

TESIS	Metodología para la evaluación cuantitativa del riesgo por rotura en línea de hidrocarburos debido a deslizamientos
SITIO DE ESTUDIO	Oleoducto Medellín Cartago K14+675

1. Estimativos Puntuales

$$N_c = 2^n$$

$$n = 3$$

$$N_c = 8$$

$$x_{i+} = \mu_{X_i} + \xi_{X_{i+}} \sigma_{X_i} \quad \xi_{X_{i+}} = \frac{v_{X_i}}{2} + \sqrt{1 + \left(\frac{v_{X_i}}{2}\right)^2}$$

$$x_{i-} = \mu_{X_i} + \xi_{X_{i-}} \sigma_{X_i} \quad \xi_{X_{i-}} = \frac{v_{X_i}}{2} - \sqrt{1 + \left(\frac{v_{X_i}}{2}\right)^2}$$

1.1. Escenario 1: Condicion Actual

Variable	Material	Media	Desv-Est	v	$\xi_{X_{i+}}$	x_{i+}	x_{i-}
$\phi' - 1$	1	20,25 °	0,1	0	1	20,34	20,16
c - 1	1	8KN/m2	7,5	0	1	15,70	0,62

Punto	$\phi' - 1$	c - 1
1	20,34	15,70
3	20,34	0,62
5	20,16	15,70
7	20,16	0,62

1.1. Escenario 2: Condicion Actual Con Nivel Freatico

Variable	Material	Media	Desv-Est	v	$\xi_{X_{i+}}$	x_{i+}	x_{i-}
$\phi' - 1$	1	20,25 °	0,1	0	1	20,34	20,16
c - 1	1	8KN/m2	7,5	0	1	15,70	0,62
N.F	1	4,4 m	2,64	0	1	7,04	1,76

Punto	$\phi' - 1$	c - 1	N.F
1	20,34	15,70	7,04
2	20,34	15,70	1,76
3	20,34	0,62	7,04
4	20,34	0,62	1,76
5	20,16	15,70	7,04
6	20,16	15,70	1,76
7	20,16	0,62	7,04
8	20,16	0,62	1,76



ANEXO 4: ANALISIS DE CONFIABILIDAD

TESIS

Metodología para la evaluación cuantitativa del riesgo por rotura en línea de hidrocarburos debido a deslizamientos

