

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: OBJETIVOS Y DESARROLLO</b>	<b>5</b>
<b>I.1. Objetivos y desarrollo</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	<b>7</b>
<b>II.1. Estructura del suelo. Definiciones</b>	<b>7</b>
<b>II.1.1. Las fases de suelo y los porosidad</b>	<b>7</b>
<b>II.1.2. Fase líquida y fase gaseosa en el espacio poroso</b>	<b>12</b>
<b>II.2. Retención del agua en los suelos</b>	<b>13</b>
<b>II.2.1. Potencial mátrico</b>	<b>13</b>
<b>II.2.2. La curva característica de la humedad del suelo</b>	<b>15</b>
<b>II.2.3. Efecto osmótico en la retención de agua</b>	<b>18</b>
<b>II.3.4. Histéresis</b>	<b>20</b>
<b>II.3. Leyes físicas el flujo de agua en suelos</b>	<b>22</b>
<b>II.3.1 Ley de Darcy</b>	<b>22</b>
<b>II.3.1.1. Las ecuaciones de Darcy para flujo de agua</b>	<b>22</b>
<b>II.3.1.2. Las ecuaciones básicas del flujo de agua en suelos</b>	<b>25</b>
<b>II.3.1.3. Conductividad hidráulica no saturada</b>	<b>28</b>
<b>II.3.1.4. Difusividad de agua en el suelo</b>	<b>31</b>
<b>II.3.2. Configuración de la fase gaseosa en suelos no saturados</b>	<b>31</b>
<b>II.3.2.1. Aire atrapado y libre en el suelo</b>	<b>31</b>
<b>II.3.2.2. Sistema cerrado</b>	<b>34</b>
<b>II.3.2.3. Flujo de agua en sistemas abiertos</b>	<b>35</b>
<b>II.3.2.4. Significado de la configuración de la fase gaseosa</b>	<b>38</b>
<b>II.4. Infiltración de agua en el suelo</b>	<b>39</b>
<b>II.4.1. Infiltración en suelos secos</b>	<b>39</b>
<b>II.4.2. Infiltración en suelos húmedos</b>	<b>40</b>
<b>II.4.3. Factores influyentes</b>	<b>41</b>
<b>II.4.2. Capacidad de Infiltración</b>	<b>43</b>
<b>II.4.3. Velocidad de infiltración en el campo</b>	<b>44</b>
<b>II.4.4. Formulación matemática de la infiltración</b>	<b>48</b>
<b>II.4.4.1. Ecuaciones empíricas</b>	<b>48</b>
<b>II.4.4.2. Ecuación de Green Ampt</b>	<b>49</b>
<b>II.4.4.3. El método de Philip</b>	<b>53</b>

<b>II.5. Flujo estacionario de agua en suelos</b>	<b>57</b>
<b>II.5.1. Flujo estacionario en suelos</b>	<b>57</b>
<b>II.5.2. Flujo estacionario ascendente</b>	<b>58</b>
<b>II.5.3. Flujos estacionarios descendentes</b>	<b>61</b>
<b>CAPÍTULO III: EL MÉTODO DE SIMULACIÓN POR REDES (MESIR)</b>	<b>65</b>
<b>III.1. Descripción</b>	<b>65</b>
<b>III.2. El MESIR, un método numérico</b>	<b>68</b>
<b>III.3. Simulación</b>	<b>69</b>
<b>CAPÍTULO IV: Modelos matemáticos y modelos en red</b>	<b>72</b>
<b>IV.1. Modelo matemático 2-D</b>	<b>72</b>
<b>IV.1.1. Ecuación diferencial</b>	<b>73</b>
<b>IV.1.2. Condiciones de contorno</b>	<b>73</b>
<b>IV.1.3. Ecuaciones de dependencia de los coeficientes de la ecuación diferencial</b>	<b>74</b>
<b>IV.2. Modelo de N capas</b>	<b>75</b>
<b>IV.3. Modelo en red 1-D</b>	<b>75</b>
<b>IV.4. Modelo en red 2-D</b>	<b>81</b>
<b>CAPÍTULO V: Obtención de gráficas 2-D</b>	<b>82</b>
<b>CAPÍTULO VI: APLICACIONES</b>	<b>84</b>
<b>VI.1. Simulación 1-D. Ejemplos</b>	<b>85</b>
<b>VI.1.1. Influencia de la textura sobre la humectación en suelos monocapas.</b>	<b>85</b>
<b>VI.1.1.1. Simulaciones monocapa</b>	<b>85</b>
<b>VI.1.1.1.1. Simulaciones monocapa, suelo arenoso</b>	<b>85</b>
<b>VI.1.1.1.2. Simulaciones monocapa suelo franco.</b>	<b>85</b>
<b>VI.1.1.1.3. Simulación monocapa suelo arcilloso.</b>	<b>86</b>
<b>VI.1.1.1.4. Comparaciones simulaciones de suelos monocapa.</b>	<b>87</b>
<b>VI.1.1.1.4.1. Comparación en suelos monocapa variante a.</b>	<b>87</b>
<b>VI.1.1.1.4.2. Comparación en suelos monocapa variante b.</b>	<b>88</b>
<b>VI.1.2. Influencia de la textura sobre la humectación en suelos bicapas.</b>	<b>89</b>
<b>VI.1.2.1. Simulaciones bicapa.</b>	<b>89</b>
<b>VI.1.2.1.1. Simulaciones bicapa suelo arcilloso-franco</b>	
<b>VI.1.2.1.1.1. Suelo arcilloso-franco variante b1</b>	<b>89</b>
<b>VI.1.2.1.1.2. Suelo arcilloso-franco variante b2</b>	<b>90</b>
<b>VI.1.2.1.1.3. Suelo arcilloso-franco variante b3</b>	<b>91</b>

