Agua subterránea como fuente de abastecimiento para varios usos

- El agua subterránea es un recurso vital que proporciona la cuarta parte de toda el agua dulce destinada a la industria, agricultura y consumo humano.
- El agua subterránea no toda es de buena calidad.
- Estudios recientes sugieren que hay problemas serios de contaminación

Contaminación de las aguas subterráneas

- La contaminación proviene de muchas fuentes
- Muchas sustancias contaminantes son especialmente tóxicas
- Muchos de los compuestos químicos son conocidos o sospechosos de producir cáncer ó son mutagénicos
- Concentraciones de 10 ppb e inferiores indica contaminación.

Niveles máximos de contaminantes

Sustancia	niveles, ml/l
Arsénico (As)	0,05
Bario (Ba)	1,00
Cadmio Cd)	0,01
Cromo Cr+6	0,05
Cianuros CN-	0,2
Fluoruro (F)	2
Plomo (Pb)	0,05
Selenio (Se)	0,01
Plata (Ag)	0,05

Tipos de acuíferos

- El agua subterránea que se encuentra en formaciones sin consolidar como grava, arena, arcilla, se considera que está menos contaminada.

- El agua que proviene de rocas consolidadas como caliza, lava, roca fracturada, son más contaminadas. Ej. Agua de la formación Cayo en Guayaquil.

Alteración de la calidad del agua subterránea

- FÍSICAS.- turbidez, color, temperatura, sabor y olor
- QUÍMICAS.- Aguas duras y aguas blandas
- BIOLÓGICAS.- son muy importantes en cuanto se refieren a la salud pública
- RADIOLÓGICAS.-cuando el agua ha tenido contacto con substancias radiactivas

Fuente da las A. subterráneas

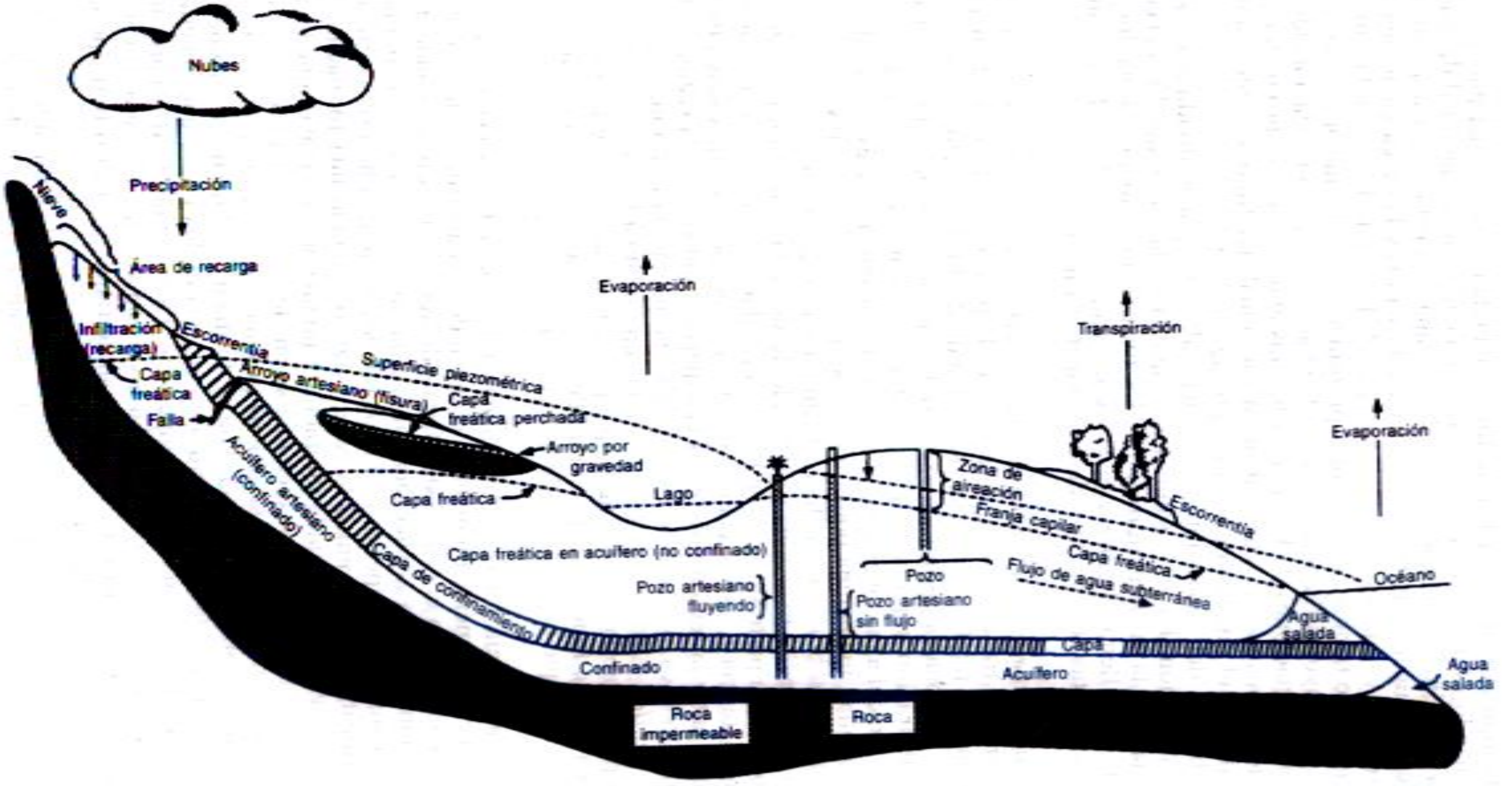


FIGURA 5.3. El ciclo hidrológico (*2*).

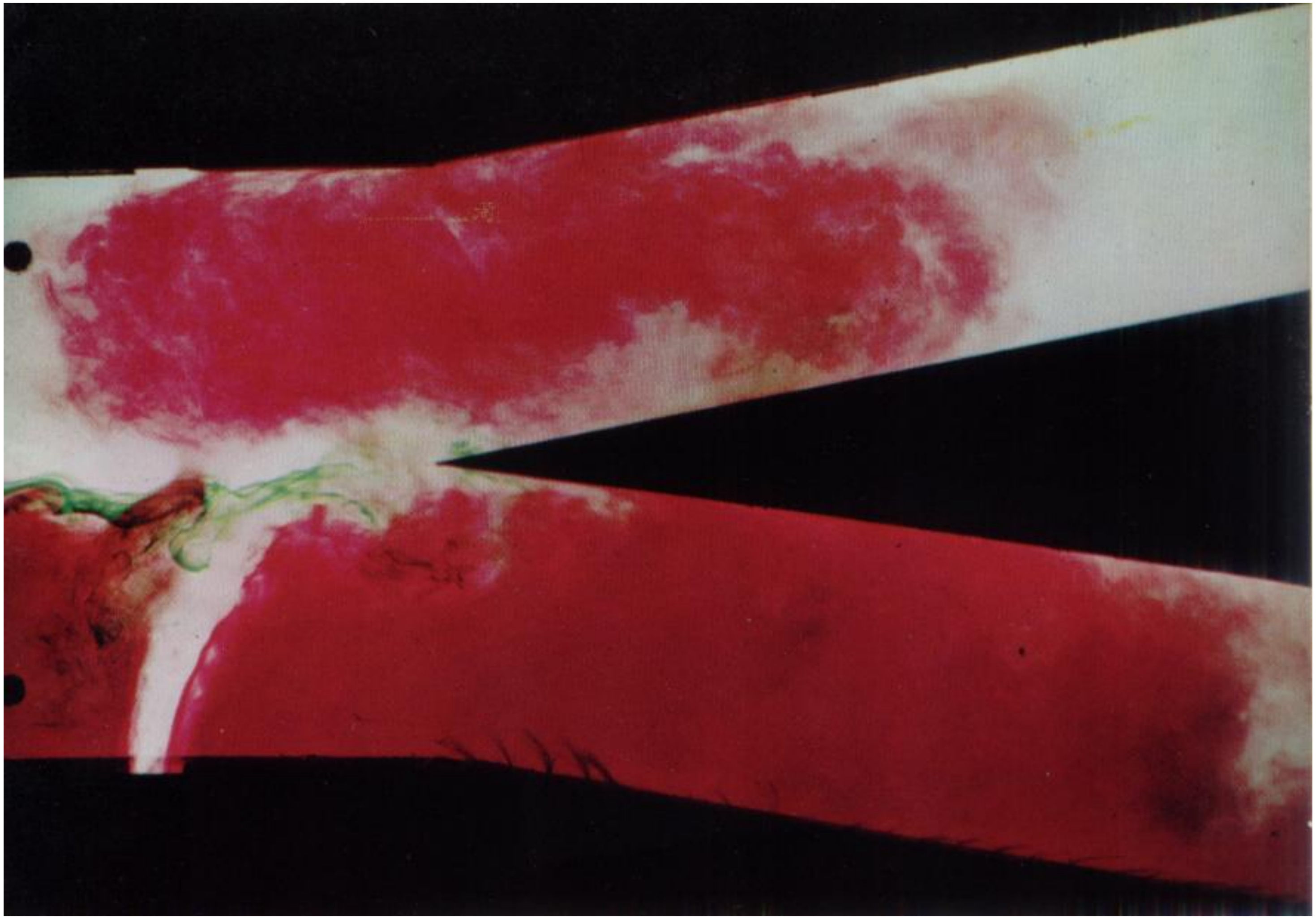
POZOS

- Puede usarse para extraer agua de los depósitos subterráneos.
- La transformación de las aguas subterráneas en agua potable comienza con un adecuado entendimiento de los acuíferos.
- ACUÍFERO.- Es un estrato o formación que contiene agua aprovechable y es capáz de entregar agua en cantidad suficiente para permitir su explotación.