SITIO DE ESTUDIO

Oleoducto Medellín Cartago K14+675

2. Escenarios de Diseño

2.1. Condición Actual (Sin Nivel Freático)

Simulaciones	Escenario	Punto	$\phi' - 1$	c - 1	Nivel Freático	Sismo	Lluvia	F.S	Media	Desv	β	$\phi (\beta)$	P_f	P_f
1	Actual	1	20,25 °	8KN/m2				1,999						
2	Escenario 1	1	20,34 °	15,70KN/m2				1,703	1,26	0,44	0,5762399	0,718	0,282	0,282
3		3	20,34 °	0,62KN/m2			0,816							
4		5	20,16 °	15,70KN/m2			1,692							
5		7	20,16 °	0,62KN/m2			0,809							
6	Escenario 2	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,102		1,30	0,98	0,31	-0,057321	0,477	0,523	0,330
7		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,102	0,67							
8		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,102	1,29							
9		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,102	0,67							
10	Escenario 2	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,141		1,19	0,90	0,28	-0,349844	0,363	0,637	0,251
11		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,141	0,62							
12		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,141	1,18							
13		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,141	0,62							
14	Escenario 2	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,165		1,13	0,86	0,27	-0,535679	0,296	0,704	0,156
15		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,165	0,59							
16		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,165	1,12							
17		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,165	0,59							
18	Escenario 2	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,204		1,04	0,79	0,24	-0,863439	0,194	0,806	0,081
19		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,204	0,55							
20		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,204	1,03							
21		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,204	0,55							
22	Escenario 2	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,255		0,94	0,72	0,22	-1,305465	0,096	0,904	0,044
23		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,255	0,50							
24		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,255	0,93							
25		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,255	0,50							
26	Escenario 3	1	20,34 °	15,70KN/m2			0,138	1,703	1,25	0,44	0,5726861	0,717	0,283	0,283
27		3	20,34 °	0,62KN/m2			0,138	0,814						
28		5	20,16 °	15,70KN/m2			0,138	1,692						
29		7	20,16 °	0,62KN/m2			0,138	0,807						
30	Escenario 3	1	20,34 °	15,70KN/m2			0,157	1,703	1,25	0,44	0,5709152	0,716	0,284	0,284
31		3	20,34 °	0,62KN/m2			0,157	0,813						
32		5	20,16 °	15,70KN/m2			0,157	1,692						
33		7	20,16 °	0,62KN/m2			0,157	0,806						
34	Escenario 3	1	20,34 °	15,70KN/m2			0,176	1,703	1,25	0,44	0,5691482	0,715	0,285	0,283
35		3	20,34 °	0,62KN/m2			0,176	0,812						
36		5	20,16 °	15,70KN/m2			0,176	1,692						
37		7	20,16 °	0,62KN/m2			0,176	0,805						
38	Escenario 3	1	20,34 °	15,70KN/m2			0,204	1,703	1,25	0,45	0,5665076	0,714	0,286	0,247
39		3	20,34 °	0,62KN/m2			0,204	0,810						
40		5	20,16 °	15,70KN/m2			0,204	1,692						
41		7	20,16 °	0,62KN/m2			0,204	0,804						
42	Escenario 3	1	20,34 °	15,70KN/m2			0,228	1,702	1,25	0,45	0,5636303	0,713	0,287	0,181
43		3	20,34 °	0,62KN/m2			0,228	0,809						
44		5	20,16 °	15,70KN/m2			0,228	1,692						
45		7	20,16 °	0,62KN/m2			0,228	0,802						
46	Escenario 3	1	20,34 °	15,70KN/m2			0,255	1,702	1,24	0,45	0,5377648	0,705	0,295	0,116
47		3	20,34 °	0,62KN/m2			0,255	0,792						
48		5	20,16 °	15,70KN/m2			0,255	1,692						
49		7	20,16 °	0,62KN/m2			0,255	0,789						
50	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,102	0,138	1,30	0,98	0,32	-0,061059	0,476	0,524	0,331
51		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,102	0,138	0,67						
52		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,102	0,138	1,29						
53		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,102	0,138	0,66						

ANEXO 4: ANALISIS DE CONFIABILIDAD

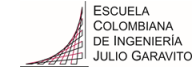
TESIS

Metodología para la evaluación cuantitativa del riesgo por rotura en línea de hidrocarburos debido a deslizamientos

