



SYSCOL CONSULTORES S.A.S

Servicios Locales, Soluciones Globales.

SUB CAPITULO 1.2.
EVALUACIÓN GEOFÍSICA

CONTENIDO

1. OBJETIVOS	5
1.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
2. METODOLOGÍA	6
2.1. ANÁLISIS PRELIMINAR.....	6
2.2. TRABAJO DE CAMPO	7
2.3. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	13
2.4. INTERPRETACION DE RESULTADOS	14
3. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	15
4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	20
4.1. MODELO GEOELÉCTRICO.....	20
4.1.1. Correlacion Geológica - Geoeléctrica.....	20
4.1.2. Cortes Goelógico - Geoeléctricos.....	90
4.2. CURVAS DE ISORESISTIVIDAD	96
4.2.1. Curva de isoresistividad a 20 metros de profundidad	97
4.2.2. Curva de isoresistividad a 50 metros de profundidad	98
4.2.3. Curva de isoresistividad a 80 metros de profundidad	99
BIBLIOGRAFÍA	101

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de los SEV realizados en el área de estudio..... 11
Tabla 2. Características de los SEV realizados en el área de estudio. 15
Tabla 3. Rango de valores de resistividad de las unidades litoestratigráficas existentes en el área de estudio..... 20

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. SEV_50. Vereda Santa Ana. Instalación y verificación del equipo de medición de resistividad. 9
Fotografía 2. SEV_20. Vereda Pastor Ospina. Instalación del equipo y medición de la línea para la ubicación de los electrodos (a). SEV_21. Vereda Floresta. Abertura de los cables de corriente para la siguiente toma de lectura de resistividad (b). .. 12
Fotografía 3. Escena durante la campaña de adquisición de datos geofísicos en campo. 12
Fotografía 4. SEV_26. Vereda Mariano Ospina. Instalación del equipo y medición de la línea para la ubicación de los electrodos. 13

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Medidas de resistividad 1D en el dispositivo Schlumberger. 8
Imagen 2. Equipo de prospección geoelectrica utilizado - SuperSting R1. 8
Imagen 3. Distribución de los SEV realizados en el área de estudio. 10
Imagen 4. Proceso de inversión de datos de resistividad eléctrica. 14
Imagen 5. Resultados del SEV_24. 19
Imagen 6. Resultados del SEV_54. 19
Imagen 7. Rangos de resistividad eléctrica de rocas y sedimentos. 23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Interpretación de resultados del SEV_0. 30
Figura 2. Interpretación de resultados del SEV_1. 31
Figura 3. Interpretación de resultados del SEV_2. 32
Figura 4. Interpretación de resultados del SEV_3. 33
Figura 5. Interpretación de resultados del SEV_4. 34
Figura 6. Interpretación de resultados del SEV_5. 35
Figura 7. Interpretación de resultados del SEV_6. 36

Figura 8.	Interpretación de resultados del SEV_7.	37
Figura 9.	Interpretación de resultados del SEV_8.	38
Figura 10.	Interpretación de resultados del SEV_9.	39
Figura 11.	Interpretación de resultados del SEV_10.....	40
Figura 12.	Interpretación de resultados del SEV_11.....	41
Figura 13.	Interpretación de resultados del SEV_12.....	42
Figura 14.	Interpretación de resultados del SEV_13.....	43
Figura 15.	Interpretación de resultados del SEV_14.....	44
Figura 16.	Interpretación de resultados del SEV_15.....	45
Figura 17.	Interpretación de resultados del SEV_16.....	46
Figura 18.	Interpretación de resultados del SEV_17.....	47
Figura 19.	Interpretación de resultados del SEV_18.....	48
Figura 20.	Interpretación de resultados del SEV_19.....	49
Figura 21.	Interpretación de resultados del SEV_20.....	50
Figura 22.	Interpretación de resultados del SEV_21.....	51
Figura 23.	Interpretación de resultados del SEV_22.....	52
Figura 24.	Interpretación de resultados del SEV_23.....	53
Figura 25.	Interpretación de resultados del SEV_24.....	54
Figura 26.	Interpretación de resultados del SEV_25.....	55
Figura 27.	Interpretación de resultados del SEV_26.....	56
Figura 28.	Interpretación de resultados del SEV_27.....	57
Figura 29.	Interpretación de resultados del SEV_28.....	58
Figura 30.	Interpretación de resultados del SEV_29.....	59
Figura 31.	Interpretación de resultados del SEV_30.....	60
Figura 32.	Interpretación de resultados del SEV_31.....	61
Figura 33.	Interpretación de resultados del SEV_32.....	62
Figura 34.	Interpretación de resultados del SEV_33.....	63
Figura 35.	Interpretación de resultados del SEV_34.....	64
Figura 36.	Interpretación de resultados del SEV_35.....	65
Figura 37.	Interpretación de resultados del SEV_36.....	66
Figura 38.	Interpretación de resultados del SEV_37.....	67
Figura 39.	Interpretación de resultados del SEV_38.....	68
Figura 40.	Interpretación de resultados del SEV_39.....	69
Figura 41.	Interpretación de resultados del SEV_40.....	70
Figura 42.	Interpretación de resultados del SEV_41.....	71
Figura 43.	Interpretación de resultados del SEV_42.....	72
Figura 44.	Interpretación de resultados del SEV_43.....	73
Figura 45.	Interpretación de resultados del SEV_44.....	74
Figura 46.	Interpretación de resultados del SEV_45.....	75
Figura 47.	Interpretación de resultados del SEV_46.....	76
Figura 48.	Interpretación de resultados del SEV_47.....	77
Figura 49.	Interpretación de resultados del SEV_48.....	78
Figura 50.	Interpretación de resultados del SEV_49.....	79

Figura 51. Interpretación de resultados del SEV_50.....	80
Figura 52. Interpretación de resultados del SEV_51.....	81
Figura 53. Interpretación de resultados del SEV_52.....	82
Figura 54. Interpretación de resultados del SEV_53.....	83
Figura 55. Interpretación de resultados del SEV_54.....	84
Figura 56. Interpretación de resultados del SEV_55.....	85
Figura 57. Interpretación de resultados del SEV_56.....	86
Figura 58. Interpretación de resultados del SEV_57.....	87
Figura 59. Interpretación de resultados del SEV_58.....	88
Figura 60. Interpretación de resultados del SEV_59.....	89
Figura 61. Cortes geológicos – geoelectricos realizados en el área de estudio. ...	90
Figura 62. Corte geológico – geoelectrico A-A’.....	91
Figura 63. Corte geológico – geoelectrico B-B’.....	92
Figura 64. Corte geológico – geoelectrico C-C’.....	92
Figura 65. Corte geológico – geoelectrico D-D’.....	93
Figura 66. Corte geológico – geoelectrico E-E’.....	94
Figura 67. Corte geológico – geoelectrico F-F’.....	95
Figura 68. Corte geológico – geoelectrico G-G’.....	95
Figura 69. Corte geológico – geoelectrico H-H’.....	96
Figura 70. Mapa de isoresistividad a 20 metros de profundidad.....	98
Figura 71. Mapa de isoresistividad a 50 metros de profundidad.....	99
Figura 72. Mapa de isoresistividad a 80 metros de profundidad.....	100

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.** Mapa de distribución de los SEV. (Físico y digital Ver CD)
- Anexo 2.** Perfiles 1D de resistividad eléctrica (SEV) obtenidos del procesamiento de los datos adquiridos en campo. (Físico y digital Ver CD)
- Anexo 3.** Cortes geológicos. (Físico y digital Ver CD)
- Anexo 4.** Curvas de resistividad aparente. (Físico y digital Ver CD)
- Anexo 5.** Formatos Sondeos eléctricos verticales. (Físico y digital Ver CD)
- Anexo 6.** Formatos de campo (Físico y digital Ver CD)
- Anexo 7.** Registro fotográfico (Digital Ver CD)
- Anexo 8.** Base de datos formato Excel (Digital Ver CD)

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar la caracterización geoelectrica de las unidades litoestratigráficas existentes en el área de estudio definida para el desarrollo de las fases de aprestamiento y primera fase de diagnóstico del sistema de acuíferos en el municipio de Guasca, jurisdicción de Corpoguavio, mediante la aplicación del método geofísico de sondeos eléctricos verticales (SEV).

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Llevar a cabo la campaña de adquisición de datos geofísicos en el área de estudio mediante la aplicación de la técnica de sondeos eléctricos verticales (SEV).
- Procesar y analizar los datos geofísicos adquiridos campo, mediante el uso del software de procesamiento IPI2WIN.
- Correlacionar los resultados obtenidos del procesamiento de los datos adquiridos en campo con la información geológica existente del área de estudio.
- Establecer los rangos de valores de resistividad característicos de las unidades litoestratigráficas existentes en el área de estudio.
- Definir el modelo geoelectrico del área de estudio a partir de la correlación geológica-geoelectrica y la construcción de cortes geológicos-geoelectricos.
- Elaborar mapas de distribución de la resistividad eléctrica a diferentes profundidades (mapas de iso-resistividad).

2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la evaluación geofísica necesaria para el desarrollo de las fases de aprestamiento y primera fase de diagnóstico del sistema de acuíferos en el municipio de Guasca, jurisdicción de Corpoguavio, se realizó de acuerdo con los requerimientos de la Guía Metodológica para la Formulación de Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos, la cual está enfocada en la caracterización geoelectrica de las unidades litoestratigráficas presentes en el área de estudio.

2.1. ANÁLISIS PRELIMINAR

Inicialmente se realizó un análisis preliminar del área de estudio con el fin de determinar la localización de las áreas seleccionadas para el levantamiento de los sondeos eléctricos verticales (SEV) a partir de la información disponible de vías, la ortofotografía del municipio de Guasca y la cartografía geológica y estructural del área de estudio.

De acuerdo con la información determinada en el **Capítulo 1. Evaluación Geológica**, la localización de cada uno de los SEV, sobre cada una de las formaciones geológicas presentes en el área de estudio, fue determinada teniendo en cuenta los siguientes criterios técnicos:

- Los SEV ubicados sobre los Depósitos y Terrazas Aluviales permitirían estimar el espesor y condiciones hidrogeológicas de los mismos, además de identificar y evaluar las condiciones hidrogeológicas de las unidades litoestratigráficas que se encuentran cubiertas por estos depósitos.
- Los SEV distribuidos sobre las formaciones con mayor potencial hidrogeológico, como Arenisca Dura, Plaeners, Labor y Tierna, Cacho, Regadera y Tilatá, permitirían reconocer los cuerpos, capas, estratos o estructuras permeables que faciliten la acumulación y transmisión del agua subterránea, así como sus espesores y profundidades.
- Con los SEV localizados sobre la Formación Guaduas se busca identificar las secuencias areníticas dentro de esta unidad que puedan caracterizar posibles zonas de acumulación y transmisión de agua subterránea. Además, con estos SEV se puede estimar la profundidad del techo de las unidades con mayor potencial hidrogeológico ubicadas estratigráficamente por debajo de esta formación (Grupo Guadalupe: Arenisca Labor y Tierna, Plaeners y Arenisca Dura).

- Con los SEV ubicados sobre la Formación Bogotá se busca estimar el espesor de esta, y la profundidad del techo de la Formación Cacho, la cual tiene mayor potencial hidrogeológico y se ubica estratigráficamente por debajo de Bogotá.

Adicionalmente, se tuvo en cuenta que las áreas seleccionadas para el levantamiento de los SEV contarán con vías de fácil acceso y que las condiciones del terreno faciliten las tareas en campo.

La Formación Chipaque, aunque no posee una importancia hidrogeológica relevante, también fue caracterizada mediante los SEV; esto con el objetivo de realizar la caracterización geoelectrica de todas las unidades litoestratigráficas aflorantes en el área de estudio.

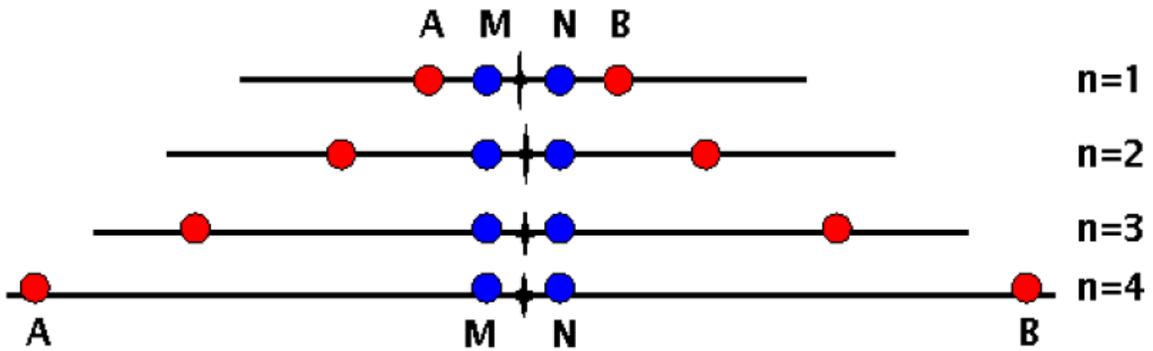
2.2. TRABAJO DE CAMPO

Una vez definida preliminarmente la localización de los SEV, se realizó en campo un reconocimiento del área de estudio. Durante la visita se estableció la distribución final de los SEV de acuerdo con los objetivos del estudio y la distribución y condiciones del terreno. Finalmente, se adelantó una campaña de adquisición de datos geofísicos entre el 23 de febrero y 25 de marzo de 2017. En total se realizaron 60 sondeos eléctricos verticales (SEV), los cuales fueron realizados mediante el uso del dispositivo electródico Schlumberger, donde la distancia entre los electrodos de potencial MN se mantiene constante, variando la distancia entre los electrodos de corriente AB; la distancia utilizada en los perfiles de resistividad es de AB/2, como se observa en la Imagen 1.

El equipo utilizado para la adquisición de datos geofísicos fue un AGI SuperSting R1, que consta de un panel de control, una caja adaptadora, una batería, dos electrodos, cables de corriente y cables de potencial, como se muestra en la imagen 2. La imagen 3 y la tabla 1 se muestra la distribución de los SEV realizados en el área de estudio.

Desde la Fotografía 1 hasta la fotografía 4 se muestran algunas escenas durante la campaña de adquisición de datos geofísicos en campo.

Imagen 1. Medidas de resistividad 1D en el dispositivo Schlumberger.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Imagen 2. Equipo de prospección geoelectrica utilizado - SuperSting R1.



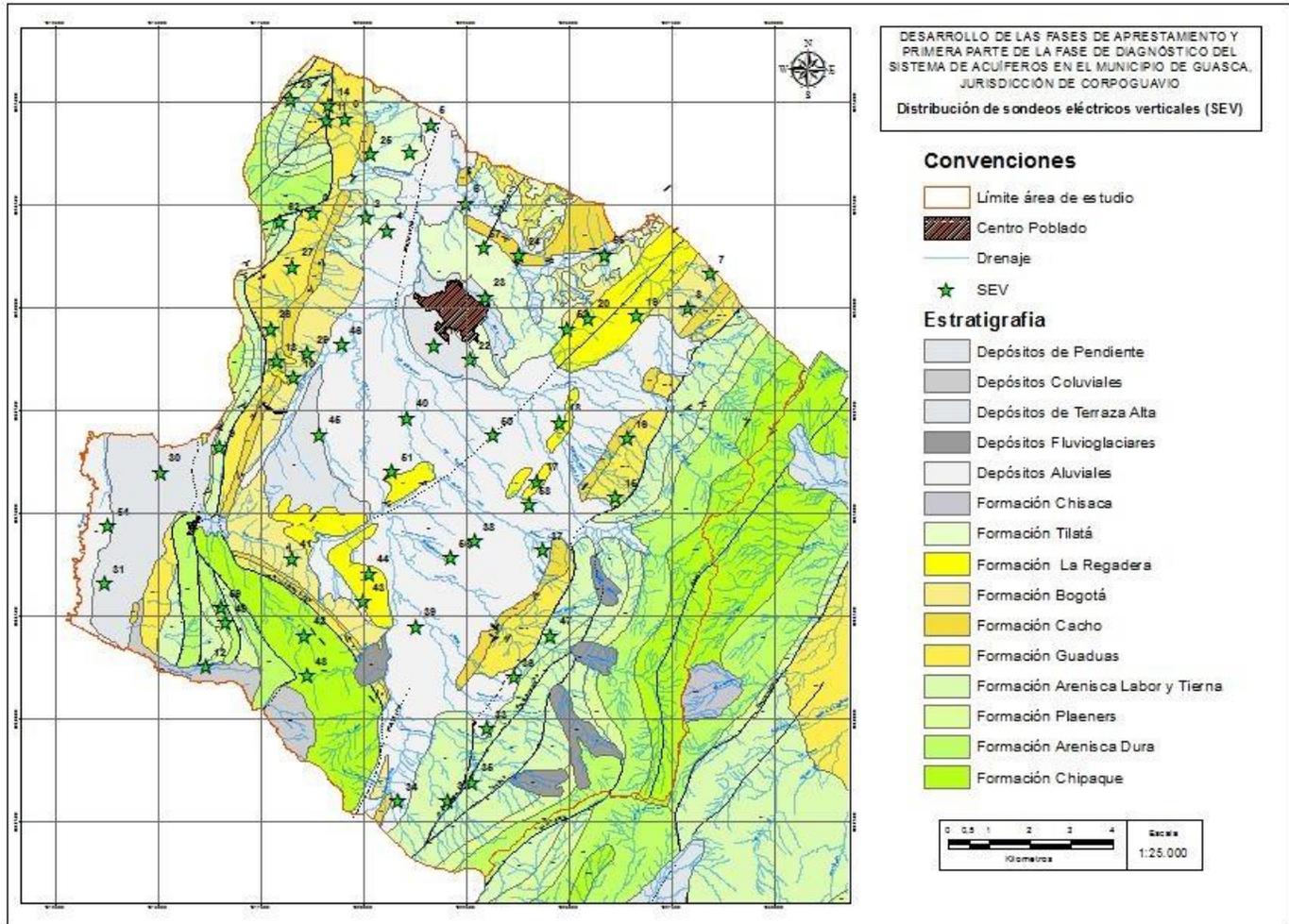
Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Fotografía 1. SEV_50. Vereda Santa Ana. Instalación y verificación del equipo de medición de resistividad.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Imagen 3. Distribución de los SEV realizados en el área de estudio.



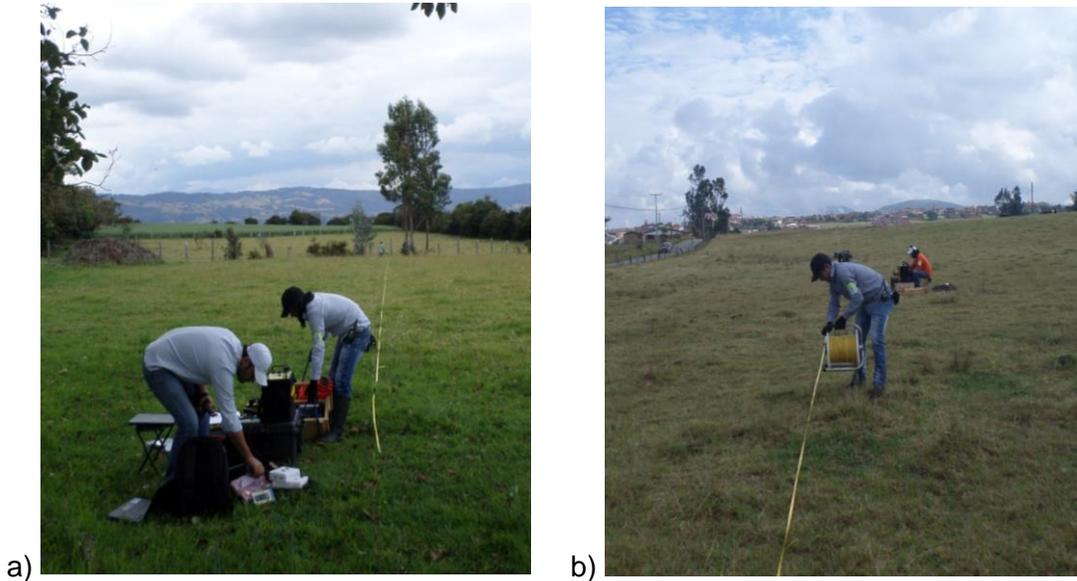
Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Tabla 1. Distribución de los SEV realizados en el área de estudio.

SEV_ID	Localización (MAGNA-SIRGAS origen Bogotá)		Altura GPS (msnm)	Vereda	Unidad litoestratigráfica	SEV_ID	Localización (MAGNA-SIRGAS origen Bogotá)		Altura GPS (msnm)	Vereda	Unidad litoestratigráfica
	Norte	Este					Norte	Este			
	SEV_0	1.019.539					1.034.607	2,735			
SEV_1	1.021.121	1.033.780	2,644	Santuario	N2t	SEV_31	1.013.683	1.023.275	2,586	Santa Isabel	Qal
SEV_2	1.020.061	1.032.192	2,666	Santuario	N2t	SEV_32	1.022.067	1.017.995	3,289	Trinidad	K2It
SEV_3	1.018.776	1.032.325	2,804	Santuario	K2E1g	SEV_33	1.023.002	1.019.752	3,245	Trinidad	Qal
SEV_4	1.020.582	1.031.883	2,632	Santuario	Qal	SEV_34	1.020.817	1.017.976	3,136	Trinidad	Qal
SEV_5	1.021.638	1.034.456	2,602	-	Qal	SEV_35	1.022.656	1.018.434	3,243	Trinidad	K2It
SEV_6	1.022.485	1.032.548	2,617	Flores	Qal	SEV_36	1.023.658	1.021.000	3,213	Trinidad	Qal
SEV_7	1.028.441	1.030.836	2,877	Santa Barbara	E1b	SEV_37	1.024.354	1.024.087	3,022	Santa Ana	Qal
SEV_8	1.027.889	1.029.976	2,874	Santa Barbara	E1b	SEV_38	1.022.711	1.024.314	2,913	Santa Ana	Qal
SEV_9	1.016.507	1.026.597	2,722	Salitre	K2It	SEV_39	1.021.271	1.022.228	2,886	Trinidad	Qal
SEV_10	1.018.295	1.028.286	2,7	Mariano Ospina	E1b	SEV_40	1.021.068	1.027.314	2,684	San Jose	Qal
SEV_11	1.019.115	1.034.543	2,757	Santuario	K2E1g	SEV_41	1.018.249	1.023.889	2,736	Salitre	E1b
SEV_12	1.016.145	1.021.257	2,911	Santa Isabel	Q2c	SEV_42	1.018.567	1.022.008	2,998	Trinidad	K2cp
SEV_13	1.017.880	1.028.697	2,756	Mariano Ospina	K2E1g	SEV_43	1.020.004	1.022.837	2,903	Trinidad	E2r
SEV_14	1.019.143	1.034.912	2,787	Santuario	K2E1g	SEV_44	1.020.123	1.023.520	2,834	Trinidad	E2r
SEV_15	1.026.145	1.025.374	3,166	La Floresta	K2E1g	SEV_45	1.018.922	1.026.912	2,69	San Isidro	Q2t
SEV_16	1.026.430	1.026.813	3,055	La Floresta	K2E1g	SEV_46	1.019.462	1.029.097	2,662	San Isidro	Qal
SEV_17	1.024.236	1.025.767	2,954	Santa Ana	E2r	SEV_47	1.024.560	1.022.018	3,191	Santa Ana	K2It
SEV_18	1.024.785	1.027.197	2,842	La Floresta	Qal	SEV_48	1.018.623	1.021.034	3,198	Trinidad	K2cp
SEV_19	1.026.664	1.029.800	2,868	Santa Barbara	E2r	SEV_49	1.016.650	1.022.324	2,769	Salitre	K2d
SEV_20	1.025.476	1.029.752	2,801	Pastor Ospina	E2r	SEV_50	1.023.139	1.026.884	2,81	Santa Ana	Qal
SEV_21	1.021.715	1.029.087	2,667	La Floresta	Q2t	SEV_51	1.020.705	1.026.002	2,706	Santa Ana	Qal
SEV_22	1.022.599	1.028.730	2,691	La Floresta	Q2t	SEV_52	1.017.954	1.032.091	2,913	Santuario	K2It
SEV_23	1.022.966	1.030.262	2,679	Pastor Ospina	Q2t	SEV_53	1.024.960	1.029.488	2,784	Pastor Ospina	E1b
SEV_24	1.023.790	1.031.269	2,687	Flores	E1c	SEV_54	1.013.770	1.024.681	2,579	Santa Isabel	Qal
SEV_25	1.020.186	1.033.746	2,676	Santuario	N2t	SEV_55	1.025.875	1.031.286	2,639	Santa Barbara	E1b
SEV_26	1.017.741	1.029.478	2,829	Mariano Ospina	K2E1g	SEV_56	1.022.108	1.023.915	2,824	Santa Ana	Qal
SEV_27	1.018.262	1.031.000	2,772	Mariano Ospina	K2E1g	SEV_57	1.022.940	1.031.448	2,669	Flores	N2t
SEV_28	1.018.233	1.035.073	3,052	Santuario	K2p	SEV_58	1.024.044	1.025.194	2,97	Santa Ana	E2r
SEV_29	1.018.629	1.028.887	2,709	Mariano Ospina	E1b	SEV_59	1.016.511	1.022.696	2,86	Salitre	K2d

Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017

Fotografía 2. SEV_20. Vereda Pastor Ospina. Instalación del equipo y medición de la línea para la ubicación de los electrodos (a). SEV_21. Vereda Floresta. Abertura de los cables de corriente para la siguiente toma de lectura de resistividad (b).



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Fotografía 3. Escena durante la campaña de adquisición de datos geofísicos en campo.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Fotografía 4. SEV_26. Vereda Mariano Ospina. Instalación del equipo y medición de la línea para la ubicación de los electrodos.



Fuente: SYSVOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

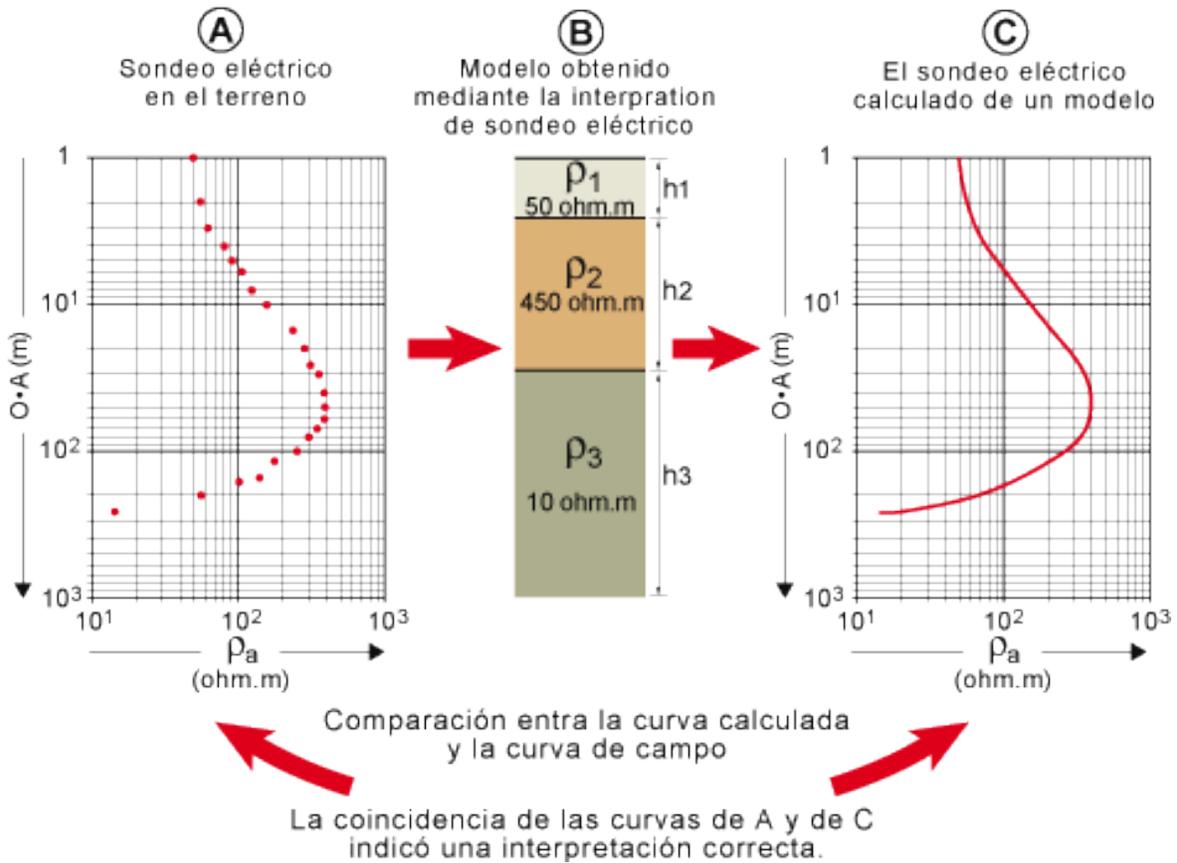
2.3. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Los perfiles 1D de resistividad eléctrica (sondeos eléctricos verticales) fueron generados a partir del procesamiento de los datos adquiridos en campo, mediante la teoría del problema inverso a partir del que problema directo, que permite determinar el comportamiento del potencial eléctrico en un medio que se asume constituido por capas limitadas por superficies planas y paralelas a la superficie. El proceso de inversión genera a partir de la curva de resistividad aparente (datos de campo), un modelo de capas homogéneas e isotrópicas, con espesores de capa h y resistividades ρ , que pueda ser considerado como una solución válida de los datos experimentales, de forma que el modelo teórico sea similar a las observaciones de campo, como se muestra en la imagen 4.