Características Hidráulicas

- Un acuífero se caracteriza por su coeficiente de almacenamiento y permeabilidad.
- Estas propiedades pueden determinarse en el campo y laboratorio.
- METODOS DE CAMPO
- Aplicación de trazadores
- Uso de permeámetros de campo
- Pruebas de extracción de agua del acuífero

TRAZADORES



Tipos de acuíferos

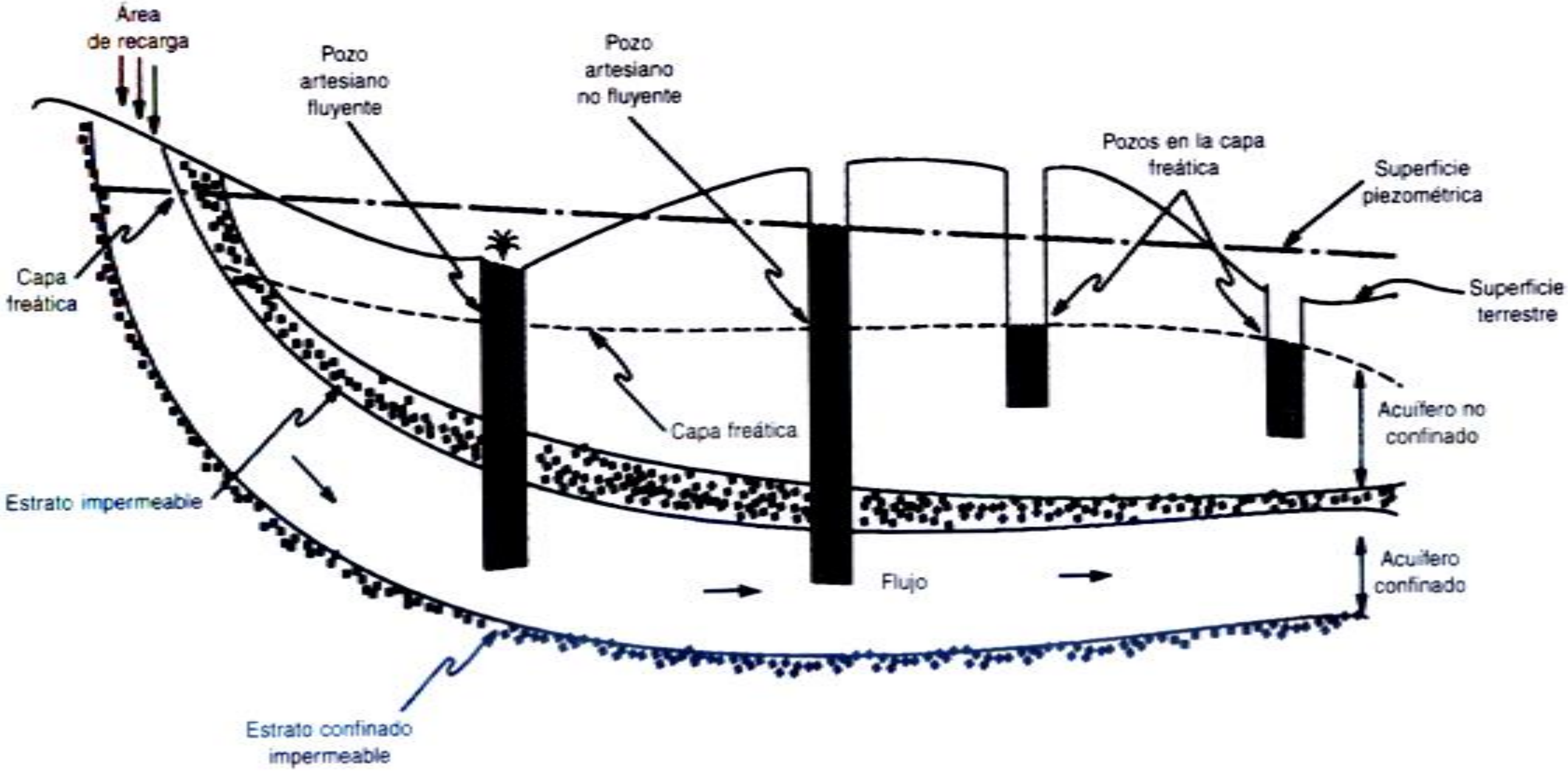


FIGURA 5.4. Acuíferos confinados y no confinados.

Flujo en acuífero no confinado

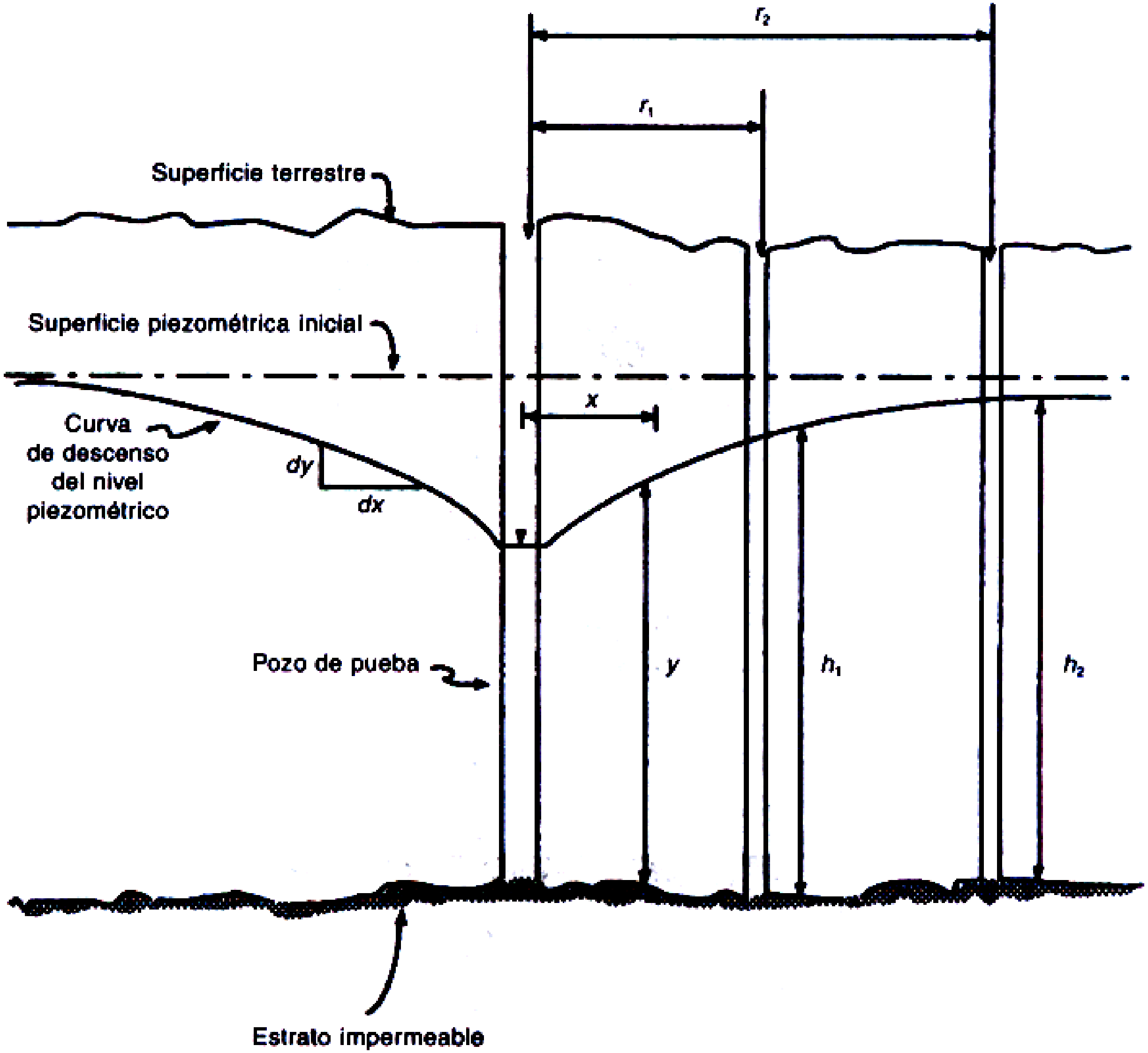


FIGURA 5.5. Flujo radial hacia un pozo en un acuífero no confinado.

