

ASOVAC

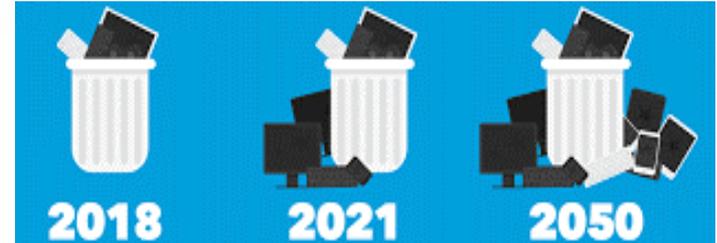
UCAB  **Universidad Católica**
ANDRÉS BELLO

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
DE MEZCLAS DE CONCRETO
QUE INCORPOREN
PLÁSTICOS DESECHADOS NO CONTAMINANTES**

AUTORES:

**Ing. Jesús A. Fernández Fernández
Ing. Luis D. Rosciano Paganelli
Ing. Heriberto Echezuria**

CRECIMIENTO DE LOS RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN LA ACTUALIDAD



EFFECTOS NEGATIVOS EN EL AMBIENTE Y LOS SERES VIVOS



CONSIDERANDO:

- AUMENTO VERTIGINOSO DE LOS RESIDUOS ELECTRÓNICOS
- ACUMULACIÓN EN VERTEDEROS O ÁREAS NATURALES
- QUE NO CONTIENEN SUSTANCIAS PELIGROSAS
(Providencia Administrativa N° 01-00-19-04-368-2017)

SE PROPONE:

SU INCLUSIÓN COMO MATERIAL GRANULAR DENTRO DE MEZCLAS
PARA ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

GENERAL

**EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
DE MEZCLAS DE CONCRETO
QUE INCORPOREN PLÁSTICOS TRITURADOS
PROVENIENTES DE ELEMENTOS PERIFÉRICOS
DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS**

OBJETIVOS

ESPECÍFICOS

- VALORAR LOS CAMBIOS EN RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO CON DISTINTOS CONTENIDOS DE PLÁSTICO TRITURADO
- ESTABLECER LOS CAMBIOS EN EL PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA POR MEZCLAS DE CONCRETO CON DISTINTOS CONTENIDOS DE PLÁSTICO TRITURADO
- DETERMINAR LOS CAMBIOS EN FLAMABILIDAD DE MEZCLAS DE CONCRETO CON DISTINTOS CONTENIDOS DE PLÁSTICO TRITURADO
- VALUAR LA VARIABILIDAD DE LA CALIDAD DE MEZCLAS PARA DISTINTAS RELACIONES AGUA-CEMENTO
- DETERMINAR LOS CAMBIOS EN EL ASENTAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON DISTINTOS CONTENIDOS DE PLÁSTICO TRITURADO

DISPONIBILIDAD DE RESIDUOS PLÁSTICOS



NACIONES UNIDAS

E-WASTE = 48,5 millones de toneladas (2018)



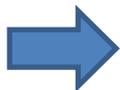
CON CRECIMIENTO ANUAL DEL 3% al 5%



ABS



PC



20% DEL E-WASTE = 10 millones de toneladas aprox.



E-WASTE = 233.000 toneladas (2018)
(según GSMA y Universidad de Naciones Unidas)

RESIDUOS PLÁSTICOS = 46.600 toneladas
anuales

POBLACIÓN

| Relación agua/cemento | Porcentaje de incorporación de plástico | | | TOTAL |
|-----------------------|---|-----|------|-------|
| | 0% | 50% | 100% | |
| 0,55 | 2 | 3 | 3 | 8 |
| 0,45 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| 0,30 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| TOTAL | 8 | 9 | 9 | 26 |

| Relación agua/cemento | Porcentaje de incorporación de plástico | | | TOTAL |
|-----------------------|---|-----|------|-------|
| | 0% | 50% | 100% | |
| 0,55 | 2 | 3 | 3 | 8 |

| Relación agua/cemento | Porcentaje de incorporación de plástico | | | TOTAL |
|-----------------------|---|-----|------|-------|
| | 0% | 50% | 100% | |
| 0,55 | 2 | 3 | 3 | 8 |

MUESTRA:

100%
DE LA
POBLACIÓN

VARIABLES DE ENSAYO

VARIABLES INDEPENDIENTES:

- RELACIÓN AGUA-CEMENTO
- RELACIÓN DE ARENA-PLÁSTICO

VARIABLES DEPENDIENTES:

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kgf/cm^2)
- ABSORCIÓN DE AGUA DEL CONCRETO (%)
- FLAMABILIDAD
- ASENTAMIENTO (cm)

OBTENCIÓN DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS:



ELECTRORECICLAJE JL, C.A
51kg

Revisión para descartar
material no plástico

49kg de material
disponible

TRITURACIÓN DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS:



**CORPORACIÓN
KORCLASS, C.A
(49kg)**



Proceso de trituración



49kg de material triturado

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS:

Arena (150kg) - Piedra (200kg) - Plástico triturado (43kg)



