REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARIA

"DETERMINACIÓN DEL GRADO DE PERMEABILIDAD Y EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COLMATACIÓN, HACIENDO USO DE ADITIVOS DE LAS MARCAS SIKA Y EUCO PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO POROSO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Tesis para optar el título de Ing. Civil, que presenta el bachiller:

Raúl Córdova Cantero

AREQUIPA, 2016

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres,
porque ellos fueron el principal
cimiento para la construcción
de mi vida profesional,
sentaron en mi las bases de
responsabilidad y deseos de superación.

A ti Papá Lucio Córdova Mendoza,
Por tu apoyo moral y la confianza
que depositaste en mí.

A ti Mamá Nilda Cantero Araujo,
Que con tus oraciones y sabios consejos
supiste guiarme por el camino del bien.

Los quiero mucho…

Atte. Raúl Córdova Cantero

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios, por darme la capacidad de soñar y luego la posibilidad de convertir los sueños en realidad, comenzó como un sueño y ahora es realidad.

Agradecer a mis hermanos Danilo Córdova Cantero y Violeta Córdova Cantero por el apoyo moral que durante mis estudios me brindaron para el logro de esta importante meta, apoyo que recordare siempre como ejemplo de lucha y superación.

Agradecer a mi compañero de estudios José María Díaz Valdivia por ser un gran referente y ejemplo a seguir en la carrera de la vida.

Agradecer a mis compañeros de la carrera profesional de Ingeniería Civil en general, porque gracias a su colaboración, ayudando en los ensayos, formulando preguntas, criticas, comentarios, pude mejorar esta investigación.

Agradecer a todos los amigos que conocí durante todo el tiempo que vivo en la ciudad de Arequipa compañeros de estudio y amigos de la vida, gracias por sus consejos pero más importante gracias por brindarme su amistad.

Atte. Raúl Córdova Cantero

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

RESUMEN

La investigación realizada trata del estudio del concreto poroso sin agregado fino y su aplicación en pavimentos permeables, este concreto especial tiene un alto grado de porosidad, es por eso que la investigación se centra principalmente en la determinación de dos propiedades importantes que son: la permeabilidad y resistencia colmatación de finos, para hallar estas dos propiedades se elaboró dos máquinas que ayudaron a determinar estas propiedades, EL PERMEAETRO DE CARGA VARIABLE y EL INFILTROMETRO DE CANTABRO FIJO, al determinar estas propiedades facilito la elección de un diseño de mezcla apropiado para elaborar pavimentos de concreto poroso de trafico ligero, además se evaluó la resistencia a la compresión, resistencia a tensión indirecta y resistencia a la flexión.

Se realizaron 17 diseños de mezcla para elegir el concreto poroso adecuado, en la elaboración de la pasta porosas se utilizó agregado grueso angular de 3/4" y agregado grueso angular de 3/8” proveniente de la cantera “LA PODEROSA” de la ciudad de Arequipa, cemento portland puzolanico tipo IP y dos variedades de aditivo de las marcas SIKA y EUCO (Sikament® - 306) - (WR 51®).

Al determinar el diseño de mezclas óptimo para concreto poroso y aplicarlo en la elaboración de pavimentos permeables de trafico ligero se procedió a construir una losa porosa de 10 cm de espesor, esta incluyo en su construcción una subrasante de 25 cm de espesor y una subbase de 5 cm de espesor, la losa porosa fue construida con el fin de hacer el ensayo de permeabilidad a una escala mayor para corroborar lo determinado por el permeametro de carga variable.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

The research is “the study of porous concrete without fine aggregate and its application in permeable pavements”. This special concrete has a high degree of porosity and this is why this research is mainly focused on the determination of two important properties that are: permeability and resistance silting fine. For this two machines had been made to help finding these two properties. THE PERMEAETER OF VARIABLE LOAD and THE FIXED CANTABRO INFILTROMETER, determining these properties facilitated the election of a design appropriate mixture to produce porous concrete pavements for light traffic, plus the compressive strength, resistance at indirect and flexural strength were assessed.

There were made 17 mix designs to choose suitable porous concrete. An angular aggregate thickness of 3/4" and an angular thickness of 3/8" in the preparation of the porous paste from the quarry called “PODEROSA” in the city of Arequipa. This a kind of cement “portland pozzolan type IP and two varieties of additive brands SIKA and EUCO (Sikament® - 306) - (WR 51®).

At the time of determining the appropriate design mixture to produce porous concrete and apply it out in the development of the permeable pavement light traffic. It was proceeded to build a porous slab 10 cm thick. It was included in its construction a subgrade of 25 cm thick and a sub-base of 5 cm thick. The porous slab was built in order to make a permeability test onto a larger scale to corroborate it as it was determined by such Permeameter Variable Load.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

INDICE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

I. DEDICATORIA 3
II. AGRADECIMIENTO 4
III. RESUMEN 5
IV. ABSTRACT 6
VI. INDICE DE FIGURAS 12
VII. INDICE DE TABLAS 18

GENERALIDADES *23*

INTRODUCCION **23**

PROBLEMÁTICA **24**

OBJETIVOS **25**
OBJETIVO GENERAL **25**
OBJETIVO ESPECIFICO **25**

HIPOTESIS **25**

CAPITULO I: MARCO TEORICO *26*

1.1 EL CONCRETO POROSO **26**
1.1.1 COMPORTAMIENTO RESISTENTE **27**
1.1.2 MECANISMO DE HIDRATACIÓN **27**
1.1.2.1 CARACTERISTICAS FISICAS DEL CONCRETO FRESCO 27
1.1.2.2 CARACTERISTICAS FISICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO 28
1.1.3 MATERIALES UTILIZADOS EN LA PASTA DE CONCRETO POROSO **28**
1.1.3.1 CEMENTO PORTLAND IP 28
1.1.3.2 AGREGADO 29
1.1.3.2.1 AGREGADO GRUESO 31
1.1.3.3 ADITIVOS 33
1.1.3.3.1 ADITIVO SIKA (Sikament® - 306) 33
1.1.3.3.2 ADITIVO EUCO (WR 51®) 34
1.1.3.4 AGUA 35
1.1.4 DOSIFICACIÓN **35**

1.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE **38**

1.3 RESISTENCIA A LA TENSION INDIRECTA O SPLIT TEST **39**

1.4 RESISTENCIA A LA FLEXION **40**

1.5 ENSAYO DE PERMEABILIDAD **41**

1.6 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION **42**

1.7 VÍAS VEHICULARES DE TRANSITO LIVIANO O LIGERO **43**

1.8 PAVIMENTO DE CONCRETO CONVENCIONAL SIMPLE **44**

1.9 PAVIMENTO DE CONCRETO POROSO **46**
1.9.1 CLASIFICACIONES DE PAVIMENTOS POROSOS **46**
1.9.1.1 CLASIFICACION DE PAVIMENTOS POROSOS SEGÚN EL DOCTOR JORGUE RODRIGUEZ 47
1.9.1.2 CLASIFICACION DE PAVIMENTOS POROSOS POR EL DEPARTAMENTO DE CALIFORNIA 47
1.9.2 ANALISIS DEL USO DE PAVIMENTOS POROSOS **47**
1.9.2.1 VENTAJAS Y BENEFICIOS 47
1.9.2.2 DESVENTAJAS Y LIMITACIONES 48

1.10 PAVIMENTO POROSO SOTENIBLE **49**
1.10.1 DESARROLLO SOTENIBLE **49**
1.10.2 CONSTRUCCION SOTENIBLE **50**

1.11 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS POROSOS **52**
1.11.1 ESTUDIO DE PLUVIOMETRIA **52**
1.11.1.1 PLUVIOMETRIA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 53

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.11.2 ANALISIS DE LA SECCION DE UN PAVIMENTO POROSO 55
1.11.2.1 SUBRASANTE 55
1.11.2.2 SUBBASE 56
1.11.2.3 CAPA DE RODADURA – LOSA POROSA (CONCRETO POROSO) 56
1.11.3 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO POROSO 56

CAPITULOII: APLICACIÓN DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS PERMEABLES 59

2.1 CONOCIMIENTOS PRINCIPALES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA LOSA PERMEABLE DE CONCRETO POROSO (CAPA DE RODADURA) 59
2.1.1 CONOCIMIENTO 1 (Análisis de T.P.D) 59
2.1.2 CONOCIMIENTO 2 (Calculo de la resistencia del Concreto poroso) 59
2.1.3 CONOCIMIENTO 3 (Selección del espesor del pavimento poroso) 61
2.1.4 CONOCIMIENTO 4 (Diseño de juntas) 65
2.1.5 CONOCIMIENTO 5 (Pruebas y especificaciones) 65

2.2 ELABORACION EXPERIMENTAL DE UNA LOSA PERMEABLE DE CONCRETO POROSO (CAPA DE RODADURA) 66
2.2.1 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE LA LOSA PERMEABLE DE CONCRETO POROSO (CAPA DE RODADURA) 66
PLANO DE LOSA PERMEABLE

CAPITULO III: PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL AGREGADO GRUESO 73

3.1 PROPIEDADES FISICO – MECANICAS 73
3.1.1 UBICACIÓN DE LA CANTERA “LA PODEROSA” 74

3.2 MUESTREO DEL AGREGADO GRUESO 75
3.2.1 OBJETIVO 75
3.2.2 FUNDAMENTO TEÓRICO 75
3.2.3 PROCEDIMIENTO 75

3.3 PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL AGREGADO GRUESO 77
3.3.1 ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO 77
3.3.1.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO 77
3.3.1.2 HUSOS GRANULOMETRICOS 77
3.3.1.3 EQUIPO PARA EL ENSAYO 79
3.3.1.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 79
3.3.1.5 DESCRIPCION DE RESULTADOS 81
3.3.2 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION DEL AGREDADO GRUESO 83
3.3.2.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO 83
3.3.2.2 EQUIPOS PARA EL ENSAYO 83
3.3.2.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 84
3.3.2.4 DESCRIPCION DE RESULTADOS 86
3.3.3 PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DE LOS AGREGADOS 88
3.3.3.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO 88
3.3.3.2 EQUIPOS PARA EL ENSAYO 89
3.3.3.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 89
3.3.3.3.1 POR EL MÉTODO DEL APISONADO “PUC” 89
3.3.3.3.2 POR EL MÉTODO DE LLENADO CON CUCHARAS GRANDES “PUS” 90
3.3.3.4 DESCRIPCION DE RESULTADOS 91
3.3.4 CONTENIDO DE HUMEDAD 93
3.3.4.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO 93
3.3.4.2 EQUIPOS PARA EL ENSAYO 93
3.3.4.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 94
3.3.4.4 DESCRIPCION DE RESULTADOS 95

3.4 CUADRO RESUMEN, PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL AGREGADO GRUESO 96

CAPITULO IV: DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO POROSO 98

4.1 DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO POROSO 98
4.1.1 ACI 522R-10 – REPORTE SOBRE CONCRETO PERMEABLE 98

4.2 DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN EL COMITÉ ACI_522R-10 101
4.2.1 RESISTENCIA PROMEDIO 102

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2.2 PESO DEL AGREGADO 102
4.2.3 VOLUMEN DE PASTA 103
4.2.4 VELO CIDAD DE PERCOLACION DEL CONCRETO POROSO 104
4.2.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN 104

4.3 DISEÑOS DE MEZCLA DE LA INVESTIGACIÓN 105
4.3.1 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM1) - CONCRETO POROSO 106
4.3.2 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM2) - CONCRETO POROSO 107
4.3.3 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM3) - CONCRETO POROSO 108
4.3.4 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM4) - CONCRETO POROSO 109
4.3.5 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM5) - CONCRETO POROSO 110
4.3.6 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM6) - CONCRETO POROSO 111
4.3.7 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM7) - CONCRETO POROSO 112
4.3.8 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM8) - CONCRETO POROSO 113
4.3.9 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM9) - CONCRETO POROSO 114

CAPITULO V: PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN ESTADO FRESCO Y ESTADO ENDURECIDO *115*

5.1 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. 115
5.1.1 REVENIMIENTO - CONO DE ABRAMS 115
5.1.1.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO 115
5.1.1.2 EQUIPO PARA EL ENSAYO 116
5.1.1.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 116
5.1.2 REVENIMIENTO - CONO DE ABRAMS INVERTIDO 117
5.1.2.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO 117
5.1.2.2 EQUIPO PARA EL ENSAYO 117
5.1.2.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 118
5.1.2.4 DESCRIPCION DE RESULTADOS 120
5.1.3 PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACIOS DE LA MEZCLA FRESCA 122
5.1.3.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO 122
5.1.3.2 EQUIPO PARA EL ENSAYO 122
5.1.3.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 123
5.1.3.4 DESCRIPCION DE RESULTADOS 125

5.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO. 127
5.2.1 RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES 127
5.2.1.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO 127
5.2.1.2 EQUIPOS PARA EL ENSAYO 127
5.2.1.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 128
5.2.1.4 ANALISIS DE RESULTADOS 129
5.2.1.4.1 CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS 130
5.2.1.5 DESCRIPCION DE RESULTADOS 131
5.2.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION 133
5.2.2.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO 133
5.2.2.2 ELABORACION DE LAS BRIQUETAS PARA EL ENSAYO 133
5.2.2.3 EQUIPO PARA EL ENSAYO DE COMPRESION 135
5.2.2.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 135
5.2.2.5 DESCRIPCION DE RESULTADO 136
5.2.3 RESISTENCIA A LA TENSION INDIRECTA "SPLIT TEST" 145
5.2.3.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO 145
5.2.3.2 FABRICACIÓN DE LAS BRIQUETAS PARA EL ENSAYO 145
5.2.3.3 EQUIPO PARA EL ENSAYO 145
5.2.3.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 145
5.2.3.5 DESCRIPCION DE RESULTADOS 147
5.2.4 RESISTENCIA A LA FLEXION 155
5.2.4.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO 155
5.2.4.2 ELABORACION DE LAS VIGAS PARA EL ENSAYO 155
5.2.4.3 EQUIPO PAR EL ENSAYO 156
5.2.4.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 157
5.2.4.5 DESCRIPCION DE RESULTADOS 158
5.2.5 PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO 166
5.2.5.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO DE PERMEABILIDAD 166
5.2.5.2 DESCRIPCION DEL EQUIPO UTILIZADO EN EL ENSAYO 166

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.5.3 FABRICACIÓN DE LAS BRIQUETAS PARA EL ENSAYO 167
5.2.5.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 169
5.2.5.5 DESCRIPCION DE RESULTADOS 173
PLANO DE PERMEAMETRO

5.2.6 RESISTENCIA A LA COLMATACION 181
5.2.6.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO DE COLMATACION 181
5.2.6.2 DESCRIPCION DEL EQUIPO UTILIZADO EN EL ENSAYO 181
5.2.6.3 PROCEDIMIENTO PARA EL CALCULO DEL AGUA DE RIEGO QUE ARROJA LA MAQUINA EN UN DETERMINADO TIEMPO (5 minutos). 182
5.2.6.4 ELABORACION DE MUESTARAS 187
5.2.6.4.1 EQUIPO PARA LA FABRICACION DE MUESTRAS 187
5.2.6.4.2 PROCESO DE FABRICACION DE MUESTRAS 187
5.2.6.5 DESCRIPCION DEL SEDIMENTO COLMATANTE 189
5.2.6.5.1 UBICACIÓN DEL LOS SEDIMENTOS COLMATANTES UTILIZADOS 189
5.2.6.5.2 RECOLECION DEL SEDIMENTO COLMATANTE 189
5.2.6.6 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE COLMATACION DE FINOS 190
5.2.6.6.1 SUPERFICIE LIMPIA 190
5.2.6.6.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA 192
5.2.6.6.3 SUPERFICIE COLMATADA 193
5.2.6.6.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO 194
5.2.6.6.5 SUPERFICIE COLMATADA CON MANTENIMIENTO 195
5.2.6.7 DESCRIPCION DE RESULTADOS 196
PLANO DEL INFILTROMETRO DE CANTABRO FIJO (ICF)

CAPITULO VI: ANALISIS DE RESULTADOS* *204

6.1 ANALISIS DE RESULTADOS, ENSAYOS EN ESTADO FRESCO 204
6.1.1 REVENIMIENTO – CONO DE ABRAMS INVERTIDO 204
6.1.2 PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACIOS DE LA MUESTRA FRESCA 206

6.2 ANALISIS DE RESULTADOS, ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO 207
6.2.1 RESITENCIA A LA COMPRESION 207
6.2.1.1 RESITENCIA A LA COMPRESION, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/4" 207
6.2.1.2 RESISTENCA A LA COMPRESION, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/8" 209
6.2.1.3 RESITENCIA A LA COMPRESION, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/4" 211
6.2.1.4 COMPARACION DE RESULTADOS, RESISTENCIA A LA COMPRESION 212
6.2.2 RESISTENCIA A TENSION INDIRECTA "SPLIT TEST" 213
6.2.2.1 RESITENCIA A LA TENSION, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/4" 213
6.2.2.2 RESISTENCIA A LA TENSION, BRIQUERAS CON AGREGADO DE 3/8" 215
6.2.2.3 COMPARACION DE RESULTADOS, RESISTENCIA A LATENSION INDIRECTA "SPLIT TEST" 217
6.2.3 RESISTENCIA A LA FLEXION 218
6.2.3.1 RESISTENCIA A LA FLEXION, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/4" 218
6.2.3.2 RESISTENCIA A LA FLEXION, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/8" 220
6.2.3.3 COMPARACION DE RESULTADOS, RESISTENCIA A LA FLEXION 222
6.2.4 COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO 223
6.2.4.1 COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/4" 223
6.2.4.2 COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/8" 224
6.2.4.3 COMPARACION DE RESULTADOS, COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD 225
6.2.5 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 1 – AG. 3/4" 226
6.2.5.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/4" 226
6.2.5.1.1 SUPERFICIE LIMPIA 226
6.2.5.1.2 SUPERFICIE SEMI - COLMATADA 227
6.2.5.1.3 SUPERFICIE COLMATADA 228
6.2.5.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO 229
6.2.5.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO 230
6.2.6 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 2 – AG. 3/4" 231
6.2.6.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/4" 231
6.2.6.1.1 SUPERFICIE LIMPIA 231
6.2.6.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA 232
6.2.6.1.3 SUPERFICIE COLMATADA 233
6.2.6.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO 234

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.2.6.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO ____ 235
6.2.7 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 3 – AG. 3/4" ____ 236
6.2.7.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/4" ____ 236
6.2.7.1.1 SUPERFICIE LIMPIA ____ 236
6.2.7.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA ____ 237
6.2.7.1.3 SUPERFICIE COLMATADA ____ 238
6.2.7.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO ____ 239
6.2.7.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO ____ 240
6.2.8 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 4 – AG. 3/4" ____ 241
6.2.8.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/4" ____ 241
6.2.8.1.1 SUPERFICIE LIMPIA ____ 241
6.2.8.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA ____ 242
6.2.8.1.3 SUPERFICIE COLMATADA ____ 243
6.2.8.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO ____ 244
6.2.8.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO ____ 245
6.2.9 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 5 – AG. 3/8" ____ 246
6.2.9.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/8" ____ 246
6.2.9.1.1 SUPERFICIE LIMPIA ____ 246
6.2.9.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA ____ 247
6.2.9.1.3 SUPERFICIE COLMATADA ____ 248
6.2.9.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO ____ 249
6.2.9.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO ____ 250
6.2.10 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 6 – AG. 3/8" ____ 251
6.2.10.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/8" ____ 251
6.2.10.1.1 SUPERFICIE LIMPIA ____ 251
6.2.10.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA ____ 252
6.2.10.1.3 SUPERFICIE COLMATADA ____ 253
6.2.10.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO ____ 254
6.2.10.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO ____ 255
6.2.11 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 7 – AG. 3/8" ____ 256
6.2.11.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/8" ____ 256
6.2.11.1.1 SUPERFICIE LIMPIA ____ 256
6.2.11.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA ____ 257
6.2.11.1.3 SUPERFICIE COLMATADA ____ 258
6.2.11.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO ____ 259
6.2.11.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO ____ 260
6.2.12 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 8 – AG. 3/8" ____ 261
6.2.12.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/8" ____ 261
6.2.12.1.1 SUPERFICIE LIMPIA ____ 261
6.2.12.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA ____ 262
6.2.12.1.3 SUPERFICIE COLMATADA ____ 263
6.2.12.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO ____ 264
6.2.12.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO ____ 265
6.2.13 ANALISIS DE RESULTADOS EN LA CAMARA DE RECOGIDA - ESCORRENTIA ____ 266
6.2.14 ANALISIS DE RESULTADOS EN LAS CAMARAS DE RECOGIDA - INFILTRACION ____ 268
6.2.15 ELECCION DEL CONCRETO POROSO ÓPTIMO, CONDICIONES MAS EXTREMAS ____ 270

6.3 CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS ____ 271

6.4 CLASIFICACION DE CLASIFICACION DE RESULTADOS POR CALIDAD ____ 272
6.4.1 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS ____ 273
6.4.1.1 CONCRETO CONVENCIONAL ____ 273
6.4.1.2 CONCRETO POROSO ____ 274

CONCLUSIONES ____ 275

RECOMENDACIONES ____ 280

BIBLIOGRAFIA ____ 282

ANEXOS ____ 285

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO I: MARCO TEORICO

Figura 1.1 Espécimen de concreto poroso “Concreto Sostenible” 26
Figura 1.2 Cemento Portland Puzolánico IP 289
Figura 1.3 Agregado Grueso de 3/4" 31
Figura 1.4 Logo de aditivo Sika 33
Figura 1.5 Logo de aditivo Euco 33
Figura 1.6 Representación gráfica del ensayo de compresión simple 38
Figura 1.7 Ensayo de compresión simple aplicada a los especímenes 38
Figura 1.8 Representación gráfica del ensayo de tensión indirecta 39
Figura 1.9 Ensayo de tensión indirecta aplicada a los especímenes 39
Figura 1.10 Representación gráfica del ensayo de flexión 40
Figura 1.11 Ensayo de flexión aplicada a los especímenes 40
Figura 1.12 Representación gráfica del permeámetro ACI 522R-10 41
Figura 1.13 Permeámetro de Carga Variable –Listo para comenzar el ensayo 41
Figura 1.14 Infiltrometro de Cántabro fijo (ICF) 42
Figura 1.15 Concreto poroso aplicado a pavimentos permeables 46
Figura 1.16 Representación gráfica de tres aspectos principales 50
Figura 1.17 Representación gráfica de los cinco aspectos principales 51
Figura 1.18 Logo Senamhi 52
Figura 1.19 Representación gráfica de las capas que conforman un pavimento rígido 55

CAPITULO II: APLICACIÓN DEL CONCRETO POROSO A PAVIMENTOS PERMEABLES

Figura 2.1 Superficie donde se construirá la losa permeable 66
Figura 2.2 Plástico protector para evitar danos en la superficie 66
Figura 2.3 Armado del encofrado de madera de dimensiones (2m x 2m x 0.30m) 67
Figura 2.4 Colocado de guías de cartón alrededor del encofrado 67
Figura 2.5 Enlaces con pita de color y rojo que sirven como nivel para fabricar la pendiente 10% 67
Figura 2.6 Comienzo de fabricación de subrasante con suelo granular 67
Figura 2.7 Nivelación del Suelo granular con la ayuda de la pita roja para lograr la pendiente (10%) 67
Figura 2.8 Compactación de la subrasante con ayuda del rodillo metálico 68
Figura 2.9 Finalización de la compactación de la subrasante con ayuda del rodillo metálico 68
Figura 2.10 Colocación de revestimiento geosintetico 68
Figura 2.11 Colocación de malla metálica para que sujetar el concreto a su secado 68
Figura 2.12 Fabricación de la subbase con agregado de 1” 69
Figura 2.13 Finalización del vaciado de la losa permeable de 10 cm de espesor 69
Figura 2.14 Inicio de fabricación de la losa permeable de 10 cm de espesor 69
Figura 2.15 Inicio de la nivelación de la losa permeable 69
Figura 2.16 Finalización de la nivelación de la losa permeable con ayuda del rodillo metálico 69
Figura 2.17 Inicio del curado de la losa de concreto poroso 70
Figura 2.18 Corte de la malla metálica al ras de la losa porosa 70
Figura 2.19 Finalización de colocado de cunetas de madera 70
Figura 2.20 Colocación de cunetas de madera a los costados de la losa de concreto poroso 70
Figura 2.21 Finalización de la fabricación de la losa porosa 71
Figura 2.22 Finalización de instalación de sistema de riego 71
Figura 2.23 Finalización de instalación de sistema de riego 71

CAPITULO III: PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL AGREGADO GRUESO

Figura 3.1 Ubicación de la cantera “La Poderosa” en la ciudad de Arequipa - Perú 74
Figura 3.2 Cuarteo al agregado grueso de 3/8” 76
Figura 3.3 Cuarteo al agregado grueso de 3/4” 76
Figura 3.4 Selección de tamices, cumpliendo las especificaciones del agregado que se va ensayar 79
Figura 3.5 Colocación del agregado grueso dentro de los tamices 79
Figura 3.6 Medición de la cantidad de agregado que quedo en cada tamices después del ensayo 80
Figura 3.7 Curva granulométrica del agregado de 3/4", se encuentra normalizado y dentro de los límites del huso granulométrico Nro. 67 80

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 3.8 Curva granulométrica del agregado de 3/8", se encuentra normalizado y dentro de los límites del huso granulométricos Nro. 8 82
Figura 3.9 Colocación del agregado dentro de la máquina de inmersión 84
Figura 3.10 Secado del agregado grueso para su posterior pesaje 85
Figura 3.11 Llenado del recipiente metálico con el agregado grueso 89
Figura 3.12 Chuseo del agregado grueso para su acomodo dentro del recipiente metálico 90
Figura 3.13 Chuseo de la última capa formada por el agregado grueso para luego su enrase 90
Figura 3.14 Pesado del recipiente metálico con el agregado grueso dentro 90
Figura 3.15 Llenado del recipiente metálico con agregado grueso sin chucear 90
Figura 3.16 Colocado de las muestras en el horno 94
Figura 3.17 Pesado de las muestras después de 24 horas transcurridas 94

CAPITULO IV: DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO POROSO

Figura 4.1 Muestra de concreto poroso con adecuada cantidad de agua 99
Figura 4.2 Muestra de concreto poroso con poca cantidad de agua 99
Figura 4.3 Muestra de concreto poroso con demasiada agua 99
Figura 4.4 Pasta de concreto poroso con agregado de 3/4", relación a/c de 0.27, sin incluir aditivo 100
Figura 4.5 Pasta de concreto poroso con agregado de 3/8", relación a/c de 0.27, sin incluir aditivo 100
Figura 4.6 Relación entre el Contenido de Vacíos y Resistencia a la Compresión 102
Figura 4.7 Relación entre pasta y contenido de vacíos para agregados de Tamaño Nº 8 según designación de la Norma ASTM C 33. 103
Figura 4.8 Contenido de Vacíos Mínimo para la percolación basada en pruebas y Métodos de Ensayo de la NAA-NRMCA (National Aggegates Association-National Ready Mixed Concrete Association). 104

CAPITULO V: PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN ESTADO FRESCO Y ESTADO ENDURECIDO

ESTADO FRESCO

Figura 5.1 Slump en el concreto poroso (asentamiento 0 cm) 116
Figura 5.2 Cono de Abrams listo para el inicio del ensayo de revenimiento 118
Figura 5.3 Colocación del concreto poroso dentro cono de Abrams 118
Figura 5.4 Ejecución del ensayo de revenimiento 118
Figura 5.5 Equipo utilizado en el ensayo de peso unitario y contenido de vacíos para muestras frescas 122
Figura 5.6 Olla de Washington lista para el inicio del ensayo de peso unitario 123
Figura 5.7 Olla de Washington llena y compactada lista para el pesaje 123
Figura 5.8 Olla de Washington lista para el inicio del ensayo y cálculo de contenido de vacíos en la pasta fresca de concreto poroso 124

ESTADO ENDURECIDO

Figura 5.9 Chuseado de la primera capa de concreto poroso 128
Figura 5.10 Cortado a la mitad de las briquetas de concreto poroso 128
Figura 5.11 Muestras ya cortadas listas para el ensayo de desgaste por abrasión 128
Figura 5.12 Briquetas de concreto poroso, dentro de la máquina de los ángeles listas para el ensayo 129
Figura 5.13 Resultados obtenidos del ensayo de desgaste por abrasion para las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” 128
Figura 5.14 Resultados obtenidos del ensayo de desgaste por abrasión expresados en forma gráfica, a las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8" 128
Figura 5.15 Grafica comparativa de resultados obtenidos del ensayo de desgaste por abrasion entre briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" y agregado grueso de 3/8” 128
Figura 5.16 Lubricación de moldes con petróleo para el desmolde fácil de las briquetas de CP . 134
Figura 5.17 Llenado del molde con concreto poroso en tres capas, cada una correctamente compactada 134
Figura 5.18 Chuseo de la tercera capa de CP para su posterior enrasamiento 134
Figura 5.19 Muestras de CP ya listas 135
Figura 5.20 Enrasamiento de la tercera capa de CP 135
Figura 5.21 Briqueta de CP después de finalizado el ensayo 135
Figura 5.22 Briqueta de CP lista para el ensayo (foto frontal) 135

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 5.23 Soportes que acompañan a las briquetas de CP durante el ensayo 146
Figura 5.24 Briqueta de CP lista para el ensayo (foto lateral) 146
Figura 5.25 Briqueta de CP lista para el ensayo (foto frontal) 146
Figura 5.26 Briqueta de CP, después de finalizado el ensayo 146
Figura 5.27 Proceso de elaboración de las vigas de CP para el ensayo de flexión 156
Figura 5.28 Vigas de CP lista para el ensayo de flexión 156
Figura 5.29 Colocación de las dos primeras barras metálicas 157
Figura 5.30 Colocación de las dos últimas barras metálicas sobre superficie de la viga de CP 157
Figura 5.31 Colocación de la placa metálica sobre las dos barras 157
Figura 5.32 Permeámetro de carga variable según el reporte ACI 522R-10 166
Figura 5.33 Permeámetro de carga variable elaborado para esta investigación 166
Figura 5.34 Chuseo de la segunda capa de concreto poroso 168
Figura 5.35 Briquetas de concreto poroso listas para los ensayos 168
Figura 5.36 Corte del largo de las briquetas de CP 169
Figura 5.37 Colocación de la membrana de silicona alrededor la briqueta de CP 169
Figura 5.38 Muestra lista para ser colarla en el permeámetro de carga variable 169
Figura 5.39 Muestra de CP ya colocada en el Permeámetro de carga variable 169
Figura 5.40 Nivelación de la muestra de CP con ayuda del nivel de mano 170
Figura 5.41 Colocación del tubo transparente graduado 170
Figura 5.42 Nivelación del tubo trasparente graduado con ayuda del nivel de mano 170
Figura 5.43 Instalación del permeámetro e carga variable 171
Figura 5.44 Nivel de agua a una altura de 25cm desde la base del tubo graduado 171
Figura 5.45 Diferencias de altura entre la superficie superior de la muestra y el tubo de salida de agua del permeametro 171
Figura 5.46 Tubo de la salida del agua en el permeámetro, con el agua al tope, es en ese instante que se anota el tiempo transcurrido que es medido por el cronometro 172
Figura 5.47 Partes del Infiltrometro de Cántabro Fijo 183
Figura 5.48 Medición del ángulo de pendiente que se requiere en el ensayo 183
Figura 5.49 Bandeja de apoyo de la muestra 184
Figura 5.50 Contenedores de recogida de agua, la maquina posee seis contenedores 184
Figura 5.51 Tubo simulador de esocorrentia 185
Figura 5.52 Líneas de lluvia, simulador de lluvia directa 185
Figura 5.53 Redes metálicas colocadas en la base de los moldes de madera 187
Figura 5.54 Colocación y nivelación de la capa subbase con AG de 1” 187
Figura 5.55 Nivelación de las 4 primeras muestras de CP 187
Figura 5.56 Vaciado de las muestras con la pasta de CP para cada molde 188
Figura 5.57 Vaciado de las últimas muestra con la pasta de CP 188
Figura 5.58 Enrasado de las superficies de las muestra con ayuda del rodillo metálico 188
Figura 5.59 Finalización del enrasado de las muestras 188
Figura 5.60 Muestras listas para realizar el ensayo de resistencia a la colmatación de finos 188
Figura 5.61 Croquis de ubicación del lugar donde fueron extraídas los sedimentos contaminantes 189
Figura 5.62 Barrido para juntar sedimento contamínate en un área de 1m2 189
Figura 5.63 Recojo del sedimento contamínate en un área de 1m2 189
Figura 5.64 Inicio de colocación de plásticos para evitar fugas de agua alrededor del ICF 190
Figura 5.65 Fin de colocación de plásticos para evitar fugas de agua alrededor del ICF 190
Figura 5.66 Muestra en contacto con el agua generada por los simuladores de lluvia y escorrentía 190
Figura 5.67 Finalización del ensayo de la resistencia a la colmatación 190
Figura 5.68 Cámaras de infiltración de agua en pleno ensayo 191
Figura 5.69 Cámaras de infiltracion de agua pesados para la toma de datos y posterior análisis de resultados 191
Figura 5.70 Colocación del sedimento contaminante 192
Figura 5.71 Distribución del sedimento contaminante por la superficie de la muestra de CP 192
Figura 5.72 Muestra en contacto con el agua generada por los simuladores de lluvia y escorrentía 192
Figura 5.73 Colocación del sedimento contaminante 193
Figura 5.74 Distribución del sedimento contaminante por la superficie de la muestra de CP 193
Figura 5.75 Muestra en contacto con el agua generada por los simuladores de lluvia y escorrentía 193
Figura 5.76 Colocación del sedimento contaminante 194
Figura 5.77 Distribución del sedimento contaminante por la superficie de la muestra de CP 194
Figura 5.78 Muestra en contacto con el agua generada por los simuladores de lluvia y escorrentía 194
Figura 5.79 Limpieza con agua a presión de la superficie de la muestra de CP 195

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 5.80 Finalización de la limpieza de la muestra de CP 195
Figura 5.81 Muestra en contacto con el agua generada por los simuladores de lluvia y escorrentía 195
Figura 5.82 Finalización del ensayo de resistencia a la colmatación 195

CAPITULO VI: ANALISIS DE RESULTADOS

Figura 6.1 (a) Revenimientos verticales obtenidos en los diseños de mezcla elaborados con agregado de 3/4" 205
Figura 6.2 (b) Revenimientos verticales obtenidos en los diseños de mezcla elaborados con agregado de 3/8" 205
Figura 6.3 (c) Graficas comparativas de los revenimientos verticales obtenidos en los diferentes diseños de mezcla de la investigación 205
Figura 6.4 (a) Revenimientos horizontales obtenidos en los diseños de mezcla elaborados con agregado de 3/4" 205
Figura 6.5 (b) Revenimientos horizontales obtenidos en los diseños de mezcla elaborados con agregado de 3/8" 205
Figura 6.6 (c) Graficas comparativas de los revenimientos horizontales obtenidos en los diferentes diseños de mezcla de la investigación 205
Figura 6.7 (c) Graficas comparativas de los tiempos de caída de la pasta de concreto poroso por el orificio de menor diámetro del Cono de Abrams en los diferentes diseños de mezcla de la investigación 205
Figura 6.8 (b) Tiempo de caída de la pasta de concreto poroso elaborado con AG de 3/8" por el orificio de menor diámetro del Cono de Abrams 205
Figura 6.9 (a) Tiempo de caída de la pasta de concreto poroso elaborado con AG de 3/4" por el orificio de menor diámetro del Cono de Abrams 205
Figura 6.10 (Izq) Resultados obtenidos del ensayo de peso unitario en las pastas de concreto poroso elaborada con agregado grueso de 3/4" 206
Figura 6.11 (der) Resultados obtenidos del ensayo de peso unitario en las pastas de concreto poroso elaborada con agregado grueso de 3/8" 206
Figura 6.12 Grafica comparativa entre los resultados obtenidos del ensayo de peso unitario en las pastas de CP en los diferentes diseños de mezcla de esta investigación 206
Figura 6.13 (Izq) Resultados obtenidos del ensayo de contenido de vacíos en la pasta de concreto poroso elaborada con agregado grueso de 3/4" 206
Figura 6.14 (Der) Resultados obtenidos del ensayo de contenido de vacíos en la pasta de concreto poroso elaborada con agregado grueso de 3/8" 206
Figura 6.15 Grafica comparativa entre los resultados obtenidos del ensayo de contenido de vacíos en las pastas en de CP en los diferentes diseños de mezcla de esta investigación 206
Figura 6.16 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP 207
Figura 6.17 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP 207
Figura 6.18 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP, ... 208
Figura 6.19 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP 208
Figura 6.20 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP 209
Figura 6.21 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP 209
Figura 6.22 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP 210
Figura 6.23 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP 210
Figura 6.24 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP 211
Figura 6.25 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de concreto poroso (CP) 212
Figura 6.26 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP 213
Figura 6.27 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP 213
Figura 6.28 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP 214
Figura 6.29 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP 214
Figura 6.30 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP 215
Figura 6.31 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP 215
Figura 6.32 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP 216
Figura 6.33 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP 216
Figura 6.34 Evolución de la Resistencia a la Tensión Indirecta en las briquetas de concreto poroso (CP) 217
Figura 6.35 Evolución de la Resistencia a la flexión en las briquetas de CP 218
Figura 6.36 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP 218
Figura 6.37 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP 219
Figura 6.38 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP 219
Figura 6.39 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP 220
Figura 6.40 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP 220

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 6.41 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP 221
Figura 6.42 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP 221
Figura 6.43 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de concreto poroso (CP) . 222
Figura 6.44 Resultados obtenidos del ensayo de permeabilidad expresados en forma gráfica,de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4"..... 223
Figura 6.45 Resultados obtenidos del ensayo de permeabilidad expresados en forma gráfica,de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8”..... 224
Figura 6.46 Grafica comparativa de resultados obtenidos del ensayo de permeabilidad entre las briquetas elaboradas con AG de 3/4" y briquetas elaboradas con AG de 3/8” 225
Figura 6.47 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 226
Figura 6.48 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 227
Figura 6.49 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 228
Figura 6.50 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 229
Figura 6.51 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 230
Figura 6.52 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 231
Figura 6.53 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 232
Figura 6.54 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 233
Figura 6.55 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 234
Figura 6.56 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 235
Figura 6.57 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 236
Figura 6.58 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 237
Figura 6.59 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 238
Figura 6.60 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 239
Figura 6.61 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 240
Figura 6.62 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 241
Figura 6.63 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 242
Figura 6.64 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 243
Figura 6.65 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 244
Figura 6.66 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 245
Figura 6.67 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 246
Figura 6.68 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 247
Figura 6.69 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 248
Figura 6.70 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 249
Figura 6.71 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 250
Figura 6.72 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 251
Figura 6.73 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 252
Figura 6.74 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF..... 253

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 6.75 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF 254
Figura 6.76 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF 255
Figura 6.77 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF 256
Figura 6.78 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF 257
Figura 6.79 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF 258
Figura 6.80 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF 259
Figura 6.81 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF 260
Figura 6.82 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF 261
Figura 6.83 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF 262
Figura 6.84 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF 263
Figura 6.85 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF 264
Figura 6.86 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF 265
Figura 6.87 (a) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM1 266
Figura 6.88 (b) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM5 266
Figura 6.89 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de escorrentía obtenidos, registrados por la cámara de recogida para diferentes pendientes 266
Figura 6.90 (a) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM2 266
Figura 6.91 (b) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM6 266
Figura 6.92 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de escorrentía obtenidos, registrados por la cámara de recogida para diferentes pendientes 266
Figura 6.93 (a) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM3 267
Figura 6.94 (b) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM7 267
Figura 6.95 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de escorrentía obtenidos, registrados por la cámara de recogida para diferentes pendientes 267
Figura 6.96 (a) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM4 267
Figura 6.97 (b) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM8 267
Figura 6.98 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de escorrentía obtenidos, registrados por la cámara de recogida para diferentes pendientes 267
Figura 6.99 (a) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM1 268
Figura 6.100 (b) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM5 268
Figura 6.101 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de infiltración obtenidos, registrados por la cámara de infiltración para diferentes pendientes 268
Figura 6.102 (a) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM2 268
Figura 6.103 (b) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM6 268
Figura 6.104 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de infiltración obtenidos, registrados por la cámara de infiltración para diferentes pendientes 269
Figura 6.105 (a) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM3 269
Figura 6.106 (b) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM7 269
Figura 6.107 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de infiltración obtenidos, registrados

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

por la cámara de infiltración para diferentes pendientes 269
Figura 6.108 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de infiltración obtenidos, registrados por la cámara de infiltración para diferentes pendientes 269
Figura 6.109 (b) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM8 269
Figura 6.110 (a) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM4 269
Figura 6.111 Selección de la muestra porosa optima, según el porcentaje de agua infiltrada 270

VII. INDICE DE TABLAS

CAPITULO I: MARCO TEORICO

Tabla 1-1 Estandarización de características vehiculares 43
Tabla 1-2 Clasificación del tránsito Vs Densidades de transito 43
Tabla 1-3 Precipitación Máxima en 24 horas (mm) del 1980 al 2010 53
Tabla 1-4 Precipitación Máxima en 24 horas (mm) del 2011 al 2010 – Estación La Pampilla .. 54
Tabla 1-5 Precipitación Máxima en 24 horas (mm) del 2011 al 2010 – Estación Huasacache . 54
Tabla 1-6 Módulos de Relación de Subrogante "k" Compuesto 58

CAPITULO II: APLICACIÓN DEL CONCRETO POROSO A PAVIMENTOS PERMEABLES

Tabla 2-1 Espesores de Diseño para pavimentos de concreto permeable 62
Tabla 2-2 Espesores de Diseño para pavimentos de concreto permeable 63
Tabla 2-3 Espesores de Diseño para pavimentos de concreto permeable 63
Tabla 2-4 Espesores de Diseño para pavimentos de concreto permeable 64
Tabla 2-5 Espesores de Diseño para pavimentos de concreto permeable 64
Tabla 2-6 Calculo de la capacidad de permeabilidad 72

CAPITULO III: PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL AGREGADO GRUESO

Tabla 3-1 Cantidades mínimas para muestreo 76
Tabla 3-2 Clasificación requerida para el agregado grueso 78
Tabla 3-3 Análisis granulométrico del agregado de 3/4” de la cantera “La poderosa” 81
Tabla 3-4 Análisis granulométrico del agregado de 3/8” de la cantera “La poderosa” 82
Tabla 3-5 Calculo de la gravedad específica y absorción del agregado grueso de 3/4" 86
Tabla 3-6 Calculo de la gravedad específica y absorción del agregado grueso de 3/8" 87
Tabla 3-7 Calculo del peso unitario y porcentaje de vacíos del agregado grueso de 3/4" 91
Tabla 3-8 Calculo del peso unitario y porcentaje de vacíos del agregado grueso de 3/8" 92
Tabla 3-9 Calculo del contenido de humedad del agregado grueso de 3/4" 95
Tabla 3-10 Calculo del contenido de humedad del agregado grueso de 3/8" 95
Tabla 3-11 Cuadro resumen de las propiedades físicas obtenidas para el agregado grueso de 3/4" 96
Tabla 3-12 Cuadro resumen de las propiedades físicas obtenidas para el agregado grueso de 3/8" 97

CAPITULO IV: DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO POROSO

Tabla 4-1 Valores Efectivos de b/bo 103
Tabla 4-2 Resumen de diseños de mezclas sin corregir utilizados en la investigación, elaborados con agregado de 3/4” 105
Tabla 4-3 Resumen de diseños de mezclas sin corregir utilizados en la investigación, elaborados con agregado de 3/8” 105
Tabla 4-4 Resumen de diseños de mezclas corregidos utilizados en la investigación, elaborados con agregado de 3/4” 105
Tabla 4-5 Resumen de diseños de mezclas sin corregir utilizados en la investigación, elaborados con agregado de 3/8" 105

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ESTADO FRESCO

Tabla 5-1 Calculo del revenimiento en la pasta fresca de concreto poroso elaborado con AG. de 3/4" 120
Tabla 5-2 Calculo del revenimiento en la pasta fresca de concreto poroso elaborado con AG. de 3/8" 121
Tabla 5-3 Calculo del peso unitario y contenido de vacíos de mezclas fresca elaboradas con AG. De 3/4" 125
Tabla 5-4 Calculo del peso unitario y contenido de vacíos de mezclas fresca elaboradas con AG. De 3/8" 126

ESTADO ENDURECIDO

Tabla 5-5 Resultados obtenidos del ensayo de desgaste por abrasión expresados en forma gráfica, a las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" 129
Tabla 5-6 Resultados obtenidos del ensayo de desgaste por abrasión expresados en forma gráfica, a las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8" 129
Tabla 5-7 Resultados obtenidos del ensayo de desgaste por abrasión, para las briquetas elboradas con agregado de 3/4" y de 3/8" 130
Tabla 5-8 Calculo del porcentaje de desgaste de las briquetas elaboradas con agregado de 3/4" 130
Tabla 5-9 Calculo del porcentaje de desgaste de las briquetas elaboradas con agregado de 3/8" 130
Tabla 5-10 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas, concreto poroso 136
Tabla 5-11 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas, concreto poroso 137
Tabla 5-12 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas, concreto poroso 138
Tabla 5-13 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas, concreto poroso 139
Tabla 5-14 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas, concreto poroso 140
Tabla 5-15 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas,concreto poroso 141
Tabla 5-16 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas,concreto poroso 142
Tabla 5-17 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas,concreto poroso 143
Tabla 5-18 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas,concreto poroso 144
Tabla 5-19 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas, concreto poroso .. 147
Tabla 5-20 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas, concreto poroso .. 148
Tabla 5-21 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas, concreto poroso .. 149
Tabla 5-22 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas, concreto poroso .. 150
Tabla 5-23 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas, concreto poroso .. 151
Tabla 5-24 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas, concreto poroso .. 152
Tabla 5-25 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas, concreto poroso .. 153
Tabla 5-26 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas, concreto poroso .. 154
Tabla 5-27 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso..... 158
Tabla 5-28 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso..... 159
Tabla 5-29 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso..... 160
Tabla 5-30 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso..... 161
Tabla 5-31 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso..... 162
Tabla 5-32 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso..... 163
Tabla 5-33 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso..... 164
Tabla 5-34 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso..... 165
Tabla 5-35 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4" 173
Tabla 5-36 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4" 174
Tabla 5-37 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4" 175
Tabla 5-38 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4" 176
Tabla 5-39 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

agregado grueso de 3/8” 177
Tabla 5-40 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8” 178
Tabla 5-41 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8” 179
Tabla 5-42 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8” 180
Tabla 5-43 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4" 196
Tabla 5-44 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4" 197
Tabla 5-45 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4" 198
Tabla 5-46 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4" 199
Tabla 5-47 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8" 200
Tabla 5-48 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8" 201
Tabla 5-49 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8" 202
Tabla 5-50 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8" 203

CAPITULO VI: ANALISIS DE RESULTADOS

Tabla 6-1 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad 207
Tabla 6-2 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad 207
Tabla 6-3 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad 208
Tabla 6-4 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad 208
Tabla 6-5 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8” a los 7, 14 y 28 días de edad 209
Tabla 6-6 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8” a los 7, 14 y 28 días de edad 209
Tabla 6-7 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8” a los 7, 14 y 28 días de edad 210
Tabla 6-8 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8” a los 7, 14 y 28 días de edad 210
Tabla 6-9 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad 211
Tabla 6-10 Resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” y 3/8” 212
Tabla 6-11 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad 213
Tabla 6-12 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad 213
Tabla 6-13 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad 214
Tabla 6-14 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad 214
Tabla 6-15 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8” a los 7, 14 y 28 días de edad 215
Tabla 6-16 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8” a los 7, 14 y 28 días de edad 215
Tabla 6-17 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8” a los 7, 14 y 28 días de edad 216
Tabla 6-18 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8” a los 7, 14 y 28 días de edad 216
Tabla 6-19 Resultados obtenidos de los Ensayos de Resistencia a la Tensión Indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” y 3/8” 217
Tabla 6-20 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

con agregado grueso de 3/4" a los 7, 14 y 28 días de edad 218
Tabla 6-21 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/4" a los 7, 14 y 28 días de edad 218
Tabla 6-22 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/4" a los 7, 14 y 28 días de edad 219
Tabla 6-23 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/4" a los 7, 14 y 28 días de edad 219
Tabla 6-24 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/8" a los 7, 14 y 28 días de edad 220
Tabla 6-25 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/8" a los 7, 14 y 28 días de edad 220
Tabla 6-26 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/8" a los 7, 14 y 28 días de edad 221
Tabla 6-27 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/8" a los 7, 14 y 28 días de edad 221
Tabla 6-28 Resultados obtenidos de los Ensayos de Resistencia a la Flexión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" y 3/8 222
Tabla 6-29 Resultados obtenidos del ensayo de permeabilidad de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 223
Tabla 6-30 Resultados obtenidos del ensayo de permeabilidad de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de elaborados 224
Tabla 6-31 Resultados obtenidos de los Ensayos de Permeabilidad de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" y 3/8 a los 28 días de edad 225
Tabla 6-32 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 226
Tabla 6-33 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 227
Tabla 6-34 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 228
Tabla 6-35 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 229
Tabla 6-36 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 230
Tabla 6-37 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 231
Tabla 6-38 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 232
Tabla 6-39 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 233
Tabla 6-40 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 234
Tabla 6-41 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 235
Tabla 6-42 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 236
Tabla 6-43 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 237
Tabla 6-44 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 238
Tabla 6-45 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 239
Tabla 6-46 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 240
Tabla 6-47 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 241
Tabla 6-48 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 242
Tabla 6-49 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 243
Tabla 6-50 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 244
Tabla 6-51 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad 245
Tabla 6-52 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 246

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 6-53 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 247
Tabla 6-54 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 248
Tabla 6-55 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 249
Tabla 6-56 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 250
Tabla 6-57 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 251
Tabla 6-58 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 252
Tabla 6-59 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 253
Tabla 6-60 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 254
Tabla 6-61 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 255
Tabla 6-62 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 256
Tabla 6-63 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 257
Tabla 6-64 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 258
Tabla 6-65 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 259
Tabla 6-66 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 260
Tabla 6-67 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 261
Tabla 6-68 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 262
Tabla 6-69 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 263
Tabla 6-70 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 264
Tabla 6-71 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad 265
Tabla 6-72 Porcentajes de agua infiltrada en la condición más extrema, ... 270
Tabla 6-73 Cuadro resumen de resultados finales obtenidos 271
Tabla 6-74 Cuadro resumen de clasificación de resultados por calidad 272
Tabla 6-75 Análisis de costos unitarios para un Concreto Convencional 273
Tabla 6-76 Análisis de costos unitarios para un Concreto Poroso 274

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

GENERALIDADES

INTRODUCCION

La investigación realizada esta centrada en el estudio del “Concreto Poroso” para su aplicación en la construcción de pavimentos permeables, los principales ensayos realizados a las muestra de concreto poroso elaboradas para esta investigación (593 muestras) fueron el de Permeabilidad y el de Resistencia a la Colmatación de Finos.

Inicialmente estudiamos la influencia de la forma y la granulometría de los agregados provenientes de la cantera La Poderosa, que son de dos Tamaño Máximo Nominal (TMN) diferentes, el de 3/4" y el de 3/8” ambos (angulares).

El análisis de resultados obtenidos después de realizar los (cinco principales ensayos) en esta investigación sirven para comparar los parámetros, en Permeabilidad que es la propiedad más importante en este tipo de concreto, en Resistencia a la Colmatación de Finos, en Resistencia a la Compresión, en Resistencia a la Tensión Indirecta, en Resistencia a la Flexión.

Los valores obtenidos en esta investigación del coeficiente de permeabilidad para el concreto poroso varían entre 2.33 mm/s y 12.85 mm/s para un porcentaje de vacíos (15 % y 20 %) respectivamente, de la resistencia a la compresión promedio a los 28 días se encuentra entre 245.44 kg/cm2 y 307.14 kg/cm2 para un porcentaje de vacíos (15 % y 20 %) respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PROBLEMÁTICA

La falta de investigación en el estudio y desarrollo de concretos especiales limita la construcción de estructuras a bases de concretos especiales en este caso “Concreto Poroso” que se caracteriza por ser más ligero, resistente, y posee un alto grado de permeabilidad. Esta falta de investigación en el desarrollo de concretos especiales ara que se seguía utilizando concreto convencional en futuras obras.

Una de las tantas aplicaciones que tiene el uso de concreto convencional es la fabricación de pavimentos de concreto, en la mayoría de investigaciones que se realizaron en todas partes del mundo se detectó y entendió que el enemigo mortal del concreto es el agua más los rayos solares cuando entran en contacto con este, ya que las estructuras fabricadas a base de concreto en su mayoría están expuestas al medio ambiente y al estar en contacto con las precipitaciones fluviales y los cambios radicales de temperatura, sufren deformaciones y desintegraciones tanto en su estructura interna – externa.

- ✓ Las superficies de los pavimentos fabricados con concreto convencional en la ciudad de Arequipa en tiempos de lluvias (Diciembre, Enero, Febrero, Marzo) están en un constante contacto con el agua proveniente de las precipitaciones fluviales ocasionando el deterioro y disminución en su durabilidad (Resistencia) ocasionando daños y deformaciones tanto en su estructura interna como externa.

- ✓ En los meses restantes (Abril – Noviembre) los pavimentos de concreto convencional en Arequipa vienen siendo afectados por cambios radicales de temperatura producto de la fuerte radiación solar por el día y en la noche por el frio extremo produciendo en estos excesos de: dilatación y contracción, ocasionando con el pasar del tiempo fracturas y deformaciones tanto en su estructura interna como externa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un concreto poroso para evaluar su grado permeabilidad y resistencia a la colmatación de finos, para que pueda ser aplicado en la construcción de pavimentos permeables de tránsito vehicular liviano.

OBJETIVO ESPECIFICO

- ✓ Calcular la dosificación más óptima para la obtención de concreto poroso.
- ✓ Analizar las propiedades físico – mecánicas del agregado grueso de 3/4” y 3/8” de la cantera “LA PODEROSA”.
- ✓ Determinar las propiedades del concreto en estado fresco y en estado endurecido.
- ✓ Realizar la comparación de costos unitarios entre un concreto convencional y concreto poroso.

HIPOTESIS

El concreto poroso es una buena alternativa para aplicarlo en la construcción de pavimentos permeables de tránsito vehicular liviano, ya que evacua de forma eficiente el agua que se origina por las precipitaciones fluviales (posee una buena permeabilidad), y tiene buena resistente a la colmatación de finos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1 EL CONCRETO POROSO

El concreto poroso, también llamado hormigón “sin finos” ya que no incluye agregado fino en su composición, es un concreto especial que se caracteriza por tener un alto grado de permeabilidad, permite que el agua de las precipitaciones pluviales al entrar en contacto con esta estructura se infiltre a través de su estructura porosa y se drene, permitiendo de esta manera que la estructura este en menor contacto con el agua para que no se deteriore con el pasar del tiempo.

Este concreto tiene varias aplicaciones para su uso como son: estacionamientos, pasó de peatones, losas deportivas, pavimentos vehiculares de tráfico ligero, etc.

El concreto poroso es el resultado de la combinación de cemento portland puzolanico tipo IP, agregado grueso, agua y aditivo.

Figura 1.1 Espécimen de concreto poroso “Concreto Sostenible”

Fuente: http://www.boletin-iccyc.com/index.php?docId=25&year=2009

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.1 COMPORTAMIENTO RESISTENTE

El comportamiento resistente se deberá a cómo se adhieren la pasta, el cemento, el agregado, el aditivo, ósea que exista un correcto acomodo de los elementos que conforman la pasta porosa. **(PASQUEL CARBAJAL, 1999)**

1.1.2 MECANISMO DE HIDRATACIÓN

Reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento, que llevan consigo el cambio del estado plástico al endurecido.

- ✓ ESTADO PLÁSTICO: Unión del agua y el polvo de cemento formando una pasta moldeable. Dura entre 40 y 120 minutos (reacciones se atenúan).
- ✓ FRAGUADO INICIAL: Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad. Se genera el calor de hidratación. Dura alrededor de 3 hs.
- ✓ FRAGUADO FINAL: Se obtiene al término de la etapa de fraguado inicial, caracterizándose por endurecimiento significativo y deformaciones.
- ✓ ENDURECIMIENTO: Se produce a partir del fraguado final.

(PASQUEL CARBAJAL, 1999)

1.1.2.1 CARACTERISTICAS FISICAS DEL CONCRETO FRESCO

- ✓ TRABAJABILIDAD: Es la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto.
- ✓ SEGREGACIÓN: Es la tendencia natural de las partículas más pesadas a descender en la pasta de concreto.
- ✓ EXUDACIÓN: Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto.
- ✓ CONTRACCIÓN: Responsable de los problemas de figuración.

(PASQUEL CARBAJAL, 1999)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.2.2 CARACTERISTICAS FISICAS DEL CONCRETO ENDURECIDO

- ✓ ELASTICIDAD: En general, es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente.
- ✓ RESISTENCIA: Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos.
- ✓ EXTENSIBILIDAD: Propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse.

(PASQUEL CARBAJAL, 1999)

1.1.3 MATERIALES UTILIZADOS EN LA PASTA DE CONCRETO POROSO

Los materiales y proporciones a utilizar, dependen de los objetivos de diseño, es muy importante señalar, que este concreto tiene una escasa trabajabilidad, pero cumple la función para la cuál ha sido fabricado.

Los materiales utilizados en la fabricación de este concreto, son los mismos empleados en los concretos convencionales; la diferencia radica en la dosificación, debido a que en este tipo de concretos se suprime totalmente los áridos finos. **(ASTM_C33, 1999)**

1.1.3.1 CEMENTO PORTLAND IP

El cemento Portland IP es un polvo muy fino, de color grisáceo, que se compone principalmente de silicatos de calcio y de aluminio, que provienen de la combinación de calizas, arcillas o pizarras, y yeso, mediante procesos especiales.

El color parecido a las piedras de la región de Portland, en Inglaterra, dio origen a su nombre. Tiene la capacidad de formar una pasta blanda al mezclarse con agua y que se endurece espontáneamente en contacto con el aire. El cemento tiene diversas aplicaciones, como en la unión de arena y grava con cemento Portland (es el más usual) para formar concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El cemento utilizado para esta investigación es Cemento Portland Puzolánico Tipo IP de la marca YURA “Portland ordinario”, que es el de mayor utilización en el mercado y se lo emplea en hormigones normales, que no están expuestos a sulfatos, en el ambiente, en el suelo o en el agua del subsuelo.

(ASTM_C33, 1999)

Figura 1.2 Cemento Portland Puzolanico IP
Fuente: Página Oficial, Cemento Yura

1.1.3.2 AGREGADO

Se define como agregado, al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial, con dimensiones varias; que pueden ser tratados o elaborados y cuyas dimensiones, están comprendidas entre los límites fijados por la Norma Técnica.

Los agregados pueden constituir hasta las tres cuartas partes en volumen, de una mezcla típica de concreto, por lo que las propiedades de los mismos, tienen influencia definitiva sobre el comportamiento del concreto, y proporcionan ventajas técnicas, al darle mayor estabilidad volumétrica y durabilidad.

En cuanto a costos, estos son más baratos que el cemento, por ende se trata de encontrar la distribución de agregados, que ocupe la mayor cantidad de espacios, con la menor cantidad de cemento, esto produce una economía en el concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Existen características importantes en los agregados, como son su forma y textura, que se menciona a continuación:

a) FORMA.- Por naturaleza, los agregados tienen una forma irregularmente geométrica, compuesta por combinaciones aleatorias de caras redondeadas y angulares.

Bryan Mather establece, que la forma de las partículas, está controlada por la redondez o angularidad y la esfericidad, dos parámetros relativamente independientes.

En términos meramente descriptivos, la forma de los agregados se define en:
Angular: Poca evidencia de desgaste en caras y bordes.

SUBANGULAR: Evidencia de algo de desgaste en caras y bordes.
SUBREDONDEADA: Bordes casi eliminados.
MUY REDONDEADAS: Sin caras ni bordes.

La esfericidad resultante de agregados procesados, depende mucho del tipo de chancado y la manera como se opera.
La redondez, está más en función de la dureza y resistencia al desgaste de la abrasión.

Los agregados con forma equidimensional, producen un mejor acomodo entre partículas dentro del concreto, que los que tienen forma plana o alargada y requieren menos agua, pasta de cemento, o mortero, para un determinado grado de trabajabilidad del concreto.

b) TEXTURA.- Representa qué tan lisa o rugosa es la superficie del agregado, es una característica ligada a la absorción, pues los agregados muy rugosos tienen mayor absorción que los lisos; además que producen concretos menos plásticos, pues se incrementa la fricción entre partículas, dificultando el desplazamiento de la masa. Dependiendo de sus dimensiones se los clasifica en agregado fino y agregado grueso.

(ASTM_C33, 1999)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.3.2.1 AGREGADO GRUESO

El agregado grueso utilizado en esta investigación, es grava procedente de la región y sus propiedades físicas y mecánicas se dan a conocer más adelante, en las pruebas de laboratorio realizadas.

Pues al agregado grueso, se lo define como grava natural o triturada, piedra partida, o una mezcla de las mismas con tamaño nominal mayor al tamiz Nro. 4 (4.75mm) y menor a 3 pulgadas (75mm), el agregado grueso, empleado en la preparación de hormigones livianos, podrá ser natural o artificial.

Figura 1.3 Agregado Grueso de 3/4"
Fuente: http://teccto.blogspot.pe/2015/04/semana-04.html

El tamaño máximo del agregado grueso, que se utiliza en el hormigón, tiene su fundamento en la economía. Comúnmente, se necesita más agua y cemento, para agregados de tamaño pequeño, que para tamaños mayores.

Este agregado grueso deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- ✓ Deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.

- ✓ Las partículas deberán ser químicamente estables y deberán estar libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Es recomendable tener en consideración lo siguiente para la elección de un buen agregado grueso:

- ✓ La granulometría seleccionada, deberá ser de preferencia continua.
- ✓ La granulometría seleccionada, deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia, en función de las condiciones de colocación de la mezcla.
- ✓ La granulometría seleccionada, no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 11/2" y no más del *6%* del agregado que pasa la malla de ¼".
- ✓ El porcentaje de partículas inconvenientes en el agregado grueso, no deberá exceder de los siguientes valores:

a. Arcilla 0.25%
b. Partículas deleznables 5.00%
c. Materiales más fino que pasa la malla Nº 200 ..... 1.00%

(ASTM_C33, 1999)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.1.3.3 ADITIVOS

Son materiales que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento y que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto, los aditivos químicos pueden ser usados en el concreto poroso para obtener propiedades especiales al igual que en el concreto convencional.

El concreto poroso al ser una mezcla con relaciones agua – cemento (a/c) tan bajas, da como resultado un producto poco trabajable, por lo tanto el uso de aditivos plastificantes es de gran importancia. **(SIKA, 2015)**

En esta investigación utilizamos dos marcas diferentes de aditivos que son:

Figura 1.4 Logo de aditivo Sika

Fuente: http://per.sika.com/

Figura 1.5 Logo de aditivo Euco

Fuente: Página Oficial de Euco Aditivos

1.1.3.3.1 ADITIVO SIKA (Sikament® - 306)

Aditivo superplastificante, reductor de agua de alto rango, economizador de cemento. En climas templados y fríos mantiene la manejabilidad del concreto y no contiene cloruros,

SIKAMENT - 306 cumple con la norma ASTM C 494 tipo G.

a. USOS DEL ADITIVO: Sikament®-306 tiene 3 usos básicos:

- ✓ **Como superplastificante:** Adicionado a una mezcla con consistencia normal se consigue fluidificar el concreto o mortero, facilitando su colocación, haciéndolo apto para el bombeo.

- ✓ **Como reductor de agua de alto poder:** Adicionado en el agua de amasado, permite reducir hasta el 30% del agua de la mezcla consiguiéndose la misma manejabilidad con incremento notable en las resistencias mecánicas a todas las edades.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b. CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- ✓ Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando la segregación y formación de cangrejeras. Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- ✓ Permite doblar los tiempos de manejabilidad de la mezcla en climas medios y fríos.
- ✓ Aumenta notablemente la resistencia inicial del concreto.

(SIKA, 2015)

1.1.3.3.2 ADITIVO EUCO (WR 51®)

Aditivo liquido plastificante, reductor de agua con efecto retardante. Provee una mezcla más plástica y cohesiva en el concreto fresco y una mejor durabilidad, reduciendo la contracción y la permeabilidad en el concreto endurecido.

EUCO WR - 51 cumple con la norma ASTM C 494 tipo D. No contiene iones cloruro en su formulación.

a. USOS DEL ADITIVO: EUCO WR 51® tiene los siguientes usos principales:

- ✓ **Como plastificante:** Al ser adicionado en una mezcla de concreto incrementa el asentamiento sin necesidad de aumentar la cantidad de agua, obteniendo concretos fluidos aptos para una buena colocación de concretos caravista y fundida de elementos prefabricados.
- ✓ **Como reductos de agua:** Incorporado en la mezcla de concreto puede reducir el agua de diseño hasta en un 12%, manteniendo constante el asentamiento y logrando altas resistencias en todas las edades, consiguiendo concretos más impermeables y durables.
- ✓ **Como ahorrador de cemento:** Cuando se reduce el requerimiento de agua en la mezcla de concreto, se puede reducir la cantidad de cemento, haciendo concretos de buena calidad a bajo costo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b. CARACTERISTICAS/BENEFICIOS:

- ✓ Provee mayor facilidad de manejo y acabado.
- ✓ Aumenta resistencia.
- ✓ Provee mayor durabilidad.
- ✓ Reduce contracción y permeabilidad.
- ✓ Mejor acabado del concreto.

(EUCO, 2015)

1.1.3.4 AGUA

La cantidad de agua que se requiere para darle una buena hidratación a la mezcla ha sido grandemente debatida. Se ha hablado que la resistencia en el concreto se da por la conexión entre las partículas, las cuales se dan por la reacción química entre el cemento y el agua. El agua y su aplicación en el concreto permeable es extremadamente crítica. Poca agua da como resultado poca interconexión entre las partículas y mucha cantidad de agua da como consecuencia una pasta tal que no da la porosidad que se requiere. Una correcta cantidad de agua maximiza la resistencia sin comprometer las características permeables que diferencian a este material.

(PASQUEL CARBAJAL, 1999)

1.1.4 DOSIFICACIÓN

Para la determinación de la composición del concreto, o sea su dosificación, es necesario que los productores tengan en cuenta sobre todo las siguientes características:

a. Trabajabilidad.

b. Resistencia.

c. Durabilidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las proporciones en que se mezclan los componentes básicos y complementarios del concreto, constituyen su dosificación. Las propiedades del concreto endurecido, dependen de la dosificación inicial de los componentes básicos y complementarios, del proceso de mezclado, y del proceso de curado.

La relación agua - cemento es uno de los factores clave que tienen influencia sobre el conjunto de propiedades del concreto. De todos modos en la práctica, es relativamente difícil medir con precisión el contenido de agua en el concreto. Es por esto, que muchas veces, en el momento de la elaboración, se hace referencia a la medida de consistencia.

La pasta de cemento (cemento más agua), por su parte, llena los espacios libres entre partículas de áridos, y durante el proceso de fraguado genera cristales hidratados, que unen químicamente las partículas de agregados. La formación de estos cristales es una reacción química exotérmica (genera calor) que siempre requiere de agua para que tenga lugar, siendo mucho más intensa la reacción (la creación de los cristales cohesivos) en los primeros días posteriores a la fabricación del concreto, y luego va disminuyendo progresivamente en su intensidad con el tiempo. En algunos casos, dentro del concreto, una parte del cemento no alcanza a combinarse con el agua,

por lo que permanece como cemento no hidratado, debido a que la relación agua - cemento es muy baja. Para asegurar que las reacciones de fraguado continúen, a partir del endurecimiento inicial del concreto (que normalmente se produce en las primeras ocho horas después del mezclado), se requiere dotar continuamente de agua de curado al concreto, la que sirve para reponer el agua de amasado evaporada por el calor emanado, como producto de las reacciones químicas.

Esta agua de curado usualmente se la proporciona humedeciendo la superficie de los elementos de concreto. La propiedad de diseño más importante del concreto constituye su resistencia y en nuestro caso su permeabilidad y trabajabilidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En general una relación agua/cemento (a/c) baja, medida al peso, que mantenga una adecuada trabajabilidad en el concreto fresco, conduce a concretos de mayor resistencia y mejor calidad.

Se requiere aproximadamente una relación a/c mínima de 0.25, para que todo el cemento presente en la mezcla, reaccione químicamente con el agua, formando pequeños puentes cristalizados entre las superficies de las partículas de áridos. Estos cristales son los responsables de la cohesividad entre las partículas y de la resistencia del concreto en general.

Cualquier exceso de agua durante el amasado, por encima de la relación a/c de 0.25, se convertirá, luego del fraguado inicial, en espacios vacíos, por la evaporación del agua (o espacios con agua que no alcanza a escapar de los poros luego del fraguado), que disminuyen considerablemente la resistencia del concreto.

Lamentablemente, una relación a/c cercana a 0.35 (que en teoría proporciona mayor resistencia), no puede ser conseguida en un concreto normal, pues la disminución de agua de amasado, provoca una pérdida importante de trabajabilidad e inclusive puede llegar a imposibilitar la fabricación de una mezcla apropiada.

(AREVALO ZHINDON, 2010)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

La resistencia a la compresión es una de las propiedades más importantes del concreto, este ensayo técnico sirve determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión para definir su calidad.

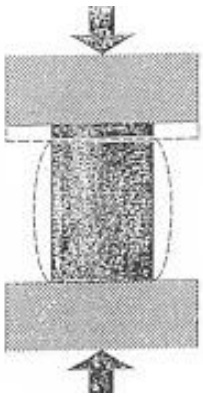


Figura 1.6 Representación gráfica del ensayo de compresión simple

Fuente: http://sanchez-carrillo.blogspot.pe/p/ensayos-de-compresion.html

Figura 1.7 Ensayo de compresión simple aplicada a los especímenes

Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm2, MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi). **(ASTM_C39, 2002)**

Según el reporte **(ACI 522R_10)**, la resistencia a compresión típica en pavimentos de concreto permeable de transito liviano es del orden de 175 kg/cm2, sin embargo se pueden desarrollar resistencias hasta de 285 kg/cm2. La resistencia a compresión está influenciada por los materiales componentes, el esfuerzo de compactación y por el contenido de vacíos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.3 RESISTENCIA A LA TENSION INDIRECTA O SPLIT TEST

La resistencia a la tensión indirecta es un ensayo que sirve también para definir la calidad del hormigón, su calidad se determina al final por la correcta adherencia que se produce en la pasta porosa, este ensayo nos permite imitar la respuesta de un pavimento flexible y obtener la carga máxima que aguanta una mezcla antes de romper.

Este ensayo consiste en someter a compresión diametral una probeta cilíndrica, igual a la definida en el ensayo Marshall, aplicando una carga de manera uniforme a lo largo de dos líneas o generatrices opuestas hasta alcanzar la rotura, esta configuración de carga provoca un esfuerzo de tracción relativamente uniforme en todo el diámetro del plano de carga vertical. diametral. **(ASTM_C496, 2011)**

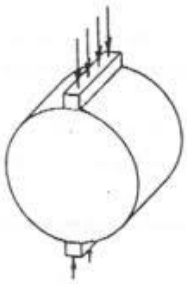


Figura 1.8 Representación gráfica del ensayo de tensión indirecta
Fuente: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3324/55872-8.pdf?sequence=8

Figura 1.9 Ensayo de tensión indirecta aplicada a los especímenes
Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

Según el reporte del **(ACI 522R_10)**, la resistencia a la tensión indirecta en pavimentos de concreto permeable de transito liviano puede desarrollar resistencias típicas en el rango de 7 kg/cm2 y 16 kg/cm2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.4 RESISTENCIA A LA FLEXION

La resistencia a la flexión es la medida del esfuerzo en la fibra extrema que se desarrolla al someter una viga a la flexión, Para este ensayo se usan probetas prismáticas con cargas en el tercio central. De esta manera se tiene en el tercio medio una zona sometida a un momento flector constante = P x l/3 y cero de esfuerzo cortante, la rotura se producirá en el punto más débil del tercio central. **(ASTM_C78, 2002)**

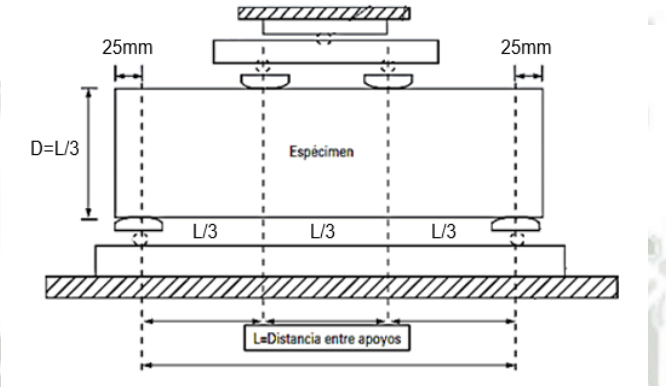


Figura 1.10 Representación gráfica del ensayo de flexión
Fuente: Norma técnica ASTM_C78, 2002

Figura 1.11 Ensayo de flexión aplicada a los especímenes
Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

Según el el reporte del **(ACI 522R_10)**, la resistencia a flexión en pavimentos de concreto permeable varía entre 10 kg/cm2 y 40 kg/cm2. Su determinación puede estar sujeta a importante variabilidad, por lo que es común medir la resistencia a compresión y usar relaciones empíricas para estimar su valor.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.5 ENSAYO DE PERMEABILIDAD

Es uno de los ensayos más importantes de esta investigación, porque va permitir conocer un parámetro muy importante que es el coeficiente de permeabilidad, el cual caracteriza a nuestro concreto poroso, para determinar este coeficiente se usa un "PERMEÁMETRO DE CARGA VARIABLE" recomendado por: **(ACI_522R-10, 2011)**

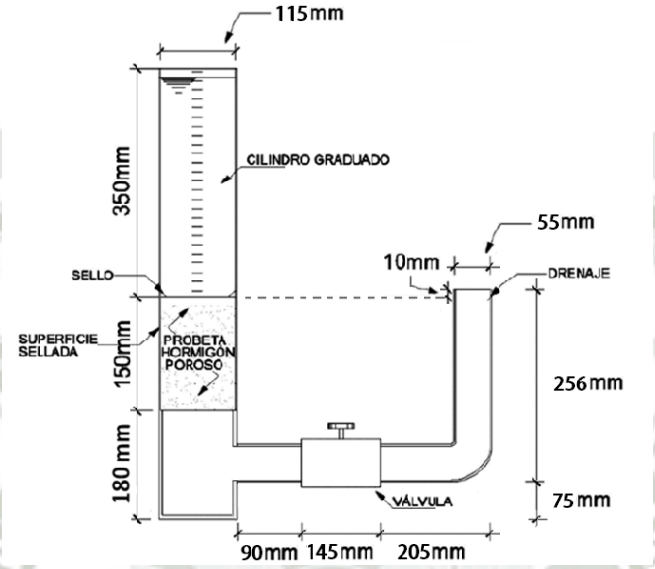


Figura 1.12 Representación gráfica del permeámetro ACI 522R-10

Fuente: Análisis de dosificaciones para la elaboración de hormigón poroso por Gustavo Chávez Chaparro

Figura 1.13 Permeámetro de Carga Variable –Listo para comenzar el ensayo

Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

Según el ACI 522R_10, la velocidad de drenaje de un concreto poroso dependerá del tamaño del agregado y de la densidad de la mezcla, pero generalmente varia en el rango de 81 a 730 L/min/m2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.6 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION

Antes de definir el ensayo de resistencia a la colmatación tenemos saber que es colmatación y que es elemento colmatante:

- ✓ COLMATACION: Es la acumulación de sedimentos dentro de los pavimentos porosos.
- ✓ ELEMENTO COLMATANTE: Son partículas de arcilla, limos, etc que se generan por la erosión de suelos y rocas, arrastrados por el fenómeno de escorrentía que generan las lluvias.

El ensayo de resistencia a la colmatación de finos es un ensayo que nos permite medir la reducción de la porosidad en un concreto poroso alterando la capacidad de infiltración de agua cuando este concreto poroso entra en contacto directo con elementos contaminantes que son los sedimentos que son arrastrados por aguas de lluvias (fenómeno de escorrentía), esta resistencia a la colmatación de finos es calculada por el equipo denominado INFILTROMETRO DE CANTABRO FIJO (ICF).

Figura 1.14 Infiltrometro de Cántabro fijo (ICF)

Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

El diseño de la máquina para el estudio de colmatación de finos fue diseñado en base a los estudios del Doctor Jorge Rodríguez Hernández en el año 2008 en la Universidad de Cantabria en Santander – España.

(HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, 2008)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.7 VÍAS VEHICULARES DE TRANSITO LIVIANO O LIGERO

Son denominadas vías vehiculares de transito liviano o ligero a aquellas vías que tienen un tránsito diario promedio (TDP) menor a 300 vehículos de las categorías: L1, L2, L3, L4, L5, estas representan a vehículos automotores con menos de cuatro ruedas y un tránsito diario promedio (TDP) menor a 20 vehículos de las categoría M1, que representa a vehículos de 8 asientos o menos sin contar el asiento del conductor **(MTC, 2006)**

Cate-goría	Clase [1] o combinación especial	DESCRIPCIÓN
Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas		
L1		Vehículos de dos ruedas de hasta 50 cm3 y velocidad máxima de 50 km/h.
L2		Vehículos de tres ruedas de hasta 50 cm3 y velocidad máxima de 50 km/h.
L3		Vehículos de dos ruedas de más de 50 cm3 o velocidad mayor a 50 km/h.
L4		Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm3 o una velocidad mayor de 50 km/h.
L5		Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm3 o velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda de una tonelada.
Cate-goría	**Clase [1] o combinación especial**	**DESCRIPCIÓN**
Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros		
M1		Vehículos de 8 asientos o menos sin contar el asiento del conductor

Tabla 1-1 Estandarización de características vehiculares

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones – Directiva Nro. 002-2006-MTC/15

CLASIFICACION DEL TRANSITO	DENSIDAD DEL TRANSITO	
	Volumen diario de carros de las categorias, L1, L2, L3, L4, L5	Volumen diario de carros de la categorias, M1
Muy liviano	menos de 50	ninguno
Liviano	menos de 300	menos de 20
Medio	menos de 2000	menos de 50
Pesado	mas de 2000	menos de 500
Muy pesado	mas de 2000	mas de 500

Tabla 1-2 Clasificación del tránsito Vs Densidades de transito

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones – Directiva Nro. 002-2006-MTC/15

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.8 PAVIMENTO DE CONCRETO CONVENCIONAL SIMPLE

Son pavimentos que no representan refuerzo de acero ni elementos para transferencia de cargas. En ellos, el concreto asume y resiste tensiones producidas por el tránsito y el entorno, como las variaciones de temperatura y humedad.

Este tipo de pavimento es aplicable en caso de tráfico ligero y clima templado y generalmente se apoyan sobre la sub-rasante. En condiciones más severas requiere de sub bases tratadas con cemento, colocadas entre la subrasante y la losa, para aumentar la capacidad de soporte y mejorar la transmisión de carga.

Están constituidos por losas de dimensiones relativamente pequeñas, en general menores de 6 m. de largo y 3.50 m de ancho. Los espesores varían de acuerdo al uso previsto, en calles de urbanizaciones residenciales de 10 y 15 cm, en las denominadas colectores entre y 17 cm, en carreteras se obtienen espesores de 16 cm, en aeropistas y autopistas más solicitadas de 20 cm o más.

(http://civilgeeks.com/2011/12/11/tipos-de-pavimentos-de-concreto/)

En el siguiente listado se aprecia la evolución de la resistencia a la compresión del concreto convencional que se obtiene después de los días 3, 7, 14 y 28, tomando en cuenta la utilización del grado del concreto usado.

Porcentajes de dureza de concreto:

- ✓ 3 días 40%
- ✓ 7 días 65%
- ✓ 14 días 90%
- ✓ 28 días 99%

En esta descripción está claro que las ganancias de endurecimiento del concreto se produce mayormente en los días iniciales después de la colada del mismo, y se obtiene un 90% en tan solo los 14 días y llega a alcanzar un 99% al llegar los 28 días, pero después de estos 28 días el concreto sigue adquiriendo mayor resistencia, pero ya es mínima a comparación de estos días mostrados anteriormente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Después de pasar los 14 días el concreto solo gana un 9% en los demás días hasta llegar a los 28, de ahí en adelante se produce un porcentaje mucho menor de resistencia.

No se tiene un estudio exacto en que tiempo el concreto adquiere su resistencia total, pero se supone que después del primer año está casi totalmente el su punto máximo de la resistencia tomada.

Se toma como base del diseño la resistencia que se adquiere a los 28 días porque se llega a un 99% cerca de su total resistencia, porque el tiempo es bastante corto en un proyecto utilizaremos la final a los 28 días.

(http://ingenieriareal.com/resistencia-del-concreto-a-los-28-dias/)

La asociación americana de pavimentos (ACPA) y **La Asociación de Cemento Portland (PCA)**, puntualizan la utilización de los ensayos de resistencia a compresión y flexión como los más convenientes y confiables para la determinación de los parámetros de resistencia establecidos en el diseño de mezclas del pavimento permeable de concreto poroso.

La flexión puede ser utilizada como propósitos de diseño, el ACPA nos recomiendan diseñar **Concreto convencional para tránsito vehicular liviano** con **Una resistencia a la flexión igual o mayor a 40 kg/cm2.**

La resistencia a la compresión debe ser utilizado para la aceptación de concreto, el **(ACPA)** nos recomiendan diseñar **Concreto convencional para tránsito vehicular liviano** con **Una resistencia a la compresión igual o mayor a 250 kg/cm2.**

(LA ASOCIACIÓN AMERICANA DE PAVIMENTOS ACPA, 2005)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.9 PAVIMENTO DE CONCRETO POROSO

Figura 1.15 Concreto poroso aplicado a pavimentos permeables
Fuente: http://magitek.technology/innovacion/topmix

Los pavimentos poroso son secciones compuestas de agregado grueso mezclado con cemento, agua y una dosis de aditivo que permiten el paso del agua a través de su estructura porosa desde su superficie hasta su base, tienen una gran aplicación en pavimentos urbanos con un coeficiente de escorrentía elevado, este pavimento poroso es capaz de resistir capacidades portantes de un tráfico determinado de acuerdo a su uso.

La vida útil media de estos pavimentos en condiciones normales es menor que la correspondiente a la de pavimentos de concreto convencional; si bien la comparación no es inmediata dado que cubre campos de aplicaciones diferentes. Esta menor vida útil viene determinada por una menor capacidad, una granulometría más abierta y un menor contenido de cemento. No obstante la experiencia con concreto poroso es aun escasa para fijar con gran precisión la citada vida útil, la cual, como es lógico, varía en función del tipo de aplicación.

(MENESES OSPINA, 2007)

1.9.1 CLASIFICACIONES DE PAVIMENTOS POROSOS

Existen varias clasificaciones de pavimentos porosos que se generaron gracias a la investigación de instituciones y autores por todo el mundo, Rescatamos las clasificaciones de pavimentos porosos más importantes a continuación:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.9.1.1 CLASIFICACION DE PAVIMENTOS POROSOS SEGúN EL DOCTOR JORGUE RODRIGUEZ

a. PAVIMENTOS PERMEABLES DISCONTINUOS

Los pavimentos permeables discontinuos son aquellos formados por elementos impermeables que combinados con materiales porosos, permiten la infiltración del agua a través de sus poros asegurando una buena capacidad portante.

- ✓ Césped p grava con refuerzo
- ✓ Adoquines con ranuras

b. PAVIMENTOS PERMEABLES CONTINUOS

Se definen como aquellos formados únicamente por materiales porosos que permiten la infiltración del agua a través de toda la superficie por igual, asegurando una adecuada capacidad portante, y son:

- ✓ Mezcla bituminosa porosa
- ✓ Hormigón poroso

(HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, 2008)

1.9.1.2 CLASIFICACION DE PAVIMENTOS POROSOS POR EL DEPARTAMENTO DE CALIFORNIA

a. HORMIGÓN POROSO
b. ADOQUINES PERMEABLES
c. ESTRUCTURAS DE DRENAJE SUBTERRÁNEO
d. ASFALTO POROSO

(CALIFORNIA, 2009)

1.9.2 ANALISIS DEL USO DE PAVIMENTOS POROSOS

1.9.2.1 VENTAJAS Y BENEFICIOS

- ✓ Reducen los picos de caudal disminuyendo el riesgo de inundación aguas abajo.
- ✓ Reducción de los efectos de la contaminación en el agua de escorrentía.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Pueden ser usados en zonas de alta densidad poblacional.
- ✓ Reducción de la necesidad de realizar excavaciones profundas para colocación de sistemas de drenaje convencionales, lo que abarata costes.
- ✓ Gran flexibilidad en diseño y tipos.
- ✓ Se pueden usar como parte de un sistema en línea en aquellos lugares donde la infiltración del agua puede conllevar problemas.
- ✓ Permiten un doble uso del espacio, por lo que no es significativa su ocupación en suelo.
- ✓ Reducen o eliminan la presencia de imbornales y colectores.
- ✓ Son resistentes a la falta de mantenimiento.

(MENESES OSPINA, 2007)

1.9.2.2 DESVENTAJAS Y LIMITACIONES

- ✓ No pueden utilizarse donde haya arrastre superficial de grandes cargas de sedimentos.
- ✓ Por ahora no se usan en carreteras con tráfico elevado.
- ✓ A largo plazo, si no hay mantenimiento, existe riesgo de crecimiento de malas hierbas y de obstrucciones.

(MENESES OSPINA, 2007)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.10 PAVIMENTO POROSO SOTENIBLE

1.10.1 DESARROLLO SOTENIBLE

El desarrollo sostenible es aquel que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones. **(Brundlandt, 1992)**

Actualmente, la sociedad consciente del desafío universal al que se enfrenta se pregunta cómo se debe adecuar nuestro estilo de vida y qué medidas se deben llevar a cabo para contrarrestar el calentamiento global y asegurar que las próximas generaciones puedan disfrutar de una buena calidad de vida. Esta es precisamente la definición de desarrollo sostenible, encontrar una respuesta a las necesidades actuales, al tiempo que se tienen en cuenta los factores económicos, ecológicos y sociales en todos los procesos de toma de decisión, de forma que sea posible satisfacer las necesidades del mañana.

En nuestro sector hablamos de “construcción sostenible”. Las estructuras y los pavimentos de concreto poroso tradicionalmente han sido identificados como duraderos, como reconocimiento a su robustez y a su larga vida útil. Sin embargo, actualmente hay otros aspectos que son igualmente relevantes y que deben analizarse con detenimiento con el objeto de alcanzar una evaluación global. Así se valoran aspectos como la obtención de materias primas, la producción, el proceso constructivo, las fases del ciclo de vida, la reutilización y el reciclado, para analizar la durabilidad de los materiales no sólo en términos de su obtención y producción, sino que se trata de obtener una visión más amplia de la situación con el objetivo de encontrar soluciones sostenibles.

En este ámbito, podemos aplicar la siguiente definición de sostenibilidad para las infraestructuras del transporte y para las carreteras en particular:

“Las carreteras sostenibles hacen un uso eficiente de los recursos naturales y respetan el medio ambiente durante todo su ciclo de vida; mejoran el transporte de toda la comunidad, prestan servicio a la sociedad en términos de movilidad, seguridad y comodidad mediante una elección inteligente basada en el diseño, la construcción, el mantenimiento y la demolición.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Esta publicación ha tenido en cuenta numerosas experiencias internacionales que demuestran que los pavimentos de concreto pueden ser una solución sostenible para nuestra sociedad y que satisfacen los criterios de construcción sostenible en lo referente al medio ambiente, la economía y la sociedad.