Flujo en un acuífero confinado

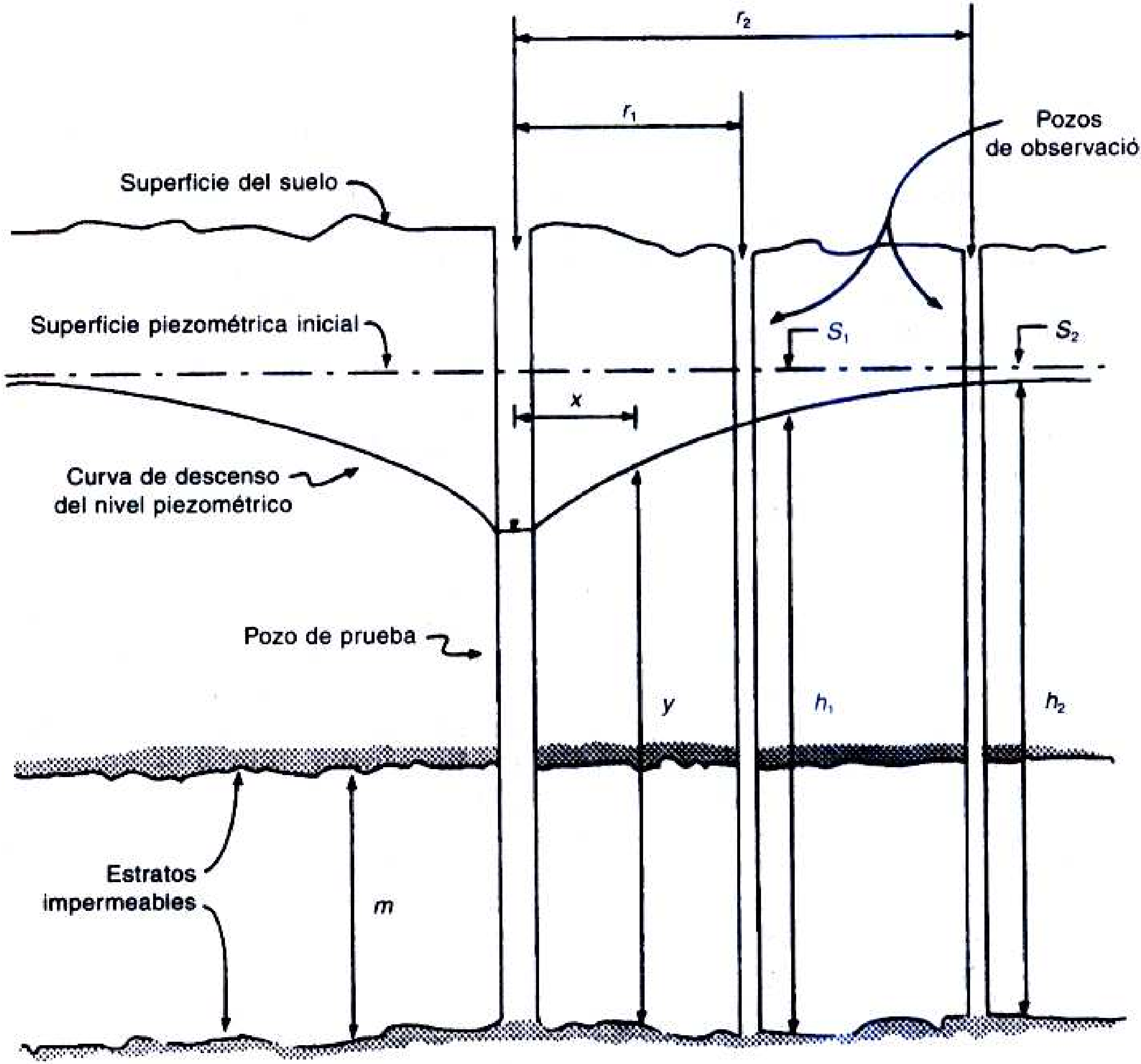


FIGURA 5.6. Flujo radial hacia un pozo en un acuífero confinado.

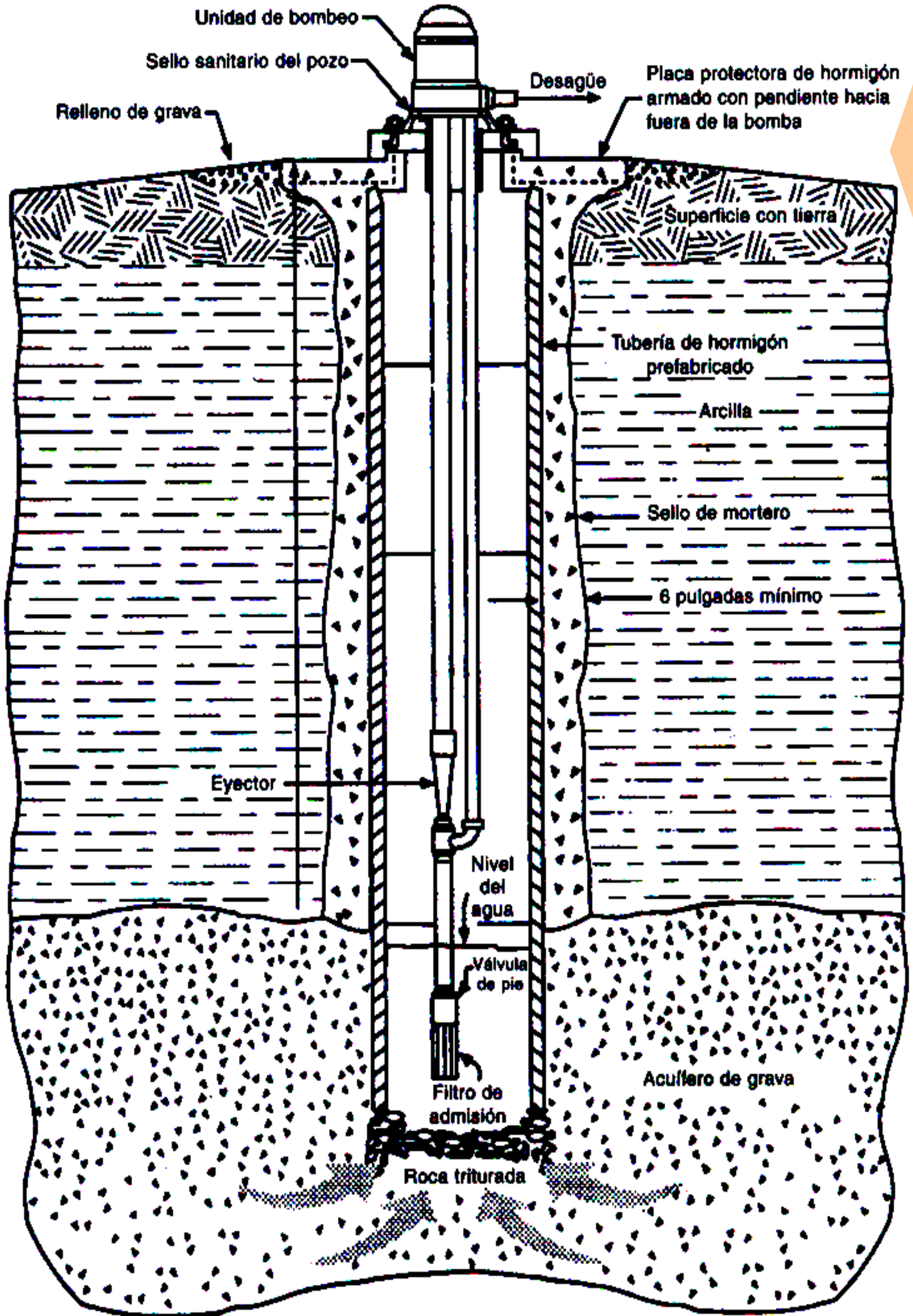
Sistema que forma un pozo

- 1.- Estructura del pozo.-
- sección abierta por donde el agua entra.
- 2.- Cascasa cerrada a través de la que el flujo se transporta a la superficie
- 3.- La sección abierta es una rejilla metálica agujereada y permite el paso del flujo

Sistema que forma el pozo

- LA BOMBA
- La bomba extrae el agua que rodea el pozo
- Se forma un cono de depresión
- Los acuíferos permeables presentan conos poco profundos
- Los menos permeables presentan conos profundos y estrechos
- Cuando dos conos se solapan el nivel freático bajará