El criterio de convergencia del proceso está relacionado con el cálculo del error cuadrático medio (RMS), determinado entre los datos experimentales (datos de campo) y la respuesta del modelo deducido. Cuando se fije en un valor menor al 10% se considera que el ajuste entre los datos y los resultados es bueno, en caso de fijarse por debajo del 5% se definirá como un ajuste óptimo.

Para obtener los perfiles 1D de resistividad eléctrica, a partir de las curvas de resistividad aparente obtenidas en campo, se precisó de un programa de inversión: el programa utilizado para el procesamiento de los datos geoelectrónicos adquiridos en campo fue el software IPI2win, desarrollado por la Universidad de Moscú.

Imagen 4. Proceso de inversión de datos de resistividad eléctrica.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

2.4. INTERPRETACION DE RESULTADOS

A partir del análisis y procesamiento de los datos adquiridos en campo y la caracterización geológica del área de estudio, se realiza la correlación e interpretación de los resultados con el objetivo de caracterizar las unidades litoestratigráficas localizadas en el área de estudio.

3. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Los resultados de los SEV son mostrados como sondeos unidimensionales que exhiben la variación de la resistividad en función de la profundidad. El resultado del procesamiento de los 60 SEV realizados en el área de estudio evidencian un amplio rango de valores de resistividad, los cuales oscilan entre 0,5 y 31.292 Ohm.m, con profundidades analizadas hasta 298 metros. La amplia variación en los valores de resistividad puede ser explicada por las variaciones de las características físicas de los materiales que componen las unidades litoestratigráficas existentes en el área de estudio.

La Tabla 2 muestra las características de cada uno de los SEV realizados en el área de estudio. Los resultados obtenidos corresponden a los SEV de acuerdo a la distribución mostrada en la imagen 3.

Tabla 2. Características de los SEV realizados en el área de estudio.

SEV_ID	Localización (MAGNA-SIRGAS origen Bogotá)		Altura GPS (msnm)	AB/2 máximo (m)	Profundidad investigación (m)	% Error
	Norte	Este				
SEV_0	1.019.539	1.034.607	2.735	200	100	2,38
SEV_1	1.021.121	1.033.780	2.644	201	100	3,34
SEV_2	1.020.061	1.032.192	2.666	195	96	4,66
SEV_3	1.018.776	1.032.325	2.804	133	68	1,94
SEV_4	1.020.582	1.031.883	2.632	223	110	2,44
SEV_5	1.021.638	1.034.456	2.602	480	240	4,32
SEV_6	1.022.485	1.032.548	2.617	183	91	4,03
SEV_7	1.028.441	1.030.836	2.877	265	132	3,13
SEV_8	1.027.889	1.029.976	2.874	173	86	2,13
SEV_9	1.016.507	1.026.597	2.722	237	118	2,68
SEV_10	1.018.295	1.028.286	2.700	237	118	2,96
SEV_11	1.019.115	1.034.543	2.757	100	50	2,33
SEV_12	1.016.145	1.021.257	2.911	150	75	2,75
SEV_13	1.017.880	1.028.697	2.756	133	66	6,09
SEV_14	1.019.143	1.034.912	2.787	150	75	5,02

SEV_ID	Localización (MAGNA-SIRGAS origen Bogotá)		Altura GPS (msnm)	AB/2 máximo (m)	Profundidad investigación (m)	% Error
	Norte	Este				
SEV_15	1.026.145	1.025.374	3.166	250	125	3,88
SEV_16	1.026.430	1.026.813	3.055	200	100	7,54
SEV_17	1.024.236	1.025.767	2.954	260	130	4,75
SEV_18	1.024.785	1.027.197	2.842	140	70	3,92
SEV_19	1.026.664	1.029.800	2.868	259	129	3,14
SEV_20	1.025.476	1.029.752	2.801	133	66	4,34
SEV_21	1.021.715	1.029.087	2.667	117	58	5,39
SEV_22	1.022.599	1.028.730	2.691	133	66	2,98
SEV_23	1.022.966	1.030.262	2.679	133	66	4,51
SEV_24	1.023.790	1.031.269	2.687	228	114	4,67
SEV_25	1.020.186	1.033.746	2.676	213	106	2,83
SEV_26	1.017.741	1.029.478	2.829	160	80	6,27
SEV_27	1.018.262	1.031.000	2.772	220	110	3,50
SEV_28	1.018.233	1.035.073	3.052	133	66	2,25
SEV_29	1.018.629	1.028.887	2.709	280	140	3,77
SEV_30	1.015.052	1.025.993	2.588	212	106	2,50
SEV_31	1.013.683	1.023.275	2.586	422	211	1,64
SEV_32	1.022.067	1.017.995	3.289	196	92	5,16
SEV_33	1.023.002	1.019.752	3.245	316	158	3,04
SEV_34	1.020.817	1.017.976	3.136	316	158	6,61
SEV_35	1.022.656	1.018.434	3.243	237	118	6,90
SEV_36	1.023.658	1.021.000	3.213	178	89	2,49
SEV_37	1.024.354	1.024.087	3.022	178	89	1,56
SEV_38	1.022.711	1.024.314	2.913	287	143	3,28
SEV_39	1.021.271	1.022.228	2.886	254	127	2,70
SEV_40	1.021.068	1.027.314	2.684	130	65	4,44
SEV_41	1.018.249	1.023.889	2.736	133	66	1,85

SEV_ID	Localización (MAGNA-SIRGAS origen Bogotá)		Altura GPS (msnm)	AB/2 máximo (m)	Profundidad investigación (m)	% Error
	Norte	Este				
SEV_42	1.018.567	1.022.008	2.998	133	66	6,69
SEV_43	1.020.004	1.022.837	2.903	138	69	1,94
SEV_44	1.020.123	1.023.520	2.834	160	80	2,56
SEV_45	1.018.922	1.026.912	2.690	155	77	3,21
SEV_46	1.019.462	1.029.097	2.662	178	89	3,41
SEV_47	1.024.560	1.022.018	3.191	178	89	5,85
SEV_48	1.018.623	1.021.034	3.198	210	105	6,13
SEV_49	1.016.650	1.022.324	2.769	183	91	2,56
SEV_50	1.023.139	1.026.884	2.810	158	79	3,17
SEV_51	1.020.705	1.026.002	2.706	231	115	2,96
SEV_52	1.017.954	1.032.091	2.913	100	50	4,84
SEV_53	1.024.960	1.029.488	2.784	133	66	7,71
SEV_54	1.013.770	1.024.681	2.579	297	148	2,23
SEV_55	1.025.875	1.031.286	2.639	140	70	1,39
SEV_56	1.022.108	1.023.915	2.824	342	171	2,17
SEV_57	1.022.940	1.031.448	2.669	293	146	1,28
SEV_58	1.024.044	1.025.194	2.970	316	158	4,93
SEV_59	1.016.511	1.022.696	2.860	112	66	9,07

Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

La profundidad de investigación de los SEV depende directamente de la separación de los electrodos de corriente AB, por lo que, si la distancia entre estos electrodos aumenta, la profundidad de investigación será mayor (y la densidad de los datos disminuirá). En el presente estudio se intentó alcanzar la máxima separación de electrodos AB en cada uno de los lugares seleccionados; sin embargo, en algunos de estos lugares se encontraron dificultades relacionadas con el terreno, consecución de permisos, etc., que impidieron lograr mayores profundidades.

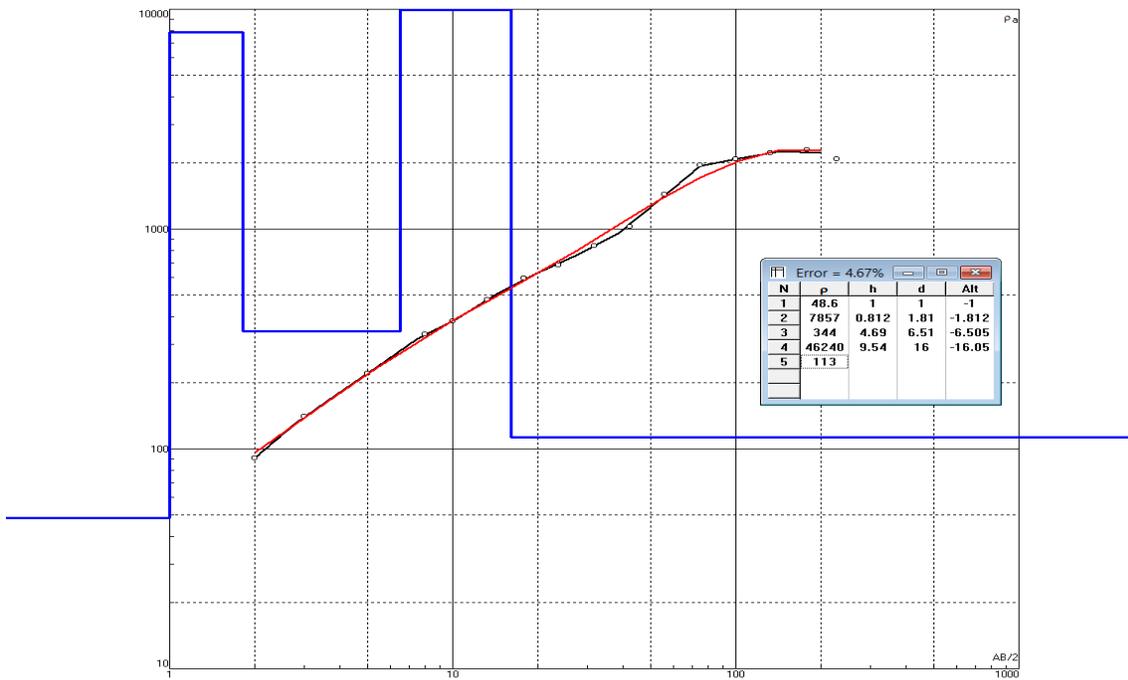
Esta profundidad es casi imposible de definir porque la profundidad a la que penetra una corriente determinada depende tanto de la estratificación (contrastes de resistividad) como de la separación entre los electrodos; sin embargo, es una regla

común decir que la profundidad de investigación de un SEV es del orden entre 0,1 y 0,3 veces la longitud entre los electrodos AB. En general, el subsuelo de la zona de estudio está representado por una secuencia geoelectrica heterogénea donde se encuentran diversas unidades litoestratigráficas caracterizadas por valores de resistividad eléctrica particulares; por tanto, a partir del análisis de los resultados obtenidos del procesamiento de los datos geofísicos adquiridos en campo, se definió una profundidad de investigación promedio de 0,25 veces la longitud entre los electrodos AB (AB/4).

Los perfiles 1D de resistividad eléctrica obtenidos del procesamiento de los datos adquiridos en campo se incluyen en el Anexo 2; un par de ejemplos de estos se exhiben en la imagen 5 y 6 donde se muestran los resultados del SEV_24 y SEV_54 respectivamente. En la gráfica se puede observar el ajuste entre la curva de resistividad eléctrica aparente adquirida en campo (puntos blancos – línea negra) y la curva de resistividad eléctrica aparente calculada (curva roja); el modelo deducido de estos datos está representado por la línea azul y sus valores se aprecian en la tabla encabezada por el error de ajuste entre las curvas (%). Asimismo, esta tabla está compuesta por los siguientes campos:

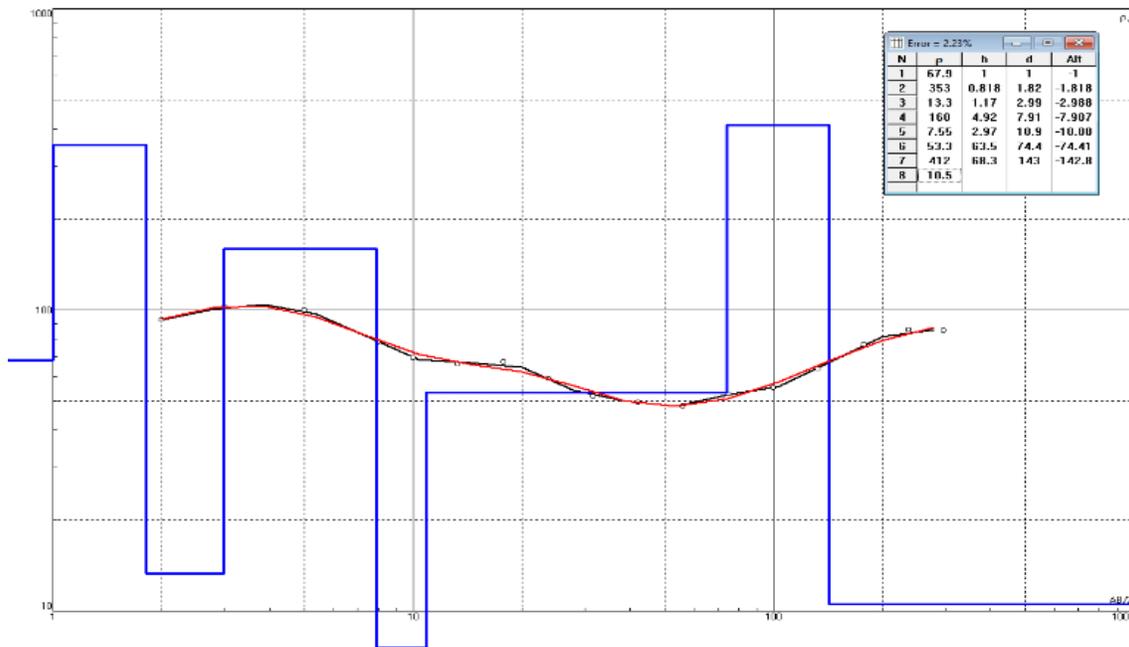
- N: número de la capa
- ρ : resistividad de la capa (Ohm.m)
- h: espesor (metros)
- d: profundidad de la base de la capa desde la superficie del terreno (metros)
- Alt: altitud con respecto al nivel del mar (en este caso igual a cero)

Imagen 5. Resultados del SEV_24.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Imagen 6. Resultados del SEV_54.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017

4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. MODELO GEOELÉCTRICO

4.1.1. Correlación Geológica - Geoeléctrica

A partir de los resultados obtenidos del procesamiento de los SEV y la evaluación geológica, se realizó la correlación geológica – geoeléctrica donde se establecieron un rango de resistividad característico de las unidades litoestratigráficas existentes en el área de estudio. Las formaciones geológicas del área de estudio la componen: Depósitos Coluviales (Q2c), Depósitos Aluviales (Qal), Depósitos de Terraza Alta (Q2t), Fm. Tilatá (N2t), Fm. La Regadera (E2r), Fm. Bogotá (E1b), Fm. Cacho (E1c), Fm. Guadas (K2E1g), Fm. Arenisca de Labor y Tierna (K2lt), Fm. Plaeners (K2p), Fm. Arenisca Dura (K2d) y Fm. Chipaque (K2cp). La tabla 3 muestra los valores de resistividad para cada una de las unidades litoestratigráficas existentes en el área de estudio.

Tabla 3. Rango de valores de resistividad de las unidades litoestratigráficas existentes en el área de estudio.

FORMACIÓN GEOLÓGICA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	RESISTIVIDAD (OHM.M)
Suelo residual (H)	H	Suelo residual	6 – 31.292
Depósitos sin diferenciar (Q)	Q	Depósitos no consolidados de poco espesor y poca extensión	200 – 6.190
Depósitos coluviales (Q2c)	Q2c	Bloques de diferentes tamaños con matriz areno-arcillosa	490
Depósitos aluviales (Qal)	Qal (a)	Arcillas	2 – 13
	Qal (b)	Arenas saturadas, con diferente proporción de arcillas y limos	32 – 98
	Qal (c)	Arenas y/o gravas saturadas	134 – 641
	Qal (d)	Arenas y/o gravas no saturadas (secas) o parcialmente saturadas	694 – 2.610
Depósitos de Terraza Alta (Q2t)	Q2t (a)	Gravas no saturadas (secas)	2.098 – 2.194
	Q2t (b)	Arenas y/o gravas saturadas	137 – 516
	Q2t (c)	Arcillas limosas	9 – 30
Tilatá (N2t)	N2t (a)	Arcillas limosas	15 – 32

FORMACIÓN GEOLÓGICA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	RESISTIVIDAD (OHM.M)
	N2t (b)	Arenas saturadas, con intercalaciones de limos y arcillas	49 – 74
La Regadera (E2r)	E2r (a)	Conglomerados y/o areniscas compactas	896 – 3.227
	E2r (b)	Conglomerados y/o areniscas friables saturadas	164 – 691
	E2r (c)	Areniscas friables saturadas, con intercalaciones de arcillolitas	73 – 120
Bogotá (E1b)	E1b (a)	Capas gruesas de areniscas saturadas, con intercalaciones delgadas de arcillolitas	92 – 194
	E1b (b)	Arcillolitas intercaladas con areniscas	22 – 73
	E1b (c)	Capas gruesas de arcillolitas con intercalaciones delgadas de areniscas	1 – 13
Cacho (E1c)	E1c (a)	Areniscas saturadas, con diferente proporción de conglomerados e intercalaciones de arcillolitas	113 – 412
	E1c (b)	Valor anómalo (Capas muy compactas de la Formación Cacho)	46.240
Guaduas (K2E1g)	K2E1g (a)	Capas gruesas de lodolitas	0,5 – 15
	K2E1g (b)	Capas gruesas de lodolitas con intercalaciones delgadas de areniscas	19 – 22
	K2E1g (c)	Lodolitas intercaladas con areniscas	38 – 86
	K2E1g (d)	Capas gruesas de areniscas fracturadas saturadas, con intercalaciones delgadas de lodolitas	110 – 187
	K2E1g (e)	Valores anómalos (Capas gruesas de areniscas compactas o secuencias de la Formación Guaduas con intercalaciones de capas de carbón)	1934 – 2.325
Arenisca de Labor y Tierna (K2lt)	K2lt (a)	Capas gruesas de areniscas compactas, con intercalaciones delgadas de lodolitas	531 – 2.126
	K2lt (b)	Capas gruesas de areniscas fracturadas saturadas, con intercalaciones delgadas de lodolitas	102 – 285
	K2lt (c)	Lodolitas intercaladas con areniscas	5 – 87
Plaeners (K2p)	K2p (a)	Capas gruesas de lodolitas	9

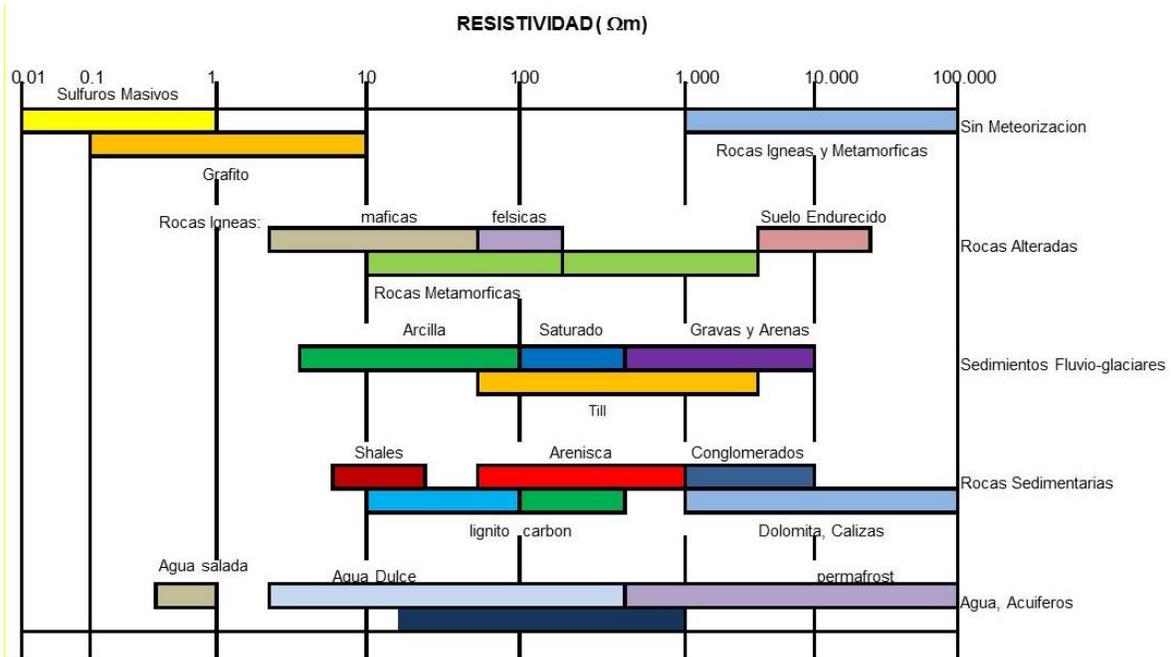
FORMACIÓN GEOLÓGICA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	RESISTIVIDAD (OHM.M)
	K2p (b)	Capas de areniscas y liditas fracturadas saturadas, con intercalaciones delgadas de lodolitas	147 – 328
	K2p (c)	Capas de areniscas y liditas compactas, con intercalaciones delgadas de lodolitas	2.280 – 3.583
Arenisca Dura (K2d)	K2d (a)	Capas gruesas de lodolitas con intercalaciones delgadas de areniscas	11 – 63
	K2d (b)	Capas gruesas de areniscas fracturadas saturadas, con intercalaciones delgadas de lodolitas	95 – 140
	K2d (c)	Capas gruesas de areniscas compactas, con intercalaciones delgadas de lodolitas	2609
Chipaque (K2cp)		Capas gruesas de lodolitas con intercalaciones delgadas de areniscas	3 – 20
		Capas gruesas de areniscas compactas, con intercalaciones de lodolitas	650 – 857

Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

4.1.1.1. Criterios técnicos para la interpretación de resultados de los SEV

Los contrastes en los valores de resistividad de los diferentes materiales geológicos en cada sitio son los que permiten aplicar exitosamente el método de prospección geoelectrica. En la Imagen 7 se indican los rangos de resistividad que caracterizan a las rocas y sedimentos, en donde se pueden apreciar diferencias notorias entre los materiales de grano fino (margas, limos-limolitas, arcillas-arcillolitas), los de grano mediano (arenas-areniscas) y grueso (gravas-conglomerados).

Imagen 7. Rangos de resistividad eléctrica de rocas y sedimentos.



Fuente: Palacky, 1987

La fase mineral de las rocas y sedimentos habitualmente conduce la corriente con mayor dificultad que las soluciones que rellenan sus poros, ya que están constituidos por minerales muy resistivos del grupo de los silicatos. De este modo en las rocas y sedimentos, la corriente eléctrica circula prácticamente por el electrolito que rellena sus poros. En relación con esto la conductividad eléctrica de las rocas es esencialmente electrolítica (iónica). De aquí se deduce que la humedad de las rocas y sedimentos influye fuertemente en su comportamiento resistivo (IAKUBOVSKII & LIAJOV, 1980; citado en Gómez, 2014).

Por lo que se refiere al grado de saturación y a la textura, las rocas y depósitos sedimentarios se caracterizan por valores de resistividad bajos en comparación con los otros tipos de rocas (ígneas y metamórficas). Esto se explica por su gran porosidad y en caso de ubicarse bajo el nivel de las aguas subterráneas, también por su elevado grado de saturación de agua. Sin embargo, entre las rocas y sedimentos de este grupo se pueden encontrar algunas que se caracterizan por una resistividad elevada, por ejemplo, las arenas secas (IAKUBOVSKII & LIAJOV, 1980; citado en Gómez, 2014).

Es característico que la resistividad de las arcillas sea habitualmente menor que la resistividad de las arenas. Esto se explica, por una parte, la considerable influencia del agua vinculada a la superficie de separación de las fases sólida y líquida y, por otra parte, a que en las arcillas a causa de su baja permeabilidad las aguas subterráneas fluyen a velocidades muy bajas y aumenta la mineralización a cuenta

de las sales minerales preexistentes en la fase sólida de la roca. La mineralización de las aguas subterráneas en rocas arenosas que filtran bien, por lo general, es más baja, especialmente en el caso donde las rocas acumulan aguas meteóricas frescas (IAKUBOVSKII & LIAJOV, 1980; citado en Gómez, 2014).

De acuerdo con los resultados obtenidos y la interpretación realizada a partir de información geológica se determinaron las características geoelectricas de cada una de las formaciones localizadas en el área de estudio. Sobre la Formación Chipaque se encuentran los SEV_42 y SEV_48, en los cuales se identifica una capa con valores de resistividad de 13 Ohm.m que se podrían asociar a un Suelo Residual de espesor de un metro. Por debajo de esta capa aparecen valores de resistividad entre 1.300 y 3.350 Ohm.m, los cuales se podrían asociar a depósitos no consolidados con espesores variables. Infrayaciendo aparece una capa con valores de resistividad entre 3 y 857 Ohm.m la cual se podría asociar a la Formación Chipaque, donde se identifican dos rangos de resistividad a partir del cambio de litología para esta formación, el primer rango de resistividad se encuentra entre 3 y 20 Ohm.m la cual se podría asociar a capas gruesas de lodolitas con intercalaciones delgadas de arenisca y un segundo rango con valores de resistividad entre 651 y 857 Ohm.m los cuales se podrían asociar a capas gruesas de arenisca compacta con intercalaciones de lodolitas.

Sobre la Formación Arenisca Dura se encuentran los SEV_49 y SEV_59, en los cuales se muestra primero una capa con valores de resistividad entre 1.450 y 31.292 Ohm.m posiblemente asociados a Suelo Residual con espesor promedio de un metro. Por debajo de esta capa aparece una capa con valores de resistividad entre 31 y 2.609 Ohm.m, los cuales se podrían asociar a la Formación Arenisca Dura. Esta formación presenta tres rangos de resistividad diferentes a partir del cambio de litología, el primero rango de resistividad se encuentra entre 31 y 63 Ohm.m, el cual se podría asociar a capas gruesas de lodolitas con intercalaciones delgadas de arenisca, el segundo rango aparece con valores de resistividad entre 95 y 157 Ohm.m, el cual se podría asociar a capas gruesas de arenisca fracturada con intercalaciones de lodolita, y finalmente, un tercer rango con valores de resistividad de 2.609 Ohm.m, el cual se podría asociar a capas gruesas de arenisca compacta con intercalaciones delgadas de lodolita. En el SEV_49 se identifica una capa con valores de resistividad de 157 Ohm.m, la cual se podría asociar a la Formación Chipaque compuesta por capas gruesas de arenisca compacta con intercalaciones de lodolita.

Sobre la Formación Plaeners se encuentra el SEV_28, el cual muestra primero valores de resistividad de 1.366 Ohm.m, los cuales se podrían asociar a la capa superficial de Suelo Residual. Infrayaciendo aparece una capa con valores de resistividad entre 205 y 2.715 Ohm.m asociados a la Formación Plaeners, esta formación presenta dos rangos de resistividad diferentes a partir del cambio de litología, un primer rango con valores de resistividad entre 205 y 279 Ohm.m, el cual se podría asociar a capas de arenisca y lodolitas fracturadas saturadas con

intercalaciones delgadas de lodolita y un segundo rango de resistividades con valores entre 2.715 y 2.280 Ohm.m la cual se podría asociar a capas de arenisca y lodolitas compactas con intercalaciones delgadas de lodolita.

Sobre la Formación Arenisca de Labor y Tierna se encuentran los SEV_9, SEV_32, SEV_35, SEV_35, SEV_47 y SEV_52 los cuales muestran primero una capa con valores de resistividad entre 279 y 2.084 Ohm.m que se podrían asociar al Suelo Residual. Por debajo de esta capa aparece una capa con valores de resistividad entre 5 y 2.126 Ohm.m los cuales se podrían asociar a la Formación Arenisca de Labor y Tierna, esta formación presenta tres rangos de resistividad diferentes a partir del cambio litológico, el primer rango de resistividades cuenta con los valores más bajos de resistividad los cuales van de 5 a 87 Ohm.m y se podrían asociar a lodolita intercalada con arenisca, aparece un segundo rango de resistividades con valores que están entre 102 y 256 Ohm.m los cuales se podrían asociar a capas gruesas de arenisca fracturada saturada con intercalaciones delgadas de lodolita y por último, aparecen los valores más altos de resistividad para esta formación los cuales van de 531 a 2.126 Ohm.m y se podrían asociar a capas gruesas de arenisca compacta con intercalaciones de capas delgadas de lodolitas.