SITIO DE ESTUDIO

Oleoducto Medellín Cartago K14+675

Simulaciones	Escenario	Punto	$\phi' - 1$	c - 1	Nivel Freático	Sismo	Lluvia	F.S	Media	Desv	β	$\phi(\beta)$	P_f	P_f	
54	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,141	0,138	1,19	0,90	0,28	-0,352713	0,362	0,638	0,251	
55		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,141	0,138	0,62							
56		2	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,141	0,138							1,18
57			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,141	0,138							0,61
58	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,165	0,138	1,13	0,86	0,27	-0,537418	0,295	0,705	0,156	
59		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,165	0,138	0,59							
60		3	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,165	0,138							1,12
61			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,165	0,138							0,59
62	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,204	0,138	1,04	0,79	0,24	-0,864002	0,194	0,806	0,081	
63		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,204	0,138	0,55							
64		4	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,204	0,138							1,03
65			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,204	0,138							0,55
66	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,255	0,138	0,94	0,72	0,22	-1,304057	0,096	0,904	0,044	
67		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,255	0,138	0,50							
68		5	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,255	0,138							0,93
69			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,255	0,138							0,50
70	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,102	0,157	1,30	0,98	0,32	-0,061803	0,475	0,525	0,332	
71		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,102	0,157	0,67							
72		6	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,102	0,157							1,29
73			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,102	0,157							0,66
74	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,141	0,157	1,19	0,65	0,36	-0,978733	0,164	0,836	0,329	
75		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,141	0,157	0,62							
76		7	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,141	0,157							0,18
77			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,141	0,157							0,61
78	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,165	0,157	1,13	0,86	0,27	-0,537855	0,295	0,705	0,156	
79		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,165	0,157	0,59							
80		8	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,165	0,157							1,12
81			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,165	0,157							0,59
82	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,204	0,157	1,04	0,79	0,24	-0,86415	0,194	0,806	0,081	
83		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,204	0,157	0,55							
84		9	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,204	0,157							1,03
85			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,204	0,157							0,55
86	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,255	0,157	0,94	0,72	0,22	-1,304057	0,096	0,904	0,044	
87		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,255	0,157	0,50							
88		10	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,255	0,157							0,93
89			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,255	0,157							0,50
90	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,102	0,176	1,30	0,98	0,32	-0,063287	0,475	0,525	0,330	
91		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,102	0,176	0,67							
92		11	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,102	0,176							1,29
93			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,102	0,176							0,66
94	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,141	0,176	1,19	0,90	0,28	-0,353853	0,362	0,638	0,249	
95		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,141	0,176	0,62							
96		12	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,141	0,176							1,18
97			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,141	0,176							0,61
98	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,165	0,176	1,13	0,86	0,27	-0,538283	0,295	0,705	0,155	
99		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,165	0,176	0,59							
100		13	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,165	0,176							1,12
101			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,165	0,176							0,59
102	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,204	0,176	1,04	0,79	0,24	-0,864281	0,194	0,806	0,080	
103		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,204	0,176	0,55							
104		14	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,204	0,176							1,03
105			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,204	0,176							0,54
106	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,255	0,176	0,94	0,72	0,22	-1,303359	0,096	0,904	0,044	
107		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,255	0,176	0,50							
108		15	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,255	0,176							0,93
109			7	20,16 °	0,62KN/m2		0,255	0,176							0,50

ANEXO 4: ANALISIS DE CONFIABILIDAD														
	Metodología para la evaluación cuantitativa del riesgo por rotura en línea de hidrocarburos debido a deslizamientos													
	SITIO DE ESTUDIO													
	Oleoducto Medellín Cartago K14+675													
Simulaciones	Escenario	Punto	$\phi' - 1$	c - 1	Nivel Freático	Sismo	Lluvia	F.S	Media	Desv	β	$\phi(\beta)$	P_f	P_f
110	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,102	0,204	1,30	0,98	0,32	-0,064767	0,474	0,526	0,287
111		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,102	0,204	0,67						
112		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,102	0,204	1,29						
113		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,102	0,204	0,66						
114	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,141	0,204	1,19	0,90	0,28	-0,354989	0,361	0,639	0,217
115		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,141	0,204	0,62						
116		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,141	0,204	1,18						
117	Escenario 4	7	20,16 °	0,62KN/m2		0,141	0,204	0,61	0,86	0,27	-0,539578	0,295	0,705	0,135
118		1	20,34 °	15,70KN/m2		0,165	0,204	1,13						
119		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,165	0,204	0,59						
120	Escenario 4	5	20,16 °	15,70KN/m2		0,165	0,204	1,12	0,79	0,24	-0,864707	0,194	0,806	0,070
121		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,165	0,204	0,59						
122		1	20,34 °	15,70KN/m2		0,204	0,204	1,04						
123	Escenario 4	3	20,34 °	0,62KN/m2		0,204	0,204	0,55	0,72	0,22	-1,305326	0,096	0,904	0,038
124		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,204	0,204	1,03						
125		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,204	0,204	0,54						
126	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,255	0,204	0,94	0,98	0,32	-0,066978	0,473	0,527	0,210
127		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,255	0,204	0,50						
128		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,255	0,204	0,93						
129		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,255	0,204	0,50						
130	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,102	0,228	1,30	0,90	0,29	-0,357248	0,360	0,640	0,159
131		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,102	0,228	0,66						
132		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,102	0,228	1,29						
133		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,102	0,228	0,66						
134	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,141	0,228	1,19	0,85	0,27	-0,540858	0,294	0,706	0,099
135		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,141	0,228	0,62						
136		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,141	0,228	1,18						
137		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,141	0,228	0,61						
138	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,165	0,228	1,13	0,79	0,24	-0,864984	0,194	0,806	0,051
139		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,165	0,228	0,59						
140		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,165	0,228	1,12						
141		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,165	0,228	0,58						
142	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,204	0,228	1,04	0,72	0,22	-1,304626	0,096	0,904	0,028
143		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,204	0,228	0,55						
144		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,204	0,228	1,03						
145		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,204	0,228	0,54						
146	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,255	0,228	0,94	0,97	0,32	-0,085004	0,466	0,534	0,133
147		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,255	0,228	0,50						
148		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,255	0,228	0,93						
149		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,255	0,228	0,50						
150	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,102	0,255	1,30	0,89	0,29	-0,366681	0,357	0,643	0,100
151		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,102	0,255	0,65						
152		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,102	0,255	1,29						
153		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,102	0,255	0,65						
154	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,141	0,255	1,19	0,85	0,27	-0,547776	0,292	0,708	0,062
155		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,141	0,255	0,61						
156		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,141	0,255	1,18						
157		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,141	0,255	0,60						
158	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,165	0,255	1,13	0,79	0,25	-0,865818	0,193	0,807	0,032
159		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,165	0,255	0,58						
160		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,165	0,255	1,12						
161		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,165	0,255	0,58						
162	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,204	0,255	1,04	0,71	0,22	-1,30393	0,096	0,904	0,017
163		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,204	0,255	0,54						
164		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,204	0,255	1,03						
165		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,204	0,255	0,54						
166	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2		0,255	0,255	0,94	0,79	0,25	-0,865818	0,193	0,807	0,032
167		3	20,34 °	0,62KN/m2		0,255	0,255	0,50						
168		5	20,16 °	15,70KN/m2		0,255	0,255	0,93						
169		7	20,16 °	0,62KN/m2		0,255	0,255	0,49						

