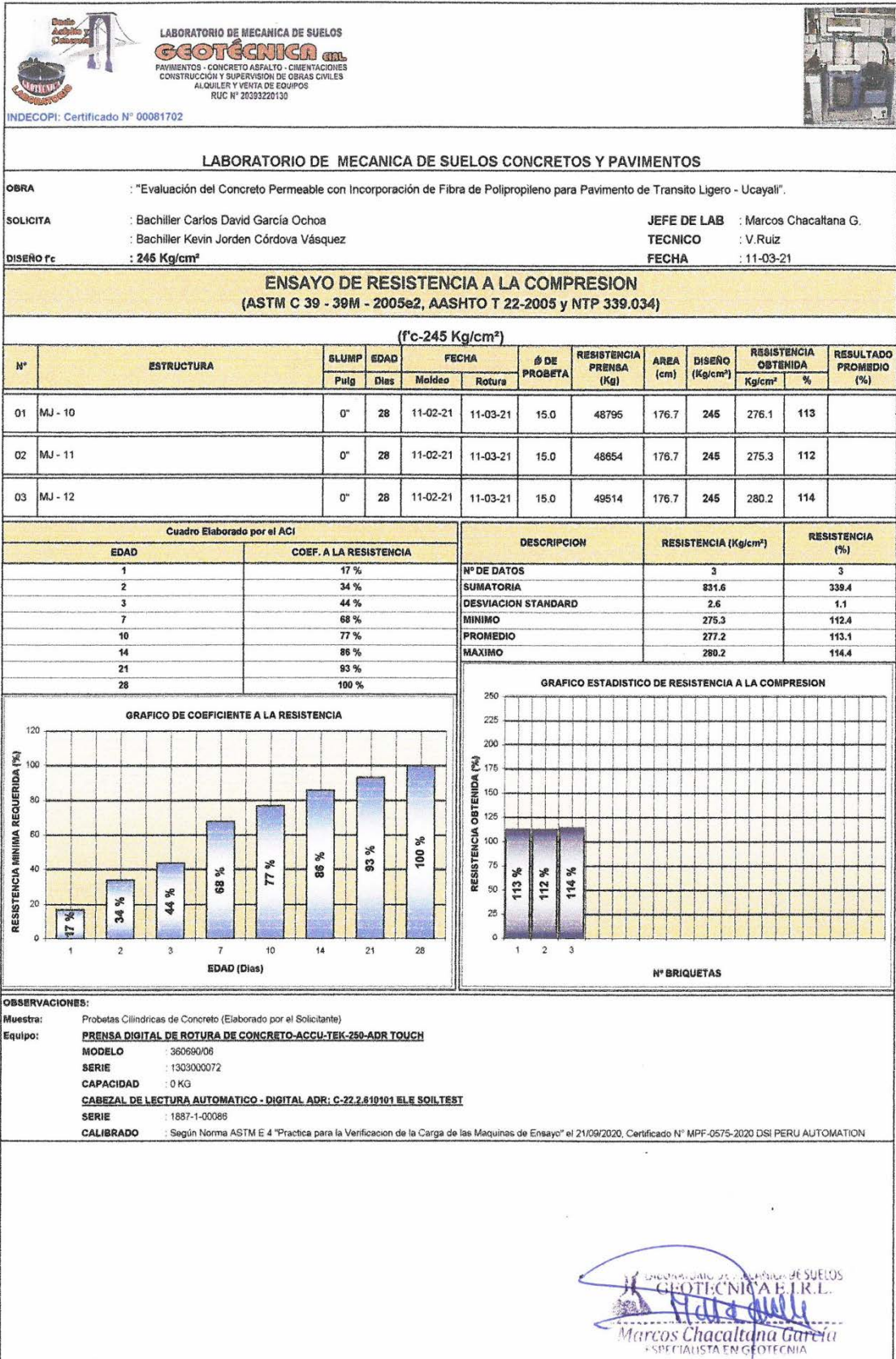


Imagen 50. Resultados del ensayo a la compresión de los testigos de concreto permeable $f'_c=245 \text{ kg/cm}^2$ con 0.50% de incorporación de fibras de polipropileno a los 28 días.