Sobre la Formación Guaduas se encuentran los SEV_0, SEV_3, SEV_11, SEV_13, SEV_14, SEV_15, SEV_16 SEV_26 y SEV_27 los cuales muestran una capa de espesores variables con valores de resistividad entre 22 y 1.433 Ohm.m que se podrían asociar al Suelo Residual. Debajo de esta capa, aparece una capa con espesores variables y de forma discontinua con valores de resistividad entre 199 y 998 Ohm.m los cuales se podrían asociar a depósitos no consolidados de poca extensión. Infrayaciendo esta secuencia aparece una capa con valores de resistividad entre 1 y 2.278 Ohm.m los cuales se podrían asociar a la Formación Guaduas, esta formación presenta cinco rangos de resistividad diferentes a partir del cambio en su litología, el primer rango de resistividades presenta valores que van de 1 a 11 Ohm.m y se podrían asociar litológicamente a capas gruesas de lodolita, aparece un segundo rango de resistividades con valores que están entre 19 y 23 Ohm.m los cuales se podrían asociar a capas gruesas de lodolita con intercalaciones delgadas de arenisca, se identifica un tercer rango con valores de resistividad entre 38 y 87 Ohm.m los cuales se podrían asociar a lodolitas intercaladas con areniscas, aparece un cuarto rango de resistividades con valores entre 110 y 187 Ohm.m los cuales se podrían asociar a capas gruesas de arenisca fracturada saturada con intercalaciones delgadas de lodolita, por último se identifica un quinto rango de resistividades el cual presenta los valores más altos de resistividad para la Formación Guaduas los cuales están entre 2.278 y 2.325 Ohm.m y se podrían asociar a capas gruesas de arenisca compacta o secuencia de arenisca compacta con intercalaciones de capas de carbón.

Sobre la Formación Cacho se encuentra el SEV_24 el cual muestra una capa con resistividad de 7.857 Ohm.m la cual se podría asociar al Suelo Residual. Debajo de esta capa aparece una capa con valores de resistividad entre 113 y 344 Ohm.m los

cuales se podrían asociar a la Formación Cacho compuesta litológicamente por areniscas saturadas con diferente proporción de conglomerados e intercalaciones de arcillolitas. Sin embargo, aparece una capa con valores de resistividad de 46.240 Ohm.m los cuales podrían ser valores anómalos de resistividad, posiblemente capas muy compactas de la Formación Cacho.

Sobre la Formación Bogotá se encuentran los SEV_7, SEV_8, SEV_10, SEV_29, SEV_41, SEV_53 y SEV_55 los cuales muestran una capa de poco espesor con valores de resistividad entre 6 y 1.252 Ohm.m que se podrían asociar al Suelo Residual. Debajo de esta capa aparece una capa con valores de resistividad entre 298 y 338 Ohm.m los cuales se podrían asociar a depósitos no consolidados de poco espesor y poca extensión. Infrayaciendo esta secuencia aparece una capa con valores de resistividad entre 1 y 194 Ohm.m los cuales se podrían asociar con la Formación Bogotá, esta formación presenta tres rangos de resistividad diferentes a partir del cambio en su litología, el primer rango de resistividad va de 95 a 194 Ohm.m y se podría asociar a capas gruesas de arenisca saturada con intercalaciones delgadas de arcillolitas, aparece un segundo rango con valores de resistividad entre 22 y 61 Ohm.m el cual se podría asociar a arcillolitas intercaladas con areniscas, se identifica un tercer rango de resistividades con valores que están entre 1 y 13 Ohm.m los cuales se podrían asociar a capas gruesas de arcillolita con intercalaciones delgadas de arenisca. Para el SEV_53 aparece una capa infrayaciendo el Suelo Residual la cual tiene valores de resistividad de 200 Ohm.m y se podría asociar a la Formación Regadera, la cual litológicamente se compone de conglomerados y/o areniscas friables saturadas. Finalmente, para los SEV_7, SEV_8 y SEV_55 aparece una capa infrayaciendo la Formación Bogotá la cual cuenta con valores de resistividad entre 177 y 320 Ohm.m, esta capa se podría asociar a la Formación Cacho compuesta por areniscas saturadas con diferente proporción de conglomerados e intercalaciones de arcillolita.

Sobre la Formación la Regadera se encuentran los SEV_17, SEV_19, SEV_20, SEV_43, SEV_44 y SEV_58, los cuales muestran una capa de poco espesor con valores de resistividad entre 77 y 3.214 Ohm.m que se podrían asociar al Suelo Residual. Debajo de esta capa aparece una capa con valores de resistividad entre 73 y 3.227 los cuales se podrían asociar a la Formación la Regadera, esta formación presenta tres rangos de resistividad diferentes a partir del cambio en su litología, el primer rango de resistividad presenta valores entre 896 y 3.227 Ohm.m los cuales se podrían asociar a conglomerados y/o areniscas compactas, aparece un segundo rango con valores de resistividad entre 164 y 328 Ohm.m los cuales se podrían asociar litológicamente a conglomerados y/o areniscas friables saturadas, aparece también un tercer rango de resistividades, con valores que van desde 73 a 120 Ohm.m los cuales se podrían asociar a areniscas friables saturadas con intercalaciones de arcillolitas. Infrayaciendo esta formación aparece una capa con valores de resistividad entre 2 y 33 Ohm.m la cual se podría asociar a la Formación Bogotá compuesta litológicamente por capas de arcillolita intercaladas con arenisca

en menor proporción. Por otra parte, se identifica en el SEV_43 una capa suprayaciendo la Formación la Regadera con valores de resistividad de 99 Ohm.m la cual se podría asociar a Depósitos Aluviales compuestos por arenas saturadas con diferente proporción de arcilla y limo.

Sobre la Formación Tilatá se encuentran los SEV_1, SEV_2, SEV_25 y SEV_57 los cuales muestran una capa de poco espesor y con valores de resistividad de 11 a 1.391 Ohm.m que se podrían asociar al Suelo Residual. Debajo de esta capa superficial aparece una capa con valores de resistividad entre 15 y 17 Ohm.m la cual se podría asociar a la Formación Tilatá, esta formación presenta dos rangos de resistividad diferentes a partir del cambio en su litología, un rango de resistividad que va de 15 a 30 Ohm.m los cuales se podrían asociar litológicamente a arcillas limosas, aparece un segundo rango de resistividades con valores que van desde 57 a 74 Ohm.m los cuales se podrían asociar a arenas saturadas con intercalaciones de limos y arcillas. Infrayaciendo esta formación aparece una capa con valores de resistividad entre 3 y 92 Ohm.m, esta capa se podría asociar a la Formación Bogotá, mostrando dos rangos de resistividad diferentes a partir del cambio en su litología, para el primer rango se identifican valores de resistividad entre 3 y 13 Ohm.m los cuales se podrían asociar litológicamente a capas gruesas de arcillolita con intercalaciones delgadas de areniscas, aparece un segundo rango de resistividades con valores de 92 Ohm.m el cual se podría asociar a capas gruesas de areniscas saturadas con intercalaciones delgadas de arcillolitas.

Sobre los Depósitos Aluviales se encuentran los SEV_4, SEV_5, SEV_6, SEV_18, SEV_31, SEV_33, SEV_34, SEV_36, SEV_37, SEV_38, SEV_39, SEV_40, SEV_46, SEV_50, SEV_51, SEV_54 y SEV_56, los cuales muestran una capa de poco espesor y con valores de resistividad entre 38 y 12.091 Ohm.m que se podrían asociar al Suelo Residual. Debajo de esta capa superficial aparece una capa con valores de resistividad entre 3 y 2.610 Ohm.m la cual se podría asociar a los Depósitos Aluviales, estos depósitos presentan cuatro rangos de resistividad diferentes a partir del cambio en su composición, el primer rango de resistividad va de 3 a 13 Ohm.m y se podría asociar a depósitos compuesto en mayor proporción por arcilla, el segundo rango de resistividad tiene valores que van de 32 a 95 Ohm.m y se podría asociar litológicamente a arenas saturadas con diferente proporción de arcilla y limo, se identifica un tercer rango de resistividad con valores que van de 134 a 641 Ohm.m, estos valores se pueden asociar litológicamente a depósitos compuestos por arenas y/o gravas saturadas y el cuarto rango de resistividad tiene valores que van de 694 a 2.610 Ohm.m y se podría asociar litológicamente a arenas y/o gravas no saturadas (secas) o parcialmente saturadas.

Para los SEV_4, SEV_5, y SEV_6 los cuales se encuentran ubicados en la Vereda el Santuario al norte del área de estudio se muestra una capa con valores de resistividad entre 33 y 57 Ohm.m que se podrían asociar con la Formación Tilatá compuesta litológicamente por arenas saturadas con intercalaciones de limos y arcillas, debajo de esta capa aparece una capa con valores de resistividad entre 1

y 70 Ohm.m los cuales se podrían asociar a la Formación Bogotá presentando en esta zona dos rangos de resistividades para cada una de las litologías, por una parte se identifican valores resistividad entre 1 y 10 Ohm.m los cuales se podrían asociar litológicamente a capas gruesas de arcillolita con intercalaciones delgadas de arenisca, por otra parte se observa un rango de resistividades entre 22 y 70 Ohm.m el cual podría asociarse a la Formación Bogotá compuesta por arcillolitas intercaladas con areniscas, infrayaciendo esta formación aparece una capa con valores de resistividad entre 136 y 412 Ohm.m la cual se podría asociar a la Formación Cacho litológicamente compuesta por areniscas saturadas con diferente proporción de conglomerados e intercalaciones de arcillolitas.

Para los SEV_38, SEV_39, SEV_56 y SEV_58 ubicados sobre las veredas Trinidad y Santa Ana en el centro del área de estudio se muestra una capa con valores de resistividad entre 185 y 2.698 Ohm.m los cuales podrían asociarse a la Formación la Regadera, en esta zona aparece con dos rangos de resistividad diferentes a partir de su cambio litológico, aparece un primer rango de resistividad con valores que van desde 2.056 a 2.698 Ohm.m los cuales se podrían asociar litológicamente a conglomerados y/o areniscas compactas, se identifica también un segundo rango de resistividad con valores desde 185 a 691 Ohm.m el cual se podría relacionar litológicamente a conglomerados y/o areniscas friables saturadas.

Para los SEV_33 y SEV_36 ubicados sobre la vereda Trinidad al sur del área de estudio se muestra una capa con valores de resistividad entre 23 y 285 Ohm.m los cuales se podrían asociar a la Formación Arenisca de Labor y Tierna, en esta zona esta formación aparece con dos rangos de resistividad diferentes identificados a partir de su cambio en la litología, un rango con valores de resistividad entre 103 y 285 Ohm.m los cuales se podrían asociar litológicamente a capas gruesas de arenisca fracturada y saturada con intercalaciones delgadas de lodolita, también se identifica un segundo rango con valores de resistividad entre 23 y 64 Ohm.m el cual se podría asociar a la Formación Arenisca de Labor y Tierna litológicamente compuesta por lodolitas intercaladas con areniscas. Sobre el sur del área de estudio también aparece, infrayaciendo esta secuencia, una capa con valores de resistividad entre 147 y 3.583 Ohm.m los cuales se podrían asociar a la Formación Plaeners, esta formación presenta dos rangos de resistividad diferentes identificados a partir de su cambio litológico, primero aparece una capa con valores de resistividad entre 147 y 328 Ohm.m los cuales se podrían correlacionar litológicamente a capas de arenisca y lidita fracturada y saturada con intercalaciones delgadas de lodolita, aparece un segundo rango de resistividades de 3.583 Ohm.m el cual se podría asociar litológicamente a capas de arenisca y liditas compactas con intercalaciones delgadas de lodolitas.

Sobre los Depósitos de Terraza Alta se encuentran los SEV_21, SEV_22, SEV_23, SEV_30 y SEV_45 los cuales muestran una capa de poco espesor y con valores de resistividad entre 31 y 50 Ohm.m el cual se podría asociar al Suelo Residual. Debajo de esta capa superficial aparece una capa con valores de resistividad entre 9 y

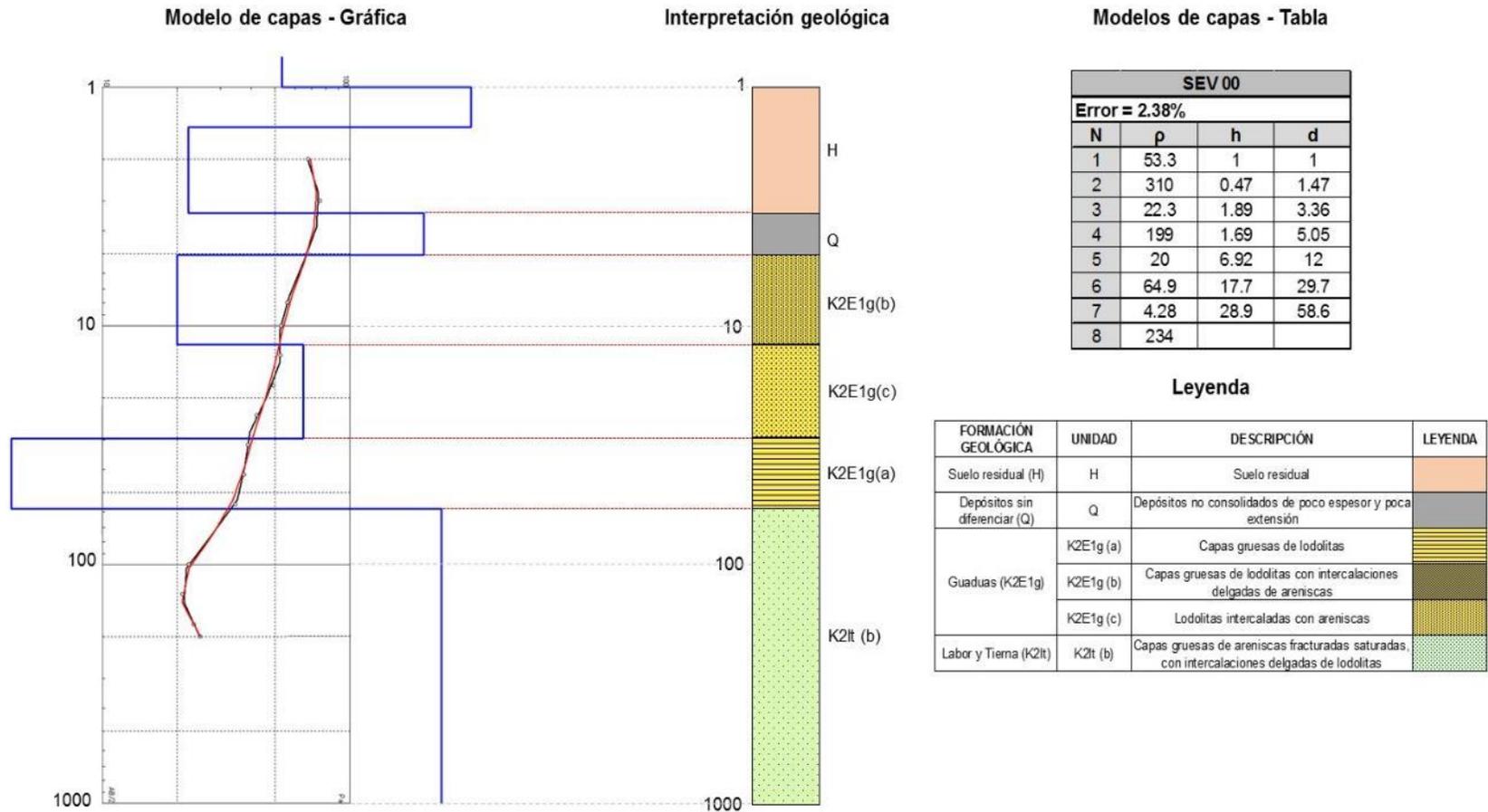
2.194 Ohm.m la cual se podría asociar a los Depósitos de Terraza Alta, estos depósitos presentan tres rangos de resistividad diferentes identificados a partir de su cambio litológico, un primer rango de resistividades con valores que van desde 2.098 a 2.194 Ohm.m el cual se podría asociar litológicamente a gravas no saturadas, se identifica un segundo rango de resistividades con valores de 137 a 516 Ohm.m el cual se podría asociar litológicamente a arenas y/o gravas no saturadas, por último aparece un tercer rango con valores de resistividad entre 9 y 30 Ohm.m el cual se podría asociar a los Depósitos de Terraza Alta compuestos litológicamente por arcillas limosas. Infrayaciendo estos depósitos aparece una capa con valores de resistividad entre 61 y 285 Ohm.m los cuales se podrían asociar a los Depósitos Aluviales, estos depósitos presentan dos valores de resistividad diferentes a partir de su litología, primero aparece un rango con valores de resistividad de 61 Ohm.m el cual se podría asociar litológicamente a arenas saturadas con diferente proporción de arcillas y limos, aparece un segundo valor de resistividad de 285 Ohm.m el cual se podría asociar a los Depósitos Aluviales compuestos litológicamente por arenas y/o gravas saturadas.

Sobre los Depósitos Coluviales se encuentra el SEV_12 el cual muestra una capa con poco espesor y valores de resistividad de 295 Ohm.m el cual se podría asociar al Suelo Residual. Debajo de esta capa superficial aparece una capa con un valor de resistividad de 489 Ohm.m el cual se podría asociar a los Depósitos Coluviales litológicamente compuestos por bloques de diferentes tamaños con matriz arenar-cillosa. Infrayaciendo aparece una capa con valores de resistividad que van de 9 a 201 Ohm.m los cuales podrían asociarse a la Formación Plaeners en la cual se identifican dos rangos de resistividades diferentes a partir de su cambio litológico, el primer rango cuenta con resistividades de 9 Ohm.m el cual se podría asociar litológicamente a capas gruesas de lodolita, aparece un segundo rango con valores de resistividad entre 158 y 201 Ohm.m el cual se podría asociar a capas de arenisca y lidita fracturadas y saturadas con intercalaciones delgadas de lodolitas. Infrayaciendo esta secuencia aparece una capa con valores de resistividad de 11 Ohm.m el cual se podría asociar a la Formación Arenisca Dura compuesta litológicamente por capas gruesas de lodolita con intercalaciones delgadas de arenisca.

Desde la **Figura 1** hasta la **Figura 60** se muestran los modelos geológicos interpretados a partir del modelo de capas obtenido del procesamiento de los datos (SEV). Los resultados de los SEV se interpretan en términos de modelos geofísicos simplificados, suponiendo que las propiedades físicas son homogéneas dentro de cada una de las capas. Por tal motivo, la interpretación sólo representa una aproximación de las condiciones geológicas y estructuras que involucran un cambio en las propiedades del medio, de acuerdo con los objetivos de interés.

Figura 1. Interpretación de resultados del SEV_0.

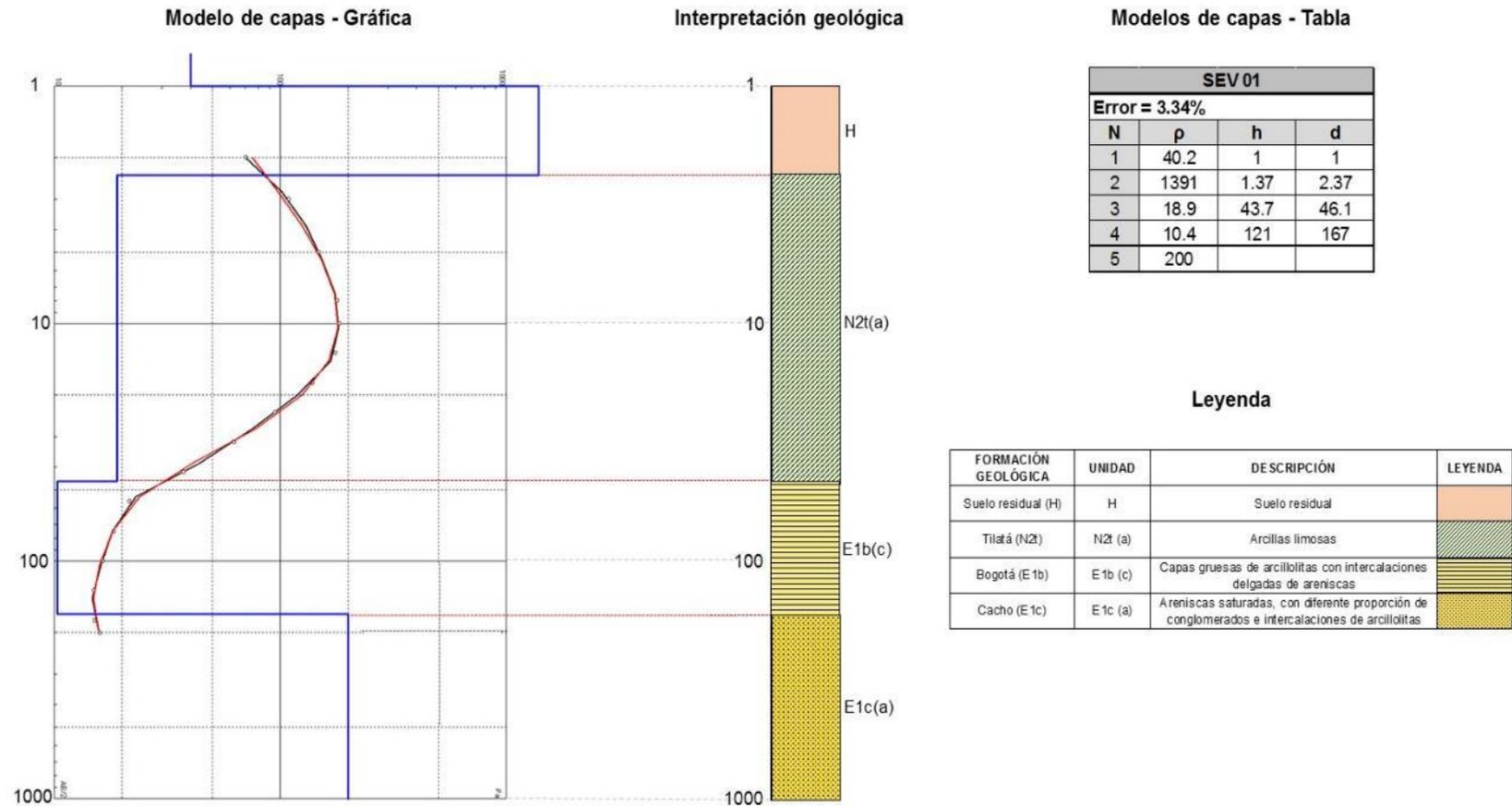
SEV_00



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 2. Interpretación de resultados del SEV_1.

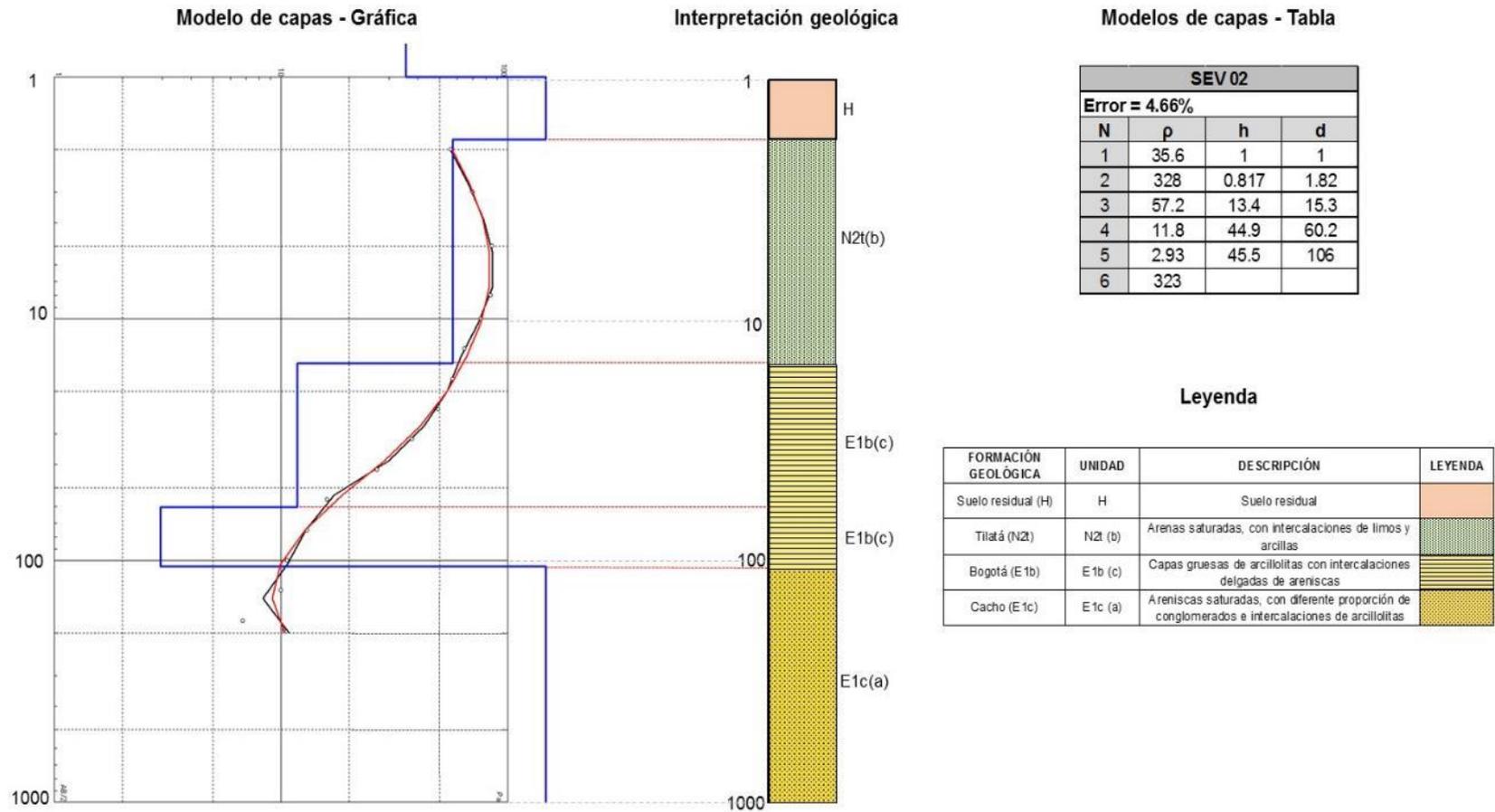
SEV_01



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 3. Interpretación de resultados del SEV_2.

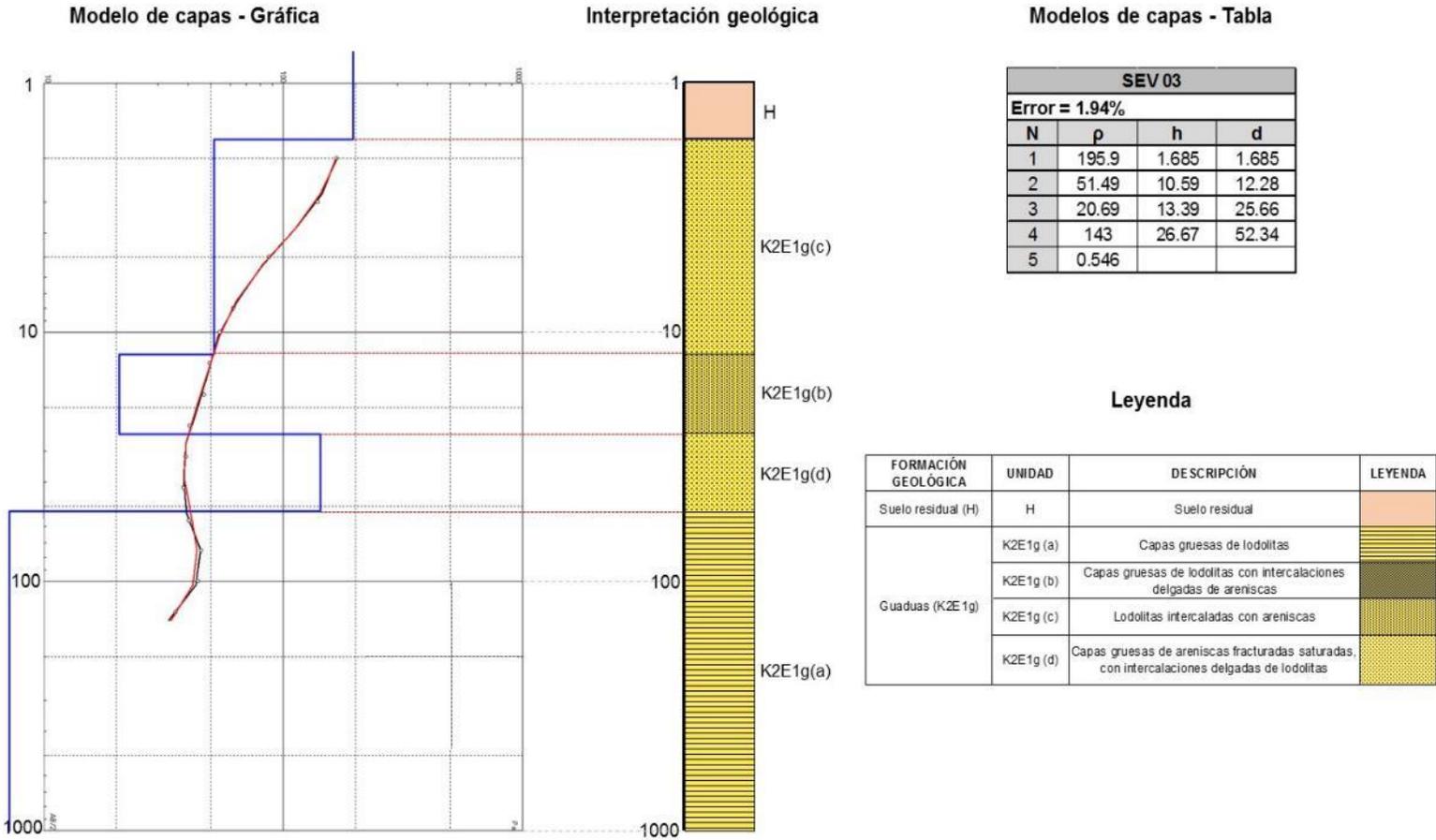
SEV_02



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 4. Interpretación de resultados del SEV_3.