2. Escenarios de Diseño

2.2. Condición Actual (Nivel Freático Crítico)

Simulaciones	Escenario	Punto	$\phi' - 1$	c - 1	Nivel Freático	Sismo	Lluvia	F.S	Media	Desv	β	$\phi (\beta)$	P_f	P_f
171	Escenario 1	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m			1,654	1,07	0,39	0,1909062	0,576	0,424	0,424
172		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m			1,212						
173		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m			0,816						
174		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m			0,632						
175		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m			1,644						
176		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m			1,206						
177		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m			0,809						
178		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m			0,626						
179	Escenario 2	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102		1,26	0,82	0,29	-0,601404	0,274	0,726	0,459
180		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102		0,91						
181		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102		0,67						
182		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102		0,47						
183		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102		1,25						
184		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102		0,91						
185		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102		0,67						
186		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102		0,46						
187	Escenario 2	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141		1,14	0,75	0,27	-0,929536	0,176	0,824	0,324
188		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141		0,83						
189		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141		0,62						
190		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141		0,42						
191		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141		1,14						
192		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141		0,83						
193		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141		0,62						
194		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141		0,41						
195	Escenario 2	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165		1,08	0,71	0,25	-1,135355	0,128	0,872	0,193
196		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165		0,78						
197		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165		0,59						
198		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165		0,39						
199		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165		1,08						
200		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165		0,78						
201		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165		0,60						
202		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165		0,39						
203	Escenario 2	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204		1,00	0,65	0,23	-1,476848	0,070	0,930	0,093
204		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204		0,72						
205		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204		0,55						
206		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204		0,36						
207		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204		0,99						
208		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204		0,72						
209		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204		0,55						
210		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204		0,36						
211	Escenario 2	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255		0,90	0,60	0,21	-1,922638	0,027	0,973	0,047
212		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255		0,65						
213		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255		0,55						
214		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255		0,32						
215		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255		0,90						
216		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255		0,64						
217		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255		0,50						
218		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255		0,32						