(RENS, 2009)

El informe de Brundtland (1987) señala los tres aspectos principales del desarrollo sostenible:

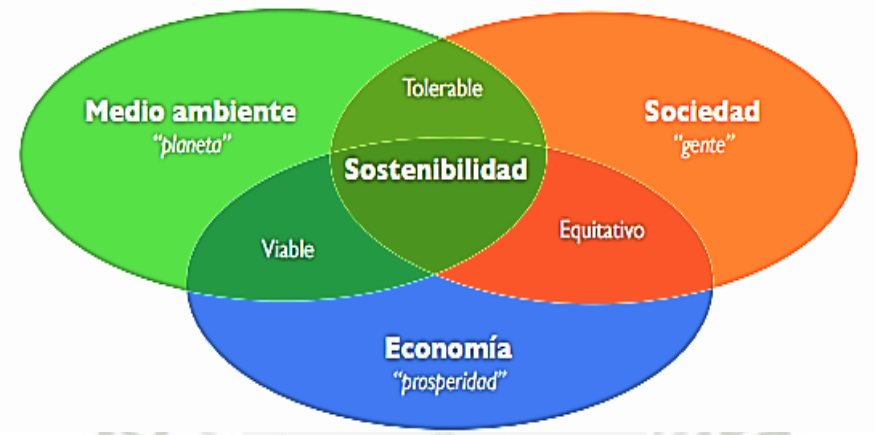


Figura 1.16 Representación gráfica de tres aspectos principales

Fuente: Desarrollo sostenible por Alberto Pasco – Font Quevedo, 1999

- ✓ Medio ambiente (debemos preservar y valorizar nuestros recursos naturales).
- ✓ Sociedad (los seres humanos deben ser capaces de satisfacer sus necesidades de alimentos, energía, abrigo, protección, trabajo, etc).
- ✓ Economía (debemos fomentar el desarrollo económico, y los países en vías de desarrollo deben tener la oportunidad de alcanzar la misma calidad y nivel de vida y de crecimiento que los países desarrollados).

(Brundlandt, 1992)

1.10.2 CONSTRUCCION SOTENIBLE

La construcción sostenible abarca criterios que van desde la elección de los materiales y los procesos constructivos, hasta el entorno urbano y su desarrollo. Este tipo de construcciones busca una adecuada gestión de los

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

recursos naturales, tales como el agua, y el ahorro de energía. Hablar de pavimentos sostenibles es hablar del menor impacto negativo para el medio ambiente.

Figura 1.17 Representación gráfica de los cinco aspectos principales
Fuente: http://www.uniatlantico.edu.co/construcci-n-sostenible

Los criterios qué hay que tener en cuenta si se quiere construir pavimentos de concreto poroso sostenible son:

- ✓ Primero, se debe tener en cuenta el clima, ya que el procesos de construcción se ira modificándose de acuerdo a la zona donde se esté realizando la construcción del pavimento poroso, puede haber incremento en el costo de materiales como también incremento en la mano de obra, esta dependerá mucho del proceso constructivo que se emplee.

- ✓ El diseño será muy importante ya que esta será determinante para la vida útil de nuestro pavimento de concreto poroso, además de los materiales que se utilizarán; estos últimos no solo deberán ser de la zona para que no haya mucho gasto en cuanto a transporte y energía, sino que lo ideal es pensar también en que sea reusable. Otro punto vital, es pensar en el reusó de agua.
- ✓ Si un pavimento de concreto poroso es sostenible, es sostenible en el tiempo. Sabemos que los pavimentos nacen, viven y van a morir en algún momento, y tenemos que pensar qué pasará con él al momento de su muerte, ¿se va a destruir?, ¿se va a desarmar? Imagínense, si se pueden

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

desarmar, es inclusive más sostenible porque voy a poder reutilizar todos esos elementos que hicieron el pavimento poroso, en otra construcción, por eso debemos pensar en todo ese ciclo desde la planificación de la construcción.

(VARGAS CHAVEZ, 2014)

1.11 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS POROSOS

1.11.1 ESTUDIO DE PLUVIOMETRIA

Se denomina estudio pluviometría al tratamiento de los datos de precipitación que se obtienen en los pluviómetros ubicados a lo largo y ancho del territorio, obteniendo así unos datos de gran interés para las zonas agrícolas y regulación de las cuencas fluviales.

Además de la cantidad precipitada, es importante anotar qué tipo de fenómeno se produce (lluvia, llovizna, chubasco, con o sin tormenta) el que ha dado lugar a la precipitación. Los datos se anotan siguiendo el horario del día pluviométrico.

La finalidad principal de una estación pluviométrica es la elaboración de la climatología de la zona en la que se encuentra. En Arequipa el organismo que se encarga de la recolección de datos de precipitaciones fluviales es SENAMHI, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, es un organismo técnico especializado del Estado Peruano que brinda información sobre el pronóstico del tiempo, así como asesoría y estudios científicos en las áreas de hidrología, meteorología, agrometeorología y asuntos ambientales.

(POUYAUD, 2001)

Figura 1.18 Logo Senamhi
Fuente: Página Oficial, Senamhi

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.11.1.1 PLUVIOMETRIA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

Este estudio muy de pluviometría es muy importante, ya que gracias a su registro de intensidad máxima de lluvias se podrá diseñar pavimentos porosos con adecuadas velocidades de percolación de aguas fluviales, sea cual sea el caso de precipitaciones fluviales que presente la zona donde se requiera colocar el pavimento permeable.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"

INFORME – SENAMHI – DR6 – 2016

(Referencia OFICIO N° 050 – EPIC -2016)

INFORMACION PREPARADA PARA:

RAUL CORDOVA CANTERO

ESTACION: MAP LA PAMPILLA

LAT: 16°24'18,22" LONG: 71°31'24,02" ALT: 2365m.s.n.m.

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

AñO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	0,0	2,1	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	4,2
1981	3,0	2,8	4,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1982	S/D	S/D	1,3	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,5	0,0
1983	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
1984	4,9	10,8	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0
1985	0,0	4,8	2,6	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
1986	2,5	14,3	4,2	0,0	1,5	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	2,5	6,5
1987	10,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1988	2,8	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
1989	1,4	14,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
1991	5,5	0,2	7,7	0,0	0,0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1992	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4
1993	13,5	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	1,8	0,0	0,0
1994	13,6	10,3	11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1995	28,0	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
1996	12,1	8,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	11,2	33,4	23,2	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4	2,5	0,0	0,0	6,6
1998	9,5	1,9	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	S/D	1,4
1999	3,0	12,3	S/D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,5
2000	20,2	9,2	23,7	0,3	0,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
2001	4,9	14,5	30,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
2002	3,2	15,4	15,0	0,5	0,0	0,4	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
2003	5,5	0,8	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	8,4	8,1	0,4	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3
2005	4,4	5,2	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	4,4
2006	5,7	14,9	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
2007	7,5	7,9	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	25,5	5,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
2009	3,9	8,4	4,6	0,8	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,8	4,7	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5

Tabla 1-3 Precipitación Máxima en 24 horas (mm) del 1980 al 2010

Fuente: El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

"Año de la consolidación del Mar de Grau"

INFORME – SENAMHI – DR6 – 2016
(Referencia OFICIO N° 050 – EPIC -2016)

INFORMACION PREPARADA PARA:

RAUL CORDOVA CANTERO

ESTACION: MAP LA PAMPILLA

LAT: 16°24'18,22" LONG: 71°31'24,02" ALT: 2365m.s.n.m.

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	13.4	17.0	1.0	3.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
2012	21.8	35.3	13.3	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.9
2013	16.1	124.5	6.4	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
2014	16.0	0.0	1.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2015	11.0	28.4	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2016	0.0	28.0	0.9									

Tabla 1-4 Precipitación Máxima en 24 horas (mm) del 2011 al 2010 – Estación La Pampilla
Fuente: El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi)

ESTACION: CO HUASACACHE
LAT: 16°27'12.2" LONG: 71°33'3.1" ALT: 2242 msnm.

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	6.0	48.8	0.8	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
2012	24.3	29.7	17.3	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2013	10.6	20.9	8.0	0.0	1.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
2014	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2015	6.6	14.7	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2016	0.0	15.3	0.0									

Tabla 1-5 Precipitación Máxima en 24 horas (mm) del 2011 al 2010 – Estación Huasacache
Fuente: El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi)

IMPÓRTATE:

En la presente investigación damos el registro histórico de los 15 últimos años de la estación meteorológica "LA PAMPILLA", y de los 5 últimos años de la estación meteorológica "HUASACACHE".

LA CIUDAD DE AREQUIPA registra un precipitación máxima promedio en 24 horas de 30.5 mm en la actualidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.11.2 ANALISIS DE LA SECCION DE UN PAVIMENTO POROSO

Las capas que conforman el pavimento rígido son: subrasante, subbase, y capa de rodadura.

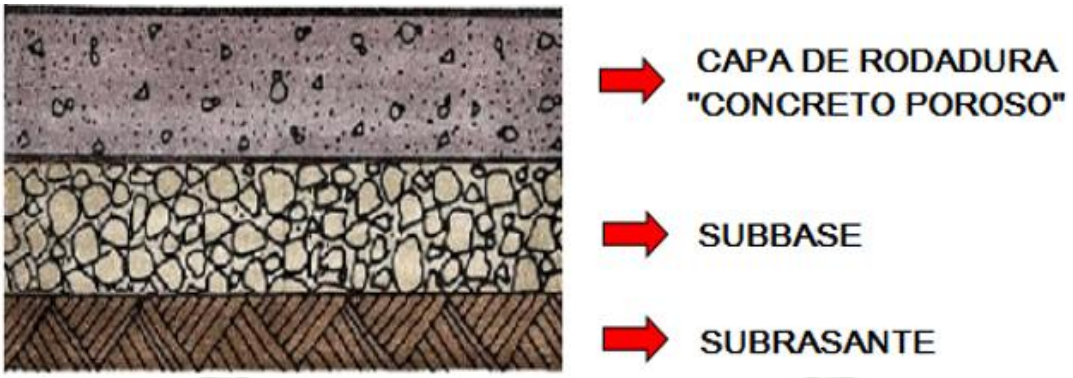


Figura 1.19 Representación gráfica de las capas que conforman un pavimento rígido

Fuente: https://sites.google.com/site/ingenierociviltdf/adoquines-intertrabados-1

1.11.2.1 SUBRASANTE

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

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

(FRANCIA, 2012)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.11.2.2 SUBBASE

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

(FRANCIA, 2012)

1.11.2.3 CAPA DE RODADURA – LOSA POROSA (CONCRETO POROSO)

Es la capa superior de la estructura de pavimento, por lo que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base.

(FRANCIA, 2012)

1.11.3 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO POROSO

a) Para que el pavimento de concreto poroso sea eficiente al momento de disminuir la escorrentía producida por fenómenos naturales fluviales tiene que ser capaz de almacenar 13mm de escurrimiento.

b) El pavimento poroso tiene que ser capaz de almacenar el 80% de la escorrentía en una primera lluvia.

c) Para determinar el espesor de la sección de un pavimento poroso, es necesario hacer dos análisis importantes que son:

- ✓ Adecuación estructural (cálculo de la resistencia a la tensión).
- ✓ Características hidráulicas (Precipitaciones, Escorrentía superficial, etc.).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Hay que tener en cuenta también estos consejos al momento del diseño de la subrasante y de la sub-base:

a) El incrementando de la rigidez en la subrasante y en la sub-base, aumentando la capacidad de carga de un determinado sistema de pavimento, la rigidez de la subrasante puede ser medida por:

- ✓ El ensayo de California Bearing Ratio (CBR).
- ✓ El Módulo de Reacción de la Subrasante ***"k"*** (Ensayo de Placa de Carga).

b) Cuanto más se compacta el suelo, será menos permeable. Las subrasantes generalmente son compactadas a una densidad más baja que la de los pavimentos convencionales de concreto, en esta investigación se realizó un diseño de drenaje utilizando una geomembrana colocada entre la losa permeable y la sub-base, que hace que el agua al entra en contacto con el pavimento poroso la absorba y la elimine por los costados de su estructura, eso quiere decir que la compactación de la subrasante será igual a la compactación de una subrasante para un pavimento de concreto convencional.

c) Para el diseño de la Subrasante se recomienda utilizar el método de la Portland Cement Association (PCA) donde tenemos que considerar lo siguiente:

- ✓ Resistencia a la tensión del concreto.
- ✓ Los tipos, frecuencias y magnitudes de las cargas por eje esperados.
- ✓ Periodos de diseño.

d) Para el diseño de la sub base se recomienda utilizar agregados de 3" a ¾" tales como huso granulométrico #57 donde proporciona de 30 a 40% de vacíos.

Adicionando una sub-base granular por debajo del concreto permeable aumenta la capacidad de soporte del pavimento.

(SÁNCHEZ MARLON, 2012)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

La siguiente tabla nos indica el aumento del módulo de reacción de la subrasante proporcionada para diferentes espesores de sub-base.

Valor de *k* de la subrasante, pci	Espesor de la Sub base			
	4 pulg (100 mm)	6 pulg (150 mm)	9 pulg (225 mm)	12 pulg (300 mm)
	Sub base de agregado granular			
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430
	Sub base tratada con cemento			
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
200	470	640	830	----
	Otra sub base tratada			
50	85	115	170	215
100	175	210	270	325
200	280	315	360	400
300	350	385	420	490

Tabla 1-6 Módulos de Relación de Subrogante "k" Compuesto
Fuente: Comité ACI 330R-01

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULOII: APLICACIÓN DEL CONCRETO POROSO EN PAVIMENTOS PERMEABLES

2.1 CONOCIMIENTOS PRINCIPALES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA LOSA PERMEABLE DE CONCRETO POROSO (CAPA DE RODADURA)

2.1.1 CONOCIMIENTO 1 (Análisis de T.P.D)

Corresponde al estudio del flujo de vehículos en una vía específica, para el diseño de pavimentos se tiene como finalidad la evaluación de la cantidad y tipo de vehículos que circulan en la vía, además de la intensidad de carga sobre los ejes. **(SÁNCHEZ MARLON, 2012)**

2.1.2 CONOCIMIENTO 2 (Calculo de la resistencia del Concreto poroso)

La guía para el diseño estructural de pavimentos de concreto convencional para estacionamientos está en el ACI 330R-01 y la guía para calles y carreteras en el comité ACI 325.12R.

Estos documentos utilizan diferentes aspectos del diseño de pavimentos. Las recomendaciones de diseño estructural en estos documentos no son necesariamente aplicables a su uso con pavimento poroso. Como no hay métodos estándar de prueba para el diseño de la resistencia del concreto permeable, la especificación de la resistencia del concreto debe ser evitada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Recientes estudios realizados por el Ing. Juan Antonio Charca Chura de la Universidad San Agustín de la ciudad de Arequipa, plantea lo siguiente:

La resistencia del concreto será calculada en función a la velocidad de infiltración y de acuerdo la intensidad de lluvia que queremos que soporte este pavimento poroso donde sea colocado.

(SÁNCHEZ MARLON, 2012)

Para eliminar la escorrentía superficial que se produce por las lluvias, la capacidad de infiltración del pavimento permeable tiene que ser mayor a la intensidad de lluvia o precipitación, entonces:

$$fp \geq I$$

fp : Capacidad de infiltración, mm/h
I : Intensidad de lluvia, mm/h

Calculo de la velocidad de infiltración:

$$fp = e \times Vp$$

e : Eficiencia de pavimento permeable
Vp : Velocidad de infiltración

La eficiencia del pavimento permeable es calculada mediante el ensayo de colmatación que se pudo realizar en esta investigación

(CHARCA CHURA, 2012)

La capacidad de infiltración es directamente proporcional al coeficiente de permeabilidad del concreto permeable, el cual está relacionado con el porcentaje de vacíos.

$$e \times Vp > I$$
$$e \times (k \times 1) > I$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para el cálculo del coeficiente de permeabilidad haremos uso de la siguiente ecuación:

$$K = 5 \times 10^{-6} \times U^{-2.3004}$$

U : Porcentaje de vacíos del concreto poroso %

Despejando el porcentaje de vacíos del concreto poroso obtenemos la siguiente ecuación:

$$U = (k/5 \times 10^{-6})^{1/2.3004}$$

Estas dos ecuaciones fueron extraídas del ensayo de permeabilidad y del ensayo de resistencia a la tensión indirecta que realizó el Ing. Juan Antonio Charca Chura a las muestras de concreto poroso en su investigación.

Una vez conocido el porcentaje de vacíos podremos determinar la resistencia a la tensión que requiere el concreto para el cálculo del espesor del pavimento poroso.

(CHARCA CHURA, 2012)

2.1.3 CONOCIMIENTO 3 (Selección del espesor del pavimento poroso)

No hay datos que brinden un diseño para un rendimiento como los de un pavimento estándar para el uso de tráfico prolongado de camiones pesados.

El éxito de los pavimentos construidos varía según la experiencia de los constructores tanto en diseños de mezcla, y las condiciones locales.

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

En el libro —Diseño de Pavimentos de Concreto, Construcción y Desempeño de Norbert Delatte (Concrete Pavement Design, Construction, and Performance) expone lo siguiente:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Según la resistencia a la flexión que obtenemos procederemos a calcular el espesor de la losa porosa, se desarrolló el diseño de las siguientes tablas que son aplicables para el concreto poroso y son las siguientes:

	13.5 MPa/m 50 psi/m	Esfuerzo de Flexión del Concreto							
		kPa	psi	kPa	psi	kPa	psi	kPa	psi
		3100	450	2750	400	2400	350	2100	300
Trafico	TPDA	Espesor de Pavimento Requerido							
		mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
Residencial	1	191	7.5	203	8	216	8.5	241	9.5
	10	216	8.8	229	9	254	10	276	10.5
Colector	25	241	9.5	254	10	280	11	305	12
	300	267	10.5	280	11	305	12	330	13
Arteria	100	280	11	305	12	330	13	356	14
Menor	300	292	11.5	318	12.5	343	13.5	381	15
	700	305	12	330	13	356	14	381	15
Arteria	700	330	13	356	14	381	15	419	16.5
Mayor	1500	330	13	356	14	394	15.5	432	17

Tabla 2-1 Espesores de Diseño para pavimentos de concreto permeable
Fuente: Concrete Pavement Design and Performance - Norbert Delatte, 2008

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

	20.3 MPa/m 75 psi/m	Esfuerzo de Flexión del Concreto							
		kPa	psi	kPa	psi	kPa	psi	kPa	psi
		3100	450	2750	400	2400	350	2100	300
Trafico	TPDA	Espesor de Pavimento Requerido							
		mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
Residencial	1	178	7	191	7.5	203	8	229	9
	10	203	8	216	8.5	229	9	254	10
Colector	25	229	9	241	9.5	254	10	280	11
	300	254	10	267	10.5	292	11.5	318	12.5
Arteria	100	267	10.5	280	11	305	12	330	13
Menor	300	280	11	292	11.5	318	12.5	356	14
	700	292	11.5	305	12	330	13	356	14
Arteria	700	305	12	330	13	356	14	381	15
Mayor	1500	318	12.5	330	13	368	14.5	394	15.5

Tabla 2-2 Espesores de Diseño para pavimentos de concreto permeable
Fuente: Concrete Pavement Design and Performance - Norbert Delatte, 2008

	27 MPa/m 100 psi/m	Esfuerzo de Flexión del Concreto							
		kPa	psi	kPa	psi	kPa	psi	kPa	psi
		3100	450	2750	400	2400	350	2100	300
Trafico	TPDA	Espesor de Pavimento Requerido							
		mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
Residencial	1	178	7	191	7.5	203	8	216	8.5
	10	191	7.5	216	8.5	229	9	241	9.5
Colector	25	216	8.5	229	9	254	10	280	11
	300	241	9.5	254	10	280	11	305	12
Arteria	100	254	10	280	11	292	11.5	318	12.5
Menor	300	267	10.5	280	11	305	12	343	13.5
	700	280	11	292	11.5	318	12.5	343	13.5
Arteria	700	292	11.5	318	12.5	343	13.5	368	14.5
Mayor	1500	305	12	318	12.5	343	13.5	381	15

Tabla 2-3 Espesores de Diseño para pavimentos de concreto permeable
Fuente: Concrete Pavement Design and Performance - Norbert Delatte, 2008

	40.5 MPa/m 150 psi/m	Esfuerzo de Flexión del Concreto							
		kPa	psi	kPa	psi	kPa	psi	kPa	psi
		3100	450	2750	400	2400	350	2100	300
Trafico	TPDA	Espesor de Pavimento Requerido							
		mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
Residencial	1	165	6.5	178	7	191	7.5	203	8
	10	191	7.5	203	8	216	8.5	229	9
Colector	25	203	8	216	8.5	241	9.5	254	10
	300	229	9	241	9.5	267	10.5	292	11.5
Arteria	100	241	9.5	254	10	280	11	305	12
Menor	300	254	10	267	10.5	292	11.5	318	12.5
	700	267	10.5	280	11	305	12	330	13
Arteria	700	280	11	292	11.5	318	12.5	356	14
Mayor	1500	280	11	305	12	330	13	356	14

Tabla 2-4 Espesores de Diseño para pavimentos de concreto permeable
Fuente: Concrete Pavement Design and Performance - Norbert Delatte, 2008

	54 MPa/m 200 psi/m	Esfuerzo de Flexión del Concreto							
		kPa	psi	kPa	psi	kPa	psi	kPa	psi
		3100	450	2750	400	2400	350	2100	300
Trafico	TPDA	Espesor de Pavimento Requerido							
		mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
Residencial	1	152	6	165	6.5	178	7	203	8
	10	178	7	191	7.5	203	8	229	9
Colector	25	203	8	216	8.5	229	9	254	10
	300	216	8.5	241	9.5	254	10	280	11
Arteria	100	229	9	254	10	267	10.5	292	11.5
Menor	300	241	9.5	267	10.5	280	11	305	12
	700	254	10	267	10.5	292	11.5	318	12.5
Arteria	700	267	10.5	292	11.5	305	12	343	13.5
Mayor	1500	280	11	292	11.5	318	12.5	343	13.5

Tabla 2-5 Espesores de Diseño para pavimentos de concreto permeable
Fuente: Concrete Pavement Design and Performance - Norbert Delatte, 2008

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.4 CONOCIMIENTO 4 (Diseño de juntas)

La baja relación a/c usada en el concreto permeable reduce el potencial de agrietamiento por contracción. Esto permite que las juntas estén espaciadas a mayores distancias que en el pavimento convencional o que se eliminen todas.

El ACI 522.1-08 recomienda que el espacio entre juntas de contracción no exceda los 6 m, y que la profundidad de la junta deba ser de 1/4 a 1/3 del grosor del pavimento (con un ancho de junta mínimo para el corte de 3 mm).

En lugar de cortarlas con sierra, las juntas en el concreto permeable son cinceladas con una herramienta de juntas. Las juntas cortadas en concreto permeable curado tienden a desmoronarse.

Si el pavimento permeable está contiguo a pavimento convencional, las juntas en los dos materiales deben alinearse para reducir el potencial de agrietamiento reflexivo de un panel al otro. **(SÁNCHEZ MARLON, 2012)**

2.1.5 CONOCIMIENTO 5 (Pruebas y especificaciones)

La aceptación del concreto permeable no se basa en su resistencia. Lo más importante para el éxito de un pavimento permeable es su contenido de vacío.

- ✓ La densidad (peso unitario) es el único campo de prueba requerido para el concreto permeable fresco.
- ✓ Las pruebas de asentamiento y contenido de aire para el concreto convencional no son aplicables para este tipo de mezcla de concreto sin finos.

En Estados Unidos, la Asociación Nacional de Concreto Premezclado (NRMCA, por sus siglas en inglés) ha introducido un programa para certificar a los maestros de concreto permeable, y el Instituto Americano del Concreto ACI ha publicado normas que proporcionarán guías. **(SÁNCHEZ MARLON, 2012)**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2 ELABORACION EXPERIMENTAL DE UNA LOSA PERMEABLE DE CONCRETO POROSO (CAPA DE RODADURA)

La losa permeable de concreto poroso se fabricó para demostrar la permeabilidad mediante un video y luego realizar un análisis numérico de la capacidad de permeabilidad con la cual fue diseñada esta losa permeable (5.86 mm/s) cuando entra en contacto directo con el agua (430 litros) , esta losa permeable de concreto poroso fue elaborado con el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO TRES (DM3) con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 9.21 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43.09 kg, Agua = 2.76 litros, Aditivo Plastificante retardante, reductor de agua de la marca EUCO (EUCO WR 51) = 46.04 ml) y 15% de vacíos en el diseño, este diseño se muestra en el Capítulo (IV) y analiza en el Capítulo (VI), con este concreto se obtuvo una buena capacidad de permeabilidad que fue registrada por el aparato denominado: Permeámetro de Carga Variable, (5.86 mm/s). Esta losa permeable de: (2 x 2 x 0.10m) se asienta sobre una subrasante de 15 cm de espesor y una subbase de 5 cm de espesor.

2.2.1 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE LA LOSA PERMEABLE DE CONCRETO POROSO (CAPA DE RODADURA)

- ✓ Lo primero que se realizo fue limpiar el área donde se fabricó la losa permeable, en este área limpia se colocó un plástico protector para evitar que la estructura entre en contacto directo con el piso de concreto del laboratorio facilitar la limpieza al finalizar el ensayo).

Figura 2.1 Superficie donde se construirá la losa permeable

Figura 2.2 Plástico protector para evitar danos en la superficie

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Luego comenzamos con el armado del encofrado de madera para el posterior vaciado de la losa de concreto poroso de 10 cm de espesor, las dimensiones de nuestro molde son de (2 x 2 x 0.30m).

Figura 2.3 Armado del encofrado de madera de dimensiones (2m x 2m x 0.30m)

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Seguidamente fabricamos nuestra subrasante de 15 cm de espesor y 10% de pendiente, utilizaremos de guía unos moldes de cartón que son colocados a los alrededores internos del encofrado y los enlazamos con pitas de color rojo.

Figura 2.4 Colocado de guías de cartón alrededor del encofrado

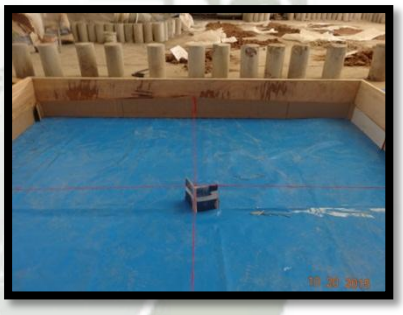


Figura 2.5 Enlaces con pita de color y rojo que sirven como nivel para fabricar la pendiente 10%

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Teniendo el nivel de referencia gracias a las guías colocadas procedemos a fabricar nuestra subrasante con 10% de pendiente, llenamos el encofrado con el suelo que se consiguio2 hasta el límite que indican las guías.

Figura 2.6 Comienzo de fabricación de subrasante con suelo granular

Figura 2.7 Nivelación del Suelo granular con la ayuda de la pita roja para lograr la pendiente (10%)

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Después de colocar el suelo granular procedemos con la compactación de esta (subrasante), con la ayuda de un rodillo metálico de 45 kg de peso.

Figura 2.8 Compactación de la subrasante con ayuda del rodillo metálico

Figura 2.9 Finalización de la compactación de la subrasante con ayuda del rodillo metálico

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Una vez lista nuestra subrasante colocamos un revestimiento geosintético que evitara que agua infiltrada por la losa permeable de concreto poroso entre en contacto con el suelo y este erosione con el pasar del tiempo produciendo deformaciones en la superficie de esta losa.

Figura 2.10 Colocación de revestimiento geosintetico

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Inmediatamente procedemos a colocar a los laterales del encofrado una malla metálica de acero para que sujete el concreto poroso cuando este seque y sea deseconfrado, evitando que se produzca desprendimientos en el contorno de la subbase conformada por agregado grueso de 1”,

Figura 2.11 Colocación de malla metálica para que sujetar el concreto a su secado

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Luego procedemos con la fabricar la subbase que consiste en una capa compactada de agregado grueso de 1” de 5 cm de espesor.

Figura 2.12 Fabricación de la subbase con agregado de 1”
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Luego de tener fabricada la subrasante, la subbase y teniendo el diseño de mezcla optimo procedemos con la fabricación de la losa permeable que tendrá 10 cm de espesor, primero procedemos con la elaboración y colocación del concreto poroso (vaciado), luego una vez colocado el concreto se realiza la compactación y nivelación del concreto con la ayuda de un rodillo metálico recomendado por el ACI522.

Figura 2.13 Inicio de fabricación de la losa permeable de 10 cm de espesor

Figura 2.14 Finalización del vaciado de la losa permeable de 10 cm de espesor

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Figura 2.15 Inicio de la nivelación de la losa permeable

Figura 2.16 Finalización de la nivelación de la losa permeable con ayuda del rodillo metálico

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ El curado lo realizamos apenas unos 20 minutos después de haber aplicado el concreto, la superficie la cubrimos con un plástico durante siete días.

Figura 2.17 Inicio del curado de la losa de concreto poroso
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Pasado los siete días retiramos el plástico y desencoframos la estructura, obteniendo de esta manera la losa permeable, con la ayuda de una amoladora retiramos los excesos que quedaron de la malla metálica hacia la superficie de la estructura.

Figura 2.18 Corte de la malla metálica al ras de la losa porosa
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Luego colocamos las cunetas a los costados de nuestra pequeña estructura, estas conducirán el agua que se infiltre atreves de su estructura porosa hacia el desagüe.

Figura 2.19 Colocación de cunetas de madera a los costados de la losa de concreto poroso

Figura 2.20 Finalización de colocado de cunetas de madera

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Una vez instaladas las cunetas se procedió con el pintado de la Losa Porosa con la inscripción en su superficie de: UCSM – ING. CIVIL.

Figura 2.21 Finalización de la fabricación de la losa porosa
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Luego instalamos el sistema de riego que bañara la capa permeable con 430 litros de agua para demostrar su permeabilidad mediante un video y posteriormente realizar el análisis matemático de la capacidad de permeabilidad que posee esta capa permeable que en este caso fue diseñada para infiltrar 5.86 mm/s de agua a través de su estructura permeable.

Figura 2.22 Finalización de instalación de sistema de riego
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Finalmente y luego de haber realizado esta demostración de permeabilidad procedemos con el análisis matemático de la capacidad de permeabilidad que posee esta capa permeable.

Figura 2.23 Área de riego de la losa permeable

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

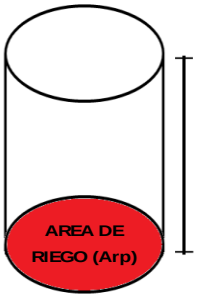
		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM
TITULO DE TESIS :	**Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**	

CAPACIDAD DE PERMEABILIDAD
ASTM C09.49 - ACI 522R-10

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 3

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Euco Plastificante	0,3	15%

Area total de la losa permeable (m2):	**Atp**	4
Area de Riego circular de la losa permeable (m2):	**Arp**	0,23
Capacidad permeable de diseño de la losa (mm/s):	**Cpd**	5,86
Altura de riego (mm/5min):	**Cp5**	1758
Altura de riego (m/5min):	**Cp5'**	1,758
Cantidad de agua para el riego de losa permeable (litros)	**Ca**	400



VOLUMEN DE RIEGO (Vr) = Arp x Cp5'
VOLUMEN DE RIEGO (Vr) = 0,230 x 1,758
VOLUMEN DE RIEGO (Vr) = 0,397 m3 = 400 Litros

Si:
4 m2 (Atp) >>>>> 100 % de eficiencia (Capacidad)
0,23 m2 (Arp) >>>>> X = 5,65 % de eficiencia (Capacidad)

Tabla 2-6 Calculo de la capacidad de permeabilidad

Fuente: Reporte del ACI 522R_10

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO III: PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL AGREGADO GRUESO

3.1 PROPIEDADES FISICO – MECANICAS

Las propiedades físico - mecánicas de los agregados tienen importancia en la trabajabilidad, consistencia, durabilidad y resistencia del concreto poroso.

Las propiedades mecánicas de los agregados se obtienen en base a las propiedades físicas de estos que son obtenidas mediante ensayos que se encuentran correctamente normados por: American Society for Testing and Materials ASTM, La Norma Técnica Peruana NTP, y La Norma Técnica del Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, los ensayos se realizan en un laboratorio de concreto certificado.

Las propiedades físico – mecánicas que obtenemos en el laboratorio nos ayudaran a ver los rendimientos y debilidades del concreto durante y después de su elaboración, estas irán variando de acuerdo a su procedencia CANTERA DE ORIGEN.

Para este trabajo de investigación se utilizó AGREGADO GRUESO de TMN de 3/4” y 3/8” ambos provenientes de la Cantera “LA PODEROSA” de la Ciudad de AREQUIPA.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

3.1.1 UBICACIÓN DE LA CANTERA “LA PODEROSA”

- ✓ **Nombre:** La Poderosa
- ✓ **Departamento:** Arequipa
- ✓ **Provincia:** Arequipa
- ✓ **Distrito:** Uchumayo
- ✓ **Altitud:** 2040 m.s.n.m
- ✓ **Coordenadas:** Latitud: 16°26'32.70"S
  Longitud: 71°38'5.93"O

Figura 3.1 Ubicación de la cantera “La Poderosa” en la ciudad de Arequipa - Perú

Fuente: Programa Google Earth

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2 MUESTREO DEL AGREGADO GRUESO

3.2.1 OBJETIVO

- ✓ Conocer el procedimiento de la toma de muestra.
- ✓ Determinar la cantidad de material mínima que indica las NTP 400.011 agregados. Definiciones y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos.
- ✓ Determinar la utilidad de la toma de muestras en la rama de la construcción.
- ✓ Clasificar la muestra según su procedencia, tipo, gradación y densidad.

(NTP_400.011, 1976)

3.2.2 FUNDAMENTO TEÓRICO

La toma de la muestra de los agregados constituye una operación en el proceso de control de calidad de la producción de concreto.

Equipos y Materiales:

- ✓ Balanza.
- ✓ Agregado grueso 3/4” y 3/8”.
- ✓ Pala.
- ✓ Badilejo.

(NTP_400.011, 1976)

3.2.3 PROCEDIMIENTO

Muestras representativas para agregado grueso no menor de 70kg.

a. Se echa un montón de agregado que se extiende con una pala hasta darle base circular y espesor uniforme.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b. Se divide el material, diametralmente en cuatro partes aproximadamente iguales, se toma dos partes opuestas que sean aproximadamente semejantes desechando las otras dos.

c. Se mezclan las partes elegidas y se recomienza la operación con el material elegido, este procedimiento se repetirá hasta la cantidad de muestra que se requiera.

d. A este procedimiento en obra también se le denomina CUARTEO.

(NTP_400.011, 1976)

Para toma de datos consideramos estas cantidades mínimas de muestreo:

Tipo de Árido	*Peso Mínimo de las muestras(kg)*
Agregado Fino (arena)	13
Agregado grueso con diámetro máx. de 20 mm	25
Agregado grueso con diámetro máx. de 40 mm	50

Tabla 3-1 Cantidades mínimas para muestreo

Fuente: NTP 400.011

Figura 3.2 Cuarteo al agregado grueso de 3/8”

Figura 3.3 Cuarteo al agregado grueso de 3/*4”*

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3 PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL AGREGADO GRUESO

Presentaremos un resumen de los diferentes ensayos a los que fueron sometidos el agregado grueso de 3/4” y 3/8”.

3.3.1 ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

3.3.1.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO

Este ensayo esta normado por:

ASTM	C136
NTP	400.012

El objetivo de este ensayo es, cuantitativamente, los tamaños de las partículas de agregados gruesos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada. Mediante este ensayo se determina la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura como son:

- ✓ Agregado de 3/4”: 1", 3/4", 3/8”, Nro. 4, Nro. 8
- ✓ Agregado de 3/8”: 1/2", 3/8”, Nro. 4, Nro. 8, Nro. 16

3.3.1.2 HUSOS GRANULOMETRICOS

El huso granulométrico es el número que se le asigna a la gradación del agregado cuando la distribución granulométrica calculada se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la tabla 2 de la norma del ASTM C-33, la tabla inicia la identificación a partir del tamaño máximo nominal y del porcentaje retenido acumulado que tiene el agregado estudiado, e indica los límites máximos y mínimos para su clasificación, los agregados de TMN de 3/4” y 3/8” utilizados en la presente investigación que provienen de la misma cantera LA PODEROSA presentan la siguiente gradación:

- ✓ Agregado de 3/4” Se encuentra en el huso Nro. 67
- ✓ Agregado de 3/8” Se encuentra en el huso Nro. 8

A continuación presentamos la tabla de requisitos de granulometría para A.G:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 2 Requisitos de granulometría para agregados gruesos

Número de Tamaño	Tamaño nominal (Tamices con aberturas cuadradas)	Cantidades más finas que pasan por un tamiz (abertura cuadrada) en porcentaje en masa													
		100 mm (4 in)	90 mm (3½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2½ in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1½ in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (⅜ in.)	4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N°16)	300 um (N°50)
1	90 a 37.5 mm (3½ a 1½ in.)	100	90 a 100	....	25 a 60	....	0 a 15	....	0 a 5	....	....	....	....	....	....
2	63 a 37.5 mm (2½ a 1½ in.)	....	....	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	....	0 a 5	....	....	....	....	....	....
3	50 a 25.0 mm (2 a 1 in	....	....	....	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	....	0 a 5	....	....	....	....	....
357	50 a 4.75 mm (2 in. A N°4)	....	....	....	100	95 a 100	....	35 a 70	....	....	....	0 a 5	....	....	....
4	37.5 a 19.0mm (1½ to ¾ in.)	....	....	....	....	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	....	0 a 5	....	....	....	....
467	37.5 a 4.75 mm (1½ A N° 4)	....	....	....	....	100	95 a 100	....	35 a 70	....	10 a 30	....	....	....	....
5	25.0 a 9.5 mm (1 a ½ in.)	....	....	....	....	....	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	....	....	....	....
56	25.0 a 4.75 mm (1 a ⅜ in.)	....	....	....	....	....	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	....	....	....
57	25.0 a 4.75 mm (1 in. A N°4)	....	....	....	....	....	100	95 a 100	....	25 a 60	....	0 a 10	0 a 5	....	....
6	19.0 a 9.5 mm (3/4 in a 3/8 in.)	....	....	....	....	....	....	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		....	....
67	19.0 a 4.75 mm (3/4 in a N°4)	....	....	....	....	....	....	100	90 a 100	....	20 a 55	0 a 10	0 a 5	....	....
7	12.5 a 4.75 mm (½ in. A N°4)	....	....	....	....	....	....	....	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	....	....
8	9.5 a 2.36 mm (3/8 in a N°8)	....	....	....	....	....	....	....	....	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	....
89	9.5 a 1.18 mm (3/8 in a N°16)	....	....	....	....	....	....	....	....	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
g[A]	4.75 a 1.18 mm (N°4 a N°16)	....	....	....	....	....	....	....	....	....	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

[A]El Agregado de número de tamaño 9 está definido en la norma terminología NTG/ASTM C 125 como un agregado fino. Esta incluido como un agregado grueso cuando está combinado con un material de número de tamaño 8 para crear un número de tamaño 89, que es un agregado grueso según está definido por la norma Terminología NTG/ASTM C 125.

Tabla 3-2 Clasificación requerida para el agregado grueso

Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-33

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.1.3 EQUIPO PARA EL ENSAYO

- ✓ Balanza, con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra Que va a ser ensayada.
- ✓ Tamices, Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado.
- ✓ Horno, de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110° ± 5°C (230° ± 9°F).

3.3.1.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- ✓ Primero se seleccionó un grupo de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar. Luego colocamos los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura.

Figura 3.4 Selección de tamices, cumpliendo las especificaciones del agregado que se va ensayar

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015,

- ✓ Seguidamente procedemos a echar el agregado grueso en los tamices

Figura 3.5 Colocación del agregado grueso dentro de los tamices

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015,

- ✓ Luego introducidnos los tamices en la máquina, aseguramos los tamices y la prendemos por 10 minutos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- ✓ Finalmente se pesa cada tamiz para saber el peso retenido en cada tamiz.

Figura 3.6 Medición de la cantidad de agregado
que quedo en cada tamices después del ensayo

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.1.5 DESCRIPCION DE RESULTADOS

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO:	LA PODEROSA
TMN DE LA MUESTRA ANALIZADA:	3/4"

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

ASTM C136 - NTP 400.012 - ASSHTO T27

TAMICES	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (kg)	% PESO RETENIDO	% PESO RET. ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	LIMITES HUSO Nro. 67 ASTM C33		
						Mallas	Limite inferior	Limite Superior
1"	**25.00**	0.0000	0.00	0.00	100.00	**1"**	100	100
3/4"	**19.00**	0.2500	6.25	6.25	93.80	**3/4"**	90	100
3/8"	**9.50**	1.9800	49.50	55.75	44.30	**3/8"**	20	55
Nro. 4	**4.75**	1.5520	38.80	94.55	5.50	**Nro. 4**	0	10
Nro. 8	**2.36**	0.2166	5.42	99.97	0.00	**Nro. 8**	0	5
FONDO	**0.00**	0.0010	0.03	100.0	0.00	**FONDO**	0	0
TOTAL		4.00						

TM	**1"**
TMN	**3/4"**
MF	**6.57**

$$MF = \frac{\sum \%retenido_acumulado(6" + 3" + 1\,1/2" + 3/4" + 3/8" + Nro.\,4 + Nro.\,8 + Nro.\,16 + Nro.\,30 + Nro.\,50 + Nro.\,100\ )}{100}$$

Tabla 3-3 Análisis granulométrico del agregado de 3/4" de la cantera "La poderosa"

Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-136

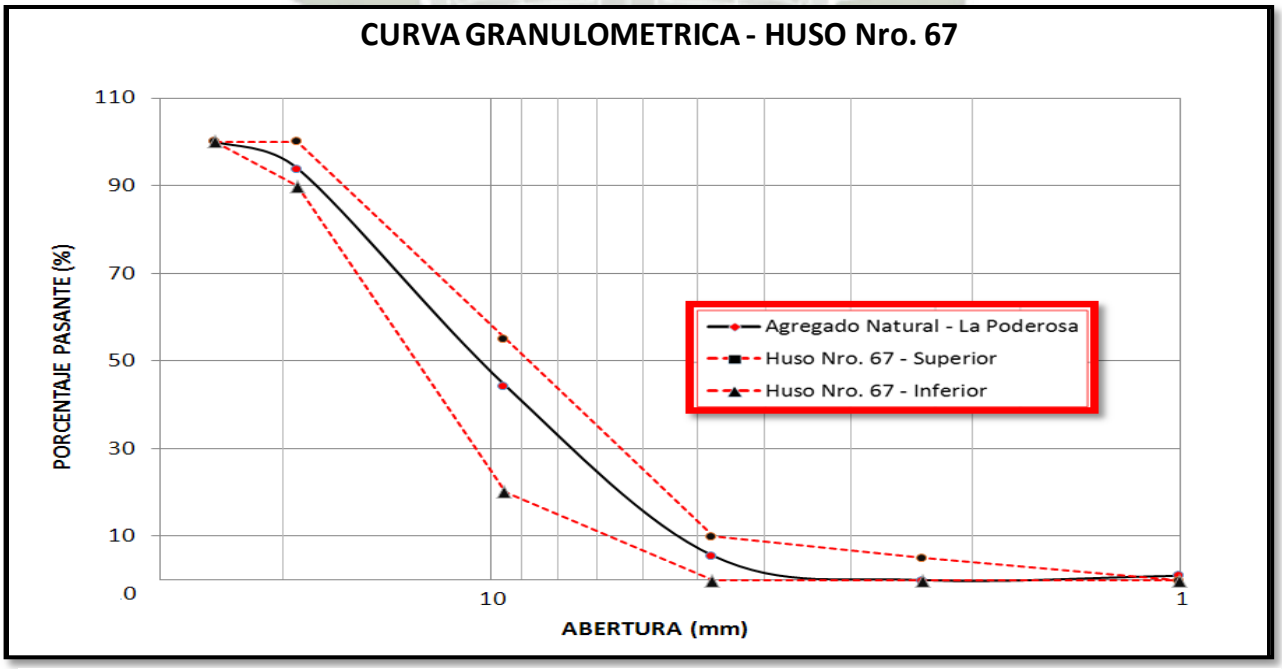


Figura 3.2 Curva granulométrica del agregado de 3/4", se encuentra normalizado y dentro de los límites del huso granulométrico Nro. 67

Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-33

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS :	Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa
CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO:	LA PODEROSA
TMN DE LA MUESTRA ANALIZADA:	3/8"

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

ASTM C136 - NTP 400.012 - ASSHTO T27

TAMICES	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (kg)	% PESO RETENIDO	% PESO RET. ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	LIMITES HUSO Nro. 8 ASTM C33		
						Mallas	Limite inferior	Limite Superior
1/2"	**12.50**	0.000	0.00	0.00	100.00	**1/2"**	100	100
3/8"	**9.50**	0.415	10.38	10.38	89.60	**3/8"**	85	100
Nro. 4	**4.75**	2.775	69.38	79.76	20.20	**Nro. 4**	10	30
Nro. 8	**2.36**	0.660	16.50	96.26	3.70	**Nro. 8**	0	10
Nro. 16	**1.18**	0.120	3.00	99.26	0.70	**Nro. 16**	0	5
FONDO	**0.000**	0.030	0.75	100.0	0.00	**FONDO**	0	0
TOTAL		4.00						

TM	**1/2"**
TMN	**3/8"**
MF	**5.86**

$$MF = \frac{\sum \%retenido_acumulado(6" + 3" + 1\,1/2" + 3/4" + 3/8" + Nro.\,4 + Nro.\,8 + Nro.\,16 + Nro.\,30 + Nro.\,50 + Nro.\,100\ )}{100}$$

Tabla 3-4 Análisis granulométrico del agregado de 3/8" de la cantera "La poderosa"

Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-136

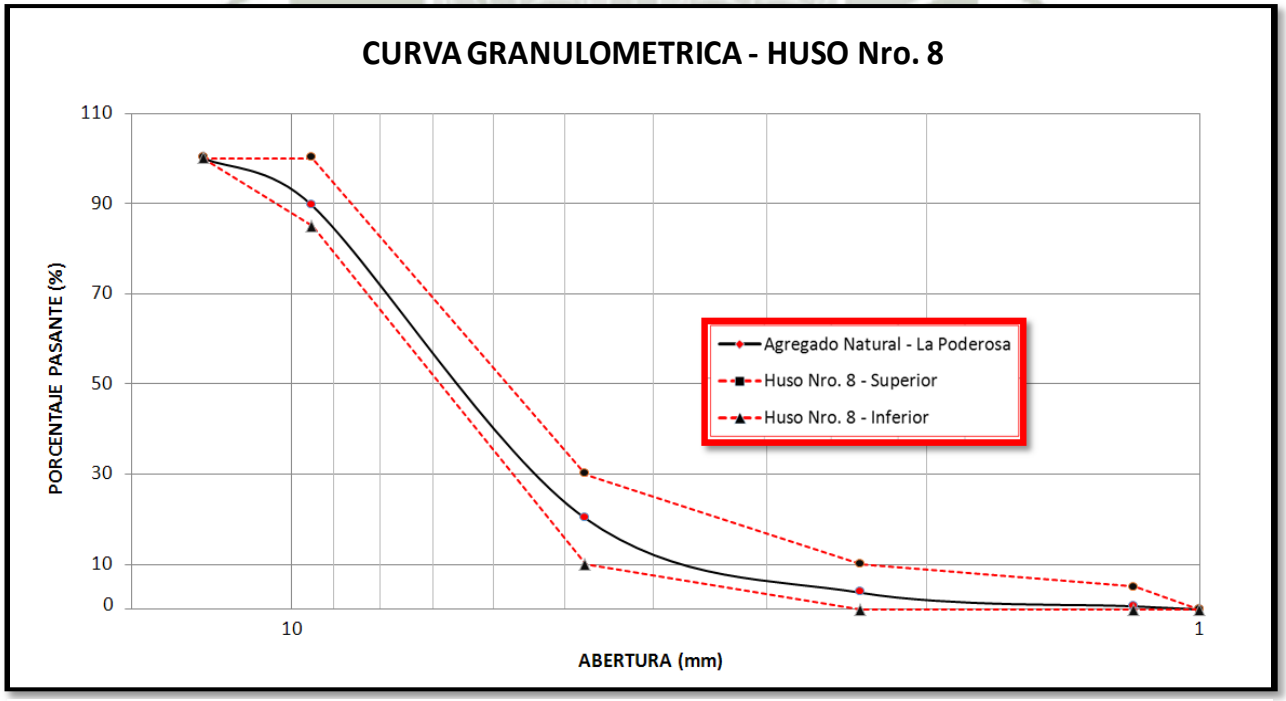


Figura 3.3 Curva granulométrica del agregado de 3/8", se encuentra normalizado y dentro de los límites del huso granulométricos Nro. 8

Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-33

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.2 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION DEL AGREDADO GRUESO

3.3.2.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO

Este ensayo esta normado por:

ASTM	C127
NTP	400.021

La gravedad específica" es la relación entre la densidad del material y la densidad del agua. De acuerdo a la condición de humedad del agregado la gravedad específica se determina en Condición seca o saturada con superficie seca (SSD).

Esta información nos permite hacer una relación entre el peso de los agregados y el volumen que ocupa dentro de la mezcla.

En los trabajos con concreto, el término gravedad específica se refiere a la densidad de la partícula individual y no a la masa de agregado como un entero.

"La capacidad de absorción" se determina encontrando el peso de un agregado bajo condición saturada (SSD) y en condición seca.

La diferencia en pesos expresada como porciento del peso seco es la capacidad de absorción. Esta información se requiere para balancear las necesidades de agua en la mezcla de hormigón.

3.3.2.2 EQUIPOS PARA EL ENSAYO

- ✓ Balanza, con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra.
- ✓ Canastilla metálica; como recipiente para la muestra en la pesada sumergida.
- ✓ Para nuestro agregado grueso con un Tamaño Máximo de 3/4", 3/8", se utilizara una canastilla con capacidad de 4 a 7 dm^3 (litros).
- ✓ Dispositivo de suspensión, se utilizará cualquier dispositivo que permita suspender la canastilla de la balanza una vez sumergida.
- ✓ Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de 110° ± 5°C.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.2.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- ✓ Primero se seleccionó alrededor de 1,000 gramos de agregado húmedo por el método de cuarteo.

- ✓ La muestra se lava inicialmente con agua hasta eliminar completamente el polvo u otras sustancias extrañas adheridas a la superficie de las partículas; se seca a continuación en una estufa a 100 °C – 110 °C y se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Una vez fría se pesa, repitiendo el secado hasta lograr peso constante, y se sumerge en agua, también a temperatura ambiente, durante 24 ± 4 horas.

- ✓ Después del periodo de inmersión, se seca la muestra del agua y se secan las partículas rodándolas sobre un pifio absorbente de gran tamaño, hasta que se elimine el agua superficial visible, secando individualmente los fragmentos mayores. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar cualquier evaporación de la superficie de los agregados.

Figura 3.9 Colocación del agregado dentro de la máquina de inmersión
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ A continuación, se determina el peso de la muestra en el estado de saturada con superficie seca (S.S.S.). Estas y todas las pesadas subsiguientes se realizarán con una aproximación de 0.5 g para pesos hasta 5000 g y de 0.0001 veces el peso de la muestra para pesos superiores.

- ✓ Luego se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergida en el agua, a la temperatura entre 21°C y 25°C y un peso unitario de 0.997 ± 0.002 g/cm^3.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar la inclusión de aire en la muestra sumergida, agitando convenientemente.

- ✓ La canastilla y la muestra deberán quedar completamente sumergidas durante la pesada y el hilo de suspensión será lo más delgado posible para que su inmersión no afecte a las pesadas.

Figura 3.10 Secado del agregado grueso para su posterior pesaje
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Se seca entonces la muestra en horno a 100 °C – 110 °C, se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y se determina su peso seco hasta peso constante.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.2.4 DESCRIPCION DE RESULTADOS

		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM
TITULO DE TESIS :	Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa	
CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO:	LA PODEROSA	
TMN DE LA MUESTRA ANALIZADA:	3/4"	

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION DEL AGREDADO GRUESO
ASTM C127 - NTP 400.021 - ASSHTO T81

Peso en el aire de la muestra seca (gr):	A	3029
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr):	B	3050
Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr):	C	1904
Gravedad Especifica de masa (gr/cm3):		2,64
Gravedad Especifica Aparente (S.S.S.) (gr/cm3):		2,66
Gravedad Especifica Aparente (gr/cm3):		2,69
Absorción (%):		0,69

Formulas:

$$GRAVEDAD\ ESPECIFICA\ DE\ MASA\ (\frac{gr}{cm3}) = \frac{A}{B-C}$$

$$GRAVEDAD\ ESPECIFICA\ CON\ SUPERFICIE\ SECA\ (\frac{gr}{cm3}) = \frac{B}{B-C}$$

$$GRAVEDAD\ ESPECIFICA\ APARENTE\ (\frac{gr}{cm3}) = \frac{A}{A-C}$$

$$ABSORCION\ (\%) = \frac{B-C}{A} * 100$$

Tabla 3-5 Calculo de la gravedad específica y absorción del agregado grueso de 3/4"
Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-127

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
LABORATORIO DE CONCRETO UCSM	
TITULO DE TESIS :	**Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**
CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO:	LA PODEROSA
TMN DE LA MUESTRA ANALIZADA:	3/8"

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION DEL AGREDADO GRUESO
ASTM C127 - NTP 400.021 - ASSHTO T81

Peso en el aire de la muestra seca (gr):	A	2999
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr):	B	3016
Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr):	C	1799
Gravedad Especifica de masa (gr/cm3):		2,46
Gravedad Especifica Aparente (S.S.S.) (gr/cm3):		2,48
Gravedad Especifica Aparente (gr/cm3):		2,50
Absorción (%):		0,57

Formulas:

$$GRAVEDAD\ ESPECIFICA\ DE\ MASA\ (\frac{gr}{cm3}) = \frac{A}{B-C}$$

$$GRAVEDAD\ ESPECIFICA\ CON\ SUPERFICIE\ SECA\ (\frac{gr}{cm3}) = \frac{B}{B-C}$$

$$GRAVEDAD\ ESPECIFICA\ APARENTE\ (\frac{gr}{cm3}) = \frac{A}{A-C}$$

$$ABSORCION\ (\%) = \frac{B-C}{A} * 100$$

Tabla 3-6 Calculo de la gravedad específica y absorción del agregado grueso de 3/8"

Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-127

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.3 PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DE LOS AGREGADOS

3.3.3.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO

Este ensayo esta normado por:

ASTM	C29
NTP	400.017

El siguiente ensayo nos permite conocer el peso unitario del agregado grueso en su condición compactada o suelta, este ensayo calcula los huecos entre las partículas en una masa de agregado grueso, el tamaño del agregado tiene que estar por debajo de 5 pulgadas (125mm).

✓ PESO UNITARIO SUELTO (PUS):

El concepto de PUS es importante cuando se trata de manejo, transporte y almacenamiento de los agregados debido a que estos se hacen en estado suelto.

✓ PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC):

Se denomina PUC cuando los granos han sido sometidos a compactación incrementando aso el grado de acomodamiento de las partículas de agregado y por lo tanto el valor de la masa unitaria, el PUC es importante desde el punto de vista de diseño de mezclas ya que con él se determinara el volumen absoluto de los agregados por cuanto estos van a estar sometidos a una compactación durante el proceso de colocación del hormigón.

El peso unitario nos servirá para seleccionar la dosificación de la mezcla de un concreto convencional, el peso unitario es un término desaprobado por normativa y se prefieres usar el término de “Densidad Aparente”.

“El porcentaje de vacíos” hallado en el ensayo es el espacio entre las partículas en una masa. Los espacios dentro de las partículas permeables o impermeables, no son incluidos en los huecos, el cálculo del porcentaje de vacíos se calcula en función del peso unitario y peso específico aparente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.3.2 EQUIPOS PARA EL ENSAYO

- ✓ Balanza, aparato especial para medir las muestras que se requerirán, debe medir con una exactitud de 0.1% con respecto al material usado.

- ✓ Varilla compactadora; de acero, cilíndrica, de 16 mm (5/8”) de diámetro, con una longitud aproximada de 600 mm (24”). Un extremo debe ser semiesférico y de 8 mm de radio (5/16”).

- ✓ Recipiente cilíndrico metálico, preferiblemente provisto de agarraderas, a prueba de agua, con el fondo y borde superior pulido, plano y suficientemente rígido, para no deformarse bajo duras condiciones de trabajo.

3.3.3.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

3.3.3.3.1 POR EL MÉTODO DEL APISONADO “PUC”

Para agregados de tamaño nominal menor o igual que 39 mm (1 ½´´).

- ✓ Primero colocamos el agregado en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente, hasta colmarlo.

Figura 3.11 Llenado del recipiente metálico con el agregado grueso

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Cada una de las capas se empareja con la mano y se apisona con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente en cada capa, utilizando el extremo semiesférico de la varilla, al apisonar la primera capa, debe evitarse que la varilla golpee el fondo del recipiente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Al apisonar las capas superiores, se aplica la fuerza necesaria para que la varilla solamente atraviese la respectiva capa.

Figura 3.12 Chuseo del agregado grueso para su acomodo dentro del recipiente metálico
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Una vez colmado el recipiente, se enrasa la superficie con la varilla, usándola como regla, y se pesa en la balanza.

Figura 3.13 Chuseo de la última capa formada por el agregado grueso para luego su enrase

Figura 3.14 Pesado del recipiente metálico con el agregado grueso dentro

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

3.3.3.3.2 POR EL MÉTODO DE LLENADO CON CUCHARAS GRANDES "PUS"

Para determinar el peso unitario del agregado suelto, para agregados de tamaño nominal hasta de 100 mm (4").

- ✓ Se llena el recipiente por medio de una herramienta, de modo que el agregado se descargue de una altura no mayor de 50 mm (2´´), por encima del borde hasta colmarlo. Se debe tener cuidado de que no se segreguen las partículas de las cuales se compone la muestra.

Figura 3.15 Llenado del recipiente metálico con agregado grueso sin chucear
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.3.4 DESCRIPCION DE RESULTADOS

		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM
TITULO DE TESIS :	Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa	
CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO:	LA PODEROSA	
TMN DE LA MUESTRA ANALIZADA:	3/4"	

PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DE LOS AGREGADOS
ASTM C29 - NTP 400.017 - ASSHTO T19

Peso del recipiente (kg):		5,213
Volumen interno del recipiente (m3):	V	0,009571844
Peso de la muestra suelta + peso del molde (kg):		18,296
Peso de la muestra compactada + peso del molde (kg):		19,825
Peso de la muestra suelta (kg):	Pms	13,083
Peso de la muestra compactada (kg):	Pmc	14,612
Gravedad Especifica Aparente (kg/m3):	S	2690
Densidad del agua (kg/m3):	W	1000
Peso Unitario suelto (kg/m3)	M1	1366,82
Peso Unitario Compactado (kg/m3)	M2	1526,56
Porcentaje de vacios del agregado suelto (%)		0,49
Porcentaje de vacios del agregado compactado (%)		0,43

Formulas:

$$PESO\ UNITARIO\ SUELTO(\frac{kg}{m3}) = \frac{Pms}{V}$$

$$PESO\ UNITARIO\ COMPACTADO\ (\frac{kg}{m3}) = \frac{Pmc}{V}$$

$$PORCENTAJE\ DE\ VACIOS\ AGREGADO\ SUELTO\ (\%) = 100 * ((S * W) - M1)/(S * M1)$$

$$PORCENTAJE\ DE\ VACIOS\ AGREGADO\ COMPACTADO\ (\%) = 100 * ((S * W) - M2)/(S * M2)$$

Tabla 3-7 Calculo del peso unitario y porcentaje de vacíos del agregado grueso de 3/4"
Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-29

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM
TITULO DE TESIS :	**Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**	
CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO:	**LA PODEROSA**	
TMN DE LA MUESTRA ANALIZADA:	**3/8"**	

PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DE LOS AGREGADOS
ASTM C29 - NTP 400.017 - ASSHTO T19

Peso del recipiente (kg):		5,213
Volumen interno del recipiente (m3):	V	0,009571844
Peso de la muestra suelta + peso del molde (kg):		18,445
Peso de la muestra compactada + peso del molde (kg):		20,42
Peso de la muestra suelta (kg):	Pms	13,232
Peso de la muestra compactada (kg):	Pmc	15,207
Gravedad Especifica Aparente (kg/m3):	S	2500
Densidad del agua (kg/m3):	W	1000
Peso Unitario suelto (kg/m3)	M1	1382,39
Peso Unitario Compactado (kg/m3)	M2	1588,72
Porcentaje de vacios del agregado suelto (%)		0,45
Porcentaje de vacios del agregado compactado (%)		0,36

Formulas:

$$PESO\ UNITARIO\ SUELTO\left(\frac{kg}{m3}\right) = \frac{Pms}{V}$$

$$PESO\ UNITARIO\ COMPACTADO\ \left(\frac{kg}{m3}\right) = \frac{Pmc}{V}$$

$$PORCENTAJE\ DE\ VACIOS\ AGREGADO\ SUELTO\ (\%) = 100 * ((S * W) - M1)/(S * M1)$$

$$PORCENTAJE\ DE\ VACIOS\ AGREGADO\ COMPACTADO\ (\%) = 100 * ((S * W) - M2)/(S * M2)$$

Tabla 3-8 Calculo del peso unitario y porcentaje de vacíos del agregado grueso de 3/8"
Fuente: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.4 CONTENIDO DE HUMEDAD

3.3.4.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO

Este ensayo esta normado por:

ASTM	D2216
MTC	E108

En los cálculos para el proporciona miento del concreto se considera al agregado en condiciones de saturado superficialmente seco, es decir, con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial. Esta situación, que no es correcta en la práctica, conviene para fines de clasificación. Como se sabe, el contenido de agua de la mezcla influye en la resistencia y otras propiedades del concreto poroso, en consecuencia es necesario controlar el porcentaje de agua.

Si los agregados están saturados y superficialmente secos no pueden absorber ni ceder agua durante el proceso de mezcla. Sin embargo, un agregado parcialmente seco resta agua, mientras que el agregado mojado, superficialmente húmedo, origina un exceso de agua en el Concreto. En estos casos es necesario reajustar el contenido de agua, sea agregando o restando un porcentaje adicional de agua, a fin de que el contenido de agua resulte el correcto.

3.3.4.2 EQUIPOS PARA EL ENSAYO

- ✓ Balanza, aparato especial para medir las muestras que se requerirán, debe medir con una exactitud de 0.1% con respecto al material usado.

- ✓ Recipientes metálicos, preferiblemente provistos de agarraderas, a prueba de agua, con el fondo y bordes superiores pulidos, planos y suficientemente rígidos, para no deformarse bajo duras condiciones de trabajo.

- ✓ Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.4.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- ✓ Primero se procedió a hacer el cuarteo para extraer la muestra de agregado grueso.

- ✓ Se sacó una porción aproximadamente de 1kg de cada tipo agregado grueso, agregado grueso de TMN 3/4" y de TMN 3/8" luego se procedió a saturarla por 24 horas por separado.

- ✓ Al día siguiente cada muestra es separa en recipientes para ser pesarlos en la balanza electrónica y luego ser introducidos al horno por 24 horas.

Figura 3.16 Colocado de las muestras en el horno

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Al día siguiente se sacan los recipientes del horno y se pesan en la balanza electrónica, luego se procede al cálculo del contenido de humedad.

Figura 3.17 Pesado de las muestras después de 24 horas transcurridas

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.4.4 DESCRIPCION DE RESULTADOS

		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM
TITULO DE TESIS :	Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa	
CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO:	LA PODEROSA	
TMN DE LA MUESTRA ANALIZADA:	3/4"	

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216 - MTC E108

Peso de la muestra (Kg):	Pm	3,000
Peso de muestra seca (Kg):	Pmsc	1,969
Contenido de humedad (%);		0,520

Formula:

$$CONTENIDO\ DE\ HUMEDAD\ (\%) = \frac{(Pm - Pmsc)}{Pmsc} * 100$$

Tabla 3-9 Calculo del contenido de humedad del agregado grueso de 3/4"
Fuente: Association for Testing Materials - ASTM D-2216

		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM
TITULO DE TESIS :	Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa	
CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO:	LA PODEROSA	
TMN DE LA MUESTRA ANALIZADA:	3/8"	

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216 - MTC E108

Peso de la muestra (Kg):	Pm	3,000
Peso de muestra seca (Kg):	Pmsc	2,850
Contenido de humedad (%);		0,050

Formula:

$$CONTENIDO\ DE\ HUMEDAD\ (\%) = \frac{(Pm - Pmsc)}{Pmsc} * 100$$

Tabla 3-10 Calculo del contenido de humedad del agregado grueso de 3/8"
Fuente: Association for Testing Materials - ASTM D-2216

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.4 CUADRO RESUMEN, PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DEL AGREGADO GRUESO

	UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
	LABORATORIO DE CONCRETO UCSM
TITULO DE TESIS :	**Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**
CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO:	LA PODEROSA
TMN DE LA MUESTRA ANALIZADA:	3/4"

CUADRO RESUMEN DE PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO GRUESO

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

TAMICES	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (kg)	% PESO RETENIDO	% PESO RET. ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	LIMITES HUSO Nro. 67 ASTM C33		
						Mallas	Limite inferior	Limite Superior
1"	**25,00**	0,0000	0,00	0,00	100,00	**1"**	100	100
3/4"	**19,00**	0,2500	6,25	6,25	93,80	**3/4"**	90	100
3/8"	**9,50**	1,9800	49,50	55,75	44,30	**3/8"**	20	55
Nro. 4	**4,75**	1,5520	38,80	94,55	5,50	**Nro. 4**	0	10
Nro. 8	**2,36**	0,2166	5,42	99,97	0,00	**Nro. 8**	0	5
FONDO	**0,00**	0,0010	0,03	100,0	0,00	**FONDO**	0	0
TOTAL		4,00						

TM	**1"**
TMN	**3/4"**
MF	**6,57**

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION DEL AGREDADO GRUESO

ASTM C127 - NTP 400.021 - ASSHTO T81

Peso en el aire de la muestra seca (gr):	A	3029
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr):	B	3050
Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr):	C	1904
Gravedad Especifica de masa (gr/cm3):		2,64
Gravedad Especifica Aparente (S.S.S.) (gr/cm3):		2,66
Gravedad Especifica Aparente (gr/cm3):		2,69
Absorción (%):		0,69

PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DE LOS AGREGADOS

ASTM C29 - NTP 400.017 - ASSHTO T19

Peso del recipiente (kg):		5,213
Volumen interno del recipiente (m3):	V	0,009571844
Peso de la muestra suelta + peso del molde (kg):		18,296
Peso de la muestra compactada + peso del molde (kg):		19,825
Peso de la muestra suelta (kg):	Pms	13,083
Peso de la muestra compactada (kg):	Pmc	14,612
Gravedad Especifica Aparente (kg/m3):	S	2690
Densidad del agua (kg/m3):	W	1000
Peso Unitario suelto (kg/m3)	M1	1366,82
Peso Unitario Compactado (kg/m3)	M2	1526,56
Porcentaje de vacios del agregado suelto (%)		0,49
Porcentaje de vacios del agregado compactado (%)		0,43

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D2216 - MTC E108

Peso de la muestra (Kg):	Pm	3,000
Peso de muestra seca (Kg):	Pmsc	1,969
Contenido de humedad (%);		0,520

Tabla 3-11 Cuadro resumen de las propiedades físicas obtenidas para el agregado grueso de 3/4"

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO:	LA PODEROSA
TMN DE LA MUESTRA ANALIZADA:	3/8"

CUADRO RESUMEN DE PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO GRUESO

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

TAMICES	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (kg)	% PESO RETENIDO	% PESO RET. ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	LIMITES HUSO Nro. 8 ASTM C33		
						Mallas	Limite inferior	Limite Superior
1/2"	**12,50**	0,000	0,00	0,00	100,00	**1/2"**	100	100
3/8"	**9,50**	0,415	10,38	10,38	89,60	**3/8"**	85	100
Nro. 4	**4,75**	2,775	69,38	79,76	20,20	**Nro. 4**	10	30
Nro. 8	**2,36**	0,660	16,50	96,26	3,70	**Nro. 8**	0	10
Nro. 16	**1,18**	0,120	3,00	99,26	0,70	**Nro. 16**	0	5
FONDO	**0,000**	0,030	0,75	100,0	0,00	**FONDO**	0	0
TOTAL		4,00						

TM	**1/2"**
TMN	**3/8"**
MF	**5,86**

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION DEL AGREDADO GRUESO
ASTM C127 - NTP 400.021 - ASSHTO T81

Peso en el aire de la muestra seca (gr):	A	2999
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr):	B	3016
Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr):	C	1799
Gravedad Especifica de masa (gr/cm3):		2,46
Gravedad Especifica Aparente (S.S.S.) (gr/cm3):		2,48
Gravedad Especifica Aparente (gr/cm3):		2,50
Absorción (%):		0,57

PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACIOS DE LOS AGREGADOS
ASTM C29 - NTP 400.017 - ASSHTO T19

Peso del recipiente (kg):		5,213
Volumen interno del recipiente (m3):	V	0,009571844
Peso de la muestra suelta + peso del molde (kg):		18,445
Peso de la muestra compactada + peso del molde (kg):		20,42
Peso de la muestra suelta (kg):	Pms	13,232
Peso de la muestra compactada (kg):	Pmc	15,207
Gravedad Especifica Aparente (kg/m3):	S	2500
Densidad del agua (kg/m3):	W	1000
Peso Unitario suelto (kg/m3)	M1	1382,39
Peso Unitario Compactado (kg/m3)	M2	1588,72
Porcentaje de vacios del agregado suelto (%)		0,45
Porcentaje de vacios del agregado compactado (%)		0,36

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216 - MTC E108

Peso de la muestra (Kg):	Pm	3,000
Peso de muestra seca (Kg):	Pmsc	2,850
Contenido de humedad (%);		0,050

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO IV: DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO POROSO

4.1 DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO POROSO

4.1.1 ACI 522R-10 – REPORTE SOBRE CONCRETO PERMEABLE

El proceso para desarrollar una proporción de mezcla de concreto poroso usualmente es de prueba y error. Por ejemplo:

Una serie de diseños de mezcla pueden desarrollarse en laboratorio y ser ensayados en campo para asegurarse el comportamiento y funcionamiento deseado, la filosofía principal del proporcionamiento del diseño de mezcla para concreto poroso es lograr un balance de lo siguiente:

- ✓ Porcentaje de vacíos
- ✓ Resistencia
- ✓ Contenido de pasta
- ✓ Trabajabilidad

Antes de comenzar realizar el diseño de mezclas es muy importante la elección de la relación a/c, ya que de esta en gran parte dependerá la resistencia final a la que llegue el concreto poroso, el reporte ACI 552R_10 recomienda utilizar una relación a/c entre (0.27 a 0.40).

- ✓ Al utilizar una relación de a/c en exceso se puede generar el colapso del sistema de poros, que es lo más importante en este tipo de concreto, ya que su propiedad principal es la de permitir el paso de agua a través de su estructura interna.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Al utilizar relaciones de a/c muy bajas la pasta de concreto poroso que se elabora suele estar muy seca y no es trabajable, si sucede esto se tiene que modificar esta relación e ir aumentándola gradualmente hasta obtener una pasta de concreto poroso lo más óptima posible.

El libro de los autores Tennis, P. y Akers, D.J. - "Pervious Concrete Pavements," nos recomienda lo siguiente:

En el concreto permeable, el contenido óptimo de agua produce una pasta de cemento muy húmeda con una alta viscosidad. Para una proporción de mezcla, y tamaño y tipo de agregado dados, existe un estrecho rango óptimo para la relación a/c. La pasta de cemento de esta mezcla óptima creará una adherencia suficiente entre las partículas del agregado sin escurrir hacia abajo a través de la red de poros y cerrando la estructura de huecos deseada.

Figura 4.1 Muestra de concreto poroso con poca cantidad de agua

Figura 4.2 Muestra de concreto poroso con adecuada cantidad de agua

Figura 4.3 Muestra de concreto poroso con demasiada agua

Fuente: Muestras de concreto poroso con diferentes cantidades de agua - Tennis et al, 2004

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se supone que la trabajabilidad del concreto permeable es satisfactoria si se usa suficiente agua de mezclado para impartir a la mezcla una apariencia de un metal mojado. Al comprimir y soltar un puñado de la mezcla, se deberá tener como resultado una mezcla que no se desmorona, ni presenta huecos, y no debe fluir la pasta de cemento separándose de las partículas del agregado. La consistencia correcta usualmente se obtiene a través de un proceso de prueba e inspección, lo que asegura que cada mezcla contenga la pasta de cemento suficiente para cubrir las partículas gruesas con una delgada capa brillante, dándole un resplandor metálico.

En las siguientes imágenes podemos observar el proceso de la elaboración de la pasta de concreto poroso con una baja relación de a/c.

Figura 4.5 Pasta de concreto poroso con agregado de 3/4", relación a/c de 0.27, sin incluir aditivo

Figura 4.4 Pasta de concreto poroso con agregado de 3/8", relación a/c de 0.27, sin incluir aditivo

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

En estas figuras podemos aprecias que la pasta se encuentra muy seca, esto paso por utilizar relaciones de a/c entre 0.27 - 0.28, para mejorar la condición de la pasta modificamos las relaciones de a/c entre 0.3 - 0.35 y agregamos aditivo de dos marcas diferentes para tener mejores resultados tanto en trabajabilidad como en resistencia, y fueron:

- ✓ SIKAMENT - 306 cumple con la norma ASTM C 494 tipo G.
- ✓ EUCO WR - 51 cumple con la norma ASTM C 494 tipo D.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2 DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN EL COMITÉ ACI_522R-10

El Capítulo 6 del Comité ACI 522R-10 nos da un métodos para proporciones de concreto poroso que pretende ser utilizado para pavimentos y otras aplicaciones donde el drenaje, filtración y alta porosidad es requerida. Los resultados de las pruebas iniciales pueden ser modificados para esperar alcanzar mejores resultados en la producción final, el comité ACI 5522_R-10 nos da un diseño de mezcla en base al trabajo realizado por el comité ACI 211.3-02, apéndice N° 6.

El ACI 522R_10 nos proporciona un método de diseño de mezclas *que* aplica conceptos de volúmenes absolutos, este reporte nos proporciona el siguiente procedimiento para elaborar concreto poroso por m3:

1) Determinación de la resistencia promedio.
2) Determinación del peso del agregado.
3) Ajustar el peso en estado Saturado Superficialmente Seco (SSS).
4) Determinación del volumen de la pasta.
5) Determinación del contenido de cemento.
6) Determinación del contenido de agua.
7) Determinación del volumen sólido.
8) Determinación del porcentaje de vacíos.
9) Determinación de la porosidad estimada.
10) Diseño final para concreto poroso (m3) - (p3).
11) Proporciones – Dosificación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A continuación se explica los puntos más relevantes que presenta el diseño de mezclas recomendado por el ACI 522R_10, “REPORTE SOBRE EL CONCRETO PERMEABLE”

4.2.1 RESISTENCIA PROMEDIO

Según el reporte del ACI 522R_10 el porcentaje de vacíos con el que se diseña la pasta de concreto nos permite determinar la resistencia a la compresión aproximada.

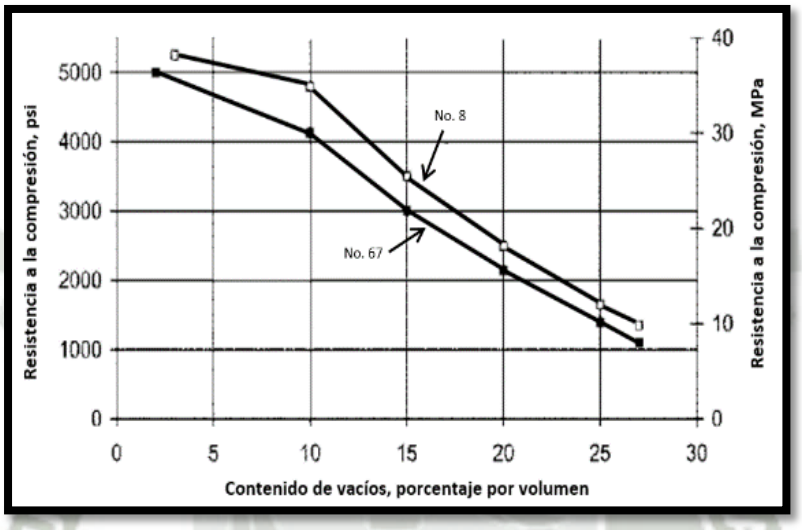


Figura 4.6 Relación entre el Contenido de Vacíos y Resistencia a la Compresión

Fuente: Comité ACI 211.3. Apéndice 6

4.2.2 PESO DEL AGREGADO

Las pruebas de peso unitario seco-compactado de agregado grueso (*b/bo*) hecho por la National Agregates Association – National Ready Mixed Concrete Association (NAA – NRMCA) muestra que el peso unitario seco-compactado del agregado grueso determinado de acuerdo con la norma ASTM C29 puede usarse en el proporcionamiento del concreto permeable.

Donde:

b/bo = volumen seco compactado de AG por unidad de volumen de concreto.

b = volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

bo = volumen de agregado grueso por unidad de volumen de agregado grueso.

El valor b/bo automáticamente se compensa por los efectos de las diferentes formas de las partículas de los agregados, la graduación o tamaño, y el peso

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

específico. Además, para un rango de agregados de tamaño máximo nominal normalmente usados para concreto permeable (3/8" a 3/4") los valores *b/bo* son muy similares (ACI 211.3R, 1998). La siguiente fig.. muestra los valores de *b/bo* para agregado grueso de tamaños No. 8 (3/8") y No. 67 (3/4") para un contenido de agregado fino de 0%, 10% y 20% del total de agregado.

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b_o	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Tabla 4-1 Valores Efectivos de b/bo

Fuente: Comité ACI 211.3. Apéndice 6

4.2.3 VOLUMEN DE PASTA

El procedimiento de proporcionamiento para concreto permeable está basado en el volumen de pasta necesario para mantener unidas las partículas de agregado, mientras se mantiene la estructura de vacíos.

El siguiente grafico nos muestra dos curvas, las cuales definen el tipo de compactación que se tendrá en cuenta durante el vaciado del concreto poroso y durante la elaboración de muestras (briquetas) in situ, estas son: ligeramente compactada, donde se incrementa el volumen de pasta y la bien compactada disminuyendo el volumen del pasta, estas condición se identifica en un mismo porcentaje de vacíos.

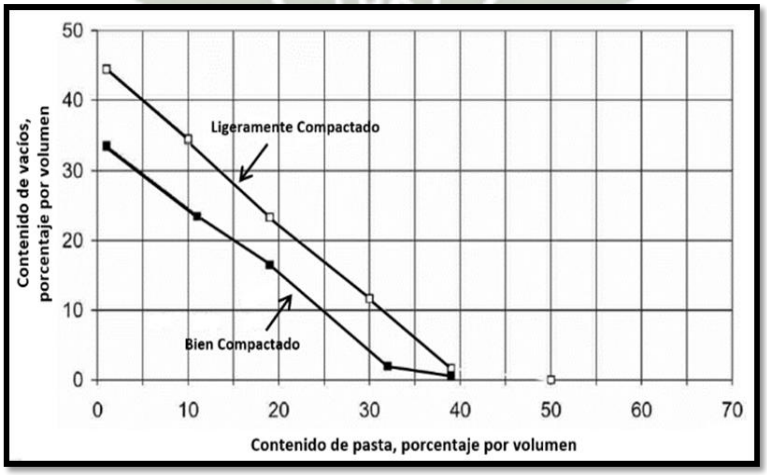


Figura 4.7 Relación entre pasta y contenido de vacíos para agregados de Tamaño Nº 8 según designación de la Norma ASTM C 33.

Fuente: Comité ACI 211.3. Apéndice 6

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2.4 VELOCIDAD DE PERCOLACION DEL CONCRETO POROSO

La elección de la velocidad de percolación de aguas fluviales depende del porcentaje de vacíos presente dentro del concreto poroso, el porcentaje de vacíos es la cantidad de huecos que debe tener el concreto poroso en su estructura interna para que este trabaje de forma adecuada ante la precipitación que se presente.

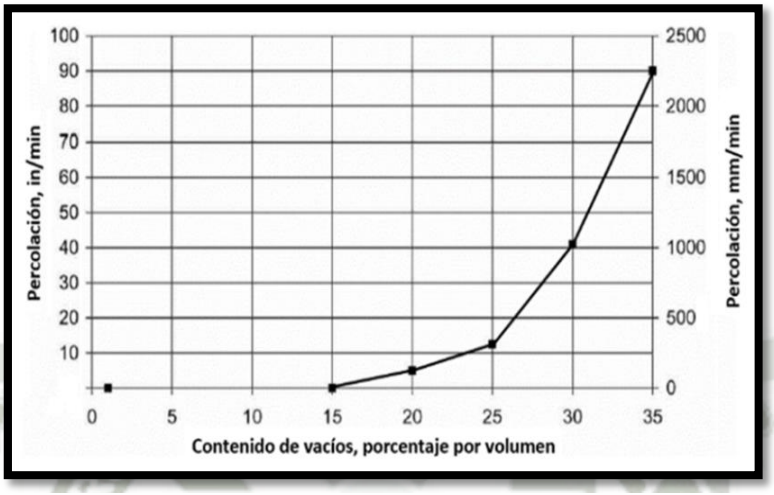


Figura 4.8 Contenido de Vacíos Mínimo para la percolación basada en pruebas y Métodos de Ensayo de la NAA-NRMCA (National Aggegates Association-National Ready Mixed Concrete Association).

Fuente: Comité ACI 211.3. Apéndice 6

4.2.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN

Los diseños SSS representan la condición del agregado en condición de saturado superficialmente seco, es decir que nuestro agregado ya tiene agua en su interior.

El porcentaje de humedad es la condición actual del agregado que por motivo de exposición al ambiente ha podido perder o ganar agua, el porcentaje de absorción es la capacidad que tiene el agregado de absorber agua, entonces al contenido de humedad (condición presente en el vaciado), le resta el porcentaje de absorción (capacidad de absorber agua), estamos conociendo la cantidad de agua que el agregado va absorber durante el vaciado, por lo tanto, se sabe de la cantidad de agua que debemos retirar o adicionar del diseño SSS para corregirlo, teniendo:

%CH > Abs. : Se retira agua en el diseño SSS.
%CH < Abs. : Se adiciona agua al diseño SSS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.3 DISEÑOS DE MEZCLA DE LA INVESTIGACIÓN

Para la esta investigación se realizaron diecisiete diseños de mezcla, los primeros ocho fueron diseños de prueba que fueron corregidos de acuerdo a las recomendaciones del reporte ACI 522R_10, los otros ocho diseños fueron los corregidos y por tanto los diseños óptimos que cumplen las expectativas deseadas para esta investigación, se hizo un diseño de mezclas extra que se elaboró sin la utilización de ningún tipo de aditivo, el agregado grueso que se utilizó es de la cantera “LA PODEROSA” ubicada en la ciudad de Arequipa.

A continuación presentamos las siguientes tablas, que son los resúmenes de las características presentes en los dieciséis primeros diseños realizados.

Diseños de mezcla de prueba para concreto poroso - Sin corrección									
Diseño de Mezcla	Huso Granulometrico Nro 67				Diseño de Mezcla	Huso Granulometrico Nro 67			
	TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios		TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
DMP1	3/4"	Sika Plastificante	0,27	15%	DMP2	3/4"	Sika Plastificante	0,34	20%
DMP3	3/4"	Euco Plastificante	0,27	15%	DMP4	3/4"	Euco Plastificante	0,34	20%

Tabla 4-2 Resumen de diseños de mezclas sin corregir utilizados en la investigación, elaborados con agregado de 3/4”

Fuente: Elaboración propia

Diseños de mezcla de prueba para concreto poroso - Sin corrección									
Diseño de Mezcla	Huso Granulometrico Nro 8				Diseño de Mezcla	Huso Granulometrico Nro 8			
	TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios		TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
DMP5	3/8"	Sika Plastificante	0,27	15%	DMP6	3/8"	Sika Plastificante	0,34	20%
DMP7	3/8"	Euco Plastificante	0,27	15%	DMP8	3/8"	Euco Plastificante	0,34	20%

Tabla 4-3 Resumen de diseños de mezclas sin corregir utilizados en la investigación, elaborados con agregado de 3/8”

Fuente: Elaboración propia

Diseños de mezcla para concreto poroso - Corregidos									
Diseño de Mezcla	Huso Granulometrico Nro 67				Diseño de Mezcla	Huso Granulometrico Nro 67			
	TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios		TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
DM1	3/4"	Sika Plastificante	0,30	15%	DM2	3/4"	Sika Plastificante	0,35	20%
DM3	3/4"	Euco Plastificante	0,30	15%	DM4	3/4"	Euco Plastificante	0,35	20%

Tabla 4-4 Resumen de diseños de mezclas corregidos utilizados en la investigación, elaborados con agregado de 3/4”

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla para concreto poroso - Corregidos									
Diseño de Mezcla	Huso Granulometrico Nro 8				Diseño de Mezcla	Huso Granulometrico Nro 8			
	TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios		TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
DM5	3/8"	Sika Plastificante	0,3	15%	DM6	3/8"	Sika Plastificante	0,35	20%
DM7	3/8"	Euco Plastificante	0,3	15%	DM8	3/8"	Euco Plastificante	0,35	20%

Tabla 4-5 Resumen de diseños de mezclas sin corregir utilizados en la investigación, elaborados con agregado de 3/8"

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

4.3.1 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM1) - CONCRETO POROSO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

Diseño de Mezclas para Pavimento Permeable - Concreto Poroso - DM1

Caracteristicas de diseño	
% de Vacios	15 %
Relacion (a/c)	0,3

Aditivo	
SIKA Plastificante	
Dosis	0,5 - 0,8 %

Cemento Portland IP	
Peso Especifico	2850 kg/m3

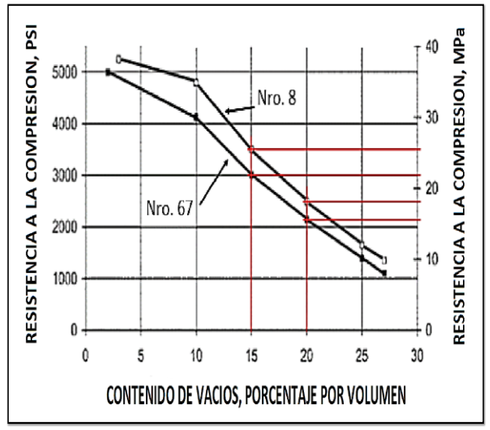
Agregado Grueso (3/4") Huso Nro. 67	
PVSC	1526,56 kg/m3
Gravedad Especifica	2,69 gr/cm3
Absorción	0,69 %

Agregado Fino
No incluye

* VALORES QUE SE MODIFICAN SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLAS

PVSC = Peso Volumetrico
Superficialmente Compactado

Paso 1: Determinación de la resistencia promedio.



% de Vacios	=	15 %
f'c	=	220 kg/cm2

Paso 2: Determinación del peso del agregado.

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b_o	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

wa = (PVSC)(b/bo)

Wa = 1526,56 x 0,99

Wa	=	1511,29 kg/m3

Paso 3: Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco.

Wssd= (wa)[1+(Absorción)]

Wssd = 1511,29 x 1,0069

Wssd	=	1521,72 kg/m3 (SSS)

Paso 4: Determinación del volumen de pasta.

VP	=	0,20 m3

Paso 5: Determinación del contenido de cemento.

c = [(VPx1000)/(0.315 + a/c)]

$$c = \frac{200}{0{,}315 + 0{,}3}$$

c	=	325,20 kg/m3

Paso 6: Determinación del contenido de agua.

w = c(a/c)

w = 325,20 x 0,3

w	=	97,56 lts/m3

Paso 7: Determinación de volumen sólido.

Volumen de AG. (Va) = Wssd / Grd. Esp.

Volumen de AG. (Va) = 1521,72 / 2690

Volumen de AG.(Va)	=	0,566 m3

Volumen de cemento (Vc) = c / P.E.