**Ensayo de
Granulometría
COVENIN 255:1998**



**Ensayo de Densidad
y Absorción
COVENIN 268:1998
COVENIN 269:1998**



**Ensayo de
Humedad**

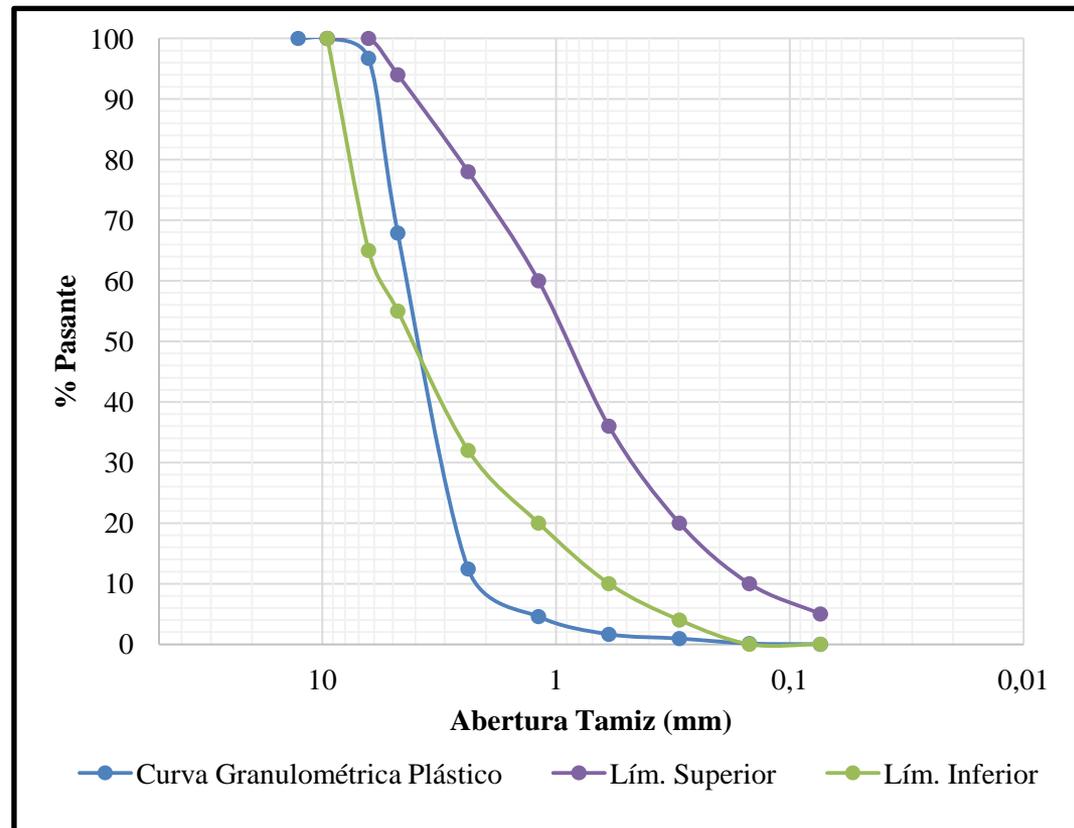
GRANULOMETRÍA

FASE II

PLÁSTICO TRITURADO:

| Tamiz | Abertura (mm) | Masa (g) | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante |
|-------------------|---------------|----------|------------|----------------------|-----------|
| 1/2 | 12,700 | 0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 3/8 | 9,525 | 0 | 0,0 | 0,0 | 100,0 |
| 1/4 | 6,350 | 28 | 3,3 | 3,3 | 96,7 |
| #4 | 4,760 | 246 | 28,8 | 32,1 | 67,9 |
| #8 | 2,380 | 473 | 55,5 | 87,6 | 12,4 |
| #16 | 1,190 | 67 | 7,9 | 95,4 | 4,6 |
| #30 | 0,595 | 25 | 2,9 | 98,4 | 1,6 |
| #50 | 0,297 | 6 | 0,7 | 99,1 | 0,9 |
| #100 | 0,149 | 7 | 0,8 | 99,9 | 0,1 |
| #200 | 0,074 | 1 | 0,1 | 100,0 | 0,0 |
| Fondo | | 0 | 0,0 | 100,0 | 0,0 |
| Masa total | | 853 | | | |

Fuente: Propia



Fuente: Propia

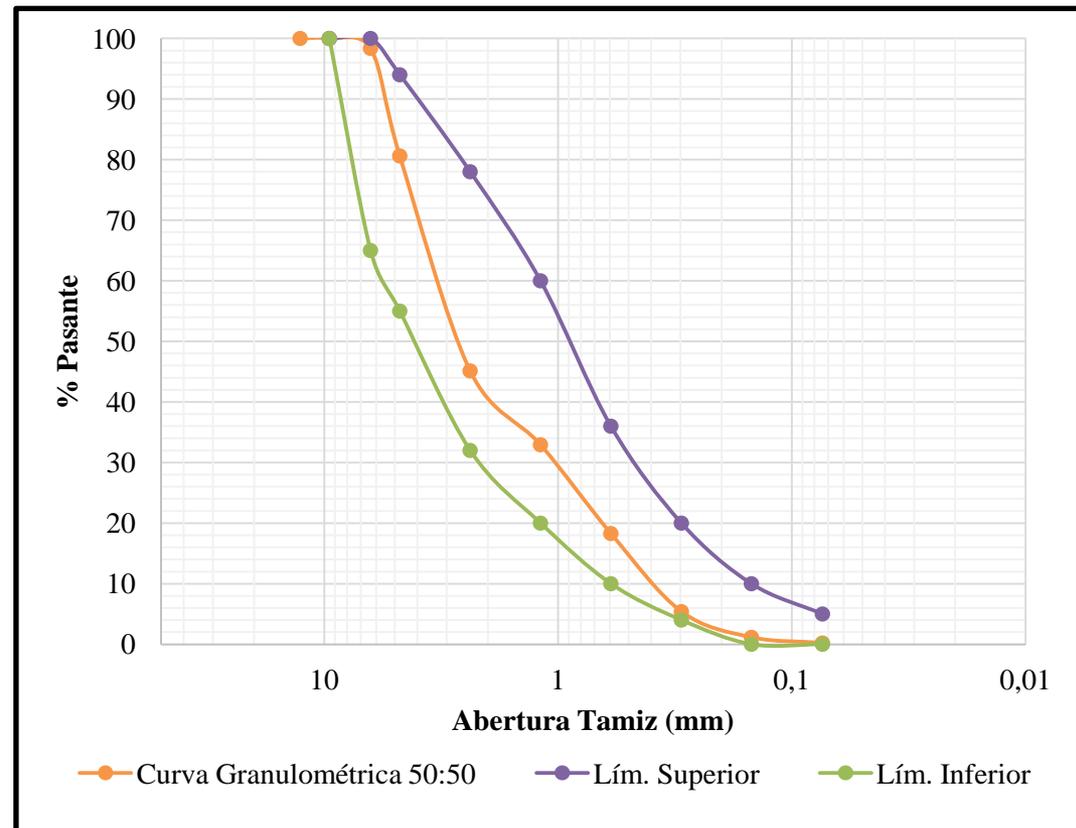
GRANULOMETRÍA

FASE II

ARENA – PLÁSTICO (50:50):

| Tamiz | Abertura (mm) | % Pasante Arena | % Pasante Plástico Triturado | % Pasante Combinado (50:50) |
|-------|---------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1/2 | 12,700 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| 3/8 | 9,525 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| 1/4 | 6,350 | 100,0 | 96,7 | 98,4 |
| #4 | 4,760 | 93,3 | 67,9 | 80,6 |
| #8 | 2,380 | 77,8 | 12,4 | 45,1 |
| #16 | 1,190 | 61,3 | 4,6 | 32,9 |
| #30 | 0,595 | 34,9 | 1,6 | 18,3 |
| #50 | 0,297 | 9,9 | 0,9 | 5,4 |
| #100 | 0,149 | 2,2 | 0,1 | 1,1 |
| #200 | 0,074 | 0,4 | 0,0 | 0,2 |