ANEXO 4: ANALISIS DE CONFIABILIDAD

TESIS

Metodología para la evaluación cuantitativa del riesgo por rotura en línea de hidrocarburos debido a deslizamientos

SITIO DE ESTUDIO

Oleoducto Medellín Cartago K14+675

Simulaciones	Escenario	Punto	$\phi' - 1$	c - 1	Nivel Freático	Sismo	Lluvia	F.S	Media	Desv	β	$\phi (\beta)$	P_f	P_f
219	Escenario 3	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m		0,138	1,65	1,07	0,39	0,1829357	0,573	0,427	0,427
220		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m		0,138	1,21						
221		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m		0,138	0,81						
222		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m		0,138	0,63						
223		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m		0,138	1,64						
224		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m		0,138	1,20						
225		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m		0,138	0,81						
226		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m		0,138	0,62						
227	Escenario 3	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m		0,157	1,65	1,07	0,39	0,1819251	0,572	0,428	0,428
228		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m		0,157	1,21						
229		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m		0,157	0,81						
230		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m		0,157	0,63						
231		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m		0,157	1,64						
232		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m		0,157	1,20						
233		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m		0,157	0,81						
234		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m		0,157	0,62						
235	Escenario 3	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m		0,176	1,65	1,07	0,39	0,1812134	0,572	0,428	0,425
236		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m		0,176	1,21						
237		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m		0,176	0,81						
238		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m		0,176	0,63						
239		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m		0,176	1,64						
240		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m		0,176	1,20						
241		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m		0,176	0,81						
242		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m		0,176	0,62						
243	Escenario 3	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m		0,204	1,65	1,07	0,39	0,1797656	0,571	0,429	0,371
244		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m		0,204	1,21						
245		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m		0,204	0,81						
246		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m		0,204	0,63						
247		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m		0,204	1,64						
248		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m		0,204	1,20						
249		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m		0,204	0,80						
250		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m		0,204	0,62						
251	Escenario 3	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m		0,228	1,65	1,07	0,39	0,1784654	0,571	0,429	0,271
252		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m		0,228	1,21						
253		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m		0,228	0,81						
254		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m		0,228	0,63						
255		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m		0,228	1,64						
256		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m		0,228	1,20						
257		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m		0,228	0,80						
258		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m		0,228	0,62						
259	Escenario 3	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m		0,255	1,65	1,07	0,40	0,1672543	0,566	0,434	0,171
260		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m		0,255	1,21						
261		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m		0,255	0,79						
262		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m		0,255	0,63						
263		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m		0,255	1,64						
264		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m		0,255	1,20						
265		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m		0,255	0,79						
266		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m		0,255	0,62						
267	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102	0,138	1,26	0,82	0,29	-0,602419	0,273	0,727	0,459
268		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102	0,138	0,91						
269		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102	0,138	0,67						
270		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102	0,138	0,47						
271		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102	0,138	1,25						
272		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102	0,138	0,91						
273		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102	0,138	0,66						
274		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102	0,138	0,46						



ANEXO 4: ANALISIS DE CONFIABILIDAD

TESIS

Metodología para la evaluación cuantitativa del riesgo por rotura en línea de hidrocarburos debido a deslizamientos