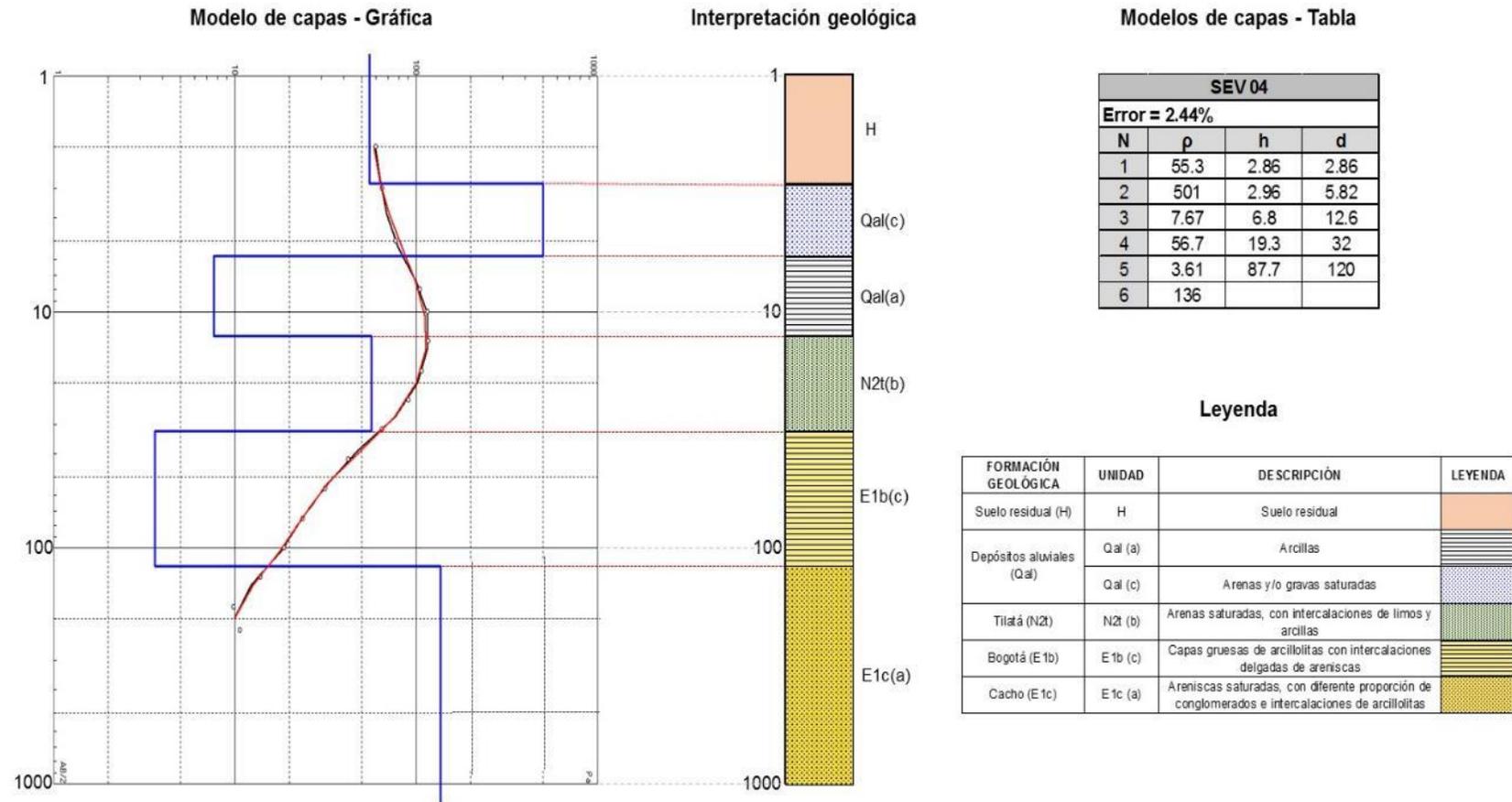
SEV_03



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 5. Interpretación de resultados del SEV_4.

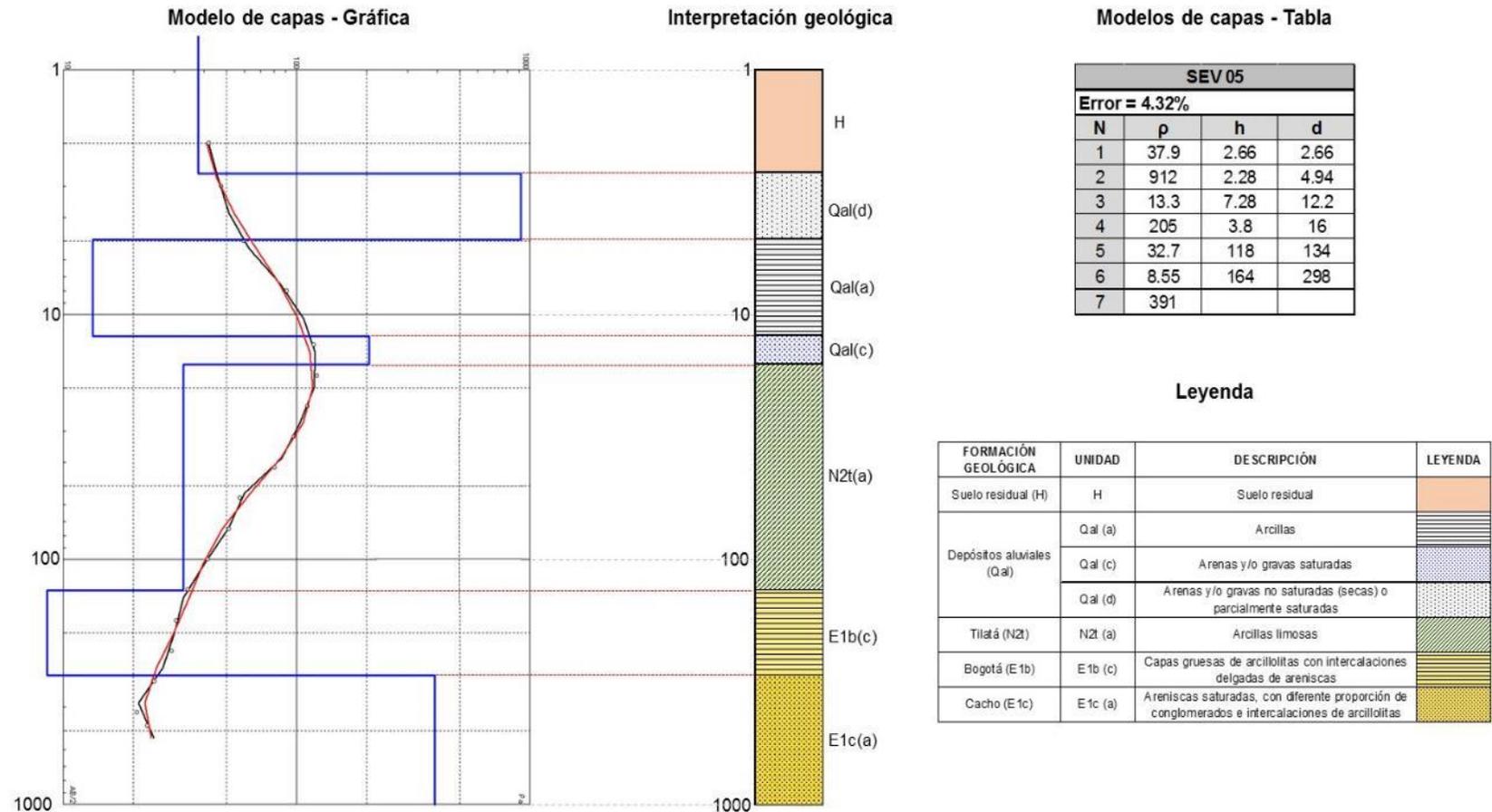
SEV_04



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 6. Interpretación de resultados del SEV_5.

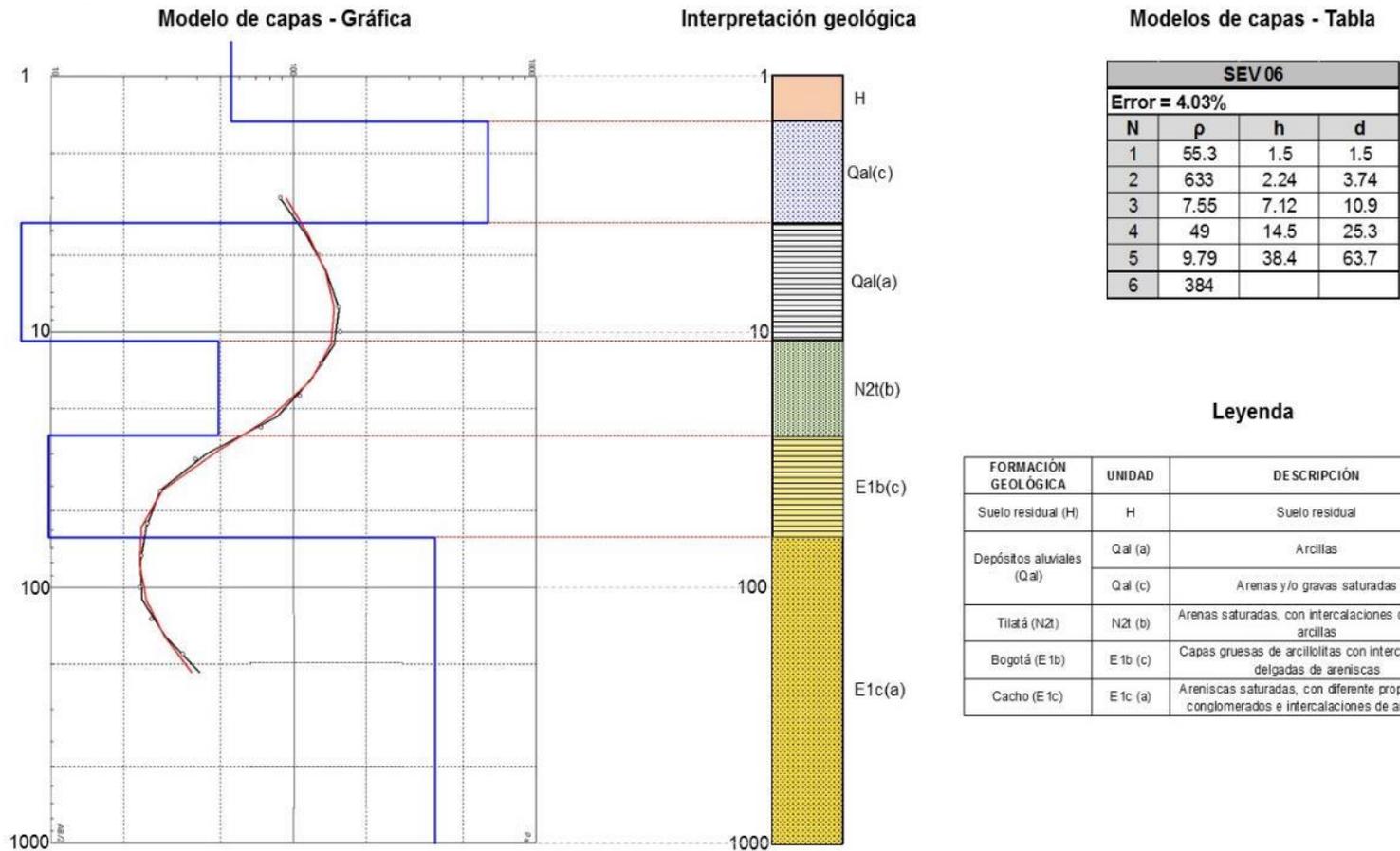
SEV_05



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 7. Interpretación de resultados del SEV_6.

SEV_06



SEV 06

Error = 4.03%

N	p	h	d
1	55.3	1.5	1.5
2	633	2.24	3.74
3	7.55	7.12	10.9
4	49	14.5	25.3
5	9.79	38.4	63.7
6	384		

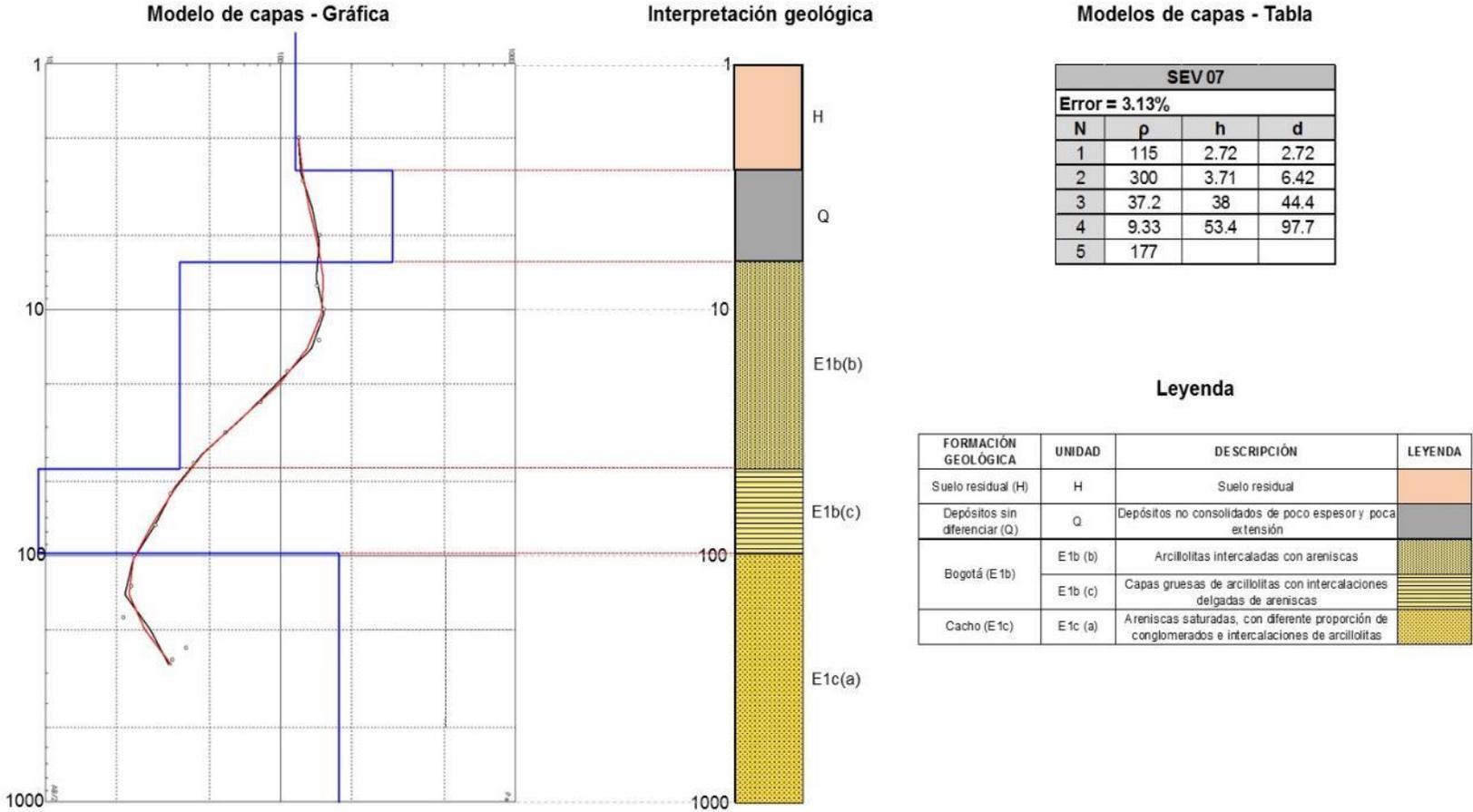
Leyenda

FORMACIÓN GEOLOGICA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	LEYENDA
Suelo residual (H)	H	Suelo residual	
Depósitos aluviales (Qal)	Qal (a)	Arcillas	
	Qal (c)	Arenas y/o gravas saturadas	
Tilatá (N2t)	N2t (b)	Arenas saturadas, con intercalaciones de limos y arcillas	
Bogotá (E1b)	E1b (c)	Capas gruesas de arcillolitas con intercalaciones delgadas de areniscas	
Cacho (E1c)	E1c (a)	Areniscas saturadas, con diferente proporción de conglomerados e intercalaciones de arcillolitas	

Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 8. Interpretación de resultados del SEV_7.

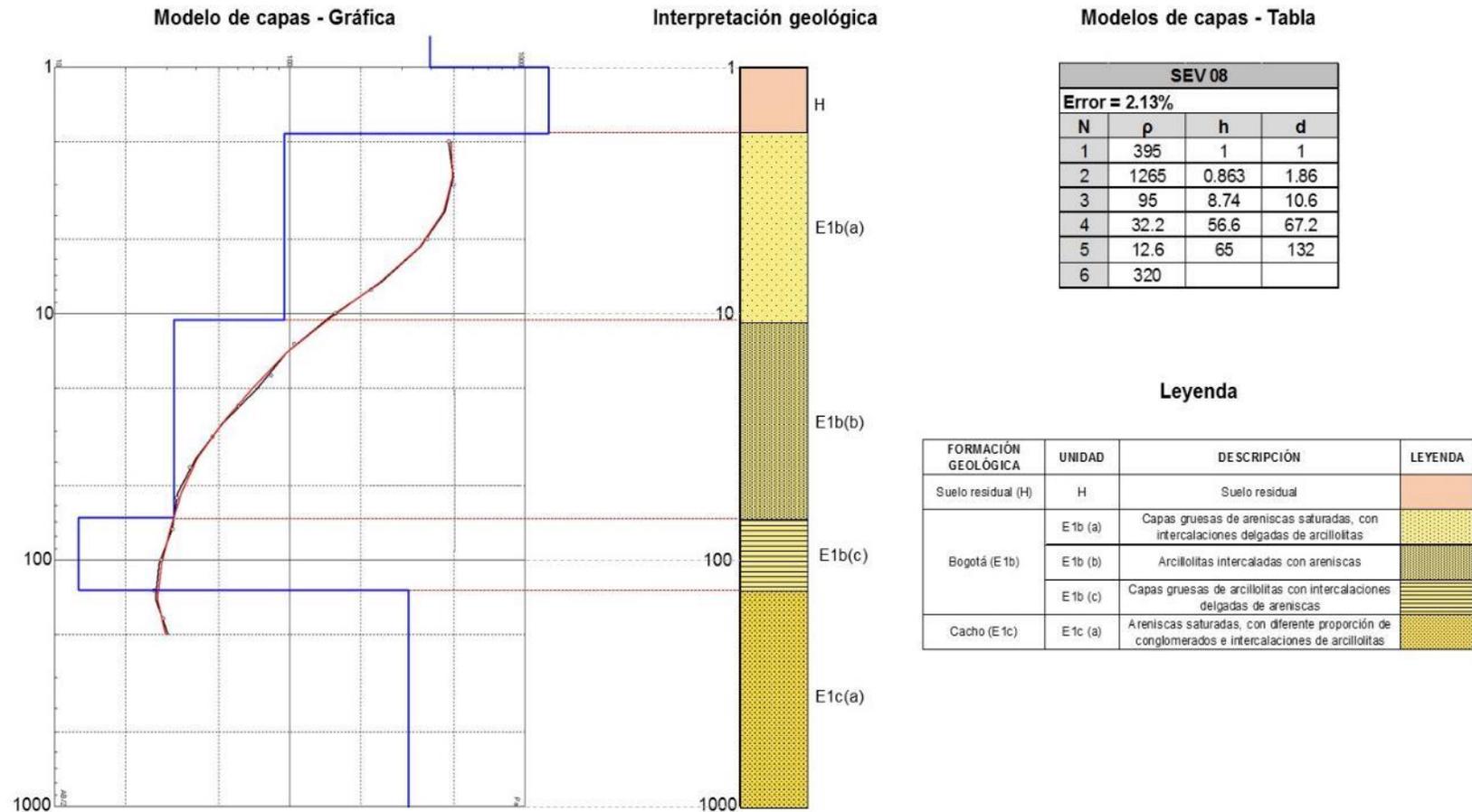
SEV_07



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 9. Interpretación de resultados del SEV_8.

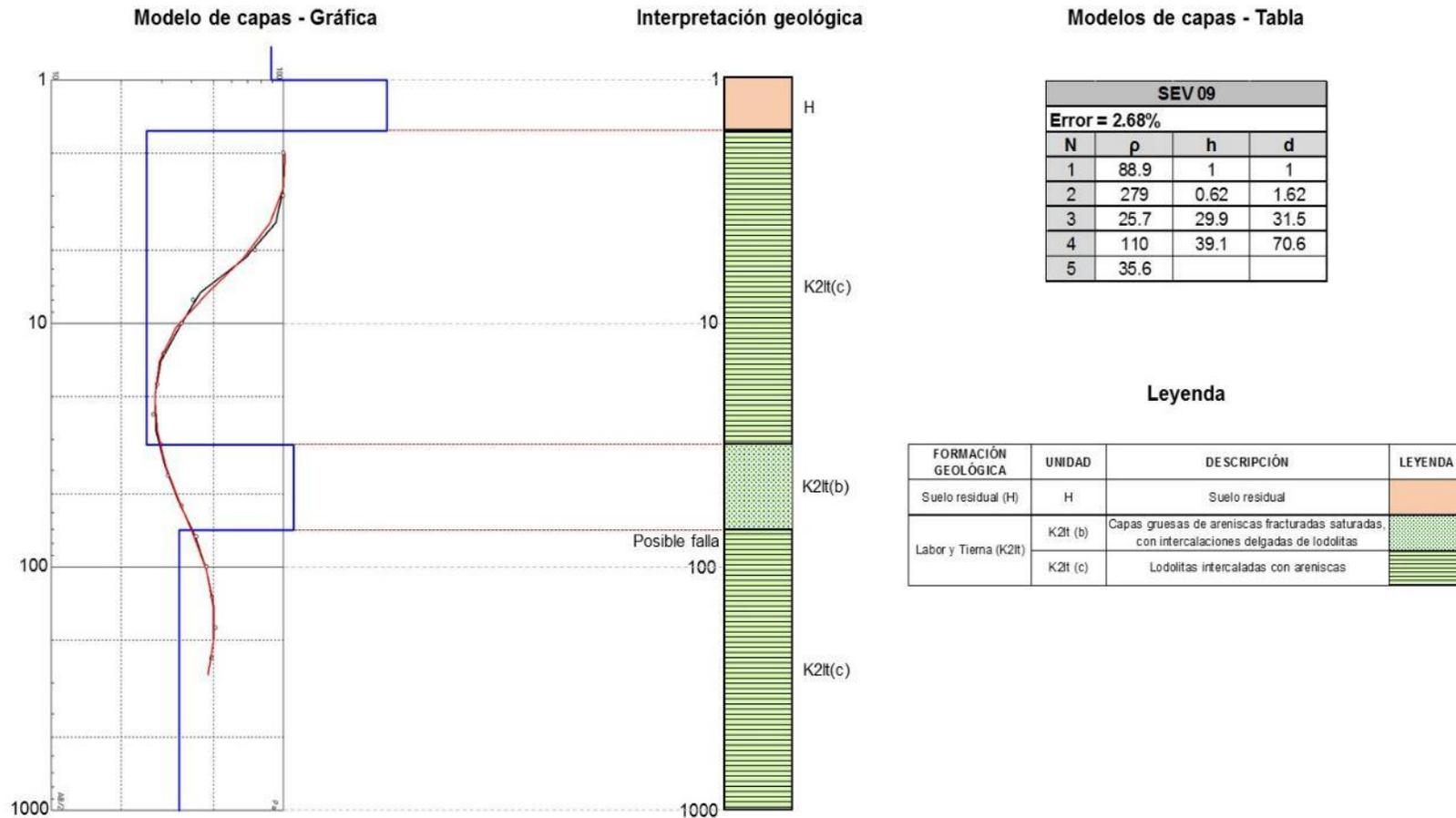
SEV_08



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 10. Interpretación de resultados del SEV_9.

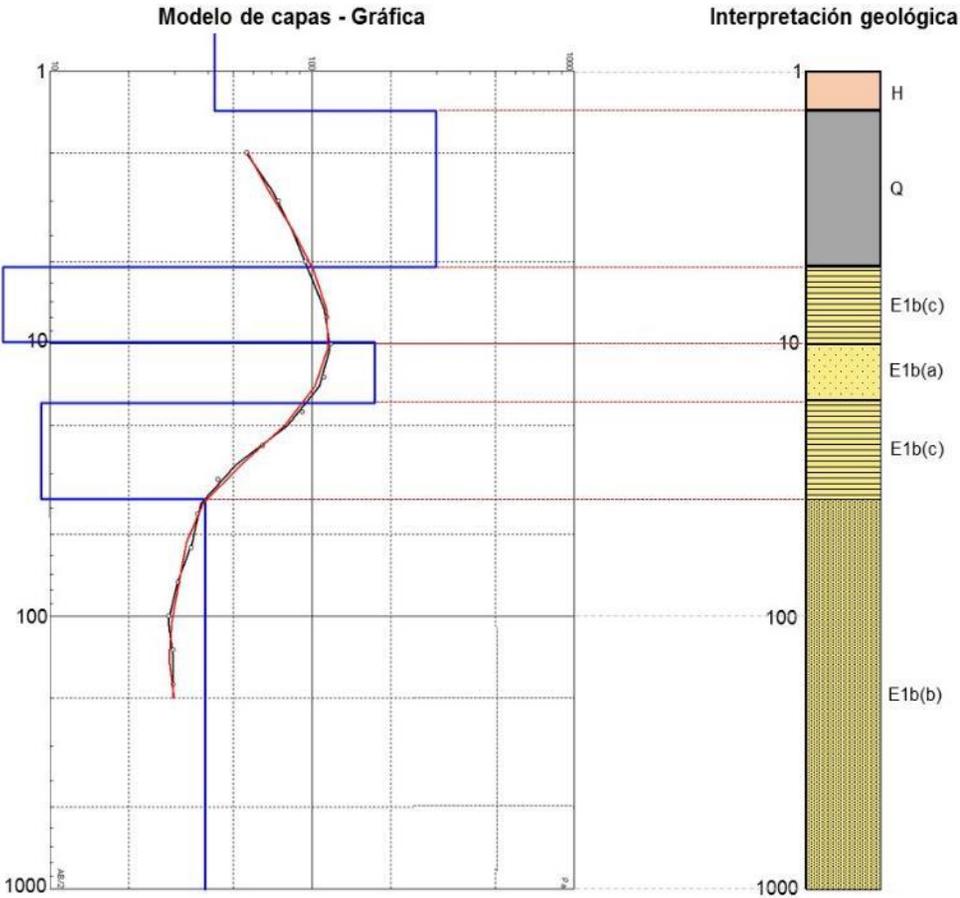
SEV_09



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 11. Interpretación de resultados del SEV_10.