Volumen de cemento (Vc) = 325,20 / 2850

Volumen de cemento (Vc)	=	0,114 m3

Volumen de agua (Vw) = w / P.E. (agua)

Volumen de agua (Vw) = 97,56 / 1000

Volumen de agua (Vw)	=	0,098 m3

Total de Volumen Sólido (Vs) = Va + Vc + Vw

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,566 + 0,114 + 0,098

Total de Volumen Sólido (Vs)	=	0,778 m3

Paso 7.1 "Resumen de resultados"

Volumen de Agregado (Va)	=	0,566 m3
Volumen de cemento (Vc)	=	0,114 m3
Volumen de agua (Vw)	=	0,098 m3
Volumen total (Vs)	=	0,778 m3

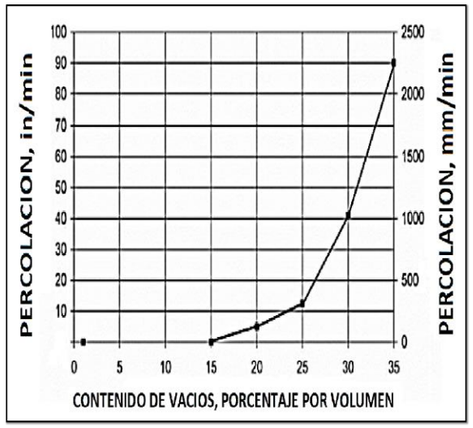
Paso 8: Determinación de porcentaje de vacíos.

Porcentaje de vacios = (Vtot – Vs)x100

Porcentaje de vacios = (1 - 0,778) x 100

Porcentaje de vacios	=	22 %

Paso 9: Determinacion de la porosidad estimada (m2).



Percolacion	=	240 mm/mim

Percolacion	=	4,00 mm/seg

Paso 10: Diseño final para concreto poroso (m3).

c	=	325,20 kg/m3
AG	=	1521,72 kg/m3
w	=	97,56 lts/m3
Adv	=	2601,6 ml

Dosis de aditivo (SIKA Plastificante)
0,5 % - 0,8 %
Dosis utilizada
0,8 % Del peso del cemento

Paso 10.1: Diseño final para concreto poroso (p3).

c	=	9,21 Kg/p3
AG	=	43,09 Kg/p3
w	=	2,76 Lts/p3
Adv	=	73,67 ml

Paso 11: Proporciones - Dosificación.

c	=	1
AG	=	4,68
w	=	0,3
Adv	=	0,8 %

DM1

Fuente: ACI 522R_10 - Diseño de mezcla de concreto poroso, elaborado con agregado de 3/4"

4.3.2 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM2) - CONCRETO POROSO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

Diseño de Mezclas para Pavimento Permeable - Concreto Poroso - DM2

Caracteristicas de diseño	
% de Vacios	20 %
Relacion (a/c)	0,35

Aditivo	
SIKA Plastificante	
Dosis	0,5 - 0,8 %

Cemento Portland IP	
Peso Especifico	2850 kg/m3

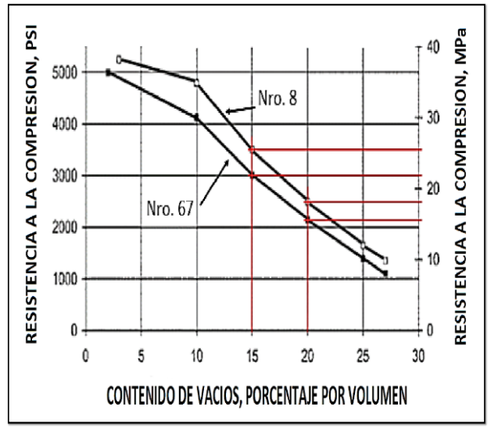
Agregado Grueso (3/4") Huso Nro. 67	
PVSC	1526,56 kg/m3
Gravedad Especifica	2,69 gr/cm3
Absorción	0,69 %

Agregado Fino
No incluye

* VALORES QUE SE MODIFICAN SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLAS

PVSC = Peso Volumetrico Superficialmente Compactado

Paso 1: Determinación de la resistencia promedio.



% de Vacios	=	15 %
f'c	=	160 kg/cm2

Paso 2: Determinación del peso del agregado.

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b_o	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

wa = (PVSC)(b/bo)

Wa = 1526,56 x 0,99

Wa = 1511,29 kg/m3

Paso 3: Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco.

Wssd= (wa)[1+(Absorción)]

Wssd = 1511,29 x 1,0069

Wssd = 1521,72 kg/m3 (SSS)

Paso 4: Determinación del volumen de pasta.

VP = 0,15 m3

Paso 5: Determinación del contenido de cemento.

c = [(VPx1000)/(0.315 + a/c)]

$$c = \frac{150}{0{,}315 + 0{,}35}$$

c = 225,56 kg/m3

Paso 6: Determinación del contenido de agua.

w = c(a/c)

w = 225,56 x 0,35

w = 78,95 lts/m3

Paso 7: Determinación de volumen sólido.

Volumen de AG. (Va) = Wssd / Grd. Esp.

Volumen de AG. (Va) = 1521,72 / 2690

Volumen de AG.(Va) = 0,566 m3

Volumen de cemento (Vc) = c / P.E.

Volumen de cemento (Vc) = 225,56 / 2850

Volumen de cemento (Vc) = 0,079 m3

Volumen de agua (Vw) = w / P.E. (agua)

Volumen de agua (Vw) = 78,95 / 1000

Volumen de agua (Vw) = 0,079 m3

Total de Volumen Sólido (Vs) = Va + Vc + Vw

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,566 + 0,079 + 0,079

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,724 m3

Paso 7.1 "Resumen de resultados"

Volumen de Agregado (Va)	=	0,566 m3
Volumen de cemento (Vc)	=	0,079 m3
Volumen de agua (Vw)	=	0,079 m3
Volumen total (Vs)	=	0,724 m3

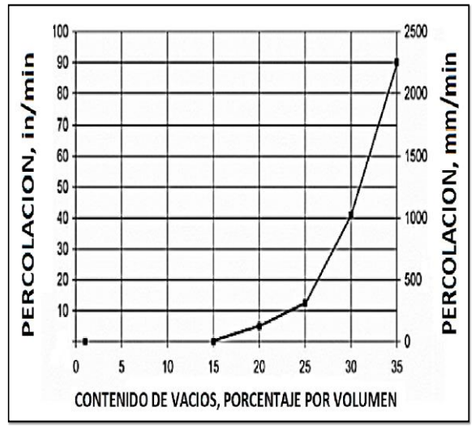
Paso 8: Determinación de porcentaje de vacíos.

Porcentaje de vacíos = (Vtot – Vs)x100

Porcentaje de vacíos = (1 - 0,724) x 100

Porcentaje de vacíos = 26 %

Paso 9: Determinacion de la porosidad estimada (m2).



Percolacion = 500 mm/mim

Percolacion = 8,33 mm/seg

Paso 10: Diseño final para concreto poroso (m3).

c	=	225,56 Kg/m3
AG	=	1521,72 Kg/m3
w	=	78,946 Lts/m3
Adv	=	1804,48 ml

Dosis de aditivo (SIKA Plastificante)
0,5 % - 0,8 %
Dosis utilizada
0,8 % Del peso del cemento

Paso 10.1: Diseño final para concreto poroso (p3).

c	=	6,39 Kg/p3
AG	=	43,09 Kg/p3
w	=	2,24 Lts/p3
Adv	=	51,10 ml

Paso 11: Proporciones - Dosificación.

c	=	1
AG	=	6,75
w	=	0,35
Adv	=	0,8 %

DM2

Fuente: Fuente: ACI 522R_10 - Diseño de mezcla de concreto poroso, elaborado con agregado de 3/4”

4.3.3 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM3) - CONCRETO POROSO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

Diseño de Mezclas para Pavimento Permeable - Concreto Poroso - DM3

Caracteristicas de diseño	
% de Vacios	15 %
Relacion (a/c)	0,3

Aditivo	
EUCO Plastificante	
Dosis	0,2 - 0,5 %

Cemento Portland IP	
Peso Especifico	2850 kg/m3

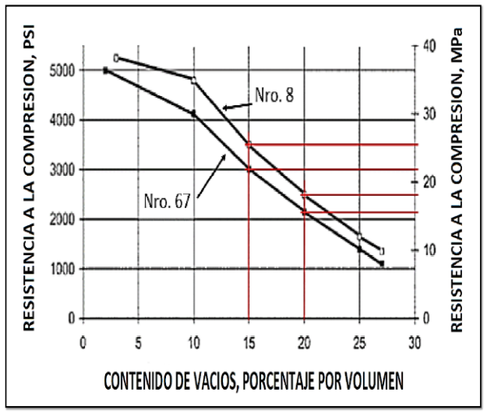
Agregado Grueso (3/4") Huso Nro. 67	
PVSC	1526,56 kg/m3
Gravedad Especifica	2,69 gr/cm3
Absorción	0,69 %

Agregado Fino
No incluye

* VALORES QUE SE MODIFICAN SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLAS

PVSC = Peso Volumetrico
Superficialmente Compactado

Paso 1: Determinación de la resistencia promedio.



% de Vacios	=	15 %
f'c	=	220 kg/cm2

Paso 2: Determinación del peso del agregado.

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b_o	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

wa = (PVSC)(b/bo)

Wa = 1526,56 x 0,99

Wa = 1511,29 kg/m3

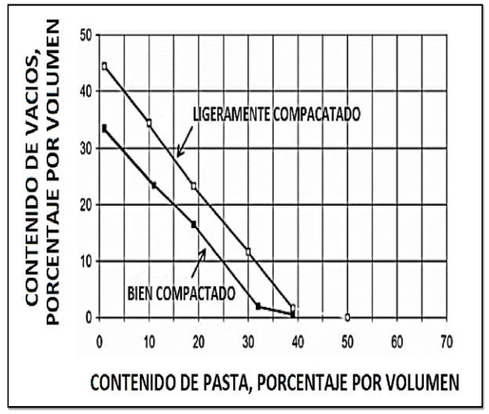
Paso 3: Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco.

Wssd= (wa)[1+(Absorción)]

Wssd = 1511,29 x 1,0069

Wssd = 1521,72 kg/m3 (SSS)

Paso 4: Determinación del volumen de pasta.



VP = 0,20 m3

Paso 5: Determinación del contenido de cemento.

c = [(VPx1000)/(0.315 + a/c)]

$$c = \frac{200}{0{,}315 + 0{,}3}$$

c = 325,20 kg/m3

Paso 6: Determinación del contenido de agua.

w = c(a/c)

w = 325,20 x 0,3

w = 97,56 lts/m3

Paso 7: Determinación de volumen sólido.

Volumen de AG. (Va) = Wssd / Grd. Esp.

Volumen de AG. (Va) = 1521,72 / 2690

Volumen de AG.(Va) = 0,566 m3

Volumen de cemento (Vc) = c / P.E.

Volumen de cemento (Vc) = 325,20 / 2850

Volumen de cemento (Vc) = 0,114 m3

Volumen de agua (Vw) = w / P.E. (agua)

Volumen de agua (Vw) = 97,56 / 1000

Volumen de agua (Vw) = 0,098 m3

Total de Volumen Sólido (Vs) = Va + Vc + Vw

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,566 + 0,114 + 0,098

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,778 m3

Paso 7.1 "Resumen de resultados"

Volumen de Agregado (Va)	=	0,566 m3
Volumen de cemento (Vc)	=	0,114 m3
Volumen de agua (Vw)	=	0,098 m3
Volumen total (Vs)	=	0,778 m3

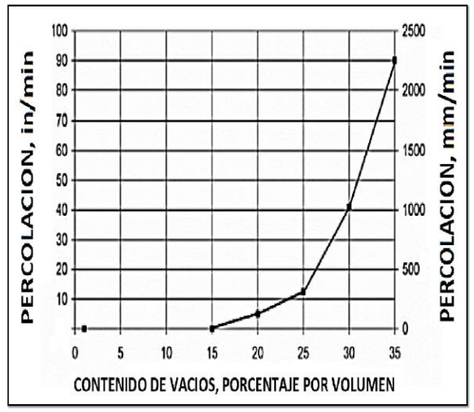
Paso 8: Determinación de porcentaje de vacíos.

Porcentaje de vacíos = (Vtot – Vs)x100

Porcentaje de vacíos = (1 - 0,778) x 100

Porcentaje de vacíos = 22 %

Paso 9: Determinacion de la porosidad estimada (m2).



Percolacion = 240 mm/mim

Percolacion = 4,00 mm/seg

Paso 10: Diseño final para concreto poroso (m3).

c =	325,20 Kg/m3
AG =	1521,72 Kg/m3
w =	97,56 Lts/m3
Adv =	1626 ml

Dosis de aditivo (EUCO Plastificante)		
0,2 %	-	0,5 %
Dosis utilizada		
0,5 %	Del peso del cemento	

Paso 10.1: Diseño final para concreto poroso (p3).

c =	9,21 Kg/p3
AG =	43,09 Kg/p3
w =	2,76 Lts/p3
Adv =	46,04 ml

Paso 11: Proporciones - Dosificación.

c =	1
AG =	4,68
w =	0,3
Adv =	0,5 %

DM3

Fuente: Fuente: ACI 522R_10 - Diseño de mezcla de concreto poroso, elaborado con agregado de 3/4”

4.3.4 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM4) - CONCRETO POROSO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

Diseño de Mezclas para Pavimento Permeable - Concreto Poroso - DM4

Caracteristicas de diseño	
% de Vacios	0,2 %
Relacion (a/c)	0,35

Aditivo	
EUCO Plastificante	
Dosis	0,2 - 0,5 %

Cemento Portland IP	
Peso Especifico	2850 kg/m3

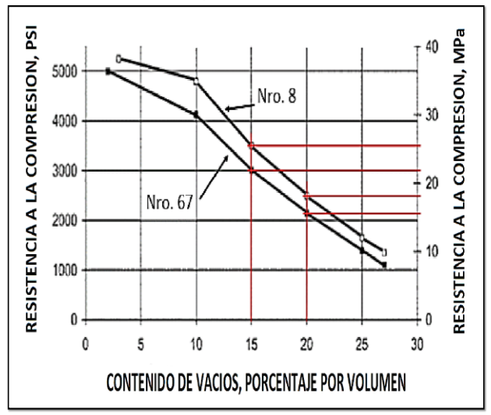
Agregado Grueso (3/4") Huso Nro. 67	
PVSC	1526,56 kg/m3
Gravedad Especifica	2,69 gr/cm3
Absorción	0,69 %

Agregado Fino
No incluye

* VALORES QUE SE MODIFICAN SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLAS

PVSC = Peso Volumetrico Superficialmente Compactado

Paso 1: Determinación de la resistencia promedio.



% de Vacios	=	15 %
f'c	=	160 kg/cm2

Paso 2: Determinación del peso del agregado.

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b_o	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

wa = (PVSC)(b/bo)

Wa = 1526,56 x 0,99

Wa = 1511,29 kg/m3

Paso 3: Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco.

Wssd= (wa)[1+(Absorción)]

Wssd = 1511,29 x 1,0069

Wssd = 1521,72 kg/m3 (SSS)

Paso 4: Determinación del volumen de pasta.

VP = 0,15 m3

Paso 5: Determinación del contenido de cemento.

c = [(VPx1000)/(0.315 + a/c)]

$$c = \frac{150}{0{,}315 + 0{,}35}$$

c = 225,56 kg/m3

Paso 6: Determinación del contenido de agua.

w = c(a/c)

w = 225,56 x 0,35

w = 78,946 lts/m3

Paso 7: Determinación de volumen sólido.

Volumen de AG. (Va) = Wssd / Grd. Esp.

Volumen de AG. (Va) = 1521,72 / 2690

Volumen de AG.(Va) = 0,566 m3

Volumen de cemento (Vc) = c / P.E.

Volumen de cemento (Vc) = 225,56 / 2850

Volumen de cemento (Vc) = 0,079 m3

Volumen de agua (Vw) = w / P.E. (agua)

Volumen de agua (Vw) = 78,95 / 1000

Volumen de agua (Vw) = 0,079 m3

Total de Volumen Sólido (Vs) = Va + Vc + Vw

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,566 + 0,079 + 0,079

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,724 m3

Paso 7.1 "Resumen de resultados"

Volumen de Agregado (Va)	=	0,566 m3
Volumen de cemento (Vc)	=	0,079 m3
Volumen de agua (Vw)	=	0,079 m3
Volumen total (Vs)	=	0,724 m3

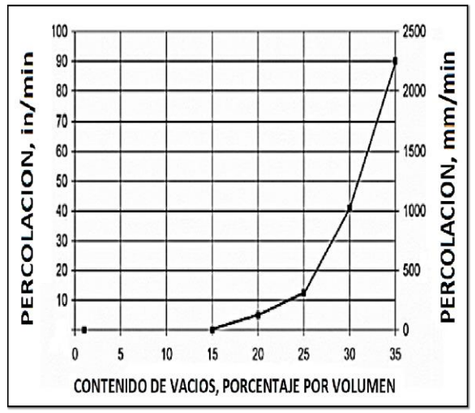
Paso 8: Determinación de porcentaje de vacíos.

Porcentaje de vacíos = (Vtot – Vs)x100

Porcentaje de vacíos = (1 - 0,724) x 100

Porcentaje de vacíos = 26 %

Paso 9: Determinacion de la porosidad estimada (m2).



Percolacion = 500 mm/mim

Percolacion = 8,33 mm/seg

Paso 10: Diseño final para concreto poroso (m3).

c	=	225,56 Kg/m3
AG	=	1521,72 Kg/m3
w	=	78,946 Lts/m3
Adv	=	1127,8 ml

Dosis de aditivo (EUCO Plastificante)
0,2 % - 0,5 %
Dosis utilizada
0,5 % Del peso del cemento

Paso 10.1: Diseño final para concreto poroso (p3).

c	=	6,39 Kg/p3
AG	=	43,09 Kg/p3
w	=	2,24 Lts/p3
Adv	=	31,94 ml

Paso 11: Proporciones - Dosificación.

c	=	1
AG	=	6,75
w	=	0,35
Adv	=	0,5 %

DM4

Fuente: ACI 522R_10 - Diseño de mezcla de concreto poroso, elaborado con agregado de 3/4"

4.3.5 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM5) - CONCRETO POROSO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

Diseño de Mezclas para Pavimento Permeable - Concreto Poroso - DM5

Caracteristicas de diseño	
% de Vacios	15 %
Relacion (a/c)	0,3

Aditivo	
SIKA Plastificante	
Dosis	0,5 - 0,8 %

Cemento Portland IP	
Peso Especifico	2850 kg/m3

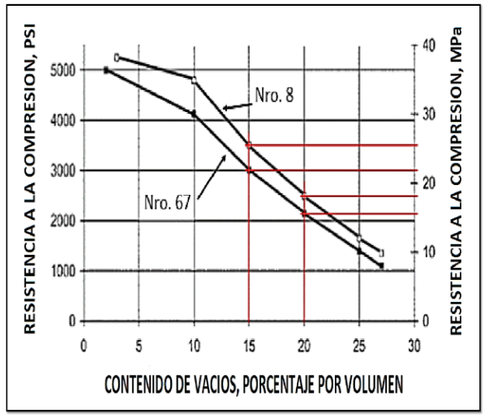
Agregado Grueso (3/8") Huso Nro. 8	
PVSC	1588,72 kg/m3
Gravedad Especifica	2,5 gr/cm3
Absorción	0,57 %

Agregado Fino
No incluye

* VALORES QUE SE MODIFICAN SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLAS

PVSC = Peso Volumetrico Superficialmente Compactado

Paso 1: Determinación de la resistencia promedio.



% de Vacios	=	15 %
f'c	=	255 kg/cm2

Paso 2: Determinación del peso del agregado.

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b_o	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

wa = (PVSC)(b/bo)

Wa = 1588,72 x 0,99

Wa = 1572,83 kg/m3

Paso 3: Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco.

Wssd= (wa)[1+(Absorción)]

Wssd = 1572,83 x 1,0057

Wssd = 1581,80 kg/m3 (SSS)

Paso 4: Determinación del volumen de pasta.

VP = 0,20 m3 CONDICION BIEN COMPACTADO

Paso 5: Determinación del contenido de cemento.

c = [(VPx1000)/(0.315 + a/c)]

$$c = \frac{200}{0{,}315 + 0{,}3}$$

c = 325,20 kg/m3

Paso 6: Determinación del contenido de agua.

w = c(a/c)

w = 325,20 x 0,3

w = 97,56 lts/m3

Paso 7: Determinación de volumen sólido.

$$\text{Volumen de AG. (Va)} = \frac{\text{Wssd}}{\text{Grd. Esp.}}$$

$$\text{Volumen de AG. (Va)} = \frac{1581{,}80}{2500}$$

Volumen de AG.(Va) = 0,633 m3

$$\text{Volumen de cemento (Vc)} = \frac{\text{c}}{\text{P.E.}}$$

$$\text{Volumen de cemento (Vc)} = \frac{325{,}20}{2850}$$

Volumen de cemento (Vc) = 0,114 m3

$$\text{Volumen de agua (Vw)} = \frac{\text{w}}{\text{P.E. (agua)}}$$

$$\text{Volumen de agua (Vw)} = \frac{97{,}56}{1000}$$

Volumen de agua (Vw) = 0,098 m3

Total de Volumen Sólido (Vs) = Va + Vc + Vw

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,633 + 0,114 + 0,098

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,845 m3

Paso 7.1 "Resumen de resultados"

Volumen de Agregado (Va)	=	0,633 m3
Volumen de cemento (Vc)	=	0,114 m3
Volumen de agua (Vw)	=	0,098 m3
Volumen total (Vs)	=	0,845 m3

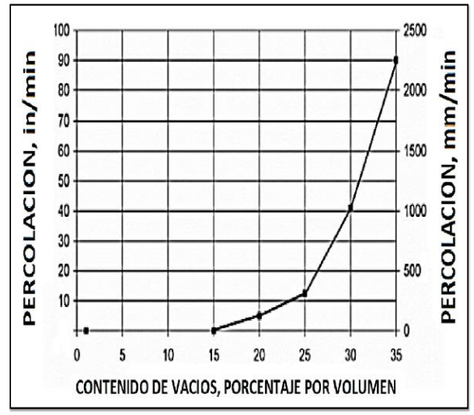
Paso 8: Determinación de porcentaje de vacíos.

Porcentaje de vacios = (Vtot – Vs)x100

Porcentaje de vacios = (1 - 0,845) x 100

Porcentaje de vacios = 16 %

Paso 9: Determinacion de la porosidad estimada (m2).



Percolacion = 110 mm/mim

Percolacion = 1,83 mm/seg

Paso 10: Diseño final para concreto poroso (m3).

c	=	325,20 Kg/m3
AG	=	1581,80 Kg/m3
w	=	97,56 Lts/m3
Adv	=	2601,6 ml

Dosis de aditivo (SIKA Plastificante)
0,5 % - 0,8 %
Dosis utilizada
0,8 % Del peso del cemento

Paso 10.1: Diseño final para concreto poroso (p3).

c	=	9,21 Kg/p3
AG	=	44,79 Kg/p3
w	=	2,76 Lts/m3
Adv	=	73,67 ml

Paso 11: Proporciones - Dosificación.

c	=	1
AG	=	4,86
w	=	0,3
Adv	=	0,8 %

DM5

Fuente: ACI 522R_10 - Diseño de mezcla de concreto poroso, elaborado con agregado de 3/8”

4.3.6 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM6) - CONCRETO POROSO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

Diseño de Mezclas para Pavimento Permeable - Concreto Poroso - DM6

Caracteristicas de diseño	
% de Vacios	20 %
Relacion (a/c)	0,35

Aditivo	
SIKA Plastificante	
Dosis	0,5 - 0,8 %

Cemento Portland IP	
Peso Especifico	2850 kg/m3

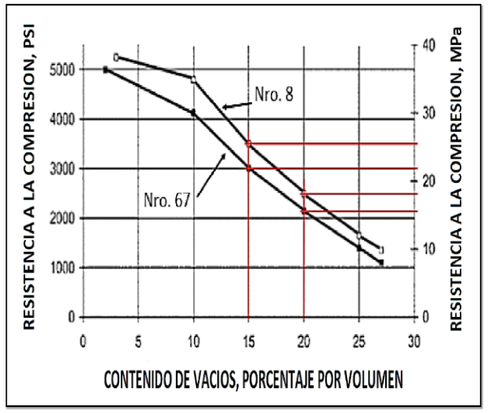
Agregado Grueso (3/8") Huso Nro. 8	
PVSC	1588,72 kg/m3
Gravedad Especifica	2,5 gr/cm3
Absorción	0,57 %

Agregado Fino
No incluye

* VALORES QUE SE MODIFICAN SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLAS

PVSC = Peso Volumetrico Superficialmente Compactado

Paso 1: Determinación de la resistencia promedio.



% de Vacios	=	15 %
f'c	=	180 kg/cm2

Paso 2: Determinación del peso del agregado.

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b_o	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

wa = (PVSC)(b/bo)

Wa = 1588,72 x 0,99

Wa = 1572,83 kg/m3

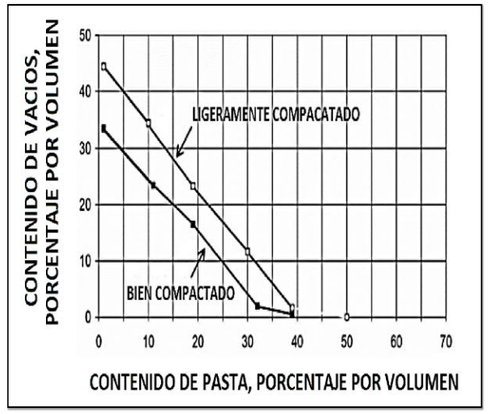
Paso 3: Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco.

Wssd= (wa)[1+(Absorción)]

Wssd = 1572,83 x 1,0057

Wssd = 1581,80 kg/m3 (SSS)

Paso 4: Determinación del volumen de pasta.



VP = 0,15 m3 **CONDICION BIEN COMPACTADO**

Paso 5: Determinación del contenido de cemento.

c = [(VPx1000)/(0.315 + a/c)]

$$c = \frac{150}{0{,}315 + 0{,}35}$$

c = 225,56 kg/m3

Paso 6: Determinación del contenido de agua.

w = c(a/c)

w = 225,56 x 0,35

w = 78,946 lts/m3

Paso 7: Determinación de volumen sólido.

$$\text{Volumen de AG. (Va)} = \frac{\text{Wssd}}{\text{Grd. Esp.}}$$

$$\text{Volumen de AG. (Va)} = \frac{1581{,}80}{2500}$$

Volumen de AG.(Va) = 0,633 m3

$$\text{Volumen de cemento (Vc)} = \frac{\text{c}}{\text{P.E.}}$$

$$\text{Volumen de cemento (Vc)} = \frac{225{,}56}{2850}$$

Volumen de cemento (Vc) = 0,079 m3

$$\text{Volumen de agua (Vw)} = \frac{\text{w}}{\text{P.E. (agua)}}$$

$$\text{Volumen de agua (Vw)} = \frac{78{,}95}{1000}$$

Volumen de agua (Vw) = 0,079 m3

Total de Volumen Sólido (Vs) = Va + Vc + Vw

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,633 + 0,079 + 0,079

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,791 m3

Paso 7.1 "Resumen de resultados"

Volumen de Agregado (Va)	=	0,633 m3
Volumen de cemento (Vc)	=	0,079 m3
Volumen de agua (Vw)	=	0,079 m3
Volumen total (Vs)	=	0,791 m3

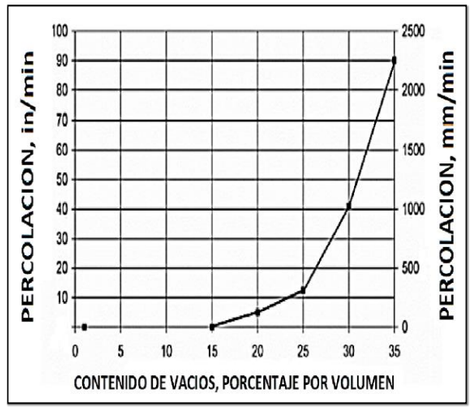
Paso 8: Determinación de porcentaje de vacíos.

Porcentaje de vacios = (Vtot – Vs)x100

Porcentaje de vacios = (1 - 0,791) x 100

Porcentaje de vacios = 21 %

Paso 9: Determinacion de la porosidad estimada (m2).



Percolacion = 210 mm/mim

Percolacion = 3,50 mm/seg

Paso 10: Diseño final para concreto poroso (m3).

c	=	225,56 Kg/m3
AG	=	1581,80 Kg/m3
w	=	78,946 Lts/m3
Adv	=	1804,48 ml

Dosis de aditivo (SIKA Plastificante)		
0,5 %	-	0,8 %
Dosis utilizada		
0,8 %	Del peso del cemento	

Paso 10.1: Diseño final para concreto poroso (p3).

c	=	6,39 Kg/P3
AG	=	44,79 Kg/p3
w	=	2,24 Lts/p3
Adv	=	51,10 ml

Paso 11: Proporciones - Dosificación.

c	=	1
AG	=	7,01
w	=	0,35
Adv	=	0,8 %

DM6

Fuente: ACI 522R_10 - Diseño de mezcla de concreto poroso, elaborado con agregado de 3/8”

4.3.7 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM7) - CONCRETO POROSO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

Diseño de Mezclas para Pavimento Permeable - Concreto Poroso - DM7

Caracteristicas de diseño	
% de Vacios	15 %
Relacion (a/c)	0,3

Aditivo	
EUCO Plastificante	
Dosis	0,2 - 0,5 %

Cemento Portland IP	
Peso Especifico	2850 kg/m3

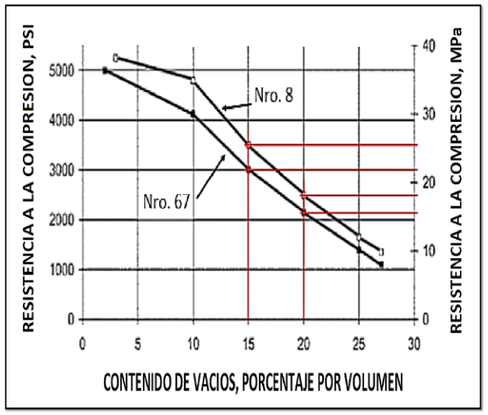
Agregado Grueso (3/8") Huso Nro. 8	
PVSC	1588,72 kg/m3
Gravedad Especifica	2,5 gr/cm3
Absorción	0,57 %

Agregado Fino
No incluye

* VALORES QUE SE MODIFICAN SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLAS

PVSC = Peso Volumetrico Superficialmente Compactado

Paso 1: Determinación de la resistencia promedio.



% de Vacios	=	15 %
f'c	=	255 kg/cm2

Paso 2: Determinación del peso del agregado.

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b_o	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

wa = (PVSC)(b/bo)

Wa = 1588,72 x 0,99

Wa = 1572,83 kg/m3

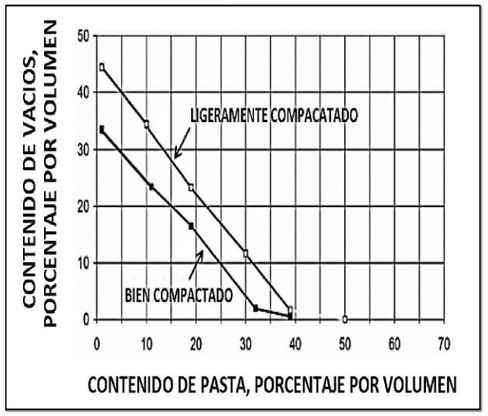
Paso 3: Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco.

Wssd= (wa)[1+(Absorción)]

Wssd = 1572,83 x 1,0057

Wssd = 1581,80 kg/m3 (SSS)

Paso 4: Determinación del volumen de pasta.



VP = 0,20 m3 **CONDICION BIEN COMPACTADO**

Paso 5: Determinación del contenido de cemento.

c = [(VPx1000)/(0.315 + a/c)]

$c = \frac{200}{0{,}315 + 0{,}3}$

c = 325,20 kg/m3

Paso 6: Determinación del contenido de agua.

w = c(a/c)

w = 325,20 x 0,3

w = 97,56 lts/m3

Paso 7: Determinación de volumen sólido.

Volumen de AG. (Va) = Wssd / Grd. Esp.

Volumen de AG. (Va) = 1581,80 / 2500

Volumen de AG.(Va) = 0,633 m3

Volumen de cemento (Vc) = c / P.E.

Volumen de cemento (Vc) = 325,20 / 2850

Volumen de cemento (Vc) = 0,114 m3

Volumen de agua (Vw) = w / P.E. (agua)

Volumen de agua (Vw) = 97,56 / 1000

Volumen de agua (Vw) = 0,098 m3

Total de Volumen Sólido (Vs) = Va + Vc + Vw

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,633 + 0,114 + 0,098

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,845 m3

Paso 7.1 "Resumen de resultados"

Volumen de Agregado (Va)	=	0,633 m3
Volumen de cemento (Vc)	=	0,114 m3
Volumen de agua (Vw)	=	0,098 m3
Volumen total (Vs)	=	0,845 m3

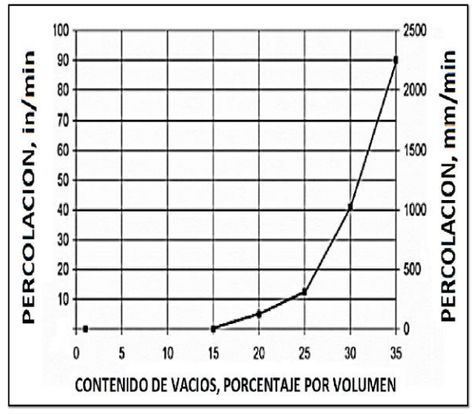
Paso 8: Determinación de porcentaje de vacíos.

Porcentaje de vacíos = (Vtot – Vs)x100

Porcentaje de vacíos = (1 - 0,845) x 100

Porcentaje de vacíos = 16 %

Paso 9: Determinacion de la porosidad estimada (m2).



Percolacion = 110 mm/mim

Percolacion = 1,83 mm/seg

Paso 10: Diseño final para concreto poroso (m3).

c	=	325,20 Kg/m3
AG	=	1581,80 Kg/m3
w	=	97,56 Lts/m3
Adv	=	1626 ml

Dosis de aditivo (EUCO Plastificante)
0,2 % - 0,5 %
Dosis utilizada
0,5 % Del peso del cemento

Paso 10.1: Diseño final para concreto poroso (p3).

c	=	9,21 Kg/p3
AG	=	44,79 Kg/p3
w	=	2,76 Lts/p3
Adv	=	46,04 ml

Paso 11: Proporciones - Dosificación.

c	=	1
AG	=	4,86
w	=	0,3
Adv	=	0,5 %

DM7

Fuente: ACI 522R_10 - Diseño de mezcla de concreto poroso, elaborado con agregado de 3/8”

4.3.8 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM8) - CONCRETO POROSO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

Diseño de Mezclas para Pavimento Permeable - Concreto Poroso - DM8

Caracteristicas de diseño	
% de Vacios	20 %
Relacion (a/c)	0,35

Aditivo	
EUCO Plastificante	
Dosis	0,2 - 0,5 %

Cemento Portland IP	
Peso Especifico	2850 kg/m3

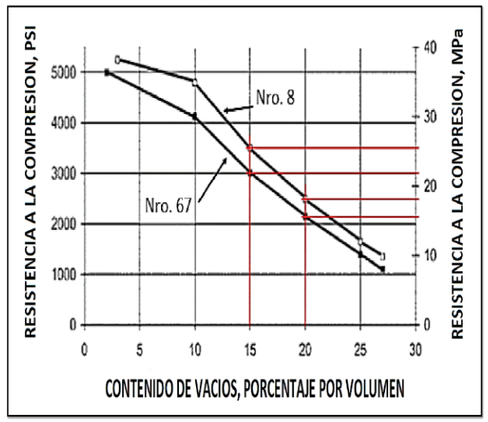
Agregado Grueso (3/8") Huso Nro. 8	
PVSC	1588,72 kg/m3
Gravedad Especifica	2,5 gr/cm3
Absorción	0,57 %

Agregado Fino
No incluye

* VALORES QUE SE MODIFICAN SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLAS

PVSC = Peso Volumetrico Superficialmente Compactado

Paso 1: Determinación de la resistencia promedio.



% de Vacios	=	15 %
f'c	=	180 kg/cm2

Paso 2: Determinación del peso del agregado.

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b_o	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

wa = (PVSC)(b/bo)

Wa = 1588,72 x 0,99

Wa = 1572,83 kg/m3

Paso 3: Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco.

Wssd= (wa)[1+(Absorción)]

Wssd = 1572,83 x 1,0057

Wssd = 1581,80 kg/m3 (SSS)

Paso 4: Determinación del volumen de pasta.

VP = 0,15 m3 **CONDICION BIEN COMPACTADO**

Paso 5: Determinación del contenido de cemento.

c = [(VPx1000)/(0.315 + a/c)]

$$c = \frac{150}{0{,}315 + 0{,}35}$$

c = 225,56 kg/m3

Paso 6: Determinación del contenido de agua.

w = c(a/c)

w = 225,56 x 0,35

w = 78,946 lts/m3

Paso 7: Determinación de volumen sólido.

$$\text{Volumen de AG. (Va)} = \frac{\text{Wssd}}{\text{Grd. Esp.}}$$

$$\text{Volumen de AG. (Va)} = \frac{1581{,}80}{2500}$$

Volumen de AG.(Va) = 0,633 m3

$$\text{Volumen de cemento (Vc)} = \frac{\text{c}}{\text{P.E.}}$$

$$\text{Volumen de cemento (Vc)} = \frac{225{,}56}{2850}$$

Volumen de cemento (Vc) = 0,079 m3

$$\text{Volumen de agua (Vw)} = \frac{\text{w}}{\text{P.E. (agua)}}$$

$$\text{Volumen de agua (Vw)} = \frac{78{,}95}{1000}$$

Volumen de agua (Vw) = 0,079 m3

Total de Volumen Sólido (Vs) = Va + Vc + Vw

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,633 + 0,079 + 0,079

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,791 m3

Paso 7.1 "Resumen de resultados"

Volumen de Agregado (Va)	=	0,633 m3
Volumen de cemento (Vc)	=	0,079 m3
Volumen de agua (Vw)	=	0,079 m3
Volumen total (Vs)	=	0,791 m3

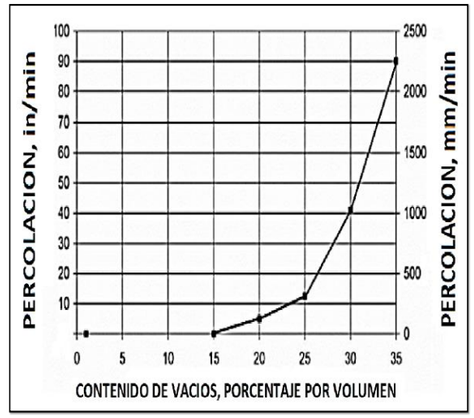
Paso 8: Determinación de porcentaje de vacíos.

Porcentaje de vacíos = (Vtot – Vs)x100

Porcentaje de vacíos = (1 - 0,791) x 100

Porcentaje de vacíos = 21 %

Paso 9: Determinacion de la porosidad estimada (m2).



Percolacion = 210 mm/mim

Percolacion = 3,50 mm/seg

Paso 10: Diseño final para concreto poroso (m3).

c	=	225,56 Kg/m3
AG	=	1581,80 Kg/m3
w	=	78,946 Lts/m3
Adv	=	1127,8 ml

Dosis de aditivo (EUCO Plastificante)	
0,2 % - 0,5 %	
Dosis utilizada	
0,5 % Del peso del cemento	

Paso 10.1: Diseño final para concreto poroso (p3).

c	=	6,39 Kg/p3
AG	=	44,79 Kg/p3
w	=	2,24 Lts/p3
Adv	=	31,94 ml

Paso 11: Proporciones - Dosificación.

c	=	1
AG	=	7,01
w	=	0,35
Adv	=	0,5 %

DM8

Fuente: ACI 522R_10 - Diseño de mezcla de concreto poroso, elaborado con agregado de 3/8”

4.3.9 DISEÑO DE MEZCLAS PARA PAVIMENTO PERMEABLE (DM9) - CONCRETO POROSO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

Diseño de Mezclas para Pavimento Permeable - Concreto Poroso - DM9

Caracteristicas de diseño	
% de Vacios	15 %
Relacion (a/c)	0,3

Aditivo
SIN ADITIVO

Cemento Portland IP	
Peso Especifico	2850 kg/m3

Agregado Grueso (3/4") Huso Nro. 67	
PVSC	1526,56 kg/m3
Gravedad Especifica	2,69 gr/cm3
Absorción	0,69 %

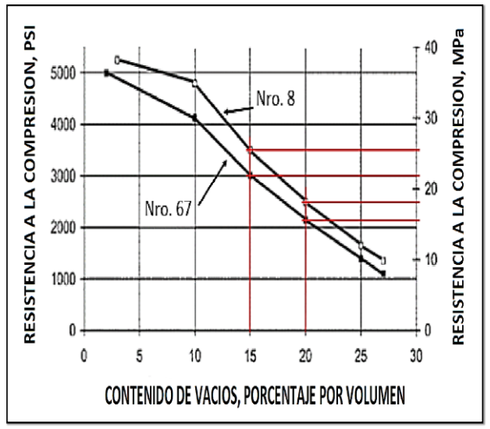
Agregado Fino
No incluye

* VALORES QUE SE MODIFICAN SEGÚN EL DISEÑO DE MEZCLAS

PVSC = Peso Volumetrico

Superficialmente Compactado

Paso 1: Determinación de la resistencia promedio.



% de Vacios	=	15 %
f'c	=	220 kg/cm2

Paso 2: Determinación del peso del agregado.

Porcentaje de agregado fino (%)	b/b_o	
	No. 8 (3/8")	No. 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

wa = (PVSC)(b/bo)

Wa = 1526,56 x 0,99

Wa = 1511,29 kg/m3

Paso 3: Ajuste al peso en estado Saturado Superficialmente Seco.

Wssd= (wa)[1+(Absorción)]

Wssd = 1511,29 x 1,0069

Wssd = 1521,72 kg/m3 (SSS)

Paso 4: Determinación del volumen de pasta.

VP	=	0,20 m3

Paso 5: Determinación del contenido de cemento.

c = [(VPx1000)/(0.315 + a/c)]

$$c = \frac{200}{0{,}315 + 0{,}3}$$

c = 325,20 kg/m3

Paso 6: Determinación del contenido de agua.

w = c(a/c)

w = 325,20 x 0,3

w = 97,56 lts/m3

Paso 7: Determinación de volumen sólido.

$$\text{Volumen de AG. (Va)} = \frac{\text{Wssd}}{\text{Grd. Esp.}}$$

$$\text{Volumen de AG. (Va)} = \frac{1521{,}72}{2690}$$

Volumen de AG.(Va) = 0,566 m3

$$\text{Volumen de cemento (Vc)} = \frac{\text{c}}{\text{P.E.}}$$

$$\text{Volumen de cemento (Vc)} = \frac{325{,}20}{2850}$$

Volumen de cemento (Vc) = 0,114 m3

$$\text{Volumen de agua (Vw)} = \frac{\text{w}}{\text{P.E. (agua)}}$$

$$\text{Volumen de agua (Vw)} = \frac{97{,}56}{1000}$$

Volumen de agua (Vw) = 0,098 m3

Total de Volumen Sólido (Vs) = Va + Vc + Vw

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,566 + 0,114 + 0,098

Total de Volumen Sólido (Vs) = 0,778 m3

Paso 7.1 "Resumen de resultados"

Volumen de Agregado (Va)	=	0,566 m3
Volumen de cemento (Vc)	=	0,114 m3
Volumen de agua (Vw)	=	0,098 m3
Volumen total (Vs)	=	0,778 m3

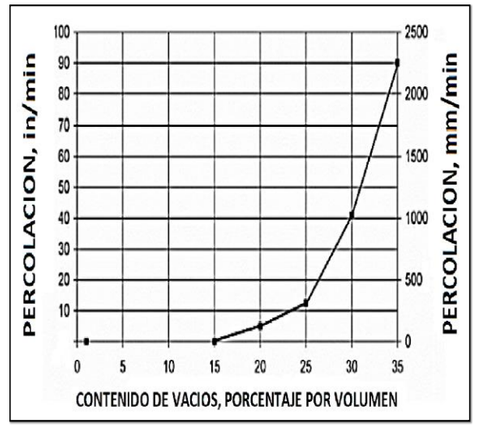
Paso 8: Determinación de porcentaje de vacíos.

Porcentaje de vacios = (Vtot – Vs)x100

Porcentaje de vacios = (1 - 0,778) x 100

Porcentaje de vacios = 22 %

Paso 9: Determinacion de la porosidad estimada (m2).



Percolacion = 240 mm/mim

Percolacion = 4,00 mm/seg

Paso 10: Diseño final para concreto poroso (m3).

c	=	325,20 kg/m3
AG	=	1521,72 kg/m3
w	=	97,56 lts/m3
Adv	=	0 ml

Dosis de aditivo (SIN ADITIVO)

Paso 10.1: Diseño final para concreto poroso (p3).

c	=	9,21 Kg/p3
AG	=	43,09 Kg/p3
w	=	2,76 Lts/p3
Adv	=	0 ml

Paso 11: Proporciones - Dosificación.

c	=	1
AG	=	4,68
w	=	0,3
Adv	=	0 %

DM9

Fuente: ACI 522R_10 - Diseño de mezcla de concreto poroso, elaborado con agregado de 3/8"

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO V: PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO EN ESTADO FRESCO Y ESTADO ENDURECIDO

5.1 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.

Durante el periodo en que el concreto se comporta como un líquido se denomina (estado fresco). Este lapso dura aproximadamente entre una y tres horas.

5.1.1 REVENIMIENTO - CONO DE ABRAMS

5.1.1.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO

Este ensayo esta normado por:

ASTM	C143
NTP	339.035

Este método sirve para medir el asentamiento que es la consistencia del concreto, cuanto mayor sea el asentamiento, más húmeda es la mezcla.

La mezcla de concreto poroso en estado plástico en esta investigación es rígida comparada con el concreto convencional, se concluyó que el concreto poroso tiene una bajo asentamiento, casi nada.

Por esta razón el tiempo de trabajabilidad del concreto es reducido para mezclas de concreto poroso. Generalmente, una hora entre la mezcla y la colocación es todo lo que se recomienda. De otra manera, esto puede ser controlado utilizando retardantes y estabilizadores de hidratación que extienden el tiempo de trabajo de hasta 1.5 horas, dependiendo de la dosis.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.1.1.2 EQUIPO PARA EL ENSAYO

- ✓ Cono de Abrams, de 305 mm de altura, 203 mm de diámetro en base mayor y 102 mm de diámetro en la base menor.
- ✓ Varilla de acero de 5/8", cucharon metálico, mazo de goma.

5.1.1.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- ✓ Primero tenemos que humedecer el molde con un trapo y luego colocarlo en una superficie horizontal rígida y no absorbente con la abertura más pequeña hacia arriba.
- ✓ A continuación se sujeta el molde firmemente con los pies y se procede al llenado con la muestra de concreto en tres capas correspondiendo cada una de ellas a 1/3 del volumen del molde, cada capa se compacta con 25 golpes distribuidos uniformemente sobre su sección transversal, cuando se llene la capa superior si se asienta por debajo del borde debe agregarse muestra para que en todo momento haya una cantidad adicional sobre el molde, después de compactar la última capa esta se alisa al ras de la superficie utilizando la varilla compactadora.
- ✓ A continuación se quita el molde levantándolo en dirección vertical durante 5 segundos con un movimiento uniforme hacia arriba, finalmente se mide el asentamiento determinando la diferencia vertical entre la parte superior del molde y el centro desplazado de la superficie superior de la muestra.

Figura 5.1 Slump en el concreto poroso (asentamiento 0 cm)
Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Es importante tener en cuenta que el ensayo desde el momento en que se inicia el inicio del llenado del molde hasta que se retira no tiene que superar un tiempo máximo de 90 segundos, y se debe realizar sin interrupciones.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.1.2 REVENIMIENTO - CONO DE ABRAMS INVERTIDO

5.1.2.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO

Este ensayo esta normado por:

ASTM	C09.49
ASTM	C995

Este método es utilizado para medir la trabajabilidad del concreto poroso y se mide por la dificultad que tiene la pasta porosa por el paso del orifico más pequeño del cono de Abrams sin haber sido sometida la pasta de a ninguna compactación, únicamente por gravedad.

La medición de la trabajabilidad por este método es más compleja porque acá no solo analizamos el asentamiento vertical, sino también el asentamiento horizontal que se produce en la pasta de concreto poroso.

El ensayo consiste en tomar medidas de la altura vertical de asentamiento, medidas del diámetro de asentamiento y la medición del tiempo de caída del concreto poroso por el orificio más pequeño del Cono de Abrams.

El **ACI 522R - 10** nos proporciona valores referenciales de las trabajabilidades correctas que se obtuvieron en este reporte mencionado.

Revenimiento Vertical = 15 cm
Revenimiento Horizontal = 30 cm
Tiempo de caida = 25 seg.

5.1.2.2 EQUIPO PARA EL ENSAYO

- ✓ Cono de Abrams, que es un molde resistente a la pasta de cemento en forma de tronco de cono de 305 mm de altura, 203 mm de diámetro en base mayor y 102 mm de diámetro en la base menor, este cono tiene que tener agarraderas y dispositivos para sujetarlo con los pies.

- ✓ Varilla de acero, que es cilíndrica, lisa de aproximadamente de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud, el extremo de compactación tiene que ser hemisférico y con el mismo diámetro de la varilla.

- ✓ Cucharon metálico, para introducir el concreto en el molde.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.1.2.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- ✓ Primero tenemos que humedecer el molde con un trapo y luego colocarlo en una superficie horizontal rígida no absorbente con la abertura del cono más grande hacia arriba.

Figura 5.2 Cono de Abrams listo para el inicio del ensayo de revenimiento
Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ A continuación se procede al llenado del molde con la muestra de concreto sin detenerse y sin compactar, una vez llenado por completo el molde se alisa muy suavemente al ras de la superficie utilizando la varilla de acero.

Figura 5.3 Colocación del concreto poroso dentro cono de Abrams
Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ A continuación se quita el molde levantándolo en dirección vertical agarrándolo firmemente y a una distancia prudente par que caiga toda la mezcla, (medimos el tiempo de caída del concreto por el Cono de Abrams).

Figura 5.4 Ejecución del ensayo de revenimiento
Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Luego una vez haya caído toda la mezcla de concreto poroso por el orificio más pequeño del cono de Abrams esta será colocada al costado de mezcla sobre la plancha pre fabricada de concreto y se procederá a medir el diámetro que genero la pasta de concreto poroso y la altura de asentamiento.

- ✓ Es importante tener en cuenta que el ensayo desde el momento en que se inicia el inicio del llenado del molde hasta que se retira no tiene que superar un tiempo máximo de 60 segundos, y se debe realizar sin interrupciones.

- ✓ El asentamiento se mide en milímetros con aproximación a +/- 5 milímetros.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

5.1.2.4 DESCRIPCION DE RESULTADOS

		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM
TITULO DE TESIS :	Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa	

REVENIMIENTO - CONO DE ABRAMS INVERTIDO
ASTM C09 - ASTM C995

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 1

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Sika Superplastificante	0,3	15%

ASENTAMIENTO VERTICAL (altura)	Medida	Promedio	Alt. recomendada
	13,18	13,48	15 cm
	14,15		
	13,12		
ASENTAMIENTO HORIZONTAL (diametro)	Medida	Promedio	Dmtr. recomendado
	23,41	23,39	30 cm
	23,69		
	23,08		
CAIDA DEL CONCRETO POROSO DEL CONO, POR GRAVEDAD (tiempo)	Medida	Promedio	Tmp. Recomendado
	18,45	19,71	25 seg
	21,36		
	19,33		

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 2

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Sika Superplastificante	0,35	20%

ASENTAMIENTO VERTICAL (altura)	Medida	Promedio	Alt. recomendada
	12,36	12,56	15 cm
	13,1		
	12,23		
ASENTAMIENTO HORIZONTAL (diametro)	Medida	Promedio	Dmtr. recomendado
	24,2	24,23	30 cm
	24,45		
	24,04		
CAIDA DEL CONCRETO POROSO DEL CONO, POR GRAVEDAD (tiempo)	Medida	Promedio	Tmp. Recomendado
	17,45	18,13	25 seg
	19,45		
	17,49		

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 3

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Euco Plastificante	0,3	15%

ASENTAMIENTO VERTICAL (altura)	Medida	Promedio	Alt. recomendada
	13,15	13,32	15 cm
	13,75		
	13,05		
ASENTAMIENTO HORIZONTAL (diametro)	Medida	Promedio	Dmtr. recomendado
	23,78	23,58	30 cm
	23,72		
	23,24		
CAIDA DEL CONCRETO POROSO DEL CONO, POR GRAVEDAD (tiempo)	Medida	Promedio	Tmp. Recomendado
	18,36	19,33	25 seg
	20,46		
	19,18		

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 4

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Euco Platificante	0,35	20%

ASENTAMIENTO VERTICAL (altura)	Medida	Promedio	Alt. recomendada
	12,2	12,23	15 cm
	12,74		
	11,75		
ASENTAMIENTO HORIZONTAL (diametro)	Medida	Promedio	Dmtr. recomendado
	24,36	24,79	30 cm
	25,87		
	24,15		
CAIDA DEL CONCRETO POROSO DEL CONO, POR GRAVEDAD (tiempo)	Medida	Promedio	Tmp. Recomendado
	17,26	17,92	25 seg
	19,26		
	17,24		

Tabla 5-1 Calculo del revenimiento en la pasta fresca de concreto poroso elaborado con AG. de 3/4"
Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-09.49

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM
TITULO DE TESIS :	Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluadon de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la dudad de Arequipa	

REVENIMIENTO - CONO DE ABRAMS INVERTIDO
ASTM C09 - ASTM C995

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 5

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Sika Plastificante	0,3	15%

ASENTAMIENTO VERTICAL (altura)	Medida	Promedio	Alt. recomendada
	13,24	13,88	15 cm
	14,75		
	13,65		
ASENTAMIENTO HORIZONTAL (diametro)	Medida	Promedio	Dmtr. recomendado
	23,14	22,91	30 cm
	23,15		
	22,45		
CAIDA DEL CONCRETO POROSO DEL CONO, POR GRAVEDAD (tiempo)	Medida	Promedio	Tmp. Recomendado
	20,03	20,50	25 seg
	21,7		
	19,78		

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 6

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Sika Plastificante	0,35	20%

ASENTAMIENTO VERTICAL (altura)	Medida	Promedio	Alt. recomendada
	13,14	13,16	15 cm
	13,40		
	12,94		
ASENTAMIENTO HORIZONTAL (diametro)	Medida	Promedio	Dmtr. recomendado
	24,1	23,95	30 cm
	24,18		
	23,57		
CAIDA DEL CONCRETO POROSO DEL CONO, POR GRAVEDAD (tiempo)	Medida	Promedio	Tmp. Recomendado
	18,14	18,92	25 seg
	20,12		
	18,49		

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 7

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Euco Plastificante	0,3	15%

ASENTAMIENTO VERTICAL (altura)	Medida	Promedio	Alt. recomendada
	13,2	13,55	15 cm
	14,2		
	13,24		
ASENTAMIENTO HORIZONTAL (diametro)	Medida	Promedio	Dmtr. recomendado
	23,24	23,13	30 cm
	23,2		
	22,94		
CAIDA DEL CONCRETO POROSO DEL CONO, POR GRAVEDAD (tiempo)	Medida	Promedio	Tmp. Recomendado
	19,16	20,01	25 seg
	21,45		
	19,43		

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 8

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Euco Platificante	0,35	20%

ASENTAMIENTO VERTICAL (altura)	Medida	Promedio	Alt. recomendada
	12,54	12,75	15 cm
	13,26		
	12,45		
ASENTAMIENTO HORIZONTAL (diametro)	Medida	Promedio	Dmtr. recomendado
	24,14	24,08	30 cm
	24,37		
	23,74		
CAIDA DEL CONCRETO POROSO DEL CONO, POR GRAVEDAD (tiempo)	Medida	Promedio	Tmp. Recomendado
	17,84	18,63	25 seg
	19,78		
	18,27		

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 9

TMN	SIN ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	No presenta	0,3	15%

ASENTAMIENTO VERTICAL (altura)	Medida	Promedio	Alt. recomendada
	17,66	17,68	15 cm
	17,69		
	17,68		
ASENTAMIENTO HORIZONTAL (diametro)	Medida	Promedio	Dmtr. recomendado
	19,32	19,34	30 cm
	19,35		
	19,34		
CAIDA DEL CONCRETO POROSO DEL CONO, POR GRAVEDAD (tiempo)	Medida	Promedio	Tmp. Recomendado
	33,34	33,34	25 seg
	33,33		
	33,36		

Tabla 5-2 Calculo del revenimiento en la pasta fresca de concreto poroso elaborado con AG. de 3/8"
Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-09.49

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.1.3 PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACIOS DE LA MEZCLA FRESCA

5.1.3.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO

Este ensayo esta normado por:

ASTM	C1688
AASHTO	T152

Este método nos permite determinar el peso unitario y el porcentaje de vacíos del concreto poroso cuando se encuentra todavía en estado fresco, esto lo logramos gracias a que ya conocemos las propiedades físicas de los materiales y el diseño de mezcla.

En este ensayo calculamos el volumen que ocupan los materiales en la mezcla de concreto poroso, sabiendo esto luego procedemos a determinar el porcentaje de vacíos que existe en la mezcla por el método de la Olla de Washington.

5.1.3.2 EQUIPO PARA EL ENSAYO

- ✓ Balanza, aparato especial para medir las muestras que se requerirán, debe medir con una exactitud de 0.1% con respecto al material usado.
- ✓ Olla de Washington de dimensiones (6” de diámetro por 12” de alturas), esta servirá para el cálculo del contenido de vacíos de la mezcla fresca.
- ✓ Varilla de acero 5/8” de diámetro y 300 mm de longitud.

Figura 5.5 Equipo utilizado en el ensayo de peso unitario y contenido de vacíos para muestras frescas

Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.1.3.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

a. PARA EL CALCULO DEL PESO UNITARIO

✓ Primero tenemos que buscar un lugar con una superficie plana y libre de vibración para poner el recipiente y humedecerlo internamente con ayuda de un trapo.

Figura 5.6 Olla de Washington lista para el inicio del ensayo de peso unitario

Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

✓ Luego comenzamos a introducir el concreto dentro de la olla de washington, utilizamos para esto un badilejo metálico en tres capas correspondiendo cada una de ellas a 1/3 del volumen del recipiente, esparcimos con el cucharon la pasta de concreto poroso alrededor del perímetro de la apertura para asegura una distribución igual con una segregación mínima, cada capa se compacta con 25 golpes distribuidos uniformemente sobre su sección transversal, para esto utilizamos la varilla de acero de 5/8” , al colocar la tercera capa de concreto poroso, antes de compactar verificamos si esta se asienta por debajo del borde superior del recipiente, si esto pasa se debe agregarse más mezcla de concreto unos 3 mm de altura aproximadamente para que en todo momento haya una cantidad adicional sobre el recipiente.

Figura 5.7 Olla de Washington compactada lista para el pesaje

Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Después de compactar la última capa esta se alisa al ras de la superficie utilizando la varilla compactadora desde el centro hacia afuera de manera que la superficie quede bien nivelada.

- ✓ Finalmente procedemos con el cálculo del peso unitario del concreto poroso con la ayuda de la siguiente formula.

$$\boldsymbol{PESO\ UNITARIO}\ (\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{m3}}) = \frac{\boldsymbol{Pr + Pm\ \ - Pr}}{\boldsymbol{Vr}}$$

b. PARA EL CALCULO DEL CONTENIDO DE VACIOS

- ✓ Luego colocamos la tapa de la Olla de Washington, esta será presionada al mismo tiempo con las dos abrazaderas que tiene a los costados, luego que la tapa haya sido sujetada a la olla correctamente abrimos las dos válvulas que están alrededor del manómetro para inmediatamente echar agua en la válvula de purga, esperamos que el agua salga de la otra válvula y cerramos al mismas válvulas que se encuentra alrededor del manómetro al mismo tiempo, luego bombeamos aire a la Olla de Washington hasta que el manómetro marque cero , luego presionamos la válvula de aire y el manómetro marca el contenido de aire de la mezcla porosa.

Figura 5.8 Olla de Washington lista para el inicio del ensayo y cálculo de contenido de vacíos en la pasta fresca de concreto poroso

Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

5.1.3.4 DESCRIPCION DE RESULTADOS

		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM
TITULO DE TESIS :	**Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**	

PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACIOS DE MEZCLAS FRESCAS DE CONCRETO POROSO ASTM C1688

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 1

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/4"	Sika Superplastificante	0,3	15%	
Peso de recipiente(kg):			Mm	5,213
Volumen interno del recipiente (m3):			Vm	0,009572
Peso de la muestra + peso del recipiente(kg):				24,070
Peso de la muestra (kg):			Mc	18,857
Peso Unitario del concreto fresco(kg/m3)			D	1970,05
Contenido de vacios del concreto fresco(%)			U	19,37

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 2

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/4"	Sika Superplastificante	0,35	20%	
Peso de recipiente(kg):			Mm	5,213
Volumen interno del recipiente (m3):			Vm	0,009572
Peso de la muestra + peso del recipiente(kg):				21,284
Peso de la muestra (kg):			Mc	16,071
Peso Unitario del concreto fresco(kg/m3)			D	1678,99
Contenido de vacios del concreto fresco(%)			U	24,13

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 3

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/4"	Euco Plastificante	0,3	15%	
Peso de recipiente(kg):			Mm	5,213
Volumen interno del recipiente (m3):			Vm	0,009572
Peso de la muestra + peso del recipiente(kg):				24,041
Peso de la muestra (kg):			Mc	18,828
Peso Unitario del concreto fresco(kg/m3)			D	1967,02
Contenido de vacios del concreto fresco(%)			U	19,51

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 4

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/4"	Euco Platificante	0,35	20%	
Peso de recipiente(kg):			Pr	5,213
Volumen interno del recipiente (m3):			Vm	0,009572
Peso de la muestra + peso del recipiente(kg):				21,246
Peso de la muestra (kg):			Pm	16,033
Peso Unitario del concreto fresco(kg/m3)			D	1675,02
Contenido de vacios del concreto fresco(%)			U	24,54

Formulas:

$$DENSIDAD\ TEORICA\ DEL\ CONCRETO\ FRESCO\ (\frac{kg}{m3}) = \frac{Ms}{Vs}$$

$$PESO\ UNITARIO\ DEL\ CONCRETO\ FRESCO(\frac{kg}{m3}) = \frac{(Pr + Pm) - Pr}{Vr}$$

$$CONTENIDO\ DE\ VACIOS\ DEL\ CONCRETO\ FRESCO\ (\frac{kg}{m3}) = \frac{T - D}{T}$$

Tabla 5-3 Calculo del peso unitario y contenido de vacíos de mezclas fresca elaboradas con AG. De 3/4"
Fuente: Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-1688

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM
TITULO DE TESIS :	Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa	

PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACIOS DE MEZCLAS FRESCAS DE CONCRETO POROSO ASTM C1688

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 5

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/8"	Sika Plastificante	0,3	15%	
Peso de recipiente(kg):			Mm	5,213
Volumen interno del recipiente (m3):			Vm	0,009572
Peso de la muestra + peso del recipiente(kg):				24,979
Peso de la muestra (kg):			Mc	19,766
Peso Unitario del concreto fresco(kg/m3)			D	2065,01
Contenido de vacios del concreto fresco(%)			U	15,23

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 6

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/8"	Sika Plastificante	0,35	20%	
Peso de recipiente(kg):			Mm	5,213
Volumen interno del recipiente (m3):			Vm	0,009572
Peso de la muestra + peso del recipiente(kg):				22,864
Peso de la muestra (kg):			Mc	17,651
Peso Unitario del concreto fresco(kg/m3)			D	1844,05
Contenido de vacios del concreto fresco(%)			U	20,37

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 7

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/8"	Euco Plastificante	0,3	15%	
Peso de recipiente(kg):			Mm	5,213
Volumen interno del recipiente (m3):			Vm	0,009572
Peso de la muestra + peso del recipiente(kg):				24,960
Peso de la muestra (kg):			Mc	19,747
Peso Unitario del concreto fresco(kg/m3)			D	2063,03
Contenido de vacios del concreto fresco(%)			U	16,23

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 8

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/8"	Euco Platificante	0,35	20%	
Peso de recipiente(kg):			Mm	5,213
Volumen interno del recipiente (m3):			Vm	0,009572
Peso de la muestra + peso del recipiente(kg):				22,892
Peso de la muestra (kg):			Mc	17,679
Peso Unitario del concreto fresco(kg/m3)			D	1846,98
Contenido de vacios del concreto fresco(%)			U	21,48

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 9

TMN	SIN ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/4"	No presenta	0,3	15%	
Peso de recipiente(kg):			Pr	5,213
Volumen interno del recipiente (m3):			Vm	0,009572
Peso de la muestra + peso del recipiente(kg):				24,501
Peso de la muestra (kg):			Pm	19,288
Peso Unitario del concreto fresco(kg/m3)			D	2015,08
Contenido de vacios del concreto fresco(%)			U	16,14

Formulas:

$$DENSIDAD\ TEORICA\ DEL\ CONCRETO\ FRESCO\ (\frac{kg}{m3}) = \frac{Ms}{Vs}$$

$$PESO\ UNITARIO\ DEL\ CONCRETO\ FRESCO(\frac{kg}{m3}) = \frac{(Pr + Pm) - Pr}{Vr}$$

$$CONTENIDO\ DE\ VACIOS\ DEL\ CONCRETO\ FRESCO\ (\frac{kg}{m3}) = \frac{T - D}{T}$$

Tabla 5-4 Calculo del peso unitario y contenido de vacíos de mezclas fresca elaboradas *con AG. De 3/8"*

Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-1688

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.

En el instante que el concreto poroso comienza a ofrecer resistencia a la deformación por aplicación de cargas y por lo tanto a mantener aparentemente su forma más o menos constante, se lo denomina estado endurecido.

5.2.1 RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES

5.2.1.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO

Este ensayo esta normado por:

ASTM	C131
NTP	400.021

El método de ensayo somete el material a la abrasión que está representada por billas de acero, la carga abrasiva representa también la degradación durante la producción, colocación y compactación del concreto y los agentes externos en el concreto endurecido.

La durabilidad del concreto poroso se aprecia en la capa superficial, que está expuesta al desgaste por las cargas del tránsito, este método puede emplearse para conocer la durabilidad del concreto poroso, sometiendo una muestra en forma de cubo frente a las varillas de acero, el ensayo para determinar la durabilidad del concreto poroso está siendo evaluado para posterior normativa.

5.2.1.2 EQUIPOS PARA EL ENSAYO

- ✓ Tamices, tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado.
- ✓ Máquina de Los Ángeles, la máquina consiste en un cilindro hueco, de acero, con una longitud interior de 508 ± 5 mm (20 ± 0.2”) y un diámetro, también interior, de 711 ± 5 mm (28 ± 0.2”).
- ✓ Carga abrasiva, la carga abrasiva consistirá en esferas de acero o de fundición, de un diámetro entre 46.38 mm (1 13/16”) y 47.63 mm (1 7/8”) y un peso comprendido entre 390 g y 445g.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.1.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- ✓ Para este ensayo se fabricaron 8 muestras (briquetas de concreto poroso) de dimensiones (diámetro, de 10cm y altura de 20 cm) en los moldes metálicos.

Figura 5.9 Chuseado de la primera capa de concreto poroso
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Al día siguiente de la elaboración de las 8 muestras se procede a desmoldar cada una de estas, para inmediatamente ser sumergidas en una piscina de curado durante 28 días, el día 29 se sacan las briquetas de la piscina de curado para que sequen por un día más.

- ✓ El día 30 después del secado de cada una de las briquetas se toma cada una y se procede a cortarla por la mitad mediante una máquina con disco de corte para concreto (amoladora), ese mismo día, se procede con el ensayo de desgaste por impacto y abrasión en la máquina de los ángeles.

Figura 5.10 Cortado a la mitad de las briquetas de concreto poroso

Figura 5.11 Muestras ya cortadas listas para el ensayo de desgaste por abrasión

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Antes de introducir las dos mitades de la briqueta cortada en la máquina de los ángeles se mide la masa de cada mitad, cada mitad tiene una dimensión aproximada de (diámetro, de 10cm y altura, de 10cm).

- ✓ Luego de medir la masa de cada mitad de la briqueta cortada, estas se introducen dentro de La Máquina de los Ángeles, se coloca la tapa correctamente atornillada, se programa para 300 revoluciones y se activa.

Figura 5.12 Briquetas de concreto poroso, dentro de la máquina de los ángeles listas para el ensayo

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ Al completar las revoluciones, se procede a retirar cada una de las mitades de la briqueta cortada para que sean medidas nuevamente sus masas, por diferencia de masas se obtiene el porcentaje de desgaste.

5.2.1.4 ANALISIS DE RESULTADOS

Diseños de Mezclas	Desgaste (%)
DM1 - AG 3/4" - 15% - SIKA	0,29
DM2 - AG 3/4" - 20% - SIKA	0,34
DM3 - AG 3/4" - 15% - EUCO	0,30
DM4 - AG 3/4" - 20% - EUCO	0,35

Tabla 5-5 Resultados obtenidos del ensayo de desgaste por abrasión para las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4"

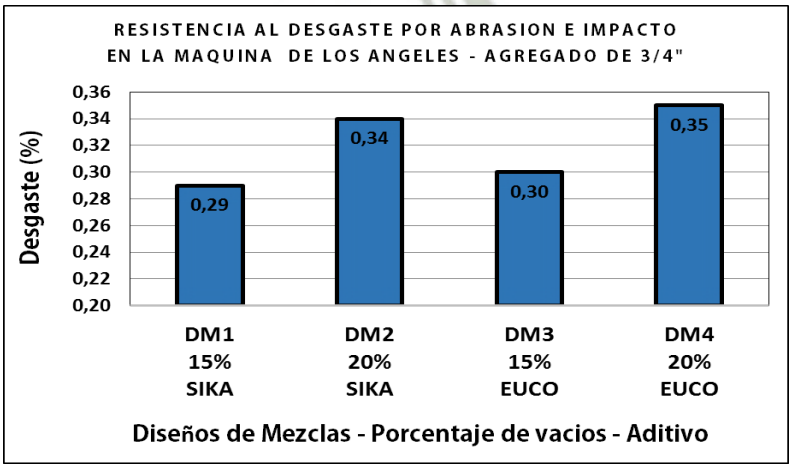


Figura 5.13 Resultados obtenidos del ensayo de desgaste por abrasión expresados en forma gráfica, a las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4"

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Diseños de Mezclas	Desgaste (%)
DM5 - AG 3/8" - (15% - SIKA)	0,27
DM6 - AG 3/8" - (20% - SIKA)	0,31
DM7 - AG 3/8" - (15% - EUCO)	0,28
DM8 - AG 3/8" - (20% - EUCO)	0,32

Tabla 5-6 Resultados obtenidos del ensayo de desgaste por abrasión para las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8"

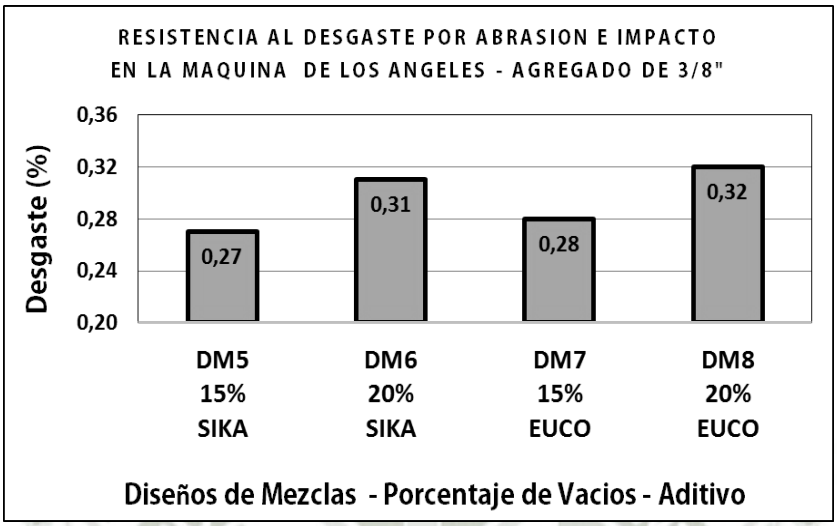


Figura 5.14 Resultados obtenidos del ensayo de desgaste por abrasión expresados en forma gráfica, a las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8"

5.2.1.4.1 CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS

Diseños de Mezclas	Desgaste (%)	
DM1 - (AG 3/4") - DM5 - (AG 3/8") - (15% - SIKA)	0,29	0,27
DM2 - (AG 3/4") - DM6 - (AG 3/8") - (20% - SIKA)	0,34	0,31
DM3 - (AG 3/4") - DM7 - (AG 3/8") - (15% - EUCO)	0,30	0,28
DM4 - (AG 3/4") - DM8 - (AG 3/8") - (20% - EUCO)	0,35	0,32

Tabla 5-7 Resultados obtenidos del ensayo de desgaste por abrasión para las briquetas elaboradas con agregado de 3/4" y de 3/8"

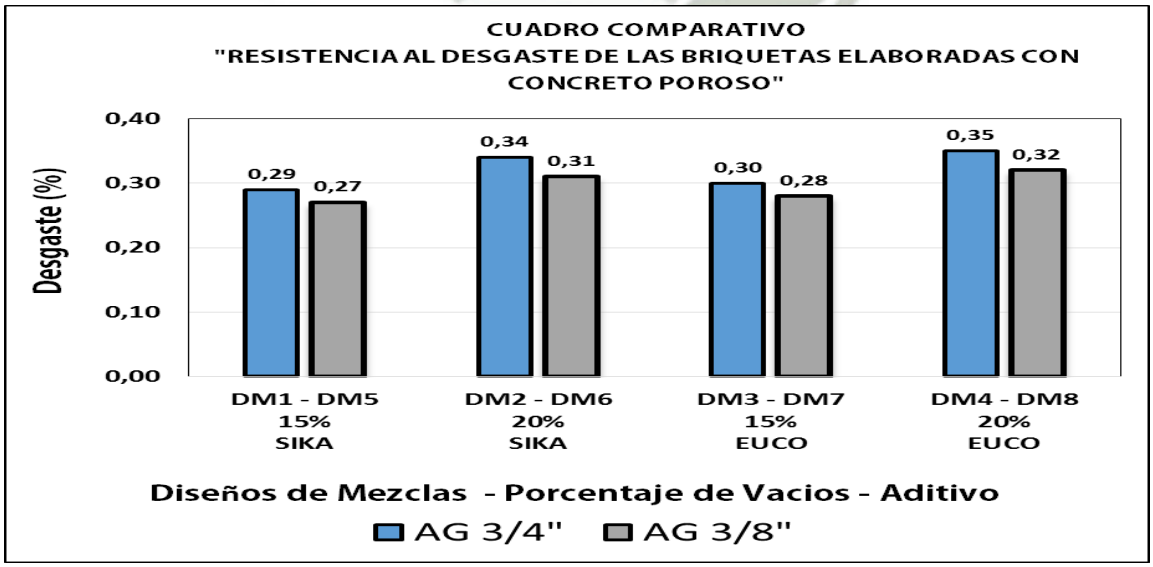


Figura 5.15 Gráfica comparativa de resultados obtenidos del ensayo de desgaste por abrasión entre briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" y agregado grueso de 3/8"

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.1.5 DESCRIPCION DE RESULTADOS

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
LABORATORIO DE CONCRETO UCSM	
TITULO DE TESIS :	**Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**
CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO:	LA PODEROSA
TMN DE LA MUESTRA ANALIZADA:	3/4"

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES ASTM C131 - NTP 400.021 - ASSHTO T81

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 1

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/4"	Sika Superplastificante	0,3	15%	
Peso inial de la muestra (kg):			Pinc	2,739
Peso final de la muestra (kg):			Pfnl	1,932
Desgaste (%):				0,29

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 2

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/4"	Sika Superplastificante	0,35	20%	
Peso inial de la muestra (kg):			Pinc	2,53
Peso final de la muestra (kg):			Pfnl	1,66
Desgaste (%):				0,34

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 3

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/4"	Euco Plastificante	0,3	15%	
Peso inial de la muestra (kg):			Pinc	2,86
Peso final de la muestra (kg):			Pfnl	1,99
Desgaste (%):				0,30

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 4

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/4"	Euco Platificante	0,35	20%	
Peso inial de la muestra (kg):			Pinc	2,50
Peso final de la muestra (kg):			Pfnl	1,63
Desgaste (%):				0,35

Formulas:

$$PORCENTAJE\ DE\ DESGASTE\ (\%) = \frac{(Pinc - Pfnl)}{Pinc} * 100$$

Tabla 5-8 Calculo porcentaje de desgaste de las briquetas elaboradas con agregado de 3/4"

Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-131

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM
TITULO DE TESIS :	**Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**	
CANTERA DE DONDE PROVIENE EL AGREGADO:	LA PODEROSA	
TMN DE LA MUESTRA ANALIZADA:	3/8"	

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION E IMPACTO
EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES
ASTM C131 - NTP 400.021 - ASSHTO T81

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 5

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/8"	Sika Plastificante	0,3	15%	
Peso inial de la muestra (kg):			Pinc	2,86
Peso final de la muestra (kg):			Pfnl	2,09
Desgaste (%):				0,27

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 6

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/8"	Sika Plastificante	0,35	20%	
Peso inial de la muestra (kg):			Pinc	2,654
Peso final de la muestra (kg):			Pfnl	1,844
Desgaste (%):				0,31

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 7

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/8"	Euco Plastificante	0,3	15%	
Peso inial de la muestra (kg):			Pinc	2,75
Peso final de la muestra (kg):			Pfnl	1,99
Desgaste (%):				0,28

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 8

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios	
3/8"	Euco Platificante	0,35	20%	
Peso inial de la muestra (kg):			Pinc	2,651
Peso final de la muestra (kg):			Pfnl	1,81
Desgaste (%):				0,32

Formulas:

$$PORCENTAJE\ DE\ DESGASTE\ (\%) = \frac{(Pinc - Pfnl)}{Pinc} * 100$$

Tabla 5-9 Calculo porcentaje de desgaste de las briquetas elaboradas con agregado de 3/8"
Fuente: Association for Testing Materials - ASTM C-131

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION

5.2.2.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO

Este ensayo esta normado por:

ASTM	C39
NTP	339.0.35

La resistencia a la compresión es una de las propiedades más importantes del hormigón, siendo también el factor que se emplea frecuentemente para definir su calidad.

El valor de la resistencia obtenido en el ensayo no es absoluto, puesto que depende de las condiciones en que ha sido realizado.

Para este ensayo se elaboraron 216 briquetas de concreto poroso de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto.

5.2.2.2 ELABORACION DE LAS BRIQUETAS PARA EL ENSAYO

El proceso de fabricación de las briquetas para el ensayo de compresión será igual al proceso de fabricación para del ensayo de tensión indirecta.

EQUIPO PARA LA FABRICACION DE LAS BRIQUETAS

- ✓ Varilla de acero, de aproximadamente de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud, el extremo de compactación tiene que ser hemisférico y con el mismo diámetro de la varilla.
- ✓ Moldes estándar cilíndrico de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto.
- ✓ Un badilejo mediano para nivelar la superficie y un mazo de goma.
- ✓ Petróleo, para poder lubricar los moldes y facilite el desmoldado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PROCESO DE FABRICACION DE LAS BRIQUETAS

- ✓ Primero tenemos que lubricar cada molde con petróleo con ayuda de algún instrumento que evite que se entremos en contacto con este combustible que es muy inflamable.

Figura 5.16 Lubricación de moldes con petróleo para el desmolde fácil de las briquetas de CP

Fuente: Elaboración propia – Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Luego comenzamos a introducir el concreto dentro del molde utilizando un badilejo metálico en tres capas correspondiendo cada una de ellas a 1/3 del volumen del molde, cada capa se compacta con 25 golpes distribuidos uniformemente sobre su sección transversal con la varilla metálica, al término de la compactación de cada capa se realiza un serie de golpes alrededor del molde con la ayuda del mazo de goma para que la pasta se asiente bien en el molde, al colocar la tercera capa antes de compactar se verifica si se asienta el concreto por debajo del borde superior del molde, si esto pasa se debe agregarse más mezcla de concreto unos 3 mm de altura aproximadamente para que en todo momento haya una cantidad adicional sobre el recipiente.

Figura 5.17 Llenado del molde con concreto poroso en tres capas, cada una correctamente compactada

Figura 5.18 Chuseo de la tercera capa de CP para su posterior enrasamiento

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Después de compactar la última capa esta se alisa al ras de la superficie utilizando la varilla compactadora desde el centro hacia afuera de manera que la superficie quede bien nivelada.

Figura 5.19 Muestras de CP ya listas

Figura 5.20 Enrasamiento de la tercera capa de CP

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

5.2.2.3 EQUIPO PARA EL ENSAYO DE COMPRESION

- ✓ Máquina de resistencia a la compresión.
- ✓ Vernier metálico de 0.1mm de precisión.

5.2.2.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- ✓ Se debe limpiar las superficies de contacto de las placas de carga y de la probeta, colocando la probeta dentro de la máquina, correctamente alineada y centrada.

Figura 5.21 Briqueta de concreto poroso después de finalizado el ensayo

Figura 5.22 Briqueta de CP lista para el ensayo (foto frontal)

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Luego activamos la máquina, al inicio la placa superior de la máquina presionara la superficie superior de la briqueta y luego generara compresión a lo largo de esta, en un determinado tiempo esta briqueta será fracturada, después de sucedido esto anotamos la carga final con la que fue fracturada la briqueta (nos da la maquina), este dato nos servirá para calcular el f'c.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

5.2.2.5 DESCRIPCION DE RESULTADO

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

RESISTENCIA A LA COMPRESION

ASTM C39 - NTP 339.0.35

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 1

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Sika Superplastificante	0,3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	33123	187,44
2	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	33116	187,40
3	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	33112	187,38
4	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	33112	187,38
5	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	33108	187,35
6	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	33105	187,34
7	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	33105	187,34
8	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	33104	187,33
						Promedio	**187,37** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	42795	242,17
2	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	42791	242,15
3	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	42783	242,10
4	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	42762	241,98
5	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	42744	241,88
6	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	42725	241,77
7	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	42722	241,76
8	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	42720	241,75
						Promedio	**241,97** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	51397	290,85
2	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	51384	290,77
3	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	51380	290,75
4	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	51367	290,68
5	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	51348	290,57
6	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	51346	290,56
7	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	51324	290,43
8	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	51323	290,43
						Promedio	**290,66** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ COMPRESION\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA}{AREA}$$

Tabla 5-10 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA COMPRESION
ASTM C39 - NTP 339.0.35

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 2

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Sika Superplastificante	0,35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	28582	161,74
2	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	28564	161,64
3	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	28563	161,63
4	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	28546	161,54
5	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	28545	161,53
6	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	28539	161,50
7	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	28534	161,47
8	09/09/2015	16/09/2015	7	15	30	176,715	28529	161,44
						Promedio	**161,58** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	35304	199,78
2	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	35295	199,73
3	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	35284	199,67
4	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	35272	199,60
5	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	35270	199,59
6	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	35264	199,55
7	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	35258	199,52
8	09/09/2015	23/09/2015	14	15	30	176,715	35256	199,51
						Promedio	**199,63** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	44554	252,12
2	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	44529	251,98
3	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	44524	251,95
4	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	44522	251,94
5	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	44496	251,80
6	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	44493	251,78
7	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	44469	251,64
8	09/09/2015	30/09/2015	28	15	30	176,715	44465	251,62
						Promedio	**251,89** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ COMPRESION\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA}{AREA}$$

Tabla 5-11 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas de concreto poroso

		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM
TITULO DE TESIS :	**Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**	

RESISTENCIA A LA COMPRESION

ASTM C39 - NTP 339.0.35

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 3

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Euco Plastificante	0,3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	32286	182,70
2	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	32257	182,54
3	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	32257	182,54
4	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	32242	182,45
5	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	32232	182,40
6	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	32207	182,25
7	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	32207	182,25
8	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	32201	182,22
						Promedio	**182,45** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	40703	230,33
2	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	40702	230,33
3	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	40689	230,25
4	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	40675	230,17
5	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	40647	230,01
6	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	40640	229,97
7	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	40627	229,90
8	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	40625	229,89
						Promedio	**230,14** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	49967	282,75
2	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	49963	282,73
3	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	49921	282,49
4	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	49917	282,47
5	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	49903	282,39
6	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	49902	282,39
7	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	49902	282,39
8	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	49894	282,34
						Promedio	**282,52** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ COMPRESION\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA}{AREA}$$

Tabla 5-12 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA COMPRESION
ASTM C39 - NTP 339.0.35

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 4

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Euco Platificante	0,35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	28096	158,99
2	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	28088	158,95
3	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	28062	158,80
4	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	28044	158,70
5	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	28034	158,64
6	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	28030	158,62
7	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	28021	158,57
8	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	28012	158,52
						Promedio	**158,75** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	34356	194,41
2	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	34349	194,38
3	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	34344	194,35
4	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	34338	194,31
5	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	34325	194,24
6	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	34302	194,11
7	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	34302	194,11
8	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	34296	194,08
						Promedio	**194,27** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	43403	245,61
2	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	43395	245,56
3	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	43391	245,54
4	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	43366	245,40
5	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	43362	245,38
6	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	43361	245,37
7	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	43333	245,21
8	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	43330	245,20
						Promedio	**245,44** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ COMPRESION\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA}{AREA}$$

Tabla 5-13 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA COMPRESION
ASTM C39 - NTP 339.0.35

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 5

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Sika Plastificante	0,3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	38460	217,64
2	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	38360	217,07
3	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	38330	216,90
4	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	38280	216,62
5	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	38165	215,97
6	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	38014	215,11
7	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	38013	215,11
8	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	37999	215,03
						Promedio	**216,35** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	47750	270,21
2	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	47728	270,08
3	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	47713	270,00
4	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	47710	269,98
5	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	47708	269,97
6	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	47695	269,90
7	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	47684	269,84
8	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	47681	269,82
						Promedio	**270,00** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	54312	307,34
2	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	54303	307,29
3	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	54279	307,16
4	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	54271	307,11
5	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	54262	307,06
6	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	54258	307,04
7	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	54250	306,99
8	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	54245	306,96
						Promedio	**307,14** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ COMPRESION\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA}{AREA}$$

Tabla 5-14 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA COMPRESION
ASTM C39 - NTP 339.0.35

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 6

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Sika Plastificante	0,35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	31720	179,50
2	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	31584	178,73
3	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	31579	178,70
4	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	31552	178,55
5	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	31514	178,33
6	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	31492	178,21
7	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	31449	177,96
8	07/09/2015	14/09/2015	7	15	30	176,715	31333	177,31
						Promedio	**178,57**	kg/cm2

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	38504	217,89
2	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	38499	217,86
3	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	38467	217,68
4	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	38465	217,67
5	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	38442	217,54
6	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	38417	217,40
7	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	38415	217,38
8	07/09/2015	21/09/2015	14	15	30	176,715	38414	217,38
						Promedio	**217,63** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	47662	269,71
2	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	47654	269,67
3	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	47654	269,67
4	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	47653	269,66
5	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	47620	269,47
6	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	47619	269,47
7	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	47614	269,44
8	07/09/2015	28/09/2015	28	15	30	176,715	47601	269,37
						Promedio	**269,58** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ COMPRESION\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA}{AREA}$$

Tabla 5-15 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA COMPRESION
ASTM C39 - NTP 339.0.35

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 7

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Euco Plastificante	0,3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	35046	198,32
2	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	35045	198,31
3	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	35042	198,30
4	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	35024	198,19
5	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	35016	198,15
6	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	35011	198,12
7	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	35005	198,09
8	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	35004	198,08
						Promedio	**198,21** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	45282	256,24
2	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	45253	256,08
3	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	45249	256,06
4	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	45232	255,96
5	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	45220	255,89
6	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	45209	255,83
7	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	45207	255,82
8	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	45205	255,81
						Promedio	**255,98** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	52258	295,72
2	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	52256	295,71
3	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	52225	295,53
4	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	52223	295,52
5	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	52216	295,48
6	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	52207	295,43
7	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	52200	295,39
8	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	52187	295,32
						Promedio	**295,54** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ COMPRESION\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA}{AREA}$$

Tabla 5-16 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA COMPRESION

ASTM C39 - NTP 339.0.35

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 8

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Euco Platificante	0,35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	30216	170,99
2	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	30050	170,05
3	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	30032	169,95
4	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	30008	169,81
5	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	29997	169,75
6	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	29993	169,73
7	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	29916	169,29
8	08/09/2015	15/09/2015	7	15	30	176,715	29895	169,17
						Promedio	**169,94** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	36727	207,83
2	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	36701	207,68
3	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	36693	207,64
4	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	36683	207,58
5	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	36670	207,51
6	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	36668	207,50
7	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	36665	207,48
8	08/09/2015	22/09/2015	14	15	30	176,715	36659	207,45
						Promedio	**207,60** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	46268	261,82
2	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	46262	261,79
3	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	46256	261,75
4	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	46244	261,69
5	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	46230	261,61
6	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	46226	261,59
7	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	46214	261,52
8	08/09/2015	29/09/2015	28	15	30	176,715	46213	261,51
						Promedio	**261,68** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ COMPRESION\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA}{AREA}$$

Tabla 5-17 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA COMPRESION
ASTM C39 - NTP 339.0.35

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 9

TMN	SIN ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	-	0,3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	23645	133,80
2	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	23644	133,80
3	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	23629	133,71
4	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	23611	133,61
5	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	23610	133,60
6	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	23595	133,52
7	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	23573	133,40
8	10/09/2015	17/09/2015	7	15	30	176,715	23572	133,39
						Promedio	**133,63** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	32477	183,78
2	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	32474	183,76
3	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	32471	183,75
4	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	32468	183,73
5	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	32461	183,69
6	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	32442	183,58
7	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	32429	183,51
8	10/09/2015	24/09/2015	14	15	30	176,715	32404	183,37
						Promedio	**183,69** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm2)
1	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	39713	224,73
2	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	39707	224,70
3	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	39698	224,64
4	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	39676	224,52
5	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	39656	224,41
6	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	39655	224,40
7	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	39630	224,26
8	10/09/2015	01/10/2015	28	15	30	176,715	39624	224,23
						Promedio	**224,52** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ COMPRESION\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA}{AREA}$$

Tabla 5-18 Calculo de la resistencia a la compresión simple a las briquetas de concreto poroso

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.3 RESISTENCIA A LA TENSION INDIRECTA "SPLIT TEST"

5.2.3.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO

Este ensayo esta normado por:

ASTM C496

El ensayo de tensión indirecta es un ensayo muy sencillo y rápido de hacer que nos permitirá dos cosas muy específicas:

- ✓ Imitar la reacción del pavimento de concreto poroso.
- ✓ Obtener la carga máxima que aguanta una mezcla antes de romper.