MOTOR DE BOMBEO



Sistema que forma el pozo

- TUBERÍA DE DESCARGA

Sistema de bombeo de acuíferos

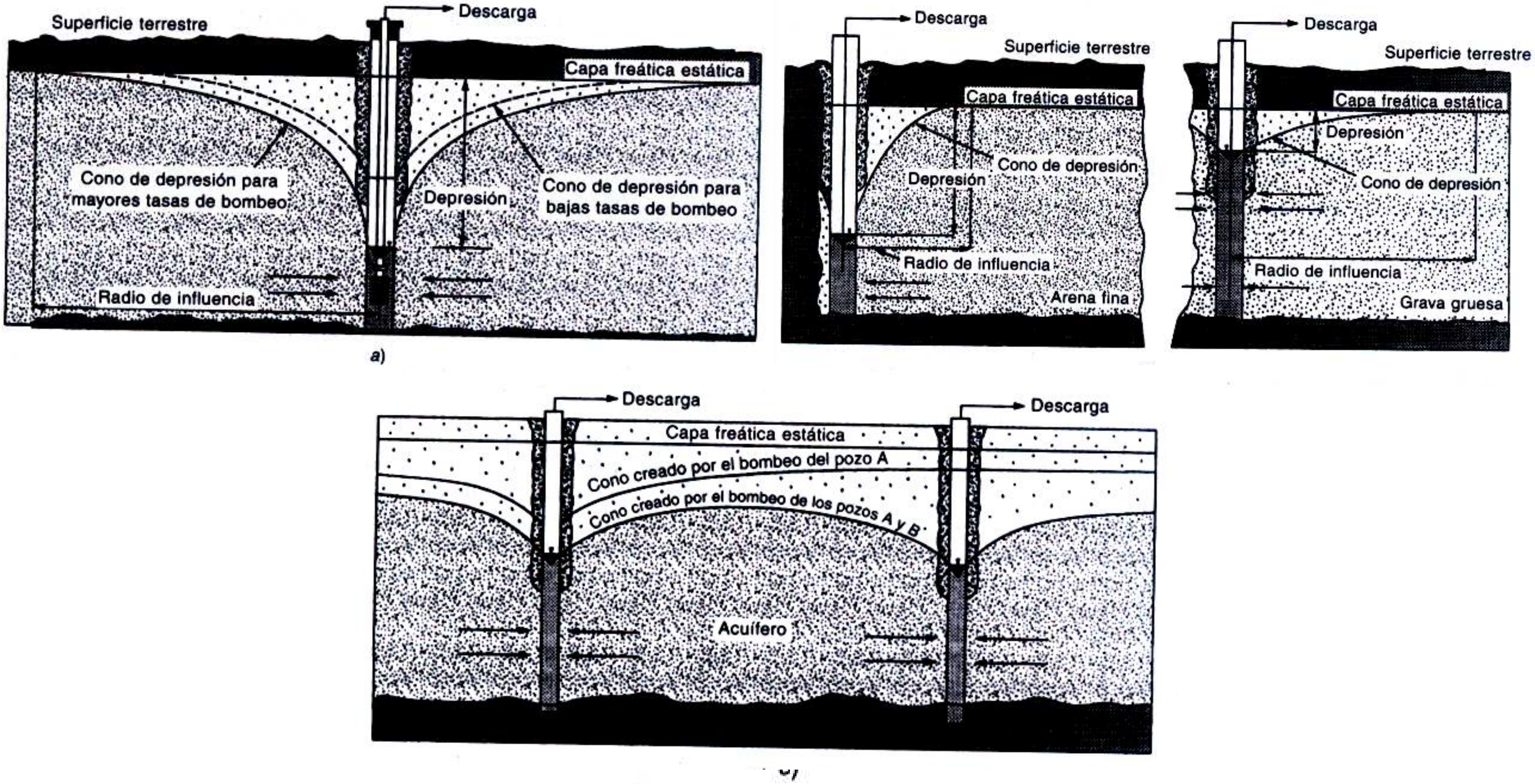


FIGURA 5.8. Bombeo de acuíferos: *a*) Efecto del bombeo en el cono de depresión (*2*); *b*) Efecto del material del acuífero en el cono de depresión (*2*), y *c*) Efecto del solapamiento del área de influencia entre pozos en bombeo (*2*).

AGUA SUBTERRÁNEA EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS

Para cuantificar los recursos hídricos subterráneos debemos remitirlos al estudio realizado por R. Pike, quien dividió la cuenca del río Guayas en seis regiones de acuerdo a sus características edafológicas y de densidad de pozos. Un resumen de estos parámetros se incluye en el presente trabajo:

REGIÓN I Y II

Prácticamente la totalidad de ambas regiones consiste de tierras planas con buenos suelos y apropiados para la agricultura mecanizada.

b)

Hay una fuerte necesidad de riego agrícola durante la estación seca y una alta probabilidad de beneficio substancial del riego.

a) Sería difícil y probablemente algo costoso, suplir las cantidades de agua de superficie necesarias para el riego de las grandes áreas de terreno irrigable disponibles en estas regiones.

REGIÓN III

a Prácticamente la totalidad de esta área general “entre ríos”, consiste de tierras planas apropiadas para la agricultura mecanizada. Hay algunas áreas de suelo arenoso en el norte y algunas áreas de posible suelo con algo de sal en el sur, pero en general lo terrenos son apropiados para el riego.

b) Hay una fuerte necesidad de riego agrícola durante la estación seca y una alta probabilidad de beneficio substancial del riego.

c) Sería fácil y relativamente económico suplir de agua de superficie en cantidades adecuadas para el riego de prácticamente la totalidad de esta área general, desde grandes almacenamientos de agua ubicados en el Río Daule.

REGIÓN IV

Prácticamente la totalidad de esta región consiste de terreno suavemente ondulado, topográficamente apropiado para la agricultura. Sin embargo a excepción de pequeñas áreas adyacentes a los ríos principales Puca, Colimes y Pedro Carbo, los suelos son pobres y podría esperarse que el rendimiento de las cosechas, aun con riego, sería bajo. En general el riego requeriría aspersión aérea relativamente costaza.

REGIÓN IV Y V

Hay alguna indicación de potencial promedio de aguas subterráneas en estas dos regiones, los pocos pozos profundos muestran igual producción promedia y particularmente en la región VI, alto espesor total clástico.

En estas regiones hay solo áreas limitadas de tierras planas apropiadas para la agricultura mecanizada. Aunque los suelos son generalmente buenos, las áreas apropiadas para riego están aisladas, indicando una posible ventaja para pequeños desarrollos de agua subterránea.

OPINIONES VARIAS

De acuerdo a este análisis las regiones I, II, y VI son las más adecuadas para la explotación de aguas de pozos, ya que estas coinciden con la ubicación de grandes acuíferos detectados en estudios realizados por el Ministerio de Agricultura y ganadería del Ecuador y la ORSTOM Francesa.

Según los resultados del estudio realizado en 1977 se comprobó que la cuenca baja del río Guayas, correspondiente a las regiones I y II de la clasificación de Pike, contiene varios acuíferos complejos, posiblemente repartidos en dos zonas de estratos. La primera zona se extiende desde la superficie hasta los 100 o 150m de profundidad. La segunda zona, reconocida solamente por métodos geofísicos, comienza según el lugar, entre 200 y 250m de profundidad bajo la superficie; tiene un espesor muy variable de acuerdo a la ubicación, pero parece alcanzar más de 100m por debajo de la zona del banco de arena.

Formación del acuífero Zona I

Cono Aluvial

Cuando una corriente que baja de una zona alta cambia de pendiente deposita su carga.

El depósito del aluvión se concentra al píe de la pendiente.

Los conos presentan una forma actual y otra antigua.