SEV_10



Modelos de capas - Tabla

SEV 10			
Error = 2.96%			
N	p	h	d
1	42.4	1.4	1.4
2	298	3.84	5.24
3	6.61	4.63	9.87
4	174	6.59	16.5
5	9.27	20.8	37.3
6	39.1		

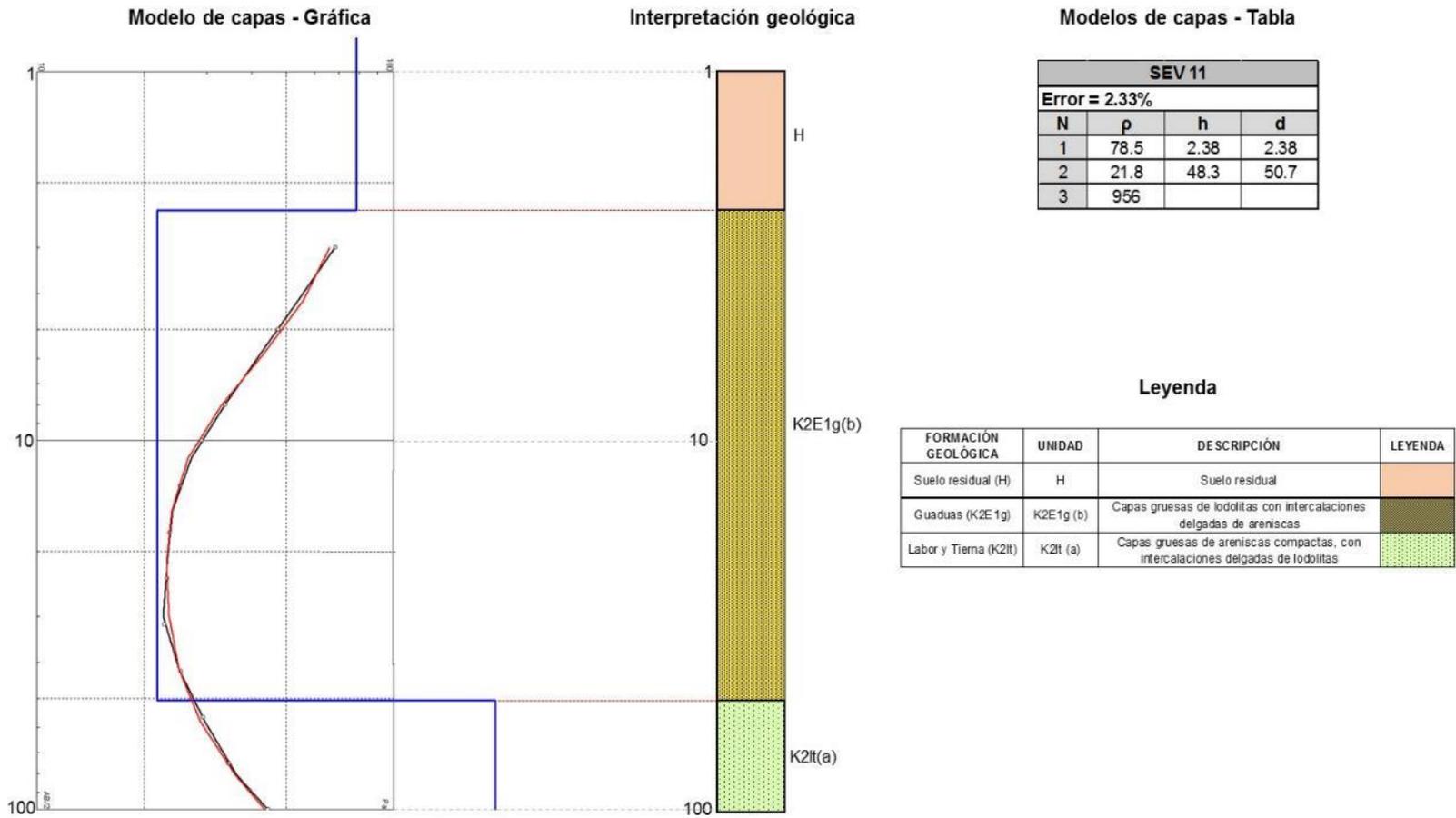
Leyenda

FORMACIÓN GEOLÓGICA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	LEYENDA
Suelo residual (H)	H	Suelo residual	
Depósitos sin diferenciar (Q)	Q	Depósitos no consolidados de poco espesor y poca extensión	
Bogotá (E1b)	E1b (a)	Capas gruesas de areniscas saturadas, con intercalaciones delgadas de arcillolitas	
	E1b (b)	Arcillolitas intercaladas con areniscas	
	E1b (c)	Capas gruesas de arcillolitas con intercalaciones delgadas de areniscas	

Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 12. Interpretación de resultados del SEV_11.

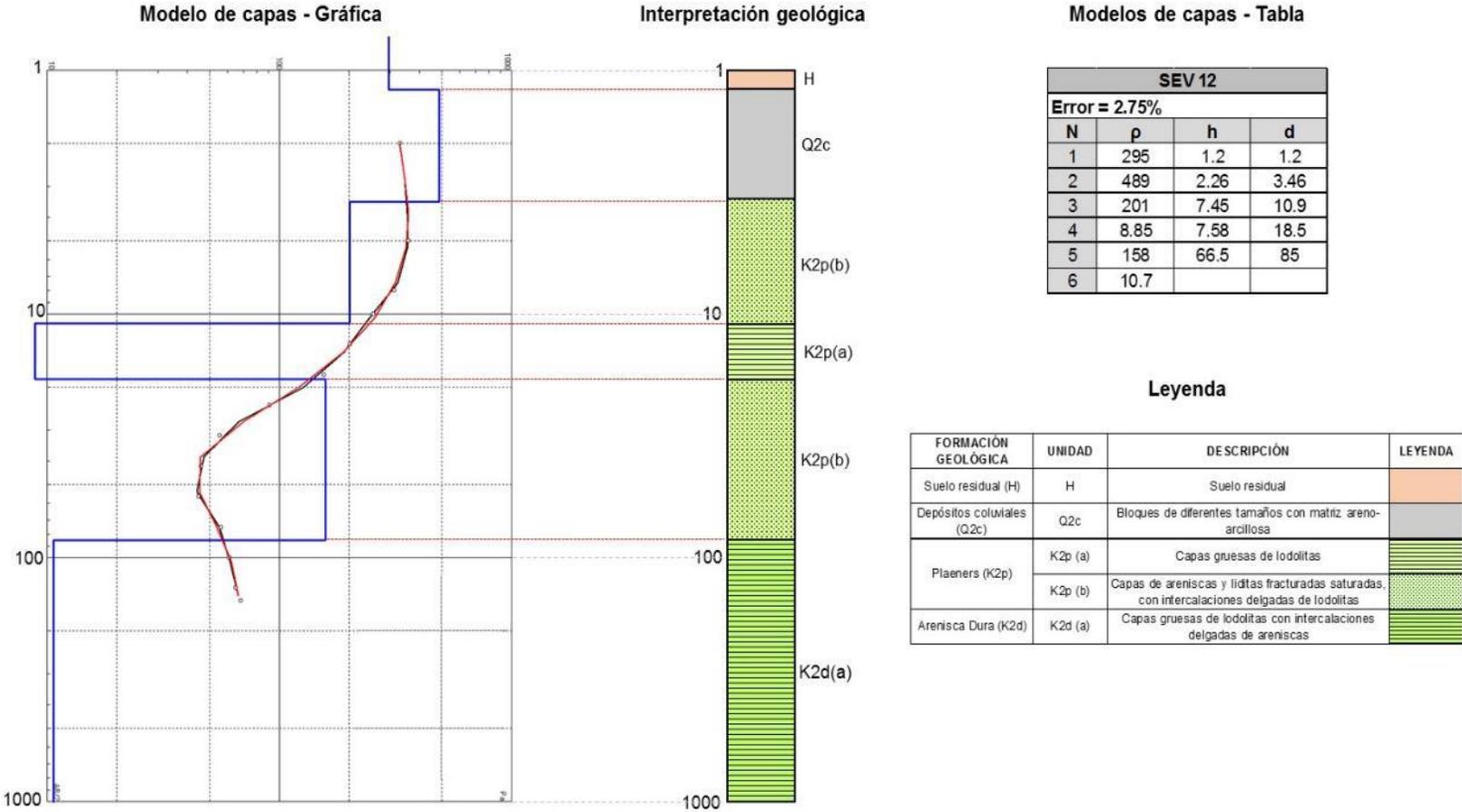
SEV_11



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

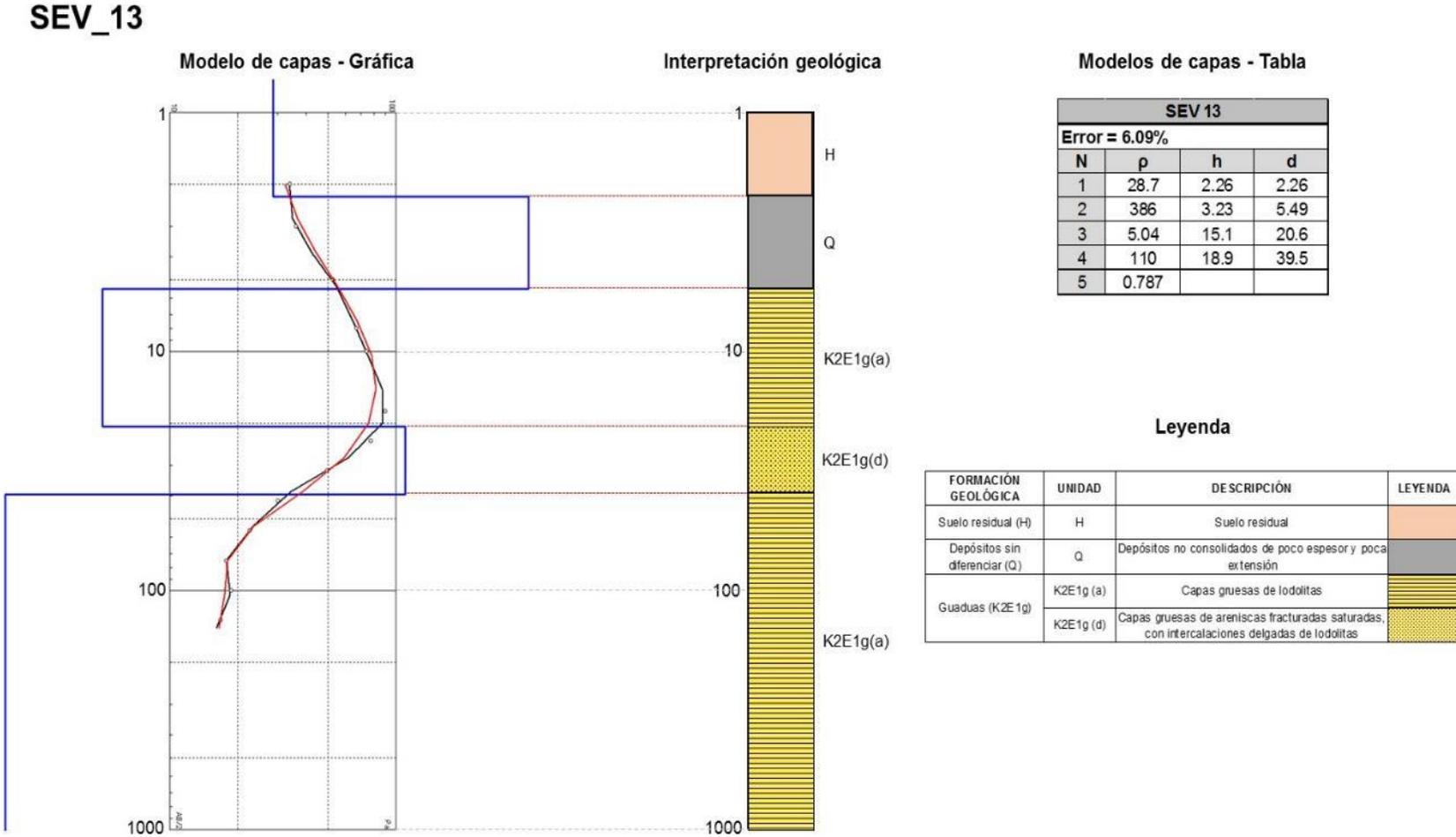
Figura 13. Interpretación de resultados del SEV_12.

SEV_12



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

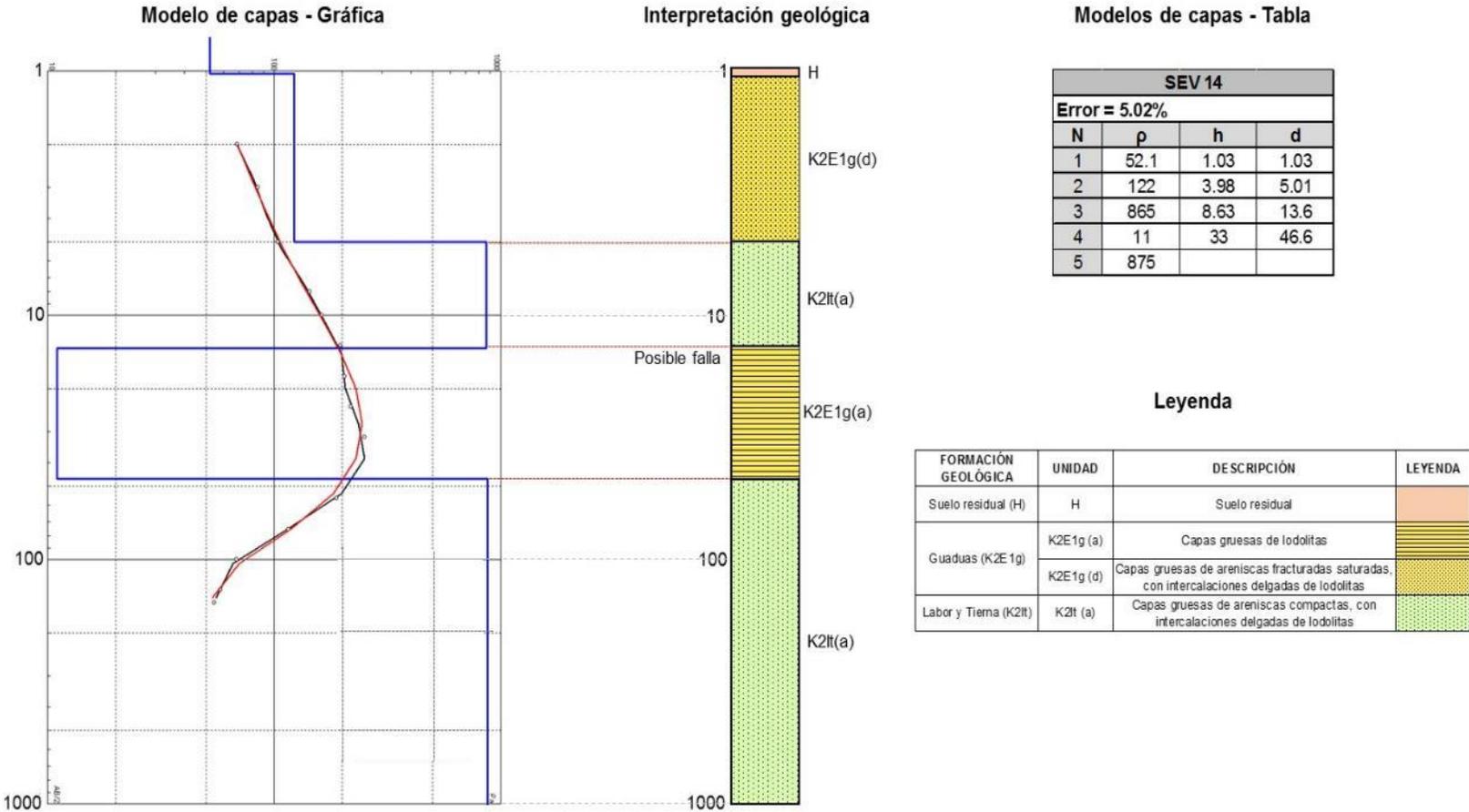
Figura 14. Interpretación de resultados del SEV_13.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 15. Interpretación de resultados del SEV_14.

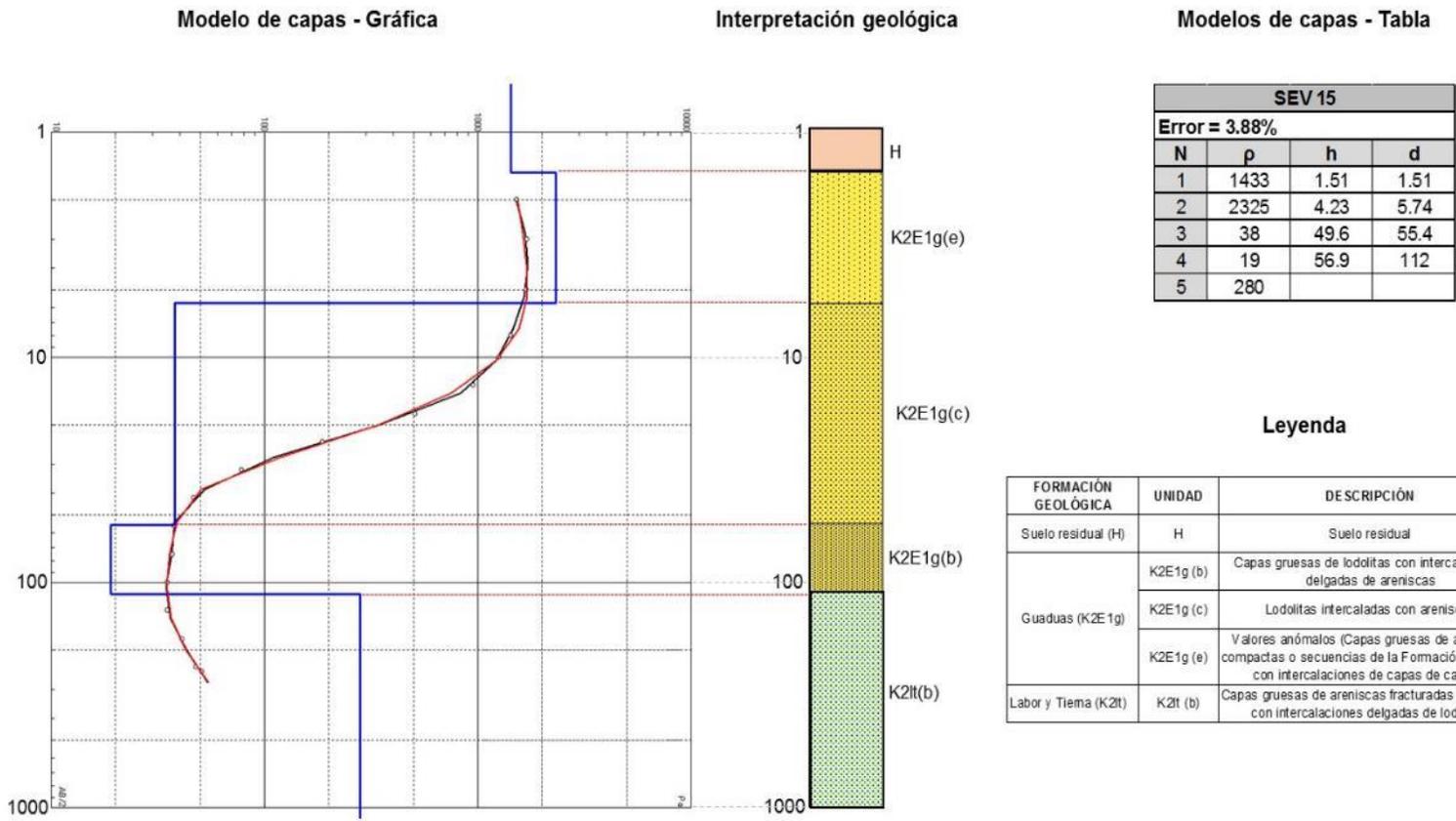
SEV_14



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 16. Interpretación de resultados del SEV_15.

SEV_15



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

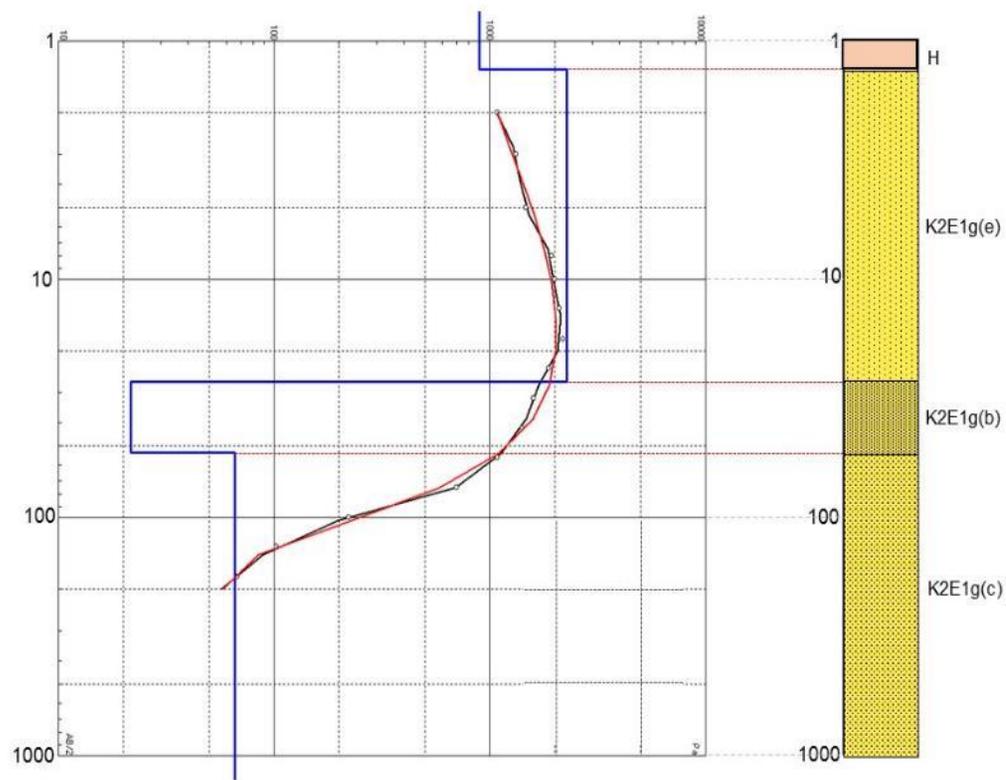
Figura 17. Interpretación de resultados del SEV_16.

SEV_16

Modelo de capas - Gráfica

Interpretación geológica

Modelos de capas - Tabla



SEV 16			
Error = 7.54%			
N	ρ	h	d
1	895	1.32	1.32
2	2278	25.7	27
3	21.7	26.4	53.4
4	65.6		

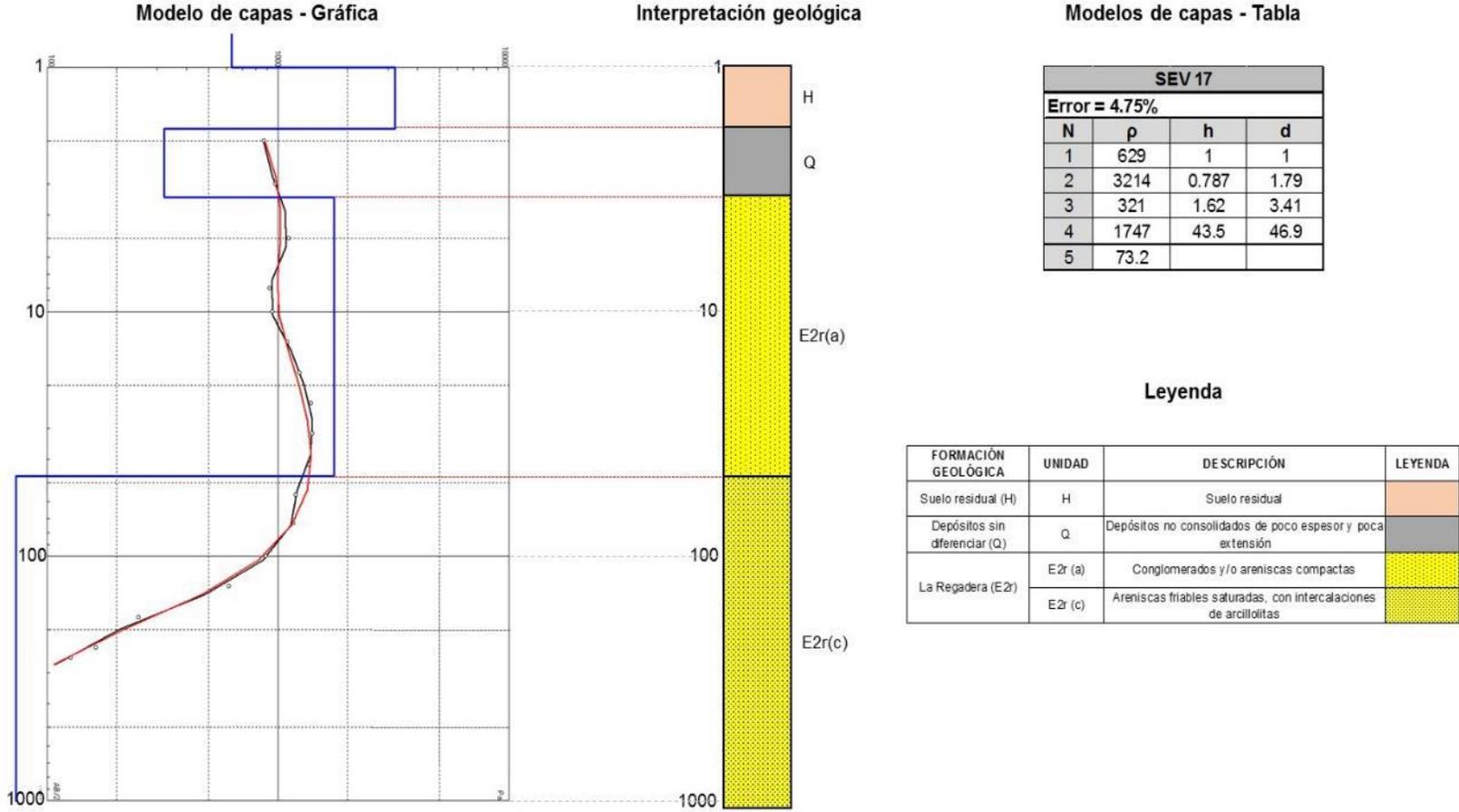
Leyenda

FORMACIÓN GEOLÓGICA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	LEYENDA
Suelo residual (H)	H	Suelo residual	
Guaduas (K2E 1g)	K2E1g (b)	Capas gruesas de lodolitas con intercalaciones delgadas de areniscas	
	K2E1g (c)	Lodolitas intercaladas con areniscas	
	K2E1g (e)	Valores anómalos (Capas gruesas de areniscas compactas o secuencias de la Formación Guaduas con intercalaciones de capas de carbón)	

Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 18. Interpretación de resultados del SEV_17.

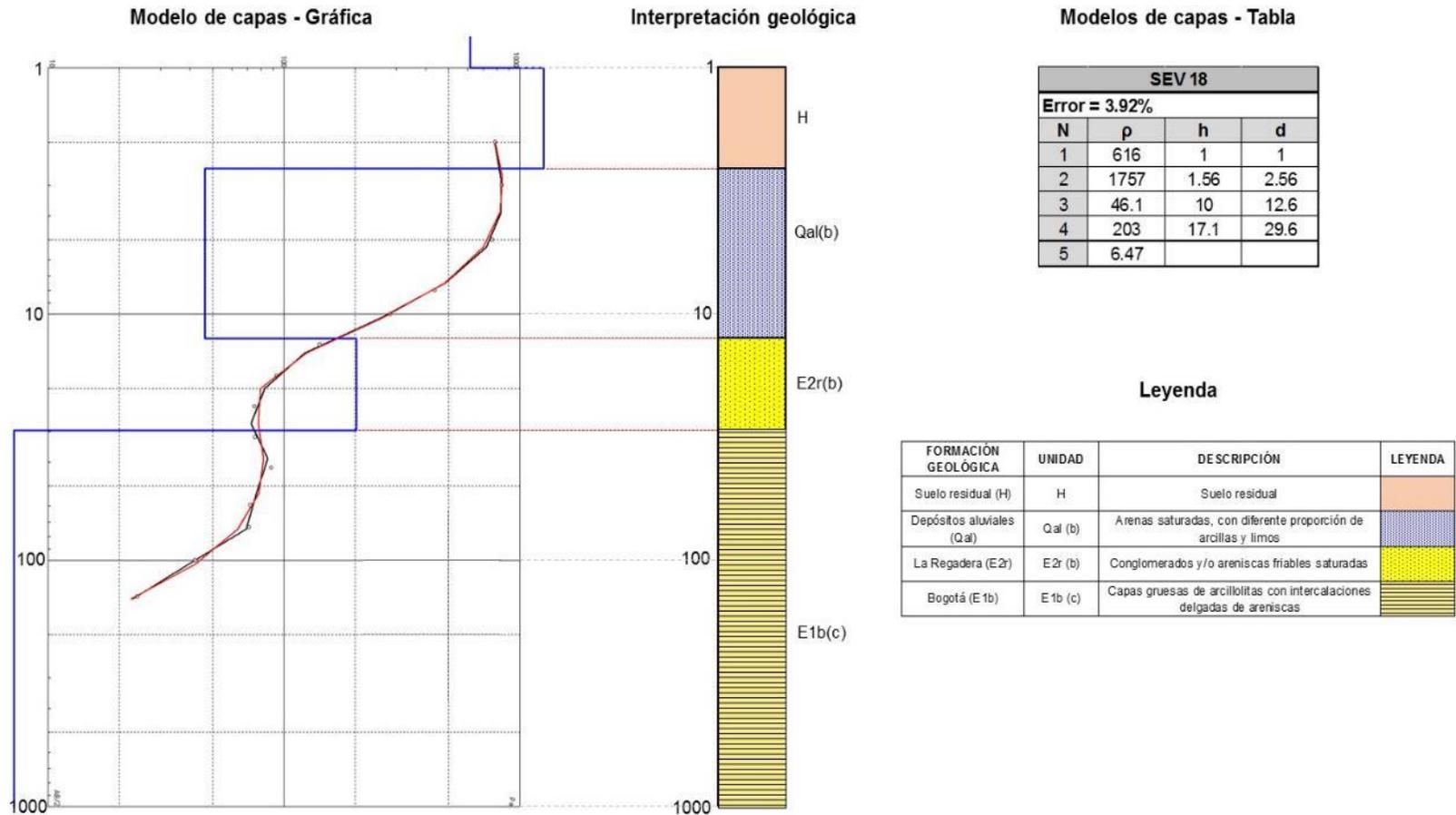
SEV_17



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 19. Interpretación de resultados del SEV_18.