SITIO DE ESTUDIO

Oleoducto Medellín Cartago K14+675

Simulaciones	Escenario	Punto	$\phi' - 1$	c - 1	Nivel Freático	Sismo	Lluvia	F.S	Media	Desv	β	$\phi (\beta)$	P_f	P_f
275	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141	0,138	1,14	0,76	0,27	-0,871179	0,192	0,808	0,318
276		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141	0,138	0,83						
277		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141	0,138	0,62						
278		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141	0,138	0,42						
279		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141	0,138	1,14						
280		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141	0,138	0,93						
281		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141	0,138	0,61						
282		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141	0,138	0,42						
283	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165	0,138	1,08	0,71	0,25	-1,144883	0,126	0,874	0,193
284		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165	0,138	0,78						
285		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165	0,138	0,59						
286		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165	0,138	0,40						
287		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165	0,138	1,08						
288		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165	0,138	0,78						
289		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165	0,138	0,59						
290		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165	0,138	0,39						
291	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204	0,138	1,00	0,65	0,23	-1,486191	0,069	0,931	0,093
292		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204	0,138	0,72						
293		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204	0,138	0,55						
294		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204	0,138	0,36						
295		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204	0,138	0,99						
296		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204	0,138	0,72						
297		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204	0,138	0,55						
298		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204	0,138	0,36						
299	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255	0,138	0,90	0,59	0,21	-1,941111	0,026	0,974	0,048
300		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255	0,138	0,65						
301		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255	0,138	0,50						
302		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255	0,138	0,32						
303		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255	0,138	0,89						
304		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255	0,138	0,64						
305		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255	0,138	0,50						
306		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255	0,138	0,32						
307	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102	0,157	1,26	0,82	0,29	-0,602704	0,273	0,727	0,459
308		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102	0,157	0,91						
309		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102	0,157	0,67						
310		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102	0,157	0,47						
311		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102	0,157	1,25						
312		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102	0,157	0,91						
313		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102	0,157	0,66						
314		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102	0,157	0,46						
315	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141	0,157	1,14	0,75	0,27	-0,936102	0,175	0,825	0,325
316		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141	0,157	0,83						
317		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141	0,157	0,62						
318		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141	0,157	0,42						
319		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141	0,157	1,14						
320		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141	0,157	0,83						
321		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141	0,157	0,61						
322		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141	0,157	0,42						
323	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165	0,157	1,08	0,71	0,25	-1,14446	0,126	0,874	0,193
324		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165	0,157	0,78						
325		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165	0,157	0,59						
326		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165	0,157	0,40						
327		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165	0,157	1,08						
328		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165	0,157	0,78						
329		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165	0,157	0,59						
330		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165	0,157	0,39						



ANEXO 4: ANALISIS DE CONFIABILIDAD

TESIS

Metodología para la evaluación cuantitativa del riesgo por rotura en línea de hidrocarburos debido a deslizamientos

SITIO DE ESTUDIO

Oleoducto Medellín Cartago K14+675

Simulaciones	Escenario	Punto	$\phi' - 1$	c - 1	Nivel Freático	Sismo	Lluvia	F.S	Media	Desv	β	$\phi (\beta)$	P_f	P_f
331	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204	0,157	1,00	0,65	0,23	-1,48589	0,069	0,931	0,093
332		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204	0,157	0,72						
333		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204	0,157	0,55						
334		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204	0,157	0,36						
335		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204	0,157	0,99						
336		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204	0,157	0,72						
337		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204	0,157	0,55						
338		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204	0,157	0,36						
339	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255	0,157	0,90	0,59	0,21	-1,941111	0,026	0,974	0,048
340		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255	0,157	0,65						
341		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255	0,157	0,50						
342		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255	0,157	0,32						
343		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255	0,157	0,89						
344		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255	0,157	0,64						
345		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255	0,157	0,50						
346		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255	0,157	0,32						
347	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102	0,176	1,26	0,82	0,29	-0,603279	0,273	0,727	0,456
348		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102	0,176	0,91						
349		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102	0,176	0,67						
350		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102	0,176	0,47						
351		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102	0,176	1,25						
352		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102	0,176	0,91						
353		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102	0,176	0,66						
354		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102	0,176	0,46						
355	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141	0,176	1,14	0,75	0,27	-0,936	0,175	0,825	0,323
356		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141	0,176	0,83						
357		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141	0,176	0,62						
358		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141	0,176	0,42						
359		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141	0,176	1,14						
360		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141	0,176	0,83						
361		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141	0,176	0,61						
362		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141	0,176	0,42						
363	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165	0,176	1,08	0,71	0,25	-1,144676	0,126	0,874	0,192
364		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165	0,176	0,78						
365		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165	0,176	0,59						
366		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165	0,176	0,40						
367		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165	0,176	1,08						
368		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165	0,176	0,78						
369		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165	0,176	0,59						
370		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165	0,176	0,39						
371	Escenario 4	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204	0,176	1,00	0,65	0,23	-1,486054	0,069	0,931	0,092
372		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204	0,176	0,72						
373		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204	0,176	0,55						
374		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204	0,176	0,36						
375		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204	0,176	0,99						
376		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204	0,176	0,72						
377		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204	0,176	0,54						
378		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204	0,176	0,36						