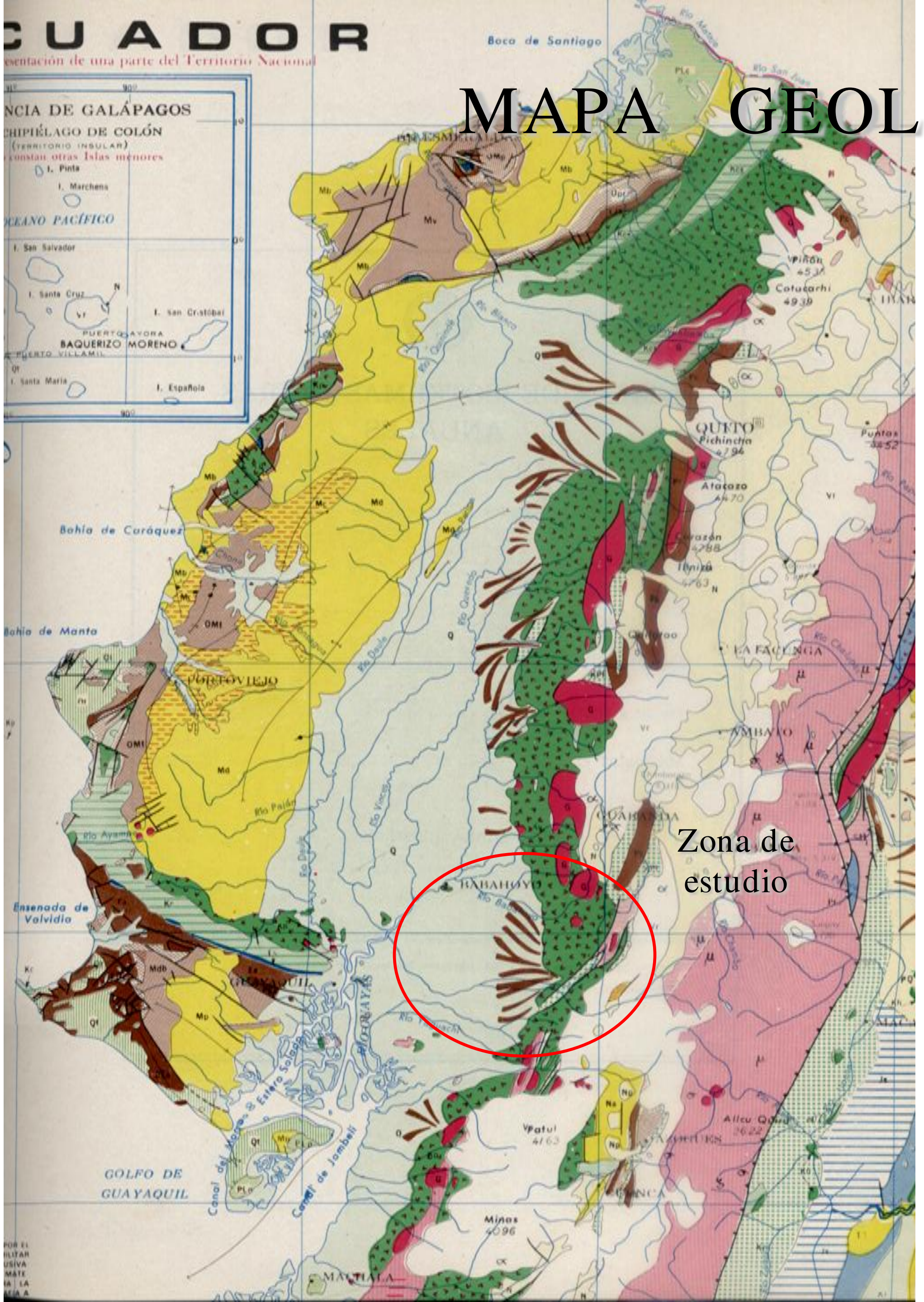
Geología Histórica

- En el Cuaternario se produce la emersión de la cuenca del Guayas.
- Hasta la actualidad los productos de la erosión de los terrenos del flanco occidental de la cordillera occidental han seguido depositándose en los abanicos y llanura aluvial.

continuación

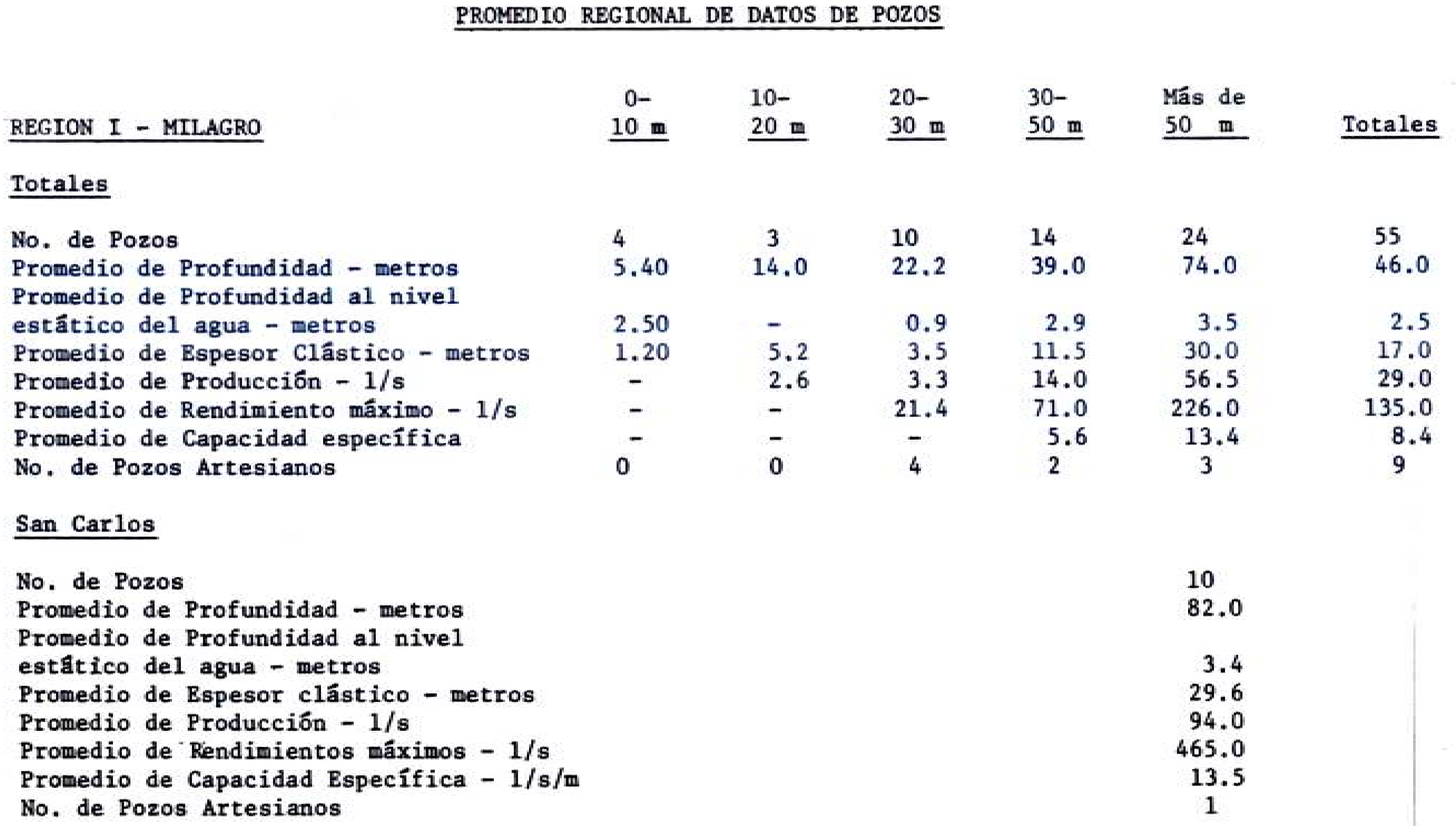
- En la Cuenca del Guayas, las mayores subcuencas de escurrimiento son las de los ríos Chimbo, Chanchán, Bulubulu y Boliche las cuales drenan hacia el oeste transportando y depositándo sedimentos en gran extensión sobre la llanuna aluvial.

MAPA GEOLOGICO



Zona de estudio

Pozos Perforados hasta 1969



PROMEDIO REGIONAL DE DATOS DE POZOS

REGION I - MILAGRO	0- 10 m	10- 20 m	20- 30 m	30- 50 m	Más de 50 m	Totales
Totales						
No. de Pozos	4	3	10	14	24	55
Promedio de Profundidad - metros	5.40	14.0	22.2	39.0	74.0	46.0
Promedio de Profundidad al nivel estático del agua - metros	2.50	-	0.9	2.9	3.5	2.5
Promedio de Espesor Clástico - metros	1.20	5.2	3.5	11.5	30.0	17.0
Promedio de Producción - l/s	-	2.6	3.3	14.0	56.5	29.0
Promedio de Rendimiento máximo - l/s	-	-	21.4	71.0	226.0	135.0
Promedio de Capacidad específica	-	-	-	5.6	13.4	8.4
No. de Pozos Artesianos	0	0	4	2	3	9
San Carlos						
No. de Pozos					10	
Promedio de Profundidad - metros					82.0	
Promedio de Profundidad al nivel estático del agua - metros					3.4	
Promedio de Espesor clástico - metros					29.6	
Promedio de Producción - l/s					94.0	
Promedio de Rendimientos máximos - l/s					465.0	
Promedio de Capacidad Específica - l/s/m					13.5	
No. de Pozos Artesianos					1	

Pozos de Aguas Subterráneas Zona 1 (1969)