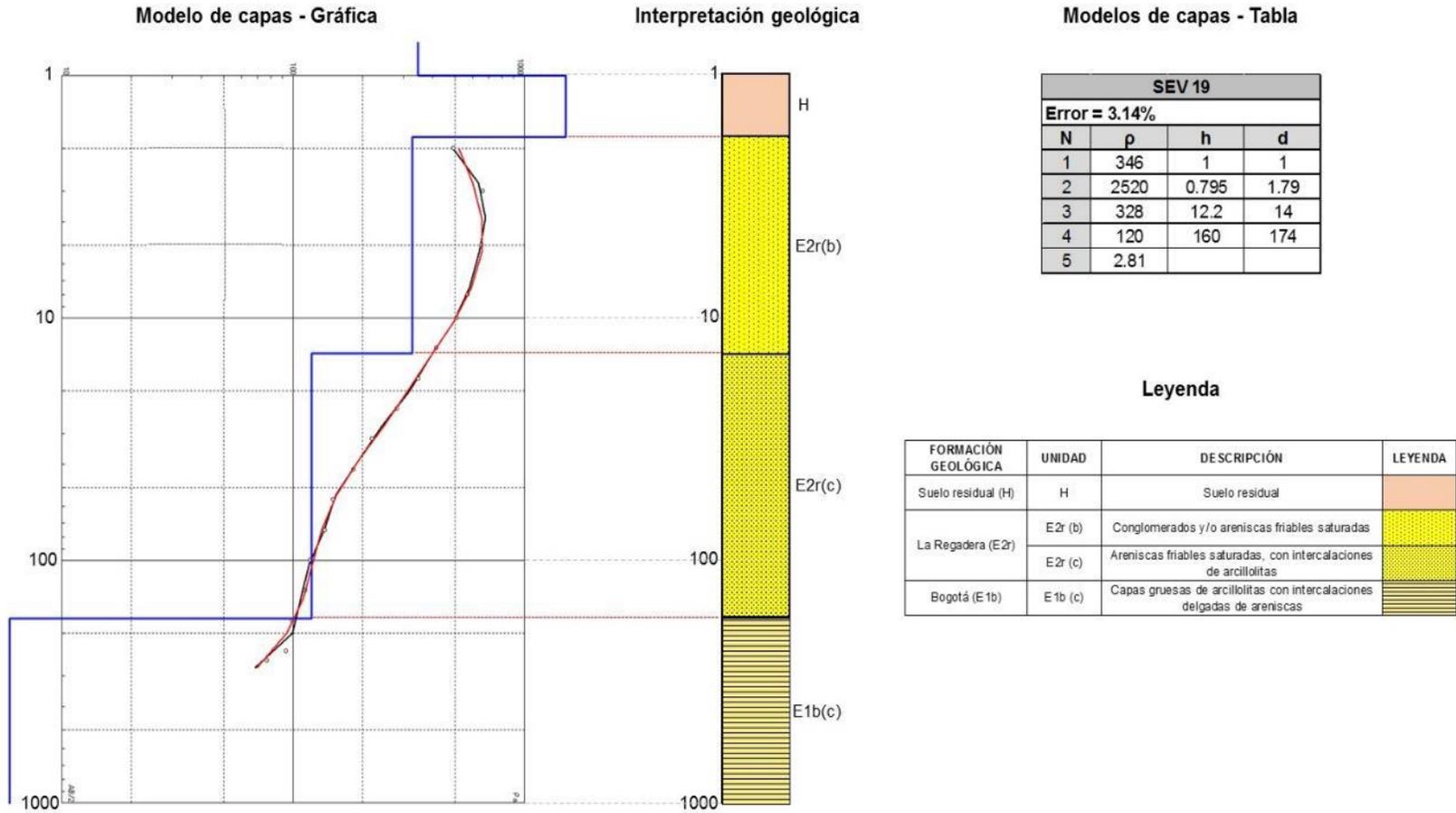
SEV_18



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 20. Interpretación de resultados del SEV_19.

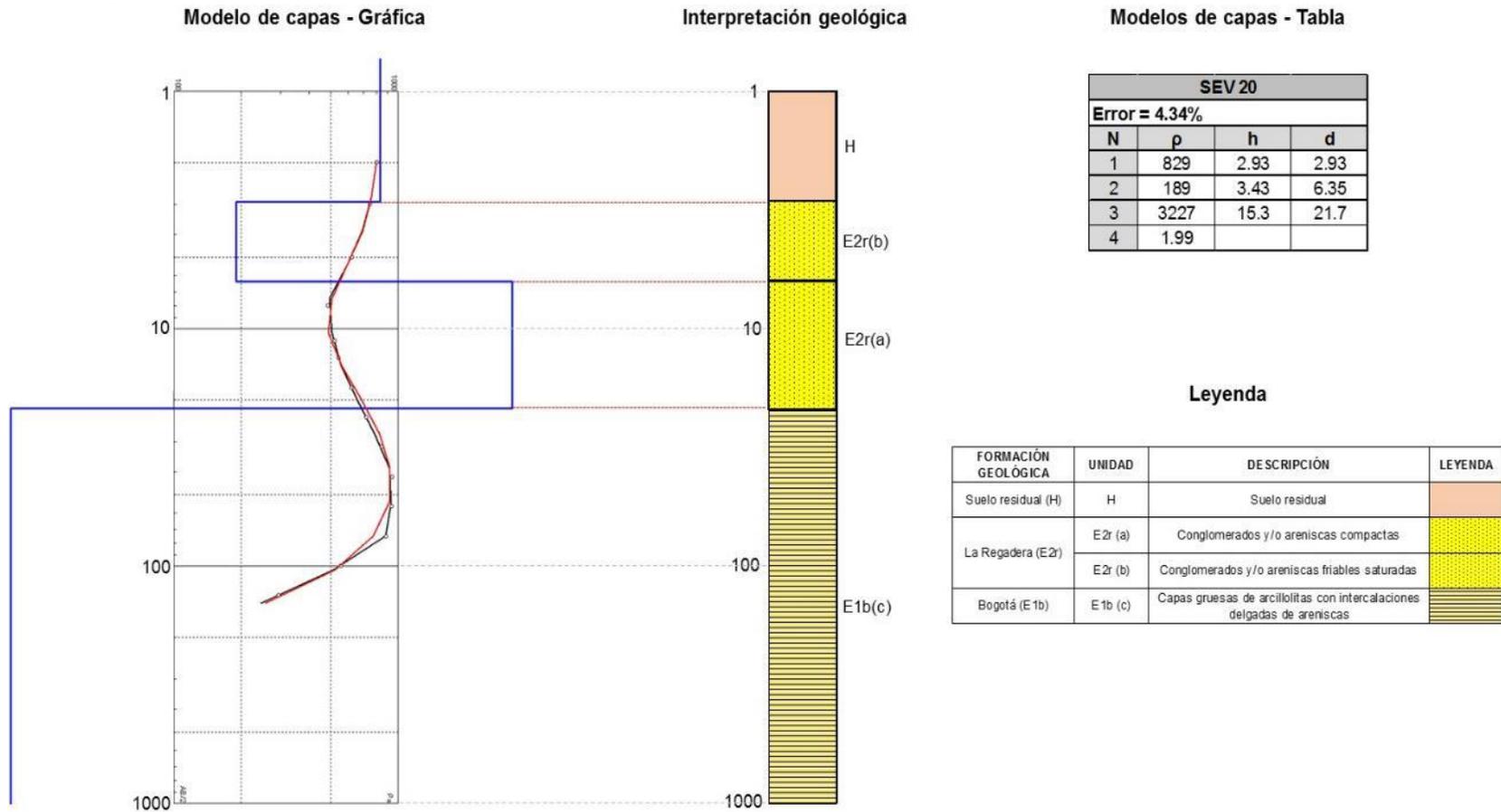
SEV_19



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 21. Interpretación de resultados del SEV_20.

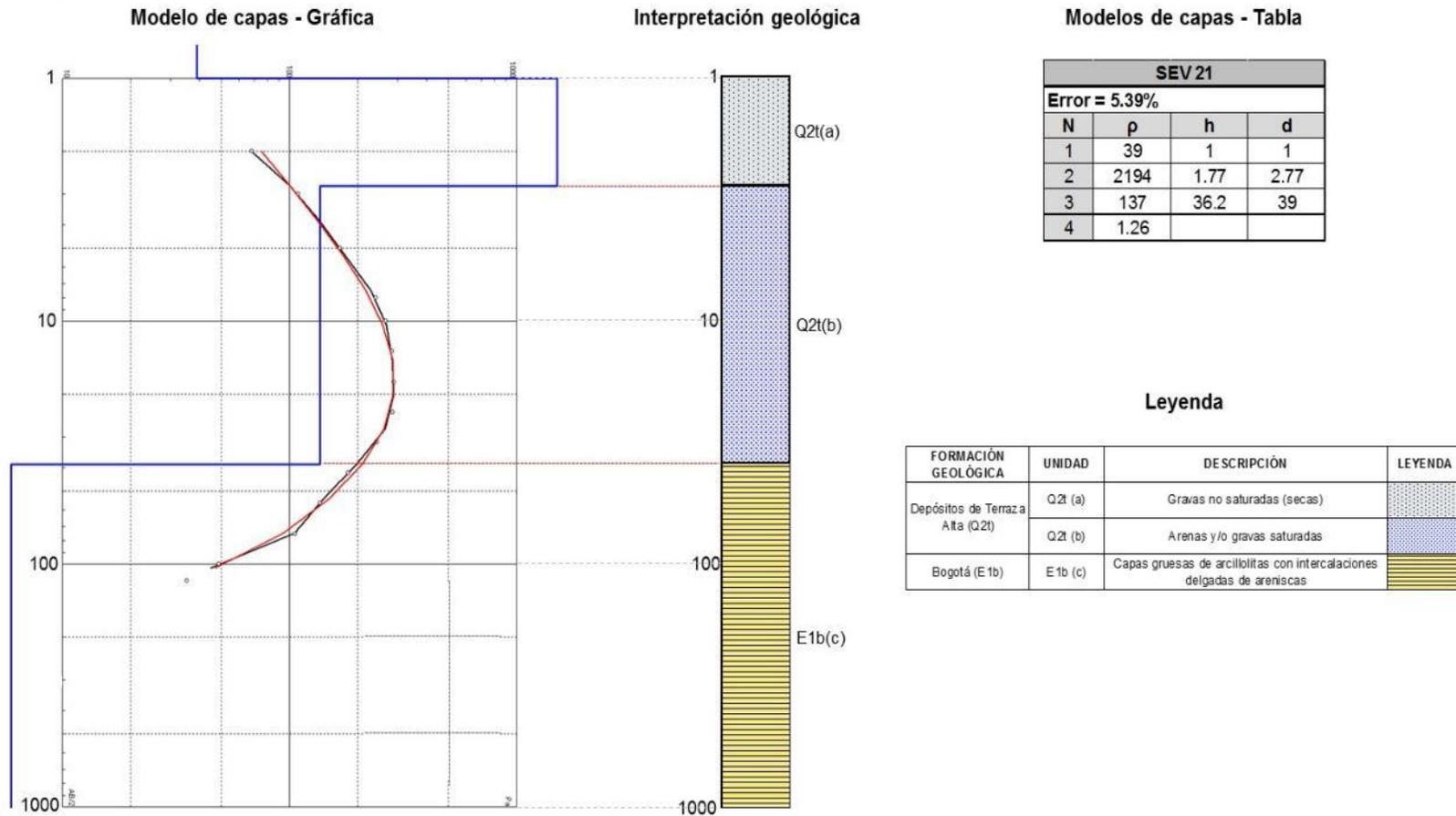
SEV_20



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 22. Interpretación de resultados del SEV_21.

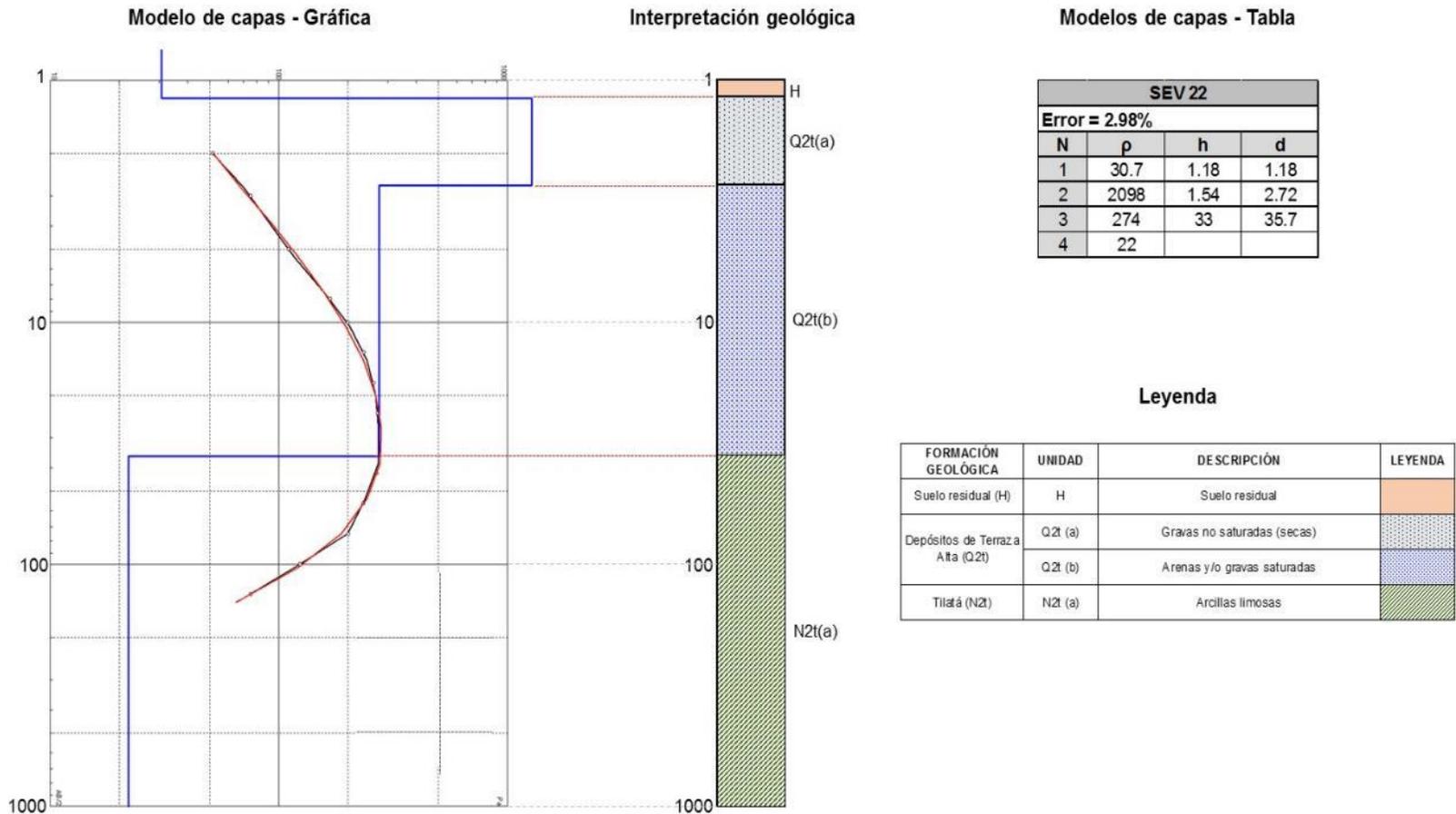
SEV_21



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 23. Interpretación de resultados del SEV_22.

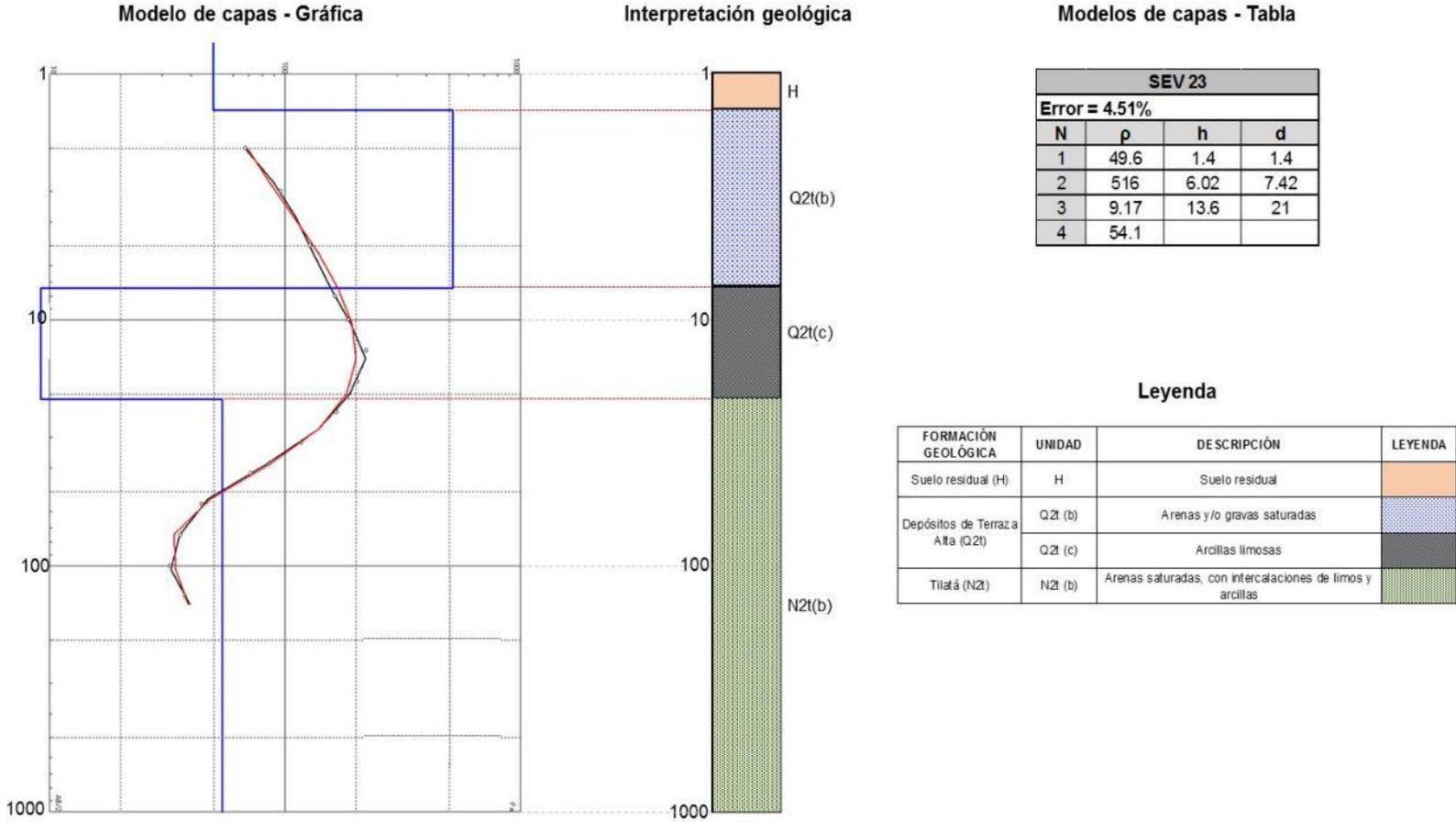
SEV_22



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 24. Interpretación de resultados del SEV_23.

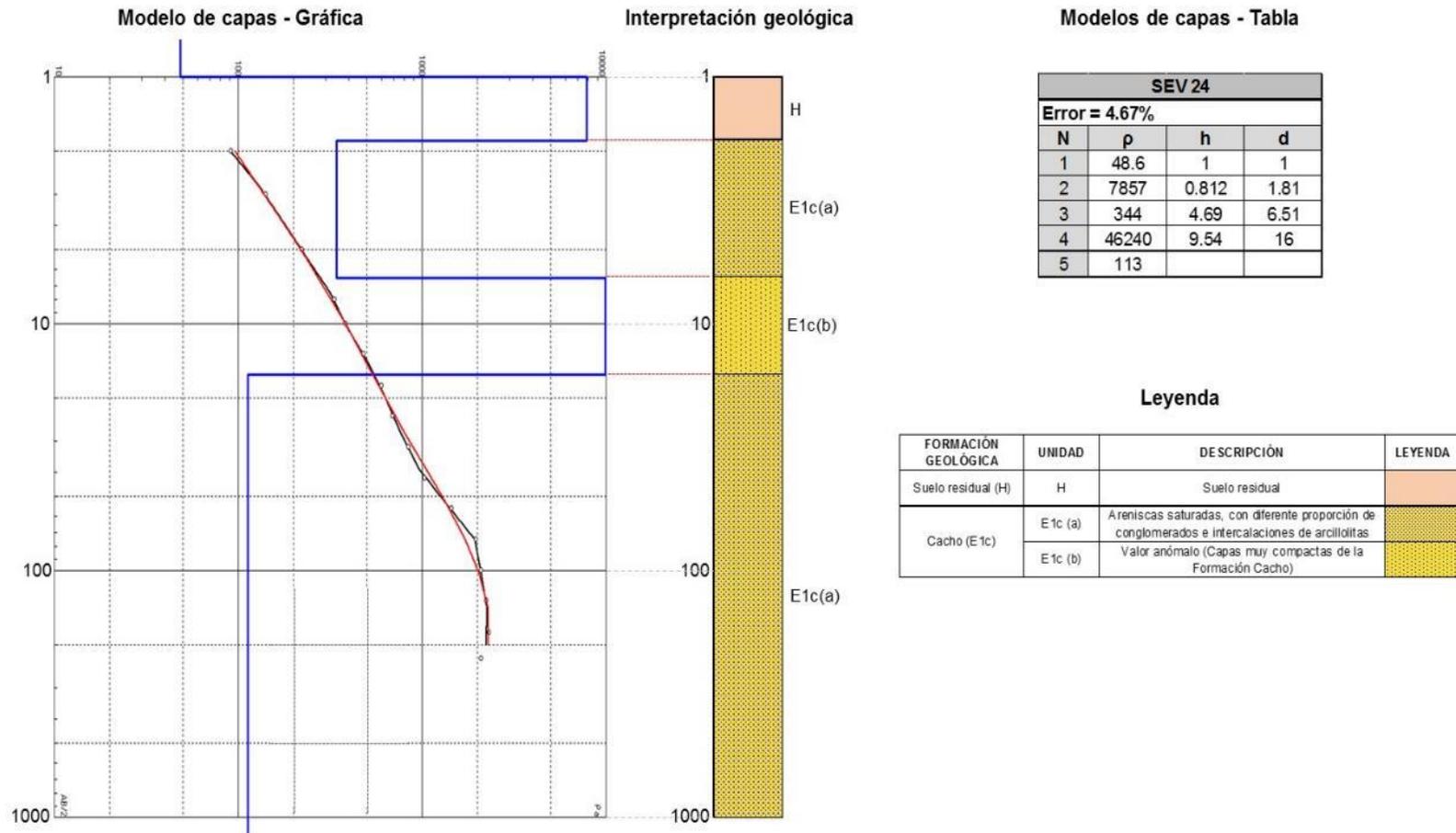
SEV_23



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 25. Interpretación de resultados del SEV_24.

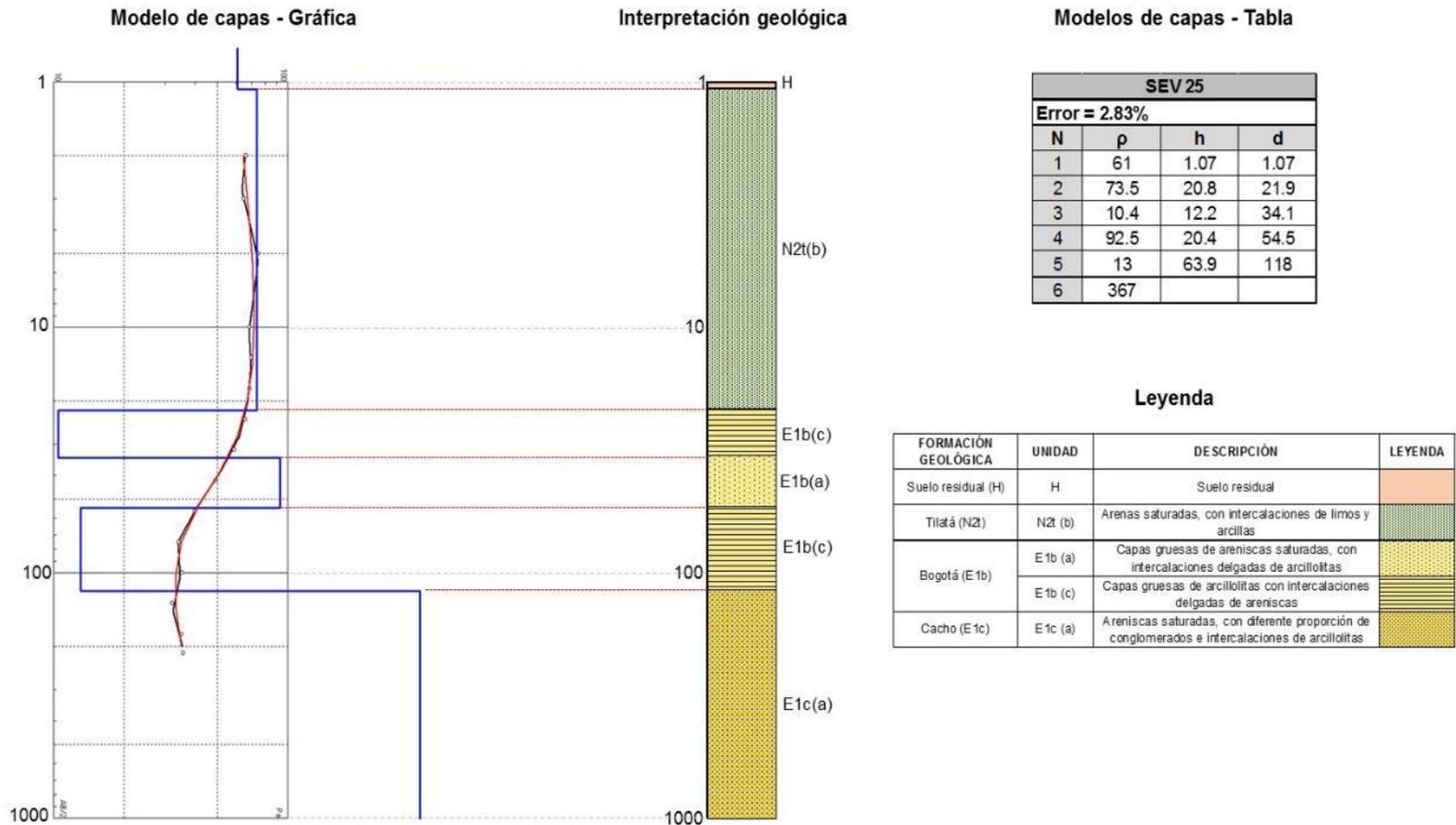
SEV_24



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 26. Interpretación de resultados del SEV_25.

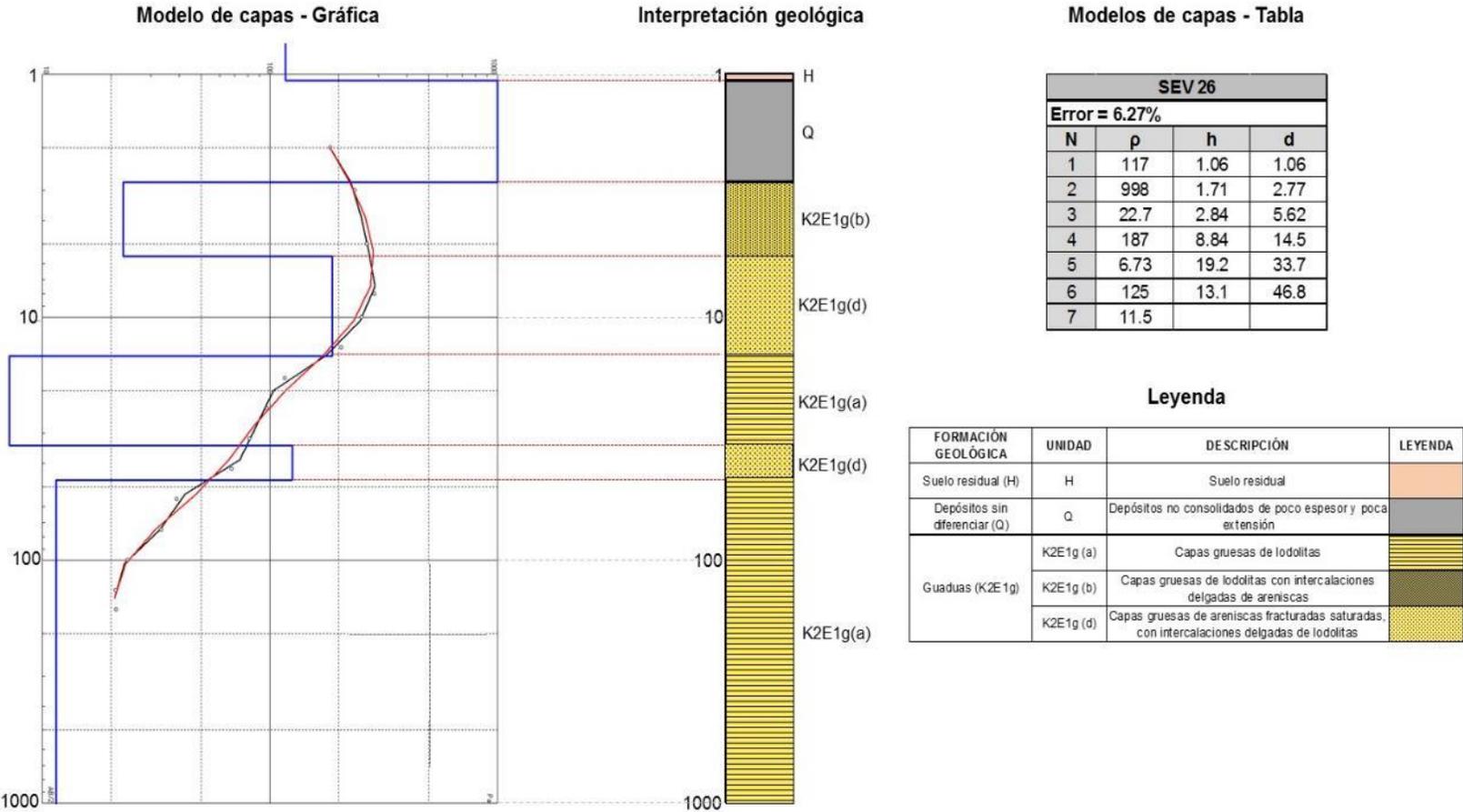
SEV_25



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 27. Interpretación de resultados del SEV_26.