Fuente: Propia



Fuente: Propia

DENSIDAD, ABSORCIÓN Y HUMEDAD FASE II

AGREGADOS:

| | PIEDRA | ARENA | PLASTICO |
|------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Densidad Aparente | 2,68 g/cm ³ | 2,61 g/cm ³ | 1,15 g/cm ³ |
| Densidad Aparente SSS | 2,73 g/cm ³ | 2,63 g/cm ³ | 1,20 g/cm ³ |
| Densidad Nominal | 2,84 g/cm ³ | 2,66 g/cm ³ | 1,21 g/cm ³ |
| Absorción de Agua | 2,09 % | 0,70 % | 4,54 % |
| Humedad | 0,03 % | 0,00 % | 0,00 % |

Fuente: Propia

DISEÑO DE MEZCLAS:

| Mezcla | Cemento (kg/m ³) | Agua (l/m ³) | Arena (kg/m ³) | Plástico (kg/m ³) | Piedra (kg/m ³) |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| D1 (0,55-0%) | 401,28 | 241,47 | 998,99 | 0,00 | 656,95 |
| D2 (0,55-50%) | 401,28 | 247,92 | 499,49 | 219,59 | 656,95 |
| D3 (0,55-100%) | 401,28 | 254,36 | 0,00 | 439,18 | 656,95 |
| D4 (0,45-0%) | 520,88 | 253,22 | 905,04 | 0,00 | 595,17 |
| D5 (0,45-50%) | 520,88 | 259,05 | 452,52 | 198,94 | 595,17 |
| D6 (0,45-100%) | 520,88 | 264,89 | 0,00 | 397,88 | 595,17 |
| D7 (0,30-0%) | 882,38 | 278,00 | 638,73 | 0,00 | 420,04 |
| D8 (0,30-50%) | 882,38 | 282,12 | 319,36 | 140,40 | 420,04 |
| D9 (0,30-100%) | 882,38 | 286,23 | 0,00 | 280,80 | 420,04 |

Fuente: Propia

PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES:



Pesaje y dosificación de los elementos



Elaboración del concreto



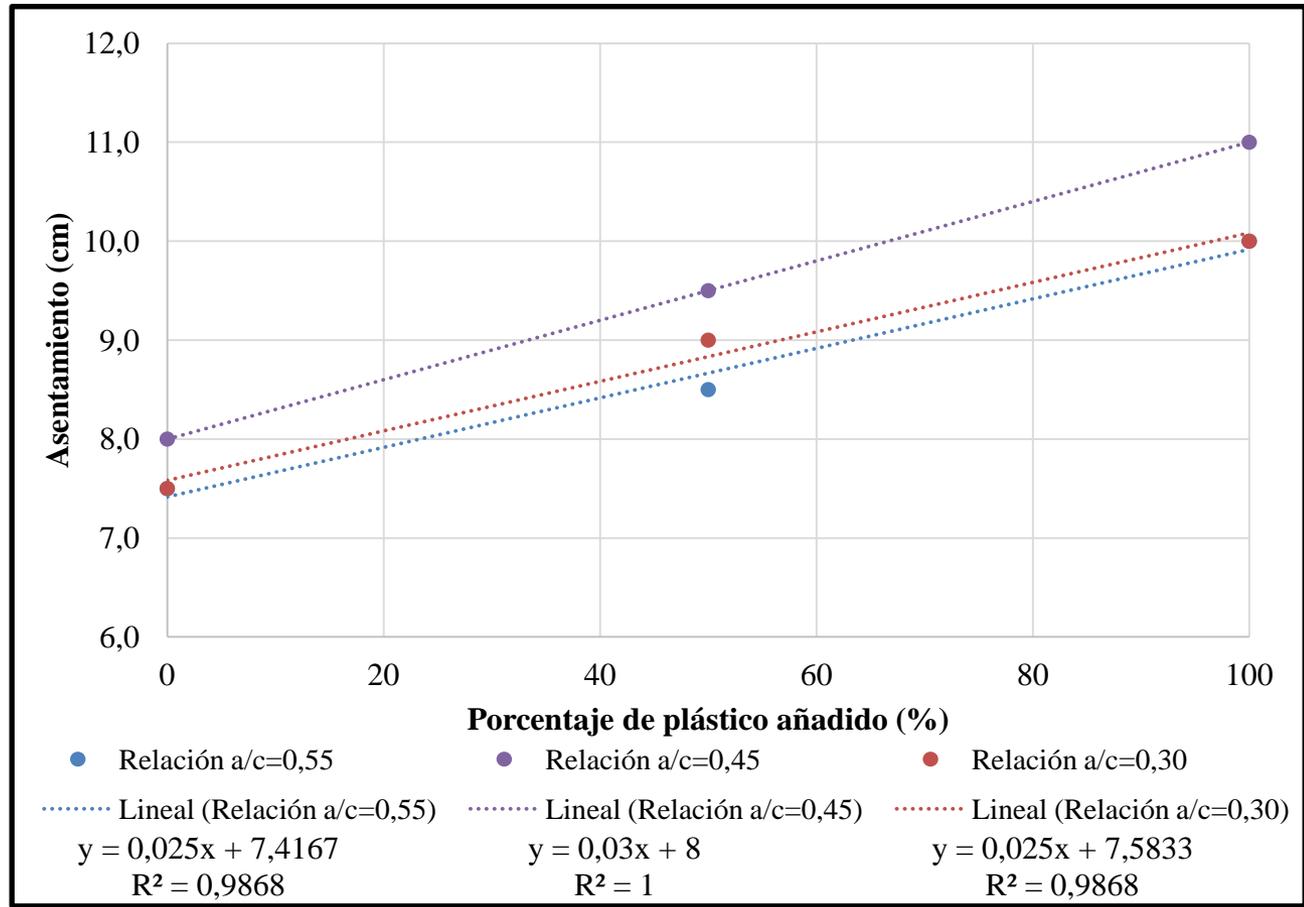
Evaluación del asentamiento

ASENTAMIENTO

FASE IV

| Mezcla | Asentamiento (cm) |
|----------------|-------------------|
| D1 (0,55-0%) | 7,5 |
| D2 (0,55-50%) | 8,5 |
| D3 (0,55-100%) | 10,0 |
| D4 (0,45-0%) | 8,0 |
| D5 (0,45-50%) | 9,5 |
| D6 (0,45-100%) | 11,0 |
| D7 (0,30-0%) | 7,5 |
| D8 (0,30-50%) | 9,0 |
| D9 (0,30-100%) | 10,0 |

Fuente: Propia



Fuente: Propia

PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES:



Elaboración de las probetas



Curado de los especímenes



Refrentado de los cilindros

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN:

| Mezcla | Resistencia Promedio (kgf/cm ²) |
|----------------|---|
| D1 (0,55-0%) | 332 |
| D2 (0,55-50%) | 209 |
| D3 (0,55-100%) | 83 |
| D4 (0,45-0%) | 420 |
| D5 (0,45-50%) | 258 |
| D6 (0,45-100%) | 163 |
| D7 (0,30-0%) | 456 |
| D8 (0,30-50%) | 384 |
| D9 (0,30-100%) | 275 |