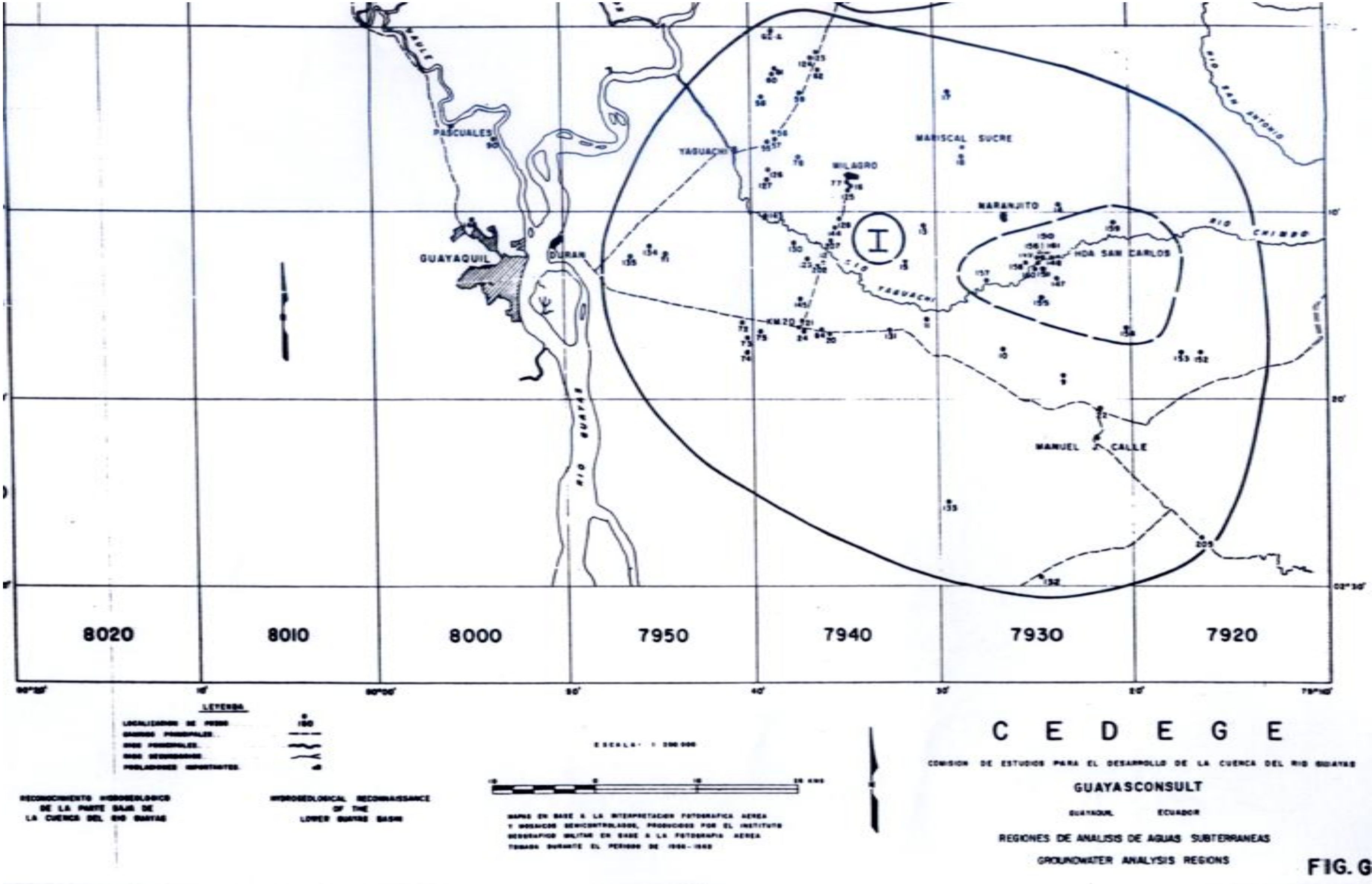
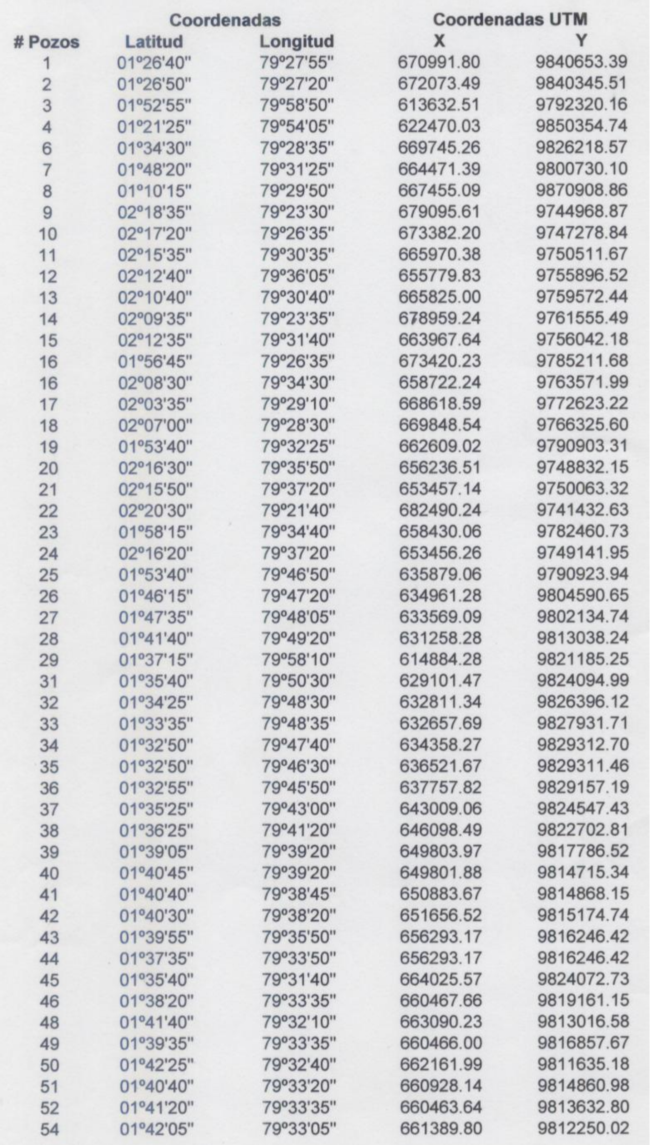
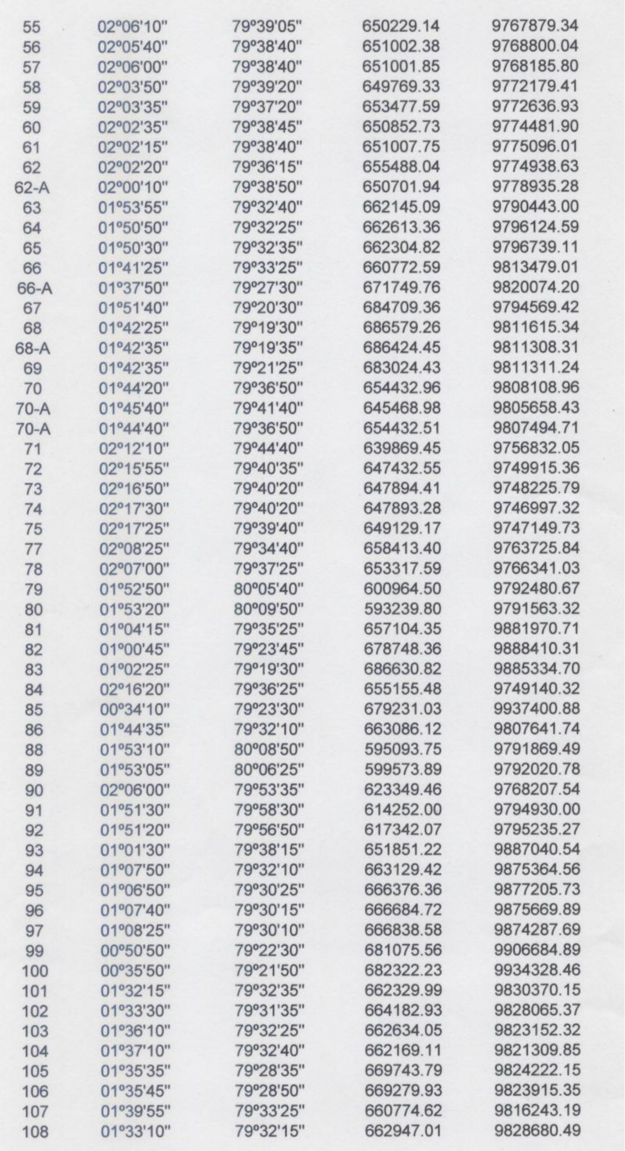


FIG. G

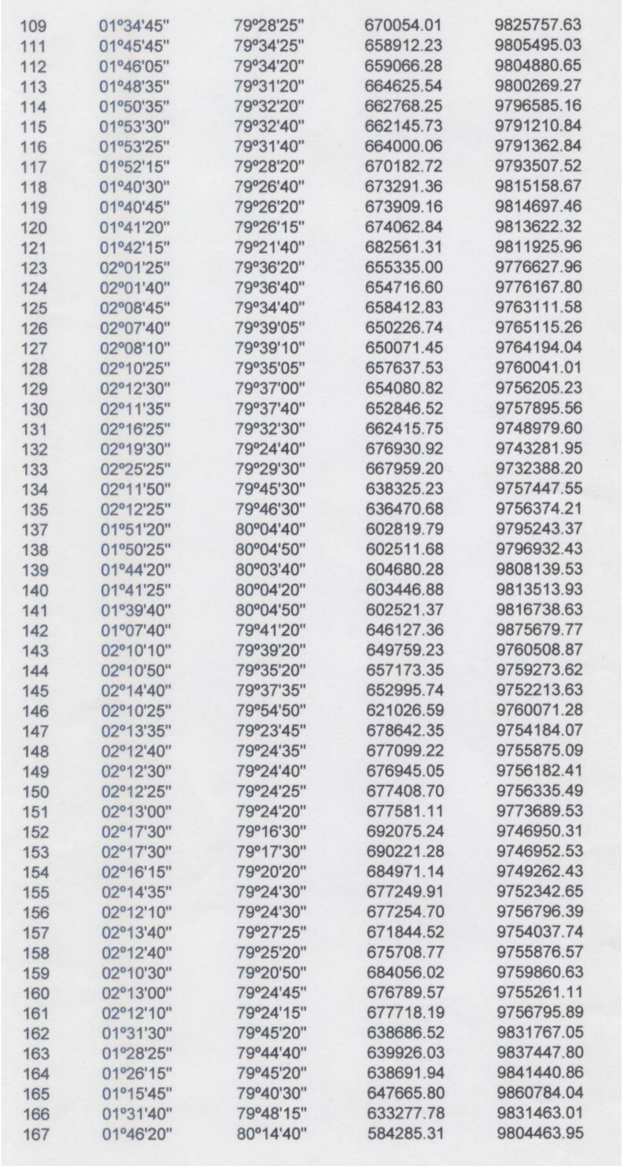
Localización de pozos de agua en la cuenca del Río Guayas
Zona 1(1997)