Este ensayo es muy impórtate realizarlo ya que es un factor que determinara la elección del espesor del pavimento de concreto poroso.

Para este ensayo se elaboraron 192 briquetas de concreto poroso de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto.

5.2.3.2 FABRICACIÓN DE LAS BRIQUETAS PARA EL ENSAYO

El proceso de fabricación de las briquetas para el ensayo de compresión será igual al proceso de fabricación para del ensayo de tensión indirecta.

5.2.3.3 EQUIPO PARA EL ENSAYO

- ✓ Máquina de resistencia a la compresión, vernier.

5.2.3.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- ✓ Primero se debe limpiar las superficies de contacto junto con las placas de carga que posee la máquina de compresión, luego en el interior de la maquina antes de introducir la briqueta echada se tiene que colocar un soporte de triplay de dimensiones (5 cm x 25 cm), sobre este soporte descansara la briqueta, antes de activar la maquina colocamos el ultimo soporte que es el soporte superior sobre la briqueta, utilizamos pequeñas maderas con las dimensiones (5 cm x 5 cm x 28cm), los soportes sirven para que la maquina tenga un mejor contacto con la briqueta.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Finalmente revisamos que la briqueta que será ensayada este bien centrada, al estar conformes comenzamos con la activación de la máquina.

Figura 5.23 Soportes que acompañan a las briquetas de CP durante el ensayo

Figura 5.25 Briqueta de CP lista para el ensayo foto frontal

Figura 5.24 Briqueta de CP lista para el ensayo (foto lateral)

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Al acercarse la placa superior de la máquina a nuestra muestra lo que ocurre primero es que esta se asentara sobre el soporte superior de madera que se colocó, este soporte tiene que estar bien alineado con la briqueta y la placa de carga de la máquina de compresión para obtener un contacto muy uniforme.

- ✓ La carga debe aplicarse en forma continua y sin choques a velocidad uniforme, de forma tal que la rotura se alcance en un tiempo igual o superior a 100 segundos, una vez aplicada la carga y luego de la ruptura se registra la carga máxima expresada en kgf.

Figura 5.26 Briqueta de CP, después de finalizado el ensayo

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

5.2.3.5 DESCRIPCION DE RESULTADOS

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA TENSION INDIRECTA
ASTM C496

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 1

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Sika Superplastificante	0,3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	9661	13,67
2	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	9657	13,66
3	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	9642	13,64
4	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	9641	13,64
5	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	9618	13,61
6	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	9608	13,59
7	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	9607	13,59
8	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	9607	13,59
						Promedio	**13,63** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	11510	16,28
2	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	11498	16,27
3	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	11472	16,23
4	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	11458	16,21
5	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	11457	16,21
6	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	11448	16,20
7	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	11445	16,19
8	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	11432	16,17
						Promedio	**16,23** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	12535	17,73
2	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	12533	17,73
3	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	12514	17,70
4	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	12490	17,67
5	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	12488	17,67
6	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	12485	17,66
7	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	12483	17,66
8	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	12476	17,65
						Promedio	**17,69** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ TENSION\ INDIRECTA\ \left(\frac{kg}{cm2}\right) = \frac{2 * CARGA}{\pi * ALTURA * DIAMETRO}$$

Tabla 5-19 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA TENSION INDIRECTA
ASTM C496

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 2

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Sika Superplastificante	0,35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	8154	11,54
2	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	8119	11,49
3	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	8117	11,48
4	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	8111	11,47
5	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	8101	11,46
6	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	8095	11,45
7	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	8084	11,44
8	16/09/2015	23/09/2015	7	15	30	176,715	8054	11,39
						Promedio	**11,48** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	9415	13,32
2	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	9383	13,27
3	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	9372	13,26
4	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	9341	13,21
5	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	9319	13,18
6	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	9314	13,18
7	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	9293	13,15
8	16/09/2015	30/09/2015	14	15	30	176,715	9282	13,13
						Promedio	**13,22** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	10294	14,56
2	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	10290	14,56
3	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	10290	14,56
4	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	10255	14,51
5	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	10247	14,50
6	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	10218	14,46
7	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	10217	14,45
8	16/09/2015	14/10/2015	28	15	30	176,715	10202	14,43
						Promedio	**14,51** kg/cm2	

Formula:

$$\boldsymbol{RESISTENCIA\ A\ LA\ TENSION\ INDIRECTA}\ (\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{cm2}}) = \frac{\boldsymbol{2 * CARGA}}{\pi * ALTURA * DIAMETRO}$$

Tabla 5-20 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA TENSION INDIRECTA
ASTM C496

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 3

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Euco Plastificante	0,3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	9513	13,46
2	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	9511	13,46
3	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	9511	13,44
4	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	9500	13,42
5	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	9489	13,37
6	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	9450	13,35
7	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	9437	13,33
8	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	9425	13,33
						Promedio	**13,40** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	11123	15,74
2	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	11107	15,71
3	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	11097	15,70
4	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	11082	15,68
5	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	11074	15,67
6	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	11060	15,65
7	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	11056	15,64
8	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	11055	15,64
						Promedio	**15,68** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	11864	16,78
2	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	11850	16,76
3	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	11849	16,76
4	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	11844	16,76
5	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	11822	16,72
6	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	11806	16,70
7	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	11796	16,69
8	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	11796	16,69
						Promedio	**16,74** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ TENSION\ INDIRECTA\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{2 * CARGA}{\pi * ALTURA * DIAMETRO}$$

Tabla 5-21 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA TENSION INDIRECTA
ASTM C496

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 4

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Euco Platificante	0,35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	7365	10,42
2	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	7352	10,40
3	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	7349	10,40
4	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	7348	10,40
5	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	7343	10,39
6	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	7342	10,39
7	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	7340	10,38
8	17/09/2015	24/09/2015	7	15	30	176,715	7335	10,38
						Promedio	**10,40** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	8234	11,65
2	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	8233	11,65
3	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	8228	11,64
4	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	8223	11,63
5	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	8222	11,63
6	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	8211	11,62
7	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	8202	11,60
8	17/09/2015	01/10/2015	14	15	30	176,715	8297	11,74
						Promedio	**11,63** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	9335	13,21
2	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	9334	13,20
3	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	9329	13,20
4	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	9324	13,19
5	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	9323	13,19
6	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	9312	13,17
7	17/09/2015	15/10/2015	28	15	30	176,715	9303	13,16
8	17/09/2015	15/10/2015	7	15	30	176,715	9298	13,15
						Promedio	**13,19** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ TENSION\ INDIRECTA\ \left(\frac{kg}{cm2}\right) = \frac{2 * CARGA}{\pi * ALTURA * DIAMETRO}$$

Tabla 5-22 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA TENSION INDIRECTA
ASTM C496

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 5

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Sika Plastificante	0,3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	10547	14,92
2	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	10547	14,92
3	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	10544	14,92
4	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	10541	14,91
5	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	10538	14,91
6	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	10537	14,91
7	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	10525	14,89
8	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	10514	14,87
						Promedio	**14,91** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	12907	18,26
2	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	12903	18,25
3	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	12899	18,25
4	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	12897	18,25
5	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	12894	18,24
6	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	12894	18,24
7	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	12888	18,23
8	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	12887	18,23
						Promedio	**18,25** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	14495	20,51
2	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	14487	20,49
3	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	14406	20,38
4	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	14445	20,44
5	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	14428	20,41
6	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	14442	20,43
7	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	13626	19,28
8	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	13518	19,12
						Promedio	**20,28** kg/cm2	

Formula:

$$\boldsymbol{RESISTENCIA\ A\ LA\ TENSION\ INDIRECTA}\ (\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{cm2}}) = \frac{\boldsymbol{2 * CARGA}}{\pi * ALTURA * DIAMETRO}$$

Tabla 5-23 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS :	**Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA TENSION INDIRECTA
ASTM C496

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 6

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Sika Plastificante	0,35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	9043	12,79
2	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	9038	12,79
3	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	9036	12,78
4	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	9033	12,78
5	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	9013	12,75
6	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	9011	12,75
7	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	9010	12,75
8	14/09/2015	21/09/2015	7	15	30	176,715	9001	12,73
						Promedio	**12,77** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	10751	15,21
2	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	10742	15,20
3	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	10734	15,19
4	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	10725	15,17
5	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	10720	15,17
6	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	10706	15,15
7	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	10701	15,14
8	14/09/2015	28/09/2015	14	15	30	176,715	10700	15,14
						Promedio	**15,17** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	11371	16,09
2	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	11364	16,08
3	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	11362	16,07
4	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	11357	16,07
5	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	11354	16,06
6	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	11343	16,05
7	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	11328	16,03
8	14/09/2015	12/10/2015	28	15	30	176,715	11305	15,99
						Promedio	**16,06** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ TENSION\ INDIRECTA\ \left(\frac{kg}{cm2}\right) = \frac{2 * CARGA}{\pi * ALTURA * DIAMETRO}$$

Tabla 5-24 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS :	**Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA TENSION INDIRECTA
ASTM C496

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 7

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Euco Plastificante	0,3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	9727	13,76
2	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	9705	13,73
3	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	9704	13,73
4	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	9686	13,70
5	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	9682	13,70
6	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	9679	13,69
7	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	9677	13,69
8	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	9674	13,69
						Promedio	**13,71** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	11919	16,86
2	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	11910	16,85
3	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	11909	16,85
4	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	11902	16,84
5	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	11902	16,84
6	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	11898	16,83
7	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	11894	16,83
8	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	11885	16,81
						Promedio	**16,84** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	13489	19,08
2	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	13489	19,08
3	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	13464	19,05
4	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	13443	19,02
5	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	13417	18,98
6	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	13398	18,95
7	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	13341	18,87
8	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	13333	18,86
						Promedio	**19,01** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ TENSION\ INDIRECTA\ \left(\frac{kg}{cm2}\right) = \frac{2 * CARGA}{\pi * ALTURA * DIAMETRO}$$

Tabla 5-25 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA TENSION INDIRECTA
ASTM C496

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 8

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Euco Platificante	0,35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	8595	12,16
2	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	8591	12,15
3	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	8586	12,15
4	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	8579	12,14
5	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	8559	12,11
6	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	8556	12,10
7	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	8547	12,09
8	15/09/2015	22/09/2015	7	15	30	176,715	8542	12,08
						Promedio	**12,13** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	9976	14,11
2	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	9970	14,10
3	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	9956	14,08
4	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	9955	14,08
5	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	9952	14,08
6	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	9951	14,08
7	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	9947	14,07
8	15/09/2015	29/09/2015	14	15	30	176,715	9942	14,07
						Promedio	**14,09** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CARGA (kg)	RESISTENCIA TENSION INDIRECTA (kg/cm2)
1	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	11204	15,85
2	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	11197	15,84
3	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	11187	15,83
4	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	11170	15,80
5	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	11170	15,80
6	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	11160	15,79
7	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	11159	15,79
8	15/09/2015	13/10/2015	28	15	30	176,715	11153	15,78
						Promedio	**15,81** kg/cm2	

Formula:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ TENSION\ INDIRECTA\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{2 * CARGA}{\pi * ALTURA * DIAMETRO}$$

Tabla 5-26 Calculo de la resistencia a la tensión indirecta a las briquetas de concreto poroso

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.4 RESISTENCIA A LA FLEXION

5.2.4.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO

Este ensayo esta normado por:

ASTM C78

Este método de ensayo se usa para determinar el esfuerzo de flexión en vigas, los especímenes que utilizamos para este ensayo son de dimisiones 15cm X 15 cm X 60 cm, estas muestras fueron preparadas y curadas con edades a los 7, 14 y 28 días, los resultados se calculan e informan como el módulo de ruptura y sirven para la evaluación de concretos para la construcción de losas y pavimentos.

Para este ensayo se elaboraron 96 vigas de concreto poroso de 15 x 15 x 60 cm.

5.2.4.2 ELABORACION DE LAS VIGAS PARA EL ENSAYO

Para la fabricación nos basamos en el ASTM C78

EQUIPO PARA LA FABRICACION DE LAS VIGAS DE 15 x 15 x 60cm

- ✓ Martillo Proctor estándar de 2.4 N de peso a 0.30 m de caída.
- ✓ Moldes rectangulares de metal de 15 x 15 x 60 cm de largo.
- ✓ Un badilejo mediano para nivelar la superficie y un mazo de goma.
- ✓ Petróleo, para poder lubricar los moldes y evitar que las briquetas se peguen a los moldes en el proceso de desmoldado.

PROCESO DE FABRICACION DE LAS VIGAS

- ✓ Primero tenemos que lubricar cada molde con petróleo con ayuda de algún instrumento que evite que entremos en contacto con este combustible que es muy inflamable.
- ✓ Luego comenzamos a introducir el concreto dentro molde utilizando un badilejo metálico en dos capas correspondiendo cada una de ellas a 1/2 del

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

volumen del molde, cada capa se compacta con 35 golpes distribuidos uniformemente sobre su sección transversal con la martillo proctor estándar.

Figura 5.27 Proceso de elaboración de las vidas de CP para el ensayo de flexión

Figura 5.28 Vigas de CP lista para el ensayo de flexión

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Al término de la compactación de cada capa se realiza un serie de golpes alrededor del molde con la ayuda del mazo de goma para que la pasta se asiente bien en el molde, al colocar la segunda capa antes de compactar se verifica si se asienta el concreto por debajo del borde superior del molde, si esto pasa se debe agregarse más mezcla de concreto unos 3 mm de altura aproximadamente para que en todo momento haya una cantidad adicional sobre el recipiente.

- ✓ Después de compactar la última capa esta se alisa al ras de la superficie utilizando la varilla compactadora desde el centro hacia afuera de manera que la superficie quede bien nivelada.

5.2.4.3 EQUIPO PAR EL ENSAYO

- ✓ Máquina de resistencia a la compresión.
- ✓ Una placa metálica de dimensiones, 25 x 60 x 7 cm.
- ✓ Una placa metálica de dimensiones, 25 x 25 x 3.5 cm.
- ✓ 4 barras metálicas cilíndricas de, 2.5 cm de diámetro por 18 cm de largo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

5.2.4.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- ✓ Primero se debe limpiar las superficies de contacto junto con las placas de carga que posee la máquina de compresión, luego en el interior de la maquina en la base se coloca la placa metálica más grande que servirá como apoyo de las dos primeras barras metálicas que se colocaran de acuerdo a lo especificado en el ensayo (separadas y paralelas entre sí a una distancia de 55 cm desde sus ejes centrales).

Figura 5.29 Colocación de las dos primeras barras metálicas

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ Luego colocamos la viga de CP sobre estas dos barras metálicas correctamente centrada, para luego color encima de esta las otras dos barras metálicas en los bordes del tercio central separadas y paralelas entre sí a una distancia de 18 cm, sobre estas barras colocamos la otra placa metálica correctamente centrada, luego comenzamos con el ensayo.

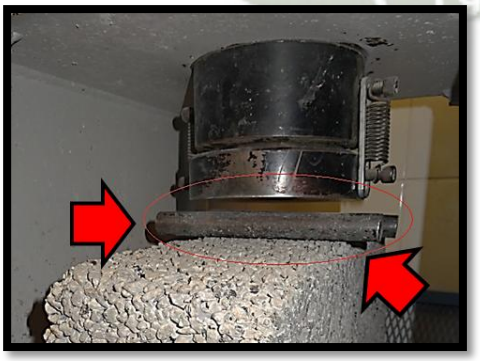


Figura 5.30 Colocación de las dos últimas barras metálicas sobre superficie de la viga de CP

Figura 5.31 Colocación de la placa metálica sobre las dos barras

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

5.2.4.5 DESCRIPCION DE RESULTADOS

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA FLEXION

ASTM C78

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 1

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Sika Superplastificante	0,3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	22/09/2015	29/09/2015	7	55	15	15	1751	28,53
2	22/09/2015	29/09/2015	7	55	15	15	1748	28,49
3	22/09/2015	29/09/2015	7	55	15	15	1742	28,39
4	22/09/2015	29/09/2015	7	55	15	15	1742	28,39
						Promedio	**28,45** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	22/09/2015	06/10/2015	14	55	15	15	2295	37,40
2	22/09/2015	06/10/2015	14	55	15	15	2293	37,37
3	22/09/2015	06/10/2015	14	55	15	15	2292	37,35
4	22/09/2015	06/10/2015	14	55	15	15	2291	37,33
						Promedio	**37,36** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	22/09/2015	13/10/2015	28	55	15	15	2894	47,16
2	22/09/2015	13/10/2015	28	55	15	15	2894	47,16
3	22/09/2015	13/10/2015	28	55	15	15	2888	47,06
4	22/09/2015	13/10/2015	28	55	15	15	2884	47,00
						Promedio	**47,10** kg/cm2	

Formula:

$$MODULO\ DE\ RUPTURA\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA * LOGITUD\ DE\ SEPARACION\ DE\ APOYOS}{ANCHO *\ ESPESOR^2}$$

Tabla 5-27 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA FLEXION
ASTM C78

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 2

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Sika Superplastificante	0,35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	22/09/2015	29/09/2015	7	55	15	15	1615	26,32
2	22/09/2015	29/09/2015	7	55	15	15	1608	26,20
3	22/09/2015	29/09/2015	7	55	15	15	1608	26,20
4	22/09/2015	29/09/2015	7	55	15	15	1607	26,19
						Promedio	**26,23** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	22/09/2015	06/10/2015	14	55	15	15	1929	31,44
2	22/09/2015	06/10/2015	14	55	15	15	1924	31,35
3	22/09/2015	06/10/2015	14	55	15	15	1922	31,32
4	22/09/2015	06/10/2015	14	55	15	15	1917	31,24
						Promedio	**31,34** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	22/09/2015	13/10/2015	28	55	15	15	2256	36,76
2	22/09/2015	13/10/2015	28	55	15	15	2254	36,73
3	22/09/2015	13/10/2015	28	55	15	15	2252	36,70
4	22/09/2015	13/10/2015	28	55	15	15	2245	36,59
						Promedio	**36,70** kg/cm2	

Formula:

$$MODULO\ DE\ RUPTURA\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA * LOGITUD\ DE\ SEPARACION\ DE\ APOYOS}{ANCHO * ESPESOR^2}$$

Tabla 5-28 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA FLEXION
ASTM C78

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 3

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Euco Plastificante	0,3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	23/09/2015	30/09/2015	7	55	15	15	1712	27,90
2	23/09/2015	30/09/2015	7	55	15	15	1711	27,88
3	23/09/2015	30/09/2015	7	55	15	15	1711	27,88
4	23/09/2015	30/09/2015	7	55	15	15	1710	27,87
						Promedio	**27,88** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	23/09/2015	07/10/2015	14	55	15	15	2113	34,43
2	23/09/2015	07/10/2015	14	55	15	15	2111	34,40
3	23/09/2015	07/10/2015	14	55	15	15	2109	34,37
4	23/09/2015	07/10/2015	14	55	15	15	2106	34,32
						Promedio	**34,38** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	23/09/2015	14/09/2015	28	55	15	15	2764	45,04
2	23/09/2015	14/09/2015	28	55	15	15	2762	45,01
3	23/09/2015	14/09/2015	28	55	15	15	2759	44,96
4	23/09/2015	14/09/2015	28	55	15	15	2758	44,95
						Promedio	**44,99** kg/cm2	

Formula:

$$MODULO\ DE\ RUPTURA\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA * LOGITUD\ DE\ SEPARACION\ DE\ APOYOS}{ANCHO * ESPESOR^2}$$

Tabla 5-29 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA FLEXION
ASTM C78

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 4

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Euco Platificante	0,35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	23/09/2015	30/09/2015	7	55	15	15	1570	25,59
2	23/09/2015	30/09/2015	7	55	15	15	1568	25,55
3	23/09/2015	30/09/2015	7	55	15	15	1567	25,54
4	23/09/2015	30/09/2015	7	55	15	15	1567	25,54
						Promedio	**25,55** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	23/09/2015	07/10/2015	14	55	15	15	1837	29,94
2	23/09/2015	07/10/2015	14	55	15	15	1837	29,94
3	23/09/2015	07/10/2015	14	55	15	15	1836	29,92
4	23/09/2015	07/10/2015	14	55	15	15	1835	29,90
						Promedio	**29,92** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	23/09/2015	14/09/2015	28	55	15	15	2000	32,59
2	23/09/2015	14/09/2015	28	55	15	15	2093	34,11
3	23/09/2015	14/09/2015	28	55	15	15	2091	34,08
4	23/09/2015	14/09/2015	28	55	15	15	2088	34,03
						Promedio	**33,70** kg/cm2	

Formula:

$$MODULO\ DE\ RUPTURA\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA * LOGITUD\ DE\ SEPARACION\ DE\ APOYOS}{ANCHO * ESPESOR^2}$$

Tabla 5-30 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA FLEXION

ASTM C78

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 5

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Sika Plastificante	0,3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	18/09/2015	25/09/2015	7	55	15	15	2023	32,97
2	18/09/2015	25/09/2015	7	55	15	15	2021	32,93
3	18/09/2015	25/09/2015	7	55	15	15	2021	32,93
4	18/09/2015	25/09/2015	7	55	15	15	2020	32,92
						Promedio	**32,94** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	18/09/2015	01/10/2015	14	55	15	15	2526	41,16
2	18/09/2015	01/10/2015	14	55	15	15	2521	41,08
3	18/09/2015	01/10/2015	14	55	15	15	2521	41,08
4	18/09/2015	01/10/2015	14	55	15	15	2520	41,07
						Promedio	**41,10** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	18/09/2015	08/10/2015	28	55	15	15	3097	50,47
2	18/09/2015	08/10/2015	28	55	15	15	3095	50,44
3	18/09/2015	08/10/2015	28	55	15	15	3095	50,44
4	18/09/2015	08/10/2015	28	55	15	15	3095	50,44
						Promedio	**50,45** kg/cm2	

Formula:

$$MODULO\ DE\ RUPTURA\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA * LOGITUD\ DE\ SEPARACION\ DE\ APOYOS}{ANCHO * ESPESOR^2}$$

*T*abla 5-31 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA FLEXION

ASTM C78

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 6

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Sika Plastificante	0,35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	18/09/2015	25/09/2015	7	55	15	15	1681	27,39
2	18/09/2015	25/09/2015	7	55	15	15	1679	27,25
3	18/09/2015	25/09/2015	7	55	15	15	1672	27,21
4	18/09/2015	25/09/2015	7	55	15	15	1670	27,21
						Promedio	**27,27** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	18/09/2015	01/10/2015	14	55	15	15	2009	32,74
2	18/09/2015	01/10/2015	14	55	15	15	2004	32,66
3	18/09/2015	01/10/2015	14	55	15	15	1999	32,58
4	18/09/2015	01/10/2015	14	55	15	15	1996	32,53
						Promedio	**32,63** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	18/09/2015	08/10/2015	28	55	15	15	2550	41,56
2	18/09/2015	08/10/2015	28	55	15	15	2546	41,49
3	18/09/2015	08/10/2015	28	55	15	15	2538	41,36
4	18/09/2015	08/10/2015	28	55	15	15	2533	41,28
						Promedio	**41,42** kg/cm2	

Formula:

$$MODULO\ DE\ RUPTURA\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA * LOGITUD\ DE\ SEPARACION\ DE\ APOYOS}{ANCHO * ESPESOR^2}$$

Tabla 5-32 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA FLEXION
ASTM C78

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 7

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Euco Plastificante	0,3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	21/09/2015	28/09/2015	7	55	15	15	1875	30,56
2	21/09/2015	28/09/2015	7	55	15	15	1873	30,49
3	21/09/2015	28/09/2015	7	55	15	15	1871	30,36
4	21/09/2015	28/09/2015	7	55	15	15	1863	30,36
						Promedio	**30,44** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	21/09/2015	05/10/2015	14	55	15	15	2468	40,22
2	21/09/2015	05/10/2015	14	55	15	15	2459	40,07
3	21/09/2015	05/10/2015	14	55	15	15	2458	40,06
4	21/09/2015	05/10/2015	14	55	15	15	2458	40,06
						Promedio	**40,10** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	21/09/2015	12/10/2015	28	55	15	15	3004	48,95
2	21/09/2015	12/10/2015	28	55	15	15	3003	48,94
3	21/09/2015	12/10/2015	28	55	15	15	3003	48,94
4	21/09/2015	12/10/2015	28	55	15	15	3003	48,94
						Promedio	**48,94** kg/cm2	

Formula:

$$MODULO\ DE\ RUPTURA\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA * LOGITUD\ DE\ SEPARACION\ DE\ APOYOS}{ANCHO * ESPESOR^2}$$

Tabla 5-33 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS :	**Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

RESISTENCIA A LA FLEXION
ASTM C78

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 8

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Euco Platificante	0,35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	21/09/2015	28/09/2015	7	55	15	15	1609	26,22
2	21/09/2015	28/09/2015	7	55	15	15	1606	26,17
3	21/09/2015	28/09/2015	7	55	15	15	1606	26,09
4	21/09/2015	28/09/2015	7	55	15	15	1601	26,09
						Promedio	**26,14** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	21/09/2015	05/10/2015	14	55	15	15	1968	32,07
2	21/09/2015	05/10/2015	14	55	15	15	1967	32,05
3	21/09/2015	05/10/2015	14	55	15	15	1966	32,04
4	21/09/2015	05/10/2015	14	55	15	15	1960	31,94
						Promedio	**32,03** kg/cm2	

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYOS (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm2)	CARGA (kg)	MODULO DE RUPTURA (kg/cm2)
1	21/09/2015	12/10/2015	28	55	15	15	2413	39,32
2	21/09/2015	12/10/2015	28	55	15	15	2409	39,26
3	21/09/2015	12/10/2015	28	55	15	15	2405	39,19
4	21/09/2015	12/10/2015	28	55	15	15	2403	39,16
						Promedio	**39,23** kg/cm2	

Formula:

$$MODULO\ DE\ RUPTURA\ (\frac{kg}{cm2}) = \frac{CARGA * LOGITUD\ DE\ SEPARACION\ DE\ APOYOS}{ANCHO * ESPESOR^2}$$

Tabla 5-34 Calculo de la resistencia a la flexión a las vigas de concreto poroso

5.2.5 PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO

5.2.5.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO DE PERMEABILIDAD

Este ensayo esta normado por:

ASTM	C09.49
ACI	522R-10

Este método de ensayo se usa para determinar el coeficiente de permeabilidad (mm/s) que nos indicara la capacidad de permeabilidad del concreto poroso, para este ensayo utilizamos un permeámetro de carga variable recomendado por el reporte del **ACI 522R_10** donde una pequeña muestra cilíndrica de concreto poroso de dimensiones 10 cm de diámetro por 15 cm de alto es sometida a presión de agua por un lado, mediremos la permeabilidad a partir del flujo de agua que exista a través de la muestra cilíndrica de concreto poroso en un determinado tiempo, permitiendo luego mediante una ecuación el cálculo de la constante de Darcy (coeficiente de permeabilidad).

Para este ensayo se elaboraron 80 briquetas de concreto poroso de 10 cm de diámetro por 15 cm de alto.

5.2.5.2 DESCRIPCION DEL EQUIPO UTILIZADO EN EL ENSAYO

✓ Permeámetro de carga variable fabricado según el reporte ACI-522R-10.

Figura 5.32 Permeámetro de carga variable según el reporte ACI 522R-10

Figura 5.33 Permeámetro de carga variable elaborado para esta investigación

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El permeámetro de carga variable consiste en un tubo transparente de diámetro constante graduado, este tubo viene unido a un anillo de jebe en su parte inferior, este anillo se sujeta del tubo mediante una abrazadera permitiendo una mejor unión entre ambos (tubo y anillo de jebe) , a continuación el tubo es unido a una muestra cilíndrica de concreto poroso que con anterioridad fue preparado para el ensayo por su parte inferior, ambos también se sujetan con una abrazadera para un mejor unión (tubo y muestra de concreto poroso), la muestra cilíndrica de concreto poroso antes de ser unida al tubo es envuelta en una membrana de silicona sujeta por abrazaderas para evitar fugas de agua a momento de realizar el ensayo, seguidamente la muestra de concreto poroso se unirá por su base con otro tubo que a lo largo de su extensión tendrá una reducción diametral a 1 pulgada, en su nueva extensión diametral este tubo presentara una válvula.

5.2.5.3 FABRICACIÓN DE LAS BRIQUETAS PARA EL ENSAYO

EQUIPO PARA LA FABRICACION DE LAS BRIQUETAS

- ✓ Varilla de acero, de aproximadamente de 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud, el extremo de compactación tiene que ser hemisférico y con el mismo diámetro de la varilla.
- ✓ Moldes estándar cilíndrico de 10 cm de diámetro por 20 cm de alto.
- ✓ Un badilejo mediano para nivelar la superficie y un mazo de goma.
- ✓ Petróleo, para poder lubricar los moldes y evitar que las briquetas se peguen a los moldes en el proceso de desmoldado.

PROCESO DE FABRICACION DE LAS BRIQUETAS

- ✓ Primero tenemos que lubricar cada molde con petróleo con ayuda de algún instrumento que evite que se entremos en contacto con este combustible que es muy inflamable.
- ✓ Luego comenzamos a introducir el concreto dentro del molde utilizando un badilejo metálico en dos capas correspondiendo cada una de ellas a 1/2 del volumen del molde, cada capa se compacta con 20 golpes distribuidos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

uniformemente sobre su sección transversal con la varilla metálica, al término de la compactación de cada capa se realiza un serie de golpes alrededor del molde con la ayuda del mazo de goma para que la pasta se asiente bien en el molde, al colocar la segunda capa antes de compactar se verifica si se asienta el concreto por debajo del borde superior del molde, si esto pasa se debe agregarse más mezcla de concreto unos 3 mm de altura aproximadamente para que en todo momento haya una cantidad adicional sobre el recipiente.

Figura 5.34 Chuseo de la segunda capa de concreto poroso

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Después de compactar la última capa esta se alisa al ras de la superficie utilizando la varilla compactadora desde el centro hacia afuera de manera que la superficie quede bien nivelada.

Figura 5.35 Briquetas de concreto poroso listas para los ensayos

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.5.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- ✓ Antes de comenzar con el ensayo primero cortamos el alto de las briquetas de concreto poroso de 20cm de alto a 15 cm de alto por recomendación del ACI 522R-10

Figura 5.36 Corte del largo de las briquetas de CP

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Primero tomamos la muestra de concreto poroso a analizar y la limpiamos cuidadosamente, luego procedemos a colocar alrededor de esta la membrana de silicona, que ira sujetada a la muestra mediante 3 abrazaderas, esto para impedir que el agua fugue al momento del ensayo.

Figura 5.37 Colocación de la membrana de silicona alrededor la briqueta de CP

Figura 5.38 Muestra lista para ser colarla en el permeámetro de carga variable

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Una vez que estén ajustadas completamente las abrazaderas a la muestra de concreto poroso, cogemos la muestra y la colocamos en el permeámetro de carga variable, la muestra tiene q estar bien sujeta por su base por las abrazaderas que están unidas a los anillos de jebe de permeámetro.

Figura 5.39 Muestra de CP ya colocada en el Permeámetro de carga variable

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Luego de colocar la muestra y esta haya sido ajustada en su base por la abrazadera, verificamos la horizontalidad de esta con la ayuda de un nivel de mano.

Figura 5.40 Nivelación de la muestra de CP con ayuda del nivel de mano

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

- ✓ Después procedemos a colocar el tubo transparente graduado, que también será ajustado a la superficie de la muestra mediante abrazaderas y también se verificara la horizontalidad de este con un nivel de mano.

Figura 5.41 Colocación del tubo transparente graduado

Figura 5.42 Nivelación del tubo trasparente graduado con ayuda del nivel de mano

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Luego de instalado el equipo verificamos que el circuito este cerrado por la válvula para proceder con el llenado del cilindro transparente graduado con agua, el agua tiene que alcanzar una altura de 25 cm en el cilindro graduado.

Figura 5.43 Instalación del permeámetro e carga variable

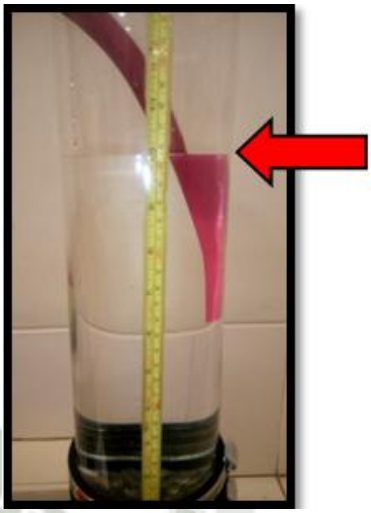


Figura 5.44 Nivel de agua a una altura de 25cm desde la base del tubo graduado

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Antes de proceder a abrir el circuito por la válvula tenemos que tener la siguiente consideración:

- ➢ El otro extremo (el tubo por donde saldrá el agua) tiene que estar a un centímetro por encima de la superficie de la muestra de concreto poroso.

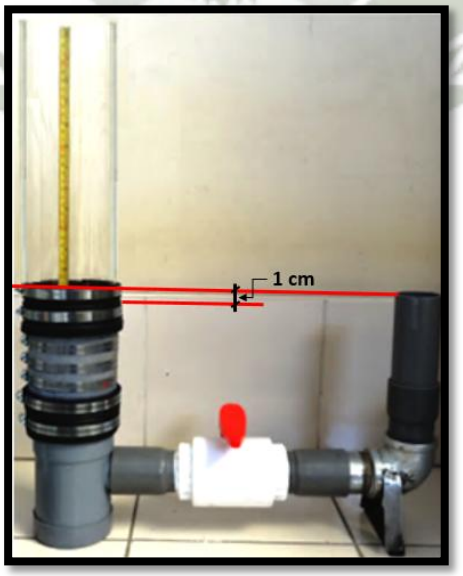


Figura 5.45 Diferencias de altura entre la superficie superior de la muestra y el tubo de salida de agua del permeámetro

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Finalmente procedemos a abrir el circuito por válvula, apenas se abre el circuito se mide el tiempo con un cronometro (cuánto tarda el agua en salir por el otro extremo del permeámetro), apenas deje de salir agua por el otro extremo del permeámetro paramos el cronometro y anotamos el tiempo.

Figura 5.46 Tubo de la salida del agua en el permeámetro, con el agua al tope, es en ese instante que se anota el tiempo transcurrido que es medido por el cronometro

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM, 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

5.2.5.5 DESCRIPCION DE RESULTADOS

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

PERMEABILIDAD

ASTM C09.49 - ACI 522R-10

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 1

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Sika Plastificante	0.3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	TIEMPO (seg) - (t)	LONGITUD MUESTRA (cm) (L)	DIAMETRO DE LA MUESTRA (cm)	DIAMETRO INTERIOR DE LA TUBERIA DE CARGA(cm)	AREA DE LA TUBERIA DE CARGA (cm2) - (a)	AREA DE LA MUESTRA (cm2) - (A)	ALTURA DE AGUA MEDIDA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA MUESTRA (cm) - (h1)	ALTURA MEDIDA DESDE LA SALIDA DE LA TUBERIA DE AGUA HASTA SUPERFICIE DE LA MUESTRA (cm) - (h2)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (mm/s)
1	16/09/2015	14/10/2015	28	140	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4990	4.9898
2	16/09/2015	14/10/2015	28	139	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5026	5.0257
3	16/09/2015	14/10/2015	28	136	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5137	5.1366
4	16/09/2015	14/10/2015	28	128	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5458	5.4576
5	16/09/2015	14/10/2015	28	127	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5501	5.5006
6	16/09/2015	14/10/2015	28	125	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5589	5.5886
7	16/09/2015	14/10/2015	28	124	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5634	5.6336
8	16/09/2015	14/10/2015	28	122	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5726	5.7260
9	16/09/2015	14/10/2015	28	121	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5773	5.7733
10	16/09/2015	14/10/2015	28	121	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5773	5.7733
											Promedio	5.46 mm/s	

Formula:

$$COEFICIENTE\ DE\ PERMEABILIDAD\ \left(\frac{mm}{s}\right) = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * ln\left(\frac{h1}{h2}\right) * 10$$

Tabla 5-35 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4”

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

PERMEABILIDAD

ASTM C09.49 - ACI 522R-10

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 2

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Sika Plastificante	0.35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	TIEMPO (seg) - (t)	LONGITUD MUESTRA (cm) (L)	DIAMETRO DE LA MUESTRA (cm)	DIAMETRO INTERIOR DE LA TUBERIA DE CARGA(cm)	AREA DE LA TUBERIA DE CARGA (cm2) - (a)	AREA DE LA MUESTRA (cm2) - (A)	ALTURA DE AGUA MEDIDA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA MUESTRA (cm) - (h1)	ALTURA MEDIDA DESDE LA SALIDA DE LA TUBERIA DE AGUA HASTA SUPERFICIE DE LA MUESTRA (cm) - (h2)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (mm/s)
1	14/09/2015	12/10/2015	28	67	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.0426	10.4264
2	14/09/2015	12/10/2015	28	65	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.0747	10.7473
3	14/09/2015	12/10/2015	28	60	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.1643	11.6429
4	14/09/2015	12/10/2015	28	57	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.2256	12.2556
5	14/09/2015	12/10/2015	28	57	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.2256	12.2556
6	14/09/2015	12/10/2015	28	55	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.2701	12.7013
7	14/09/2015	12/10/2015	28	54	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.2937	12.9365
8	14/09/2015	12/10/2015	28	54	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.2937	12.9365
9	14/09/2015	12/10/2015	28	54	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.2937	12.9365
10	14/09/2015	12/10/2015	28	49	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.4257	14.2566
											Promedio	12.31 mm/s	

Formula:

$$COEFICIENTE\ DE\ PERMEABILIDAD\ \left(\frac{mm}{s}\right) = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * ln\left(\frac{h1}{h2}\right) * 10$$

Tabla 5-36 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4”

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

PERMEABILIDAD

ASTM C09.49 - ACI 522R-10

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 3

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Euco Plastificante	0.3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	TIEMPO (seg) - (t)	LONGITUD MUESTRA (cm) (L)	DIAMETRO DE LA MUESTRA (cm)	DIAMETRO INTERIOR DE LA TUBERIA DE CARGA(cm)	AREA DE LA TUBERIA DE CARGA (cm2) - (a)	AREA DE LA MUESTRA (cm2) - (A)	ALTURA DE AGUA MEDIDA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA MUESTRA (cm) - (h1)	ALTURA MEDIDA DESDE LA SALIDA DE LA TUBERIA DE AGUA HASTA SUPERFICIE DE LA MUESTRA (cm) - (h2)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (mm/s)
1	15/09/2015	13/10/2015	28	127	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5501	5.5006
2	15/09/2015	13/10/2015	28	127	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5501	5.5006
3	15/09/2015	13/10/2015	28	125	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5589	5.5886
4	15/09/2015	13/10/2015	28	124	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5634	5.6336
5	15/09/2015	13/10/2015	28	121	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5773	5.7733
6	15/09/2015	13/10/2015	28	117	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5971	5.9707
7	15/09/2015	13/10/2015	28	115	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.6075	6.0745
8	15/09/2015	13/10/2015	28	115	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.6075	6.0745
9	15/09/2015	13/10/2015	28	114	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.6128	6.1278
10	15/09/2015	13/10/2015	28	110	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.6351	6.3507
											Promedio	5.86 mm/s	

Formula:

$$COEFICIENTE\ DE\ PERMEABILIDAD\ \left(\frac{mm}{s}\right) = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * ln\left(\frac{h1}{h2}\right) * 10$$

Tabla 5-37 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4”

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

PERMEABILIDAD

ASTM C09.49 - ACI 522R-10

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 4

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Euco Plastificante	0.35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	TIEMPO (seg) - (t)	LONGITUD MUESTRA (cm) (L)	DIAMETRO DE LA MUESTRA (cm)	DIAMETRO INTERIOR DE LA TUBERIA DE CARGA(cm)	AREA DE LA TUBERIA DE CARGA (cm2) - (a)	AREA DE LA MUESTRA (cm2) - (A)	ALTURA DE AGUA MEDIDA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA MUESTRA (cm) - (h1)	ALTURA MEDIDA DESDE LA SALIDA DE LA TUBERIA DE AGUA HASTA SUPERFICIE DE LA MUESTRA (cm) - (h2)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (mm/s)
1	15/09/2015	13/10/2015	28	61.0	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.1452	11.4520
2	15/09/2015	13/10/2015	28	61.0	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.1452	11.4520
3	15/09/2015	13/10/2015	28	61.0	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.1452	11.4520
4	15/09/2015	13/10/2015	28	59.0	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.1840	11.8402
5	15/09/2015	13/10/2015	28	57.0	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.2256	12.2556
6	15/09/2015	13/10/2015	28	55.0	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.2701	12.7013
7	15/09/2015	13/10/2015	28	53.0	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.3181	13.1806
8	15/09/2015	13/10/2015	28	52.0	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.3434	13.4341
9	15/09/2015	13/10/2015	28	47.0	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.4863	14.8632
10	15/09/2015	13/10/2015	28	44.0	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	1.5877	15.8766
											Promedio	12.85 mm/s	

Formula:

$$COEFICIENTE\ DE\ PERMEABILIDAD\ \left(\frac{mm}{s}\right) = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * ln\left(\frac{h1}{h2}\right) * 10$$

Tabla 5-38 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4”

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : **Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa**

PERMEABILIDAD

ASTM C09.49 - ACI 522R-10

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 5

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Sika Plastificante	0.3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	TIEMPO (seg) - (t)	LONGITUD MUESTRA (cm) (L)	DIAMETRO DE LA MUESTRA (cm)	DIAMETRO INTERIOR DE LA TUBERIA DE CARGA(cm)	AREA DE LA TUBERIA DE CARGA (cm2) - (a)	AREA DE LA MUESTRA (cm2) - (A)	ALTURA DE AGUA MEDIDA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA MUESTRA (cm) - (h1)	ALTURA MEDIDA DESDE LA SALIDA DE LA TUBERIA DE AGUA HASTA SUPERFICIE DE LA MUESTRA (cm) - (h2)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (mm/s)
1	17/09/2015	15/10/2015	28	307	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2275	2.2755
2	17/09/2015	15/10/2015	28	306	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2283	2.2829
3	17/09/2015	15/10/2015	28	305	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2290	2.2904
4	17/09/2015	15/10/2015	28	305	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2290	2.2904
5	17/09/2015	15/10/2015	28	303	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2306	2.3055
6	17/09/2015	15/10/2015	28	300	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2329	2.3286
7	17/09/2015	15/10/2015	28	296	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2360	2.3600
8	17/09/2015	15/10/2015	28	295	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2368	2.3680
9	17/09/2015	15/10/2015	28	291	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2401	2.4006
10	17/09/2015	15/10/2015	28	289	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2417	2.4172
											Promedio	2.33 mm/s	

Formula:

$$COEFICIENTE\ DE\ PERMEABILIDAD\ \left(\frac{mm}{s}\right) = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * ln\left(\frac{h1}{h2}\right) * 10$$

Tabla 5-39 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8”

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

PERMEABILIDAD

ASTM C09.49 - ACI 522R-10

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 6

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Sika Plastificante	0.35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	TIEMPO (seg) - (t)	LONGITUD MUESTRA (cm) (L)	DIAMETRO DE LA MUESTRA (cm)	DIAMETRO INTERIOR DE LA TUBERIA DE CARGA(cm)	AREA DE LA TUBERIA DE CARGA (cm2) - (a)	AREA DE LA MUESTRA (cm2) - (A)	ALTURA DE AGUA MEDIDA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA MUESTRA (cm) - (h1)	ALTURA MEDIDA DESDE LA SALIDA DE LA TUBERIA DE AGUA HASTA SUPERFICIE DE LA MUESTRA (cm) - (h2)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (mm/s)
1	17/09/2015	15/10/2015	28	160	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4366	4.3661
2	17/09/2015	15/10/2015	28	157	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4450	4.4495
3	17/09/2015	15/10/2015	28	154	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4536	4.5362
4	17/09/2015	15/10/2015	28	153	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4566	4.5658
5	17/09/2015	15/10/2015	28	152	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4596	4.5959
6	17/09/2015	15/10/2015	28	149	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4688	4.6884
7	17/09/2015	15/10/2015	28	149	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4688	4.6884
8	17/09/2015	15/10/2015	28	146	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4785	4.7847
9	17/09/2015	15/10/2015	28	146	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4785	4.7847
10	17/09/2015	15/10/2015	28	145	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4818	4.8177
											Promedio		4.63 mm/s

Formula:

$$COEFICIENTE\ DE\ PERMEABILIDAD\ \left(\frac{mm}{s}\right) = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * ln\left(\frac{h1}{h2}\right) * 10$$

Tabla 5-40 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8”

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

PERMEABILIDAD

ASTM C09.49 - ACI 522R-10

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 7

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Euco Plastificante	0.3	15%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	TIEMPO (seg) - (t)	LONGITUD MUESTRA (cm) (L)	DIAMETRO DE LA MUESTRA (cm)	DIAMETRO INTERIOR DE LA TUBERIA DE CARGA(cm)	AREA DE LA TUBERIA DE CARGA (cm2) - (a)	AREA DE LA MUESTRA (cm2) - (A)	ALTURA DE AGUA MEDIDA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA MUESTRA (cm) - (h1)	ALTURA MEDIDA DESDE LA SALIDA DE LA TUBERIA DE AGUA HASTA SUPERFICIE DE LA MUESTRA (cm) - (h2)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (mm/s)
1	16/09/2015	14/10/2015	28	285	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2451	2.4511
2	16/09/2015	14/10/2015	28	282	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2477	2.4772
3	16/09/2015	14/10/2015	28	280	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2495	2.4949
4	16/09/2015	14/10/2015	28	277	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2522	2.5219
5	16/09/2015	14/10/2015	28	276	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2531	2.5311
6	16/09/2015	14/10/2015	28	275	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2540	2.5403
7	16/09/2015	14/10/2015	28	273	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2559	2.5589
8	16/09/2015	14/10/2015	28	271	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2578	2.5778
9	16/09/2015	14/10/2015	28	271	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2578	2.5778
10	16/09/2015	14/10/2015	28	266	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.2626	2.6262
											Promedio	2.54 mm/s	

Formula:

$$COEFICIENTE\ DE\ PERMEABILIDAD\ \left(\frac{mm}{s}\right) = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * ln\left(\frac{h1}{h2}\right) * 10$$

Tabla 5-41 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8”

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa

PERMEABILIDAD

ASTM C09.49 - ACI 522R-10

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 8

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Euco Platificante	0.35	20%

BRIQUETA Nro.	FECHA Elavoracion	FECHA Ruptura	EDAD (dias)	TIEMPO (seg) - (t)	LONGITUD MUESTRA (cm) (L)	DIAMETRO DE LA MUESTRA (cm)	DIAMETRO INTERIOR DE LA TUBERIA DE CARGA(cm)	AREA DE LA TUBERIA DE CARGA (cm2) - (a)	AREA DE LA MUESTRA (cm2) - (A)	ALTURA DE AGUA MEDIDA DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA MUESTRA (cm) - (h1)	ALTURA MEDIDA DESDE LA SALIDADE LA TUBERIA DE AGUA HASTA SUPERFICIE DE LA MUESTRA (cm) - (h2)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (mm/s)
1	14/09/2015	12/10/2015	28	147	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4752	4.7522
2	14/09/2015	12/10/2015	28	146	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4785	4.7847
3	14/09/2015	12/10/2015	28	144	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4851	4.8512
4	14/09/2015	12/10/2015	28	144	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4851	4.8512
5	14/09/2015	12/10/2015	28	143	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4885	4.8851
6	14/09/2015	12/10/2015	28	142	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4920	4.9195
7	14/09/2015	12/10/2015	28	141	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.4954	4.9544
8	14/09/2015	12/10/2015	28	138	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5062	5.0621
9	14/09/2015	12/10/2015	28	136	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5137	5.1366
10	14/09/2015	12/10/2015	28	129	15	10.5	12.6	125.28	86.59	25	1	0.5415	5.4153
											Promedio	4.96 mm/s	

Formula:

$$COEFICIENTE\ DE\ PERMEABILIDAD\ \left(\frac{mm}{s}\right) = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * ln\left(\frac{h1}{h2}\right) * 10$$

Tabla 5-42 Calculo de la permeabilidad a las briquetas de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8"

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.6 RESISTENCIA A LA COLMATACION

5.2.6.1 DESCRIPCION DEL ENSAYO DE COLMATACION

Este ensayo se basó en la investigación del Doctor Jorge Rodríguez Hernández en su tesis Doctoral el año 2005 en la Universidad de Cantabria en el país de España.

Este ensayo consiste en someter muestras de concreto permeable a condiciones de colmatación en finos en 5 grados diferentes de colmatación:

- ✓ Superficie limpia.
- ✓ Superficie semi – colmatada.
- ✓ Superficie colmatada.
- ✓ Superficie colmatada al máximo.
- ✓ Superficie colmatada con mantenimiento.

Entendamos por colmatación a la acumulación de sedimentos producto de la erosión de suelos y rocas, arrastrados y depositados por el agua en este caso en pavimentos porosos, esto produce una reducción de espacios dentro de la estructura interna del concreto poroso impidiendo la filtración de agua que es la función principal de este concreto poroso. (Evita reducción de escorrentía superficial).

Para este ensayo se elaboraron 8 pequeñas losas de concreto poroso de: 50 x 50 x 25 cm.

5.2.6.2 DESCRIPCION DEL EQUIPO UTILIZADO EN EL ENSAYO

El diseño y construcción del instrumento de laboratorio denominado Infiltrómetro Cántabro Fijo (ICF), fue desarrollado en base a anteriores trabajos llevados a cabo en la Universidad de Coventry por Davies J.W. el 2002, y posteriores diseños realizados en la Universidad de Cantabria por parte de Jorge Rodríguez Hernández el 2005, Castro el 2007, y González-Angullo el 2008.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La principal innovación que presenta el Infiltrometro de Cántabro Fijo (ICF) respecto a su predecesor en investigaciones anteriores es una mejora en el diseño, logrando que la muestra de pavimento poroso se aloje de una mejor forma a la máquina, evitando de esta manera fugas de agua, también se le añadió ruedas para que el transporte de esta máquina sea más fácil, este aparato cuenta con un simulador de escorrentía superficial y un simulador de la lluvia directa.

Esta máquina arroja 28 litros de agua cada 5 minutos por el simulador de lluvia directa y el simulador de escorrentía en conjunto.

Esta cantidad de agua de riego en la maquina diseñada se determina gracias al proceso de medición que consiste en calcular la cantidad de agua que sale por el grifo al sistema de riego (simulador de lluvia directa y el simulador de escorrentía) en un determinado tiempo.

5.2.6.3 PROCEDIMIENTO PARA EL CALCULO DEL AGUA DE RIEGO QUE ARROJA LA MAQUINA EN UN DETERMINADO TIEMPO (5 minutos).

- ✓ Primero alistamos los recipientes (baldes grandes) que servirán para contener el agua que salga del grifo.
- ✓ Luego se abre el grifo de agua a una presión normal (no al máximo), se asegura que la caída del agua sea constante.
- ✓ Inmediatamente activamos el cronometro y cogemos agua del grifo con ayuda de los baldes durante 5 minutos asegurándonos que el agua no caiga al piso.
- ✓ Terminado los 5 minutos procedemos al pesaje de los baldes con agua que se acumuló para obtener el peso total de agua que salió por el grifo.
- ✓ Este proceso se realiza cuatro ves para sacar un promedio y trabajar este dato.

Este proceso de medición es muy importante realizarlo antes de comenzar los ensayo de resistencia a la colmatación en la máquina (INFILTROMETRO DE CANTABRO FIJO (ICF), ya que la cantidad de agua de riego varia por la presión de agua con la que este el grifo en ese instante.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El (ICF) permite realizar ensayos a muestras de pavimentos permeables de dimensiones (50 x 50 x 25 cm), a continuación detallamos las partes fundamentales del equipo:

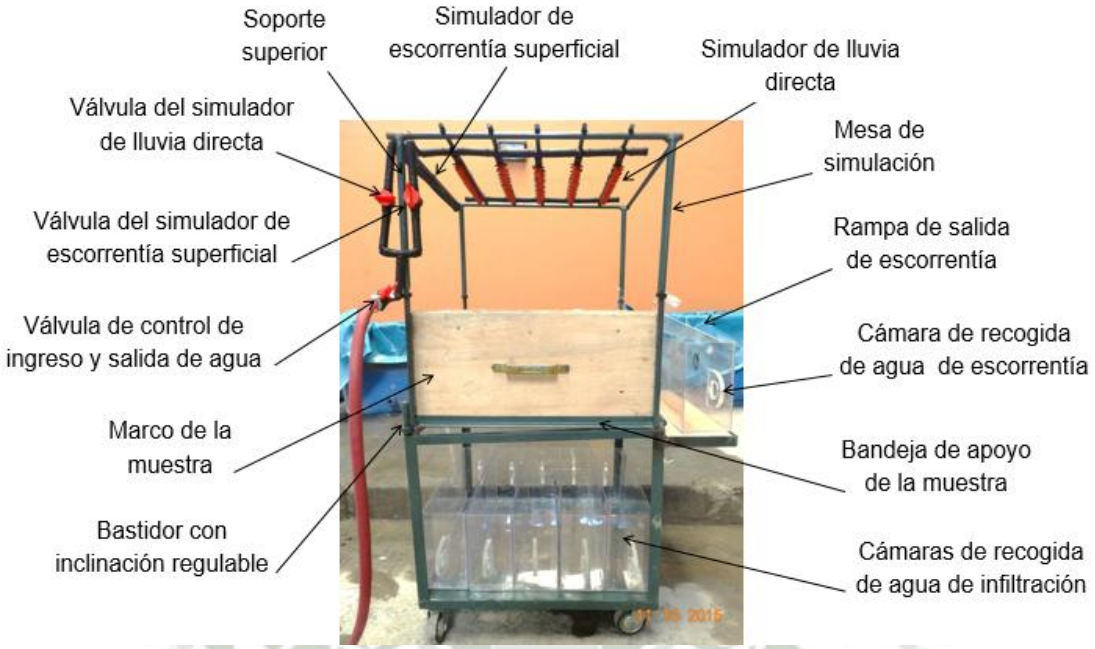


Figura 5.47 Partes del Infiltrometro de Cántabro Fijo

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

La bandeja de apoyo es donde se aloja la muestra, se caracteriza por ser regulable para formar pendientes de acuerdo a lo planteado en el estudio, en esta investigación se trabajó con pendientes de 0%, 2%, 5%, 8% y 10%.

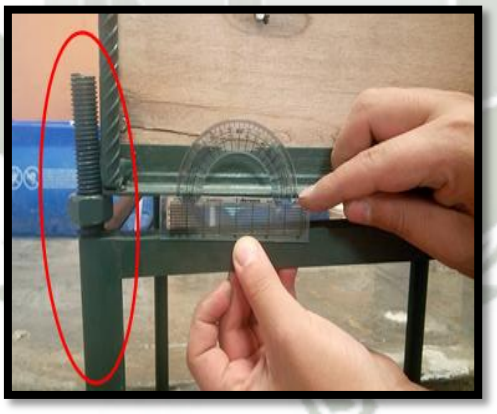


Figura 5.48 Medición del ángulo de pendiente que se requiere en el ensayo

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La bandeja de apoyo donde ira la muestra de pavimento permeable tiene una malla metálica que ayudara con el soporte de la muestra de pavimento permeable.

Figura 5.49 Bandeja de apoyo de la muestra
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

El INFILTROMETRO DE CANTABRO FIJO (ICF) cuenta además con seis cámaras de recogida de agua, en su parte inferior cinco cámaras para almacenar el agua filtrada a través del pavimento permeable y en su parte superior un cámara para almacenar el agua de la escorrentía.

Figura 5.50 Contenedores de recogida de agua,
la maquina posee seis contenedores
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

Las cinco cámaras de recogida se ubican debajo de la muestra porosa y a lo largo de esta de tal manera que recojan toda el agua infiltrada por la estructura interna de la muestra permeable, la cámara uno recoge el agua filtrada de la parte inicial de la muestra de y la cámara cinco recoge el agua filtrada de la parte final de la muestra.

La cámara seis es la encargada de recoger el agua de escorrentía, que es el fenómeno que se produce cuando el elemento colmatante satura los poros de la muestra de concreto permeable, este fenómeno solo se da en la condición COLMATADA AL MAXIMO.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Los simuladores de escorrentía y de lluvia tienen caudales ajustables independientemente y están diseñados para permitir el aporte de agua a la muestra de pavimento permeable de dos formas distintas.

- ✓ **Simulador de escorrentía,** Está compuesto por una tubería perforada situada sobre una rampa de plástico en la parte alta de la muestra, proporcionando una cortina de agua que llega a la muestra en forma de lámina de escorrentía superficial.

Figura 5.51 Tubo simulador de esocorrentia

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ **Simulador de lluvia,** Está compuesto por cinco tuberías paralelas con quince goteros de caudal regulable cada una, permitiendo simular una precipitación uniforme directamente sobre la muestra de pavimento permeable ensayada.

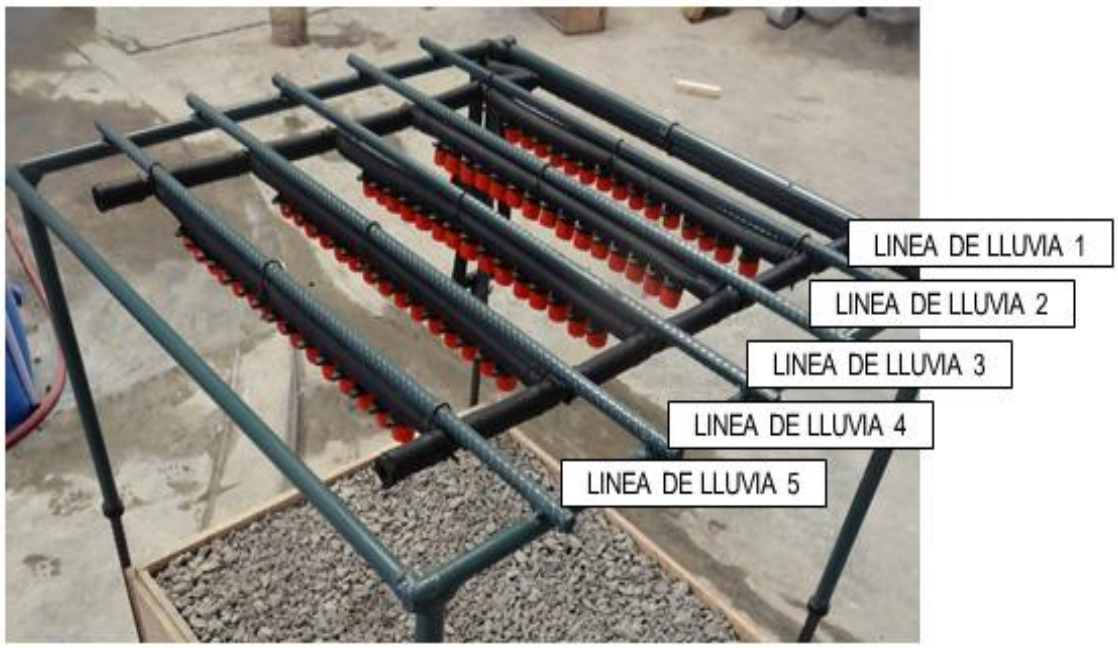


Figura 5.52 Líneas de lluvia, simulador de lluvia directa

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Estos simuladores de escorrentía y de lluvia están acoplados a un marco superior situado por encima de las muestras de pavimento permeable a una altura de 50 cm sobre la bandeja de colocación de las mismas. El marco superior cambia de inclinación con la muestra, por lo que siempre se mantiene la misma distancia entre la superficie y los goteros que simulan la lluvia directa sobre la superficie permeable.

Con todo, el ICF permite evaluar la capacidad de infiltración de un pavimento permeable con diferentes inclinaciones, caudales entrantes de escorrentía superficial o intensidades de lluvia. Por tanto, las variables que el equipo permite estudiar son:

- ✓ Inclinación de la superficie: porcentaje de inclinación de la muestra de pavimento permeable.
- ✓ Escorrentía recibida: lámina de agua que simula la escorrentía superficial generada por una determinada superficie impermeable situada aguas arriba del pavimento permeable expuesta a la misma intensidad de lluvia simulada.
- ✓ Lluvia directa: intensidad de lluvia simulada directamente sobre la muestra de pavimento permeable mediante las cinco líneas de goteros regulables.

El ICF, nos permite obtener los siguientes resultados

- ✓ El porcentaje de agua infiltrada a través de la muestra permeable.
- ✓ El porcentaje de agua de escorrentía superficial que se genera en la condición más extrema, COLMATADA AL MAXIMO.

Todo ello fijando las condiciones de la muestra de pavimento permeable a ensayar:

- ✓ Tipo de pavimento.
- ✓ Condiciones de colmatación de la superficie.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.6.4 ELABORACION DE MUESTARAS

5.2.6.4.1 EQUIPO PARA LA FABRICACION DE MUESTRAS

- ✓ Rodillo metálico, según el 522R-10
- ✓ Moldes de madera de 50 cm x 50 cm x 25 cm.
- ✓ Pala.
- ✓ Nivel de mano
- ✓ Un badilejo mediano para nivelar la superficie y un mazo de goma.
- ✓ Petróleo, para poder lubricar los moldes y evitar que las briquetas se peguen a los moldes en el proceso de desmoldado.

5.2.6.4.2 PROCESO DE FABRICACION DE MUESTRAS

- ✓ Primero verificamos que las pequeñas redes metálicas que se colocaron en cada una de las bases de los moldes de maderas estén bien sujetas a estas.

Figura 5.53 Redes metálicas colocadas en la base de los moldes de madera

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ Luego procedemos con el llenado de cada molde con una capa de 10 cm de agregado grueso de 1”simulando la subbase, una vez alcanzada la altura de 10 procedemos a nivelar con la ayuda del nivel de mano.

Figura 5.54 Colocación y nivelación de la capa subbase con AG de 1”

Figura 5.55 Nivelación de las 4 primeras muestras de CP

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Una vez colocada la capa de 10 cm de agregado grueso de 1” procedemos con el vaciado de la losa porosa de 15cm de espesor con la pasta de CP

Figura 5.56 Vaciado de las muestras con la pasta de CP para cada molde

Figura 5.57 Vaciado de las últimas muestra con la pasta de CP

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ Luego enrasamos cada superficie de cada molde con la ayuda del rodillo metálico hasta obtener una superficie uniforme de concreto poroso.

Figura 5.58 Enrasado de las superficies de las muestra con ayuda del rodillo metálico

Figura 5.59 Finalización del enrasado de las muestras

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ Después del vaciado con concreto poroso esperamos que las muestras sequen por 28 días, el curado de las muestras tendrá que ser incendiario, pasado los 28 días recién procedemos a realizar el ensayo en el Infiltrometro de Cántabro Fijo (ICF).

Figura 5.60 Muestras listas para realizar el ensayo de resistencia a la colmatación de finos

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

5.2.6.5 DESCRIPCION DEL SEDIMENTO COLMATANTE

El sedimento colmatante que se seleccionó para este ensayo proviene de los alrededores del parque industrial de las pistas cerca al laboratorio de concreto de la Universidad Católica de Santa María, este sedimento colmatante es un material fino que se introduce por arrastre en el pavimento poroso cuando existe fenómenos como escorrentías, alterando su permeabilidad y evitando que este pavimento poroso cumpla su función que es, infiltrar el agua de escorrentías.

5.2.6.5.1 UBICACIÓN DEL LOS SEDIMENTOS COLMATANTES UTILIZADOS

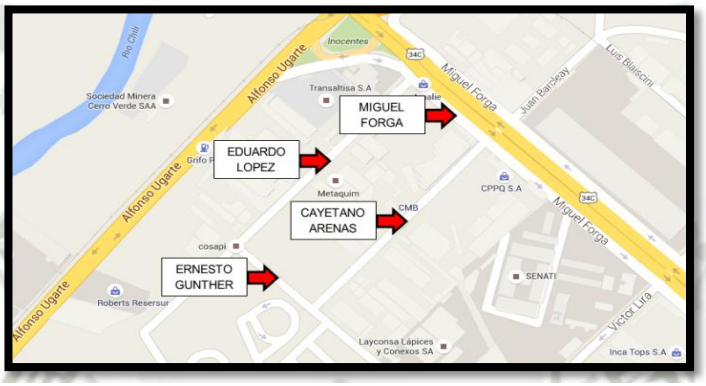


Figura 5.61 Croquis de ubicación del lugar donde fueron extraídas los sedimentos contaminantes
Fuente: Google Maps

5.2.6.5.2 RECOLECION DEL SEDIMENTO COLMATANTE

Para realizar el ensayo recolectamos muestras de “sedimento contamínate” que se encontraban en la superficie de las pistas aledañas al Laboratorio de concreto de la UCSM (Parque industrial)

Figura 5.62 Barrido para juntar sedimento contamínate en un área de 1m2

Figura 5.63 Recojo del sedimento contamínate en un área de 1m2

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

Se recolecto un promedio de 45 kg/m2 por cada pista seleccionada para el ensayo de resistencia a la colmatación, en total 180kg (4 pistas).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.6.6 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE COLMATACION DE FINOS

5.2.6.6.1 SUPERFICIE LIMPIA

Aquí nuestra muestra de concreto poroso se encuentra recién colocada en la maquina ICF, la superficie se encuentra limpia de sedimento colmatante.

Esta superficie limpia será ensayada con las siguientes inclinaciones (Pendientes) 0%, 2%, 5%, 8% y 10%. Los datos que obtendremos en este ensayo servirán como referencia para los siguientes ensayos en los diferentes estados de colmatación que presenta esta investigación.

- ✓ Primero nos aseguramos que no existirá ningún tipo de filtración de agua antes de realizar el ensayo, utilizamos plásticos para cubrir las zonas donde consideremos que exista filtración de agua, de esta manera evitaremos fugas de agua.

Figura 5.64 Inicio de colocación de plásticos para evitar fugas de agua alrededor del ICF

Figura 5.65 Fin de colocación de plásticos para evitar fugas de agua alrededor del ICF

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ Luego procedemos a abrir el circuito de agua por las válvulas, primero la válvula principal de control de entrada y salida de agua, luego las válvula del simulador de escorrentía y por último la válvula del simulador de lluvia directa.

Figura 5.66 Muestra en contacto con el agua generada por los simuladores de lluvia y escorrentía

Figura 5.67 Finalización del ensayo de la resistencia a la colmatación

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Una vez abierto el circuito, el agua tiene que salir por los simuladores de lluvia y escorrentía por 5 minutos, cumplido este tiempo se cierra el circuito y se toman datos.

Figura 5.68 Cámaras de infiltración de agua en pleno ensayo
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

La toma de datos consiste en pesar cada una de las 6 cámaras y apuntar los resultados para luego realizar el análisis de resultados, 5 cámaras de infiltración y una cámara escorrentía.

Figura 5.69 Cámaras de infiltración de agua, pesados para la toma de datos y posterior análisis de resultados
Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

5.2.6.6.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA

Aquí nuestra muestra de concreto poroso se encuentra con un 35% de sedimento colmatante esparcido en la superficie de la muestra de concreto poroso. Este 35% representa 500 gr de sedimento colmatante esparcidos en la superficie de la muestra de concreto poroso.

Esta superficie semi-colmatada será ensayada con las siguientes inclinaciones (Pendientes) 0%, 2%, 5%, 8% y 10%.

- ✓ Primero medimos los 500 gr. de sedimento colmatante en la balanza, para luego esparcirlo en la superficie de la muestra de concreto poroso y comenzar con el ensayo de colmatación de finos.

Figura 5.70 Colocación del sedimento contaminante

Figura 5.71 Distribución del sedimento contaminante por la superficie de la muestra de CP

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ Luego procedemos a abrir el circuito de agua por las válvulas, primero la válvula principal de control de entrada y salida de agua, luego las válvula del simulador de escorrentía y por último la válvula del simulador de lluvia.

Figura 5.72 Muestra en contacto con el agua generada por los simuladores de lluvia y escorrentía

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ Una vez abierto el circuito, el agua tiene que salir por los simuladores de lluvia y escorrentía por 5 minutos, cumplido este tiempo se cierra el circuito y se toman datos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.6.6.3 SUPERFICIE COLMATADA

Aquí nuestra muestra de concreto poroso se encuentra con un 70% de sedimento colmatante esparcido en la superficie de la muestra de concreto poroso. Este 70% representa 500 gr más de sedimento colmatante esparcidos en la superficie de la muestra de concreto poroso.

Esta superficie colmatada será ensayada con las siguientes inclinaciones (Pendientes) 0%, 2%, 5%, 8% y 10%.

- ✓ Primero medimos los 500 gr. de sedimento colmatante en la balanza, para luego esparcirlo en la superficie de la muestra de concreto poroso y comenzar con el ensayo de colmatación de finos.

Figura 5.73 Colocación del sedimento contaminante

Figura 5.74 Distribución del sedimento contaminante por la superficie de la muestra de CP

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ Luego procedemos a abrir el circuito de agua por las válvulas, primero la válvula principal de control de entrada y salida de agua, luego las válvula del simulador de escorrentía y por último la válvula del simulador de lluvia.

Figura 5.75 Muestra en contacto con el agua generada por los simuladores de lluvia y escorrentía

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ Una vez abierto el circuito, el agua tiene que salir por los simuladores de lluvia y escorrentía por 5 minutos, cumplido este tiempo se cierra el circuito y se toman datos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

5.2.6.6.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

Aquí nuestra muestra de concreto poroso se encuentra con un 100% de sedimento colmatante esparcido en la superficie de la muestra de concreto poroso. Este 100% representa 500 gr más de sedimento colmatante esparcidos en la superficie de la muestra de concreto poroso.

Esta superficie colmatada al máximo será ensayada con las siguientes inclinaciones (Pendientes) 0%, 2%, 5%, 8% y 10%.

- ✓ Primero medimos los 500 gr. de sedimento colmatante en la balanza, para luego esparcirlo en la superficie de la muestra de concreto poroso y comenzar con el ensayo de colmatación de finos.

Figura 5.76 Colocación del sedimento contaminante

Figura 5.77 Distribución del sedimento contaminante por la superficie de la muestra de CP

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ Luego procedemos a abrir el circuito de agua por las válvulas, primero la válvula principal de control de entrada y salida de agua, luego las válvula del simulador de escorrentía y por último la válvula del simulador de lluvia.

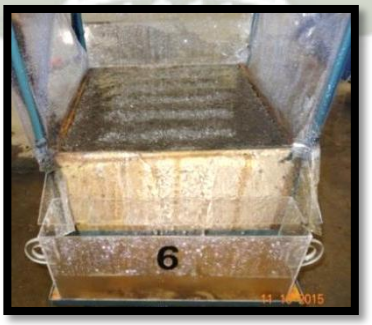


Figura 5.78 Muestra en contacto con el agua generada por los simuladores de lluvia y escorrentía

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ Una vez abierto el circuito, el agua tiene que salir por los simuladores de lluvia y escorrentía por 5 minutos, cumplido este tiempo se cierra el circuito.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.6.6.5 SUPERFICIE COLMATADA CON MANTENIMIENTO

Cuando la superficie del concreto poroso se encuentra totalmente colmatada se realiza un proceso de mantenimiento, barrido con agua a presión, la presión de agua que se ejerce al pavimento poroso es de 10 minutos por m² (Presión de manguera de uso cotidiano).
Esta superficie colmatada con mantenimiento será ensayada con las siguientes inclinaciones (Pendientes) 0%, 2%, 5%, 8% y 10%.

- ✓ Primero colocamos una punta reductora que ara que se produzca una fuerte presión a la salida de la manguera, luego procedemos con el mantenimiento de la superficie de concreto poroso esparciendo la presión del agua por toda la superficie de la muestra, tenemos que asegurarnos que el agua limpie por completo la superficie, esto lo logramos haciendo el mantenimiento lentamente.

Figura 5.79 Limpieza con agua a presión de la superficie de la muestra de CP

Figura 5.80 Finalización de la limpieza de la muestra de CP

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

- ✓ Una vez abierto el circuito, el agua tiene que salir por los simuladores de lluvia y escorrentía por 5 minutos, cumplido este tiempo se cierra el circuito y se toman datos.

Figura 5.81 Muestra en contacto con el agua generada por los simuladores de lluvia y escorrentía

Figura 5.82 Finalización del ensayo de resistencia a la colmatación

Fuente: Elaboración Propia - Foto tomada en el laboratorio de concreto de la UCSM 2015

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

5.2.6.7 DESCRIPCION DE RESULTADOS

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion

RESISTENCIA A LA COLMATACION

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 1

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Sika Platificante	0,3	15%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE LIMPIA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,42	64,36	C1	6,38	63,96	C1	6,34	63,56	C1	6,26	62,76	C1	6,10	61,15
C2	6,27	62,86	C2	6,23	62,46	C2	6,19	62,06	C2	6,11	61,25	C2	5,95	59,65
C3	5,94	59,55	C3	5,90	59,15	C3	5,86	58,75	C3	5,78	57,94	C3	5,62	56,34
C4	4,69	47,02	C4	4,65	46,62	C4	4,61	46,22	C4	4,53	45,41	C4	4,37	43,81
C5	2,34	23,46	C5	2,30	23,06	C5	2,26	22,66	C5	2,18	21,85	C5	2,02	20,25
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE SEMI COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,38	63,96	C1	6,34	63,56	C1	6,30	63,16	C1	6,22	62,36	C1	6,06	60,75
C2	6,32	63,36	C2	6,28	62,96	C2	6,24	62,56	C2	6,16	61,75	C2	6,00	60,15
C3	5,12	51,33	C3	5,08	50,93	C3	5,04	50,53	C3	4,96	49,72	C3	4,80	48,12
C4	3,98	39,90	C4	3,94	39,50	C4	3,90	39,10	C4	3,82	38,30	C4	3,66	36,69
C5	3,12	31,28	C5	3,08	30,88	C5	3,04	30,48	C5	2,96	29,67	C5	2,80	28,07
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	5,10	51,13	C1	5,06	50,73	C1	5,02	50,33	C1	4,94	49,52	C1	4,78	47,92
C2	5,20	52,13	C2	5,16	51,73	C2	5,12	51,33	C2	5,04	50,53	C2	4,88	48,92
C3	5,23	52,43	C3	5,19	52,03	C3	5,15	51,63	C3	5,07	50,83	C3	4,91	49,22
C4	5,34	53,53	C4	5,30	53,13	C4	5,26	52,73	C4	5,18	51,93	C4	5,02	50,33
C5	5,38	53,93	C5	5,34	53,53	C5	5,30	53,13	C5	5,22	52,33	C5	5,06	50,73
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	3,82	38,30	C1	3,78	37,89	C1	3,74	37,49	C1	3,66	36,69	C1	3,50	35,09
C2	3,92	39,30	C2	3,88	38,90	C2	3,84	38,50	C2	3,76	37,69	C2	3,60	36,09
C3	4,01	40,20	C3	3,97	39,80	C3	3,93	39,40	C3	3,85	38,60	C3	3,69	36,99
C4	4,10	41,10	C4	4,06	40,70	C4	4,02	40,30	C4	3,94	39,50	C4	3,78	37,89
C5	4,17	41,80	C5	4,13	41,40	C5	4,09	41,00	C5	4,01	40,20	C5	3,85	38,60
C6	6,80	68,17	C6	6,76	67,77	C6	6,72	67,37	C6	6,64	66,57	C6	6,42	64,36

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,41	64,26	C1	6,37	63,86	C1	6,33	63,46	C1	6,25	62,66	C1	6,09	61,05
C2	6,12	61,35	C2	6,08	60,95	C2	6,04	60,55	C2	5,96	59,75	C2	5,80	58,15
C3	6,10	61,15	C3	6,06	60,75	C3	6,02	60,35	C3	5,94	59,55	C3	5,78	57,94
C4	4,49	45,01	C4	4,45	44,61	C4	4,41	44,21	C4	4,33	43,41	C4	4,17	41,80
C5	2,53	25,36	C5	2,49	24,96	C5	2,45	24,56	C5	2,37	23,76	C5	2,21	22,16
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

Tabla 5-43 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4"

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion

RESISTENCIA A LA COLMATACION

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 2

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Sika Platificante	0,35	20%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE LIMPIA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,64	66,57	C1	6,60	66,17	C1	6,56	65,76	C1	6,48	64,96	C1	6,32	63,36
C2	6,31	63,26	C2	6,27	62,86	C2	6,23	62,46	C2	6,15	61,65	C2	5,99	60,05
C3	6,20	62,16	C3	6,16	61,75	C3	6,12	61,35	C3	6,04	60,55	C3	5,88	58,95
C4	4,89	49,02	C4	4,85	48,62	C4	4,81	48,22	C4	4,73	47,42	C4	4,57	45,81
C5	2,62	26,27	C5	2,58	25,86	C5	2,54	25,46	C5	2,46	24,66	C5	2,30	23,06
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE SEMI COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,54	65,56	C1	6,50	65,16	C1	6,46	64,76	C1	6,38	63,96	C1	6,22	62,36
C2	6,48	64,96	C2	6,44	64,56	C2	6,40	64,16	C2	6,32	63,36	C2	6,16	61,75
C3	5,54	55,54	C3	5,50	55,14	C3	5,46	54,74	C3	5,38	53,93	C3	5,22	52,33
C4	4,37	43,81	C4	4,33	43,41	C4	4,29	43,01	C4	4,21	42,21	C4	4,05	40,60
C5	3,40	34,09	C5	3,36	33,68	C5	3,32	33,28	C5	3,24	32,48	C5	3,08	30,88
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	5,27	52,83	C1	5,23	52,43	C1	5,19	52,03	C1	5,11	51,23	C1	4,95	49,62
C2	5,30	53,13	C2	5,26	52,73	C2	5,22	52,33	C2	5,14	51,53	C2	4,98	49,92
C3	5,30	53,13	C3	5,26	52,73	C3	5,22	52,33	C3	5,14	51,53	C3	4,98	49,92
C4	5,45	54,64	C4	5,41	54,24	C4	5,37	53,83	C4	5,29	53,03	C4	5,13	51,43
C5	5,49	55,04	C5	5,45	54,64	C5	5,41	54,24	C5	5,33	53,43	C5	5,17	51,83
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	4,02	40,30	C1	3,98	39,90	C1	3,94	39,50	C1	3,86	38,70	C1	3,70	37,09
C2	4,10	41,10	C2	4,06	40,70	C2	4,02	40,30	C2	3,94	39,50	C2	3,78	37,89
C3	4,16	41,70	C3	4,12	41,30	C3	4,08	40,90	C3	4,00	40,10	C3	3,84	38,50
C4	4,23	42,41	C4	4,19	42,01	C4	4,15	41,60	C4	4,07	40,80	C4	3,91	39,20
C5	4,31	43,21	C5	4,27	42,81	C5	4,23	42,41	C5	4,15	41,60	C5	3,99	40,00
C6	7,06	70,78	C6	7,02	70,38	C6	6,98	69,97	C6	6,90	69,17	C6	6,74	67,57

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,62	66,37	C1	6,58	65,96	C1	6,54	65,56	C1	6,46	64,76	C1	6,30	63,16
C2	6,40	64,16	C2	6,36	63,76	C2	6,32	63,36	C2	6,24	62,56	C2	6,08	60,95
C3	6,15	61,65	C3	6,11	61,25	C3	6,07	60,85	C3	5,99	60,05	C3	5,83	58,45
C4	4,85	48,62	C4	4,81	48,22	C4	4,77	47,82	C4	4,69	47,02	C4	4,53	45,41
C5	2,65	26,57	C5	2,61	26,17	C5	2,57	25,76	C5	2,49	24,96	C5	2,33	23,36
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

Tabla 5-44 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4"

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion

RESISTENCIA A LA COLMATACION

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 3

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Euco Plastificante	0,3	15%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE LIMPIA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,45	64,66	C1	6,41	64,26	C1	6,37	63,86	C1	6,29	63,06	C1	6,13	61,45
C2	6,30	63,16	C2	6,26	62,76	C2	6,22	62,36	C2	6,14	61,55	C2	5,98	59,95
C3	5,97	59,85	C3	5,93	59,45	C3	5,89	59,05	C3	5,81	58,25	C3	5,65	56,64
C4	4,75	47,62	C4	4,71	47,22	C4	4,67	46,82	C4	4,59	46,02	C4	4,43	44,41
C5	2,41	24,16	C5	2,37	23,76	C5	2,33	23,36	C5	2,25	22,56	C5	2,09	20,95
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE SEMI COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,42	64,36	C1	6,38	63,96	C1	6,34	63,56	C1	6,26	62,76	C1	6,10	61,15
C2	6,37	63,86	C2	6,33	63,46	C2	6,29	63,06	C2	6,21	62,26	C2	6,05	60,65
C3	5,37	53,83	C3	5,33	53,43	C3	5,29	53,03	C3	5,21	52,23	C3	5,05	50,63
C4	4,12	41,30	C4	4,08	40,90	C4	4,04	40,50	C4	3,96	39,70	C4	3,80	38,10
C5	3,28	32,88	C5	3,24	32,48	C5	3,20	32,08	C5	3,12	31,28	C5	2,96	29,67
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	5,16	51,73	C1	5,12	51,33	C1	5,08	50,93	C1	5,00	50,13	C1	4,84	48,52
C2	5,23	52,43	C2	5,19	52,03	C2	5,15	51,63	C2	5,07	50,83	C2	4,91	49,22
C3	5,25	52,63	C3	5,21	52,23	C3	5,17	51,83	C3	5,09	51,03	C3	4,93	49,42
C4	5,38	53,93	C4	5,34	53,53	C4	5,30	53,13	C4	5,22	52,33	C4	5,06	50,73
C5	5,42	54,34	C5	5,38	53,93	C5	5,34	53,53	C5	5,26	52,73	C5	5,10	51,13
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	3,85	38,60	C1	3,81	38,20	C1	3,77	37,79	C1	3,69	36,99	C1	3,53	35,39
C2	3,95	39,60	C2	3,91	39,20	C2	3,87	38,80	C2	3,79	37,99	C2	3,63	36,39
C3	4,04	40,50	C3	4,00	40,10	C3	3,96	39,70	C3	3,88	38,90	C3	3,72	37,29
C4	4,14	41,50	C4	4,10	41,10	C4	4,06	40,70	C4	3,98	39,90	C4	3,82	38,30
C5	4,21	42,21	C5	4,17	41,80	C5	4,13	41,40	C5	4,05	40,60	C5	3,89	39,00
C6	6,86	68,77	C6	6,82	68,37	C6	6,78	67,97	C6	6,70	67,17	C6	6,54	65,56

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,43	64,46	C1	6,39	64,06	C1	6,35	63,66	C1	6,27	62,86	C1	6,11	61,25
C2	6,15	61,65	C2	6,11	61,25	C2	6,07	60,85	C2	5,99	60,05	C2	5,83	58,45
C3	6,13	61,45	C3	6,09	61,05	C3	6,05	60,65	C3	5,97	59,85	C3	5,81	58,25
C4	4,54	45,51	C4	4,50	45,11	C4	4,46	44,71	C4	4,38	43,91	C4	4,22	42,31
C5	2,57	25,76	C5	2,53	25,36	C5	2,49	24,96	C5	2,41	24,16	C5	2,25	22,56
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

Tabla 5-45 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4"

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion

RESISTENCIA A LA COLMATACION

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 4

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/4"	Euco Plastificante	0,35	20%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE LIMPIA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,79	68,07	C1	6,74	67,57	C1	6,70	67,17	C1	6,62	66,37	C1	6,46	64,76
C2	6,49	65,06	C2	6,45	64,66	C2	6,41	64,26	C2	6,33	63,46	C2	6,17	61,85
C3	6,23	62,46	C3	6,19	62,06	C3	6,15	61,65	C3	6,07	60,85	C3	5,91	59,25
C4	4,82	48,32	C4	4,78	47,92	C4	4,74	47,52	C4	4,66	46,72	C4	4,50	45,11
C5	2,64	26,47	C5	2,60	26,07	C5	2,56	25,66	C5	2,48	24,86	C5	2,32	23,26
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE SEMI COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,60	66,17	C1	6,56	65,76	C1	6,52	65,36	C1	6,44	64,56	C1	6,28	62,96
C2	6,58	65,96	C2	6,54	65,56	C2	6,50	65,16	C2	6,42	64,36	C2	6,26	62,76
C3	5,63	56,39	C3	5,59	55,99	C3	5,55	55,59	C3	5,47	54,79	C3	5,31	53,18
C4	4,48	44,91	C4	4,44	44,51	C4	4,40	44,11	C4	4,32	43,31	C4	4,16	41,70
C5	3,50	35,09	C5	3,46	34,69	C5	3,42	34,29	C5	3,34	33,48	C5	3,18	31,88
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	5,28	52,93	C1	5,24	52,53	C1	5,20	52,13	C1	5,12	51,33	C1	4,96	49,72
C2	5,32	53,33	C2	5,28	52,93	C2	5,24	52,53	C2	5,16	51,73	C2	5,00	50,13
C3	5,34	53,53	C3	5,30	53,13	C3	5,26	52,73	C3	5,18	51,93	C3	5,02	50,33
C4	5,47	54,84	C4	5,43	54,44	C4	5,39	54,04	C4	5,31	53,23	C4	5,15	51,63
C5	5,54	55,54	C5	5,50	55,14	C5	5,46	54,74	C5	5,38	53,93	C5	5,22	52,33
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	4,10	41,10	C1	4,06	40,70	C1	4,02	40,30	C1	3,94	39,50	C1	3,78	37,89
C2	4,15	41,60	C2	4,11	41,20	C2	4,07	40,80	C2	3,99	40,00	C2	3,83	38,40
C3	4,18	41,90	C3	4,14	41,50	C3	4,10	41,10	C3	4,02	40,30	C3	3,86	38,70
C4	4,28	42,91	C4	4,24	42,51	C4	4,20	42,11	C4	4,12	41,30	C4	3,96	39,70
C5	4,34	43,51	C5	4,30	43,11	C5	4,26	42,71	C5	4,18	41,90	C5	4,02	40,30
C6	7,12	71,38	C6	7,08	70,98	C6	7,04	70,58	C6	6,96	69,77	C6	6,80	68,17