ANEXO 4: ANALISIS DE CONFIABILIDAD

TESIS

Metodología para la evaluación cuantitativa del riesgo por rotura en línea de hidrocarburos debido a deslizamientos

SITIO DE ESTUDIO

Oleoducto Medellín Cartago K14+675

Simulaciones	Escenario	Punto	$\phi' - 1$	c - 1	Nivel Freático	Sismo	Lluvia	F.S	Media	Desv	β	$\phi(\beta)$	P_f	P_f
379	Escenario 4 15	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255	0,176	0,90	0,59	0,21	-1,941316	0,026	0,974	0,047
380		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255	0,176	0,65						
381		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255	0,176	0,50						
382		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255	0,176	0,32						
383		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255	0,176	0,89						
384		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255	0,176	0,64						
385		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255	0,176	0,50						
386		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255	0,176	0,32						
387	Escenario 4 16	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102	0,204	1,26	0,82	0,29	-0,602338	0,273	0,727	0,397
388		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102	0,204	0,92						
389		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102	0,204	0,67						
390		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102	0,204	0,47						
391		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102	0,204	1,25						
392		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102	0,204	0,91						
393		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102	0,204	0,66						
394		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102	0,204	0,46						
395	Escenario 4 17	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141	0,204	1,14	0,75	0,27	-0,934106	0,175	0,825	0,281
396		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141	0,204	0,83						
397		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141	0,204	0,62						
398		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141	0,204	0,42						
399		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141	0,204	1,14						
400		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141	0,204	0,83						
401		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141	0,204	0,61						
402		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141	0,204	0,42						
403	Escenario 4 18	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165	0,204	1,08	0,71	0,25	-1,142495	0,127	0,873	0,167
404		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165	0,204	0,79						
405		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165	0,204	0,59						
406		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165	0,204	0,40						
407		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165	0,204	1,08						
408		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165	0,204	0,78						
409		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165	0,204	0,59						
410		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165	0,204	0,39						
411	Escenario 4 19	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204	0,204	0,99	0,65	0,23	-1,484768	0,069	0,931	0,080
412		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204	0,204	0,72						
413		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204	0,204	0,55						
414		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204	0,204	0,36						
415		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204	0,204	0,99						
416		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204	0,204	0,72						
417		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204	0,204	0,54						
418		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204	0,204	0,36						
419	Escenario 4 20	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255	0,204	0,90	0,59	0,21	-1,937916	0,026	0,974	0,041
420		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255	0,204	0,65						
421		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255	0,204	0,50						
422		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255	0,204	0,32						
423		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255	0,204	0,89						
424		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255	0,204	0,65						
425		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255	0,204	0,50						
426		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255	0,204	0,32						
427	Escenario 4 21	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102	0,228	1,26	0,82	0,29	-0,603813	0,273	0,727	0,290
428		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102	0,228	0,92						
429		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102	0,228	0,66						
430		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102	0,228	0,47						
431		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102	0,228	1,25						
432		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102	0,228	0,91						
433		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102	0,228	0,66						
434		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102	0,228	0,46						



ANEXO 4: ANALISIS DE CONFIABILIDAD

TESIS Metodología para la evaluación cuantitativa del riesgo por rotura en línea de hidrocarburos debido a deslizamientos
 SITIO DE ESTUDIO Oleoducto Medellín Cartago K14+675