Fuente: Propia

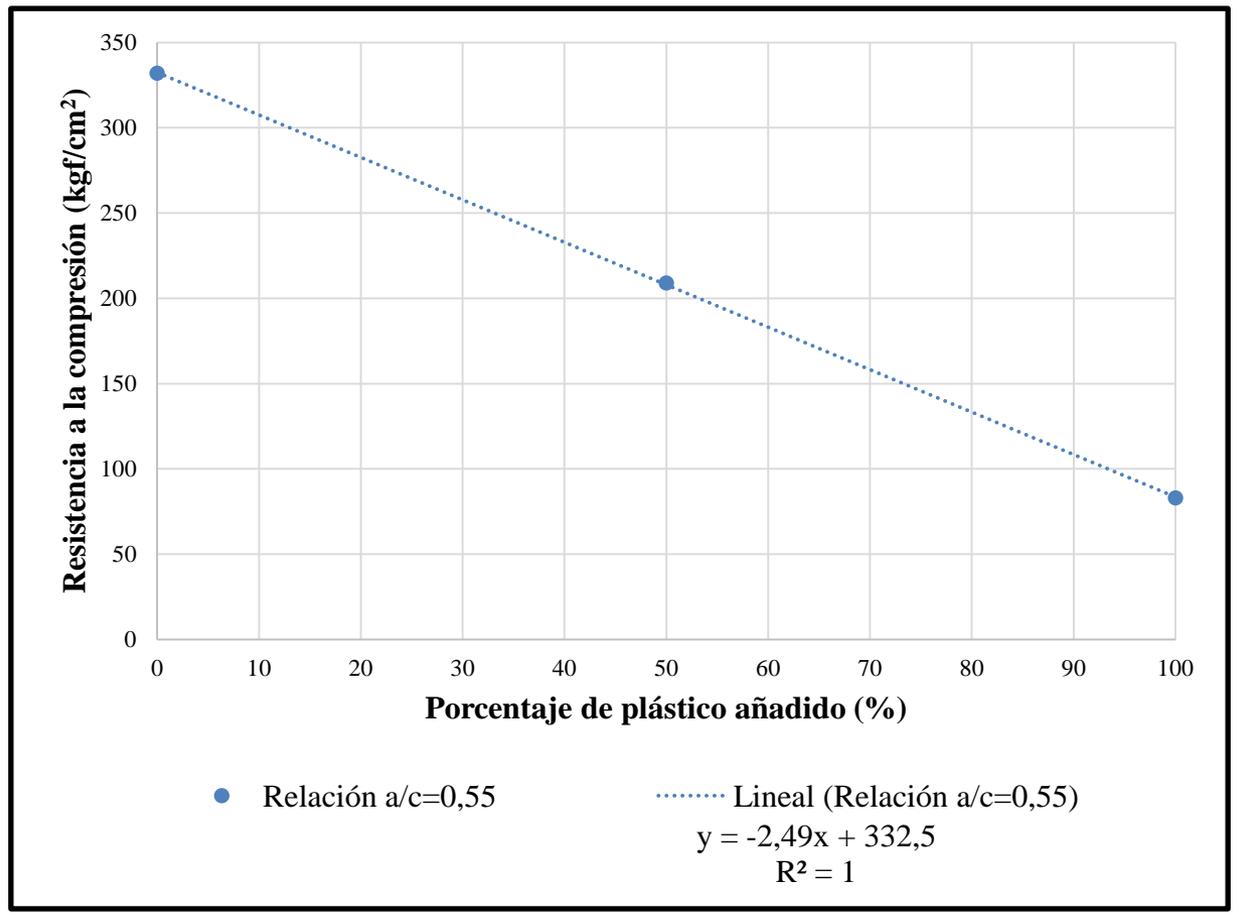


Fuente: Propia

MEZCLAS RELACIÓN $a/c = 0,55$:

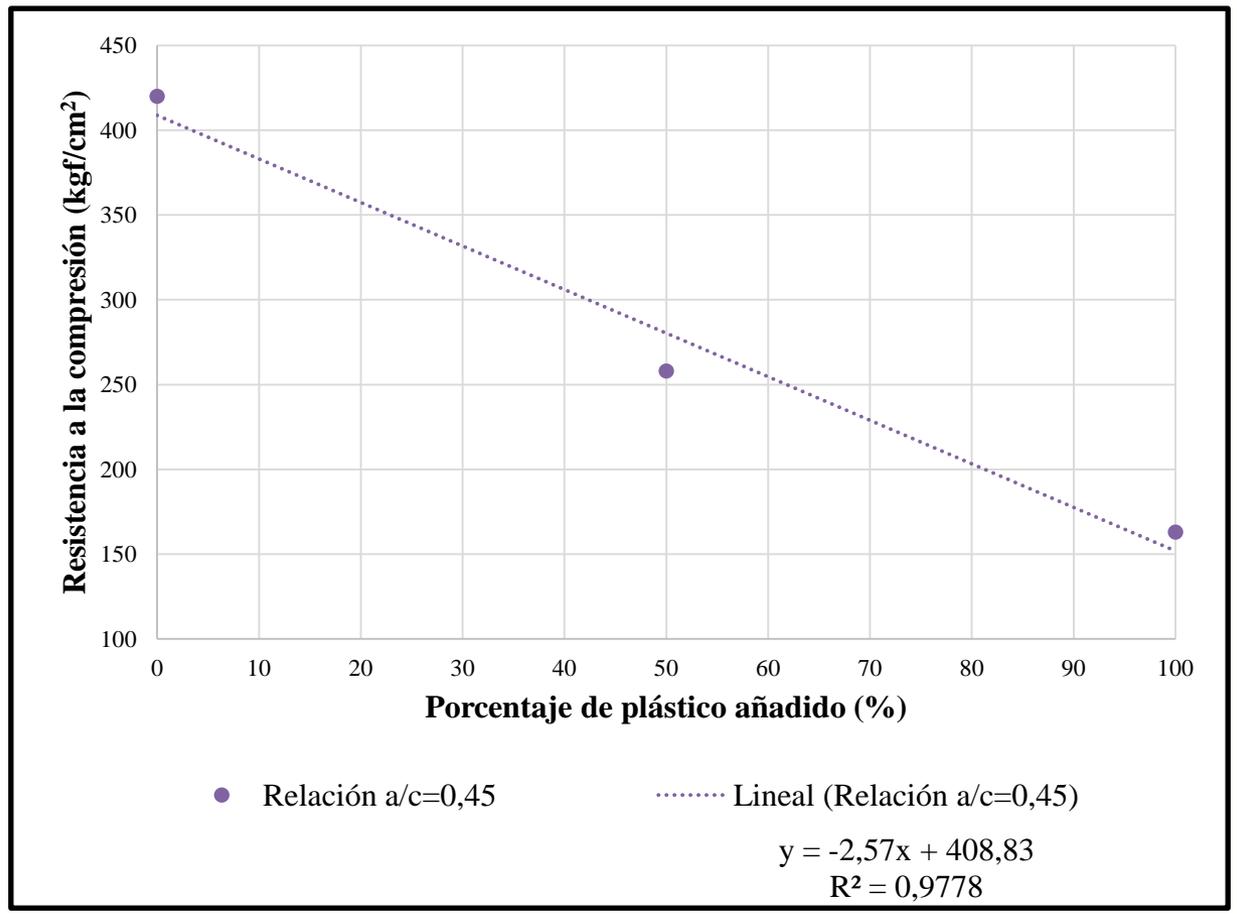


Fuente: Propia



Fuente: Propia

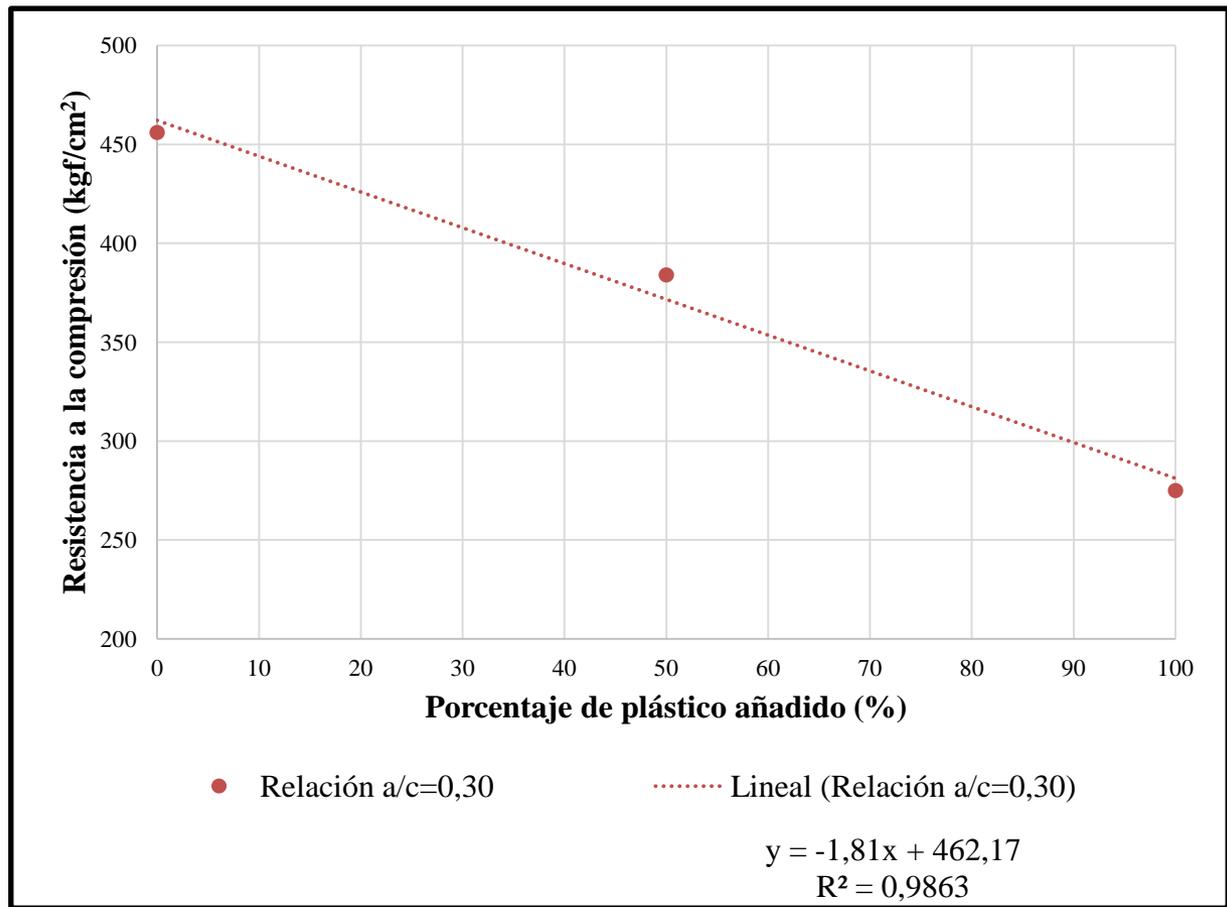
MEZCLAS RELACIÓN a/c= 0,45:



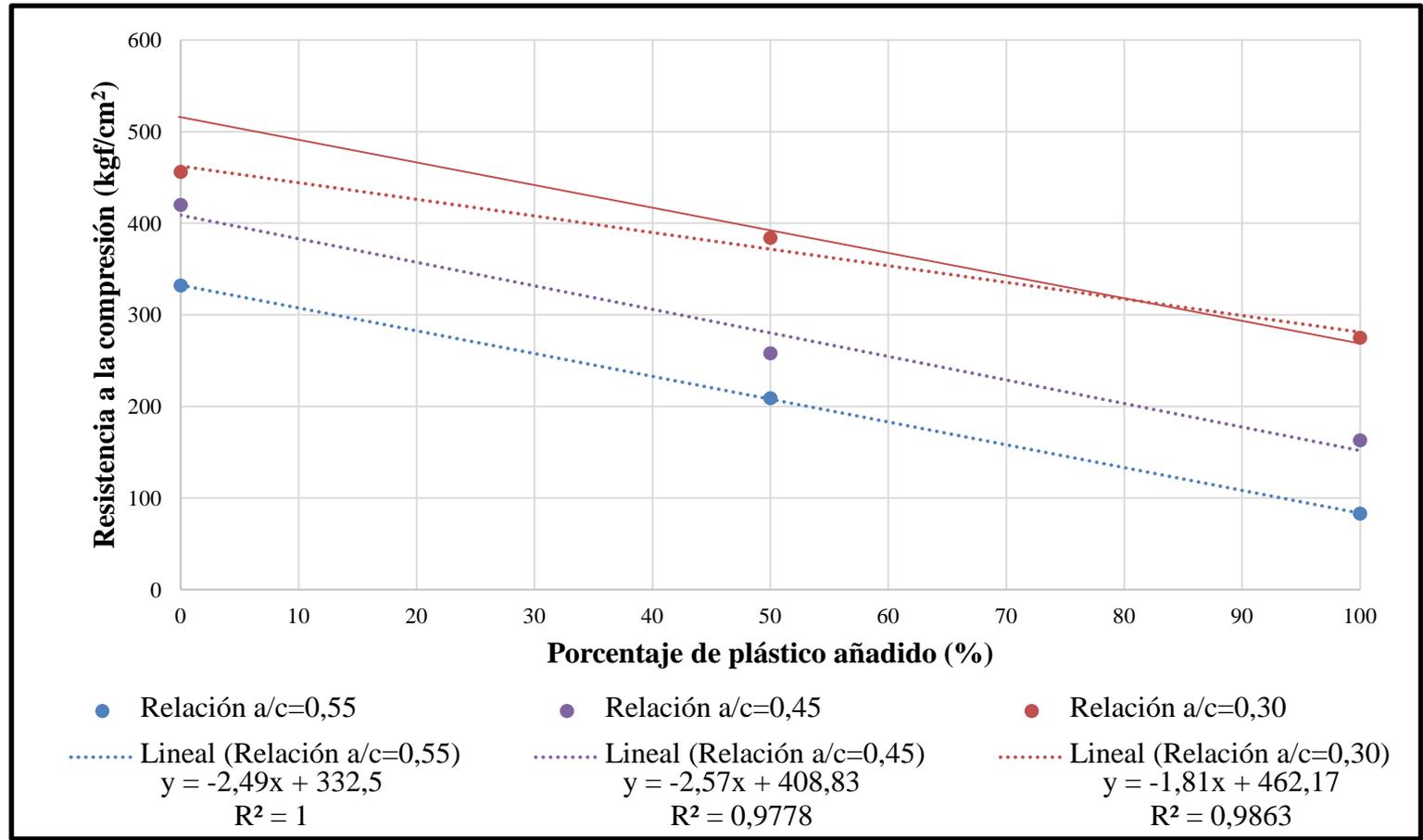
Fuente: Propia

Fuente: Propia

MEZCLAS RELACIÓN a/c= 0,30:



CURVA COMPARATIVA:



ENSAYOS DE DENSIDAD Y ABSORCIÓN:

- % Absorción
- Agua absorbida
- Densidad nominal
- % de vacíos

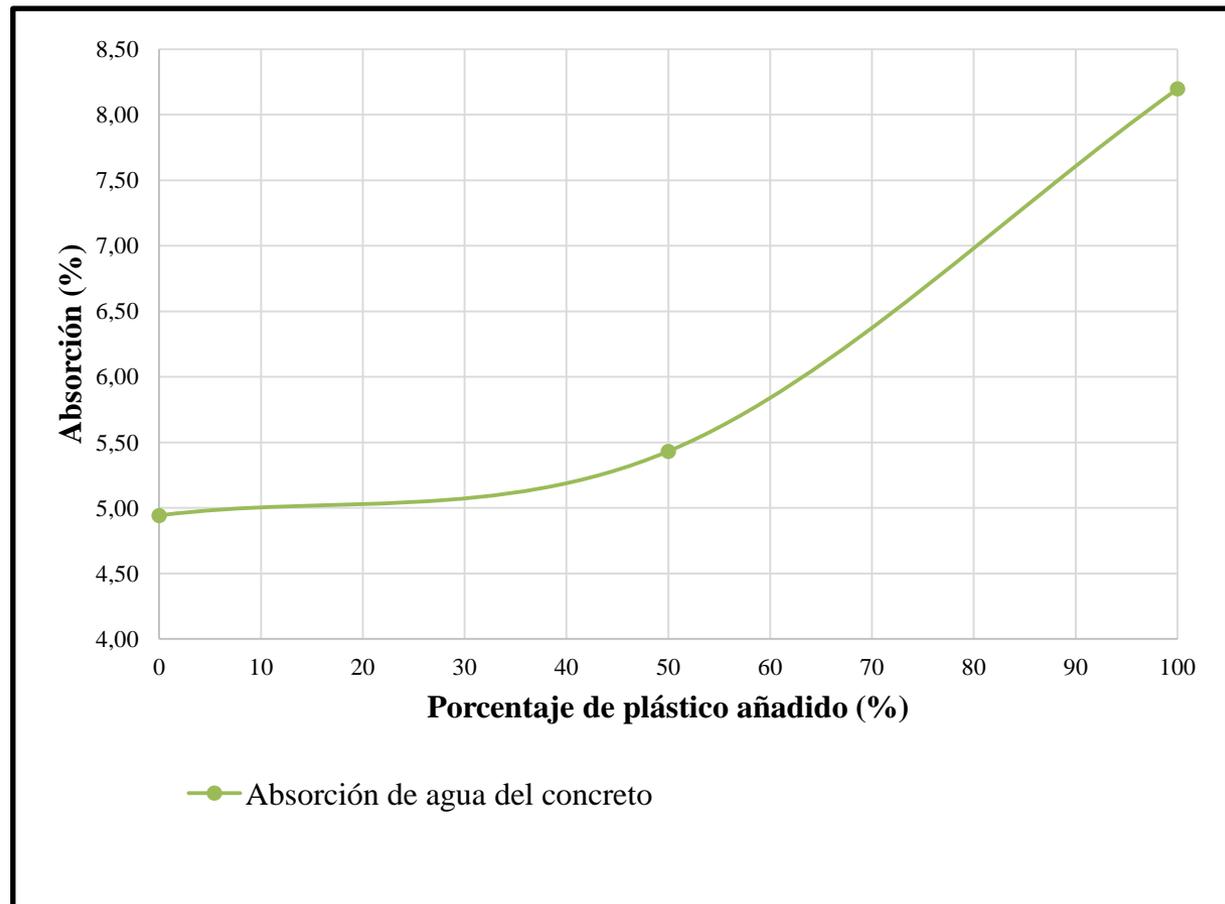


Fuente: Propia

% ABSORCIÓN FASE VI

| Mezcla | Absorción (%) |
|----------------|---------------|
| D1 (0,55-0%) | 4,94 |
| D2 (0,55-50%) | 5,43 |
| D3 (0,55-100%) | 8,20 |