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,65	66,67	C1	6,61	66,27	C1	6,57	65,86	C1	6,49	65,06	C1	6,33	63,46
C2	6,46	64,76	C2	6,42	64,36	C2	6,38	63,96	C2	6,30	63,16	C2	6,14	61,55
C3	6,20	62,16	C3	6,16	61,75	C3	6,12	61,35	C3	6,04	60,55	C3	5,88	58,95
C4	4,89	49,02	C4	4,85	48,62	C4	4,81	48,22	C4	4,73	47,42	C4	4,57	45,81
C5	2,73	27,37	C5	2,69	26,97	C5	2,65	26,57	C5	2,57	25,76	C5	2,41	24,16
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

Tabla 5-46 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/4"

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion

RESISTENCIA A LA COLMATACION

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 5

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Sika Platificante	0,3	15%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE LIMPIA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,30	63,16	C1	6,26	62,76	C1	6,22	62,36	C1	6,14	61,55	C1	5,98	59,95
C2	6,14	61,55	C2	6,10	61,15	C2	6,06	60,75	C2	5,98	59,95	C2	5,82	58,35
C3	5,80	58,15	C3	5,76	57,74	C3	5,72	57,34	C3	5,64	56,54	C3	5,48	54,94
C4	4,48	44,91	C4	4,44	44,51	C4	4,40	44,11	C4	4,32	43,31	C4	4,16	41,70
C5	2,23	22,36	C5	2,19	21,95	C5	2,15	21,55	C5	2,07	20,75	C5	1,91	19,15
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE SEMI COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,29	63,06	C1	6,25	62,66	C1	6,21	62,26	C1	6,13	61,45	C1	5,97	59,85
C2	6,21	62,26	C2	6,17	61,85	C2	6,13	61,45	C2	6,05	60,65	C2	5,89	59,05
C3	4,87	48,82	C3	4,83	48,42	C3	4,79	48,02	C3	4,71	47,22	C3	4,55	45,61
C4	3,41	34,19	C4	3,37	33,78	C4	3,33	33,38	C4	3,25	32,58	C4	3,09	30,98
C5	2,86	28,67	C5	2,82	28,27	C5	2,78	27,87	C5	2,70	27,07	C5	2,54	25,46
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	4,87	48,82	C1	4,83	48,42	C1	4,79	48,02	C1	4,71	47,22	C1	4,55	45,61
C2	5,15	51,63	C2	5,11	51,23	C2	5,07	50,83	C2	4,99	50,03	C2	4,83	48,42
C3	5,18	51,93	C3	5,14	51,53	C3	5,10	51,13	C3	5,02	50,33	C3	4,86	48,72
C4	5,24	52,53	C4	5,20	52,13	C4	5,16	51,73	C4	5,08	50,93	C4	4,92	49,32
C5	5,35	53,63	C5	5,31	53,23	C5	5,27	52,83	C5	5,19	52,03	C5	5,03	50,43
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	3,67	36,79	C1	3,63	36,39	C1	3,59	35,99	C1	3,51	35,19	C1	3,35	33,58
C2	3,81	38,20	C2	3,77	37,79	C2	3,73	37,39	C2	3,65	36,59	C2	3,49	34,99
C3	3,90	39,10	C3	3,86	38,70	C3	3,82	38,30	C3	3,74	37,49	C3	3,58	35,89
C4	4,01	40,20	C4	3,97	39,80	C4	3,93	39,40	C4	3,85	38,60	C4	3,69	36,99
C5	4,10	41,10	C5	4,06	40,70	C5	4,02	40,30	C5	3,94	39,50	C5	3,78	37,89
C6	6,71	67,27	C6	6,67	66,87	C6	6,63	66,47	C6	6,55	65,66	C6	6,39	64,06

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,22	62,36	C1	6,18	61,95	C1	6,14	61,55	C1	6,06	60,75	C1	5,90	59,15
C2	6,07	60,85	C2	6,03	60,45	C2	5,99	60,05	C2	5,91	59,25	C2	5,75	57,64
C3	6,01	60,25	C3	5,97	59,85	C3	5,93	59,45	C3	5,85	58,65	C3	5,69	57,04
C4	4,34	43,51	C4	4,30	43,11	C4	4,26	42,71	C4	4,18	41,90	C4	4,02	40,30
C5	2,37	23,76	C5	2,33	23,36	C5	2,29	22,96	C5	2,21	22,16	C5	2,05	20,55
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

Tabla 5-47 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8"

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion

RESISTENCIA A LA COLMATACION

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 6

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Sika Platificante	0,35	20%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE LIMPIA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,56	65,76	C1	6,52	65,36	C1	6,48	64,96	C1	6,40	64,16	C1	6,24	62,56
C2	6,18	61,95	C2	6,14	61,55	C2	6,10	61,15	C2	6,02	60,35	C2	5,86	58,75
C3	6,15	61,65	C3	6,11	61,25	C3	6,07	60,85	C3	5,99	60,05	C3	5,83	58,45
C4	4,68	46,92	C4	4,64	46,52	C4	4,60	46,12	C4	4,52	45,31	C4	4,36	43,71
C5	2,59	25,96	C5	2,55	25,56	C5	2,51	25,16	C5	2,43	24,36	C5	2,27	22,76
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE SEMI COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,47	64,86	C1	6,43	64,46	C1	6,39	64,06	C1	6,31	63,26	C1	6,15	61,65
C2	6,41	64,26	C2	6,37	63,86	C2	6,33	63,46	C2	6,25	62,66	C2	6,09	61,05
C3	5,40	54,14	C3	5,36	53,73	C3	5,32	53,33	C3	5,24	52,53	C3	5,08	50,93
C4	4,29	43,01	C4	4,25	42,61	C4	4,21	42,21	C4	4,13	41,40	C4	3,97	39,80
C5	3,31	33,18	C5	3,27	32,78	C5	3,23	32,38	C5	3,15	31,58	C5	2,99	29,97
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	5,24	52,53	C1	5,20	52,13	C1	5,16	51,73	C1	5,08	50,93	C1	4,92	49,32
C2	5,25	52,63	C2	5,21	52,23	C2	5,17	51,83	C2	5,09	51,03	C2	4,93	49,42
C3	5,28	52,93	C3	5,24	52,53	C3	5,20	52,13	C3	5,12	51,33	C3	4,96	49,72
C4	5,40	54,14	C4	5,36	53,73	C4	5,32	53,33	C4	5,24	52,53	C4	5,08	50,93
C5	5,45	54,64	C5	5,41	54,24	C5	5,37	53,83	C5	5,29	53,03	C5	5,13	51,43
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	3,89	39,00	C1	3,85	38,60	C1	3,81	38,20	C1	3,73	37,39	C1	3,57	35,79
C2	4,01	40,20	C2	3,97	39,80	C2	3,93	39,40	C2	3,85	38,60	C2	3,69	36,99
C3	4,10	41,10	C3	4,06	40,70	C3	4,02	40,30	C3	3,94	39,50	C3	3,78	37,89
C4	4,19	42,01	C4	4,15	41,60	C4	4,11	41,20	C4	4,03	40,40	C4	3,87	38,80
C5	4,25	42,61	C5	4,21	42,21	C5	4,17	41,80	C5	4,09	41,00	C5	3,93	39,40
C6	6,91	69,27	C6	6,87	68,87	C6	6,83	68,47	C6	6,75	67,67	C6	6,59	66,07

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)		9,975
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,49	65,06	C1	6,45	64,66	C1	6,41	64,26	C1	6,33	63,46	C1	6,17	61,85
C2	6,33	63,46	C2	6,29	63,06	C2	6,25	62,66	C2	6,17	61,85	C2	6,01	60,25
C3	6,01	60,25	C3	5,97	59,85	C3	5,93	59,45	C3	5,85	58,65	C3	5,69	57,04
C4	4,78	47,92	C4	4,74	47,52	C4	4,70	47,12	C4	4,62	46,32	C4	4,46	44,71
C5	2,42	24,26	C5	2,38	23,86	C5	2,34	23,46	C5	2,26	22,66	C5	2,10	21,05
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

Tabla 5-48 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8"

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de

RESISTENCIA A LA COLMATACION

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 7

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Euco Plastificante	0,3	15%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE LIMPIA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,38	63,96	C1	6,34	63,56	C1	6,30	63,16	C1	6,22	62,36	C1	6,06	60,75
C2	6,10	61,15	C2	6,06	60,75	C2	6,02	60,35	C2	5,94	59,55	C2	5,78	57,94
C3	6,08	60,95	C3	6,04	60,55	C3	6,00	60,15	C3	5,92	59,35	C3	5,76	57,74
C4	4,45	44,61	C4	4,41	44,21	C4	4,37	43,81	C4	4,29	43,01	C4	4,13	41,40
C5	2,43	24,36	C5	2,39	23,96	C5	2,35	23,56	C5	2,27	22,76	C5	2,11	21,15
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE SEMI COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,32	63,36	C1	6,28	62,96	C1	6,24	62,56	C1	6,16	61,75	C1	6,00	60,15
C2	6,28	62,96	C2	6,24	62,56	C2	6,20	62,16	C2	6,12	61,35	C2	5,96	59,75
C3	5,05	50,63	C3	5,01	50,23	C3	4,97	49,82	C3	4,89	49,02	C3	4,73	47,42
C4	3,68	36,89	C4	3,64	36,49	C4	3,60	36,09	C4	3,52	35,29	C4	3,36	33,68
C5	3,04	30,48	C5	3,00	30,08	C5	2,96	29,67	C5	2,88	28,87	C5	2,72	27,27
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	5,05	50,63	C1	5,01	50,23	C1	4,97	49,82	C1	4,89	49,02	C1	4,73	47,42
C2	5,18	51,93	C2	5,14	51,53	C2	5,10	51,13	C2	5,02	50,33	C2	4,86	48,72
C3	5,20	52,13	C3	5,16	51,73	C3	5,12	51,33	C3	5,04	50,53	C3	4,88	48,92
C4	5,31	53,23	C4	5,27	52,83	C4	5,23	52,43	C4	5,15	51,63	C4	4,99	50,03
C5	5,37	53,83	C5	5,33	53,43	C5	5,29	53,03	C5	5,21	52,23	C5	5,05	50,63
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	3,76	37,69	C1	3,72	37,29	C1	3,68	36,89	C1	3,60	36,09	C1	3,44	34,49
C2	3,89	39,00	C2	3,85	38,60	C2	3,81	38,20	C2	3,73	37,39	C2	3,57	35,79
C3	3,96	39,70	C3	3,92	39,30	C3	3,88	38,90	C3	3,80	38,10	C3	3,64	36,49
C4	4,07	40,80	C4	4,03	40,40	C4	3,99	40,00	C4	3,91	39,20	C4	3,75	37,59
C5	4,13	41,40	C5	4,09	41,00	C5	4,05	40,60	C5	3,97	39,80	C5	3,81	38,20
C6	6,75	67,67	C6	6,71	67,27	C6	6,67	66,87	C6	6,59	66,07	C6	6,43	64,46

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975		PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	
PEN DIENTE 0%			PENDIENTE 2%			PENDIENTE 5%			PENDIENTE 8%			PENDIENTE 10%		
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,34	63,56	C1	6,30	63,16	C1	6,26	62,76	C1	6,18	61,95	C1	6,02	60,35
C2	6,19	62,06	C2	6,15	61,65	C2	6,11	61,25	C2	6,03	60,45	C2	5,87	58,85
C3	5,85	58,65	C3	5,81	58,25	C3	5,77	57,84	C3	5,69	57,04	C3	5,53	55,44
C4	4,52	45,31	C4	4,48	44,91	C4	4,44	44,51	C4	4,36	43,71	C4	4,20	42,11
C5	2,29	22,96	C5	2,25	22,56	C5	2,21	22,16	C5	2,13	21,35	C5	1,97	19,75
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

Tabla 5-49 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8"

UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE CONCRETO UCSM

TITULO DE TESIS : Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion

RESISTENCIA A LA COLMATACION

DISEÑO DE MEZCLAS NRO. 8

TMN	ADITIVO	a/c	% de vacios
3/8"	Euco Plastificante	0,35	20%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE LIMPIA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,61	66,27	C1	6,57	65,86	C1	6,53	65,46	C1	6,45	64,66	C1	6,29	63,06
C2	6,21	62,26	C2	6,17	61,85	C2	6,13	61,45	C2	6,05	60,65	C2	5,89	59,05
C3	6,17	61,85	C3	6,13	61,45	C3	6,09	61,05	C3	6,01	60,25	C3	5,85	58,65
C4	4,71	47,22	C4	4,67	46,82	C4	4,63	46,42	C4	4,55	45,61	C4	4,39	44,01
C5	2,60	26,07	C5	2,56	25,66	C5	2,52	25,26	C5	2,44	24,46	C5	2,28	22,86
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE SEMI COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,50	65,16	C1	6,46	64,76	C1	6,42	64,36	C1	6,34	63,56	C1	6,18	61,95
C2	6,45	64,66	C2	6,41	64,26	C2	6,37	63,86	C2	6,29	63,06	C2	6,13	61,45
C3	5,44	54,54	C3	5,40	54,14	C3	5,36	53,73	C3	5,28	52,93	C3	5,12	51,33
C4	4,33	43,41	C4	4,29	43,01	C4	4,25	42,61	C4	4,17	41,80	C4	4,01	40,20
C5	3,37	33,78	C5	3,33	33,38	C5	3,29	32,98	C5	3,21	32,18	C5	3,05	30,58
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	5,25	52,63	C1	5,21	52,23	C1	5,17	51,83	C1	5,09	51,03	C1	4,93	49,42
C2	5,28	52,93	C2	5,24	52,53	C2	5,20	52,13	C2	5,12	51,33	C2	4,96	49,72
C3	5,29	53,03	C3	5,25	52,63	C3	5,21	52,23	C3	5,13	51,43	C3	4,97	49,82
C4	5,43	54,44	C4	5,39	54,04	C4	5,35	53,63	C4	5,27	52,83	C4	5,11	51,23
C5	5,47	54,84	C5	5,43	54,44	C5	5,39	54,04	C5	5,31	53,23	C5	5,15	51,63
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	3,94	39,50	C1	3,90	39,10	C1	3,86	38,70	C1	3,78	37,89	C1	3,62	36,29
C2	4,09	41,00	C2	4,05	40,60	C2	4,01	40,20	C2	3,93	39,40	C2	3,77	37,79
C3	4,12	41,30	C3	4,08	40,90	C3	4,04	40,50	C3	3,96	39,70	C3	3,80	38,10
C4	4,21	42,21	C4	4,17	41,80	C4	4,13	41,40	C4	4,05	40,60	C4	3,89	39,00
C5	4,28	42,91	C5	4,24	42,51	C5	4,20	42,11	C5	4,12	41,30	C5	3,96	39,70
C6	7,01	70,28	C6	6,97	69,87	C6	6,93	69,47	C6	6,85	68,67	C6	6,69	67,07

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COLMATACION - SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975	PESO DE CAMARA CON AGUA AL 100% - (kg)	9,975
PEN DIENTE 0%		PENDIENTE 2%		PENDIENTE 5%		PENDIENTE 8%		PENDIENTE 10%	
Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION	Nro.	PESO RETENIDO	% DE RETENCION
C1	6,54	65,56	C1	6,50	65,16	C1	6,46	64,76	C1	6,38	63,96	C1	6,22	62,36
C2	6,36	63,76	C2	6,32	63,36	C2	6,28	62,96	C2	6,20	62,16	C2	6,04	60,55
C3	6,10	61,15	C3	6,06	60,75	C3	6,02	60,35	C3	5,94	59,55	C3	5,78	57,94
C4	4,81	48,22	C4	4,77	47,82	C4	4,73	47,42	C4	4,65	46,62	C4	4,49	45,01
C5	2,56	25,66	C5	2,52	25,26	C5	2,48	24,86	C5	2,40	24,06	C5	2,24	22,46
C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00	C6	0,00	0,00

Tabla 5-50 Calculo de la resistencia a la colmatación en las muestra de concreto poroso elaboradas con agregado grueso de 3/8"

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO VI: ANALISIS DE RESULTADOS

6.1 ANALISIS DE RESULTADOS, ENSAYOS EN ESTADO FRESCO

6.1.1 REVENIMIENTO – CONO DE ABRAMS INVERTIDO

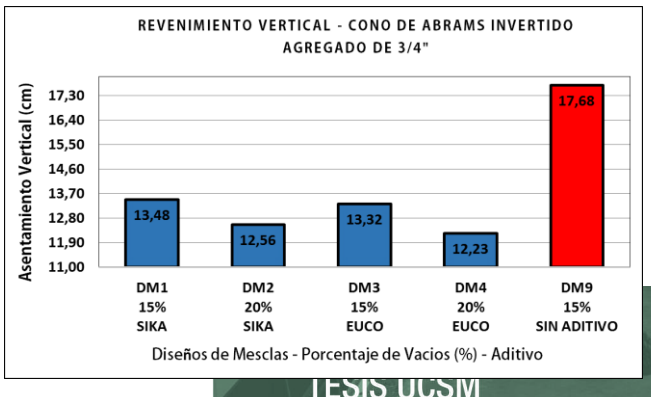
Este método es utilizado para medir la trabajabilidad del concreto poroso y se mide por la dificultad que tiene la pasta porosa por el paso del orifico más pequeño del cono de Abrams sin haber sido sometida la pasta de a ninguna compactación, únicamente por gravedad.

La medición de la trabajabilidad por este método es más compleja porque acá no solo analizamos el asentamiento vertical sino también analizamos el asentamiento horizontal que se produce en la pasta fresca de concreto poroso.

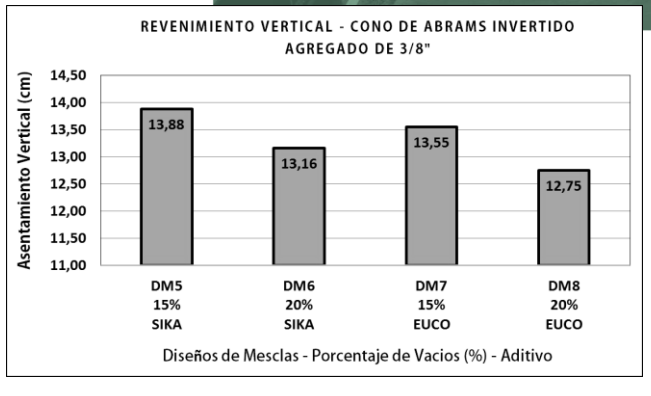
El ensayo consiste en tomar medidas del diámetro que genera la pasta de concreto poroso luego de pasar por el orificio más pequeño del cono de Abrams y luego midiendo la altura vertical de asentamiento.

A continuación presentamos cuadros estadísticos, donde se aprecia el análisis que se hizo a los resultados que se obtuvo después de haber culminado el ensayo.

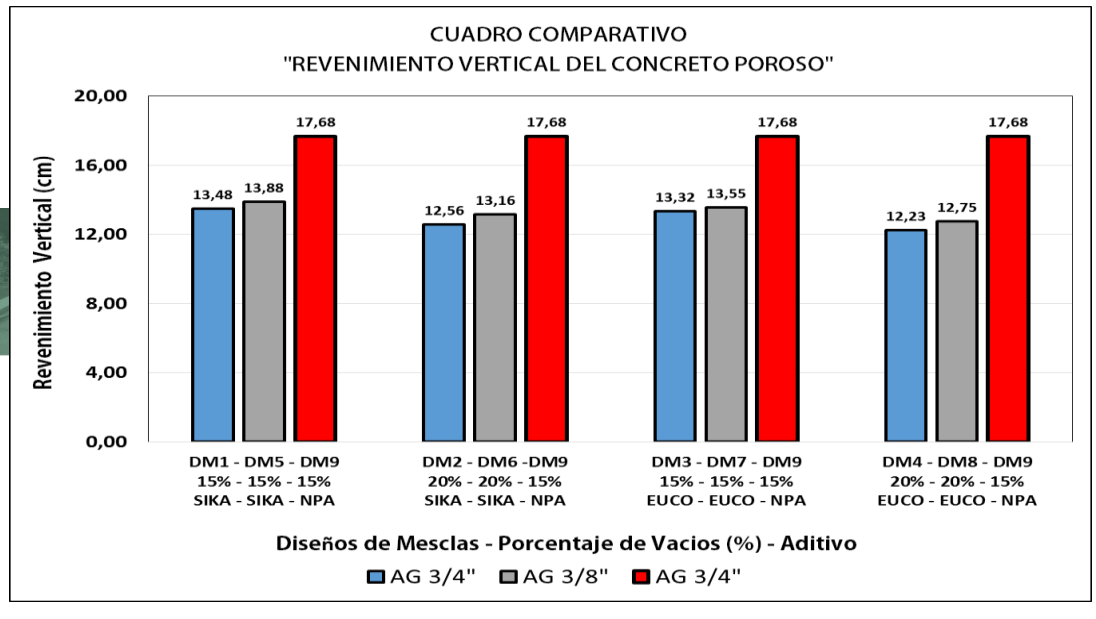
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis



(a)



(b)

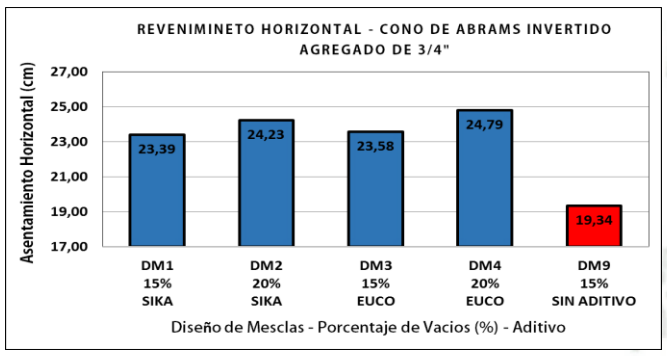


(c)

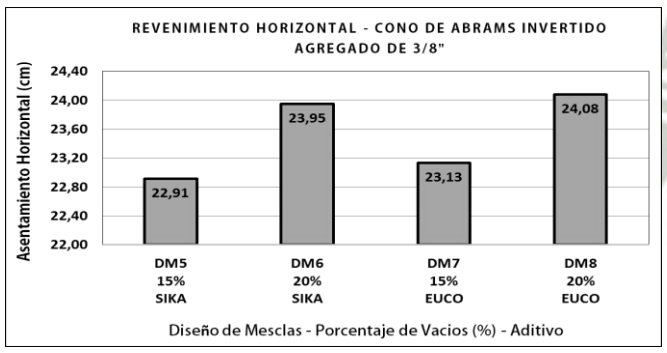
Figura 6.1 (a) Revenimientos verticales obtenidos en los diseños de mezcla elaborados con agregado de 3/4"

Figura 6.2 (b) Revenimientos verticales obtenidos en los diseños de mezcla elaborados con agregado de 3/8"

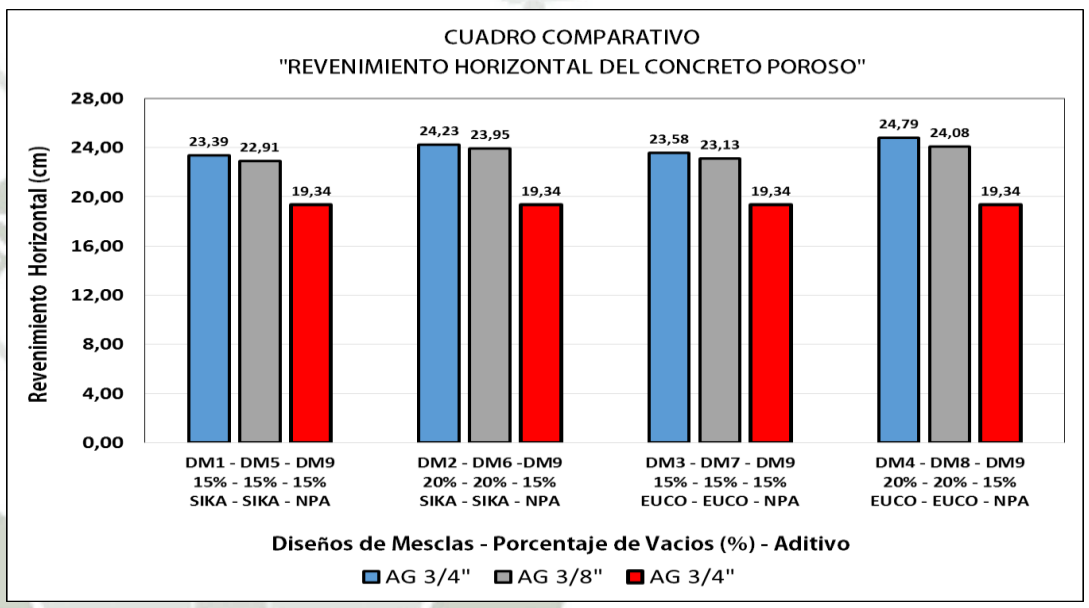
Figura 6.3 (c) Graficas comparativas de los revenimientos verticales obtenidos en los diferentes diseños de mezcla de la investigación



(a)



(b)

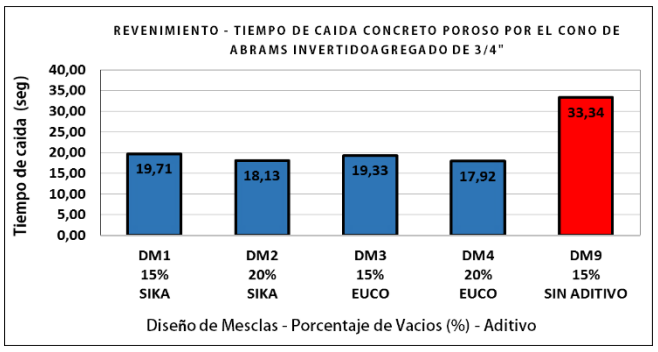


(c)

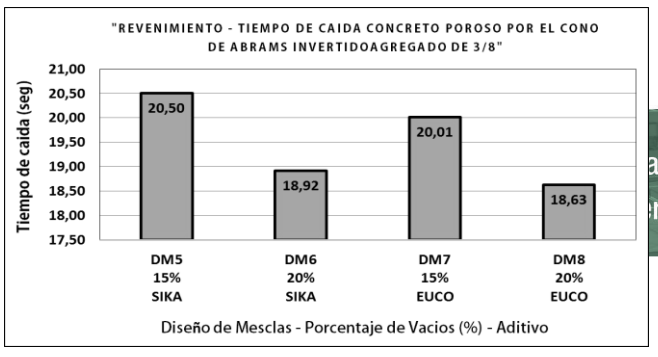
Figura 6.4 (a) Revenimientos horizontales obtenidos en los diseños de mezcla elaborados con agregado de 3/4"

Figura 6.5 (b) Revenimientos horizontales obtenidos en los diseños de mezcla elaborados con agregado de 3/8"

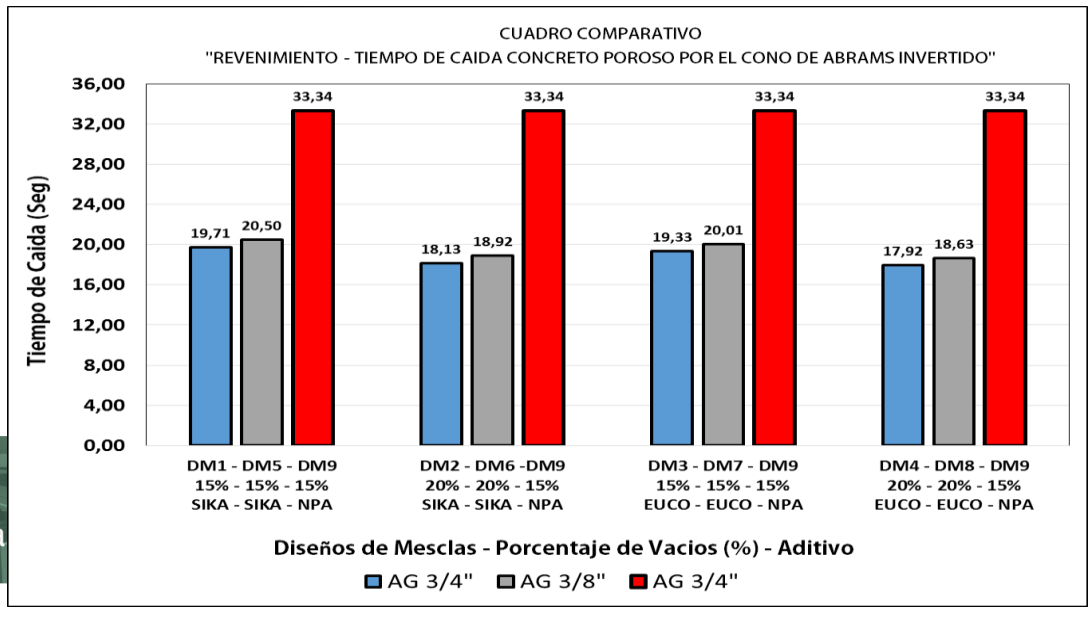
Figura 6.6 (c) Graficas comparativas de los revenimientos horizontales obtenidos en los diferentes diseños de mezcla de la investigación



(a)



(b)



(c)

Figura 6.7 (a) Tiempo de caída de la pasta de concreto poroso elaborado con AG de 3/4" por el orificio de menor diámetro del Cono de Abrams

Figura 6.8 (b) Tiempo de caída de la pasta de concreto poroso elaborado con AG de 3/8" por el orificio de menor diámetro del Cono de Abrams

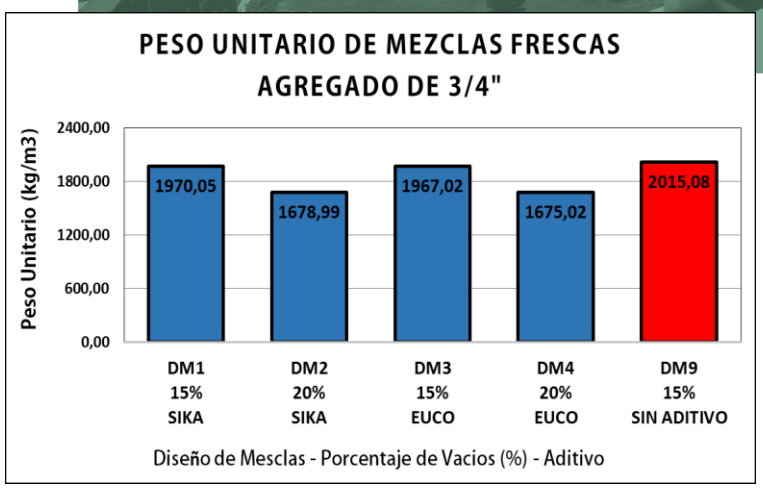
Figura 6.9 (c) Graficas comparativas de los tiempos de caída de la pasta de concreto poroso por el orificio de menor diámetro del Cono de Abrams en los diferentes diseños de mezcla de la investigación

6.1.2 PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACIOS DE LA MUESTRA FRESCA

En este ensayo calculamos el volumen que ocupan los materiales en la mezcla de concreto poroso, sabiendo esto luego procedemos a determinar el porcentaje de vacíos que existe en la mezcla, ambos fueron calculados por el método de la Olla de Washington.

A continuación presentamos cuadros estadísticos, donde se aprecia el análisis que se hizo a los resultados que se obtuvo después de haber culminado el ensayo.

REPOSITORIO DE UNIVERSIDAD CATÓLICA



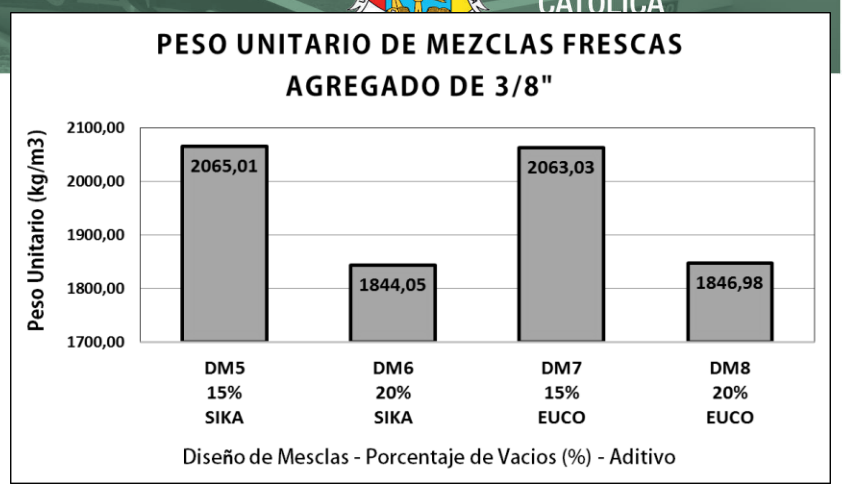


Figura 6.10 (Izq) Resultados obtenidos del ensayo de peso unitario en las pastas de concreto poroso elaborada con agregado grueso de 3/4"
Figura 6.11 (der) Resultados obtenidos del ensayo de peso unitario en las pastas de concreto poroso elaborada con agregado grueso de 3/8"

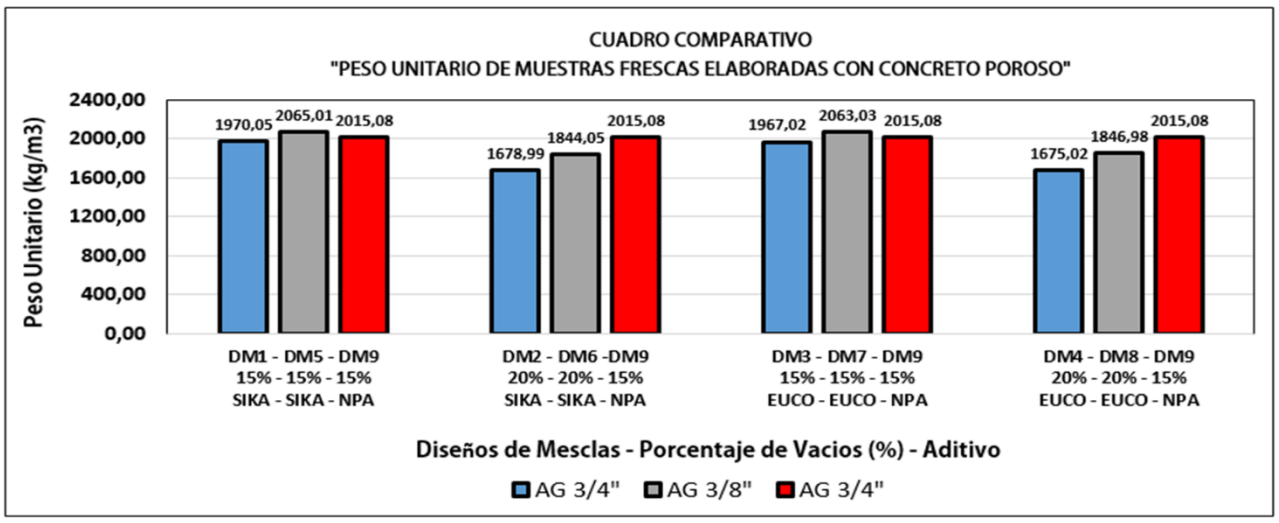
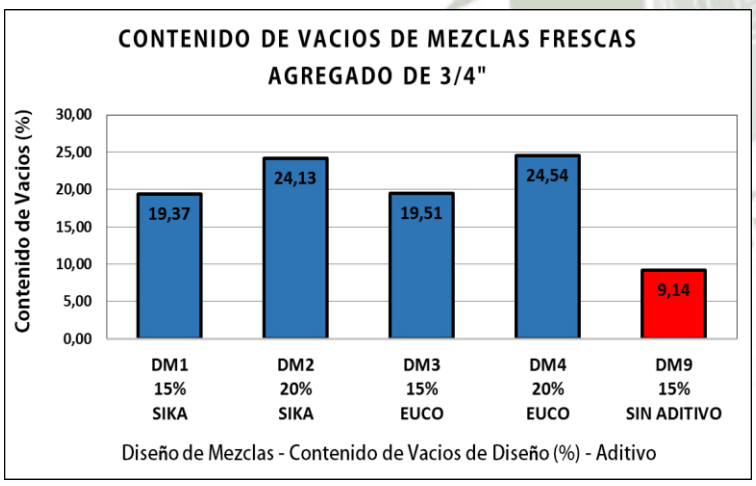


Figura 6.12 Grafica comparativa entre los resultados obtenidos del ensayo de peso unitario en las pastas de CP en los diferentes diseños de mezcla de esta investigación



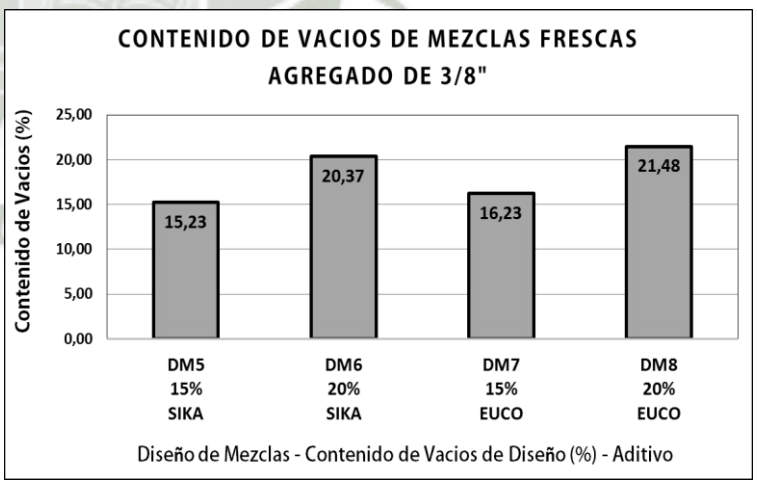


Figura 6.13 (Izq) Resultados obtenidos del ensayo de contenido de vacíos en la pasta de concreto poroso elaborada con agregado grueso de 3/4"
Figura 6.14 (Der) Resultados obtenidos del ensayo de contenido de vacíos en la pasta de concreto poroso elaborada con agregado grueso de 3/8"

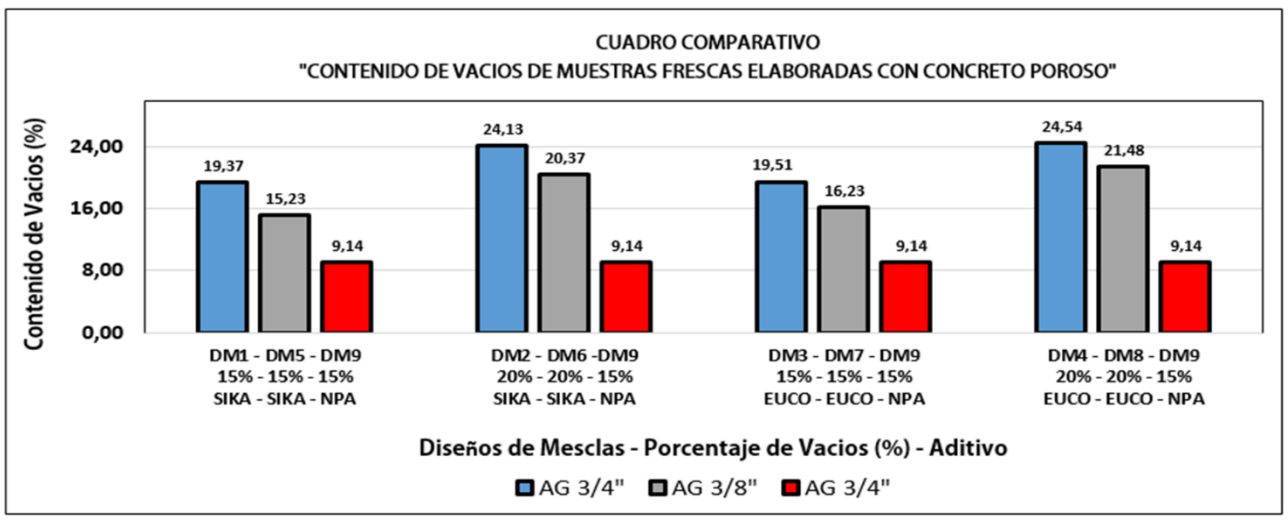


Figura 6.15 Grafica comparativa entre los resultados obtenidos del ensayo de contenido de vacíos en las pastas en de CP en los diferentes diseños de mezcla de esta investigación

6.2 ANALISIS DE RESULTADOS, ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO

6.2.1 RESITENCIA A LA COMPRESION

6.2.1.1 RESITENCIA A LA COMPRESION, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/4”

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	f'c kg/cm2	f'c Mpa
DM1	7	15%	187,37	18,74
	14	15%	241,97	24,20
	28	15%	290,66	29,07

Tabla 6-1 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad

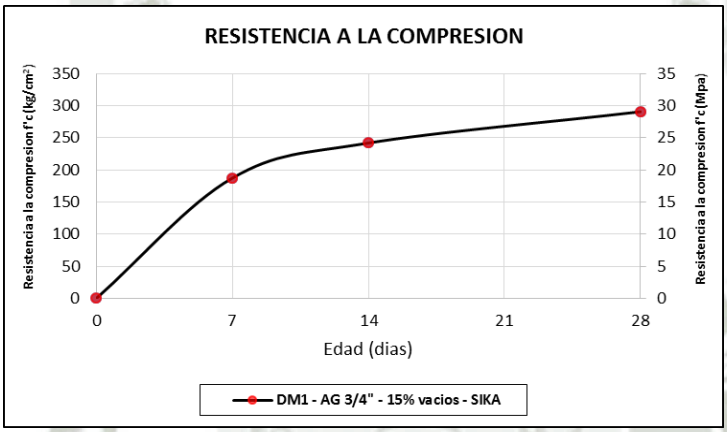


Figura 6.16 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	f'c kg/cm2	f'c Mpa
DM2	7	20%	161,58	16,16
	14	20%	199,63	19,96
	28	20%	251,89	25,19

Tabla 6-2 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad

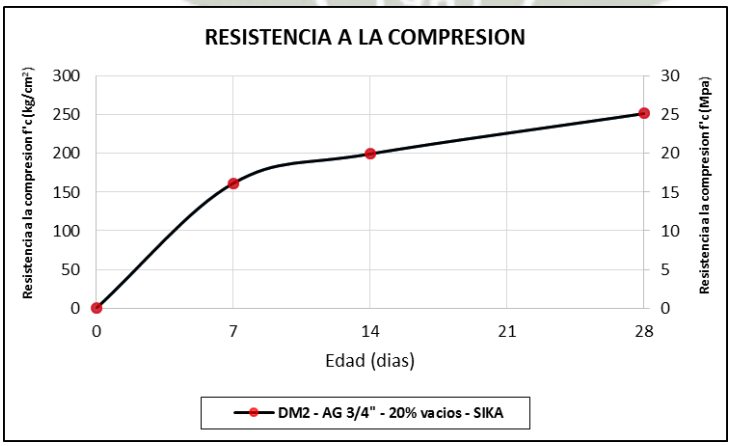


Figura 6.17 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	f'c kg/cm2	f'c Mpa
DM3	7	15%	182,45	18,25
	14	15%	230,14	23,01
	28	15%	282,52	28,25

Tabla 6-3 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" a los 7, 14 y 28 días de edad

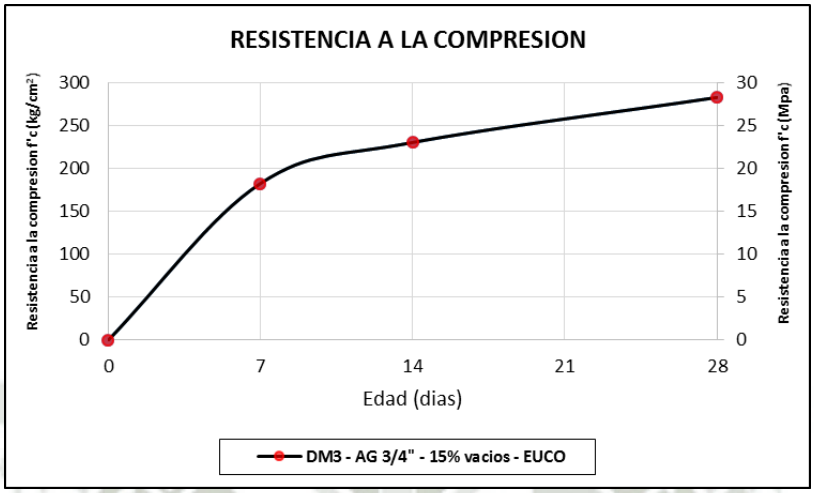


Figura 6.18 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	f'c kg/cm2	f'c Mpa
DM4	7	20%	158,75	15,88
	14	20%	194,27	19,43
	28	20%	245,44	24,54

Tabla 6-4 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" a los 7, 14 y 28 días de edad

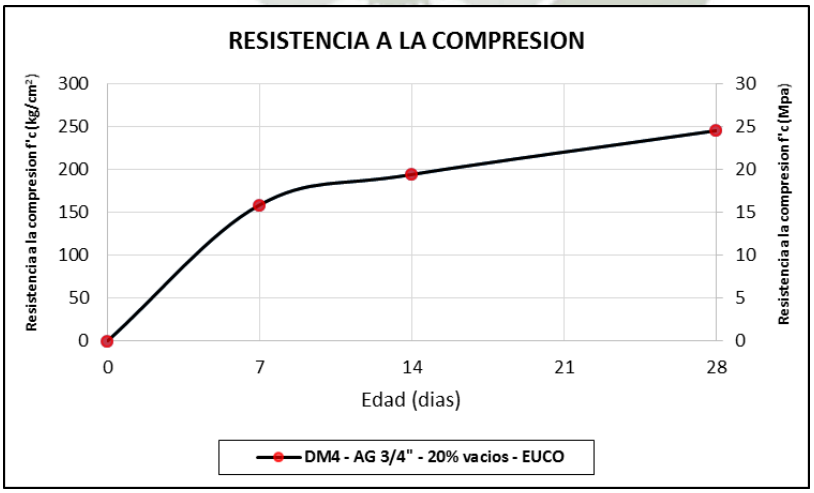


Figura 6.19 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.1.2 RESISTENCA A LA COMPRESION, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/8”

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	f'c kg/cm2	f'c Mpa
DM5	7	15%	216,35	21,64
	14	15%	270,00	27,00
	28	15%	307,14	30,71

Tabla 6-5 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8” a los 7, 14 y 28 días de edad

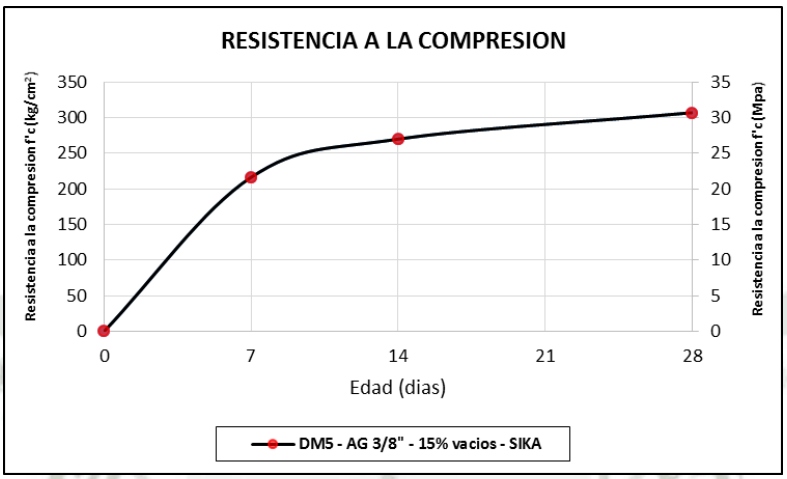


Figura 6.20 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	f'c kg/cm2	f'c Mpa
DM6	7	20%	178,57	17,86
	14	20%	217,63	21,76
	28	20%	269,58	26,96

Tabla 6-6 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8” a los 7, 14 y 28 días de edad

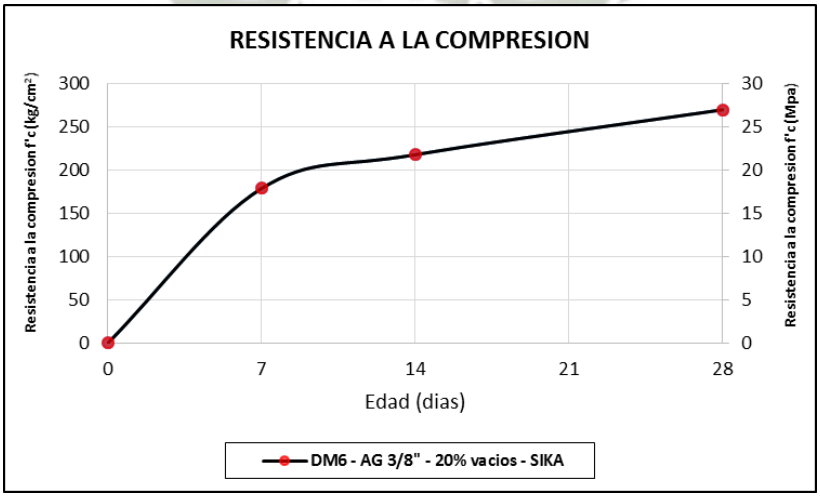


Figura 6.21 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	f'c kg/cm2	f'c Mpa
DM7	7	15%	198,21	19,82
	14	15%	255,98	25,60
	28	15%	295,54	29,55

Tabla 6-7 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8" a los 7, 14 y 28 días de edad

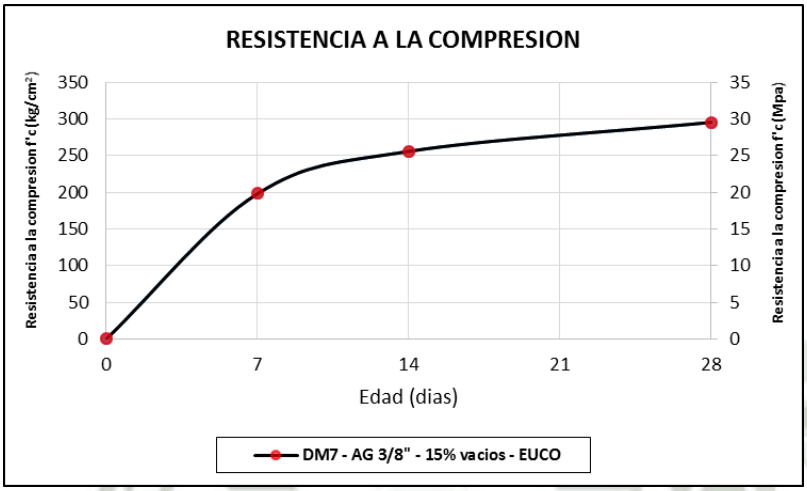


Figura 6.22 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	f'c kg/cm2	f'c Mpa
DM8	7	20%	169,94	16,99
	14	20%	207,60	20,76
	28	20%	261,68	26,17

Tabla 6-8 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8" a los 7, 14 y 28 días de edad

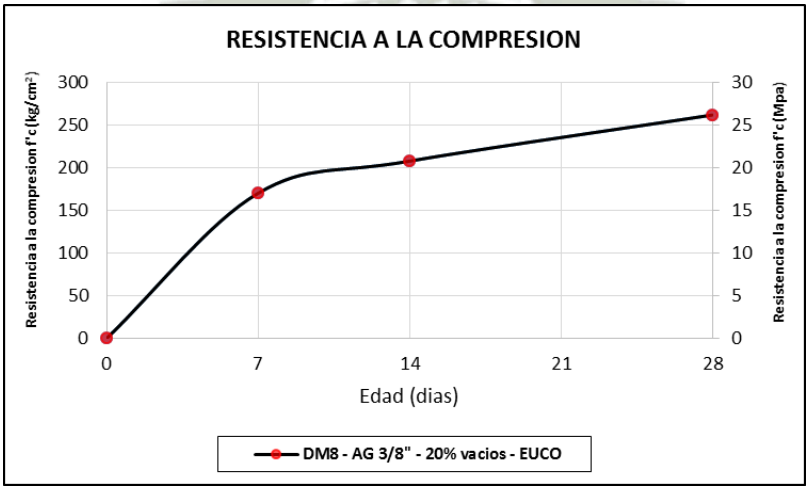


Figura 6.23 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.1.3 RESITENCIA A LA COMPRESION, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/4”

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	f'c kg/cm2	f'c Mpa
DM9	7	15%	133,63	13,36
	14	15%	183,69	18,37
	28	15%	224,52	22,45

Tabla 6-9 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad

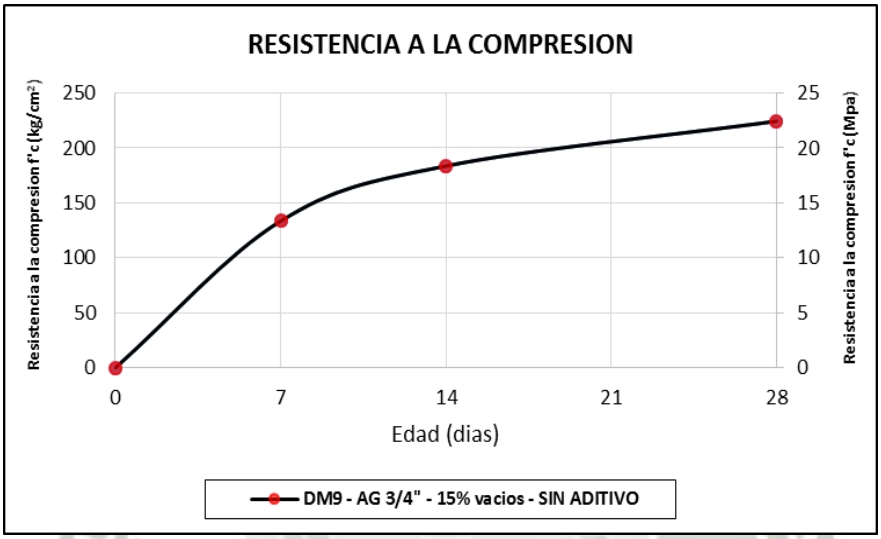


Figura 6.24 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de CP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.1.4 COMPARACION DE RESULTADOS, RESISTENCIA A LA COMPRESION

Edad	% Vacios de Diseño	f'c kg/cm2								
		DM1	DM2	DM3	DM4	DM5	DM6	DM7	DM8	DM9
7	15%	187,37	161,58	182,45	158,75	216,35	178,57	198,21	169,94	133,63
14	15%	241,97	199,63	230,14	194,27	270,00	217,63	255,98	207,60	183,69
28	15%	290,66	251,89	282,52	245,44	307,14	269,58	295,54	261,68	224,73

Tabla 6-10 Resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" y 3/8"

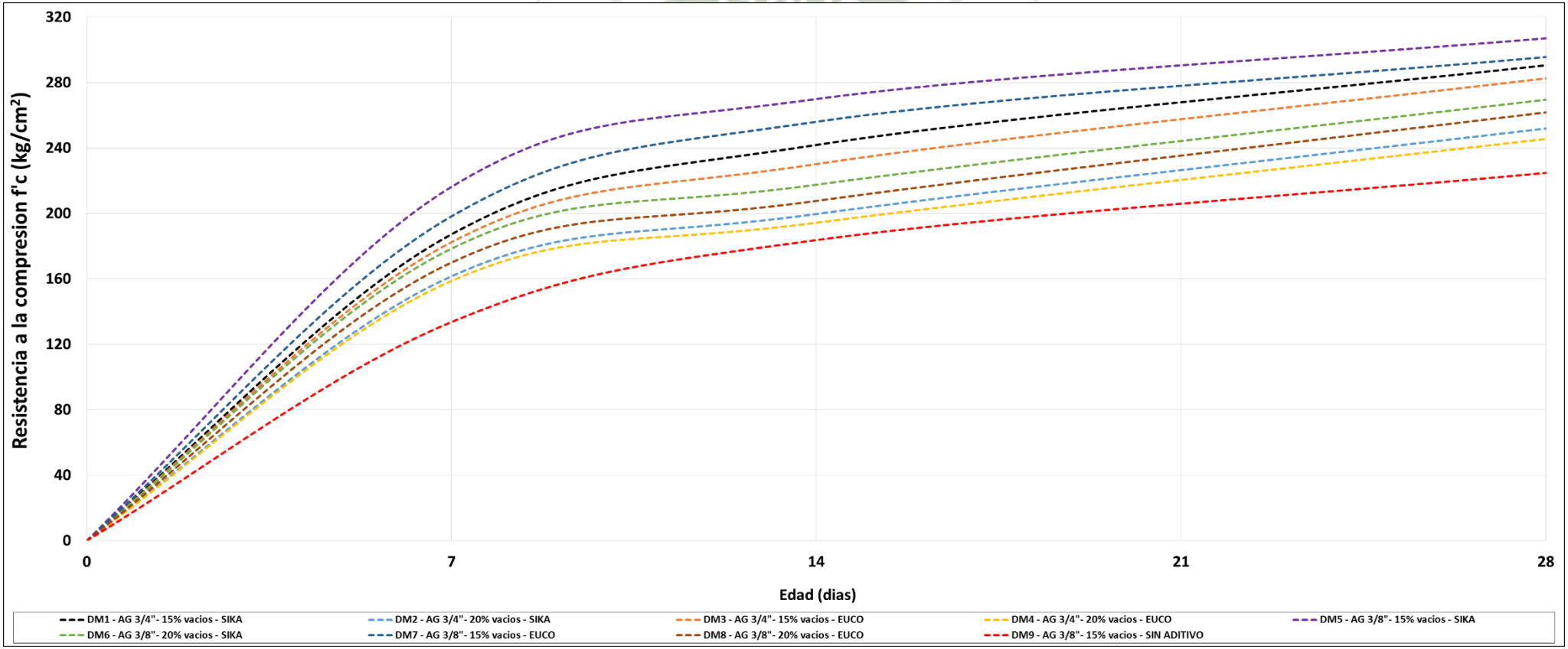


Figura 6.25 Evolución de la Resistencia a la compresión en las briquetas de concreto poroso (CP)

6.2.2 RESISTENCIA A TENSION INDIRECTA "SPLIT TEST"

6.2.2.1 RESITENCIA A LA TENSION, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/4"

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	fsp kg/cm2	fsp Mpa
DM1	7	15%	13,63	1,36
	14	15%	16,23	1,62
	28	15%	17,69	1,77

Tabla 6-11 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" a los 7, 14 y 28 días de edad

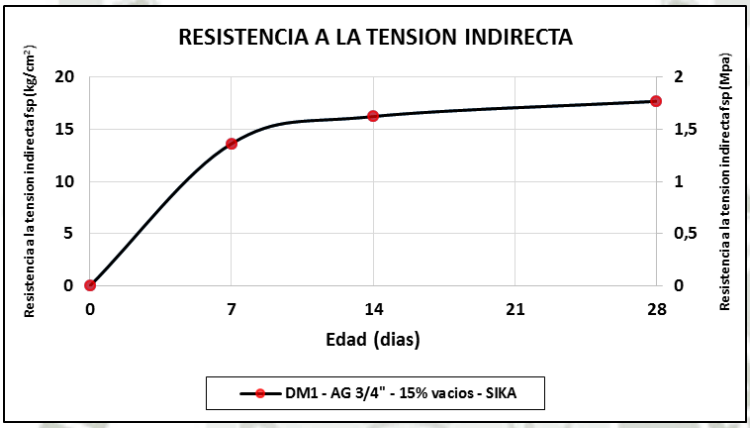


Figura 6.26 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	fsp kg/cm2	fsp Mpa
DM2	7	20%	11,48	1,15
	14	20%	13,22	1,32
	28	20%	14,51	1,45

Tabla 6-12 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" a los 7, 14 y 28 días de edad

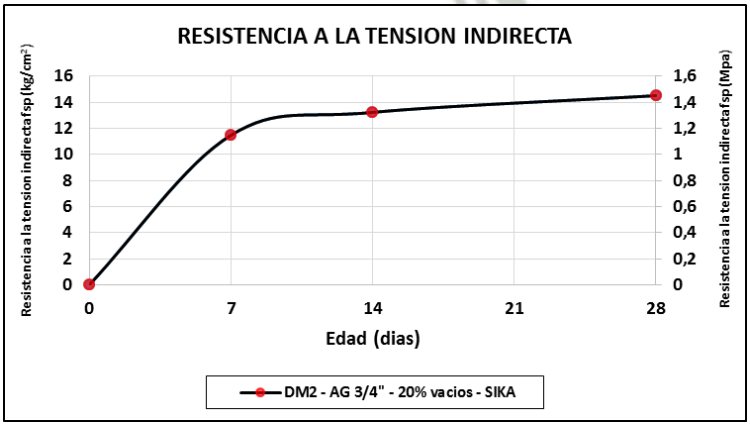


Figura 6.27 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	fsp kg/cm2	fsp Mpa
DM3	7	15%	13,40	1,34
	14	15%	15,68	1,57
	28	15%	16,74	1,67

Tabla 6-13 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" a los 7, 14 y 28 días de edad

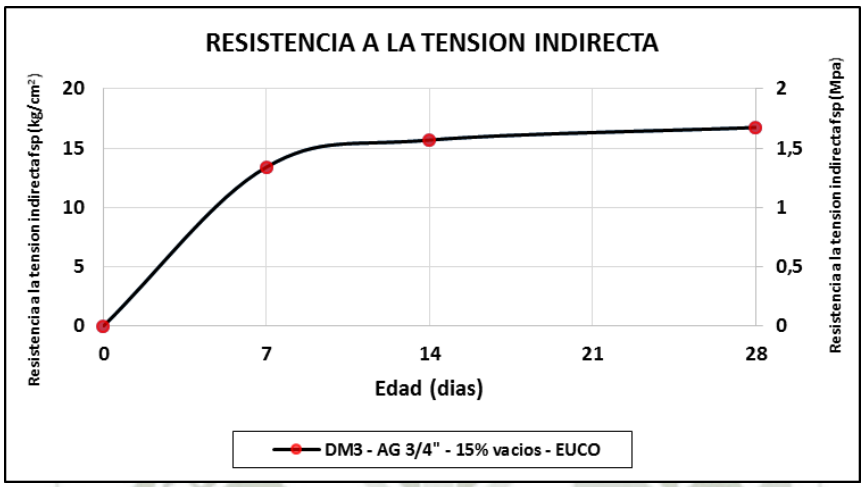


Figura 6.28 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	fsp kg/cm2	fsp Mpa
DM4	7	20%	10,40	1,04
	14	20%	11,63	1,16
	28	20%	13,19	1,32

Tabla 6-14 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" a los 7, 14 y 28 días de edad

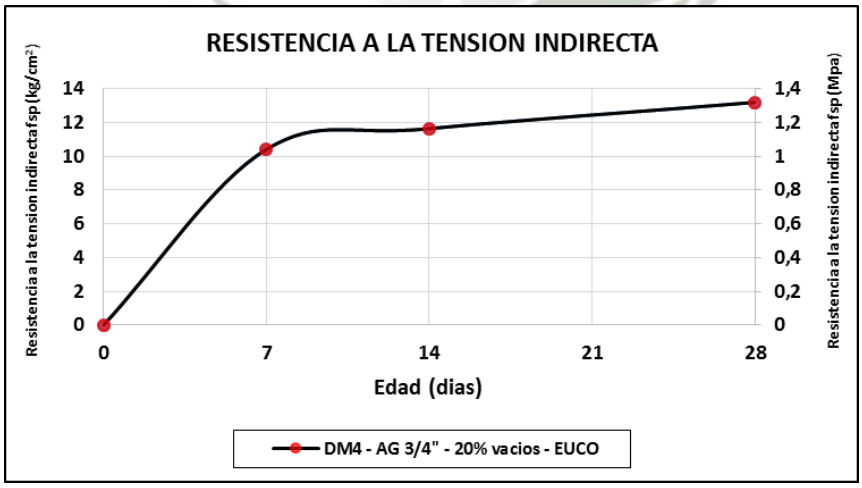


Figura 6.29 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.2.2 RESISTENCIA A LA TENSION, BRIQUERAS CON AGREGADO DE 3/8”

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	fsp kg/cm2	fsp Mpa
DM5	7	15%	14,91	1,49
	14	15%	18,25	1,83
	28	15%	20,28	2,03

Tabla 6-15 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8” a los 7, 14 y 28 días de edad

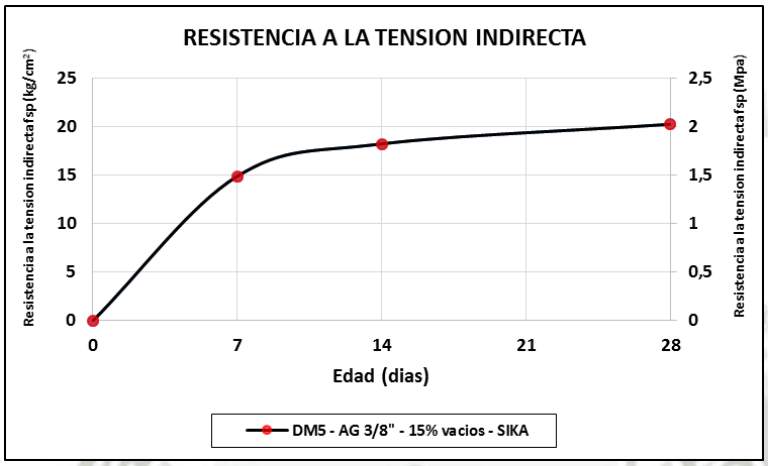


Figura 6.30 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	fsp kg/cm2	fsp Mpa
DM6	7	20%	12,77	1,28
	14	20%	15,17	1,52
	28	20%	16,06	1,61

Tabla 6-16 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8” a los 7, 14 y 28 días de edad

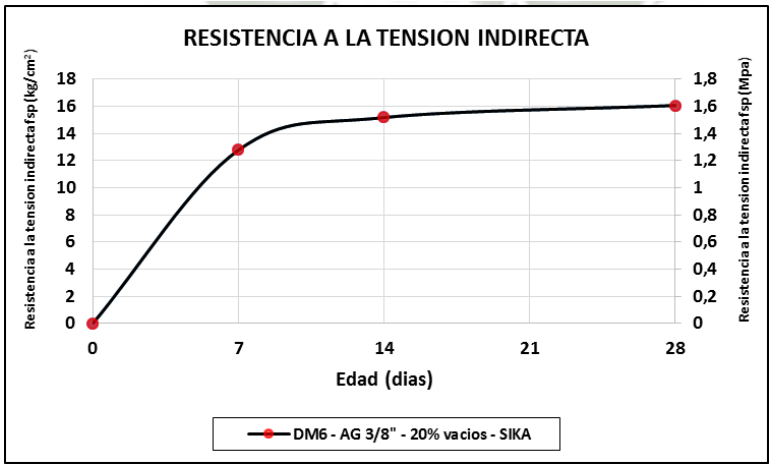


Figura 6.31 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	fsp kg/cm2	fsp Mpa
DM7	7	15%	13,71	1,37
	14	15%	16,84	1,68
	28	15%	19,21	1,92

Tabla 6-17 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8" a los 7, 14 y 28 días de edad

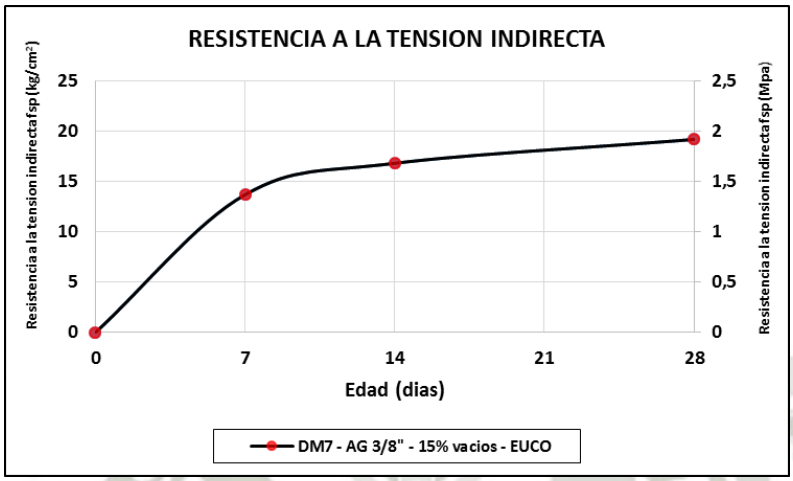


Figura 6.32 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	fsp kg/cm2	fsp Mpa
DM8	7	20%	12,13	1,21
	14	20%	14,09	1,41
	28	20%	15,81	1,58

Tabla 6-18 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la tensión indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8" a los 7, 14 y 28 días de edad

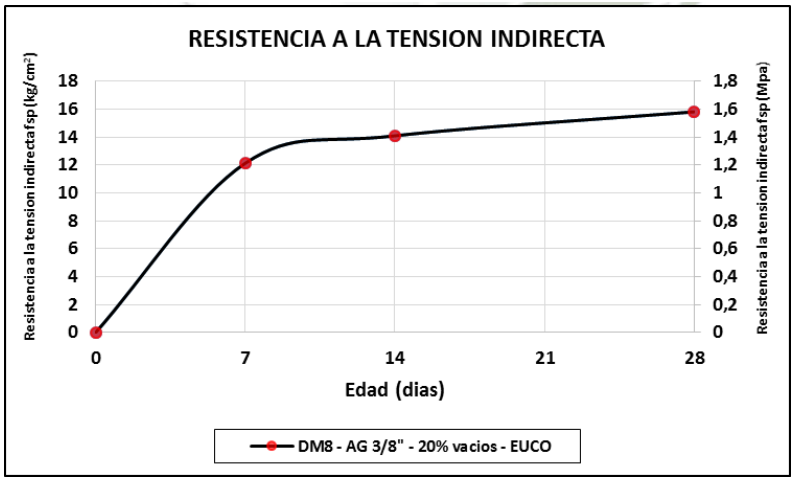


Figura 6.33 Evolución de la Resistencia a la tensión indirecta en las briquetas de CP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.2.3 COMPARACION DE RESULTADOS, RESISTENCIA A LATENSION INDIRECTA "SPLIT TEST"

Edad	% Vacios de Diseño	fsp kg/cm2							
		DM1	DM2	DM3	DM4	DM5	DM6	DM7	DM8
7	15%	13,63	11,48	13,40	10,40	14,91	12,77	13,71	12,13
14	15%	16,23	13,22	15,68	11,63	18,25	15,17	16,84	14,09
28	15%	17,69	14,51	16,74	13,19	20,28	16,06	19,21	15,81

Tabla 6-19 Resultados obtenidos de los Ensayos de Resistencia a la Tensión Indirecta de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" y 3/8"

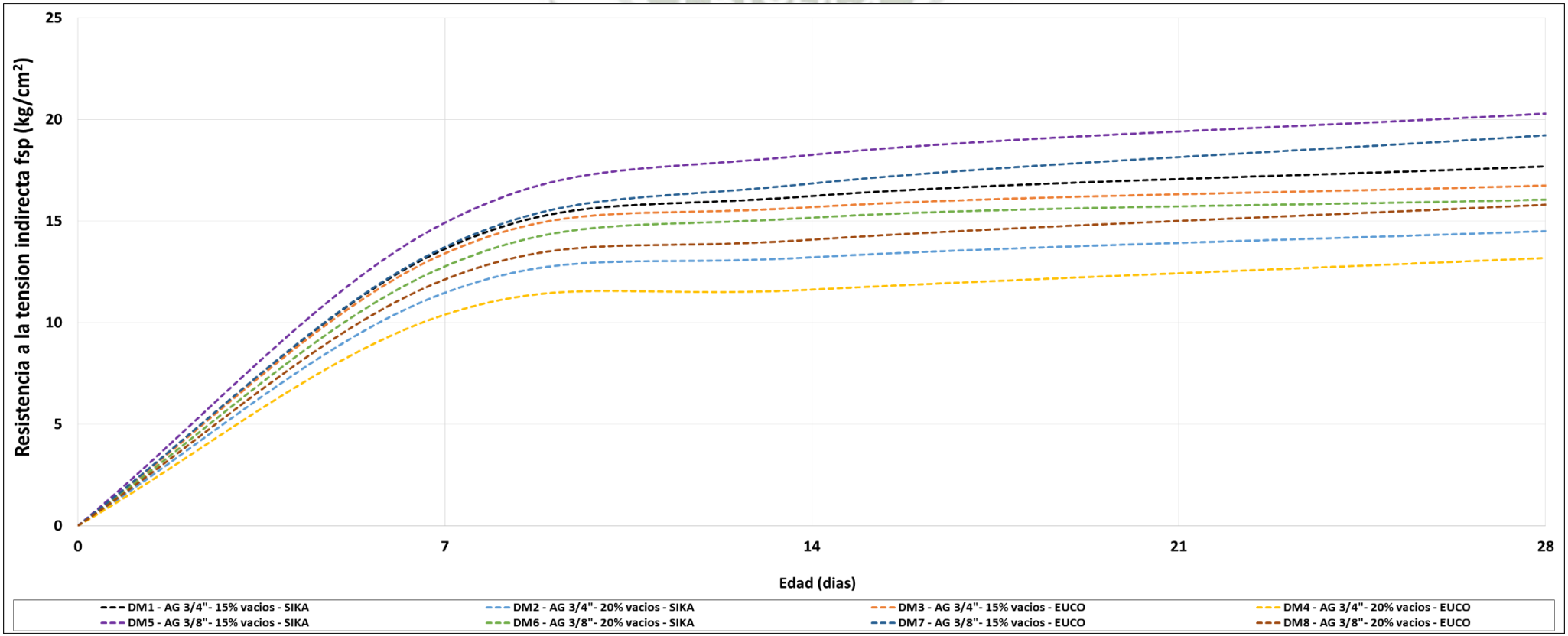


Figura 6.34 Evolución de la Resistencia a la Tensión Indirecta en las briquetas de concreto poroso (CP)

6.2.3 RESISTENCIA A LA FLEXION

6.2.3.1 RESISTENCIA A LA FLEXION, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/4”

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	MR kg/cm2	MR Mpa
DM1	7	15%	28,45	2,84
	14	15%	37,36	3,74
	28	15%	47,10	4,71

Tabla 6-20 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad

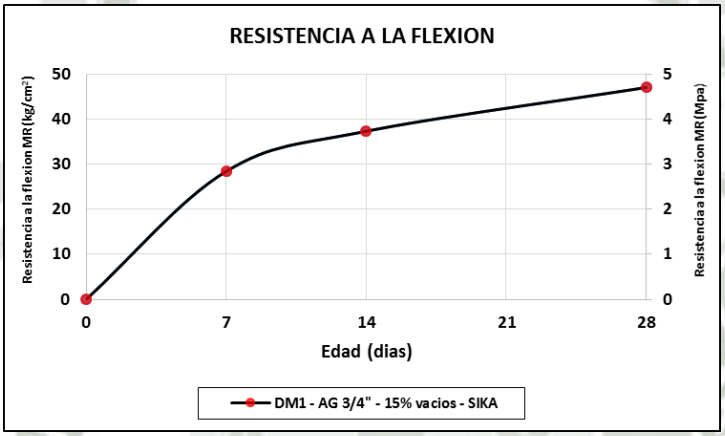


Figura 6.35 Evolución de la Resistencia a la flexión en las briquetas de CP

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	MR kg/cm2	MR Mpa
DM2	7	20%	26,23	2,62
	14	20%	31,34	3,13
	28	20%	36,70	3,67

Tabla 6-21 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 7, 14 y 28 días de edad

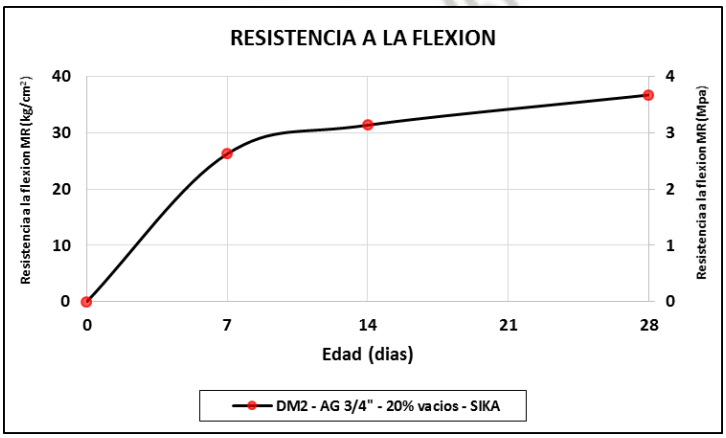


Figura 6.36 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	MR kg/cm2	MR Mpa
DM3	7	15%	27,88	2,79
	14	15%	34,38	3,44
	28	15%	44,99	4,50

Tabla 6-22 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/4" a los 7, 14 y 28 días de edad

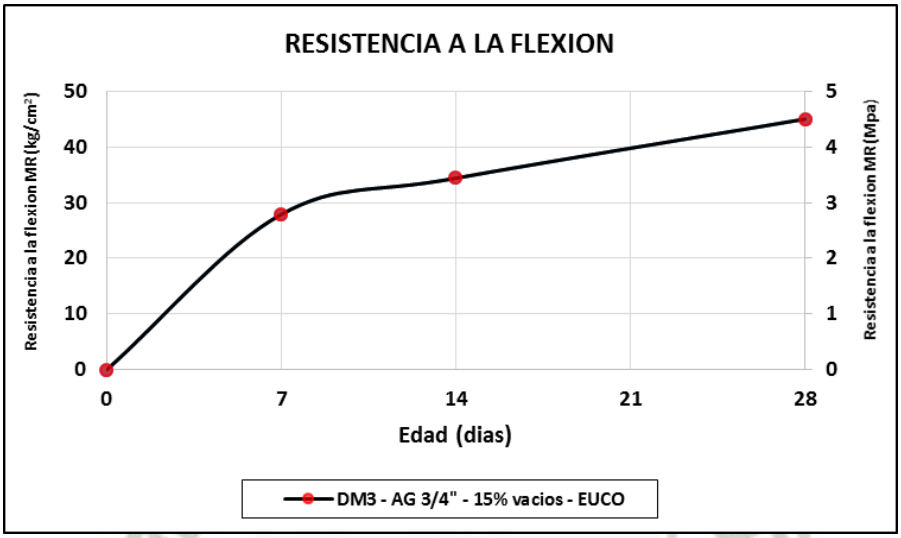


Figura 6.37 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	MR kg/cm2	MR Mpa
DM4	7	20%	25,55	2,56
	14	20%	29,92	2,99
	28	20%	33,70	3,37

Tabla 6-23 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/4" a los 7, 14 y 28 días de edad

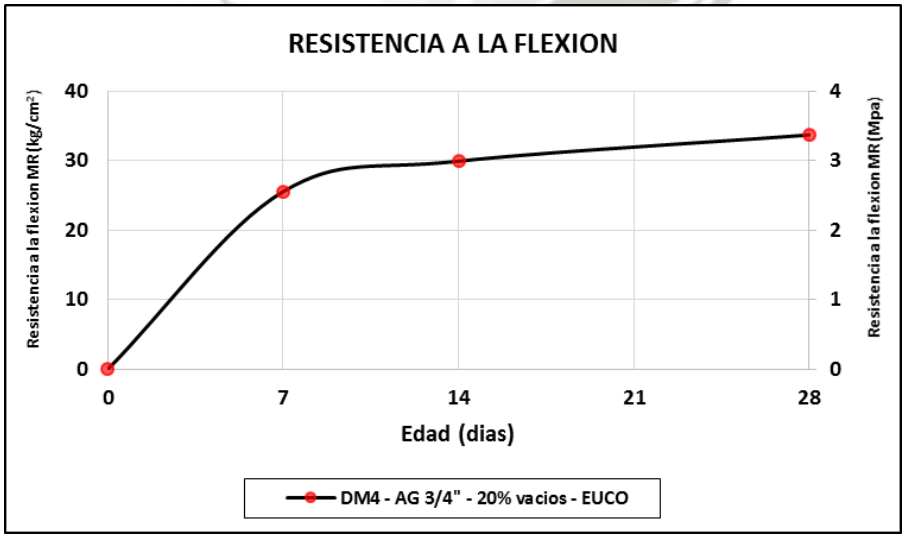


Figura 6.38 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.3.2 RESISTENCIA A LA FLEXION, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/8"

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	MR kg/cm2	MR Mpa
DM5	7	15%	32,94	3,29
	14	15%	41,10	4,11
	28	15%	50,45	5,04

Tabla 6-24 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/8" a los 7, 14 y 28 días de edad

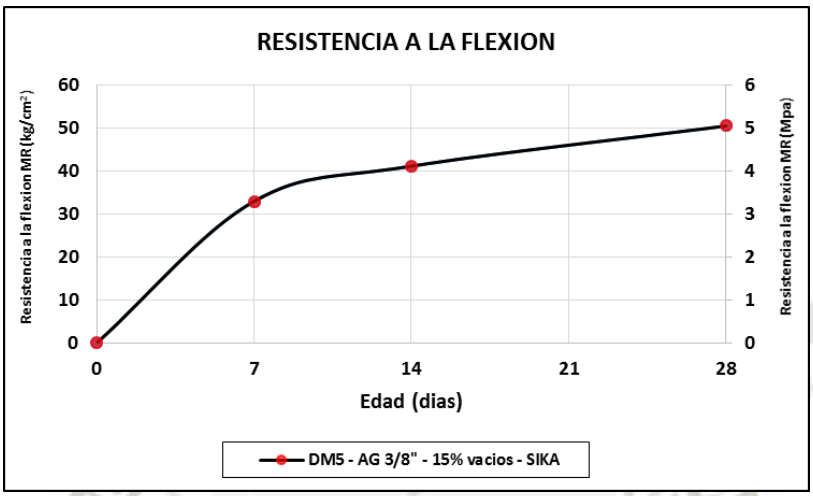


Figura 6.39 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	MR kg/cm2	MR Mpa
DM6	7	20%	27,27	2,73
	14	20%	32,63	3,26
	28	20%	41,42	4,14

Tabla 6-25 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/8" a los 7, 14 y 28 días de edad

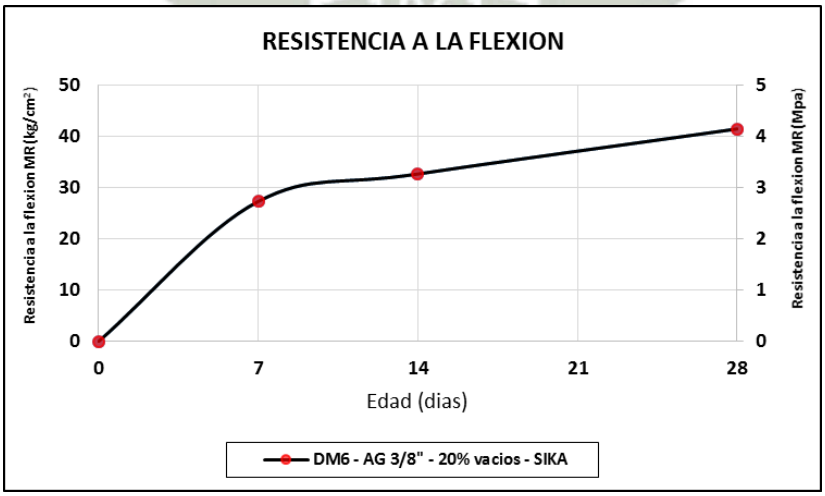


Figura 6.40 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	MR kg/cm2	MR Mpa
DM7	7	15%	30,44	3,04
	14	15%	40,10	4,01
	28	15%	48,94	4,89

Tabla 6-26 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/8" a los 7, 14 y 28 días de edad

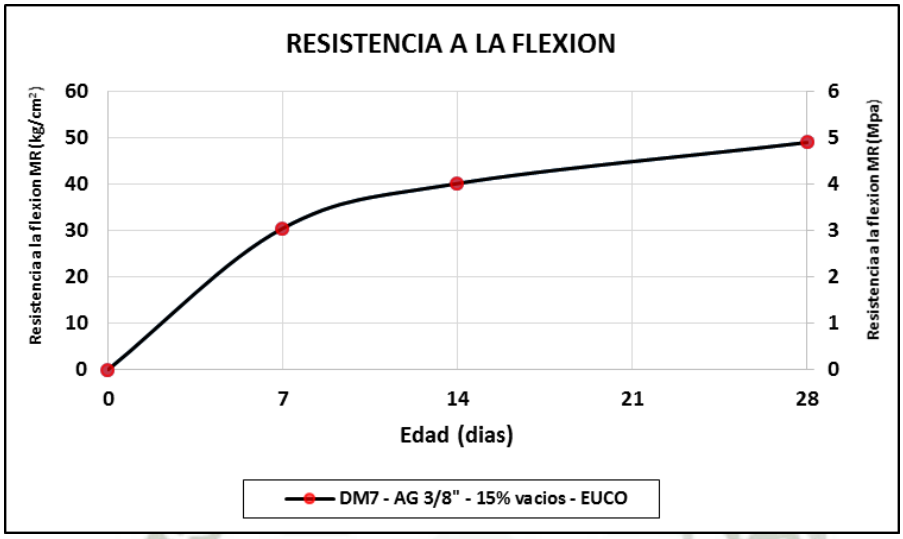


Figura 6.41 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	MR kg/cm2	MR Mpa
DM8	7	20%	26,14	2,61
	14	20%	32,03	3,20
	28	20%	39,23	3,92

Tabla 6-27 Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de las vigas elaboradas con agregado grueso de 3/8" a los 7, 14 y 28 días de edad

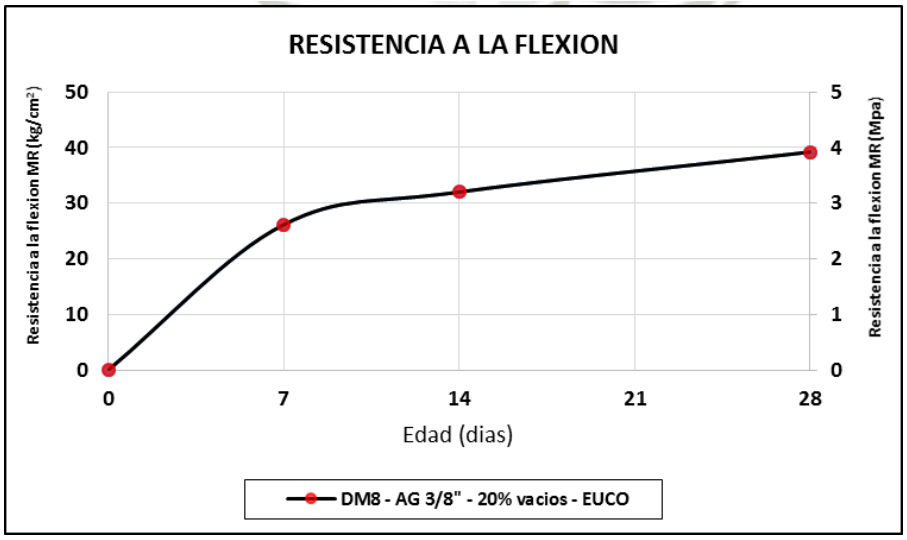


Figura 6.42 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de CP

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.3.3 COMPARACION DE RESULTADOS, RESISTENCIA A LA FLEXION

Edad	% Vacios de Diseño	MR kg/cm2							
		DM1	DM2	DM3	DM4	DM5	DM6	DM7	DM8
7	15%	28,45	26,23	27,88	25,55	32,94	27,27	30,44	26,14
14	15%	37,36	31,34	34,38	29,92	41,10	32,63	40,10	32,03
28	15%	47,10	36,70	44,99	33,70	50,45	41,42	48,94	39,23

Tabla 6-28 Resultados obtenidos de los Ensayos de Resistencia a la Flexión de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" y 3/8