Simulaciones	Escenario	Punto	$\phi' - 1$	c - 1	Nivel Freático	Sismo	Lluvia	F.S	Media	Desv	β	$\phi (\beta)$	P_f	P_f
435	Escenario 4 22	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141	0,228	1,14	0,76	0,27	-0,881308	0,189	0,811	0,202
436		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141	0,228	0,92						
437		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141	0,228	0,62						
438		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141	0,228	0,42						
439		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141	0,228	1,14						
440		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141	0,228	0,83						
441		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141	0,228	0,61						
442		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141	0,228	0,42						
443	Escenario 4 23	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165	0,228	1,08	0,71	0,25	-1,143141	0,126	0,874	0,122
444		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165	0,228	0,79						
445		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165	0,228	0,59						
446		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165	0,228	0,40						
447		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165	0,228	1,08						
448		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165	0,228	0,78						
449		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165	0,228	0,58						
450		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165	0,228	0,39						
451	Escenario 4 24	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204	0,228	0,99	0,65	0,23	-1,485099	0,069	0,931	0,059
452		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204	0,228	0,72						
453		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204	0,228	0,55						
454		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204	0,228	0,36						
455		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204	0,228	0,99						
456		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204	0,228	0,72						
457		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204	0,228	0,54						
458		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204	0,228	0,36						
459	Escenario 4 25	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255	0,228	0,90	0,59	0,21	-1,938102	0,026	0,974	0,030
460		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255	0,228	0,65						
461		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255	0,228	0,50						
462		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255	0,228	0,32						
463		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255	0,228	0,89						
464		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255	0,228	0,65						
465		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255	0,228	0,50						
466		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255	0,228	0,32						
467	Escenario 4 26	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102	0,255	1,25	0,82	0,30	-0,611602	0,270	0,730	0,181
468		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102	0,255	0,92						
469		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102	0,255	0,65						
470		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102	0,255	0,47						
471		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,102	0,255	1,25						
472		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,102	0,255	0,91						
473		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,102	0,255	0,65						
474		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,102	0,255	0,46						
475	Escenario 4 27	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141	0,255	1,14	0,75	0,27	-0,939127	0,174	0,826	0,128
476		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141	0,255	0,83						
477		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141	0,255	0,61						
478		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141	0,255	0,42						
479		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,141	0,255	1,14						
480		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,141	0,255	0,83						
481		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,141	0,255	0,60						
482		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,141	0,255	0,42						
483	Escenario 4 28	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165	0,255	1,08	0,71	0,25	-1,145883	0,126	0,874	0,076
484		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165	0,255	0,79						
485		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165	0,255	0,58						
486		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165	0,255	0,40						
487		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,165	0,255	1,08						
488		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,165	0,255	0,78						
489		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,165	0,255	0,58						
490		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,165	0,255	0,39						

ANEXO 4: ANALISIS DE CONFIABILIDAD

TESIS

Metodología para la evaluación cuantitativa del riesgo por rotura en línea de hidrocarburos debido a deslizamientos

SITIO DE ESTUDIO

Oleoducto Medellín Cartago K14+675

Simulaciones	Escenario	Punto	$\phi' - 1$	c - 1	Nivel Freático	Sismo	Lluvia	F.S	Media	Desv	β	$\phi(\beta)$	P_f	P_f
491	Escenario 4 29	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204	0,255	0,99	0,65	0,23	-1,486069	0,069	0,931	0,037
492		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204	0,255	0,72						
493		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204	0,255	0,54						
494		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204	0,255	0,36						
495		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,204	0,255	0,99						
496		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,204	0,255	0,72						
497		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,204	0,255	0,54						
498		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,204	0,255	0,36						
499	Escenario 4 30	1	20,34 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255	0,255	0,90	0,59	0,21	-1,938281	0,026	0,974	0,019
500		2	20,34 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255	0,255	0,65						
501		3	20,34 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255	0,255	0,50						
502		4	20,34 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255	0,255	0,32						
503		5	20,16 °	15,70KN/m2	7,04 m	0,255	0,255	0,89						
504		6	20,16 °	15,70KN/m2	1,76 m	0,255	0,255	0,65						
505		7	20,16 °	0,62KN/m2	7,04 m	0,255	0,255	0,49						
506		8	20,16 °	0,62KN/m2	1,76 m	0,255	0,255	0,32						

3. Calculo Propabilidad de Falla

3.1. Condición Actual (Sin Nivel Freático)

P_f	0,99959
-------	---------

3.1. Condición Actual (Con Nivel Freático)

P_f	0,99998
-------	---------