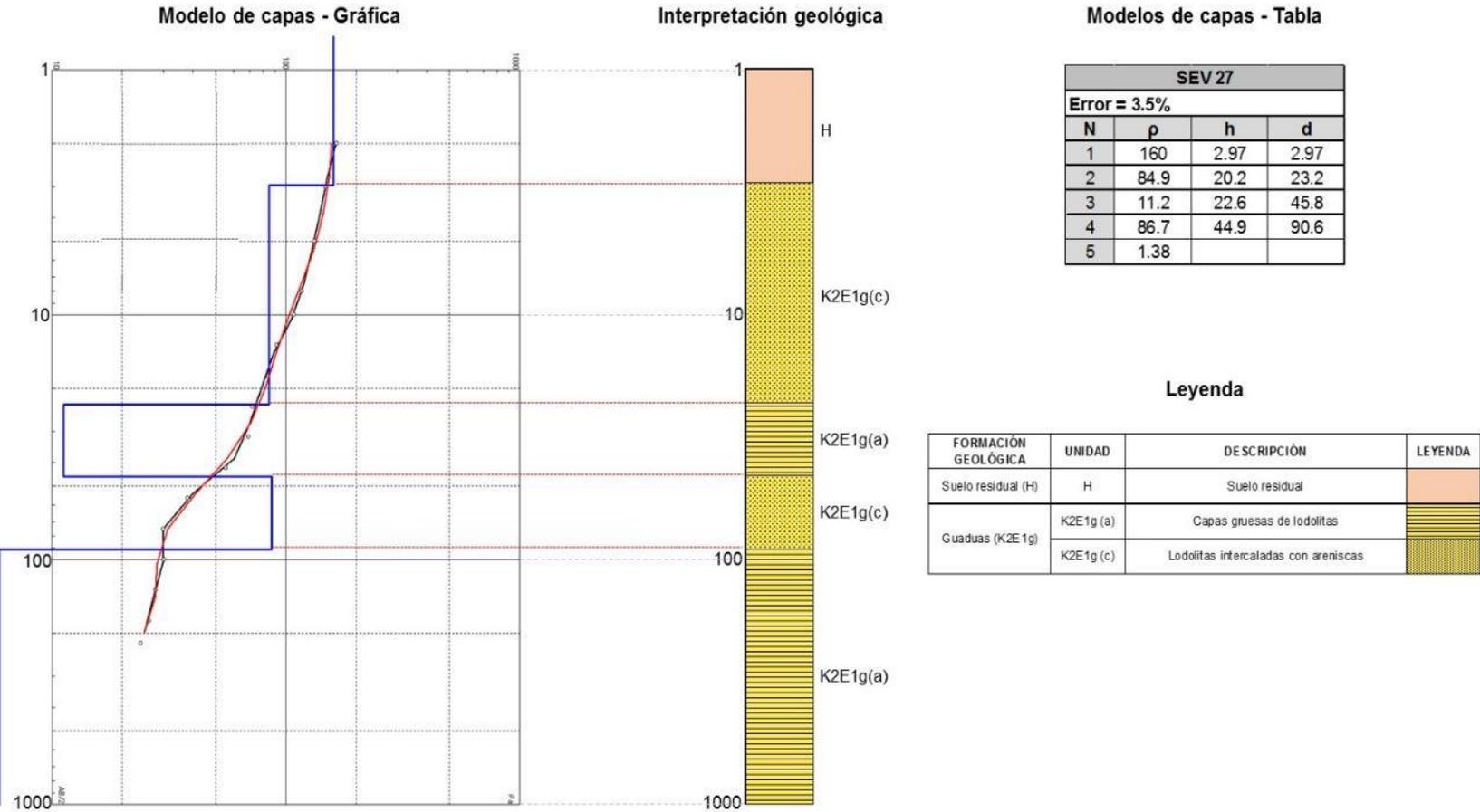
SEV_26



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 28. Interpretación de resultados del SEV_27.

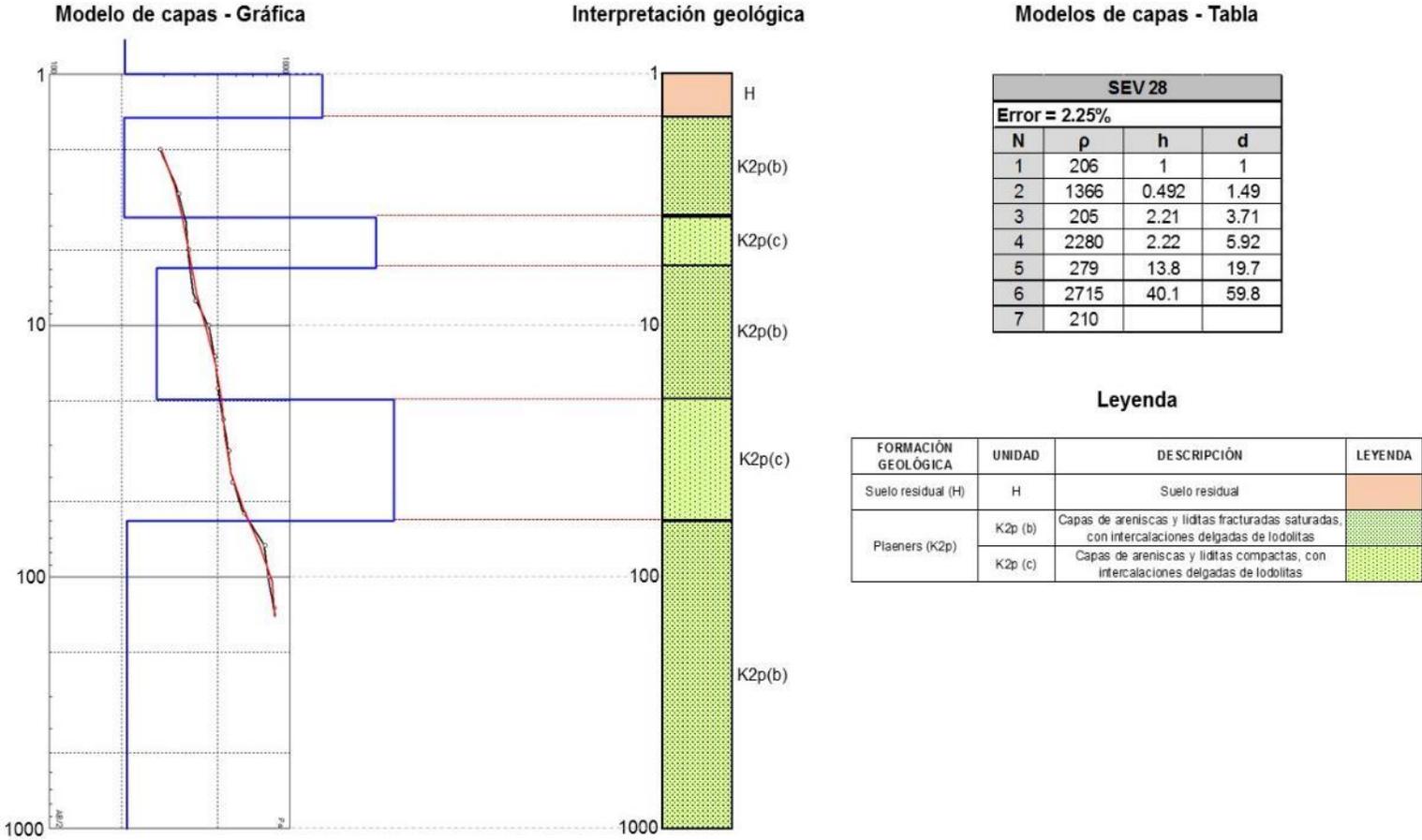
SEV_27



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 29. Interpretación de resultados del SEV_28.

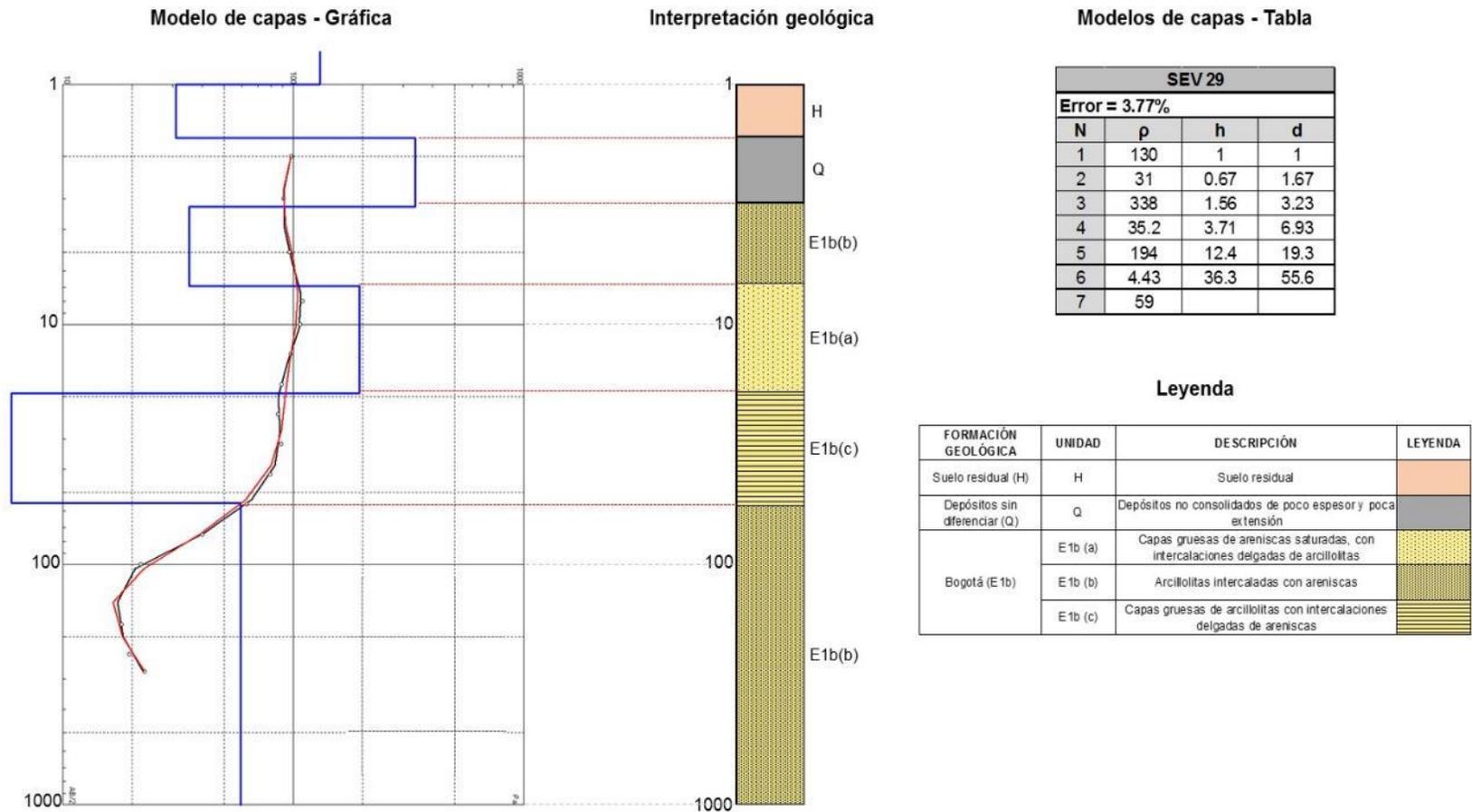
SEV_28



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 30. Interpretación de resultados del SEV_29.

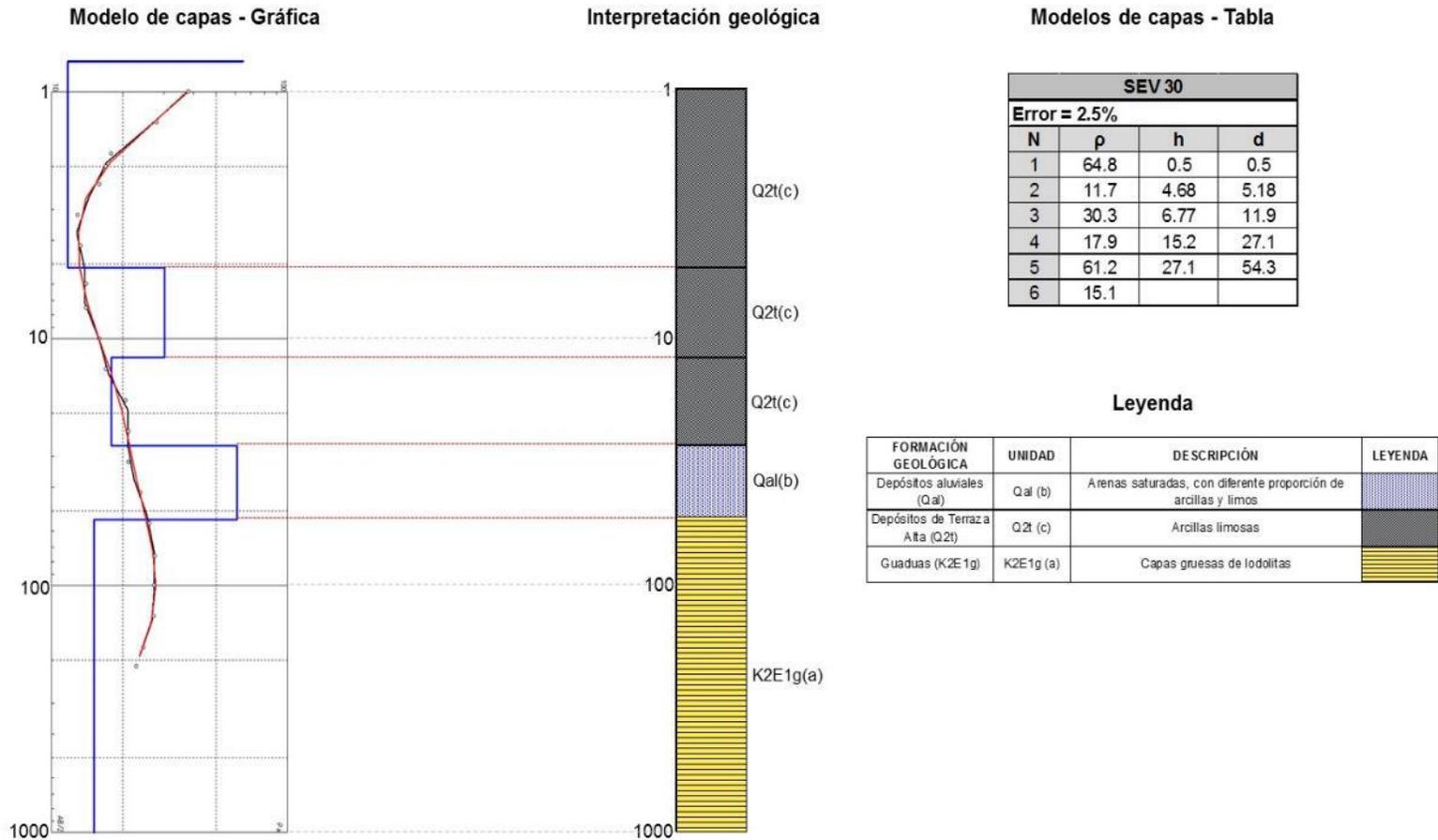
SEV_29



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 31. Interpretación de resultados del SEV_30.

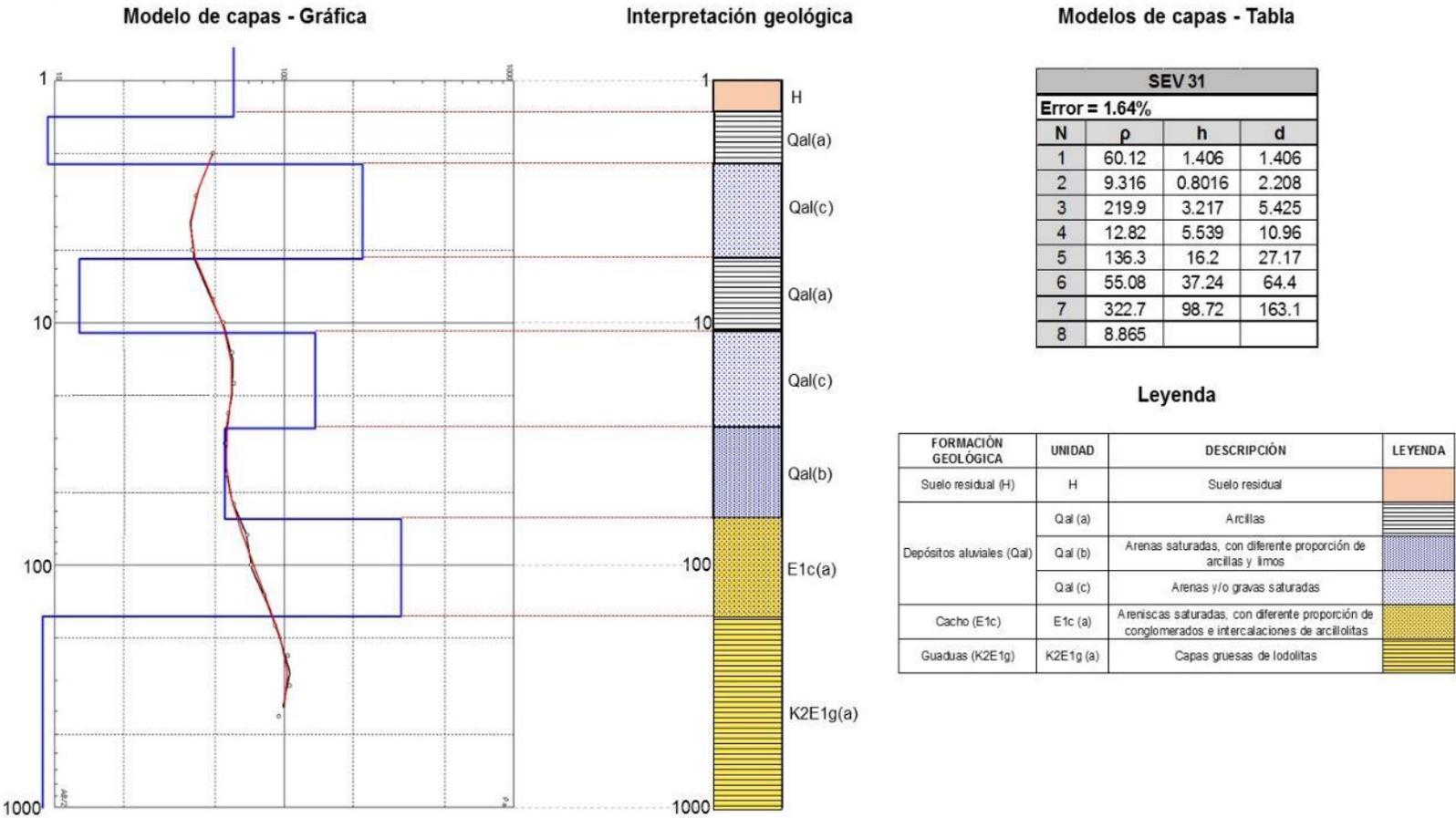
SEV_30



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 32. Interpretación de resultados del SEV_31.

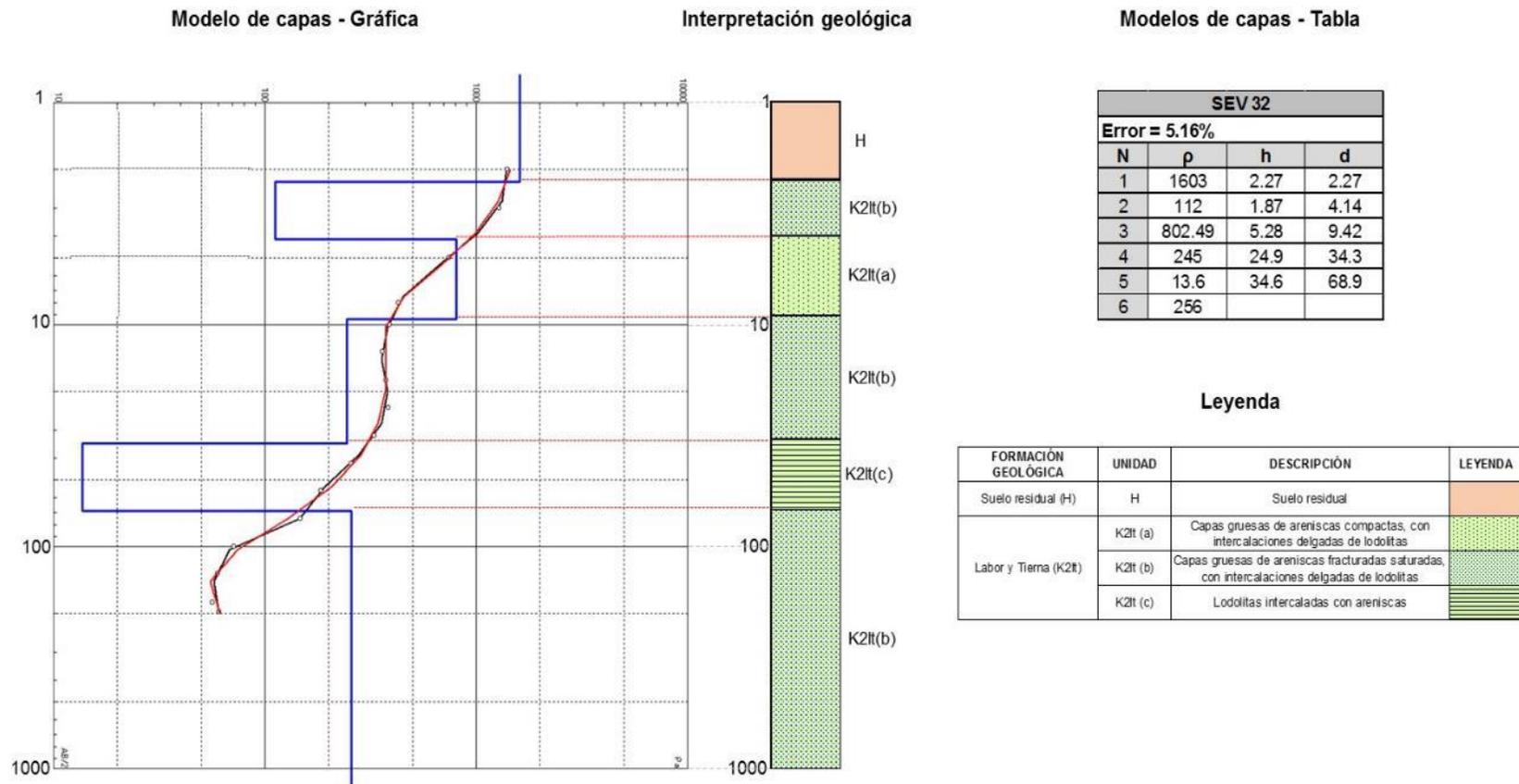
SEV_31



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 33. Interpretación de resultados del SEV_32.

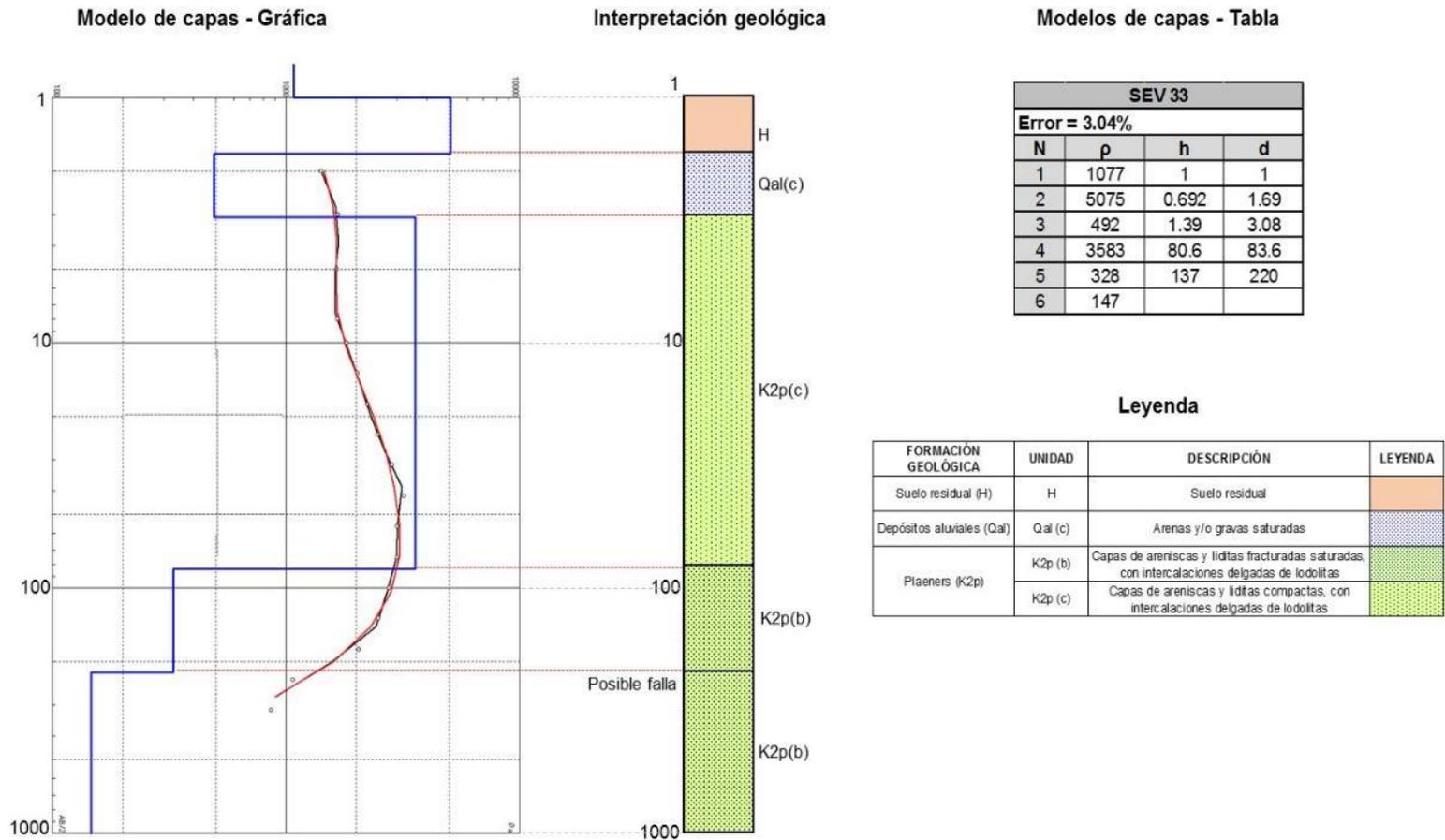
SEV_32



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 34. Interpretación de resultados del SEV_33.