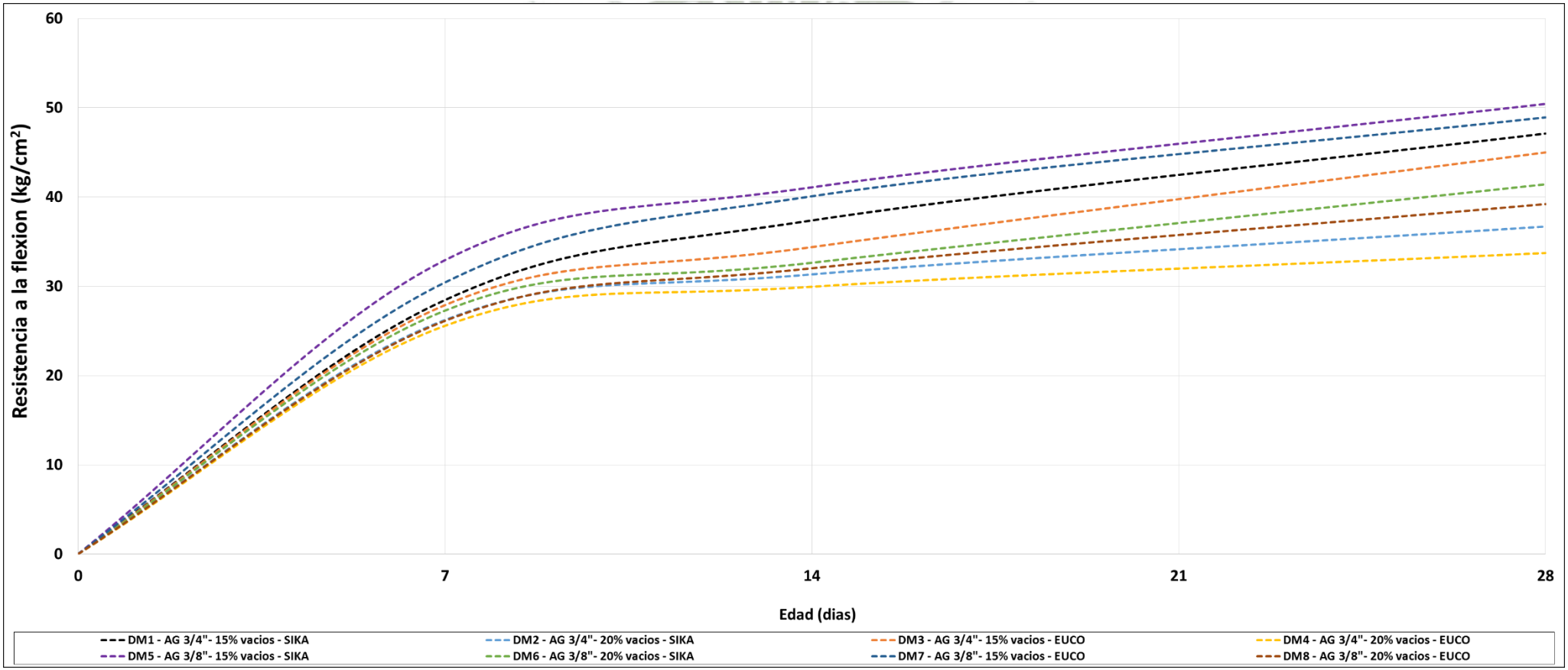


Figura 6.43 Evolución de la Resistencia a la Flexión en las briquetas de concreto poroso (CP)

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.2.4 COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO POROSO

6.2.4.1 COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/4”

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	% Vacios Final	Coeficiente de Permeabilidad k (mm/s)
DM1	28	15%	19,37%	5,46
DM2	28	20%	24,13%	12,31
DM3	28	15%	19,51%	5,86
DM4	28	20%	24,54%	12,85

Tabla 6-29 Resultados obtenidos del ensayo de permeabilidad de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4” a los 28 días de edad

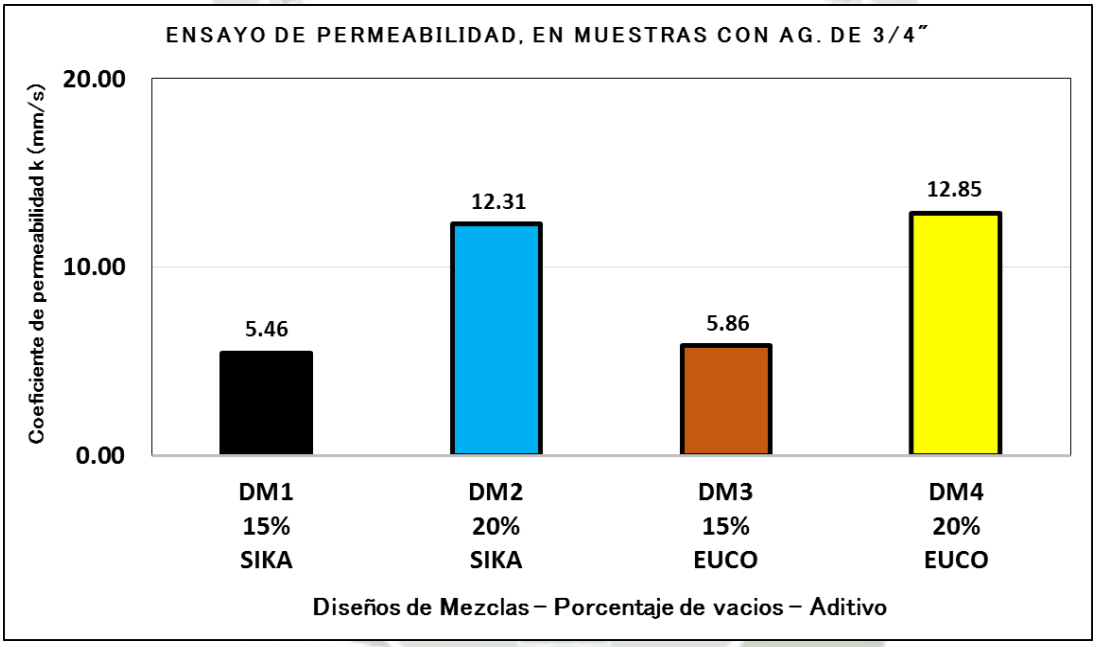


Figura 6.44 Resultados obtenidos del ensayo de permeabilidad, expresados en forma gráfica, de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4"

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.2.4.2 COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD, BRIQUETAS CON AGREGADO DE 3/8”

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	% Vacios Final	Coeficiente de Permeabilidad k (mm/s)
DM5	28	15%	15,23%	2,33
DM6	28	20%	20,37%	4,63
DM7	28	15%	16,23%	2,54
DM8	28	20%	21,48%	4,96

Tabla 6-30 Resultados obtenidos del ensayo de permeabilidad de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8” a los 28 días de elaborados

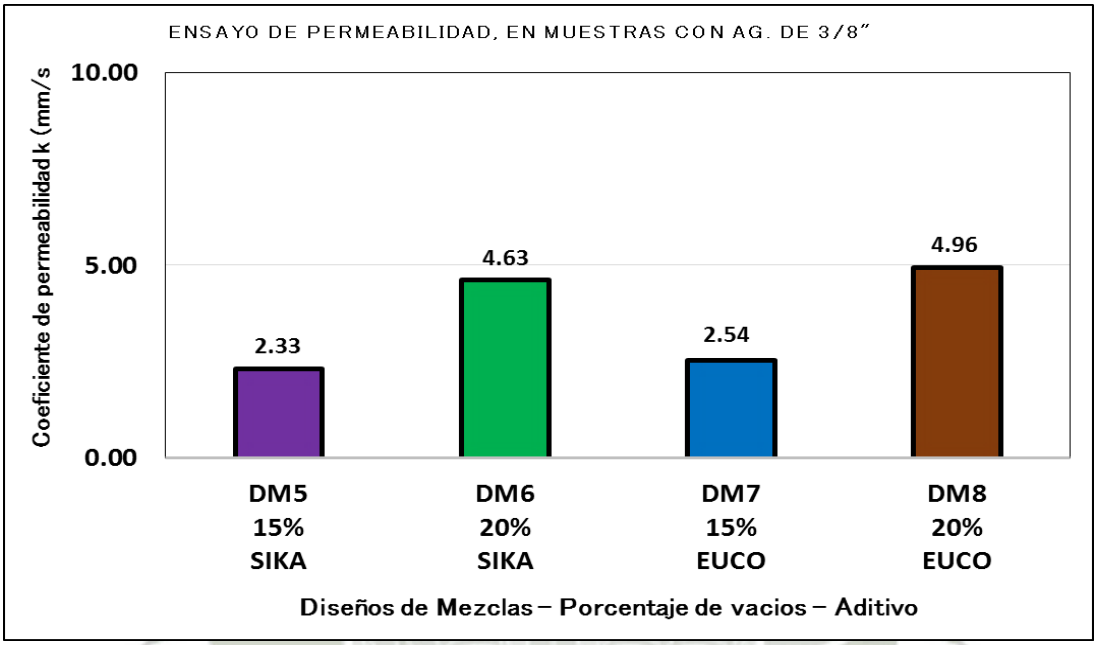


Figura 6.45 Resultados obtenidos del ensayo de permeabilidad, expresados en forma gráfica, de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/8”

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.4.3 COMPARACION DE RESULTADOS, COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

Diseño	Edad	% Vacios de Diseño	% Vacios Final	Coeficiente de Permeabilidad k (mm/s)	Edad	% Vacios de Diseño	% Vacios Final	Coeficiente de Permeabilidad k (mm/s)
DM1 - DM5	28	15%	19,37%	5,46	28	15%	15,23%	2,33
DM2 - DM6	28	20%	24,13%	12,31	28	20%	20,37%	4,63
DM3 - DM7	28	15%	19,51%	5,86	28	15%	16,23%	2,54
DM4 - DM8	28	20%	24,54%	12,85	28	20%	21,48%	4,96

Tabla 6-31 Resultados obtenidos de los Ensayos de Permeabilidad de las briquetas elaboradas con agregado grueso de 3/4" y 3/8 a los 28 días de edad

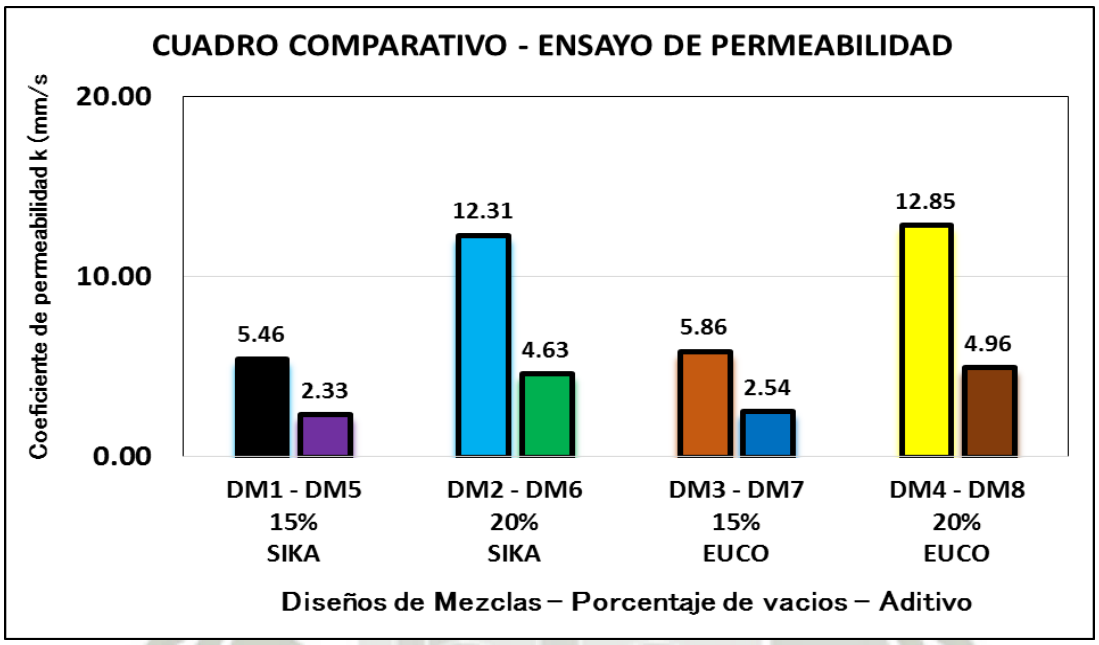


Figura 6.46 Grafica comparativa de resultados obtenidos del ensayo de permeabilidad entre las briquetas elaboradas con AG de 3/4" y briquetas elaboradas con AG de 3/8"

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.5 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 1 – AG. 3/4"

6.2.5.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/4"

6.2.5.1.1 SUPERFICIE LIMPIA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	64.36	63.96	63.56	62.76	61.15
C - 2	62.86	62.46	62.06	61.25	59.65
C - 3	59.55	59.15	58.75	57.94	56.34
C - 4	47.02	46.62	46.22	45.41	43.81
C - 5	23.46	23.06	22.66	21.85	20.25
C - 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-32 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

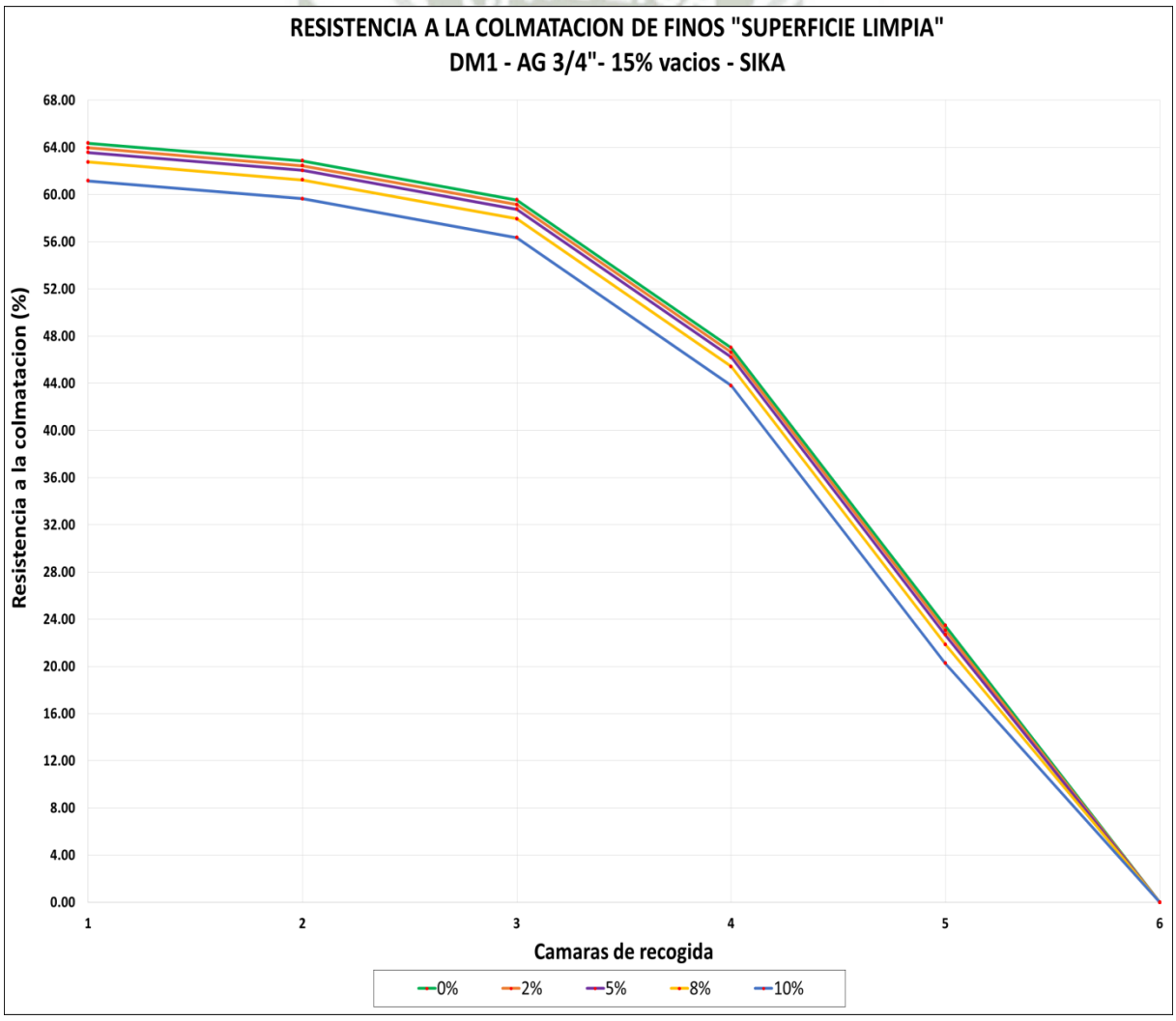


Figura 6.47 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.5.1.2 SUPERFICIE SEMI - COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	63.96	63.56	63.16	62.36	60.75
C - 2	63.36	62.96	62.56	61.75	60.15
C - 3	51.33	50.93	50.53	49.72	48.12
C - 4	39.90	39.50	39.10	38.30	36.69
C - 5	31.28	30.88	30.48	29.67	28.07
C - 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-33 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

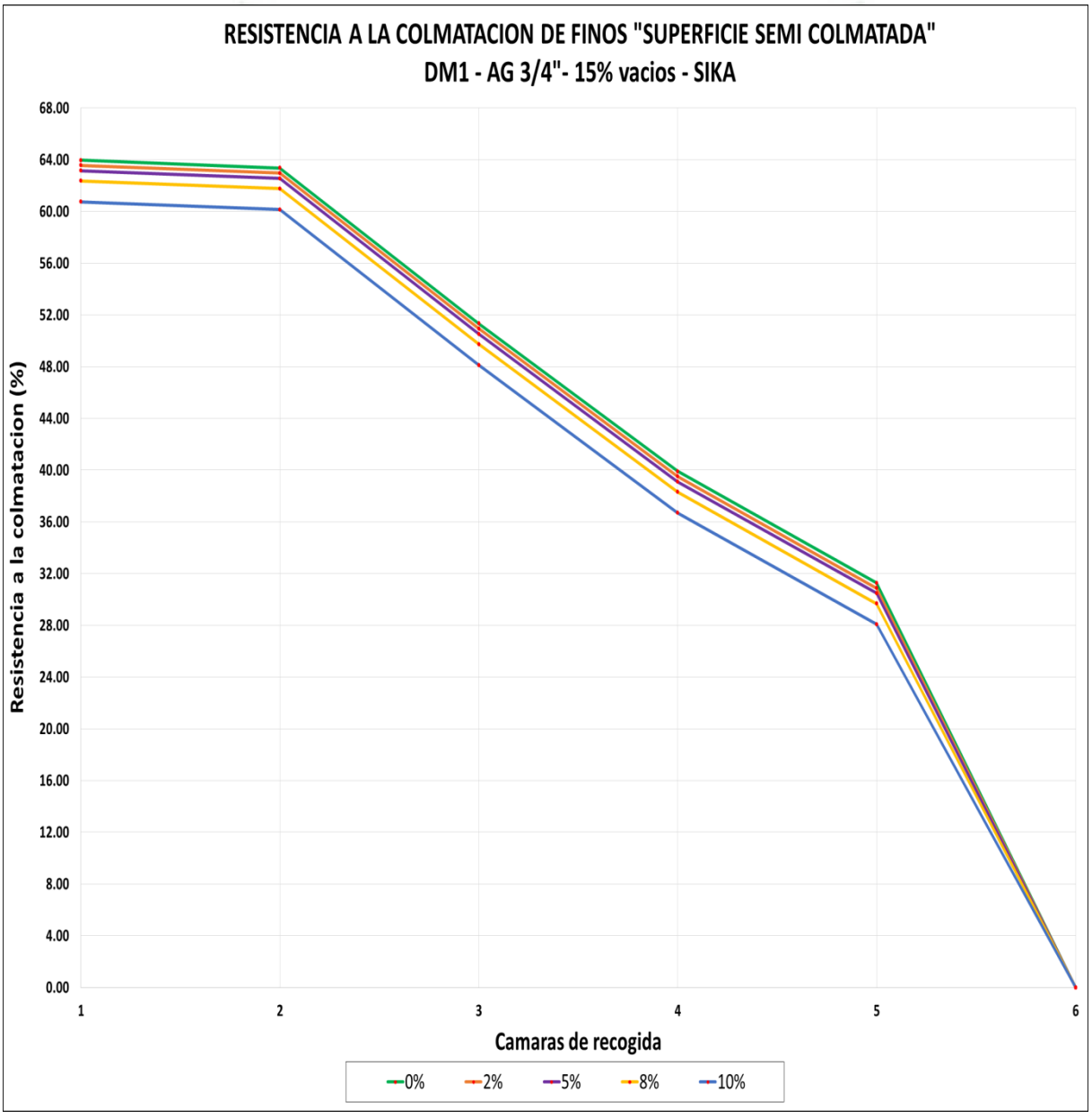


Figura 6.48 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.5.1.3 SUPERFICIE COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	51.13	50.73	50.33	49.52	47.92
C - 2	52.13	51.73	51.33	50.53	48.92
C - 3	52.43	52.03	51.63	50.83	49.22
C - 4	53.53	53.13	52.73	51.93	50.33
C - 5	53.93	53.53	53.13	52.33	50.73
C - 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-34 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

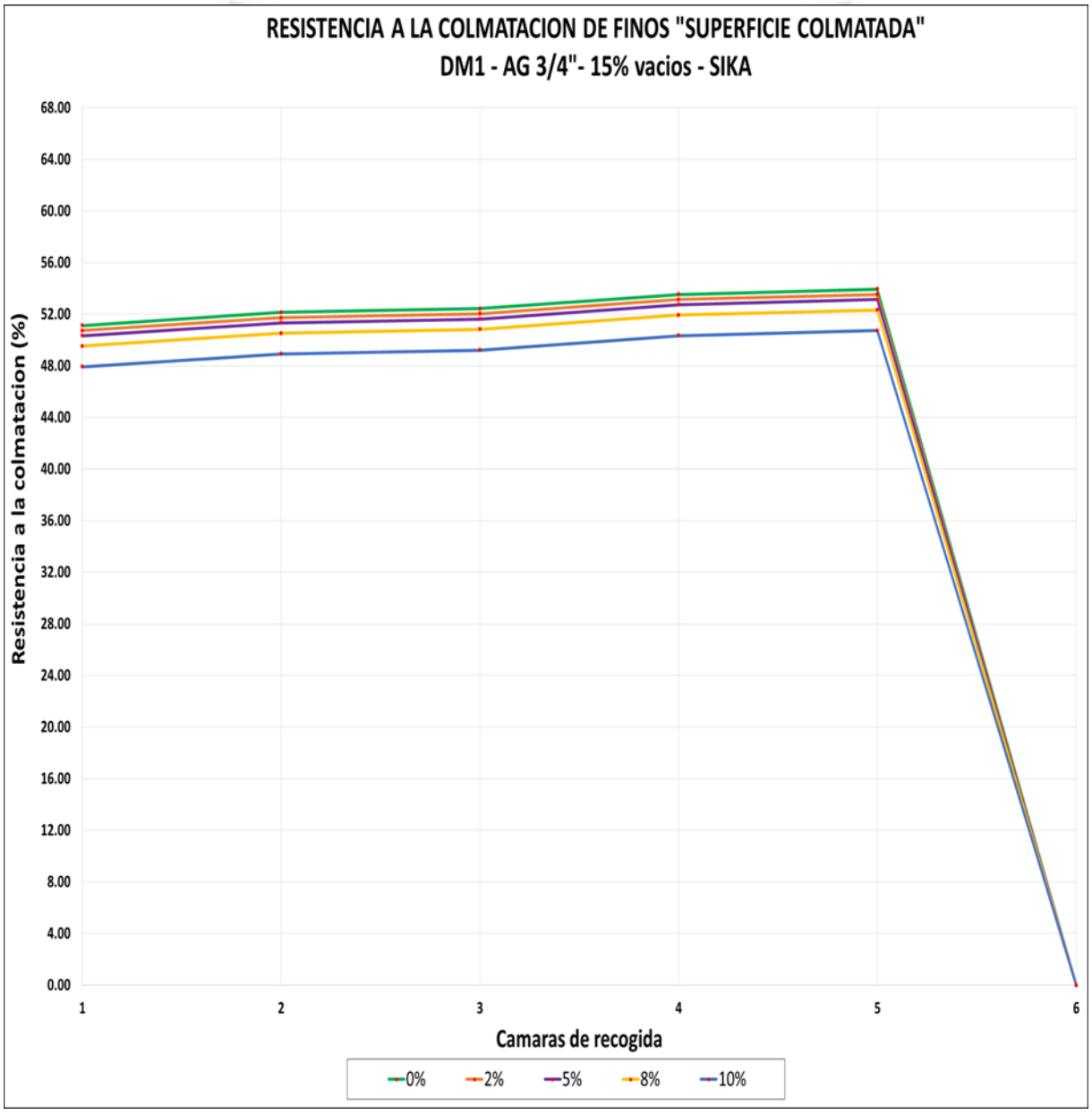


Figura 6.49 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.5.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	38.30	37.89	37.49	36.69	35.09
C - 2	39.30	38.90	38.50	37.69	36.09
C - 3	40.20	39.80	39.40	38.60	36.99
C - 4	41.10	40.70	40.30	39.50	37.89
C - 5	41.80	41.40	41.00	40.20	38.60
C - 6	68.17	67.77	67.37	66.57	64.36

Tabla 6-35 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

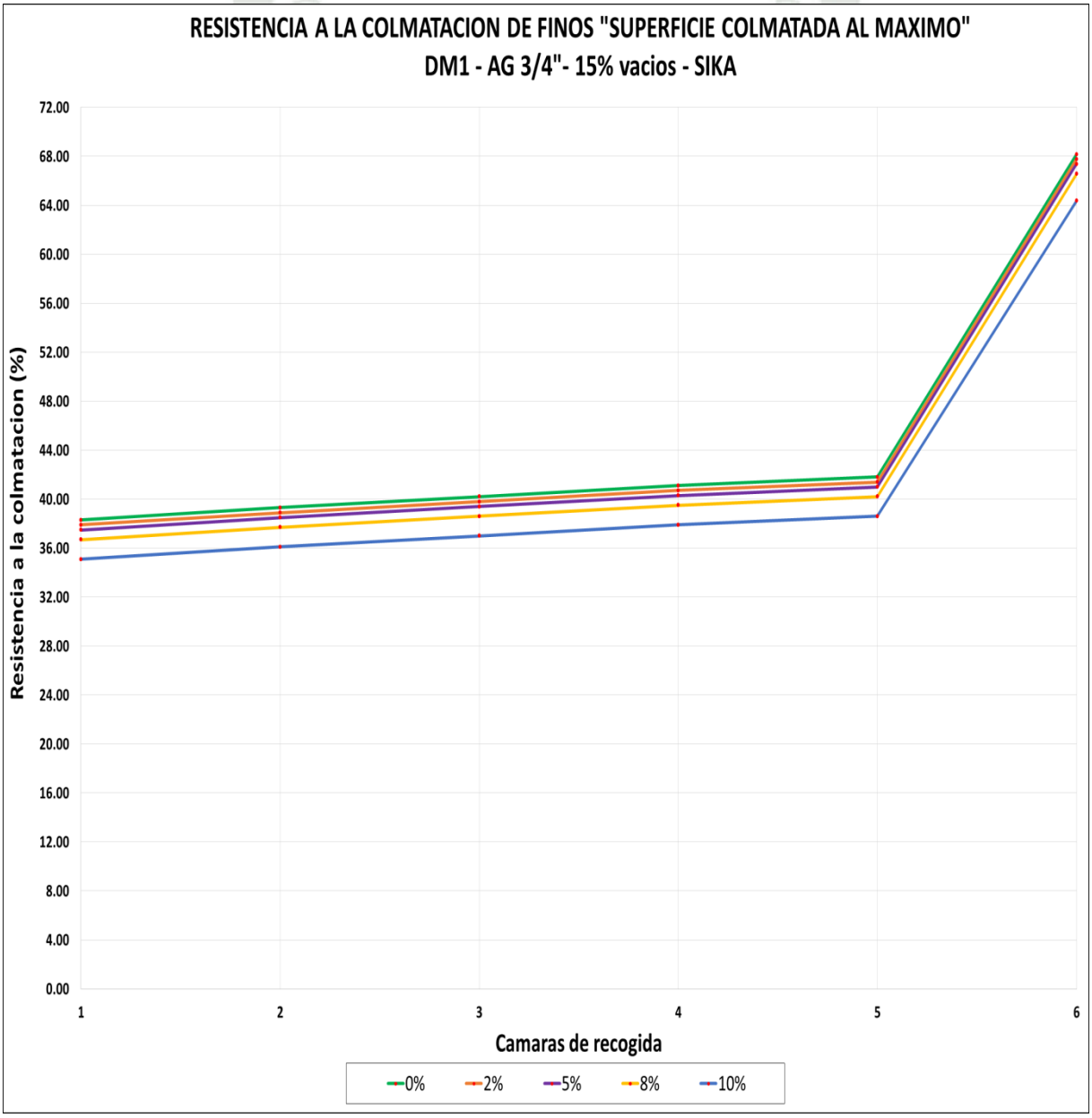


Figura 6.50 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.5.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	64.26	63.86	63.46	62.66	61.05
C - 2	61.35	60.95	60.55	59.75	58.15
C - 3	61.15	60.75	60.35	59.55	57.94
C - 4	45.01	44.61	44.21	43.41	41.80
C - 5	25.36	24.96	24.56	23.76	22.16
C - 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-36 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

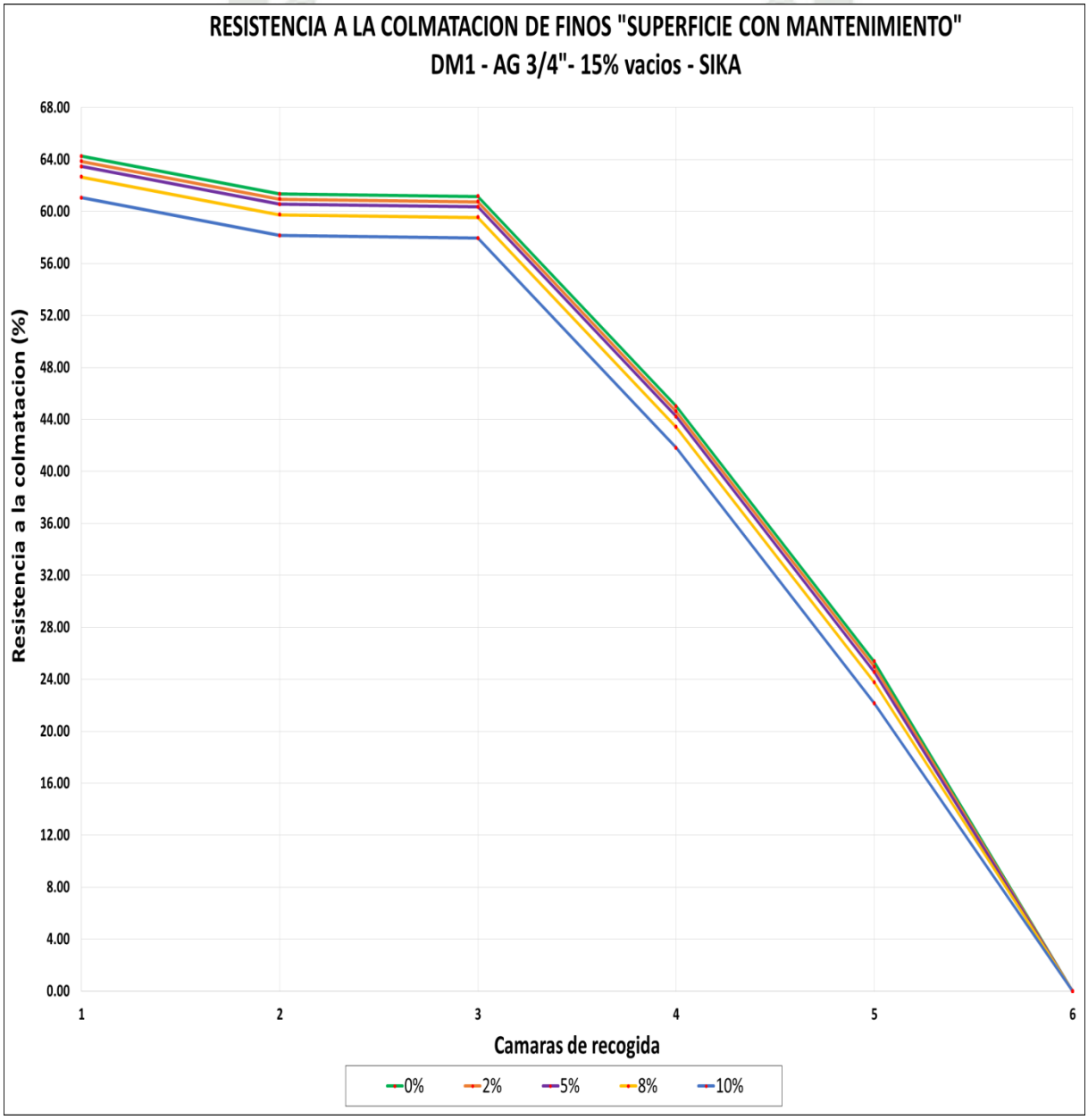


Figura 6.51 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.6 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 2 – AG. 3/4"

6.2.6.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/4"

6.2.6.1.1 SUPERFICIE LIMPIA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	66.57	66.17	65.76	64.96	63.36
C - 2	63.26	62.86	62.46	61.65	60.05
C - 3	62.16	61.75	61.35	60.55	58.95
C - 4	49.02	48.62	48.22	47.42	45.81
C - 5	26.27	25.86	25.46	24.66	23.06
C - 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-37 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

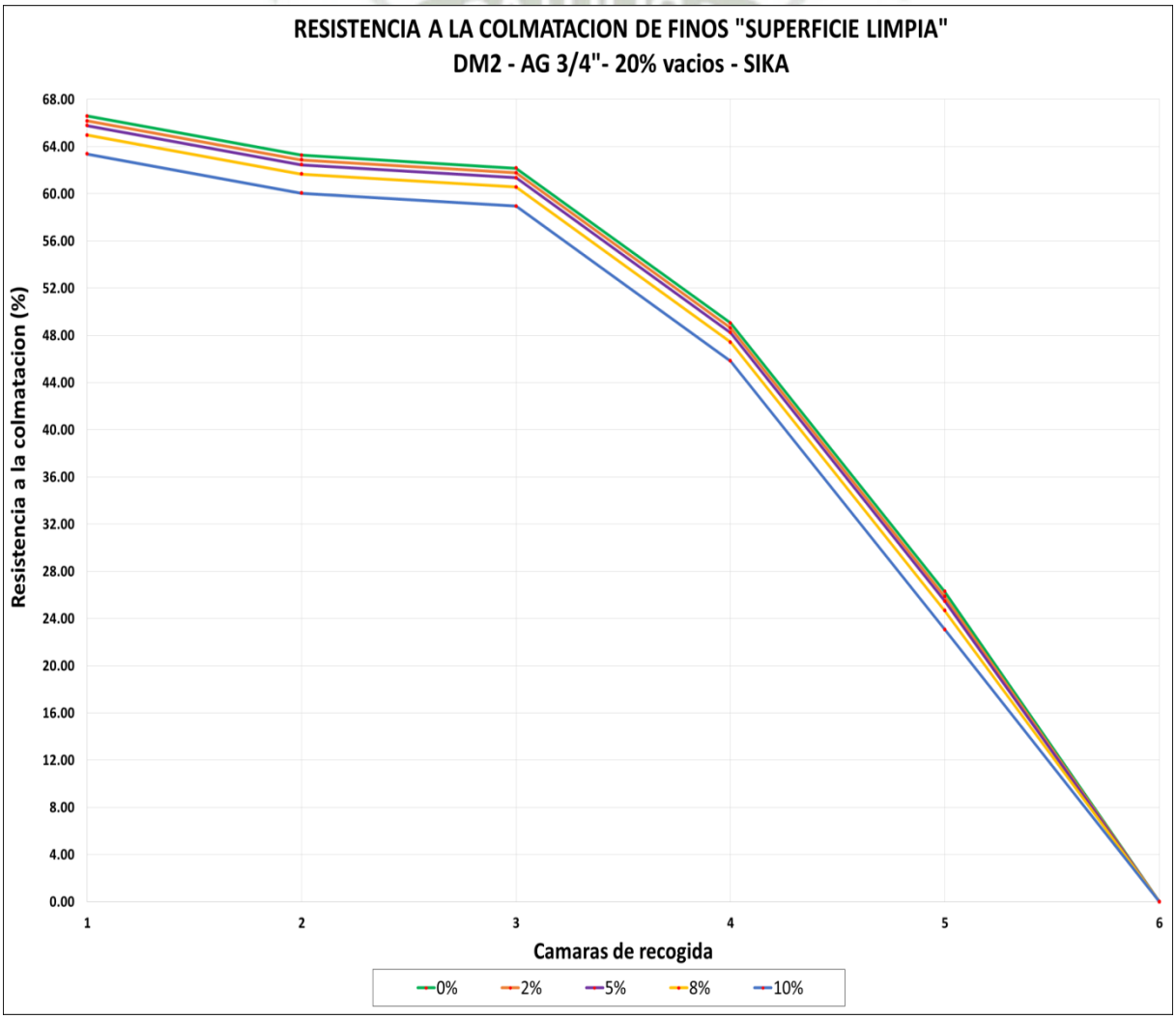


Figura 6.52 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.6.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	65.56	65.16	64.76	63.96	62.36
C - 2	64.96	64.56	64.16	63.36	61.75
C - 3	55.54	55.14	54.74	53.93	52.33
C - 4	43.81	43.41	43.01	42.21	40.60
C - 5	34.09	33.68	33.28	32.48	30.88
C - 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-38 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

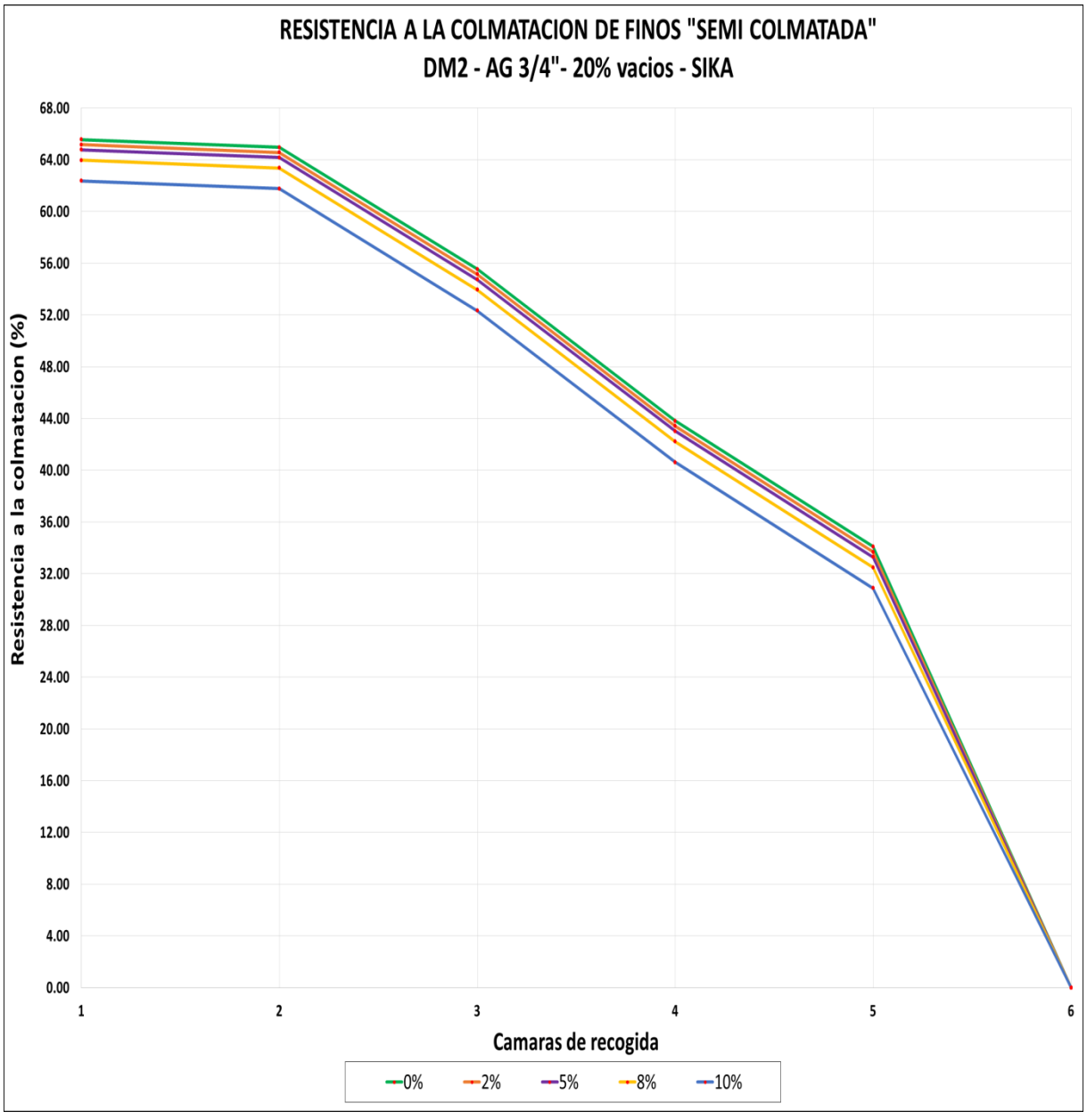


Figura 6.53 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.6.1.3 SUPERFICIE COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	52.83	52.43	52.03	51.23	49.62
C - 2	53.13	52.73	52.33	51.53	49.92
C - 3	53.13	52.73	52.33	51.53	49.92
C - 4	54.64	54.24	53.83	53.03	51.43
C - 5	55.04	54.64	54.24	53.43	51.83
C - 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-39 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

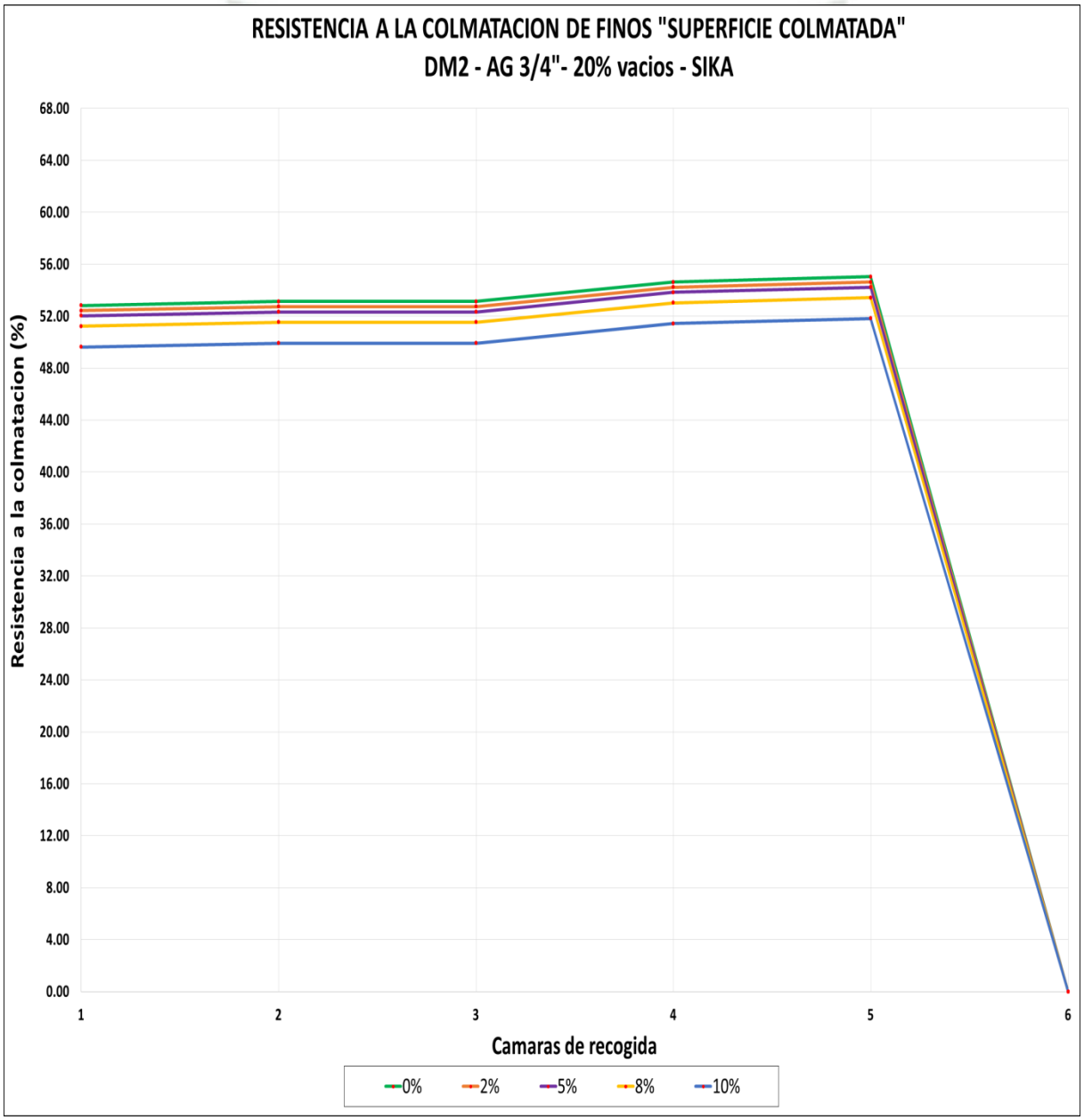


Figura 6.54 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.6.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	40.30	39.90	39.50	38.70	37.09
C - 2	41.10	40.70	40.30	39.50	37.89
C - 3	41.70	41.30	40.90	40.10	38.50
C - 4	42.41	42.01	41.60	40.80	39.20
C - 5	43.21	42.81	42.41	41.60	40.00
C - 6	70.78	70.38	69.97	69.17	67.57

Tabla 6-40 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

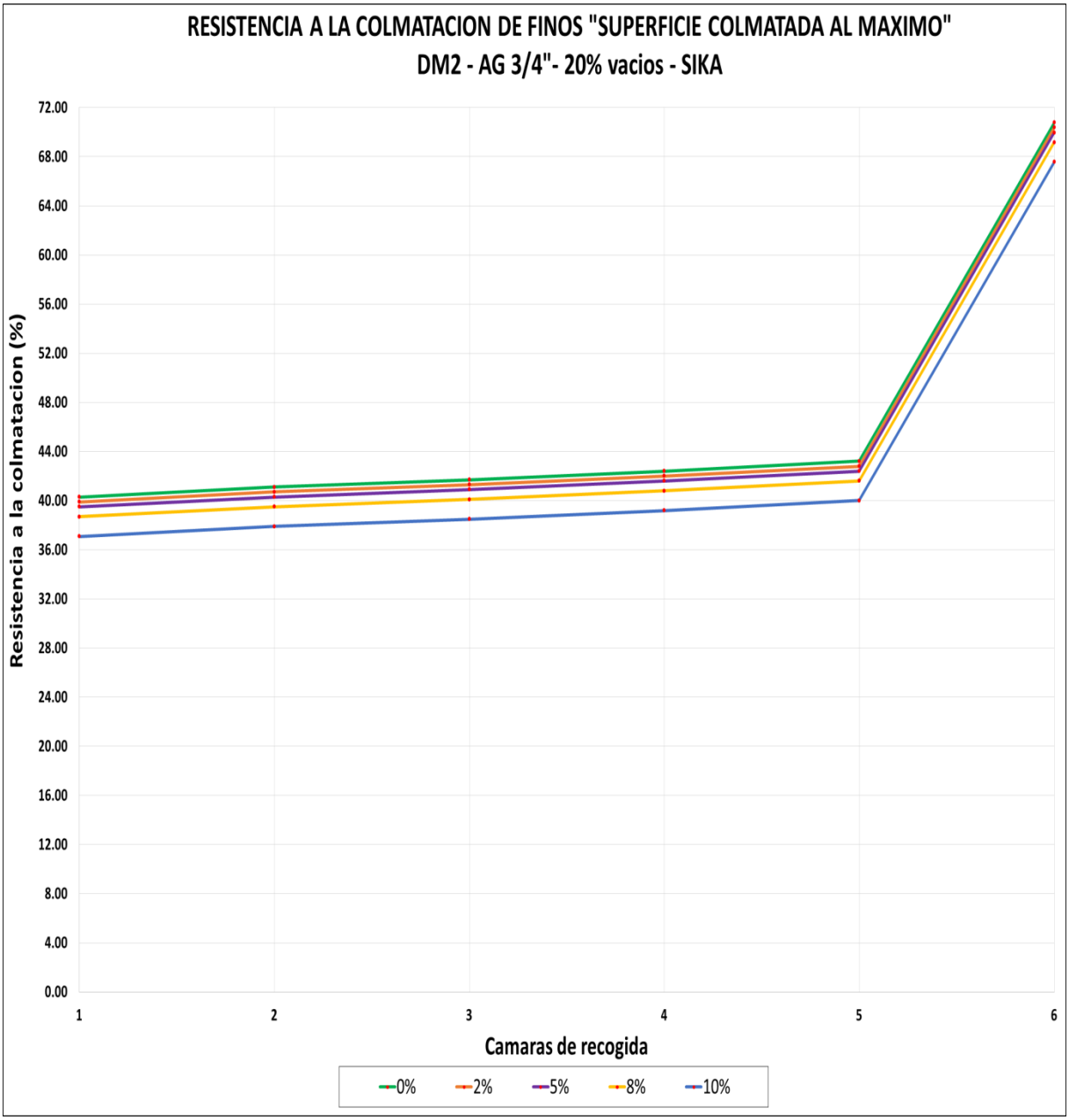


Figura 6.55 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.6.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	66.37	65.96	65.56	64.76	63.16
C - 2	64.16	63.76	63.36	62.56	60.95
C - 3	61.65	61.25	60.85	60.05	58.45
C - 4	48.62	48.22	47.82	47.02	45.41
C - 5	26.57	26.17	25.76	24.96	23.36
C - 6	C6	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-41 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

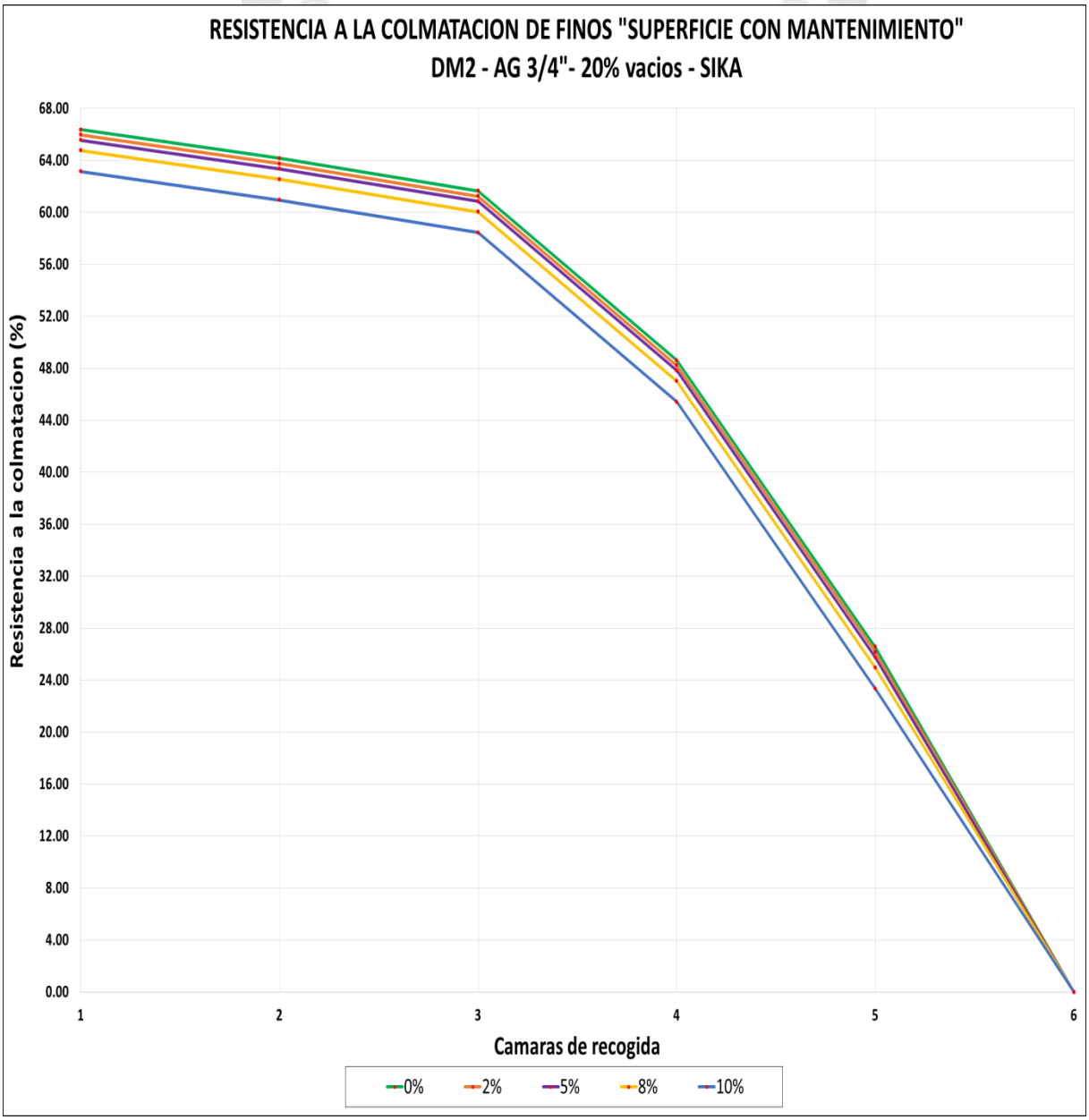


Figura 6.56 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.7 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 3 – AG. 3/4"

6.2.7.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/4"

6.2.7.1.1 SUPERFICIE LIMPIA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	64.26	63.86	63.46	62.66	61.05
C - 2	61.35	60.95	60.55	59.75	58.15
C - 3	61.15	60.75	60.35	59.55	57.94
C - 4	45.01	44.61	44.21	43.41	41.80
C - 5	25.36	24.96	24.56	23.76	22.16
C - 6	0	0	0	0	0

Tabla 6-42 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

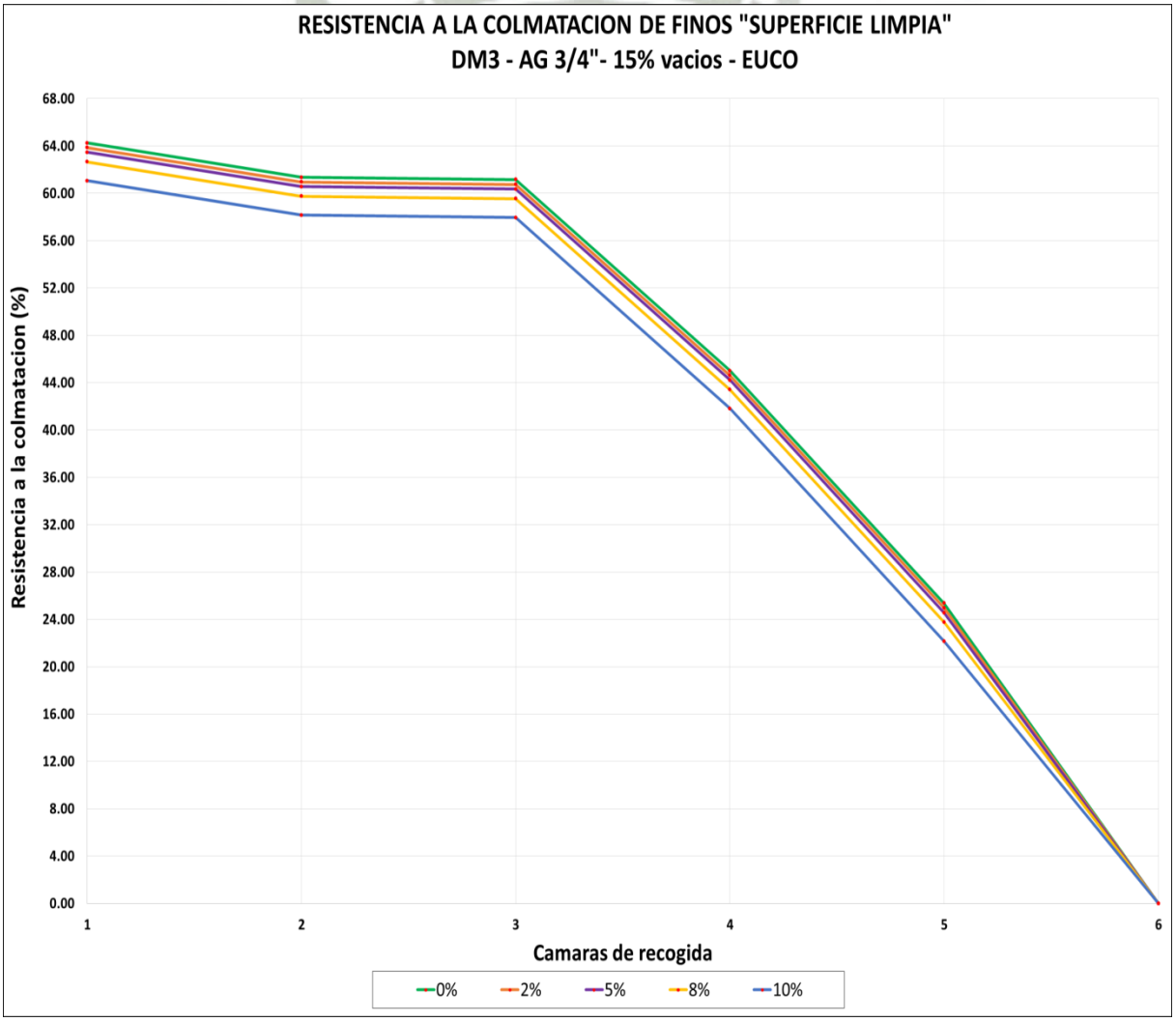


Figura 6.57 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.7.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	64.36	63.96	63.56	62.76	61.15
C - 2	63.86	63.46	63.06	62.26	60.65
C - 3	53.83	53.43	53.03	52.23	50.63
C - 4	41.30	40.90	40.50	39.70	38.10
C - 5	32.88	32.48	32.08	31.28	29.67
C - 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-43 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

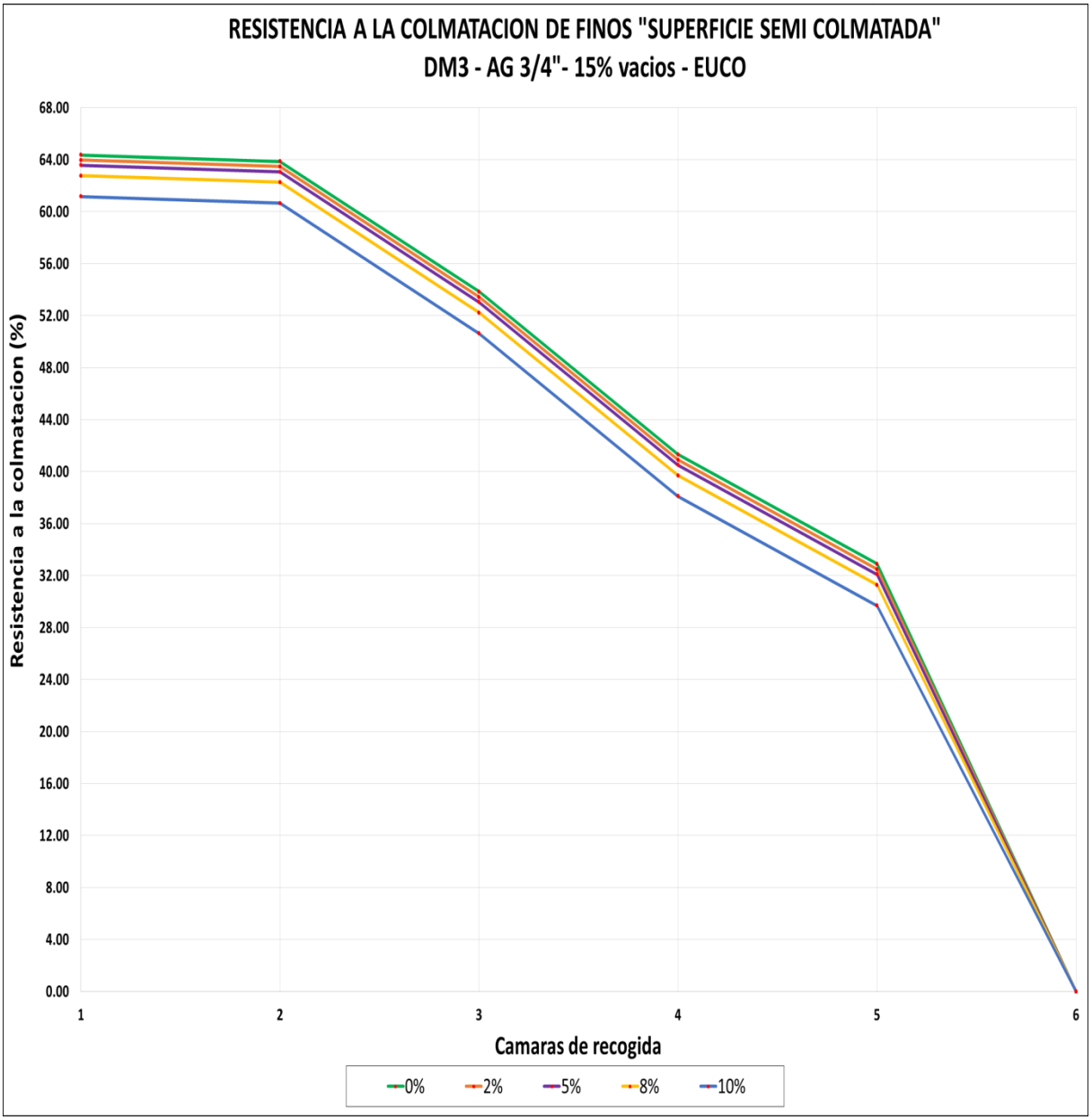


Figura 6.58 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.7.1.3 SUPERFICIE COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	51.73	51.33	50.93	50.13	48.52
C - 2	52.43	52.03	51.63	50.83	49.22
C - 3	52.63	52.23	51.83	51.03	49.42
C - 4	53.93	53.53	53.13	52.33	50.73
C - 5	54.34	53.93	53.53	52.73	51.13
C - 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-44 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

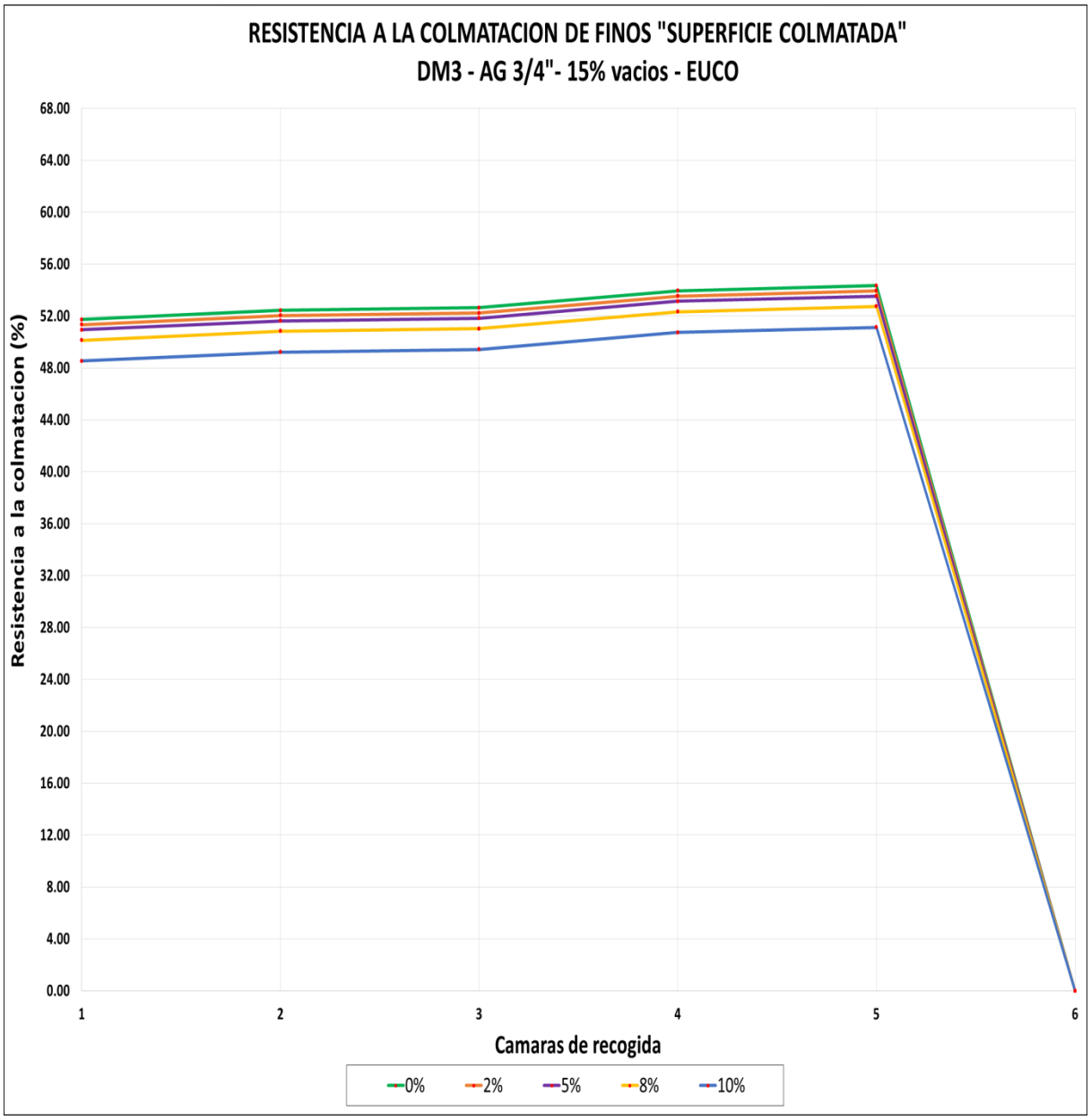


Figura 6.59 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.7.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	38.60	38.20	37.79	36.99	35.39
C - 2	39.60	39.20	38.80	37.99	36.39
C - 3	40.50	40.10	39.70	38.90	37.29
C - 4	41.50	41.10	40.70	39.90	38.30
C - 5	42.21	41.80	41.40	40.60	39.00
C - 6	68.77	68.37	67.97	67.17	65.56

Tabla 6-45 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

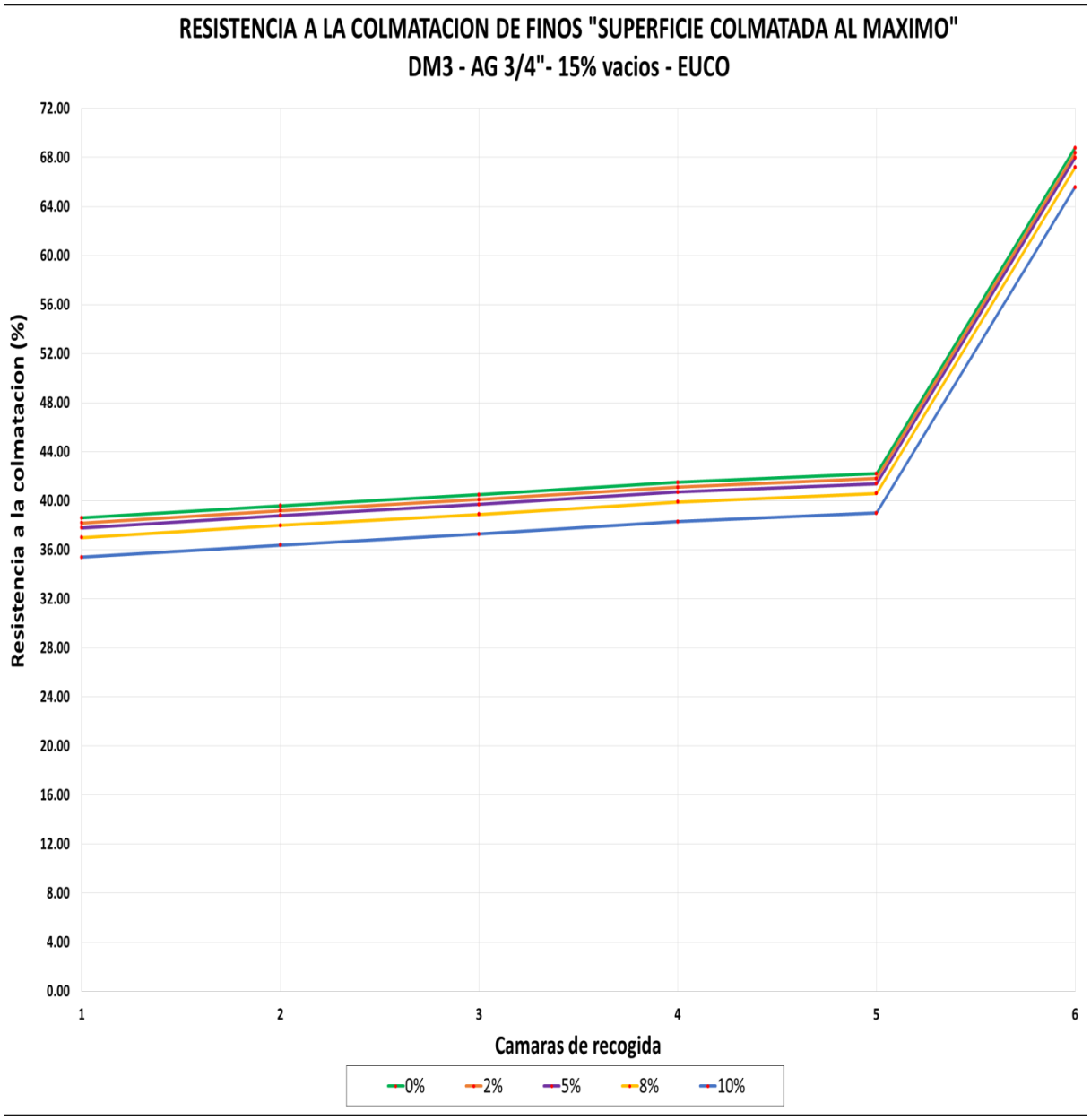


Figura 6.60 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.7.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	64.46	64.06	63.66	62.86	61.25
C - 2	61.65	61.25	60.85	60.05	58.45
C - 3	61.45	61.05	60.65	59.85	58.25
C - 4	45.51	45.11	44.71	43.91	42.31
C - 5	25.76	25.36	24.96	24.16	22.56
C - 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-46 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

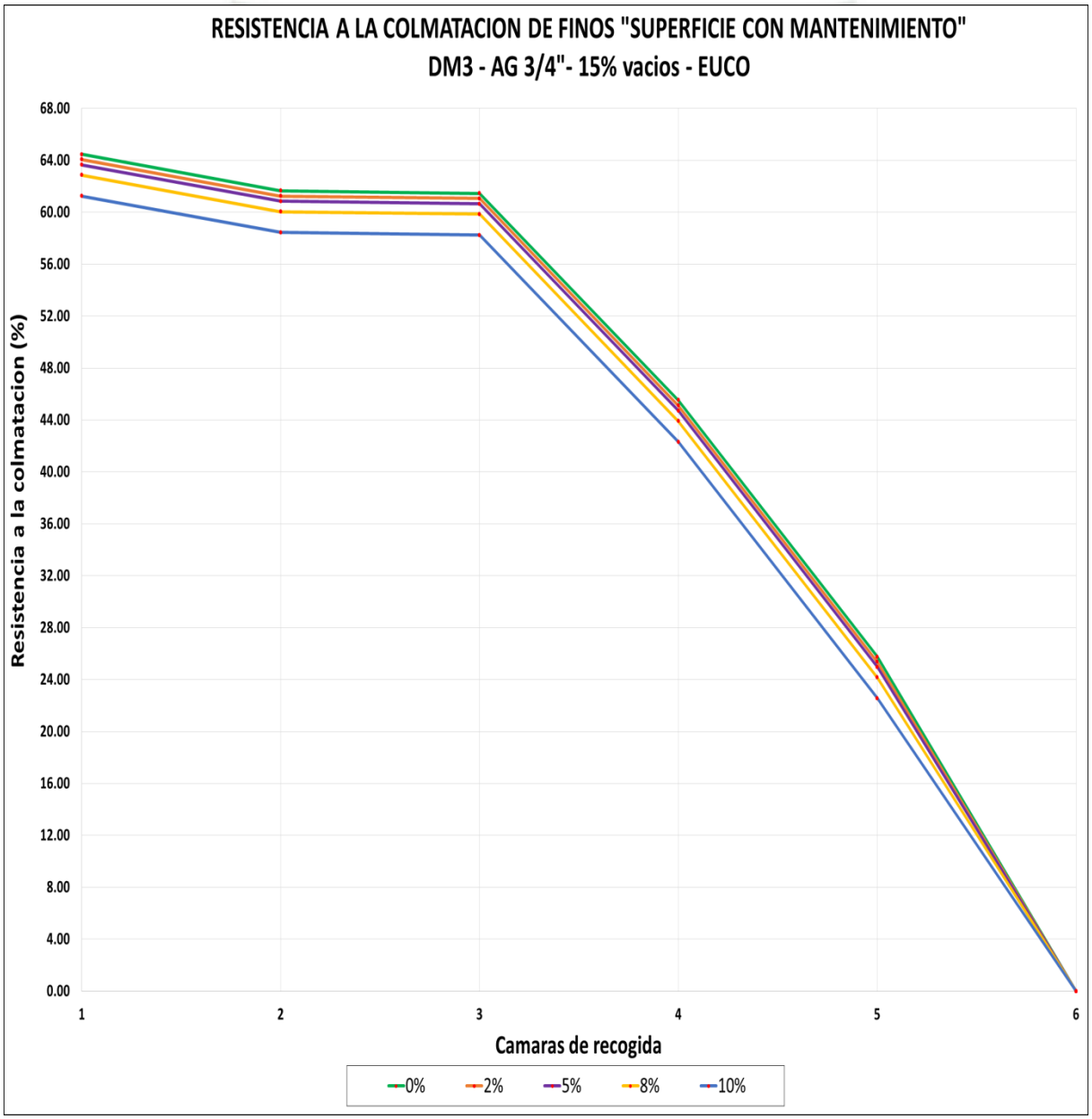


Figura 6.61 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.8 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 4 – AG. 3/4"

6.2.8.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/4"

6.2.8.1.1 SUPERFICIE LIMPIA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	64.26	63.86	63.46	62.66	61.05
C - 2	61.35	60.95	60.55	59.75	58.15
C - 3	61.15	60.75	60.35	59.55	57.94
C - 4	45.01	44.61	44.21	43.41	41.80
C - 5	25.36	24.96	24.56	23.76	22.16
C - 6	0	0	0	0	0

Tabla 6-47 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

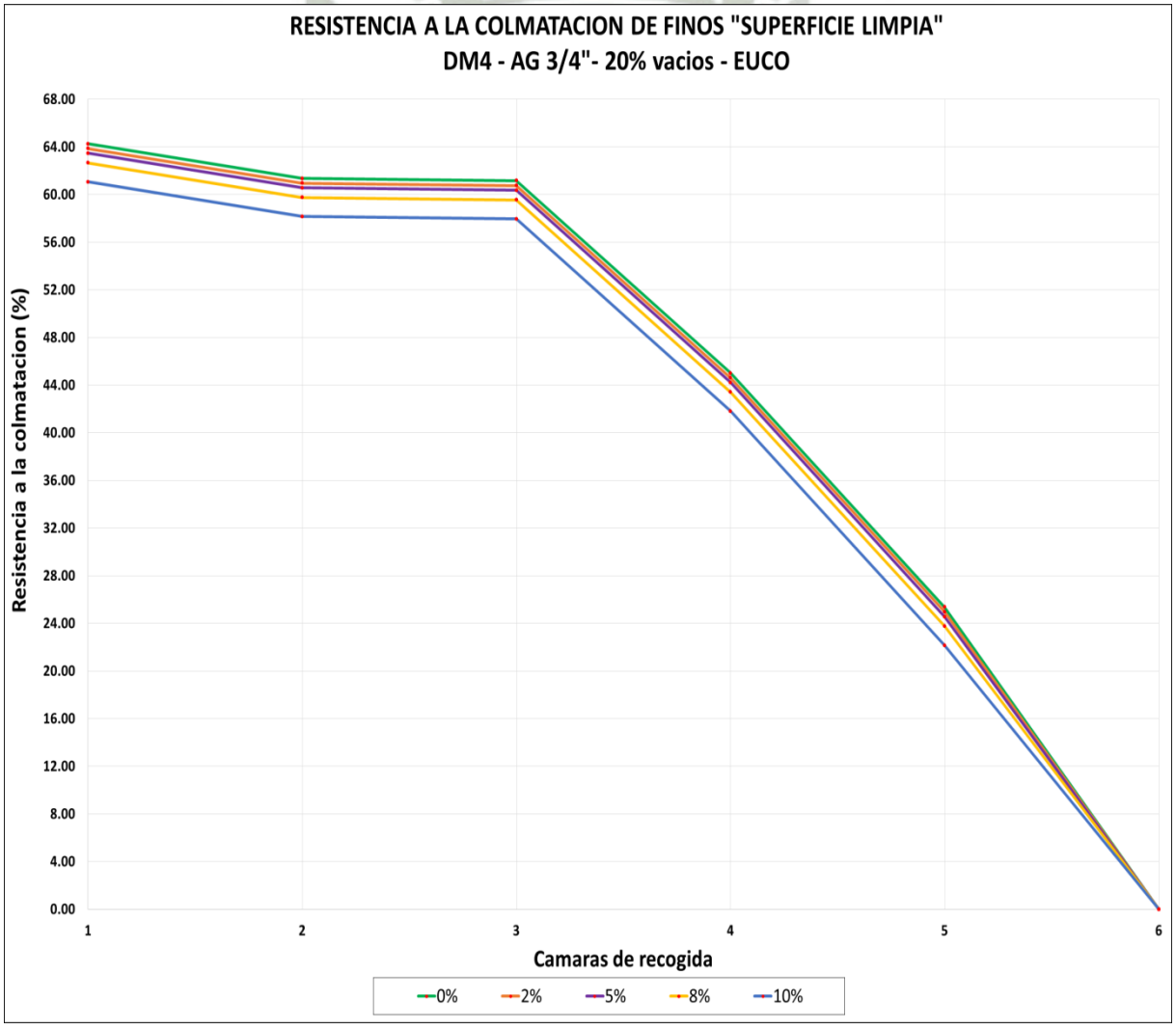


Figura 6.62 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.8.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	66.17	65.76	65.36	64.56	62.96
C - 2	65.96	65.56	65.16	64.36	62.76
C - 3	56.39	55.99	55.59	54.79	53.18
C - 4	44.91	44.51	44.11	43.31	41.70
C - 5	35.09	34.69	34.29	33.48	31.88
C - 6	0	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-48 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

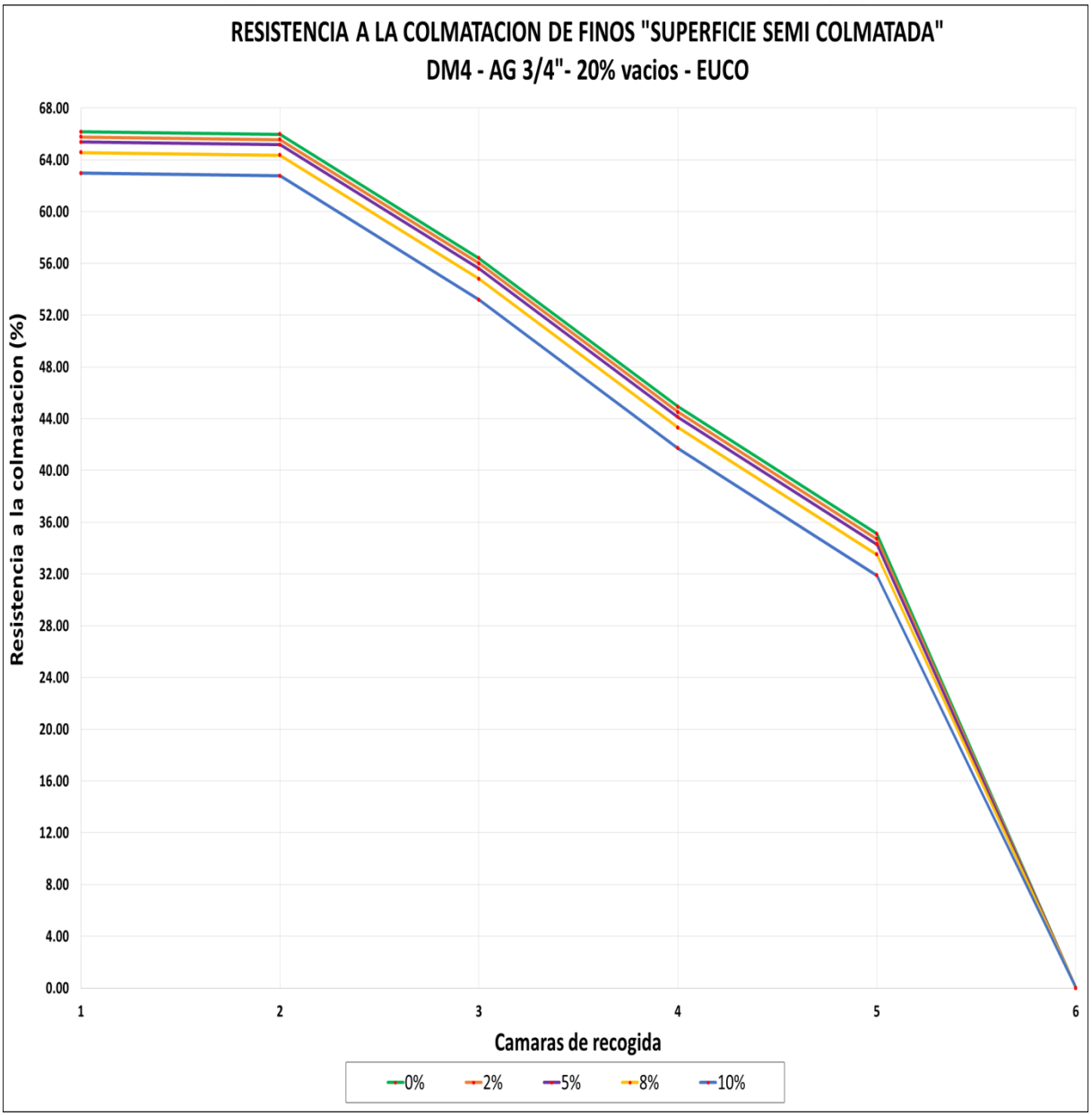


Figura 6.63 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.8.1.3 SUPERFICIE COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	52.93	52.53	52.13	51.33	49.72
C - 2	53.33	52.93	52.53	51.73	50.13
C - 3	53.53	53.13	52.73	51.93	50.33
C - 4	54.84	54.44	54.04	53.23	51.63
C - 5	55.54	55.14	54.74	53.93	52.33
C - 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-49 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

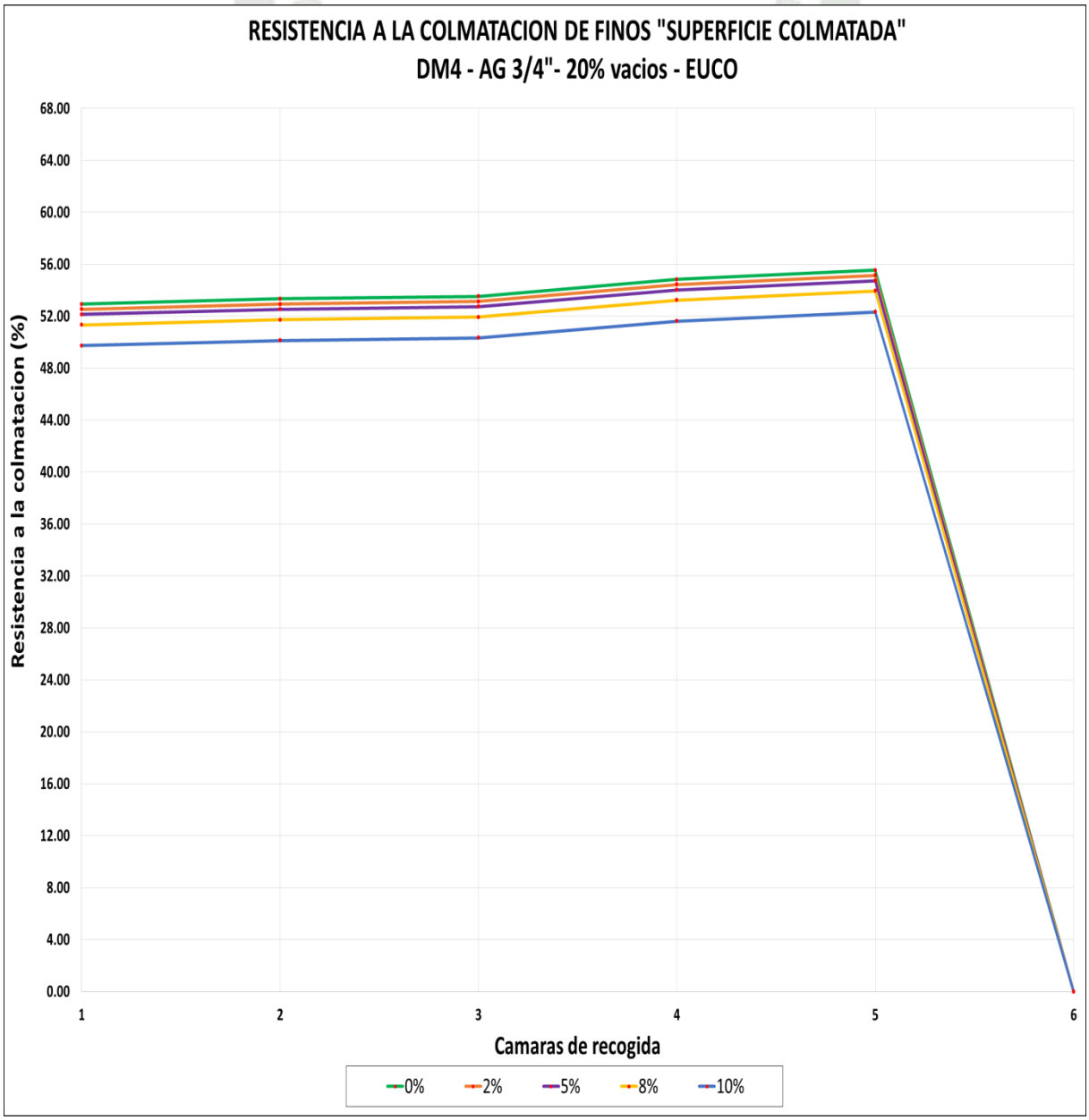


Figura 6.64 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.8.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	41.10	40.70	40.30	39.50	37.89
C - 2	41.60	41.20	40.80	40.00	38.40
C - 3	41.90	41.50	41.10	40.30	38.70
C - 4	42.91	42.51	42.11	41.30	39.70
C - 5	43.51	43.11	42.71	41.90	40.30
C - 6	71.38	70.98	70.58	69.77	68.17