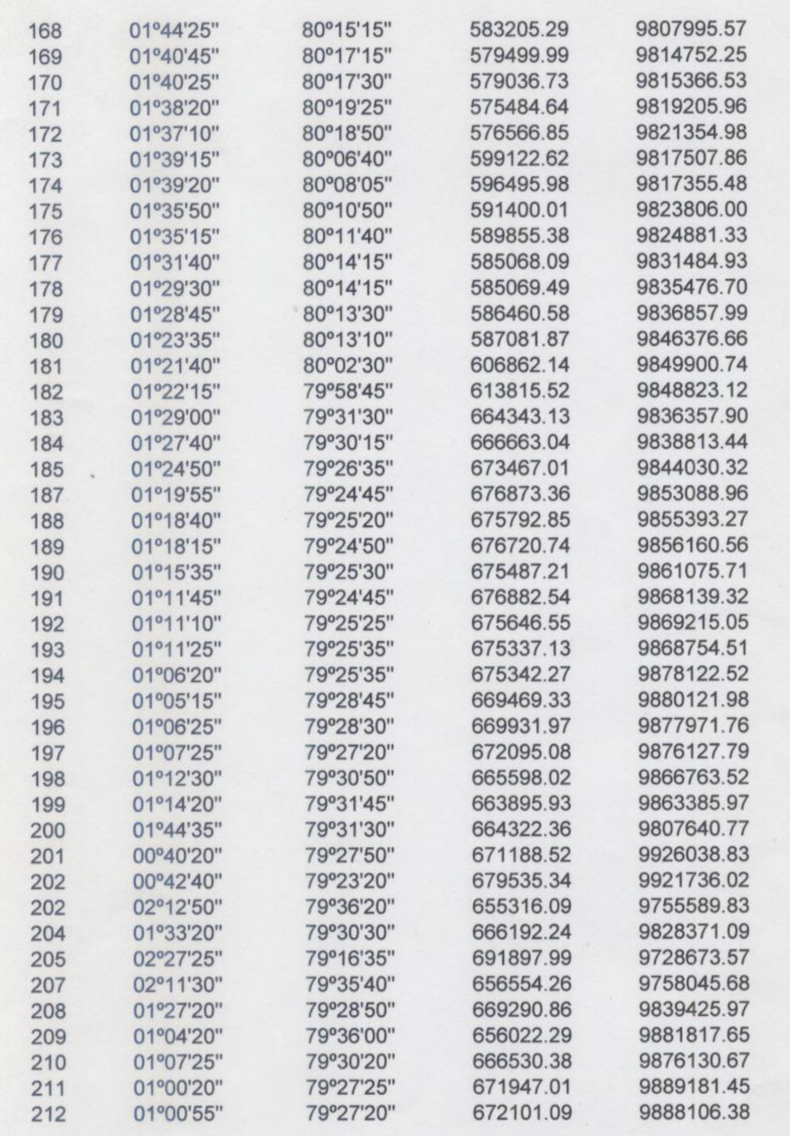


	Coordenadas		Coordenadas UTM	
# Pozos	Latitud	Longitud	X	Y
1	01º26'40"	79º27'55"	670991.80	9840653.39
2	01º26'50"	79º27'20"	672073.49	9840345.51
3	01º52'55"	79º58'50"	613632.51	9792320.16
4	01º21'25"	79º54'05"	622470.03	9850354.74
6	01º34'30"	79º28'35"	669745.26	9826218.57
7	01º48'20"	79º31'25"	664471.39	9800730.10
8	01º10'15"	79º29'50"	667455.09	9870908.86
9	02º18'35"	79º23'30"	679095.61	9744968.87
10	02º17'20"	79º26'35"	673382.20	9747278.84
11	02º15'35"	79º30'35"	665970.38	9750511.67
12	02º12'40"	79º36'05"	655779.83	9755896.52
13	02º10'40"	79º30'40"	665825.00	9759572.44
14	02º09'35"	79º23'35"	678959.24	9761555.49
15	02º12'35"	79º31'40"	663967.64	9756042.18
16	01º56'45"	79º26'35"	673420.23	9785211.68
16	02º08'30"	79º34'30"	658722.24	9763571.99
17	02º03'35"	79º29'10"	668618.59	9772623.22
18	02º07'00"	79º28'30"	669848.54	9766325.60
19	01º53'40"	79º32'25"	662609.02	9790903.31
20	02º16'30"	79º35'50"	656236.51	9748832.15
21	02º15'50"	79º37'20"	653457.14	9750063.32
22	02º20'30"	79º21'40"	682490.24	9741432.63
23	01º58'15"	79º34'40"	658430.06	9782460.73
24	02º16'20"	79º37'20"	653456.26	9749141.95
25	01º53'40"	79º46'50"	635879.06	9790923.94
26	01º46'15"	79º47'20"	634961.28	9804590.65
27	01º47'35"	79º48'05"	633569.09	9802134.74
28	01º41'40"	79º49'20"	631258.28	9813038.24
29	01º37'15"	79º58'10"	614884.28	9821185.25
31	01º35'40"	79º50'30"	629101.47	9824094.99
32	01º34'25"	79º48'30"	632811.34	9826396.12
33	01º33'35"	79º48'35"	632657.69	9827931.71
34	01º32'50"	79º47'40"	634358.27	9829312.70
35	01º32'50"	79º46'30"	636521.67	9829311.46
36	01º32'55"	79º45'50"	637757.82	9829157.19
37	01º35'25"	79º43'00"	643009.06	9824547.43
38	01º36'25"	79º41'20"	646098.49	9822702.81
39	01º39'05"	79º39'20"	649803.97	9817786.52
40	01º40'45"	79º39'20"	649801.88	9814715.34
41	01º40'40"	79º38'45"	650883.67	9814868.15
42	01º40'30"	79º38'20"	651656.52	9815174.74
43	01º39'55"	79º35'50"	656293.17	9816246.42
44	01º37'35"	79º33'50"	656293.17	9816246.42
45	01º35'40"	79º31'40"	664025.57	9824072.73
46	01º38'20"	79º33'35"	660467.66	9819161.15
48	01º41'40"	79º32'10"	663090.23	9813016.58
49	01º39'35"	79º33'35"	660466.00	9816857.67
50	01º42'25"	79º32'40"	662161.99	9811635.18
51	01º40'40"	79º33'20"	660928.14	9814860.98
52	01º41'20"	79º33'35"	660463.64	9813632.80
54	01º42'05"	79º33'05"	661389.80	9812250.02
55	02º06'10"	79º39'05"	650229.14	9767879.34
56	02º05'40"	79º38'40"	651002.38	9768800.04
57	02º06'00"	79º38'40"	651001.85	9768185.80
58	02º03'50"	79º39'20"	649769.33	9772179.41
59	02º03'35"	79º37'20"	653477.59	9772636.93
60	02º02'35"	79º38'45"	650852.73	9774481.90
61	02º02'15"	79º38'40"	651007.75	9775096.01
62	02º02'20"	79º36'15"	655488.04	9774938.63
62-A	02º00'10"	79º38'50"	650701.94	9778935.28
63	01º53'55"	79º32'40"	662145.09	9790443.00
64	01º50'50"	79º32'25"	662613.36	9796124.59
65	01º50'30"	79º32'35"	662304.82	9796739.11
66	01º41'25"	79º33'25"	660772.59	9813479.01
66-A	01º37'50"	79º27'30"	671749.76	9820074.20
67	01º51'40"	79º20'30"	684709.36	9794569.42
68	01º42'25"	79º19'30"	686579.26	9811615.34
68-A	01º42'35"	79º19'35"	686424.45	9811308.31
69	01º42'35"	79º21'25"	683024.43	9811311.24
70	01º44'20"	79º36'50"	654432.96	9808108.96
70-A	01º45'40"	79º41'40"	645468.98	9805658.43
70-A	01º44'40"	79º36'50"	654432.51	9807494.71
71	02º12'10"	79º44'40"	639869.45	9756832.05
72	02º15'55"	79º40'35"	647432.55	9749915.36
73	02º16'50"	79º40'20"	647894.41	9748225.79
74	02º17'30"	79º40'20"	647893.28	9746997.32
75	02º17'25"	79º39'40"	649129.17	9747149.73
77	02º08'25"	79º34'40"	658413.40	9763725.84
78	02º07'00"	79º37'25"	653317.59	9766341.03
79	01º52'50"	80º05'40"	600964.50	9792480.67
80	01º53'20"	80º09'50"	593239.80	9791563.32
81	01º04'15"	79º35'25"	657104.35	9881970.71
82	01º00'45"	79º23'45"	678748.36	9888410.31
83	01º02'25"	79º19'30"	686630.82	9885334.70
84	02º16'20"	79º36'25"	655155.48	9749140.32
85	00º34'10"	79º23'30"	679231.03	9937400.88
86	01º44'35"	79º32'10"	663086.12	9807641.74
88	01º53'10"	80º08'50"	595093.75	9791869.49
89	01º53'05"	80º06'25"	599573.89	9792020.78
90	02º06'00"	79º53'35"	623349.46	9768207.54
91	01º51'30"	79º58'30"	614252.00	9794930.00
92	01º51'20"	79º56'50"	617342.07	9795235.27
93	01º01'30"	79º38'15"	651851.22	9887040.54
94	01º07'50"	79º32'10"	663129.42	9875364.56
95	01º06'50"	79º30'25"	666376.36	9877205.73
96	01º07'40"	79º30'15"	666684.72	9875669.89
97	01º08'25"	79º30'10"	666838.58	9874287.69
99	00º50'50"	79º22'30"	681075.56	9906684.89
100	00º35'50"	79º21'50"	682322.23	9934328.46
101	01º32'15"	79º32'35"	662329.99	9830370.15
102	01º33'30"	79º31'35"	664182.93	9828065.37
103	01º36'10"	79º32'25"	662634.05	9823152.32
104	01º37'10"	79º32'40"	662169.11	9821309.85
105	01º35'35"	79º28'35"	669743.79	9824222.15
106	01º35'45"	79º28'50"	669279.93	9823915.35
107	01º39'55"	79º33'25"	660774.62	9816243.19
108	01º33'10"	79º32'15"	662947.01	9828680.49