VI.1.2.1.1.4. Comparación var. b2 y b3 suelo arcillo-franco	92
VI.1.2.1.2. Simulaciones bicapa suelo arcilloso-arenoso	92
VI.1.2.1.2.1. Suelo arcilloso-arenoso variante b1	92
VI.1.2.1.2.2. Suelo arcilloso-arenoso variante b2	93
VI.1.2.1.2.3. Suelo arcilloso-arenoso variante b3	93
VI.1.2.1.2.4. Comparación var. b2 y b3 s. arcillo-arenoso	94
VI.1.2.1.3. Simulaciones bicapa suelo franco-arcilloso.	94
VI.1.2.1.3.1. Suelo franco-arcilloso variante b1	94
VI.1.2.1.3.2. Suelo franco-arcilloso variante b2	95
VI.1.2.1.3.3. Suelo franco-arcilloso variante b3	95
VI.1.2.1.3.4. Comparación var. b2 y b3 suelo franco-arcilloso	103
VI.1.2.1.4. Simulaciones bicapa suelo franco-arenoso.	104
VI.1.2.1.4.1. Suelo franco-arenoso variante b1	104
VI.1.2.1.4.2. Suelo franco-arenoso variante b2	104
VI.1.2.1.4.3. Suelo franco-arenoso variante b3	105
VI.1.2.1.4.4. Comparación var. b2 y b3 s. franco-arcilloso	105
VI.1.2.1.5. Simulaciones bicapa suelo arenoso-arcilloso.	106
VI.1.2.1.5.1. Suelo arenoso-arcilloso variante b1	106
VI.1.2.1.5.2. Suelo arenoso-arcilloso variante b2	107
VI.1.2.1.5.3. Suelo arenoso-arcilloso variante b3	107
VI.1.2.1.5.4. Comparación var. b2 y b3 suelo franco-arcilloso	108
VI.1.2.1.6 Simulaciones bicapa suelo arenoso-franco.	109
VI.1.2.1.6.1. Suelo arenoso-franco variante b1	109
VI.1.2.1.6.2. Suelo arenoso-franco variante b2	109
VI.1.2.1.6.3. Suelo arenoso-franco variante b3	110
VI.1.2.1.5.4. Comparación var. b2 y b3 suelo franco-arcilloso	111
<b>VI.2. Simulación 2-D. Ejemplos</b>	<b>112</b>
<b>VI.2.1. Influencia de la textura sobre la humectación en suelos monocapas.</b>	<b>112</b>
<b>VI.2.1.1. Simulaciones monocapa</b>	<b>112</b>
VI.2.1.1.1. Simulaciones monocapa suelo arenoso.	112
VI.2.1.1.2. Simulaciones monocapa suelo franco	113
VI.2.1.1.3. Simulaciones monocapa suelo arcilloso.	115
VI.2.1.1.4. Comparación en suelos monocapa variantes.	116
<b>VI.2.2. Influencia de la textura sobre la humectación en suelos bicapas.</b>	<b>120</b>
<b>VI.2.2.1. Simulaciones bicapa</b>	<b>120</b>
<b>VI.2.2.1.1. Simulaciones bicapa suelo arcilloso-franco</b>	<b>120</b>
VI.2.2.1.1.1. Suelo arcilloso-franco variante b1	120
VI.2.2.1.1.2. Suelo arcilloso-franco variante b2	121
VI.2.2.1.1.3. Suelo arcilloso-franco variante b3	122
VI.2.2.1.1.4. Comparación var. a(b2) y a(b3) s. franco-arcilloso	124
VI.2.2.1.1.5. Comparación var. b(b2) y b(b3) s. franco-arcilloso	125

<b>VI.2.2.2.1 Simulaciones bicapa suelo arcilloso-arenoso</b>	<b>126</b>
<b>VI.2.2.2.1.1. Comparación var. <math>b(b_1, b_2, b_3)</math> s. arcilloso-arenoso</b>	<b>126</b>
<b>VI.2.2.3.1. Simulaciones bicapa suelo franco-arcilloso</b>	<b>128</b>
<b>VI.2.2.3.1.1. Comparación var. <math>b(b_1, b_2, b_3)</math> s. franco-arcilloso.</b>	<b>128</b>
<b>VI.2.2.4.1. simulaciones bicapa suelo franco-arenoso</b>	<b>130</b>
<b>VI.2.2.4.1.1. Comparación var. <math>b(b_1, b_2, b_3)</math> s. franco-arenoso.</b>	<b>131</b>
<b>VI.2.2.5.1. Simulaciones bicapa suelo arenoso-arcilloso.</b>	<b>132</b>
<b>VI.2.2.5.1.1. Comparación var. <math>b(b_1, b_2, b_3)</math> s. arenoso-arcilloso.</b>	<b>133</b>
<b>VI.2.2.6.1. Simulaciones bicapa suelo arenoso-franco</b>	<b>134</b>
<b>VI.2.2.6.1.1. Comparación vari. <math>b(b_1, b_2, b_3)</math> s. arenoso-franco</b>	<b>134</b>
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES</b>	<b>109</b>
<b>CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>111</b>