Tabla 6-50 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

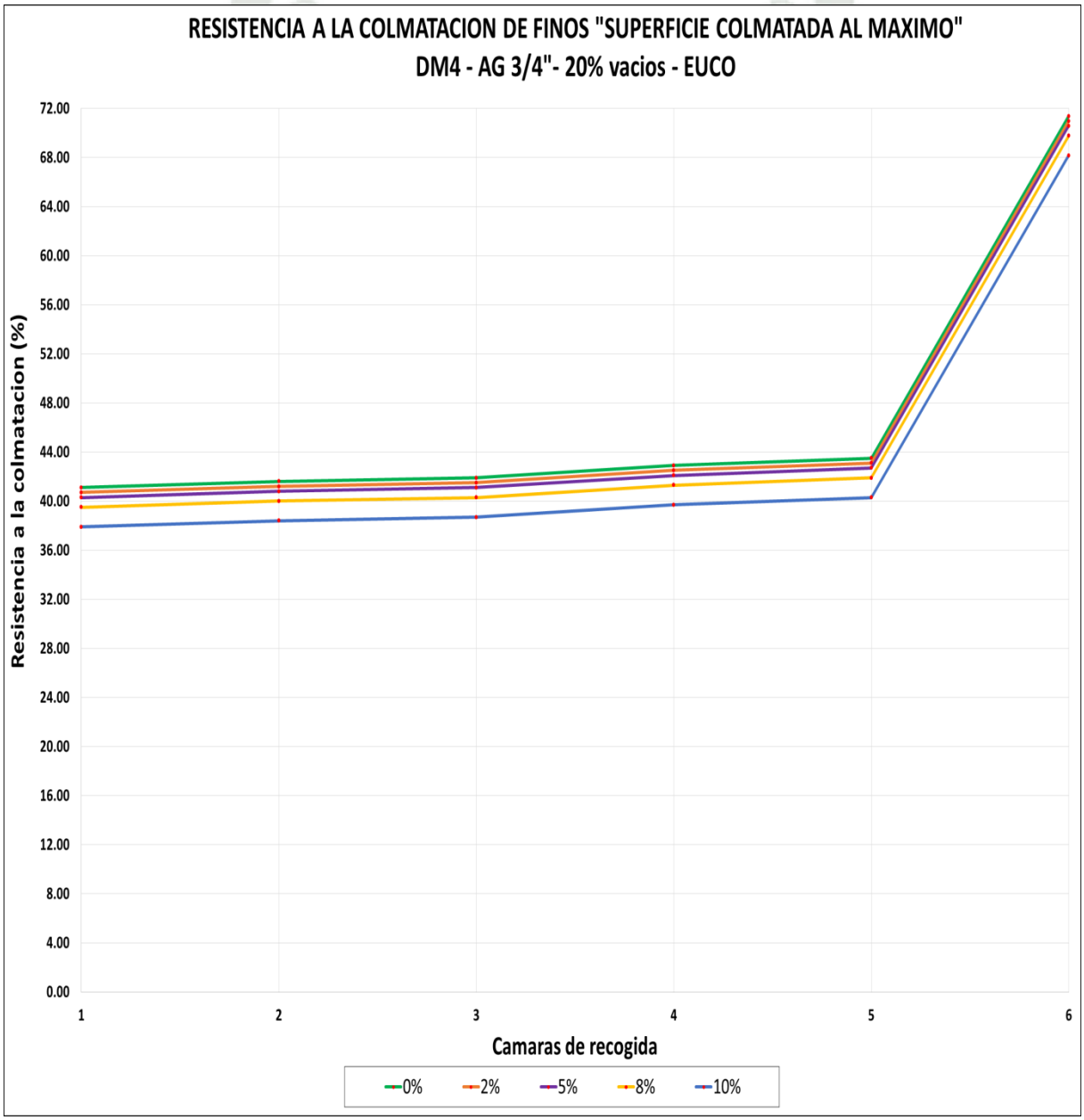


Figura 6.65 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.8.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	66.67	66.27	65.86	65.06	63.46
C - 2	64.76	64.36	63.96	63.16	61.55
C - 3	62.16	61.75	61.35	60.55	58.95
C - 4	49.02	48.62	48.22	47.42	45.81
C - 5	27.37	26.97	26.57	25.76	24.16
C - 6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 6-51 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/4" a los 28 días de edad

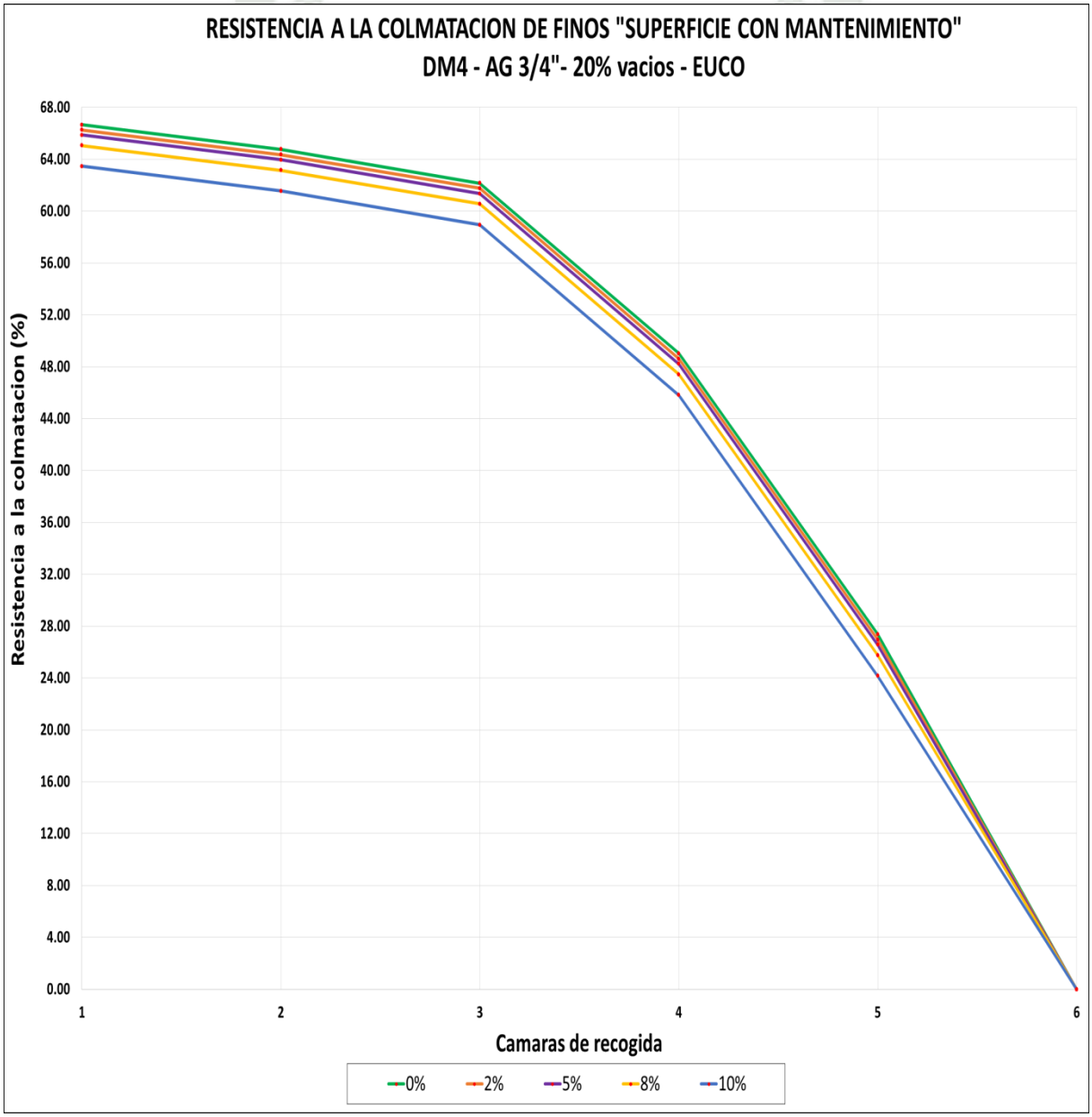


Figura 6.66 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.9 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 5 – AG. 3/8"

6.2.9.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/8"

6.2.9.1.1 SUPERFICIE LIMPIA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	63,16	62,76	62,36	61,55	59,95
C - 2	61,55	61,15	60,75	59,95	58,35
C - 3	58,15	57,74	57,34	56,54	54,94
C - 4	44,91	44,51	44,11	43,31	41,70
C - 5	22,36	21,95	21,55	20,75	19,15
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-52 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

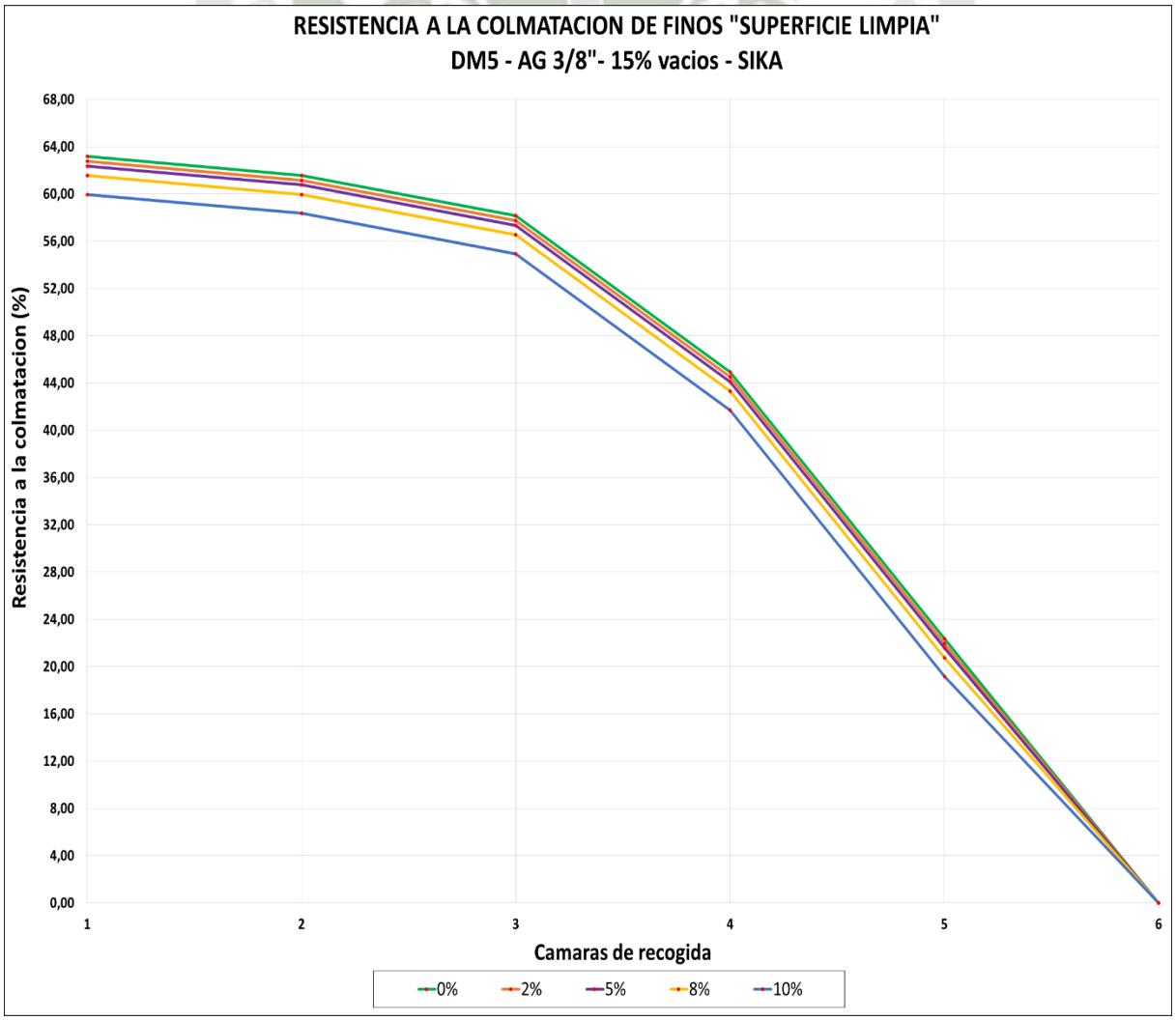


Figura 6.67 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.9.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	63,06	62,66	62,26	61,45	59,85
C - 2	62,26	61,85	61,45	60,65	59,05
C - 3	48,82	48,42	48,02	47,22	45,61
C - 4	34,19	33,78	33,38	32,58	30,98
C - 5	28,67	28,27	27,87	27,07	25,46
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-53 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

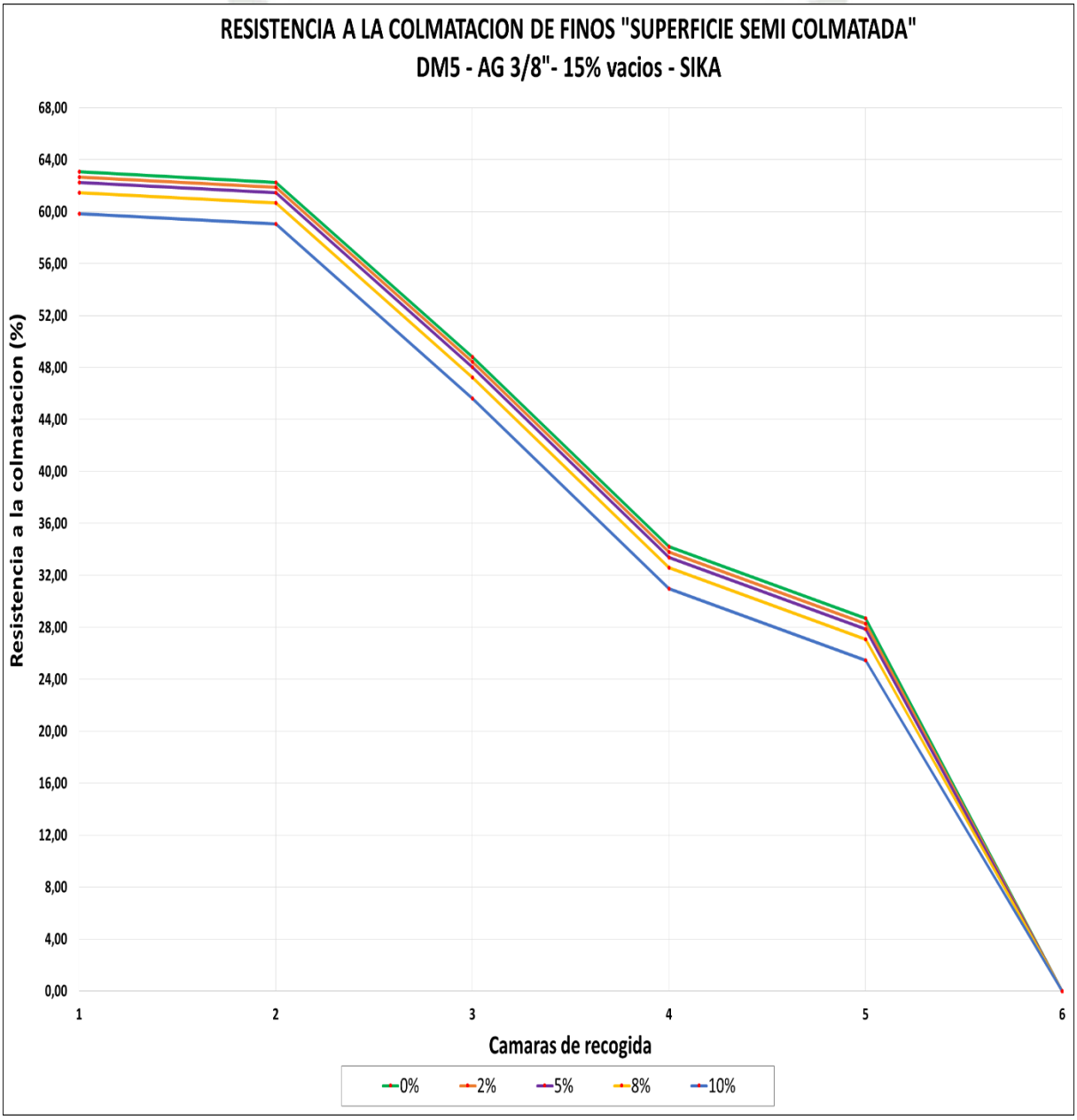


Figura 6.68 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.9.1.3 SUPERFICIE COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	48,82	48,42	48,02	47,22	45,61
C - 2	51,63	51,23	50,83	50,03	48,42
C - 3	51,93	51,53	51,13	50,33	48,72
C - 4	52,53	52,13	51,73	50,93	49,32
C - 5	53,63	53,23	52,83	52,03	50,43
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-54 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

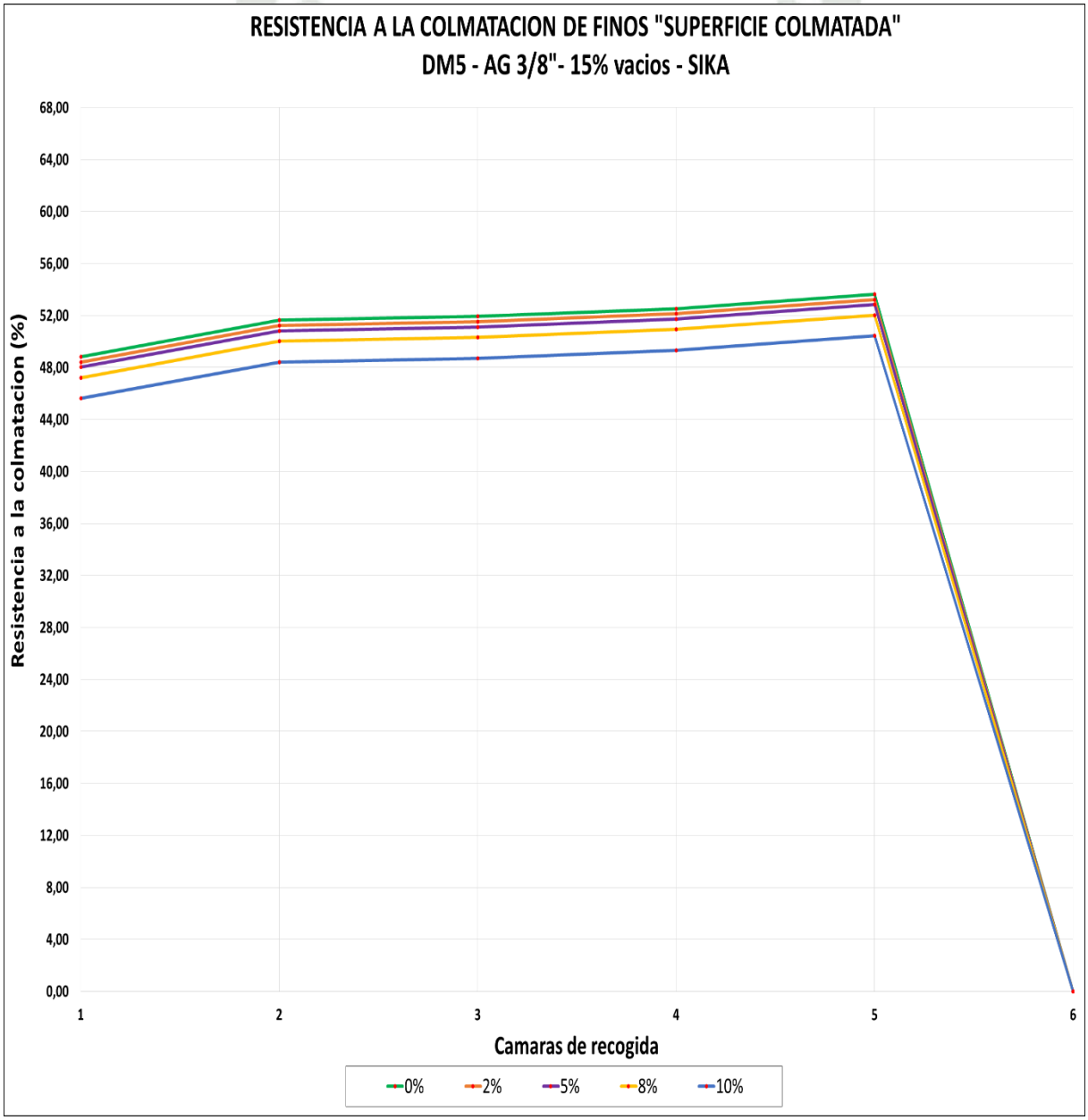


Figura 6.69 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.9.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	36,79	36,39	35,99	35,19	33,58
C - 2	38,20	37,79	37,39	36,59	34,99
C - 3	39,10	38,70	38,30	37,49	35,89
C - 4	40,20	39,80	39,40	38,60	36,99
C - 5	41,10	40,70	40,30	39,50	37,89
C - 6	67,27	66,87	66,47	65,66	64,06

Tabla 6-55 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

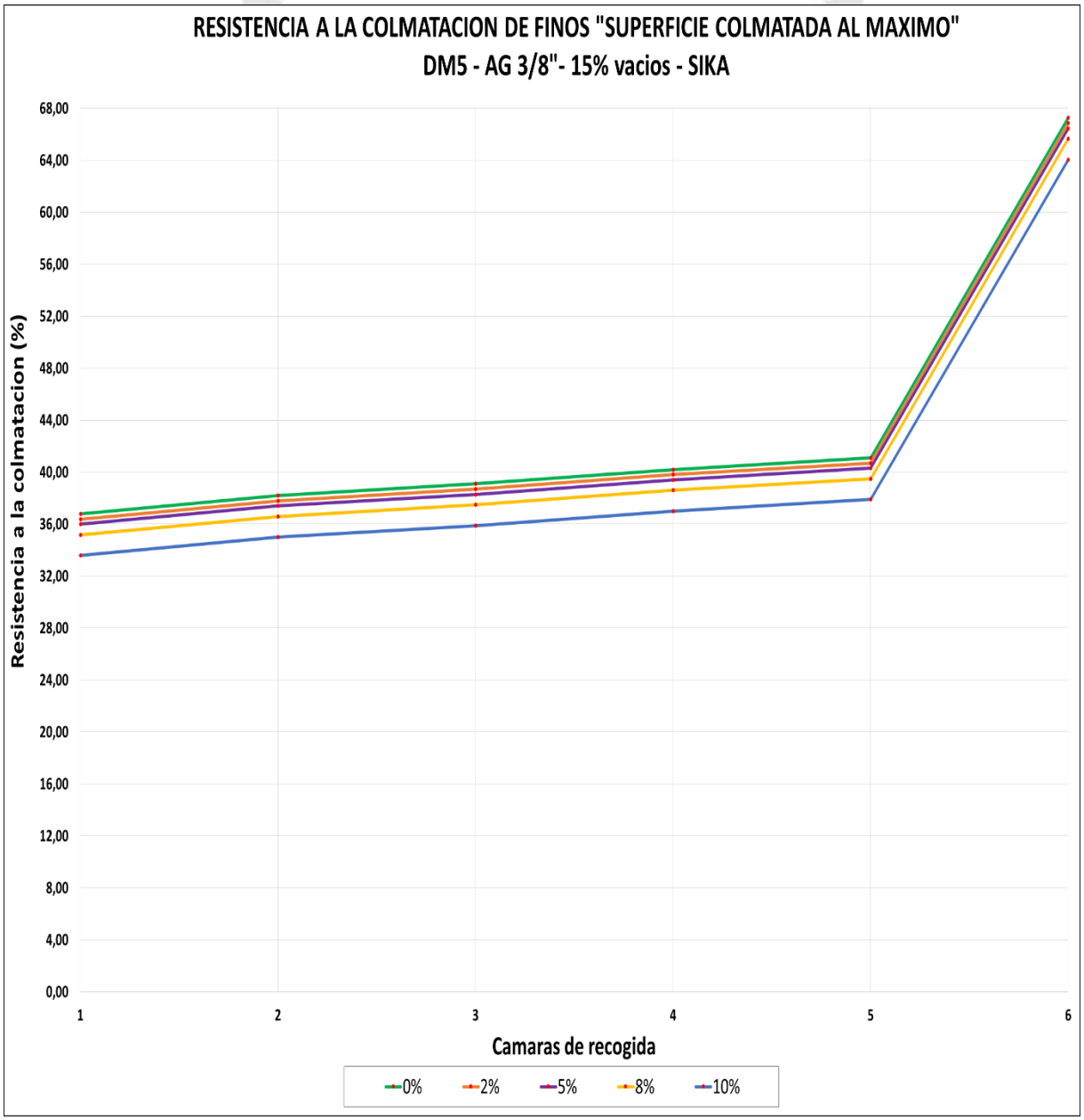


Figura 6.70 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.9.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	62,36	61,95	61,55	60,75	59,15
C - 2	60,85	60,45	60,05	59,25	57,64
C - 3	60,25	59,85	59,45	58,65	57,04
C - 4	43,51	43,11	42,71	41,90	40,30
C - 5	23,76	23,36	22,96	22,16	20,55
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-56 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

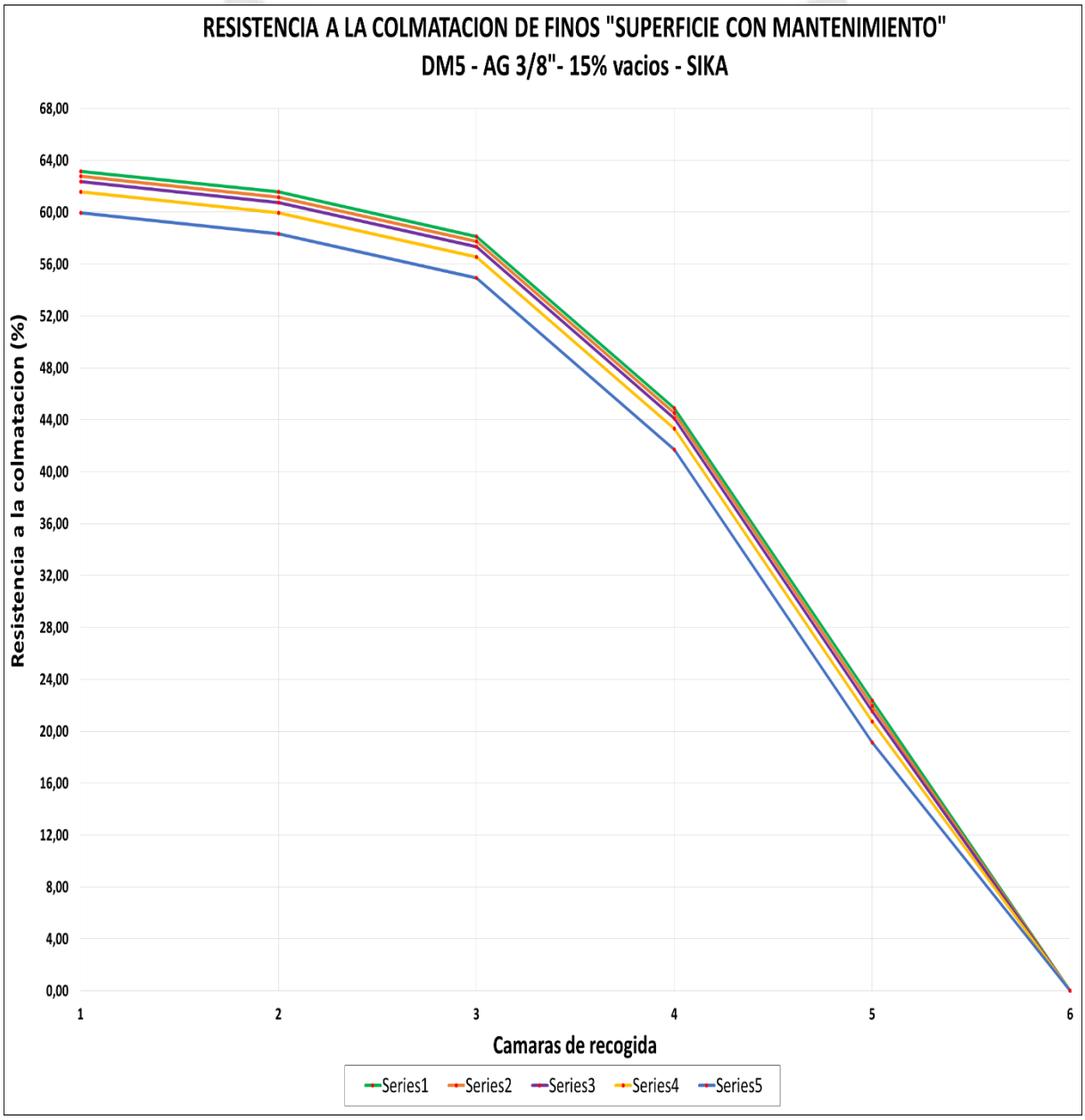


Figura 6.71 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.10 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 6 – AG. 3/8"

6.2.10.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/8"

6.2.10.1.1 SUPERFICIE LIMPIA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	65,76	65,36	64,96	64,16	62,56
C - 2	61,95	61,55	61,15	60,35	58,75
C - 3	61,65	61,25	60,85	60,05	58,45
C - 4	46,92	46,52	46,12	45,31	43,71
C - 5	25,96	25,56	25,16	24,36	22,76
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-57 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

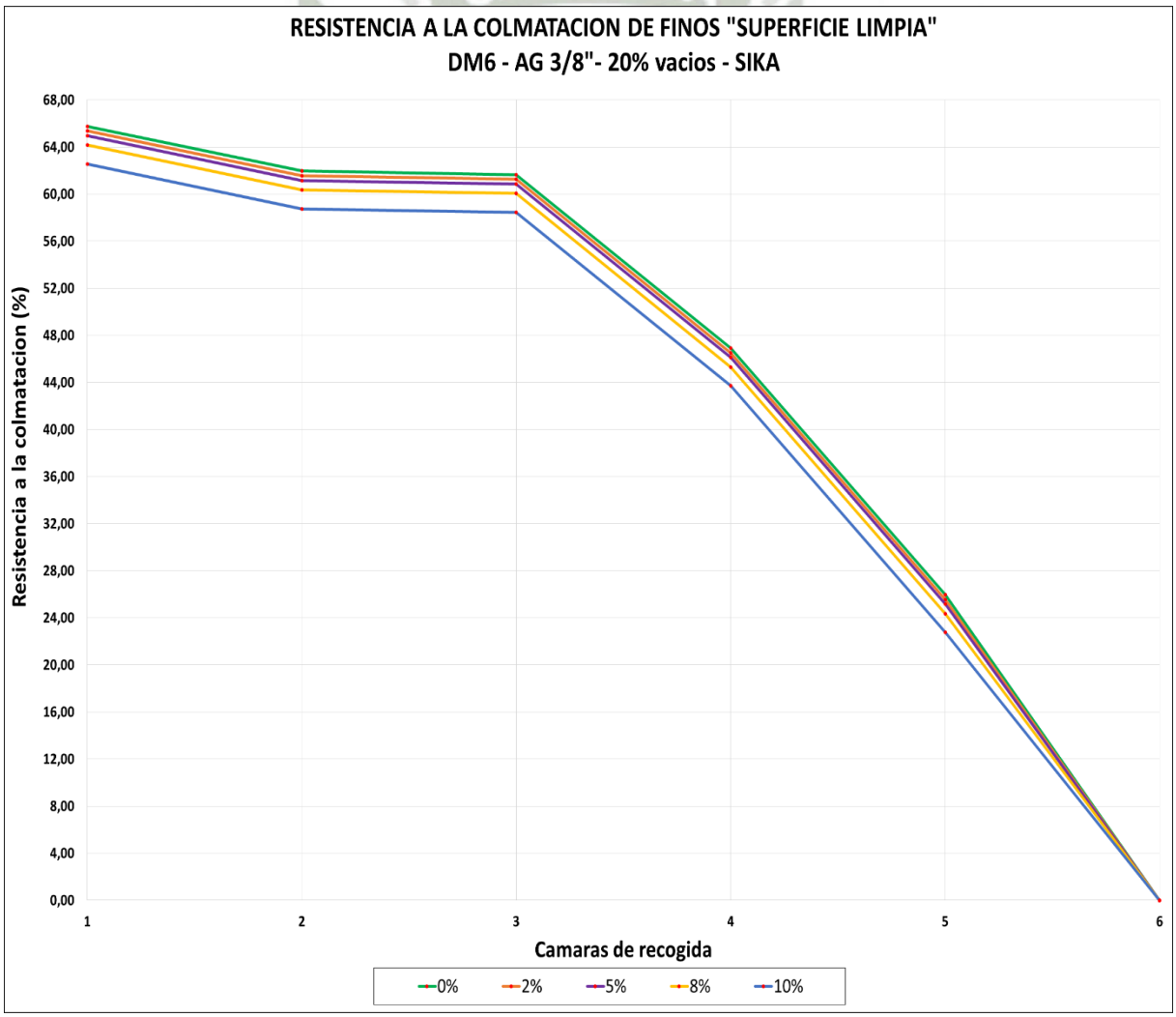


Figura 6.72 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.10.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	64,86	64,46	64,06	63,26	61,65
C - 2	64,26	63,86	63,46	62,66	61,05
C - 3	54,14	53,73	53,33	52,53	50,93
C - 4	43,01	42,61	42,21	41,40	39,80
C - 5	33,18	32,78	32,38	31,58	29,97
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-58 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

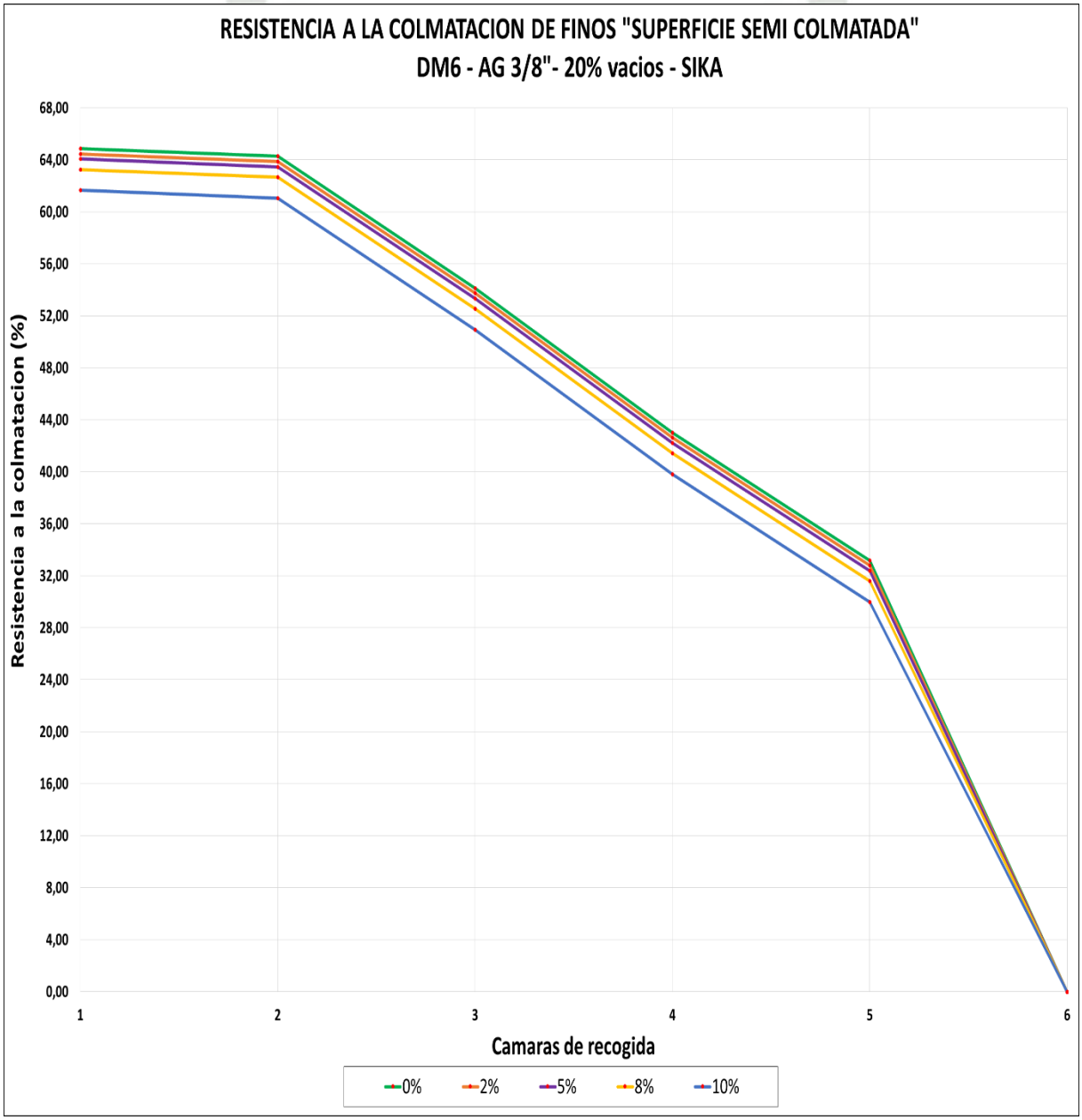


Figura 6.73 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.10.1.3 SUPERFICIE COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	52,53	52,13	51,73	50,93	49,32
C - 2	52,63	52,23	51,83	51,03	49,42
C - 3	52,93	52,53	52,13	51,33	49,72
C - 4	54,14	53,73	53,33	52,53	50,93
C - 5	54,64	54,24	53,83	53,03	51,43
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-59 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

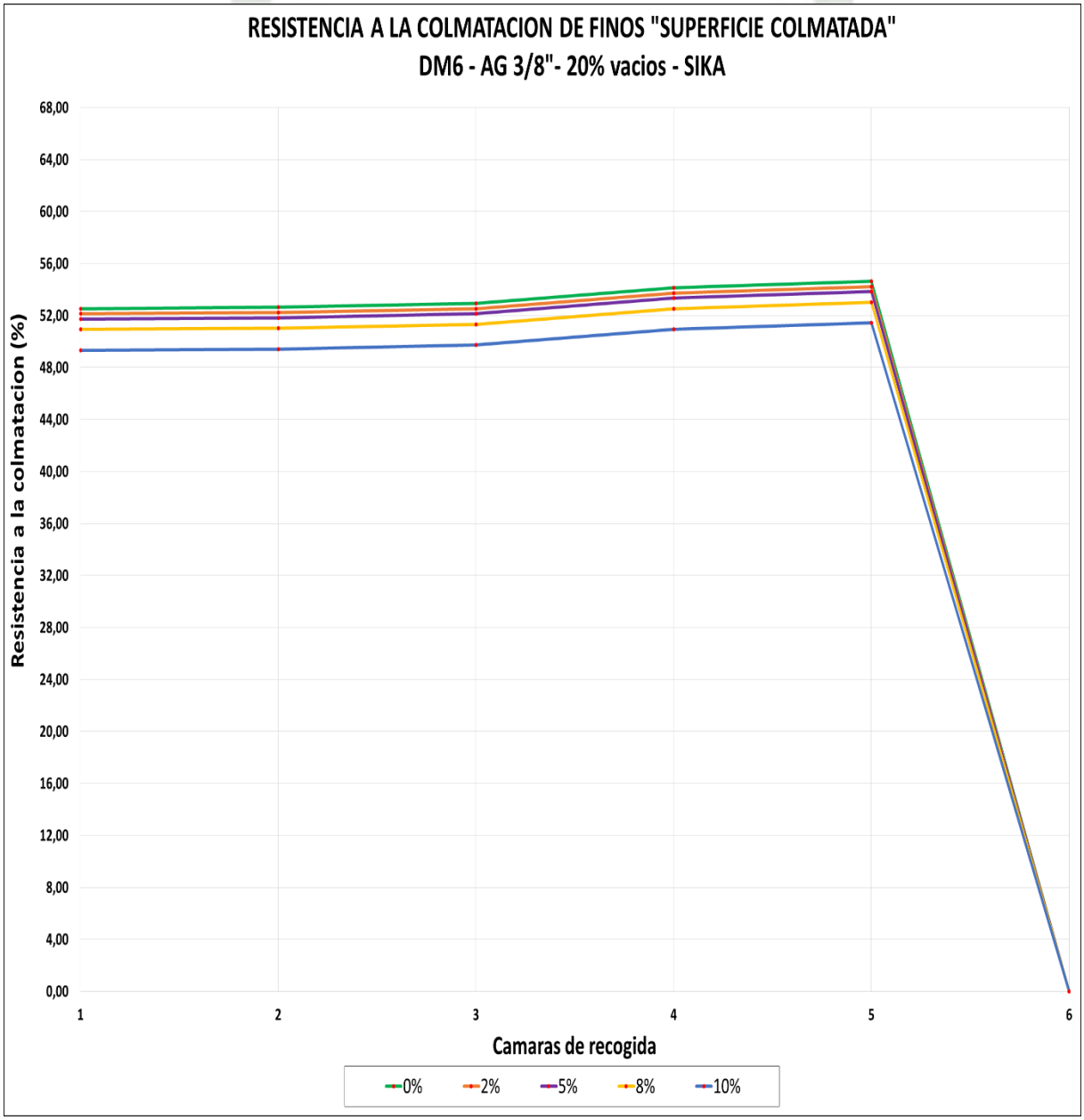


Figura 6.74 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.10.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	39,00	38,60	38,20	37,39	35,79
C - 2	40,20	39,80	39,40	38,60	36,99
C - 3	41,10	40,70	40,30	39,50	37,89
C - 4	42,01	41,60	41,20	40,40	38,80
C - 5	42,61	42,21	41,80	41,00	39,40
C - 6	69,27	68,87	68,47	67,67	66,07

Tabla 6-60 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

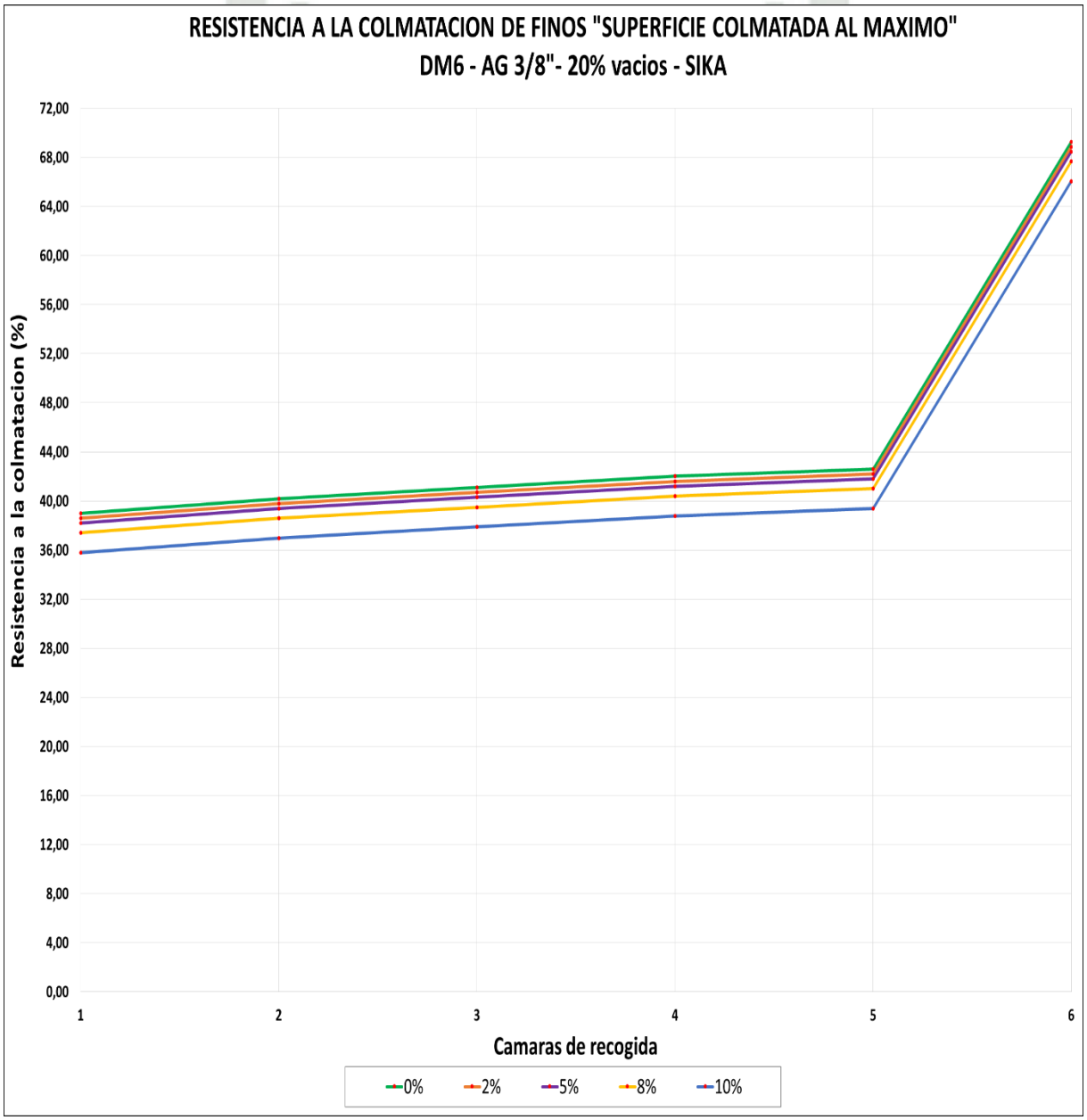


Figura 6.75 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.10.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	65,06	64,66	64,26	63,46	61,85
C - 2	63,46	63,06	62,66	61,85	60,25
C - 3	60,25	59,85	59,45	58,65	57,04
C - 4	47,92	47,52	47,12	46,32	44,71
C - 5	24,26	23,86	23,46	22,66	21,05
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-61 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

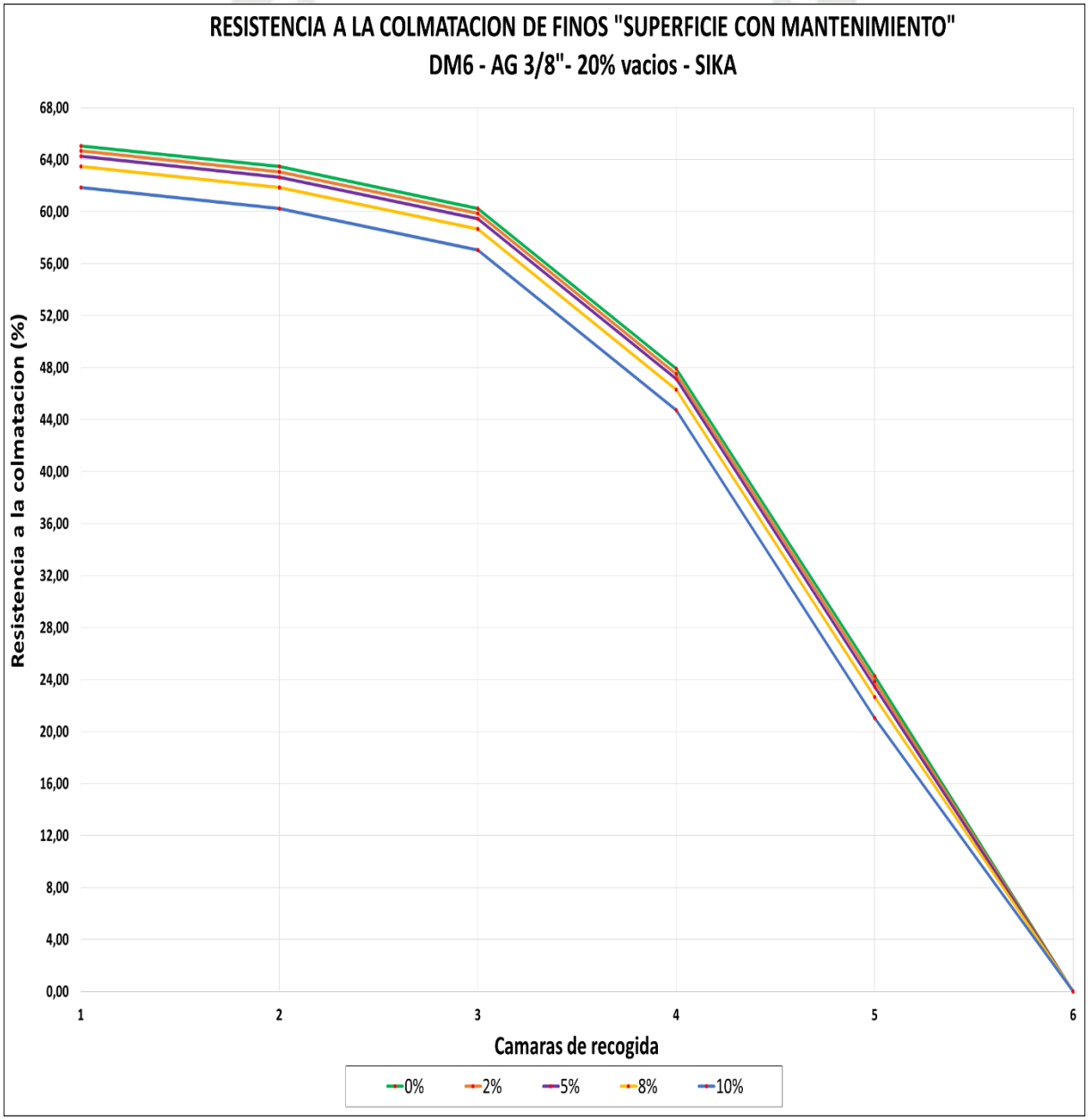


Figura 6.76 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.11 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 7 – AG. 3/8"

6.2.11.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/8"

6.2.11.1.1 SUPERFICIE LIMPIA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	63,96	63,56	63,16	62,36	60,75
C - 2	61,15	60,75	60,35	59,55	57,94
C - 3	60,95	60,55	60,15	59,35	57,74
C - 4	44,61	44,21	43,81	43,01	41,40
C - 5	24,36	23,96	23,56	22,76	21,15
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-62 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

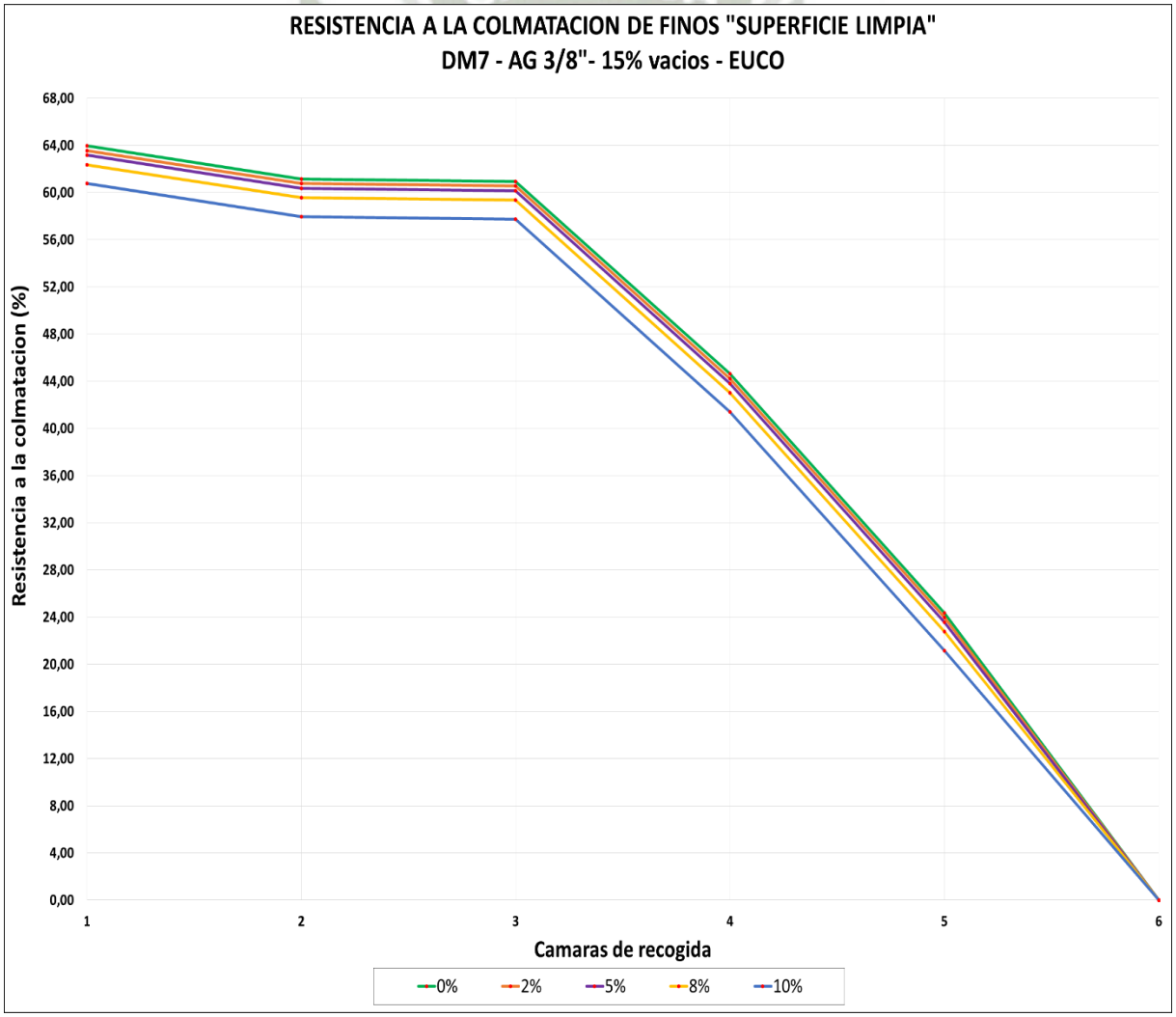


Figura 6.77 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.11.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	63,36	62,96	62,56	61,75	60,15
C - 2	62,96	62,56	62,16	61,35	59,75
C - 3	50,63	50,23	49,82	49,02	47,42
C - 4	36,89	36,49	36,09	35,29	33,68
C - 5	30,48	30,08	29,67	28,87	27,27
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-63 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

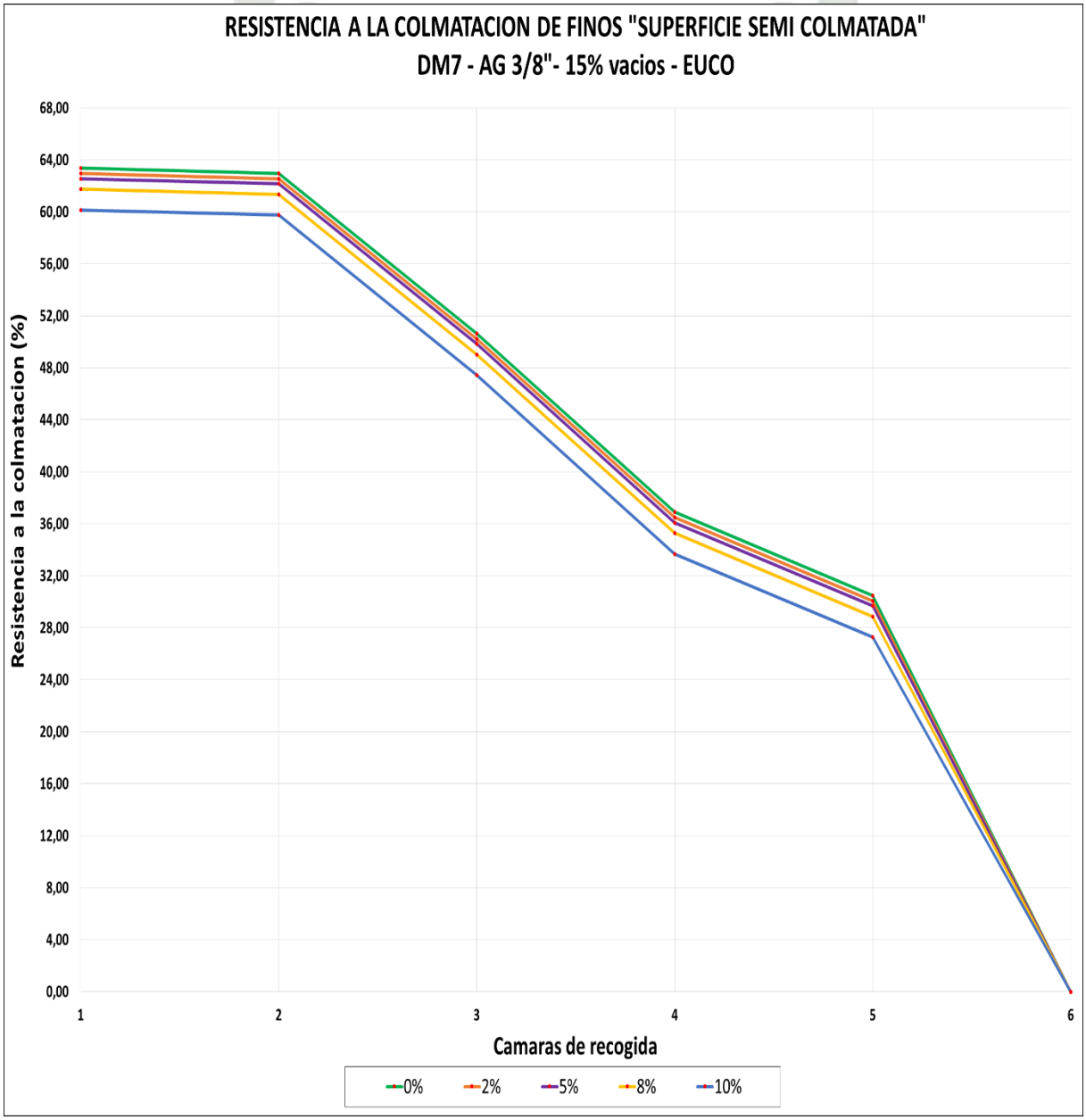


Figura 6.78 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.11.1.3 SUPERFICIE COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	50,63	50,23	49,82	49,02	47,42
C - 2	51,93	51,53	51,13	50,33	48,72
C - 3	52,13	51,73	51,33	50,53	48,92
C - 4	53,23	52,83	52,43	51,63	50,03
C - 5	53,83	53,43	53,03	52,23	50,63
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-64 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

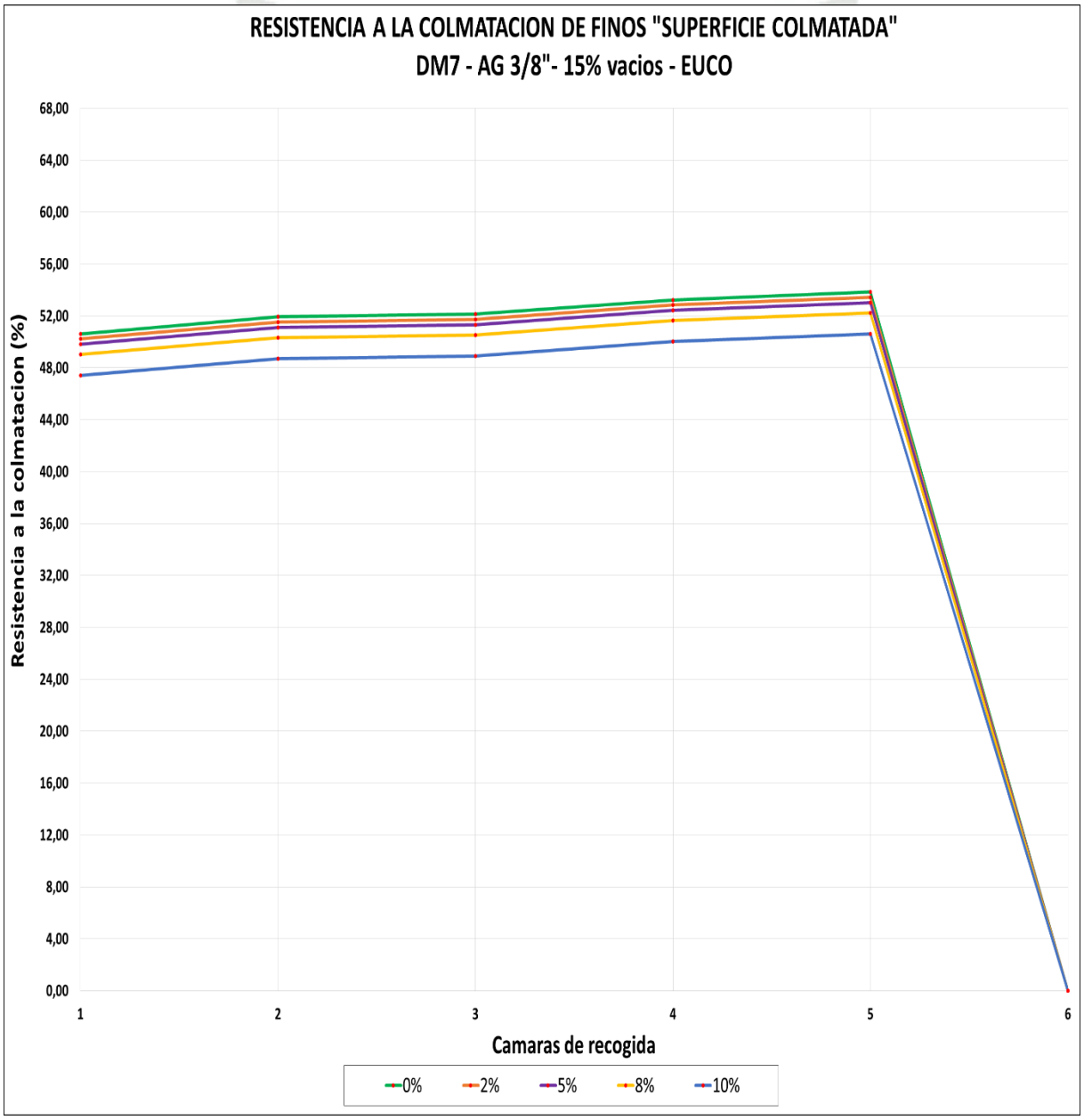


Figura 6.79 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.11.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	37,69	37,29	36,89	36,09	34,49
C - 2	39,00	38,60	38,20	37,39	35,79
C - 3	39,70	39,30	38,90	38,10	36,49
C - 4	40,80	40,40	40,00	39,20	37,59
C - 5	41,40	41,00	40,60	39,80	38,20
C - 6	67,67	67,27	66,87	66,07	64,46

Tabla 6-65 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

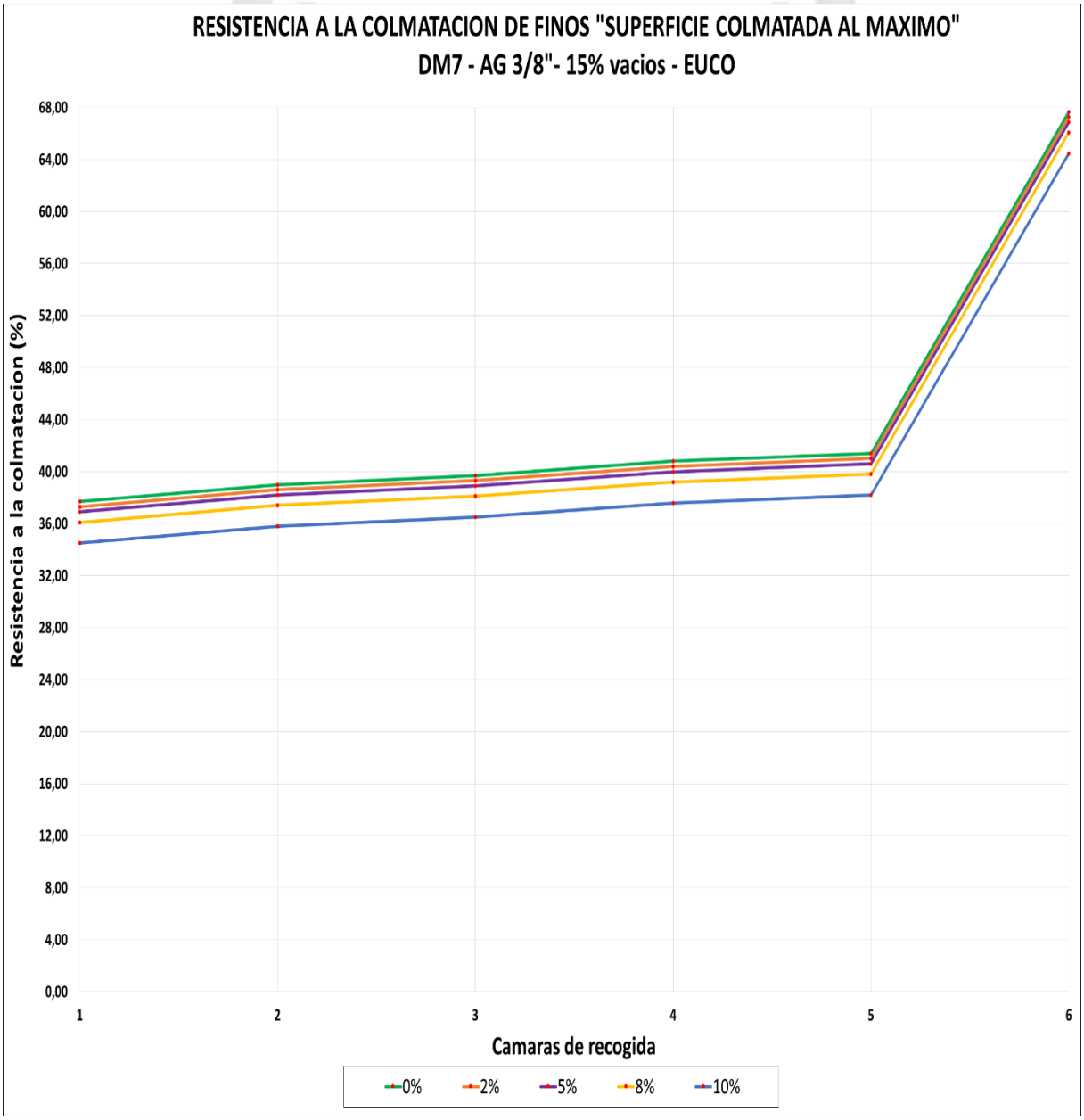


Figura 6.80 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.11.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	63,56	63,16	62,76	61,95	60,35
C - 2	62,06	61,65	61,25	60,45	58,85
C - 3	58,65	58,25	57,84	57,04	55,44
C - 4	45,31	44,91	44,51	43,71	42,11
C - 5	22,96	22,56	22,16	21,35	19,75
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-66 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

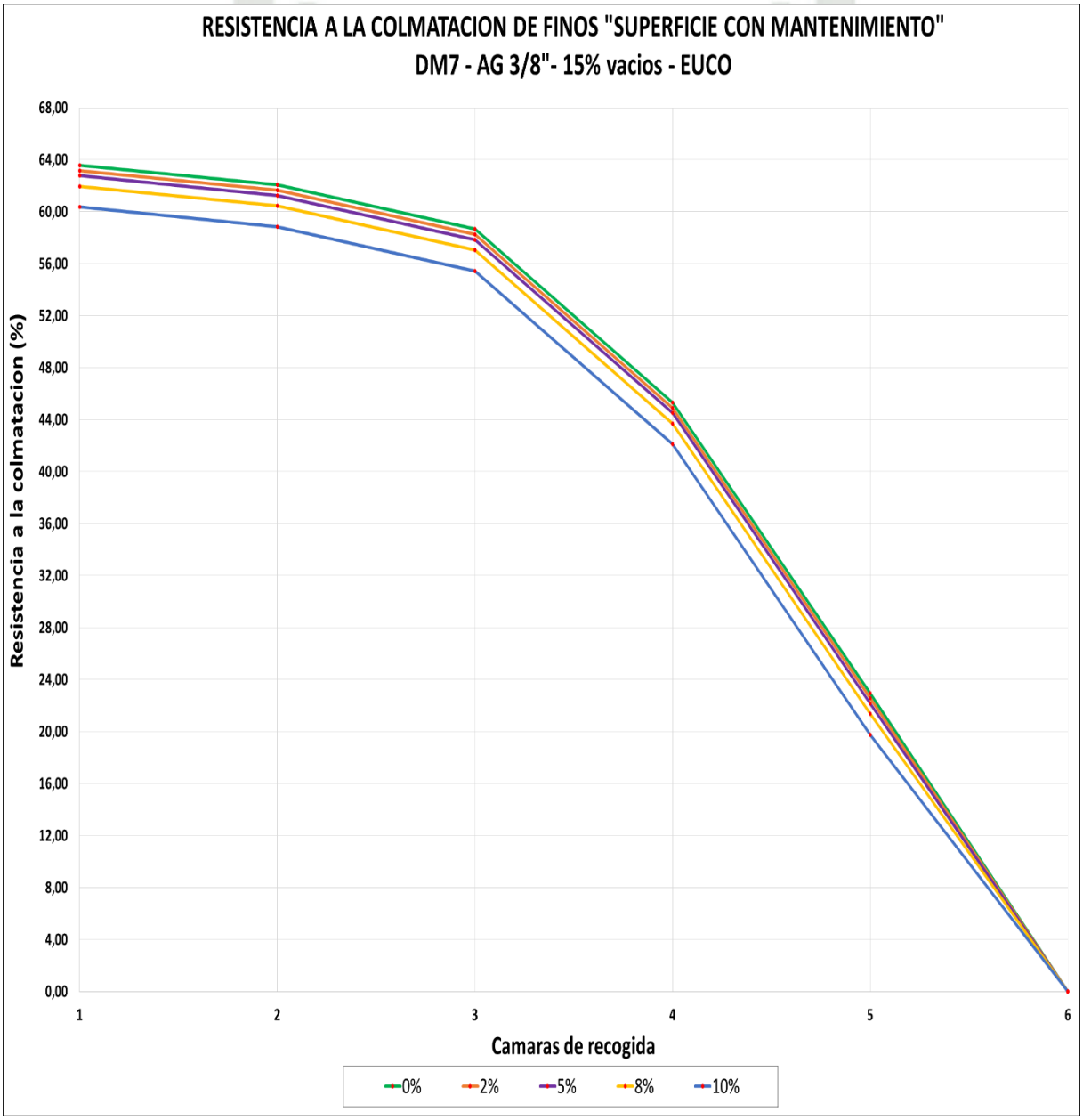


Figura 6.81 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.2.12 RESISTENCIA A LA COLMATACION – DISEÑO DE MEZCLAS Nro. 8 – AG. 3/8"

6.2.12.1 RESISTENCIA A LA COLMATACION, MUESTRAS CON AGREGADO DE 3/8"

6.2.12.1.1 SUPERFICIE LIMPIA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	66,27	65,86	65,46	64,66	63,06
C - 2	62,26	61,85	61,45	60,65	59,05
C - 3	61,85	61,45	61,05	60,25	58,65
C - 4	47,22	46,82	46,42	45,61	44,01
C - 5	26,07	25,66	25,26	24,46	22,86
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-67 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

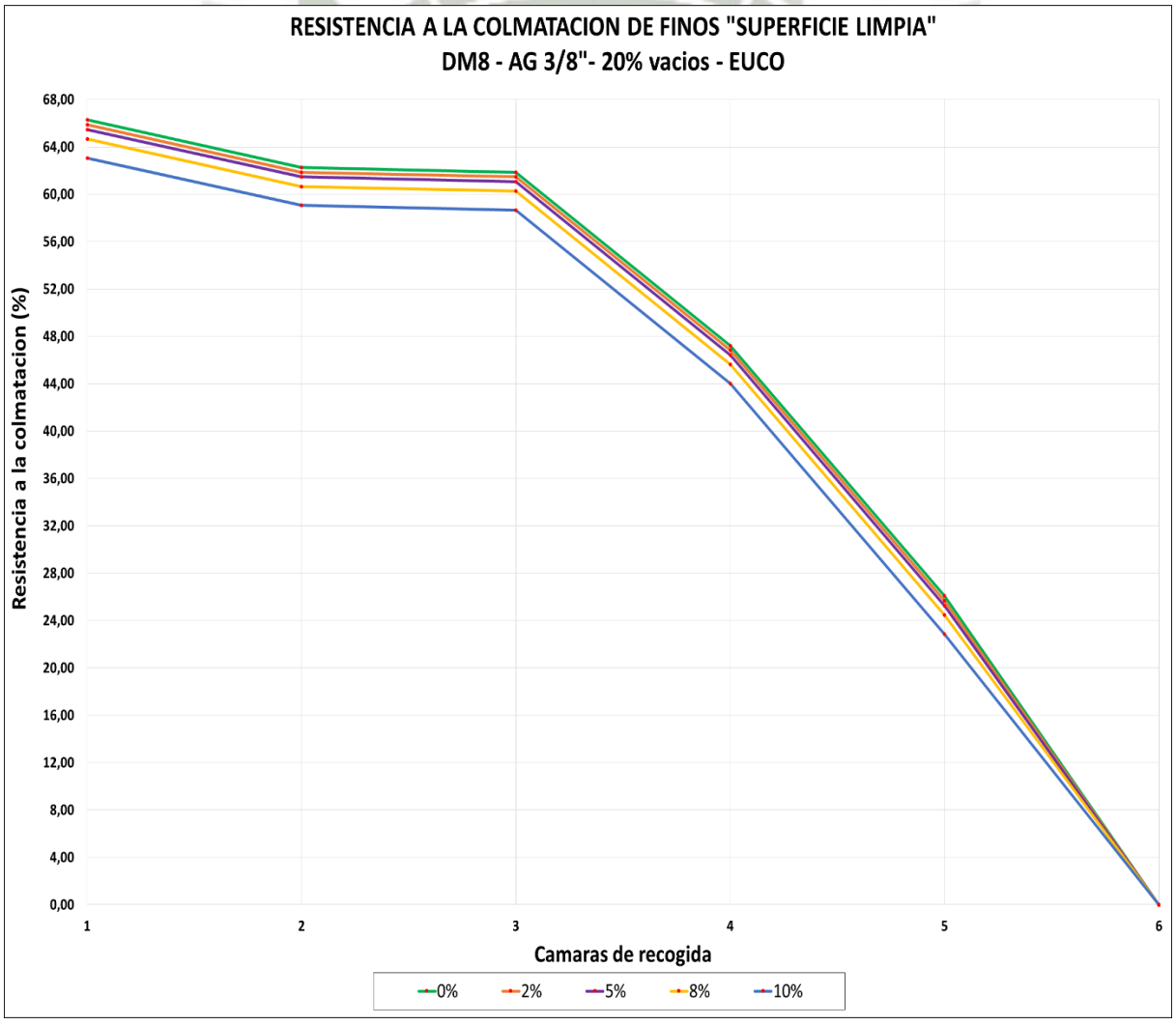


Figura 6.82 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.12.1.2 SUPERFICIE SEMI – COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	65,16	64,76	64,36	63,56	61,95
C - 2	64,66	64,26	63,86	63,06	61,45
C - 3	54,54	54,14	53,73	52,93	51,33
C - 4	43,41	43,01	42,61	41,80	40,20
C - 5	33,78	33,38	32,98	32,18	30,58
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-68 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

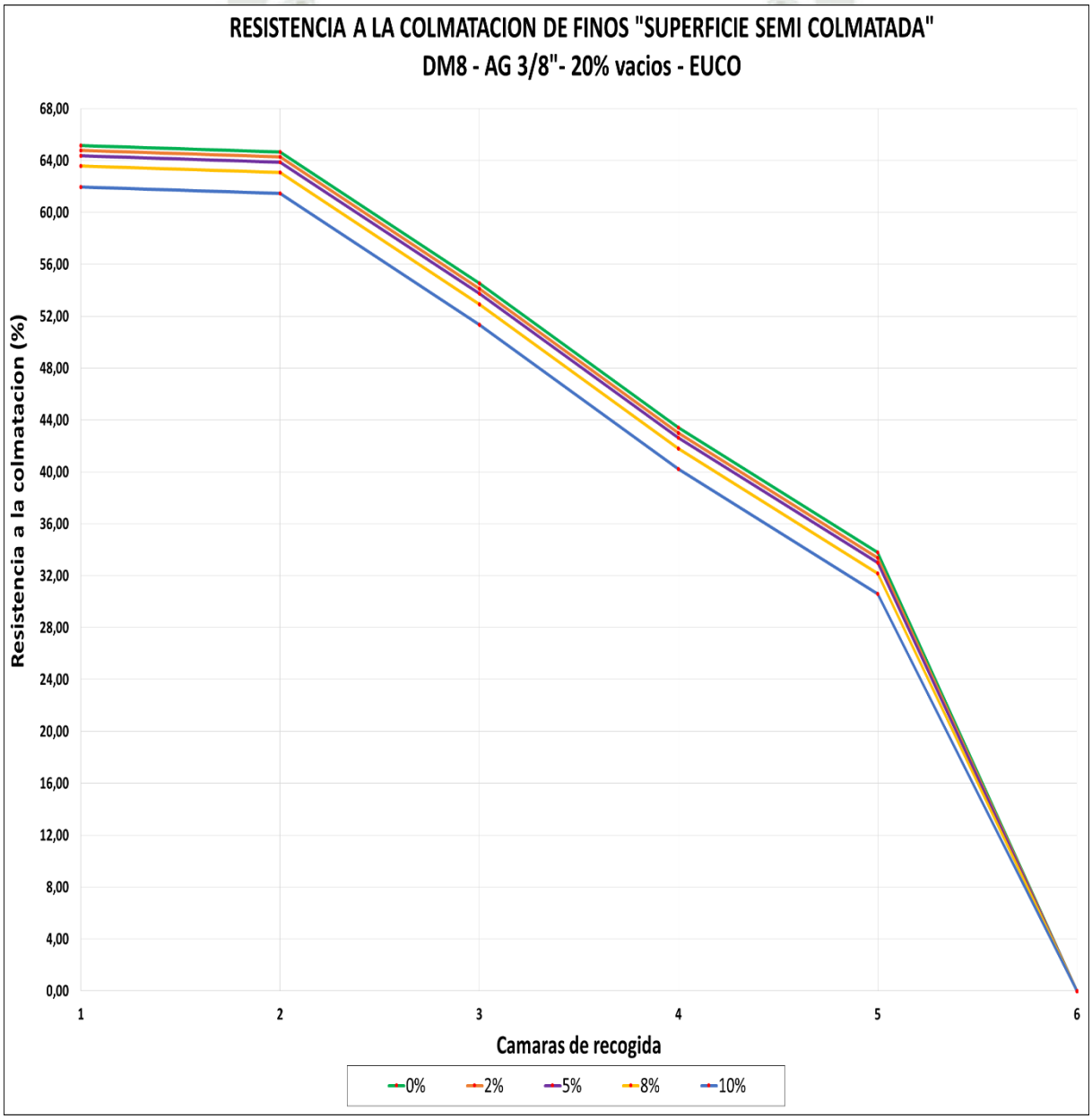


Figura 6.83 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.12.1.3 SUPERFICIE COLMATADA

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	52,63	52,23	51,83	51,03	49,42
C - 2	52,93	52,53	52,13	51,33	49,72
C - 3	53,03	52,63	52,23	51,43	49,82
C - 4	54,44	54,04	53,63	52,83	51,23
C - 5	54,84	54,44	54,04	53,23	51,63
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-69 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

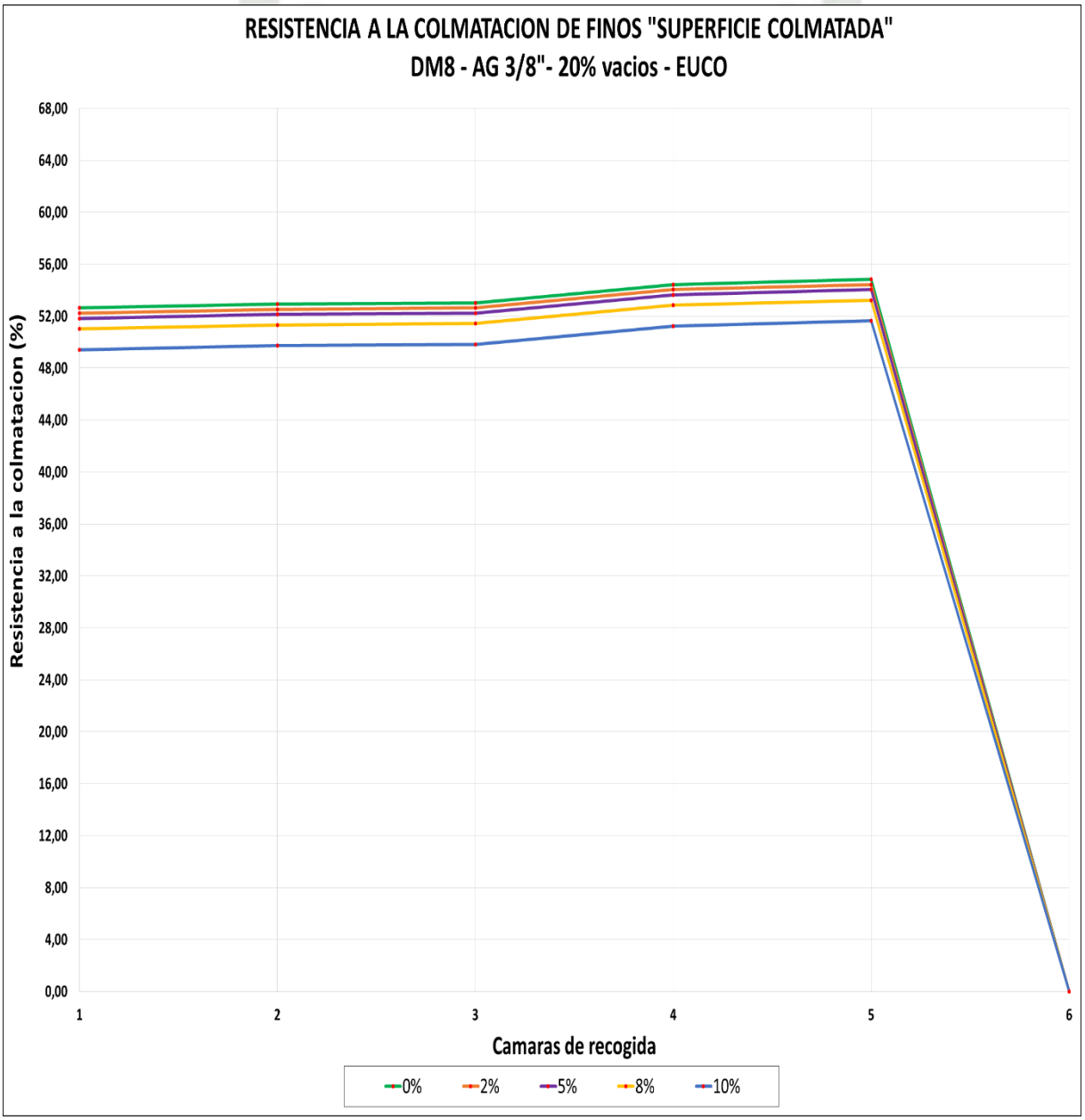


Figura 6.84 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.12.1.4 SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	39,50	39,10	38,70	37,89	36,29
C - 2	41,00	40,60	40,20	39,40	37,79
C - 3	41,30	40,90	40,50	39,70	38,10
C - 4	42,21	41,80	41,40	40,60	39,00
C - 5	42,91	42,51	42,11	41,30	39,70
C - 6	70,28	69,87	69,47	68,67	67,07

Tabla 6-70 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

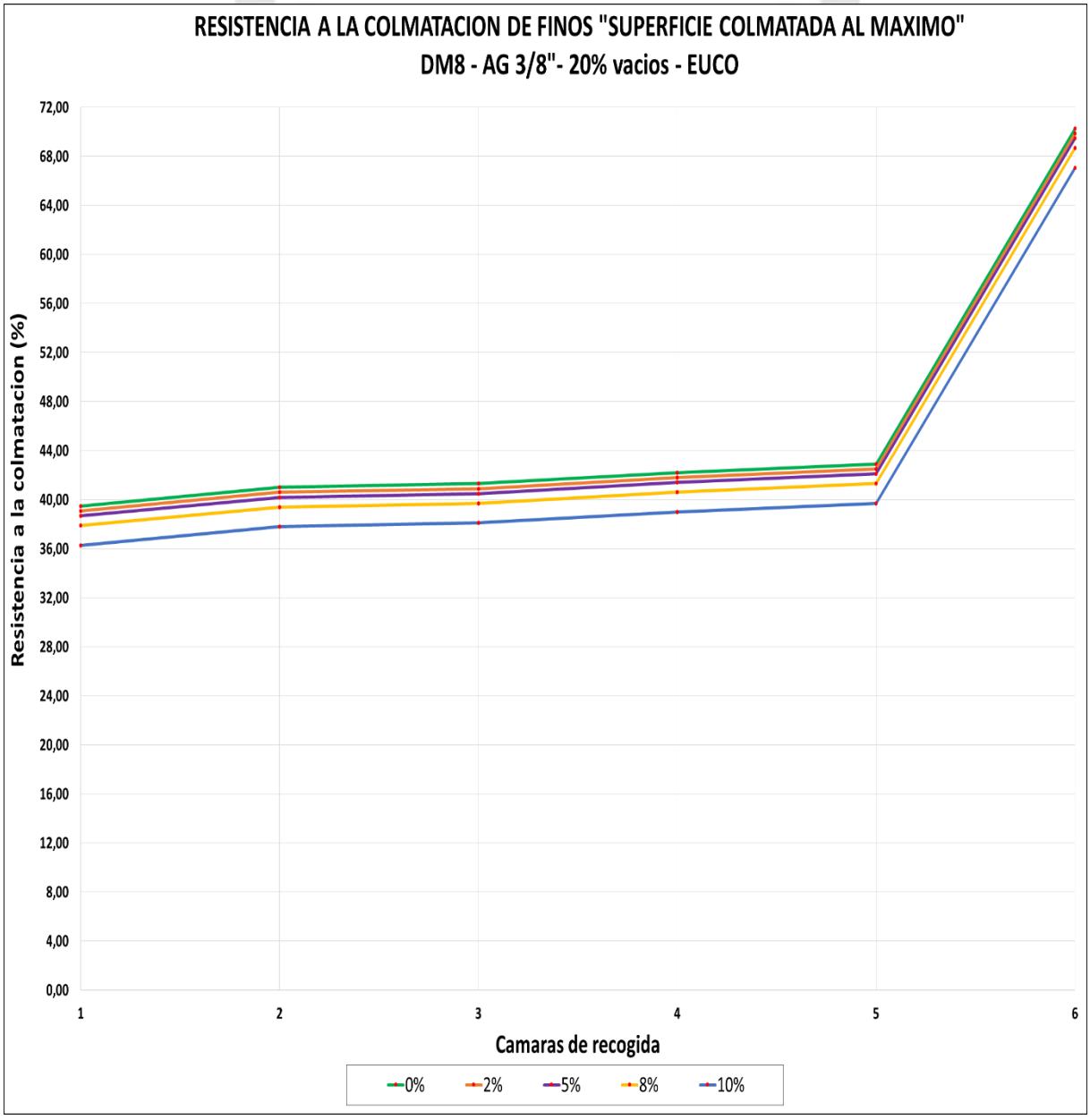


Figura 6.85 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

6.2.12.1.5 SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO

Camaras	Pendiente (%)				
	0%	2%	5%	8%	10%
	% DE RETENCION				
C - 1	65,56	65,16	64,76	63,96	62,36
C - 2	63,76	63,36	62,96	62,16	60,55
C - 3	61,15	60,75	60,35	59,55	57,94
C - 4	48,22	47,82	47,42	46,62	45,01
C - 5	25,66	25,26	24,86	24,06	22,46
C - 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 6-71 Resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la colmatación de la muestra elaborada con agregado grueso de 3/8" a los 28 días de edad

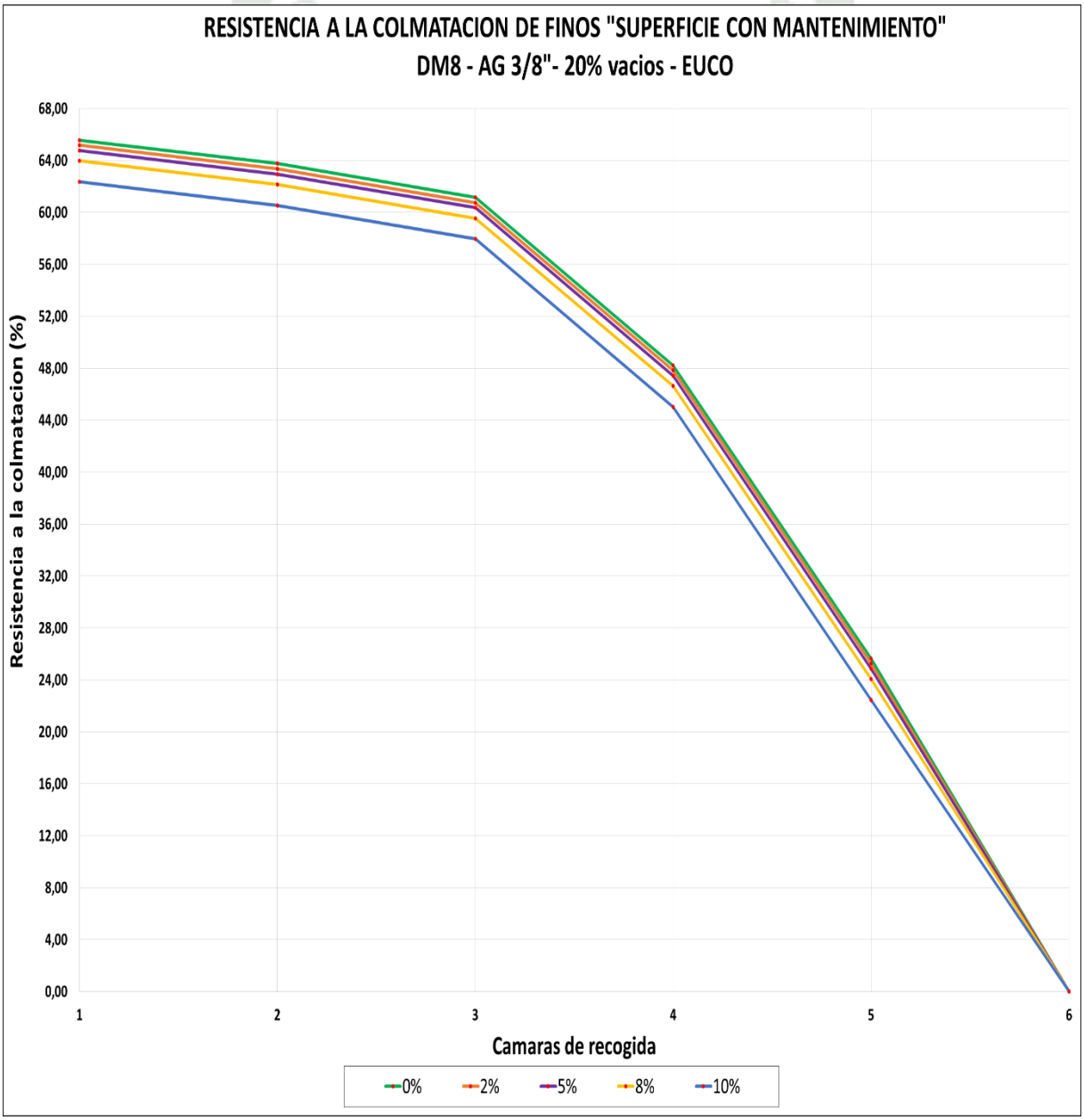


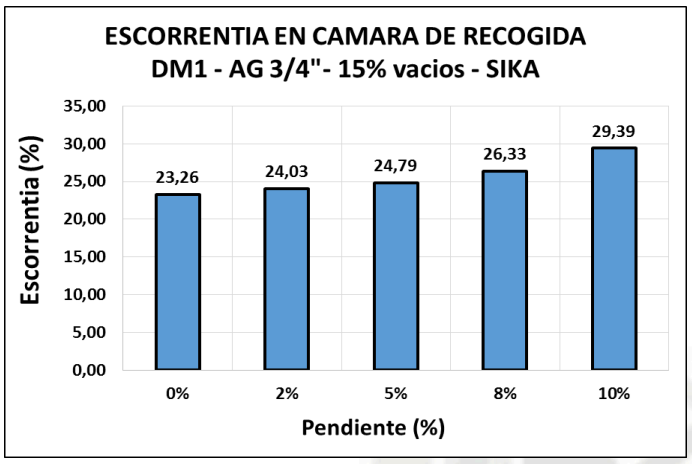
Figura 6.86 Grafica de la Resistencia a la Colmatación expresado en porcentaje acumulado de las cinco cámaras de infiltración del ICF

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

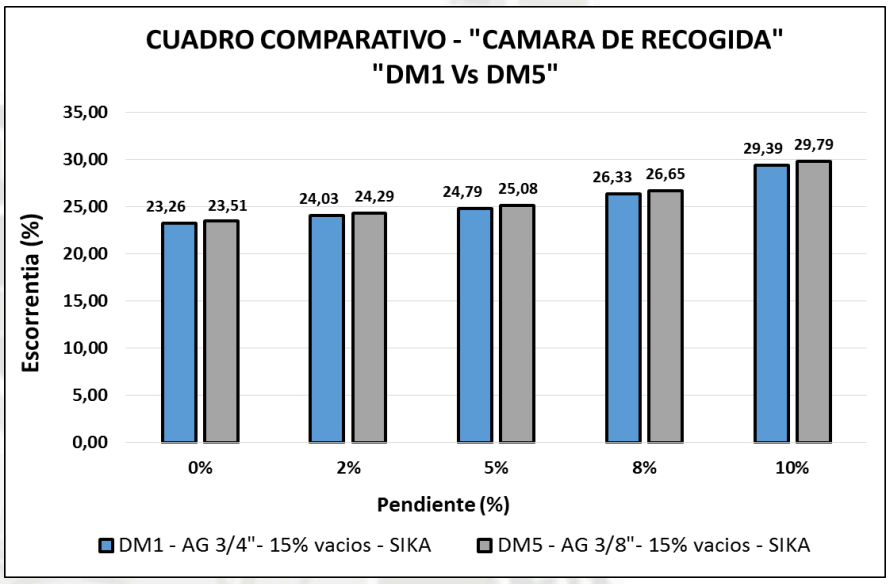
6.2.13 ANALISIS DE RESULTADOS EN LA CAMARA DE RECOGIDA - ESCORRENTIA

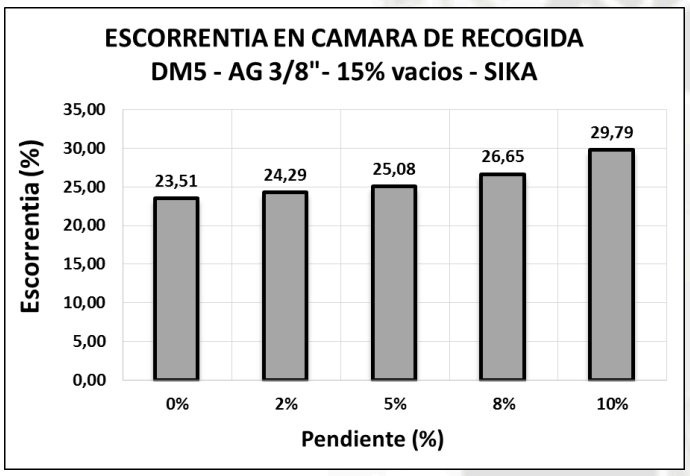
Aquí analizaremos el fenómeno de escorrentía que se generó en la muestra de concreto permeable, en la condición más extrema **"superficie colmatada al máximo"**, este fenómeno se pudo medir gracias a la cámara de recogida - escorrentia del Infiltrometro de cántabro fijo (ICF).