Fuente: Propia



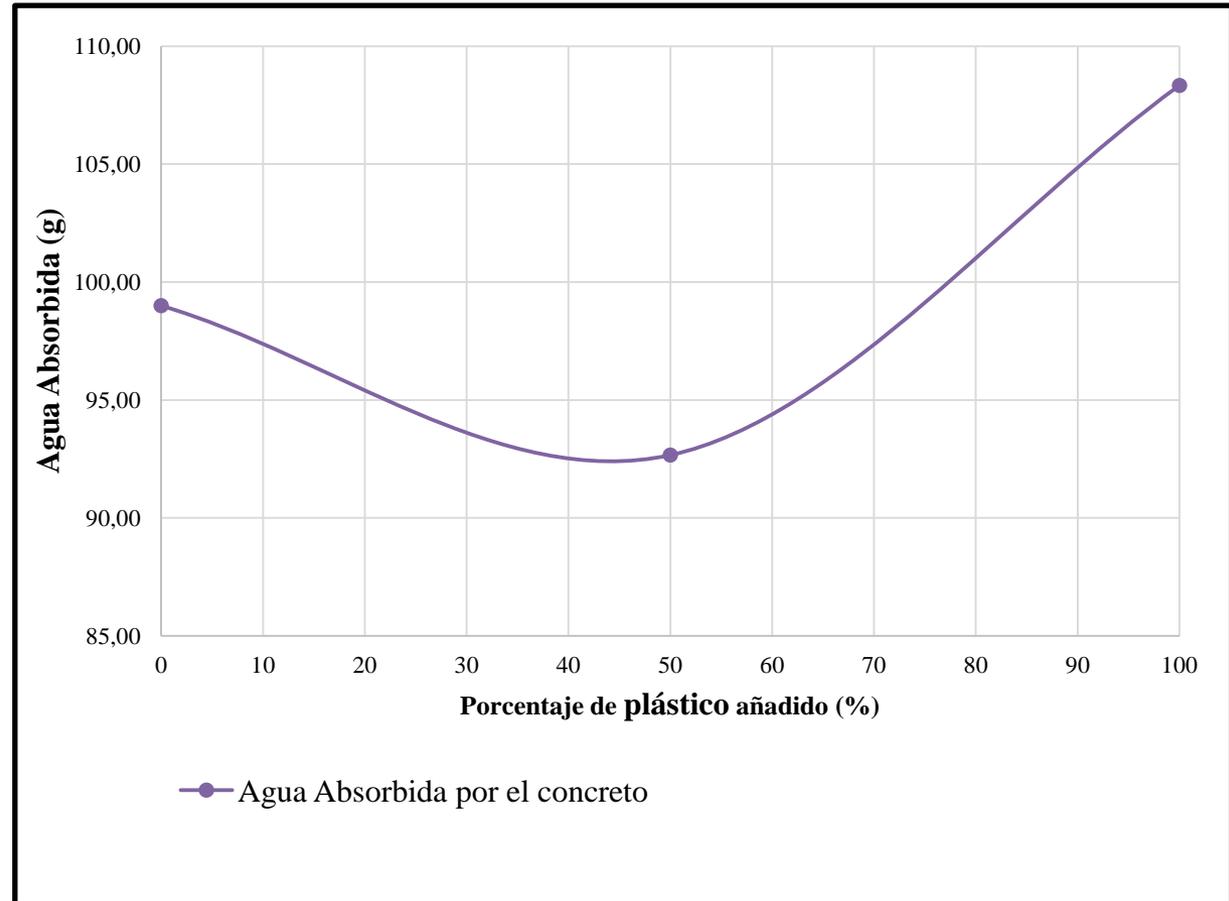
Fuente: Propia

AGUA ABSORBIDA

FASE VI

| Mezcla | Agua absorbida (g) |
|----------------|--------------------|
| D1 (0,55-0%) | 99 |
| D2 (0,55-50%) | 92,67 |
| D3 (0,55-100%) | 108,33 |

Fuente: Propia



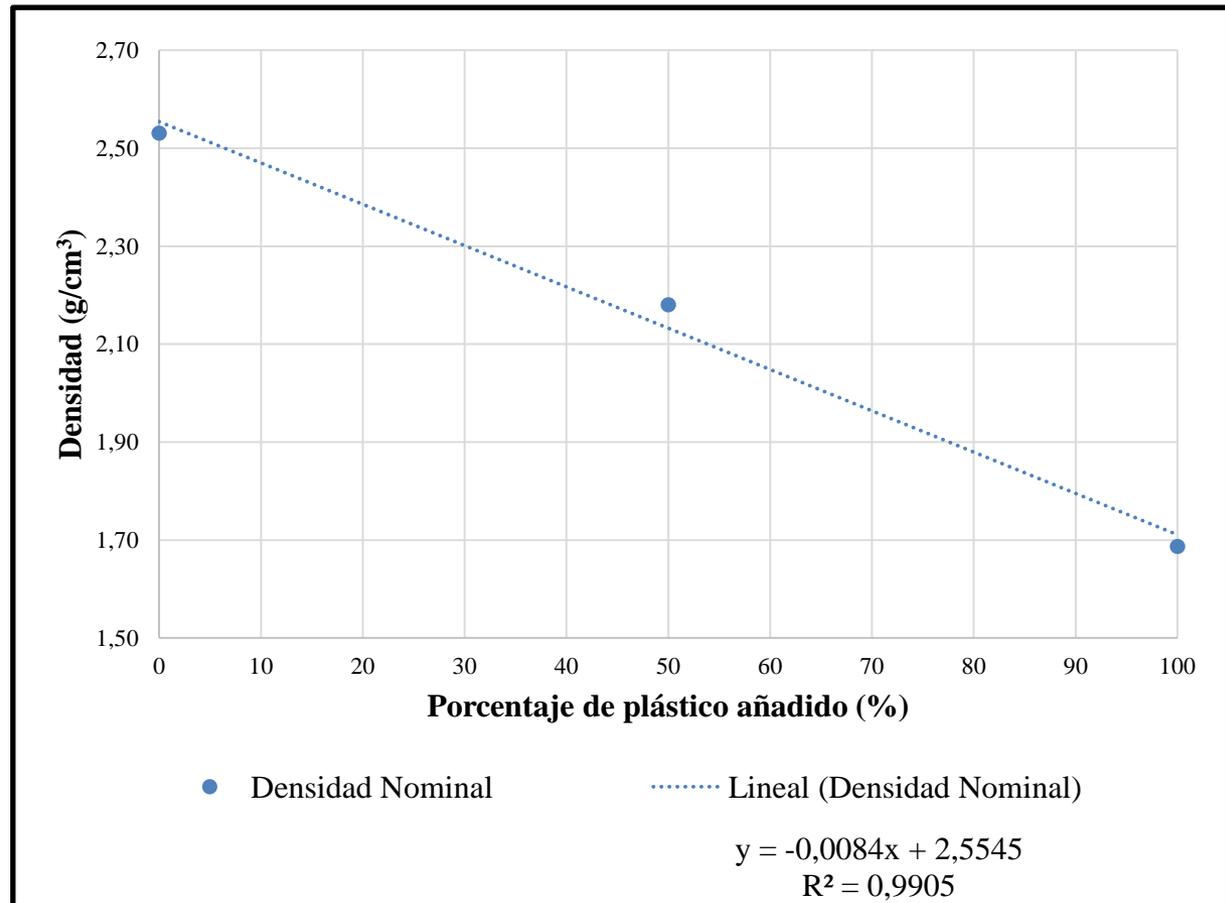
Fuente: Propia

DENSIDAD NOMINAL

FASE VI

| Mezcla | Densidad nominal (g/cm ³) |
|----------------|---------------------------------------|
| D1 (0,55-0%) | 2,53 |
| D2 (0,55-50%) | 2,18 |
| D3 (0,55-100%) | 1,69 |