Localización de pozos de agua en la cuenca del Río Guayas
Zona 1(1997)



109	01º34'45"	79º28'25"	670054.01	9825757.63
111	01º45'45"	79º34'25"	658912.23	9805495.03
112	01º46'05"	79º34'20"	659066.28	9804880.65
113	01º48'35"	79º31'20"	664625.54	9800269.27
114	01º50'35"	79º32'20"	662768.25	9796585.16
115	01º53'30"	79º32'40"	662145.73	9791210.84
116	01º53'25"	79º31'40"	664000.06	9791362.84
117	01º52'15"	79º28'20"	670182.72	9793507.52
118	01º40'30"	79º26'40"	673291.36	9815158.67
119	01º40'45"	79º26'20"	673909.16	9814697.46
120	01º41'20"	79º26'15"	674062.84	9813622.32
121	01º42'15"	79º21'40"	682561.31	9811925.96
123	02º01'25"	79º36'20"	655335.00	9776627.96
124	02º01'40"	79º36'40"	654716.60	9776167.80
125	02º08'45"	79º34'40"	658412.83	9763111.58
126	02º07'40"	79º39'05"	650226.74	9765115.26
127	02º08'10"	79º39'10"	650071.45	9764194.04
128	02º10'25"	79º35'05"	657637.53	9760041.01
129	02º12'30"	79º37'00"	654080.82	9756205.23
130	02º11'35"	79º37'40"	652846.52	9757895.56
131	02º16'25"	79º32'30"	662415.75	9748979.60
132	02º19'30"	79º24'40"	676930.92	9743281.95
133	02º25'25"	79º29'30"	667959.20	9732388.20
134	02º11'50"	79º45'30"	638325.23	9757447.55
135	02º12'25"	79º46'30"	636470.68	9756374.21
137	01º51'20"	80º04'40"	602819.79	9795243.37
138	01º50'25"	80º04'50"	602511.68	9796932.43
139	01º44'20"	80º03'40"	604680.28	9808139.53
140	01º41'25"	80º04'20"	603446.88	9813513.93
141	01º39'40"	80º04'50"	602521.37	9816738.63
142	01º07'40"	79º41'20"	646127.36	9875679.77
143	02º10'10"	79º39'20"	649759.23	9760508.87
144	02º10'50"	79º35'20"	657173.35	9759273.62
145	02º14'40"	79º37'35"	652995.74	9752213.63
146	02º10'25"	79º54'50"	621026.59	9760071.28
147	02º13'35"	79º23'45"	678642.35	9754184.07
148	02º12'40"	79º24'35"	677099.22	9755875.09
149	02º12'30"	79º24'40"	676945.05	9756182.41
150	02º12'25"	79º24'25"	677408.70	9756335.49
151	02º13'00"	79º24'20"	677581.11	9773689.53
152	02º17'30"	79º16'30"	692075.24	9746950.31
153	02º17'30"	79º17'30"	690221.28	9746952.53
154	02º16'15"	79º20'20"	684971.14	9749262.43
155	02º14'35"	79º24'30"	677249.91	9752342.65
156	02º12'10"	79º24'30"	677254.70	9756796.39
157	02º13'40"	79º27'25"	671844.52	9754037.74
158	02º12'40"	79º25'20"	675708.77	9755876.57
159	02º10'30"	79º20'50"	684056.02	9759860.63
160	02º13'00"	79º24'45"	676789.57	9755261.11
161	02º12'10"	79º24'15"	677718.19	9756795.89
162	01º31'30"	79º45'20"	638686.52	9831767.05
163	01º28'25"	79º44'40"	639926.03	9837447.80
164	01º26'15"	79º45'20"	638691.94	9841440.86
165	01º15'45"	79º40'30"	647665.80	9860784.04
166	01º31'40"	79º48'15"	633277.78	9831463.01
167	01º46'20"	80º14'40"	584285.31	9804463.95



168	01º44'25"	80º15'15"	583205.29	9807995.57
169	01º40'45"	80º17'15"	579499.99	9814752.25
170	01º40'25"	80º17'30"	579036.73	9815366.53
171	01º38'20"	80º19'25"	575484.64	9819205.96
172	01º37'10"	80º18'50"	576566.85	9821354.98
173	01º39'15"	80º06'40"	599122.62	9817507.86
174	01º39'20"	80º08'05"	596495.98	9817355.48
175	01º35'50"	80º10'50"	591400.01	9823806.00
176	01º35'15"	80º11'40"	589855.38	9824881.33
177	01º31'40"	80º14'15"	585068.09	9831484.93
178	01º29'30"	80º14'15"	585069.49	9835476.70
179	01º28'45"	80º13'30"	586460.58	9836857.99
180	01º23'35"	80º13'10"	587081.87	9846376.66
181	01º21'40"	80º02'30"	606862.14	9849900.74
182	01º22'15"	79º58'45"	613815.52	9848823.12
183	01º29'00"	79º31'30"	664343.13	9836357.90
184	01º27'40"	79º30'15"	666663.04	9838813.44
185	01º24'50"	79º26'35"	673467.01	9844030.32
187	01º19'55"	79º24'45"	676873.36	9853088.96
188	01º18'40"	79º25'20"	675792.85	9855393.27
189	01º18'15"	79º24'50"	676720.74	9856160.56
190	01º15'35"	79º25'30"	675487.21	9861075.71
191	01º11'45"	79º24'45"	676882.54	9868139.32
192	01º11'10"	79º25'25"	675646.55	9869215.05
193	01º11'25"	79º25'35"	675337.13	9868754.51
194	01º06'20"	79º25'35"	675342.27	9878122.52
195	01º05'15"	79º28'45"	669469.33	9880121.98
196	01º06'25"	79º28'30"	669931.97	9877971.76
197	01º07'25"	79º27'20"	672095.08	9876127.79
198	01º12'30"	79º30'50"	665598.02	9866763.52
199	01º14'20"	79º31'45"	663895.93	9863385.97
200	01º44'35"	79º31'30"	664322.36	9807640.77
201	00º40'20"	79º27'50"	671188.52	9926038.83
202	00º42'40"	79º23'20"	679535.34	9921736.02
202	02º12'50"	79º36'20"	655316.09	9755589.83
204	01º33'20"	79º30'30"	666192.24	9828371.09
205	02º27'25"	79º16'35"	691897.99	9728673.57
207	02º11'30"	79º35'40"	656554.26	9758045.68
208	01º27'20"	79º28'50"	669290.86	9839425.97
209	01º04'20"	79º36'00"	656022.29	9881817.65
210	01º07'25"	79º30'20"	666530.38	9876130.67
211	01º00'20"	79º27'25"	671947.01	9889181.45
212	01º00'55"	79º27'20"	672101.09	9888106.38

Motor, bomba y tubería para la explotación de agua subterránes en acuífero del Ingenio San Carlos

Canal de riego de la zona agrícola del Ingenio San Carlos utilizando agua subterránea

Determinación de la dureza del agua de pozo

CONCLUSIONES

- La zona de Marcelino Maridueña tien un acuífero con gran cantidad de recurso subterráneo.
- La calidad del agua es de buena calidad.
- Conviene realizar investigaciones más detallada para analizar el comportamioento del acuífero frente a la explotación
- Para 1960 habia 55 pozos
- Para 1997 se registró 212 pozos
- Para 2005 no se conoce la densidad de pozos