A continuación presentamos cuadros estadísticos, donde se aprecia el análisis que se hizo a los resultados que se obtuvo después de haber culminado el ensayo.



(a)





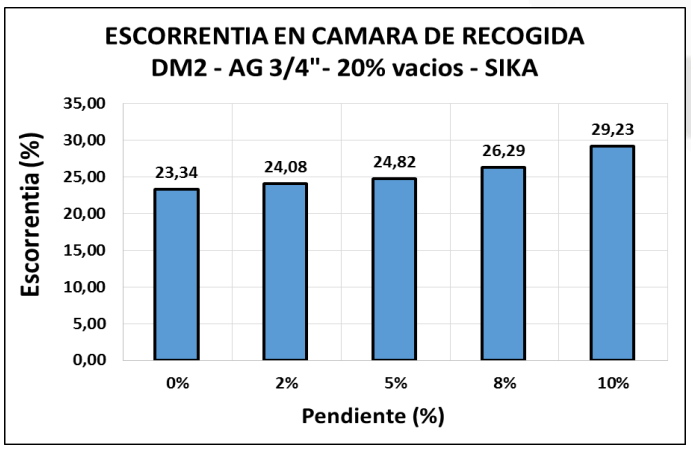
(b)

(c)

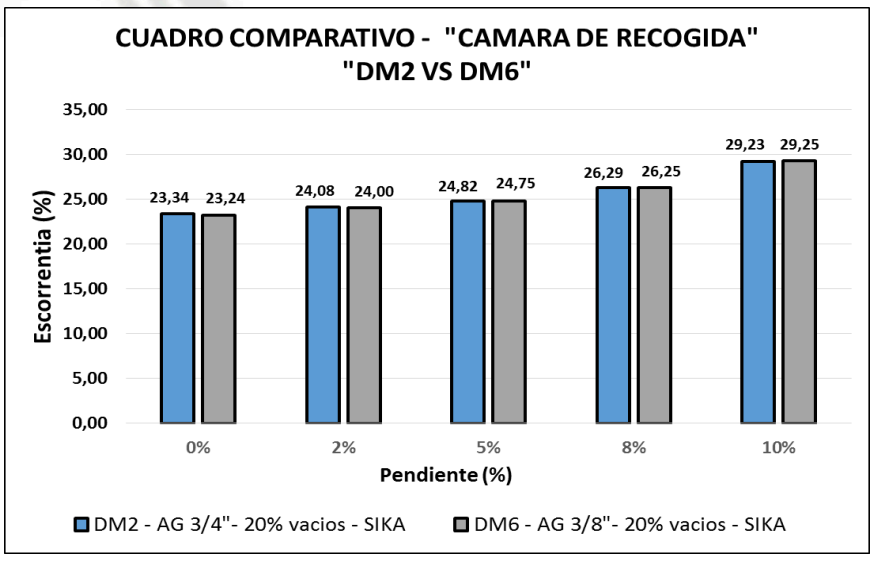
Figura 6.87 (a) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM1

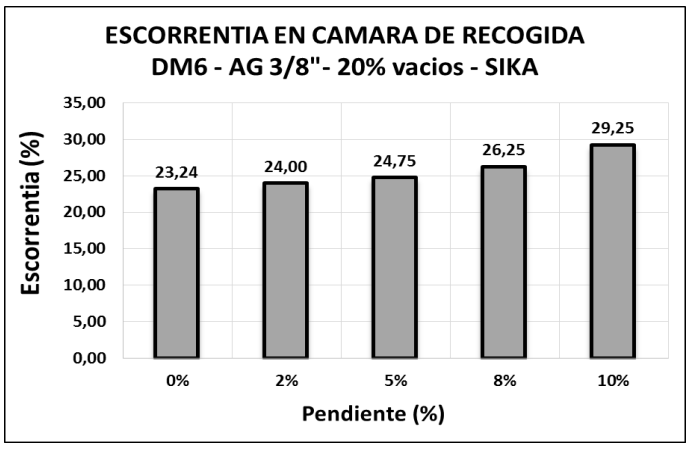
Figura 6.88 (b) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM5

Figura 6.89 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de escorrentía obtenidos, registrados por la cámara de recogida para diferentes pendientes



(a)





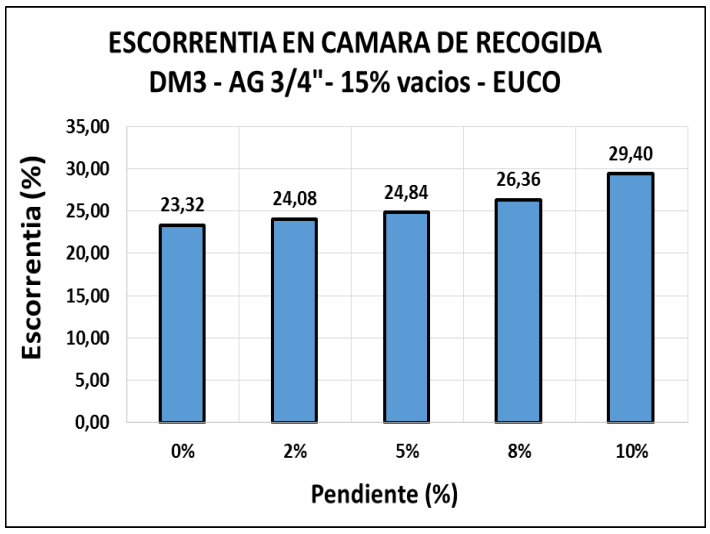
(b)

(c)

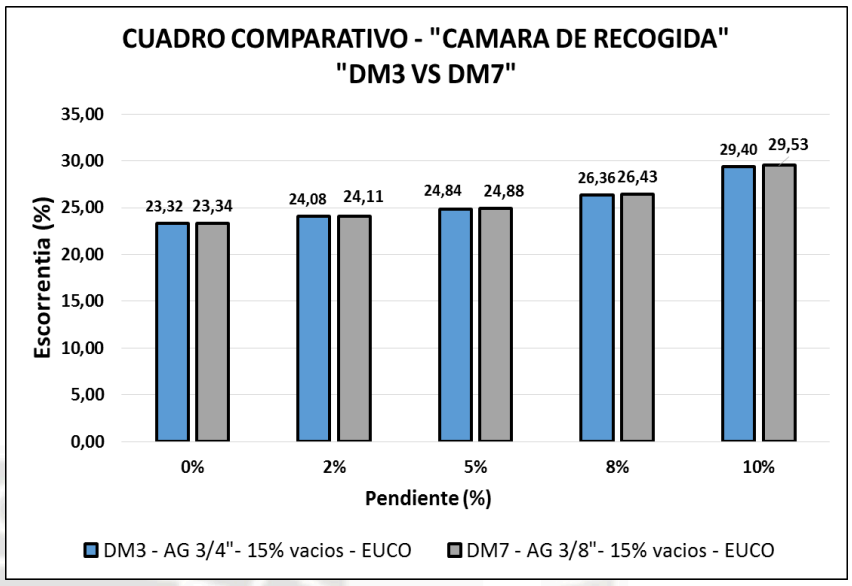
Figura 6.90 (a) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM2

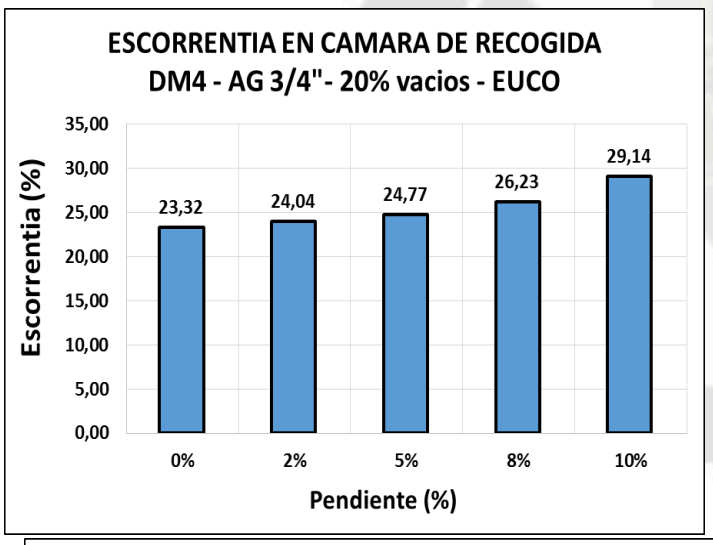
Figura 6.91 (b) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM6

Figura 6.92 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de escorrentía obtenidos, registrados por la cámara de recogida para diferentes pendientes



(a)





(b)

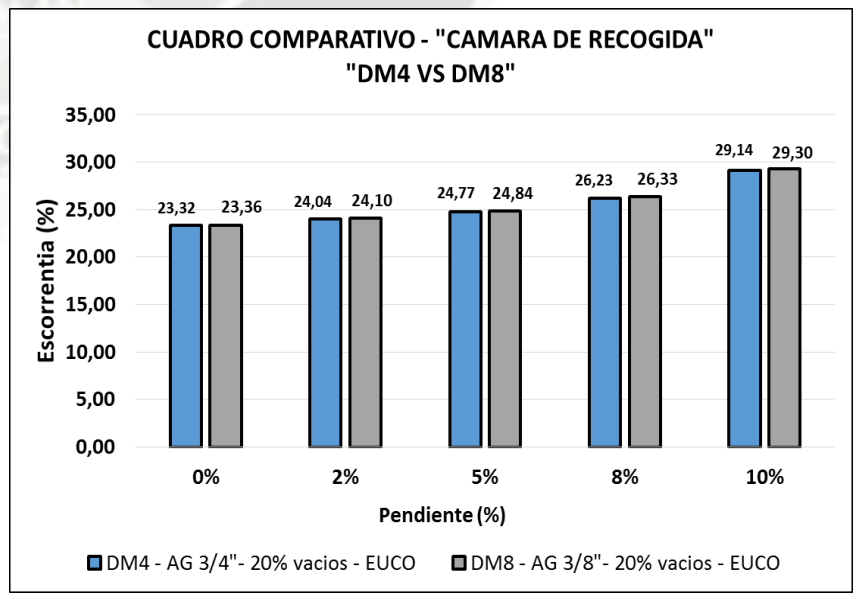
(c)

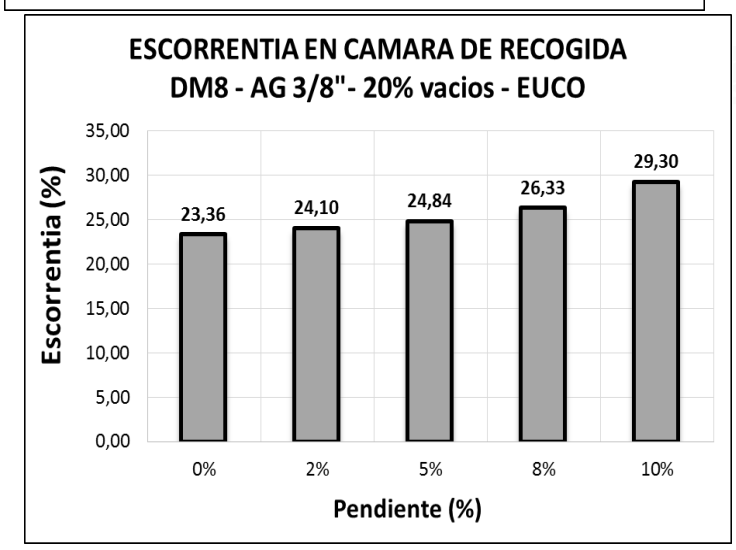
Figura 6.93 (a) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM3

Figura 6.94 (b) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM7

Figura 6.95 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de escorrentía obtenidos, registrados por la cámara de recogida para diferentes pendientes

(a)





(b)

(c)

Figura 6.96 (a) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM4

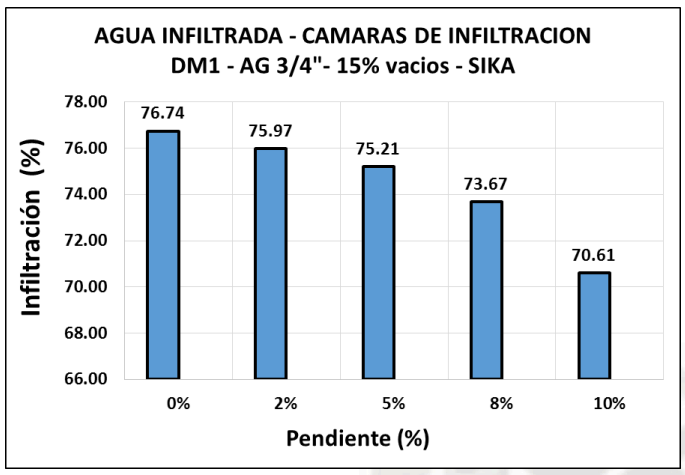
Figura 6.97 (b) Porcentaje de escorrentía que se generó en la condición más extrema, fue registrado por la cámara de recogida para diferentes pendientes – DM*8*

Figura 6.98 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de escorrentía obtenidos, registrados por la cámara de recogida para diferentes pendientes

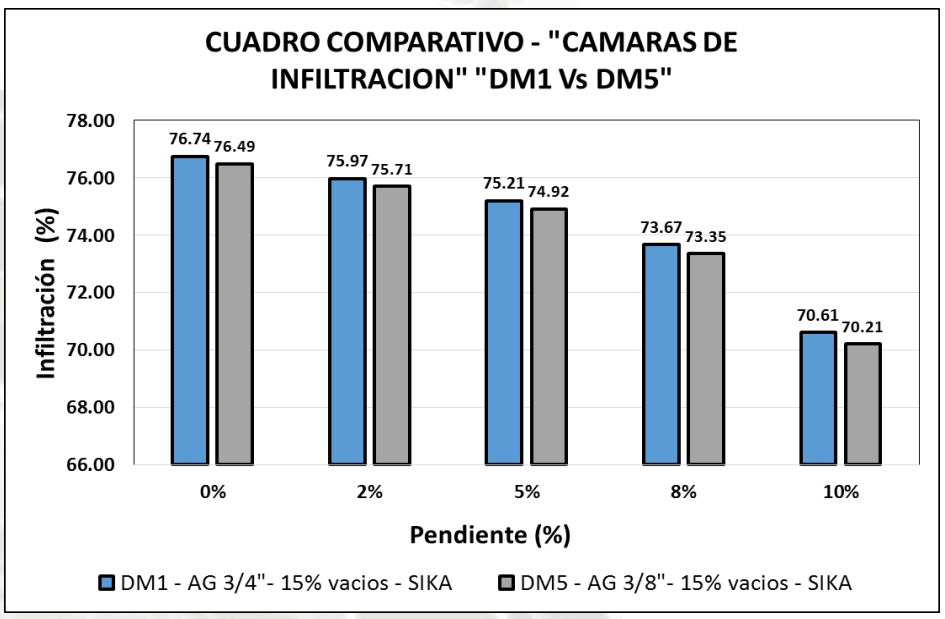
6.2.14 ANALISIS DE RESULTADOS EN LAS CAMARAS DE RECOGIDA - INFILTRACION

Aquí analizaremos el fenómeno de infiltración que se generó en la muestra de concreto poroso, en la condición más extrema **"superficie colmatada al máximo**, este fenómeno se pudo medir gracias a la cámara de recogida - infiltracion del Infiltrometro de cántabro fijo (ICF).

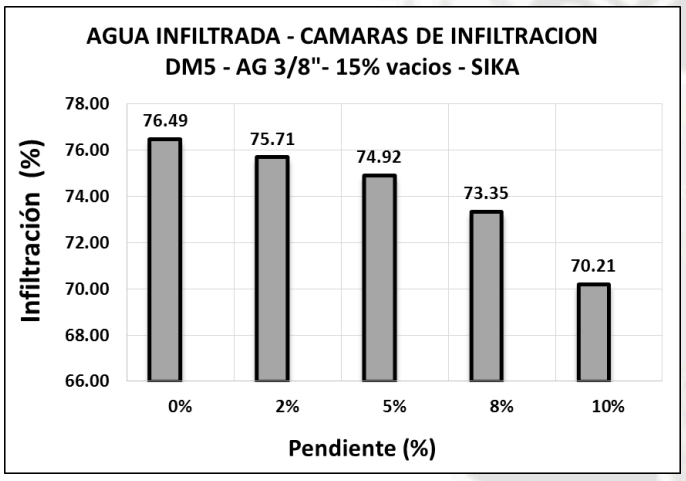
A continuación presentamos cuadros estadísticos, donde se aprecia el análisis que se hizo a los resultados que se obtuvo después de haber culminado el ensayo.



(a)



(c)

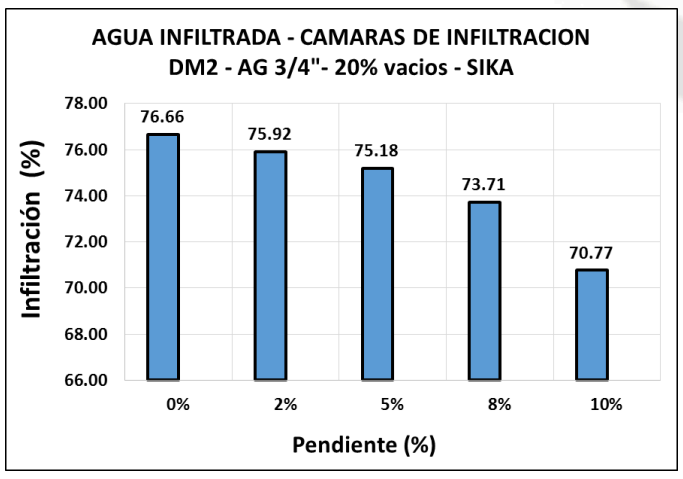


(b)

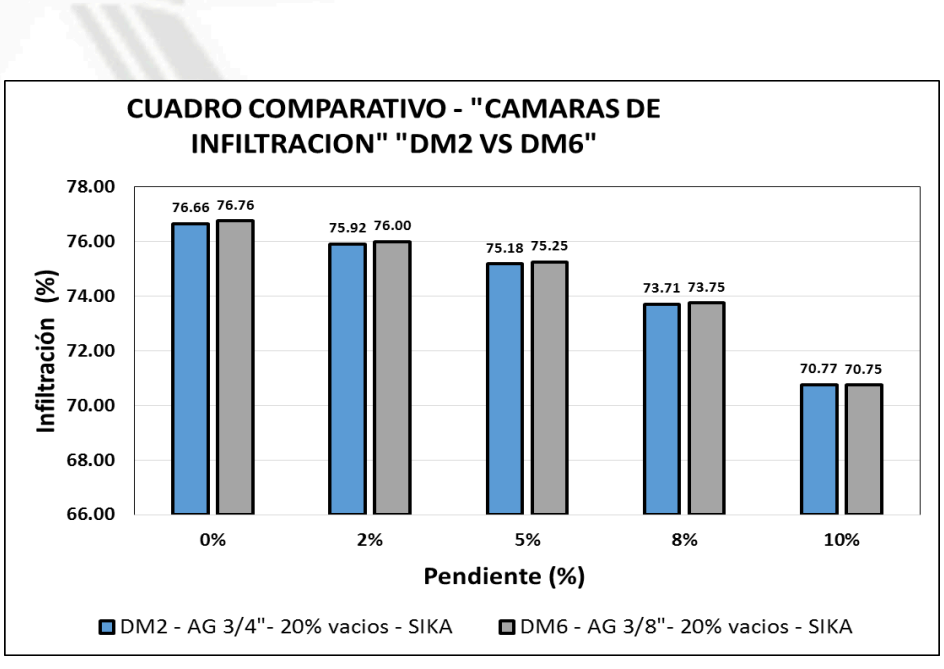
Figura 6.99 (a) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM1

Figura 6.100 (b) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM5

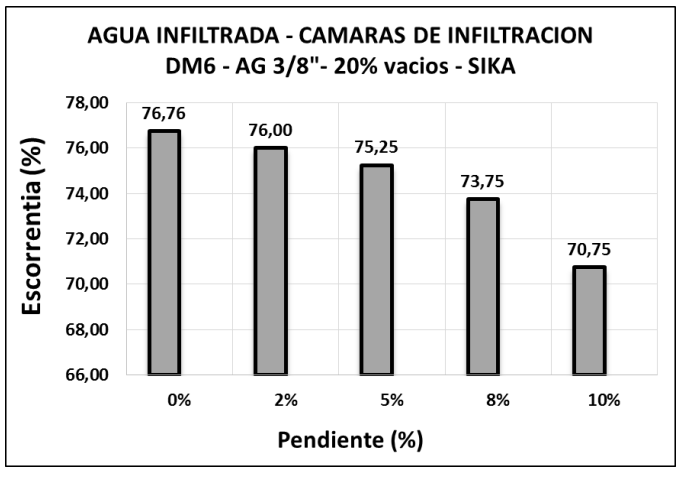
Figura 6.101 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de infiltración obtenidos, registrados por la cámara de infiltración para diferentes pendientes



(a)



(c)

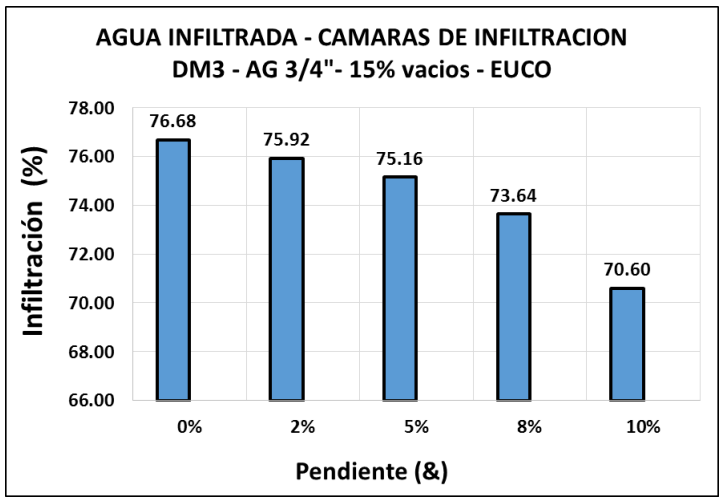


(b)

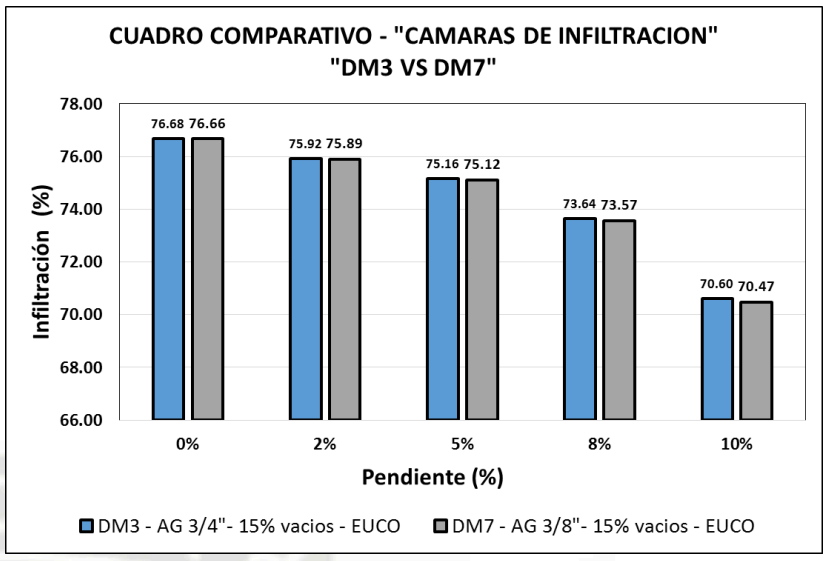
Figura 6.102 (a) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM2

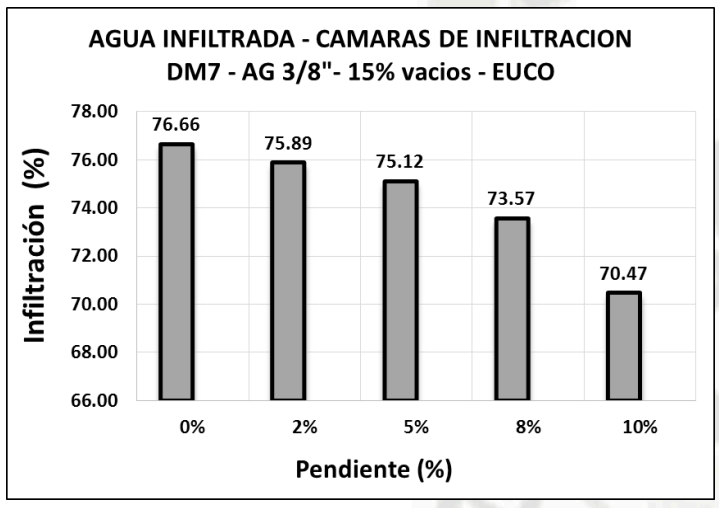
Figura 6.103 (b) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM6

Figura 6.104 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de infiltración obtenidos, registrados por la cámara de infiltración para diferentes pendientes



(a)





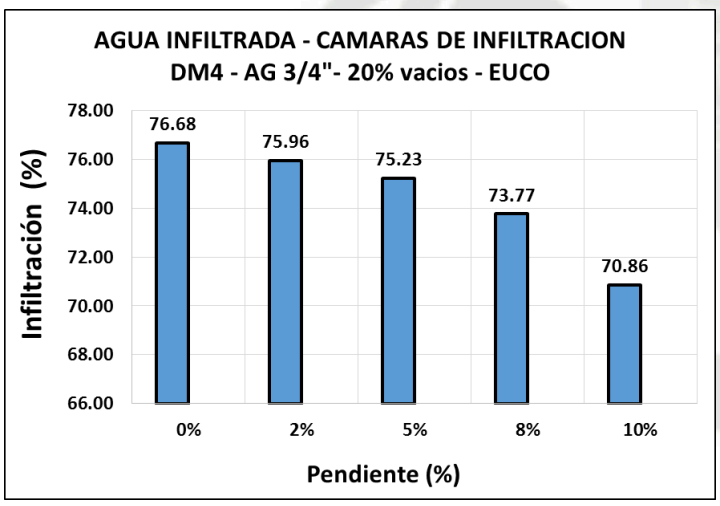
(b)

(c)

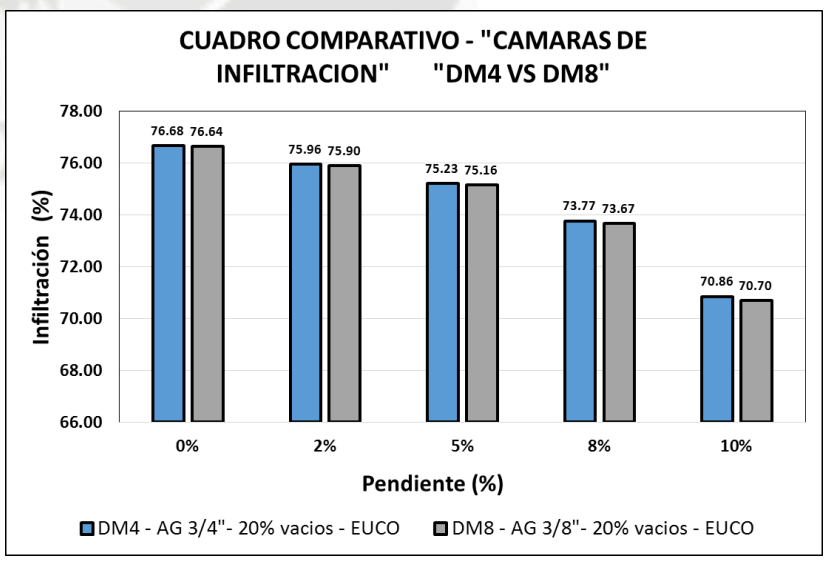
Figura 6.105 (a) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM3

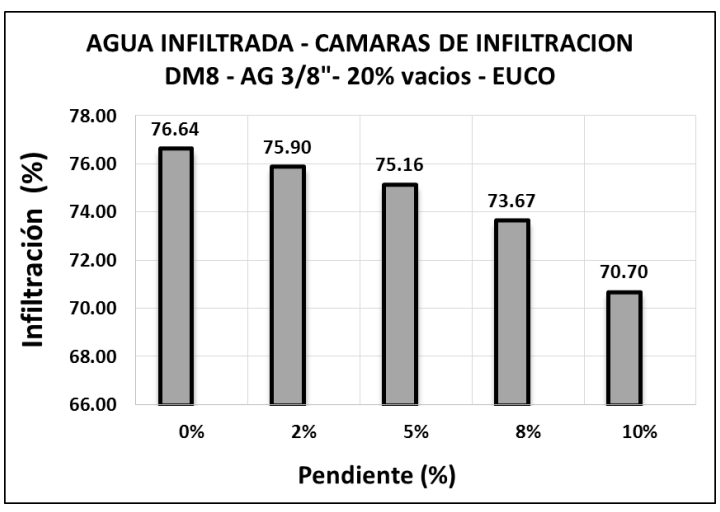
Figura 6.106 (b) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM7

Figura 6.107 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de infiltración obtenidos, registrados por la cámara de infiltración para diferentes pendientes



(a)





(b)

(c)

Figura 6.110 (a) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM4

Figura 6.108 (b) Porcentaje de infiltración que se generó en la condición más extrema, fue registrado por las cámaras de infiltración para diferentes pendientes – DM8

Figura 6.109 (c) Graficas comparativas de los Porcentajes de infiltración obtenidos, registrados por la cámara de infiltración para diferentes pendientes

6.2.15 ELECCION DEL CONCRETO POROSO ÓPTIMO, CONDICIONES MAS EXTREMAS

Para la elección de la muestra con mayor resistencia a la colmatación de finos, sometimos a las ocho muestras fabricadas a la condición de colmatación más extrema que es la de SUPERFICIE COLMATADA AL MAXIMO, ya que en esta condición extrema recién aparece el fenómeno de escorrentía superficial.

Las condiciones más extremas que se consideró para la elección del concreto poroso con más resistencia a la colmatación de finos fueron las siguientes:

- ✓ Una pendiente de 10%.
- ✓ Superficie Colmatada al máximo.

Esta elección se dio a partir de la elección del porcentaje más alto de agua infiltrada en las cámaras de infiltración en las diferentes muestras - diseños de mezcla.

10% de Pendiente	
Diseño	**% de agua infiltrada**
DM1	70,61
DM2	70,77
DM3	70,60
DM4	70,86
DM5	70,21
DM6	70,75
DM7	70,47
DM8	70,70

Tabla 6-72 Porcentajes de agua infiltrada en la condición más extrema,

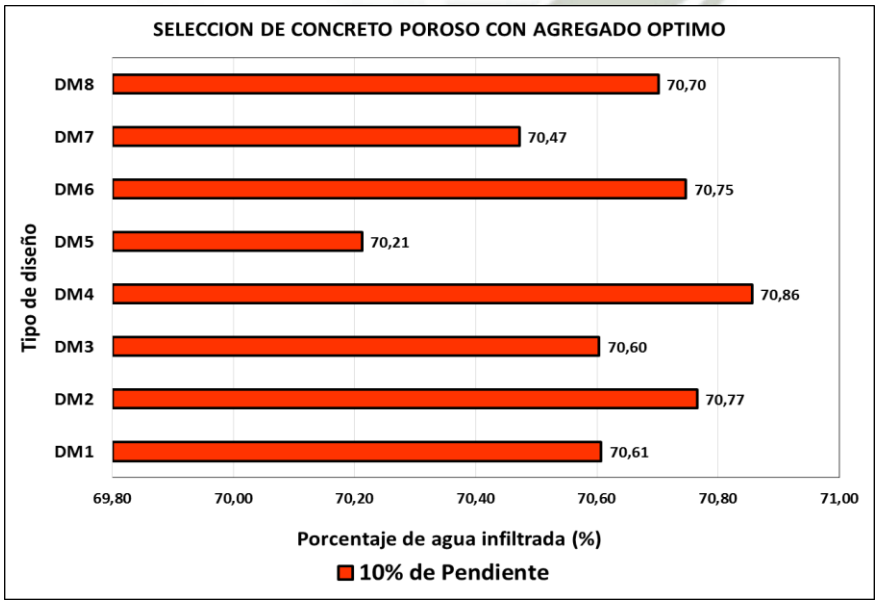


Figura 6.111 Selección de la muestra porosa optima, según el porcentaje de agua infiltrada

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.3 CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS

Se elaboraron un total de 593 especímenes para los diferentes ensayos en esta investigación.

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DIFERENTES ENSAYOS REALIZADOS EN LA INVESTIGACION							
Diseños elaborados	Caracteristicas del diseño	Edades	Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Resistencia a la tensión (kg/cm2)	Resistencia a la flexión (kg/cm2)	Permeabilidad (mm/s)	Resistencia a la colmatación (%)
DM1	TMN 3/4"	7	187,37	13,63	28,45	-	-
	15% DE VACIOS	14	241,97	16,23	37,36	-	-
	SIKA PLASTIFICANTE	28	290,66	17,69	47,10	5,46	70,61
DM2	TMN 3/4"	7	161,58	11,48	26,23	-	-
	20% DE VACIOS	14	199,63	13,22	31,34	-	-
	SIKA PLASTIFICANTE	28	251,89	14,51	36,70	12,31	70,77
DM3	TMN 3/4"	7	182,45	13,40	27,88	-	-
	15% DE VACIOS	14	230,14	15,68	34,38	-	-
	EUCO PLASTIFICANTE	28	282,52	16,74	44,99	5,86	70,60
DM4	TMN 3/4"	7	158,75	8,98	25,55	-	-
	20% DE VACIOS	14	194,27	11,63	29,92	-	70,86
	EUCO PLASTIFICANTE	28	245,44	13,09	33,70	12,85	
DM5	TMN 3/8"	7	216,35	14,91	32,94	-	-
	15% DE VACIOS	14	270,00	18,25	41,10	-	-
	SIKA PLASTIFICANTE	28	307,14	20,28	50,45	2,33	70,21
DM6	TMN 3/8"	7	178,57	12,77	27,27	-	-
	20% DE VACIOS	14	217,63	15,17	36,63	-	-
	SIKA PLASTIFICANTE	28	269,58	16,06	41,42	4,63	70,75
DM7	TMN 3/8"	7	198,21	13,71	30,44	-	-
	15% DE VACIOS	14	255,98	16,84	40,10	-	-
	EUCO PLASTIFICANTE	28	295,54	19,21	48,94	2,54	70,47
DM8	TMN 3/8"	7	169,94	12,13	26,14	-	-
	20% DE VACIOS	14	207,60	14,09	32,03	-	-
	EUCO PLASTIFICANTE	28	261,68	15,81	39,23	4,96	70,70
DM9	TMN 3/4"	7	133,63	No se realizaron estos ensayos para este diseño			
	15% DE VACIOS	14	183,69				
	SIN ADITIVO	28	224,52				
DM3	TMN 3/4" 15% DE VACIOS EUCO PLASTIFICANTE	28	Capa de rodadura permeable de concreto poroso de (2 x 2 x 0,10m) fue fabricada para demostrar mediante un video la permeabilidad y luego realizar un analisis numerico de ca pacidad de pemeabilidad (5,86 mm/s). que presenta cuando entra en contacto directo con el agua (430 litros), el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO TRES (DM3), fue el que se seleccionó para elaborar la pasta porosa para la capa de rodadura permeable.				

Tabla 6-73 Cuadro resumen de resultados finales obtenidos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.4 CLASIFICACION DE CLASIFICACION DE RESULTADOS POR CALIDAD

Se elaboraron un total de 593 especímenes para los diferentes ensayos en esta investigación.

CUADRO RESUMEN - CLASIFICION DE RESULTADOS POR CALIDAD						
Diseños elaborados	Caracteristicas del diseño	Resistencia a la compresión	Resistencia a la tensión	Resistencia a la flexión	Permeabilidad	Resistencia a la colmatación
DM1	TMN 3/4" 15% DE VACIOS SIKA PLASTIFICANTE	3	3	3	4	5
DM2	TMN 3/4" 20% DE VACIOS SIKA PLASTIFICANTE	7	7	7	2	2
DM3	TMN 3/4" 15% DE VACIOS EUCO PLASTIFICANTE	4	4	4	3	6
DM4	TMN 3/4" 20% DE VACIOS EUCO PLASTIFICANTE	8	8	8	1	1
DM5	TMN 3/8" 15% DE VACIOS SIKA PLASTIFICANTE	1	1	1	8	8
DM6	TMN 3/8" 20% DE VACIOS SIKA PLASTIFICANTE	5	5	5	6	3
DM7	TMN 3/8" 15% DE VACIOS EUCO PLASTIFICANTE	2	2	2	7	7
DM8	TMN 3/8" 20% DE VACIOS EUCO PLASTIFICANTE	6	6	6	5	4
DM9	TMN 3/4" 15% DE VACIOS SIN ADITIVO	9	No se realizaron estos ensayos para este diseño			
DM3	TMN 3/4" 15% DE VACIOS EUCO PLASTIFICANTE	8	Capa de rodadura permeable de concreto poroso de (2 x 2 x 0,10m) fue fabricada para demostrar mediante un video la permeabilidad y luego realizar un analisis numerico de ca pacidad de pemeabilidad (5,86 mm/s). que presenta cuando entra en contacto directo con el agua (430 litros), el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO TRES (DM3), fue el que se seleccionó para elaborar la pasta porosa para la capa de rodadura permeable.			

Tabla 6-74 Cuadro resumen de clasificación de resultados por calidad

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.4.1 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Para el análisis de costos unitarios se hizo una comparación entre los costos de producción de una losa de concreto convencional y un losa de concreto poroso.

El requisito fundamental para fabricar pavimentos permeables de concreto poroso de baja transitabilidad vehicular según el **(ACI 522R_10)** es tener una resistencia a la compresión típica entre 175 kg/cm2 y 285 kg/cm2.

Para el análisis de costos unitarios tanto para la losa elaborada con concreto convencional y la losa elaborada con concreto poroso se eligió una resistencia promedio de 280 kg/cm2.

En esta investigación, el diseño de mezclas que se aproxima a este valor f'c es el que se obtuvo con el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO TRES (DM3), con f'c de (282.52 kg/cm2) DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO TRES (DM3) con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 9.21 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43.09 kg, Agua = 2.76 litros, Aditivo Plastificante retardante, reductor de agua de la marca EUCO (EUCO WR 51) = 46.04 ml) y 15% de vacíos en el diseño.

6.4.1.1 CONCRETO CONVENCIONAL

		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA					
		PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM					
TITULO DE TESIS :	Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa						
PARTIDA	LOSA DE CONCRETO CONVENCIONAL f'c=280 Kg/cm2						
RENDIMIENTO	m3/DIA	MO.	30	EQ.	30	Costo unitario directo por : m3	S/. 326,39

MANO DE OBRA					
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
CAPATAZ	hh	0,25	0,067	20,69	1,39
OPERARIO	hh	2	0,533	18,25	9,73
OFICIAL	hh	1	0,267	15,11	4,03
PEON	hh	5	1,333	13,62	18,16
					S/. 33,30

MATERIALES					
Descripción Recurso	Unidad		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 Kg)	bols	42,5 kg	9,00	21,50	193,5
ARENA GRUESA	m3		0,44	55,00	24,2
PIEDRA CHANCADA DE 3/8"	m3		0,88	80,00	70,4
AGUA	m3		0,19	0,21	0,039
					S/. 288,14

EQUIPOS					
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 9 p3	hm	1	0,36	3,46	1,25
VIBRADOR DE 4HP	hm	1	0,36	5,66	2,04
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		55,46	0,03	1,66
					S/. 4,95

Tabla 6-75 Análisis de costos unitarios para un Concreto Convencional

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.4.1.2 CONCRETO POROSO

		UNIVERSISDAD CATOLICA DE SANTA MARIA					
		PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
		LABORATORIO DE CONCRETO UCSM					
TITULO DE TESIS :	Determinacion del grado de Permeabilidad y Evaluacion de la Resistencia a la Colmatacion, haciendo usos de los aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricacion de concreto poroso en la ciudad de Arequipa						
PARTIDA	LOSA DE CONCRETO POROSO f'c=280 Kg/cm2						
RENDIMIENTO	m3/DIA	MO.	30	EQ.	30	Costo unitario directo por : m3	S/. 248,44

MANO DE OBRA					
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
CAPATAZ	hh	0,25	0,067	20,69	1,39
OPERARIO	hh	2	0,533	18,25	9,73
OFICIAL	hh	1	0,267	15,11	4,03
PEON	hh	5	1,333	13,62	18,16
					S/. 33,30

MATERIALES					
Descripción Recurso	Unidad		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 Kg)	bols	42,5 kg	7,65	21,50	164,48
ADITIVO EUCO WR - 51	Lts	30 lts	0,0009	450,50	0,413
PIEDRA CHANCADA DE 3/8"	m3		0,57	80,00	45,28
AGUA	m3		0,098	0,21	0,020
					S/. 210,19

EQUIPOS					
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 9 p3	hm	1	0,36	3,46	1,25
VIBRADOR DE 4HP	hm	1	0,36	5,66	2,04
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		55,46	0,03	1,66
					S/. 4,95

Tabla 6-76 Análisis de costos unitarios para un Concreto Poroso

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES

1. La mayor capacidad de permeabilidad que se obtuvo en esta investigación con el concreto poroso fue utilizando el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO CUATRO (DM4) con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 6.39 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43,09 kg, Agua = 2,24 litros, Aditivo Plastificante retardante, reductor de agua de la marca EUCO (EUCO WR 51) = 31.94 ml) y 20% de vacíos en el diseño, obtuvo una capacidad de permeabilidad de 31,94 mm/s.

2. La menor capacidad de permeabilidad que se obtuvo en esta investigación con el concreto poroso fue utilizando el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO CINCO (DM5) con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 9.21 kg, Agregado grueso de 3/8" = 44,79 kg, Agua = 2,76 litros, Aditivo Plastificante, reductor de agua de alto rango de la marca SIKA (SIKAMENT 306) = 73,67 ml) y 15% de vacíos en el diseño, obtuvo una capacidad de permeabilidad de 2.33 mm/s.

3. En la demostración de la capacidad de permeabilidad del losa permeable de 4 m2 de área y 10 cm de espesor construida para esta investigación, se utilizó el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO TRES (DM3) que obtuvo una capacidad de permeabilidad de: (5.86 mm/s), elaborada con una dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 9.21 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43.09 kg, Agua = 2.76 litros, Aditivo Plastificante retardante, reductor de agua de la marca EUCO (EUCO WR 51) = 46.04 ml) y 15% de vacíos en el diseño, logro infiltrar por su estructura permeable 400 litros de agua de riego en un tiempo 5 minutos utilizando solo un 5.65 % de su capacidad de drenaje representado por el área de riego de 0.23 m2 que fue medida durante la demostración.

4. Se determinó que si la losa permeable permeable utilizara su 100 % de capacidad de drenaje representado por su área total de 4 m2, los 400 litros de agua de riego serian drenados por la capa permeable en 14, 76 segundos.

5. La mayor resistencia a la colmatación de finos que se obtuvo en esta investigación con el concreto poroso fue utilizando el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO CUATRO (DM4), con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 6.39 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43,09 kg, Agua = 2,24 litros, Aditivo Plastificante retardante, reductor de agua de la marca EUCO (EUCO WR 51) = 31.94 ml) y 20% de vacíos en el diseño,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

obtuvo un porcentaje de infiltración de agua 70.86%, para la condición más extrema, SUPERFICIE COLMADA AL MAXIMO con pendiente de 10%.

6. La menor resistencia a la colmatación de finos que se obtuvo en esta investigación con el concreto poroso fue utilizando el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO CINCO (DM5), con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 9.21 kg, Agregado grueso de 3/8" = 44,79 kg, Agua = 2,76 litros, Aditivo Plastificante, reductor de agua de alto rango de la marca SIKA (SIKAMENT 306) = 73,67 ml) y 15% de vacíos en el diseño, obtuvo un porcentaje de infiltración de agua de 70.21%, para la condición más extrema, SUPERFICIE COLMADA AL MAXIMO con pendiente de 10%.

7. En el ensayo de resistencia a la colmatación de finos, la eficiencia de infiltración de agua por la muestra de concreto poroso en la condición de SUPERFICIE LIMPIA y posteriormente en la condición de SUPERFICIE CON MANTENIMIENTO se reduce de 100% a 96.2% para la muestra fabricada con el DISEÑO DE MEZCLA NÚMERO CUATRO (DM4) con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 6.39 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43,09 kg, Agua = 2,24 litros, Aditivo Plastificante retardante, reductor de agua de la marca EUCO (EUCO WR 51) = 31.94 ml) y 20% de vacíos en el diseño, que obtuvo la mejor resistencia a la colmatación de finos.

8. En el ensayo de resistencia a la colmatación de finos se determinó que el porcentaje de infiltración de agua en las muestras de concreto poroso utilizadas para este ensayo disminuye cuando se incrementa la pendiente de la bandeja donde se apoya la muestra, concluyendo lo siguiente: Al tener un incremento de la pendiente de diseño en un pavimento permeable este tendrá un menor porcentaje de infiltración de agua por su estructura porosa (0%, 2%, 5%, 8%, 10%).

9. En el ensayo de resistencia a la colmatación de finos, el fenómeno de escorrentía superficial solo aparece cuando las muestras de concreto poroso elaboradas para este ensayo (ocho muestras) son afectadas por la condición de colmatación más extrema, SUPERFICIE COLAMATADA AL MAXIMO.

10. En el ensayo de resistencia a la colmatación de finos, la muestra de concreto poroso elaborada con el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO CUATRO (DM4) con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 6.39 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43,09 kg, Agua = 2,24 litros, Aditivo Plastificante retardante, reductor de agua de la marca

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

EUCO (EUCO WR 51) = 31.94 ml) y 20% de vacíos en el diseño, al ser afectado por la condición de colmatación más extrema, SUPERFICIE COLAMATADA AL MAXIMO con pendiente de 10%, fue la que almaceno en su cámara de recogida (cámara seis) el menor porcentaje de agua de escorrentía 29.14%.

11. En el ensayo de resistencia a la colmatación de finos, la muestra de concreto poroso elaborada con el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO CINCO (DM5) con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 9.21 kg, Agregado grueso de 3/8" = 44,79 kg, Agua = 2,76 litros, Aditivo Plastificante, reductor de agua de alto rango de la marca SIKA (SIKAMENT 306) = 73,67 ml) y 15% de vacíos en el diseño, al ser sometida a la condición de colmatación más extrema, SUPERFICIE COLAMATADA AL MAXIMO con pendiente de 10% fue la que almaceno en su cámara de recogida (cámara seis) el mayor porcentaje de agua de escorrentía 29.79%.

12. El uso de aditivos en la elaboración de concreto poroso es muy importancia ya que mejora la trabajabilidad (estado fresco) e incrementa la resistencia (estado endurecido).

13. El aditivo que tuvo un mejor comportamiento para el incremento de la trabajabilidad de la pasta de concreto poroso fue el aditivo de la marca EUCO (EUCO WR 51) que se caracteriza por ser plastificante retardante, reductor de agua, este aditivo se aplicó al DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO CUATRO (DM4) con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 6.39 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43,09 kg, Agua = 2,24 litros, Aditivo de la marca EUCO (EUCO WR 51) = 31.94 ml) y 20% de vacíos en el diseño, con este diseño de mezclas se obtuvo los mejores resultados en el incremento de la trabajabilidad en esta investigación, (Revenimiento Vertical de 12.23 cm, Revenimiento Horizontal de 24.79 cm y Tiempo de caída del Cono de Abrams invertido de 17.92 segundos).

14. Al no utilizar ningún tipo de aditivo para elaborar la pasta de concreto poroso con el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO NUEVE (DM9), con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 9.21 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43.09 kg, Agua = 2.76 litros, y 15% de vacíos en el diseño, se obtuvo la disminución de la trabajabilidad, (Revenimiento Vertical de 13.48 cm a un Revenimiento Vertical de 17.68 cm), (Revenimiento Horizontal de 23.39 cm a un Revenimiento Horizontal de 19.34 cm),

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

(Tiempo de caída del Cono de Abrams invertido de 19.71 segundos a un Tiempo de caída del Cono de Abrams invertido de 33.34 segundos.

15. El aditivo que tuvo un mejor comportamiento en el incremento de la resistencia del concreto poroso en general a los 28 días de fabricados fue el aditivo de la marca SIKA (SIKAMENT 306) que se caracteriza por ser plastificante, reductor de agua de alto rango.

16. Los mayores resultados de resistencia (INCLUYENDO ADITIVO) que se obtuvieron en esta investigación con el concreto poroso fue utilizando el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO CINCO (DM5) con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 9.21 kg, Agregado grueso de 3/8" = 44,79 kg, Agua = 2,76 litros, Aditivo Plastificante, reductor de agua de alto rango de la marca SIKA (SIKAMENT 306) = 73,67 ml) y 15% de vacíos en el diseño, obteniendo, (Resistencia a la compresión de 307.14 kg/cm2, Resistencia a la tensión indirecta de 20.28 kg/cm2, Resistencia a la flexión de 50.45 kg/cm2).

17. Los menores resultados de resistencia (INCLUYENDO ADITIVO) que se obtuvieron en esta investigación con el concreto poroso fue utilizando el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO CUATRO (DM4) con dosificación por pie cubico (p3) de: con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 6.39 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43,09 kg, Agua = 2,24 litros, Aditivo Plastificante retardante, reductor de agua de la marca EUCO (EUCO WR 51) = 31.94 ml) y 20% de vacíos en el diseño, obteniendo, (Resistencia a la compresión de 245.44 kg/cm2, Resistencia a la tensión indirecta de 13.03 kg/cm2, Resistencia a la flexión de 33.70 kg/cm2).

18. El menor resultado de resistencia (SIN INCLUIR ADITIVO) que se obtuvo en esta investigación con el concreto poroso fue utilizando el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO NUEVE (DM9) con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 9.21 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43.09 kg, Agua = 2.76 litros, y 15% de vacíos en el diseño, obteniendo, (Resistencia a la compresión de 224.52 kg/cm2).

19. En el ensayo de resistencia al desgate por abrasión e impacto, el concreto poroso con mayor durabilidad fue el fabricado con el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO CINCO (DM5), con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 9.21 kg, Agregado grueso de 3/8" = 44,79 kg, Agua = 2,76 litros, Aditivo Plastificante, reductor de agua de alto

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

rango de la marca SIKA (SIKAMENT 306) = 73,67 ml) y 15% de vacíos en el diseño, obteniendo un desgastarse del 27 % de su estructura compacta inicial que era 100%.

20. En el ensayo de resistencia al desgate por abrasión e impacto, el concreto poroso con menor durabilidad fue el fabricado con el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO CUATRO (DM4), con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 6.39 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43,09 kg, Agua = 2,24 litros, Aditivo Plastificante retardante, reductor de agua de la marca EUCO (EUCO WR 51) = 31.94 ml) y 20% de vacíos en el diseño, obteniendo un desgastarse del 35 % de su estructura compacta inicial que era 100%.

21. El concreto poroso al tener mayor porcentaje de vacíos tiende a disminuir su resistencia y al tener menor porcentaje de vacíos esta resistencia tiende a incrementarse.

22. Los aditivos utilizados en la investigación aumentan la resistencia y la trabajabilidad, pero disminuyen la permeabilidad.

23. El aditivo que redujo mayormente la permeabilidad del concreto poroso fue el aditivo de la marca SIKA (SIKAMENTE 306), de TIPO G que son considerados (Aditivos reductores de agua y retardadores de alto rango).

24. El aditivo que redujo en una menor cantidad la permeabilidad del concreto poroso fue el aditivo de la marca EUCO (EUCO WR 51), de TIPO D que son considerados (Aditivos reductores de agua y retardadores).

25. Se determinó que la evolución de la resistencia a la compresión en el concreto poroso, a los 7 días (65% - 70%), a los 14 días (80 - 85%), y a los 28 días (90%), estas evoluciones de resistencia son casi similar al del concreto convencional, a los 7 días (65 %), a los 14 días (90 %), y a los 28 días (99 %).

26. Un pavimento elaborado con concreto poroso resulta más económico que el elaborado con concreto convencional que es más caro, según el análisis de costos unitarios realizado para la investigación se podría generar un ahorro del 23.83% del costo de elaboración de un pavimento de concreto convencional, lo favorable del pavimento de concreto convencional es que tiene menos mantenimiento y más vida útil por lograr mayores resistencias.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES

1. Para el proceso de elaboración del concreto poroso, se recomienda utilizar la relación agua cemento de a/c: 0.3, porque se demostró que es la cantidad ideal de agua para la mezcla de concreto poroso, debiendo añadirse el agua de forma gradual y precisa, pues una cantidad insuficiente de agua resultará una mezcla sin consistencia de baja resistencia a la compresión.

2. Se recomienda utilizar el aditivo de la marca EUCO (EUCO WR 51) para elaborar concreto poroso ya que este aditivo mejora las propiedades de trabajabilidad (estado fresco) y de resistencia (estado endurecido), hace reducir la permeabilidad en menor cantidad.

3. El tiempo que se recomienda para el mezclado del concreto poroso debe durar (4 minutos) como mínimo y un máximo de (6 minutos) ya que se trabaja con relaciones a/c muy bajas (0.30- 0.35).

4. Durante el proceso de mezcla de los materiales para la elaboración de concreto poroso se recomienda: primero, echar el agua de mezcla en un 60 % más el 100% del aditivo dentro de la maquina mezcladora; segundo, echar dentro de la maquina mezcladora el 100% del cemento lentamente en un lapso de (1 minuto) para evitar que se formen grumos; tercero, echar dentro de la maquina mezcladora el 100 % del agregado grueso lentamente en un lapso de (40 segundos), cuarto, finalmente echar el 40 % restante de agua lentamente, de esta forma obtendremos una pasta uniforme, correctamente mezclada.

5. Para la elaboración de concreto poroso en la aplicación de pavimentos permeables se recomienda utilizar el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO TRES (DM3), con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 9.21 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43.09 kg, Agua = 2.76 litros, Aditivo Plastificante retardante, reductor de agua de la marca EUCO (EUCO WR 51) = 46.04 ml) y 15% de vacíos en el diseño, porque se demostró en esta investigación que la resistencia y la permeabilidad que tienen están en equilibrio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6. Utilizar diferentes diseños de mezclas que contengan diversos tamaños y cantidades de agregado para así obtener mayores criterios para seleccionar una mezcla óptima.

7. Realizar un mayor número de especímenes de prueba, principalmente para la determinación del módulo de rotura, para así tener datos estadísticos más confiables, ya que con este dato (módulo de rotura) es fundamental el diseño del pavimento permeable.

8. Se recomienda realizar otras investigaciones pero esta vez con agregados de otras canteras, para que se pueda tener un mejor conocimiento de diseño de mezclas de concreto poroso.

9. Se sugiere aplicar el pavimento de concreto poroso en pendientes de hasta 5 % evitando pendientes mayores a 8 %, porque la capacidad de infiltración de agua en el pavimento permeable disminuye al incrementarse la pendiente.

10. Al momento de fabricar la maquina denominada Permeámetro de Carga Variable se recomienda fabricarla con las dimensiones que se muestra en el reporte ACI 522R_10, siendo muy exacto, ya que depende mucho de la correcta fabricación de esta máquina los datos que se obtienen para el cálculo de la capacidad de permeabilidad del concreto poroso.

11. Antes de realizar el ensayo de resistencia a la colmatación de finos se recomienda siempre calibrar la máquina que es el INFILTROMETRO DE CANTABRO FIJO (ICF), para obtener valores más exactos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

BIBLIOGRAFIA

LIBROS:

- ✓ Fontaneda Sañudo Luis Ángel (2014) Análisis de la infiltración de agua de lluvia en firmes permeables con superficies de adoquines y aglomerados porosos para el control en origen de inundaciones. (Tesis Doctoral) – España.
- ✓ Rodríguez Hernández. J. (2008) Estudio, análisis y diseño de secciones permeables de firmes para vías urbanas con un comportamiento adecuado frente a la colmatación y con capacidad portante necesaria para soportar tráficos ligeros. Santander: Universidad de Cantabria. (Tesis Doctoral) – España.
- ✓ Calderón Colca Yaneth Verónica, Charca Chura Juan Antonio (2012) Análisis y Diseño de Pavimentos Permeables de concreto poroso – Perú.
- ✓ Pasquel Carbajal, E. (1993) Tópicos de Tecnología del Concreto, Colegio de Ingenieros del Perú - Lima.
- ✓ Meneses Ospina, Catalina M, Bravo Erazo Cesar H. (2007) Resistencia mecánica y condiciones de obra del concreto poroso en los pavimentos según el tipo de granulometría - Medellín.
- ✓ Ministerio de trasportes y comunicaciones (2006) Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares – Perú.
- ✓ Instituto de Ingeniería UNAM (1997). Manual de Tecnología del Concreto, Editorial Limusa S.A. – México.
- ✓ Montejo Fonseca, A. (2006), Ingeniería de Pavimentos Fundamentos, estudios básicos y diseño - Colombia.
- ✓ TENNESSEE READY MIXES CONCRETE ASSOCIATION (2005) Preliminary pecifications for Portland cement pervious concrete pavement - United States.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

NORMAS Y REPORTES:

- ✓ ACI-211.1-91 (2003) Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete - American Concrete Institute.
- ✓ ACI-522R-10 (2011) Report on Pervious Concrete - American Concrete Institute.
- ✓ ASTM-C1688 / C1688M-08 (2010) Standard Test Method for Density and Void Content of Freshly Mixed Pervious Concrete - ASTM International.
- ✓ ASTM_C127 (1993) Standard Test Method for Specific Gravitv and Absorption of Coarse Aggregate - ASTM International.
- ✓ ASTM_C131 (1996). Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine - ASTM International.
- ✓ ASTM_C136 (1996) Standard Test Method for Sieve Analysis of fine and Coarse Aggregates - ASTM International.
- ✓ ASTM_C143 (2000) Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete - ASTM International.
- ✓ ASTM_C49 (2009) Alternative testing methods for pervious concrete inverted cone - ASTM International.
- ✓ ASTM_C29/C29M (1997). Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate - ASTM International.
- ✓ ASTM_C33 (1999) Standard Specification for Concrete Aggregates - ASTM International.
- ✓ ASTM_C88 (1999) Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate - ASTM International.
- ✓ ASTM-C09.49. (sin fecha) Métodos de Prueba Alternativos para el concreto permeable - ASTM International.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ NTP_339.078 (2001) Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión simple del hormigón, en viga simplemente apoyada con cargas a los tercios del tramo. Norma Técnica Peruana.
- ✓ NTP_339.084 (2002) Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del hormigón, por compresión diametral en un probeta cilíndrica. Norma Técnica Peruana.
- ✓ NTP_400.012 (2002) Análisis granulométrico del agregado fino y grueso global. Norma Técnica Peruana.
- ✓ NTP_400.019 (2002) Método de Ensayo Normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados Gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la Máquina de los Ángeles. Norma Técnica Peruana, ASTM C131.
- ✓ NTP_400.021 (2002) Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado grueso. Norma Técnica Peruana.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

ANEXOS

DOCUMENTACION:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
AREQUIPA-PERU

CONSTANCIA

La que suscribe, **Ing. Milagros Guillén Málaga**, Coordinadora del Laboratorio de Suelos y Concreto del Programa Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR
Que el señor Bachiller en Ingeniería Civil:
RAUL CORDOVA CANTERO Código N° 2007801721

Ha realizado los ensayos de Laboratorio de Concreto y Materiales de Construcción para complementar su trabajo de tesis para optar el título de Ingeniero Civil cuyo Título es: **"DETERMINACION DEL GRADO DE PERMEABILIDAD Y EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA COLMATACION, HACIENDO USO DE ADITIVOS DE LAS MARCAS SIKA Y EUCO PARA LA FABRICACION DE CONCRETO POROSO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"**.

Los ensayos efectuados por el señor tesista fueron los siguientes:

- 216 Elaboración y ensayos de resistencia a la compresión: Probetas de concreto (15cm x 30cm).
- 192 Elaboración y ensayos de tensión indirecta: Probetas de concreto (15cm x 30cm).
- 96 Elaboración y ensayos de resistencia a la flexión: Vigas de concreto poroso (25cm x 25cm x 50cm).
- 80 Elaboración y ensayos de permeabilidad: Probetas de concreto (10cm x 15cm).
- 08 Elaboración y ensayos de resistencia a la colmatación: Pequeñas losas (50cm x 50cm x 25 cm).
- 01 Elaboración y ensayos de permeabilidad de Losa Porosa de 2m x 2m.

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, han sido realizados entre el 29/08/2015 y el 29/01/2016.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que estimen conveniente.

Arequipa, 19 de Abril del 2016

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
ING. MILAGROS GUILLEN MALAGA
COORDINADORA LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Cayetano Arenas N°152 - Parque Industrial - Arequipa – Perú Telf : 054 227915 email: labcivil@ucsm.edu.pe

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI | Dirección Regional de Arequipa

"Año de la consolidación del Mar de Grau"

INFORME – SENAMHI – DR6 – 2016

(Referencia OFICIO N° 050 - EPIC – 2016)

INFORMACION PREPARADA PARA:

RAUL CORDOVA CANTERO

ESTACION: MAP LA PAMPILLA

LAT: 16°24'18.22" LONG: 71°31'24" ALT: 2365 msnm.

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	13.4	17.0	1.0	3.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
2012	21.8	35.3	13.3	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.9
2013	16.1	124.5	6.4	0.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
2014	16.0	0.0	1.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2015	11.0	28.4	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2016	0.0	28.0	0.9									

ESTACION: CO HUASACACHE

LAT: 16°27'12.2" LONG: 71°33'3.1" ALT: 2242 msnm.

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	6.0	48.8	0.8	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
2012	24.3	29.7	17.3	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2013	10.6	20.9	8.0	0.0	1.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
2014	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2015	6.6	14.7	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2016	0.0	15.3	0.0									

Arequipa, 02 de Mayo del 2016

SENAMHI · SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA · DIRECCIÓN REGIONAL AREQUIPA

MSc. Blgo. Guillermo Edgar Gutiérrez Paco
Director Regional
SENAMHI- Arequipa

Senamhi | Calle Federico Torrico C-28 Urb. Atlas Umacollo - Arequipa (054)-256116
Email: dr06-arequipa@senamhi.gob.pe

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

"Año de la consolidación del Mar de Grau"

INFORME – SENAMHI – DR6 – 2016

(Referencia OFICIO N° 050 – EPIC -2016)

INFORMACION PREPARADA PARA:
RAUL CORDOVA CANTERO

ESTACION: MAP LA PAMPILLA

LAT: 16°24'18,22" LONG: 71°31'24,02" ALT: 2365m.s.n.m.

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

AñO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	0,0	2,1	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	4,2
1981	3,0	2,8	4,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1982	S/D	S/D	1,3	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,5	0,0
1983	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
1984	4,9	10,8	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0
1985	0,0	4,8	2,6	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
1986	2,5	14,3	4,2	0,0	1,5	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	2,5	6,5
1987	10,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1988	2,8	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
1989	1,4	14,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1990	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
1991	5,5	0,2	7,7	0,0	0,0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1992	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4
1993	13,5	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	1,8	0,0	0,0
1994	13,6	10,3	11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1995	28,0	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
1996	12,1	8,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	11,2	33,4	23,2	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4	2,5	0,0	0,0	6,6
1998	9,5	1,9	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	S/D	1,4
1999	3,0	12,3	S/D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,5
2000	20,2	9,2	23,7	0,3	0,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
2001	4,9	14,5	30,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
2002	3,2	15,4	15,0	0,5	0,0	0,4	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
2003	5,5	0,8	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2004	8,4	8,1	0,4	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3
2005	4,4	5,2	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	4,4
2006	5,7	14,9	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
2007	7,5	7,9	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2008	25,5	5,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
2009	3,9	8,4	4,6	0,8	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2010	0,8	4,7	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

HOJAS TECNICAS DE ADITIVOS UTILIZADOS:

BUILDING TRUST

HOJA TÉCNICA
Sikament®- 306

Superplastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Superplastificante, reductor de agua de alto rango, economizador de cemento. En climas templados y fríos mantiene la manejabilidad del concreto. No contiene cloruros.

USOS

Sikament®-306 tiene 3 usos básicos:

Como superplastificante.

Adicionado a una mezcla con consistencia normal se consigue fluidificar el concreto o mortero, facilitando su colocación, haciéndolo apto para el bombeo. Especialmente indicado para fundiciones de concreto por el sistema tremie.

Como reductor de agua de alto poder.

Adicionado en el agua de amasado, permite reducir hasta el 30% del agua de la mezcla consiguiéndose la misma manejabilidad con incremento notable en las resistencias mecánicas a todas las edades. La impermeabilidad y durabilidad del concreto se ven incrementadas.

Como economizador de cemento.

Se puede aprovechar el incremento de resistencias logrado al reducir agua con el aditivo, para disminuir el contenido de cemento y hacer más económico el diseño.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando la segregación y formación de cangrejeras. Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Permite doblar los tiempos de manejabilidad de la mezcla en climas medios y fríos.
- Aumenta notablemente la resistencia inicial del concreto.
- Permite reducir hasta el 30% del agua de la mezcla.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

	▪ Incrementa la resistencia final del concreto en más de un 40% ▪ Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto. ▪ Densifica el concreto.
NORMAS	Cumple con los requerimientos para superplastificantes según la norma ASTM C 494, tipo G.

DATOS BÁSICOS

FORMA	**ASPECTO** Líquido **COLOR** Pardo oscuro. **PRESENTACIÓN** Cilindro x 200 L Dispenser x 1000 L Granel x 1L
ALMACENAMIENTO	**CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL** Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
DATOS TÉCNICOS	**DENSIDAD** 1,18 – 1.23 kg/L **USGBC VALORACIÓN LEED** Sikament® -306 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN	**CONSUMO / DOSIS** Como plastificante del 0,5 % - 1 % del peso del cemento. Como superplastificante del 1 % - 2 % del peso del cemento.
MÉTODO DE APLICACIÓN	**MÉTODO DE APLICACIÓN** **Como plastificante:** Adicionarlo a la mezcla de concreto o mortero ya preparado y remezclar por lo menos durante 5 minutos hasta obtener una mezcla fluida.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Como superplastificante:

Adicionar disuelto en la última porción del agua de amasado durante la preparación de la mezcla.

IMPORTANTE

En la elaboración de concretos o morteros fluidos se exige una buena distribución granulométrica. Se debe garantizar un suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido.
En caso de deficiencia de finos, dosificar SikaAer® para incorporar el aire en forma controlada a la mezcla.
El uso de concreto fluido demanda un especial cuidado en el sellado de los encofrados para evitar la pérdida de la pasta de cemento.
La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y en las condiciones de obra.
Dosificación superiores a las recomendadas pueden ocasionar retardos en el fraguado del concreto.
Cuando se presenten dificultades en el proceso de bombeo y altas presiones, debido a las características de la mezcla (granulometría discontinua, carencia de finos, mezcla áspera) o cuando las condiciones del bombeo lo dificulten (longitud, altura, cambio de dirección), es aconsejable usar un aditivo que ayude al bombeo (SikaAer®).

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

"La presente Edición anula y reemplaza la Edición Nº 13

la misma que deberá ser destruida"

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sikament®- 306 :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS

2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL

Sika Perú S.A.
Concrete
Centro Industrial "Las Praderas de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y 6,
Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com

© 2014 Sika Perú S.A.

BUILDING TRUST

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

THE EUCLID CHEMICAL COMPANY
19218 REEDWOOD ROAD - CLEVELAND OH 44110
www.euclidchemical.com

EUCO WR 51®

CONSTRUCTION PRODUCTS FOR VOX A SAFER ENVIRONMENT

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA. PLASTIFICANTE RETARDANTE

EUCO WR 51 es un aditivo liquido plastificante, reductor de agua con efecto retardante. Provee una mezcla más plástica y cohesiva en el concreto fresco y una mejor durabilidad, reduciendo la contracción y la permeabilidad en el concreto endurecido.
EUCO WR 51 cumple con la norma ASTM C 494 tipo D. No contiene iones cloruro en su formulación.

PROPIEDADES: Apariencia : Liquido
Color : Café
Densidad : 1.18 kg/lt

APLICACIONES PRINCIPALES
EUCO WR 51 tiene los siguientes usos principales:
Como plastificante:
Al ser adicionado en una mezcla de concreto incrementa el asentamiento sin necesidad de aumentar la cantidad de agua, obteniendo concretos fluidos aptos para una buena colocación de concretos caravista y fundida de elementos prefabricados.
Como reductos de agua:
Incorporado en la mezcla de concreto puede reducir el agua de diseño hasta en un 12%, manteniendo constante el asentamiento y logrando altas resistencias en todas las edades, consiguiendo concretos más impermeables y durables.
Como ahorrador de cemento:
Cuando se reduce el requerimiento de agua en la mezcla de concreto, se puede reducir la cantidad de cemento, haciendo concretos de buena calidad a bajo costo.

CARACTERISTICAS/BENEFICIOS
- Provee mayor facilidad de manejo y acabado
- Aumenta resistencia
- Provee mayor durabilidad
- Reduce contracción y permeabilidad
- Mejor acabado del concreto.
- Aumenta la manejabilidad del concreto.
- Aumenta la adherencia entre concreto y caro de refuerzo.

DOSIFICACION: 0,2% ~ 0,4% del peso del cemento.

INFORMACION TECNICA
Resultados Típicos de Ingeniería
Resistencia a la Compresión comparada a la mezcla testigo

Edad	EUCO WR 51
3 dias	122%
7 dias	121%
28 dias	116%
6 meses	115%
1 año	114%

Resistencia a la Flexión

Edad	EUCO WR 51
3 dias	110%
7 dias	123%

ESPECIFICACIONES/NORMAS
EUCO WR 51 cumple con la norma:
ASTM C-494, Tipo D.

DIRECCIONES PARA SU USO
EUCO WR 51 se puede dosificar sobre cualquier parte de material de concreto, excepto sobre el cemento y preferentemente con el agua a razón de 0.2%- 0.4% del peso del cemento. Se puede utilizar **EUCO WR 51** en dosis múltiples para aumentar su comportamiento y cuando se usa a razón de 0.5% del peso del cemento cumplirá con los requerimientos de un aditivo para retardar el fraguado del concreto y reductor de agua de acuerdo a ASTM C-494, Tipo D. Se congelará a -2°C pero, regresará a su estado original una vez descongelado y mezclado completamente. **EUCO WR 51** es compatible con otros aditivos, e inclusores de aire; sin embargo, cada aditivo deber ser agregado por separado.
Cuando se utiliza **EUCO WR 51** con un agente inclusor de aire, se debe reducir la cantidad del inclusor de aire. **EUCO WR 51** puede reaccionar con el agente inclusor de aire aumentando su eficiencia para incluir aire.
Para asegurar uniformidad del aditivo, **EUCO WR 51** se dosifica con equipo automático.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Todo concreto debe tener un buen curado durante los primeros 7 días y se recomienda utilizar Kurez QS. EUCOCURE, etc.

PRESENTACION

EUCO WR 51 se ofrece a granel en envases (contenedor ligero) de 250 galones, cilindros de 230 kg. (55 galones) y baldes de 20 kg. (5 galones)

PRECAUCIONES/RESTRICCIONES

Se debe mantener **EUCO WR 51** sobre el punto de congelamiento; sin embargo, el congelamiento y subsecuente descongelamiento no dañará el material si se agita completamente.

Agregue a la mezcla independientemente de otros aditivos.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

EUCO WR-51 debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.

Vida útil en almacenamiento: 1 año.

INFORMACION TECNICA

Apariencia	:	Líquido
Color	:	Marrón oscuro
Densidad	:	1.23 kg/l
Solubilidad	:	Soluble en agua

CARIS s.r.l.
INGENIERIA Y SERVICIOS
Av. Unión 821 - Miraflores - Arequipa
(054) 229518 - Telefax (054) - 201231
E-mail : caris@terra.com.pe
RUC. 20329200936
www.carisert.com

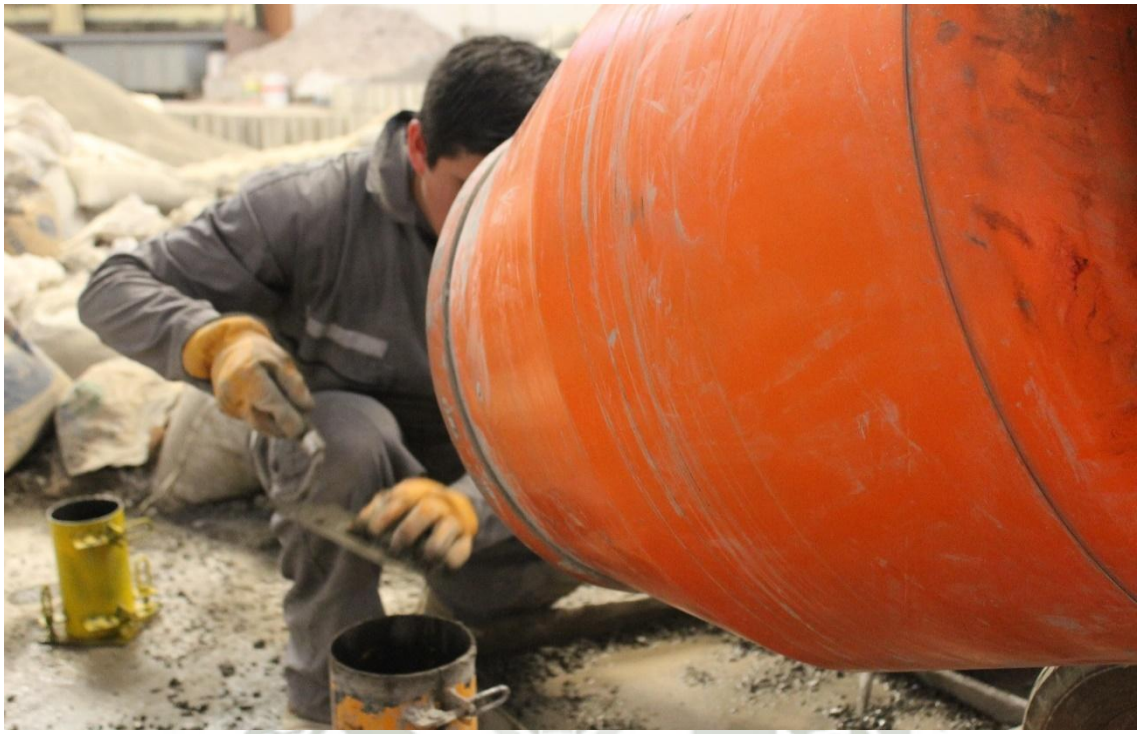
*ADITIVOS PARA LA CONSTRUCCION
*EQUIPOS DE INGENIERIA
*EQUIPOS DE LABORATORIO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PANEL FOTOGRAFICO:



Elaboración de briquetas de concreto poroso (a)

Elaboración de briquetas de concreto poroso (b)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Lavando el trompo de 2p3 después de su uso

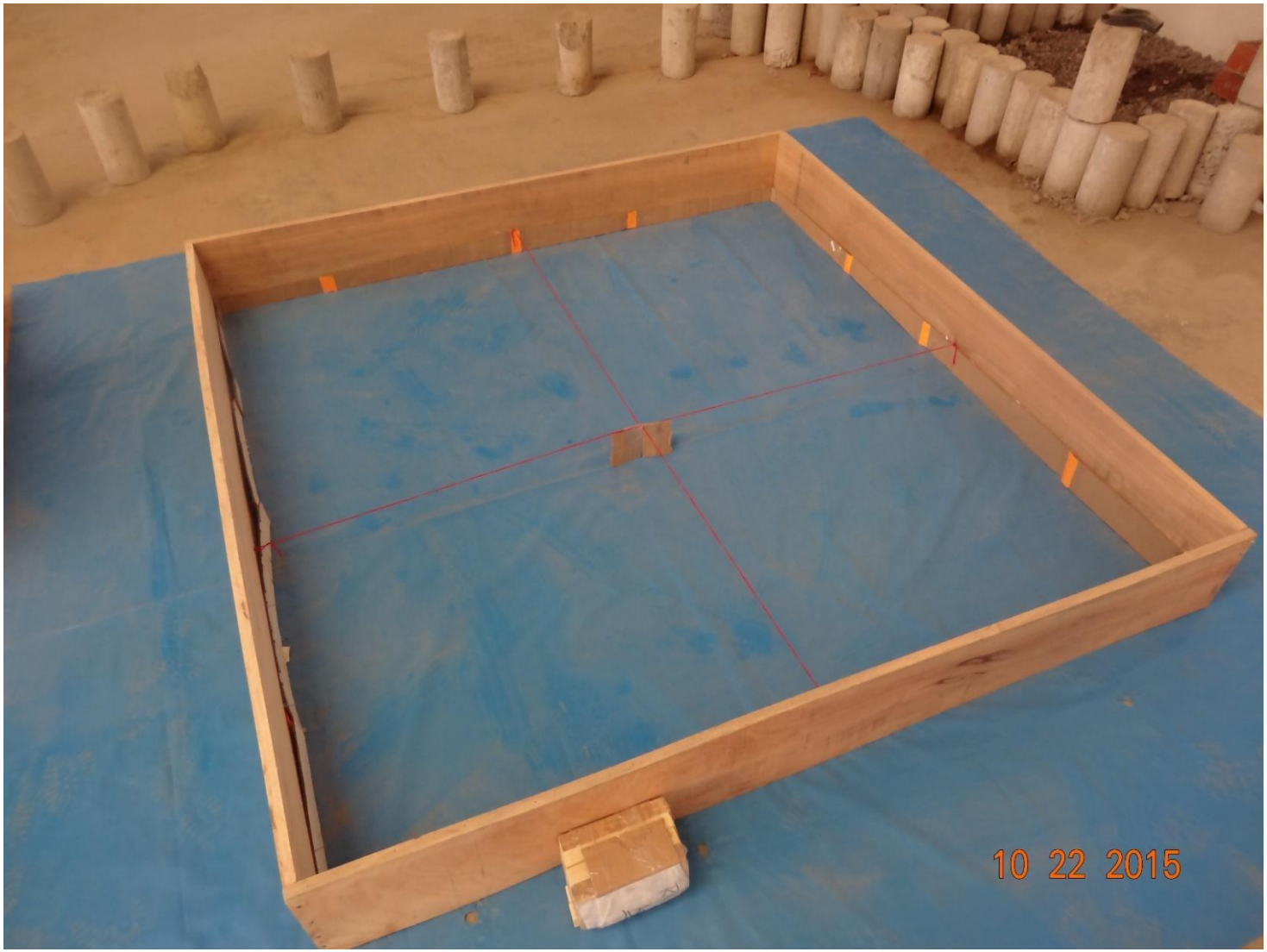
Curado de briquetas de concreto poroso

Prototipo de Infiltrometro de Cántabro Fijo (ICF)

Fabricación de Infiltrometro de Cántabro Fijo – Etapa de Soldado

Armazón del Infiltrometro de Cántabro Fijo (ICF) terminado

Infiltrometro de Cántabro Fijo terminado al 100 % - Listo para el ensayo



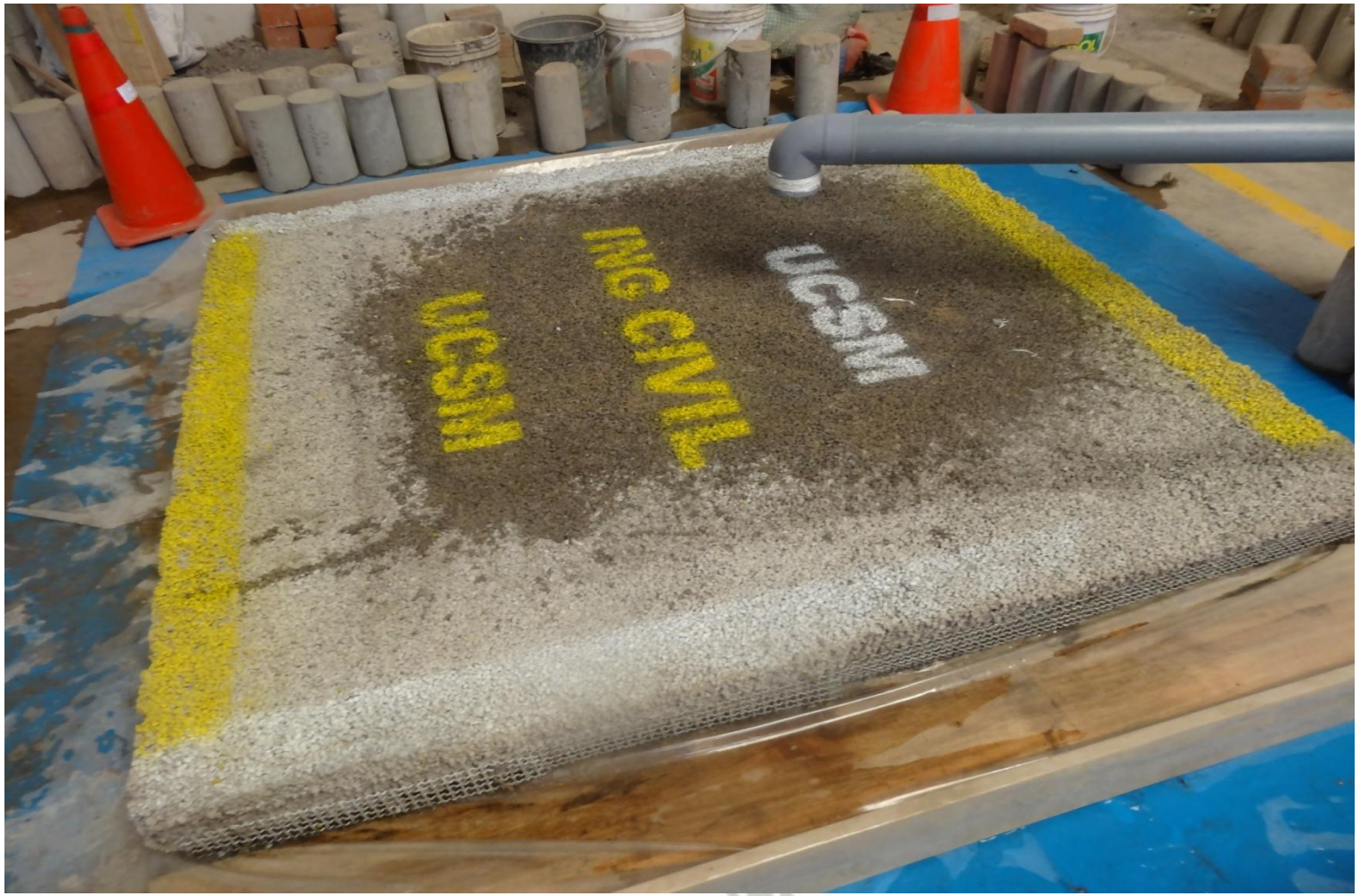
Encofrado ya armado con los niveles puestos (pita roja) para comenzar con la fabricación de la losa porosa
Paso 1 – fabricación la subrasante con 10 % de pendiente

Ensayo de densidad para obtener la densidad de campo de la subrasante fabricada

Fabricación de la subbase de la losa porosa sobre la geomenbrana impermeable con agregado grueso de 1”

Trompo de 9 pies3 junto con todos los materiales que se utilizaron en el vaciado de la losa porosa

Vaciado de la losa porosa



Losa porosa después del ensayo de permeabilidad

Foto de recuerdo, Tesista RAUL CORDOVA CANTERO – ABRIL DEL 2016

Foto de recuerdo, Tesista RAUL CORDOVA CANTERO – ABRIL DEL 2016