Fuente: Propia

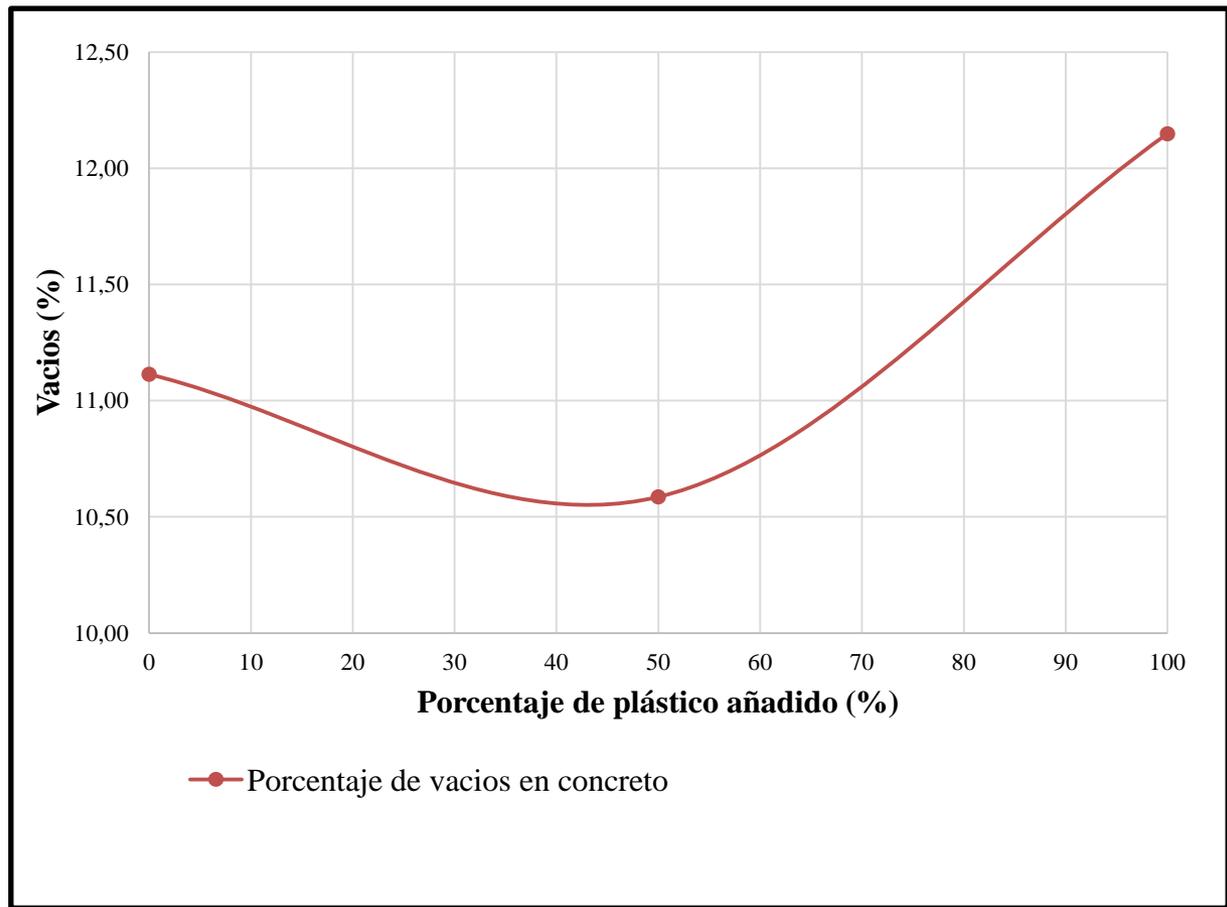


Fuente: Propia

% VACIOS FASE VI

| Mezcla | % Vacios |
|----------------|----------|
| D1 (0,55-0%) | 11,11 |
| D2 (0,55-50%) | 10,59 |
| D3 (0,55-100%) | 12,15 |

Fuente: Propia



Fuente: Propia

ENSAYO DE FLAMABILIDAD DEL CONCRETO:

| Mezcla | Temperatura (°C) | Ignición | Flama Sostenida |
|-------------------|------------------|----------|-----------------|
| D1 (0,55-0%) | 450 | Negativa | Negativa |
| | | Negativa | Negativa |
| D2 (0,55-50%) | 500 | Positiva | Negativa |
| | | Positiva | Negativa |
| | | Positiva | Negativa |
| D3 (0,55-100%) | 600 | Positiva | Negativa |
| | | Positiva | Negativa |
| | | Positiva | Negativa |

Fuente: Propia



Fuente: Propia

FLAMABILIDAD DEL PLÁSTICO FASE VII

FORMA INICIAL Y TRITURADO:

| Forma | Temperatura (°C) | Ignición | Flama Sostenida |
|-----------|------------------|----------|-----------------|
| Inicial | 450 a 550 | Positiva | Positiva |
| Triturada | | Positiva | Positiva |

Fuente: Propia



Fuente: Propia

- LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DISMINUYE AL INCREMENTAR LA PARTICIPACIÓN DEL PLÁSTICO
- LA ABSORCIÓN DE AGUA SE ELEVA CON LA INCORPORACIÓN DE PLÁSTICO
- MAYOR IGNICIÓN AL INCREMENTAR LA PARTICIPACIÓN DE PLÁSTICO EN LA MEZCLA DE CONCRETO
- LAS TRES RELACIONES AGUA-CEMENTO LOGRARON RESISTENCIAS ACEPTABLES PARA SU USO COMO ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES
- AUMENTO DEL ASENTAMIENTO CON LA INCLUSIÓN DE PLÁSTICO EN LA MEZCLA

- **CONTINUAR ESTUDIOS DIRIGIDOS A LA UTILIZACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS TRITURADOS PARA USO ESTRUCTURAL**
- **REALIZAR INVESTIGACIONES DE COSTO-BENEFICIO PARA DETERMINAR LA RENTABILIDAD DEL USO DE RESIDUOS PLÁSTICOS TRITURADOS**
- **REALIZAR ESTUDIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL RESIDUO PLÁSTICO TRITURADO Y SU EFECTO EN LA ESTEQUIOMETRÍA DE LAS MEZCLAS**

**Gracias
por su
atención**

ASOVAC

UCAB 