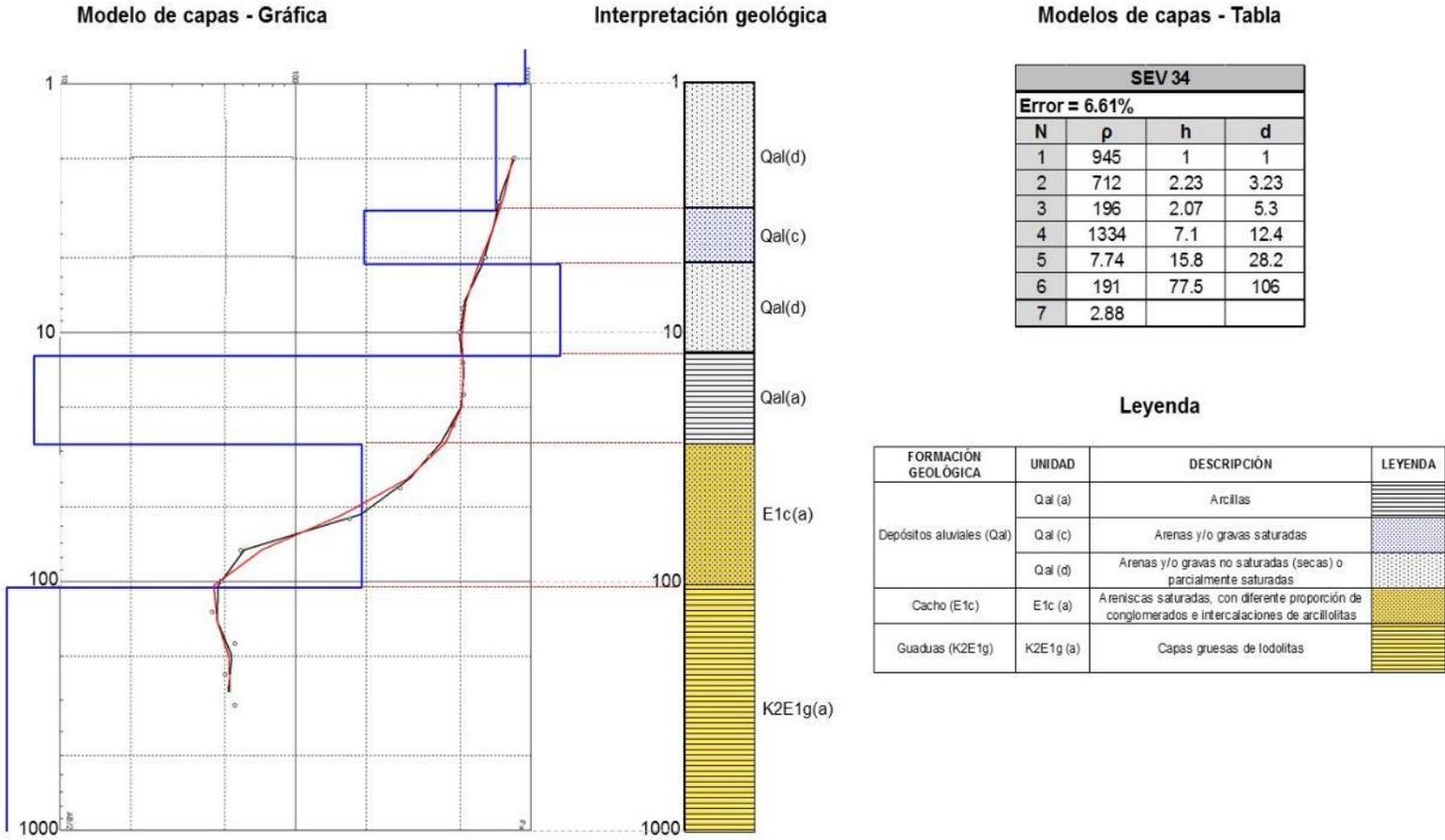
SEV_33



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 35. Interpretación de resultados del SEV_34.

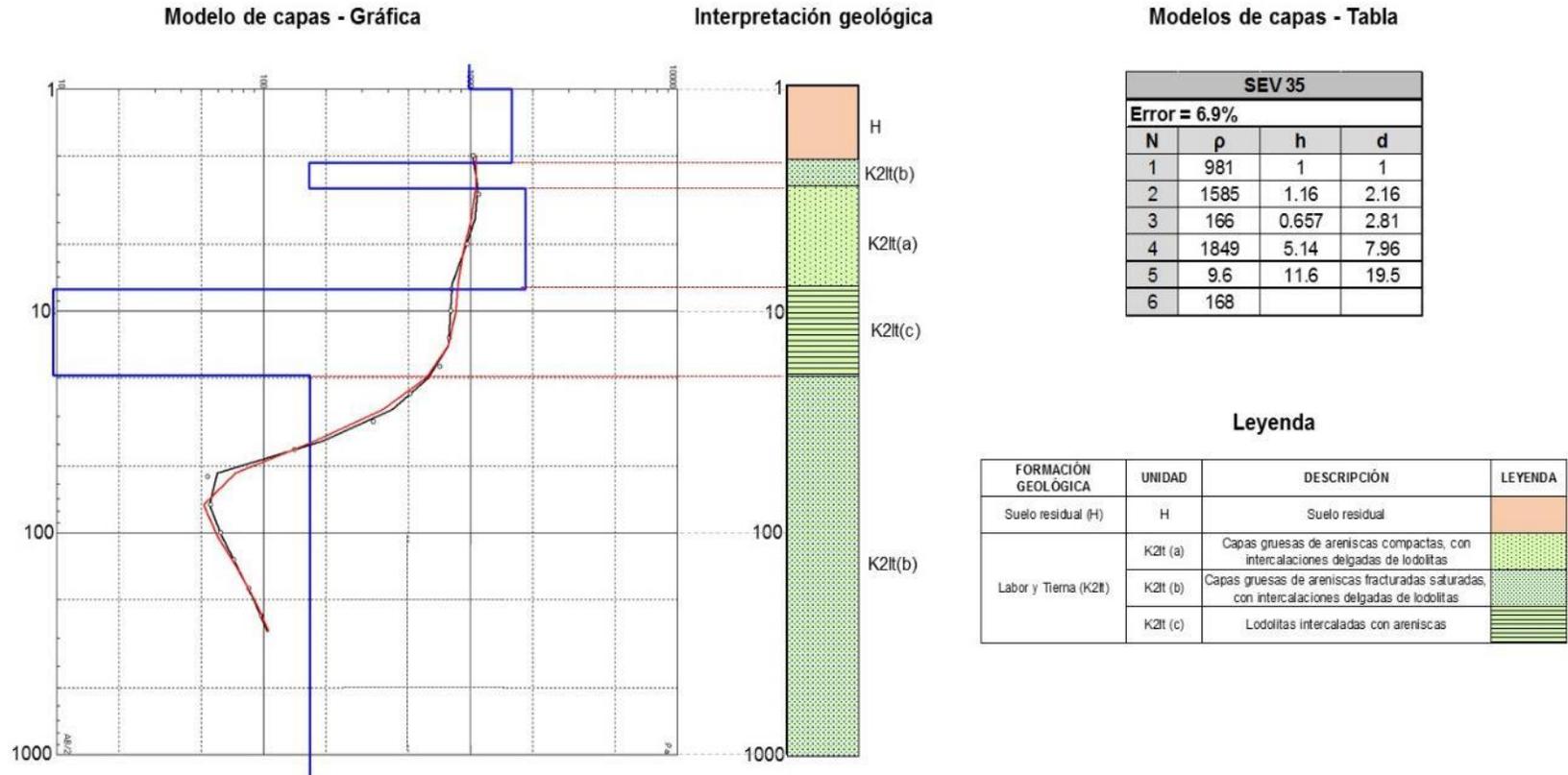
SEV_34



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 36. Interpretación de resultados del SEV_35.

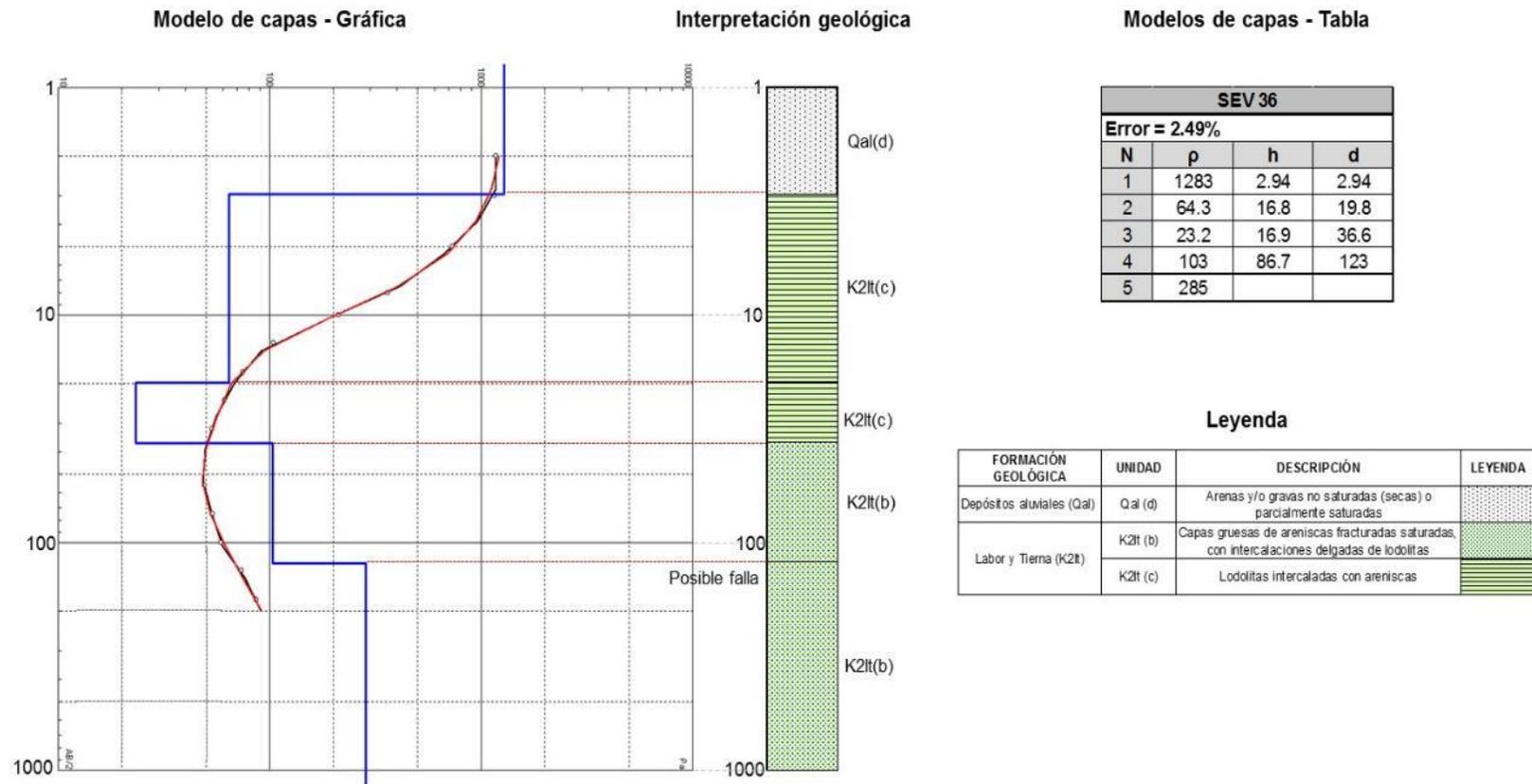
SEV_35



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 37. Interpretación de resultados del SEV_36.

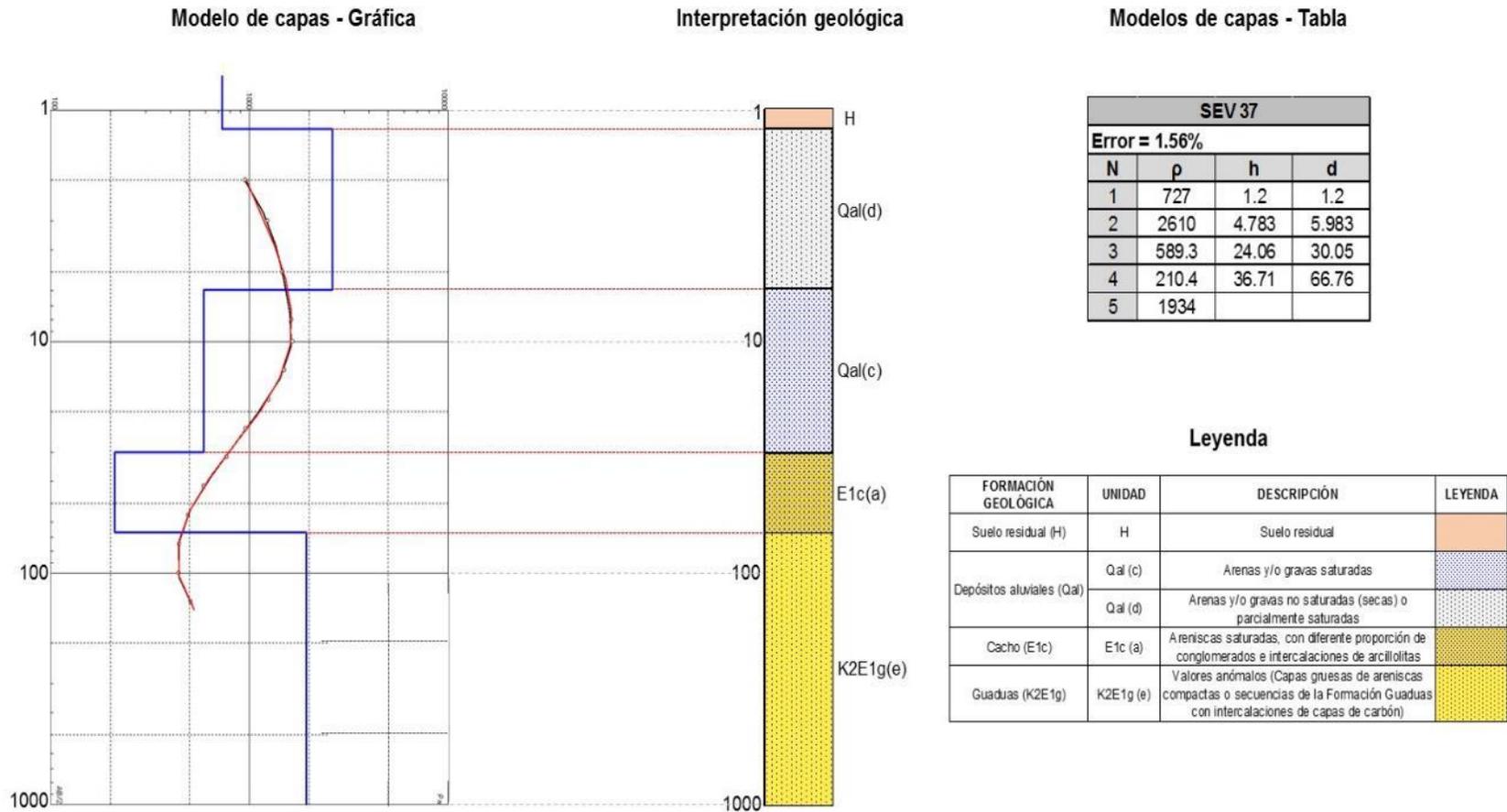
SEV_36



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 38. Interpretación de resultados del SEV_37.

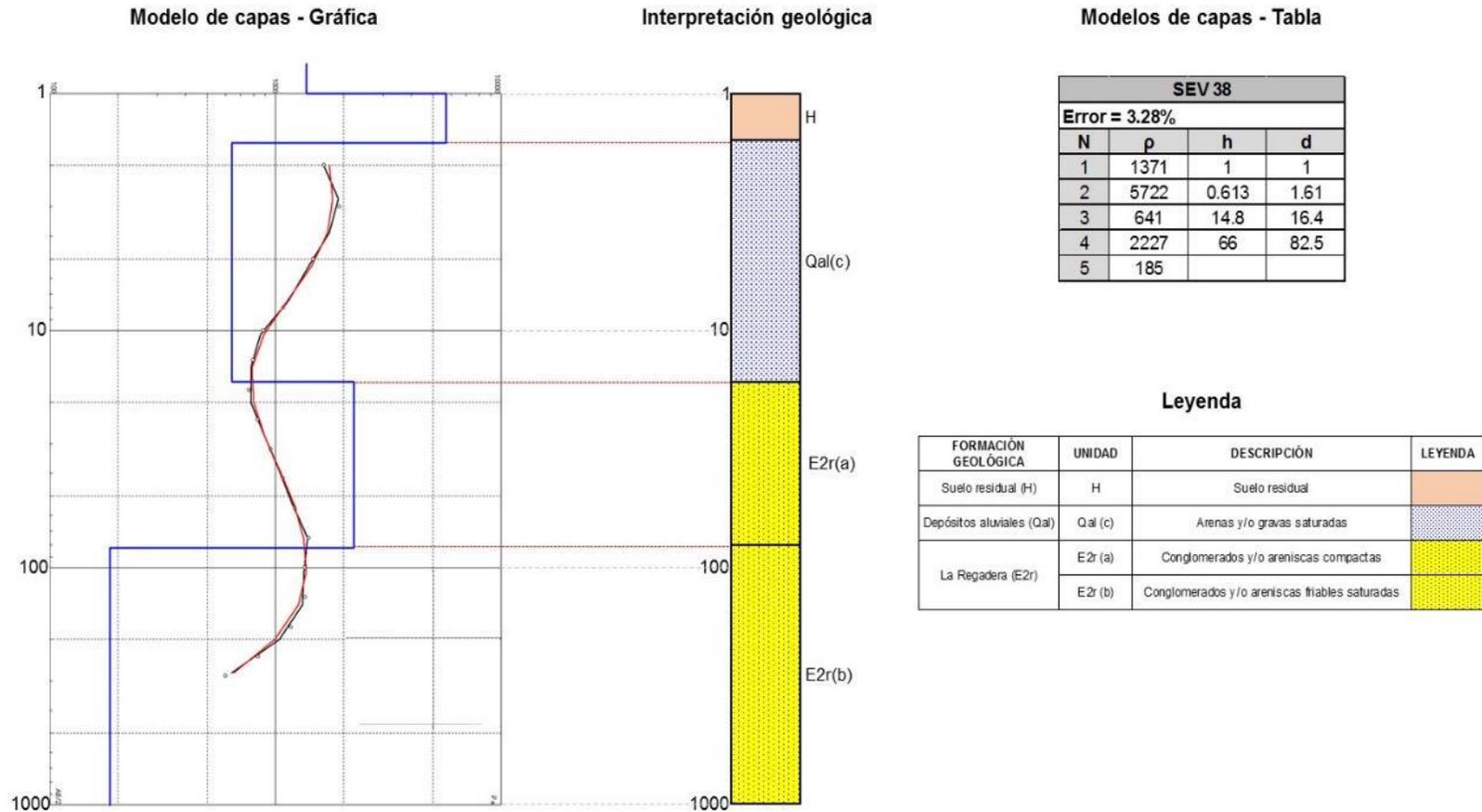
SEV_37



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 39. Interpretación de resultados del SEV_38.

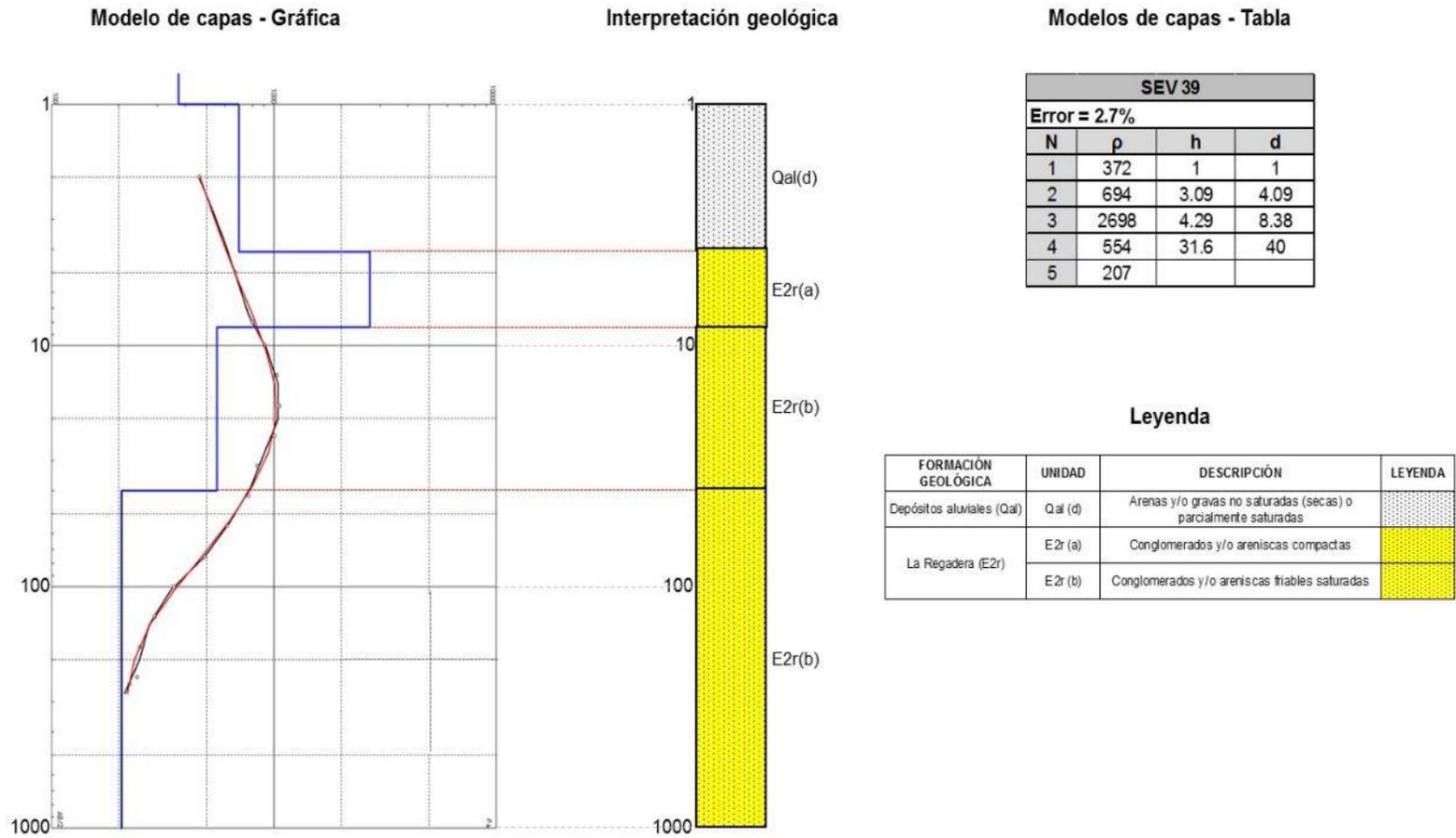
SEV_38



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 40. Interpretación de resultados del SEV_39.

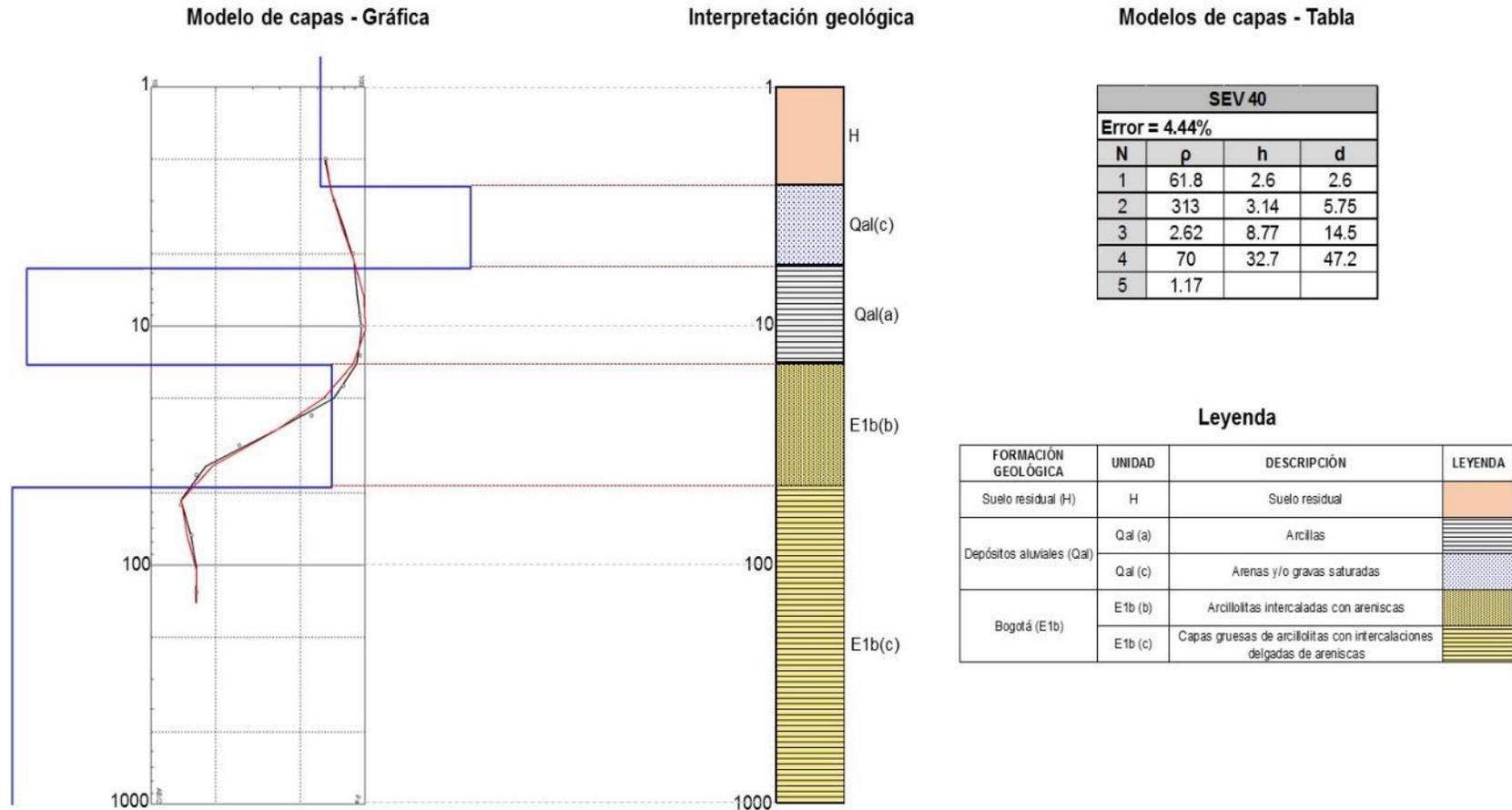
SEV_39



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 41. Interpretación de resultados del SEV_40.

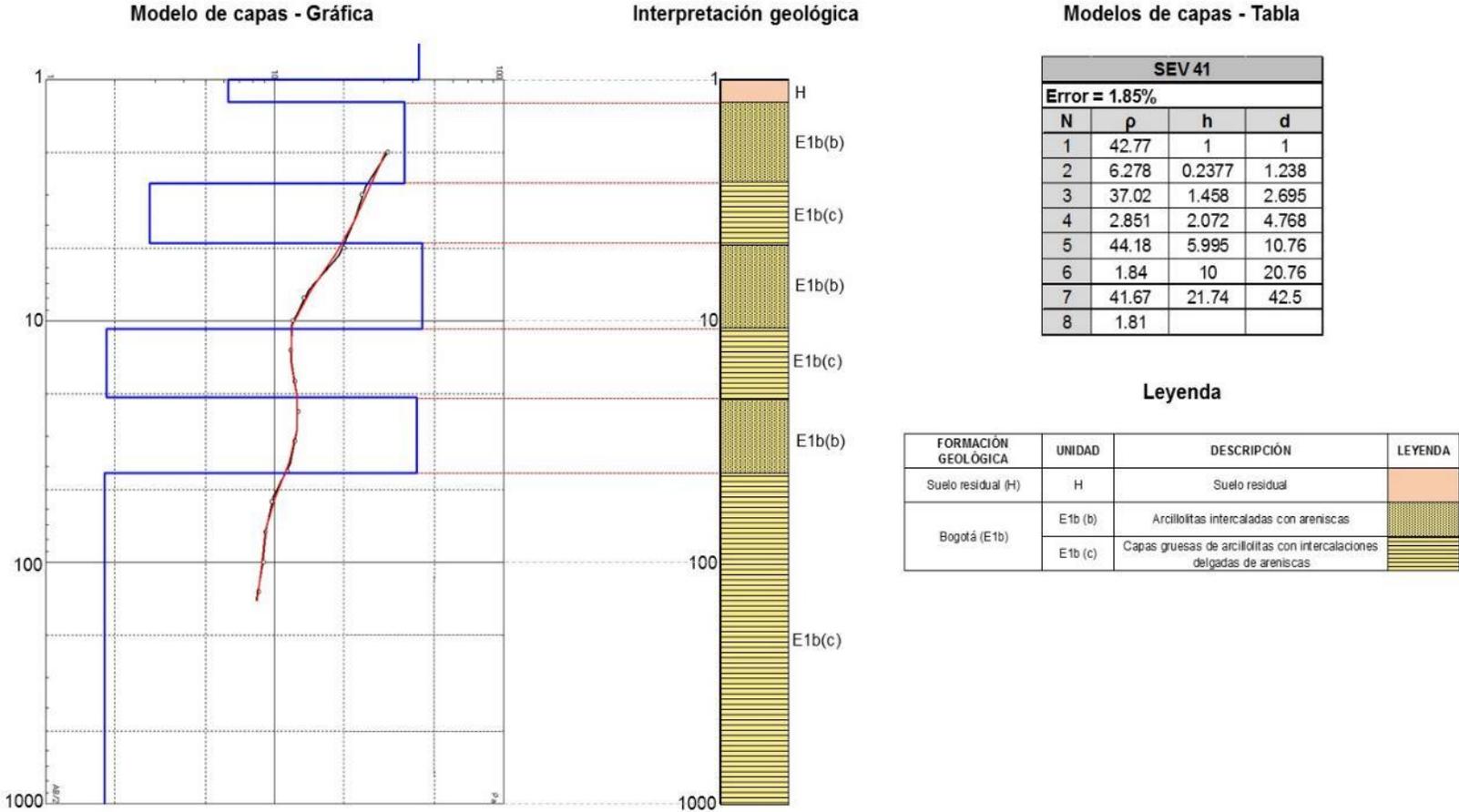
SEV_40



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 42. Interpretación de resultados del SEV_41.

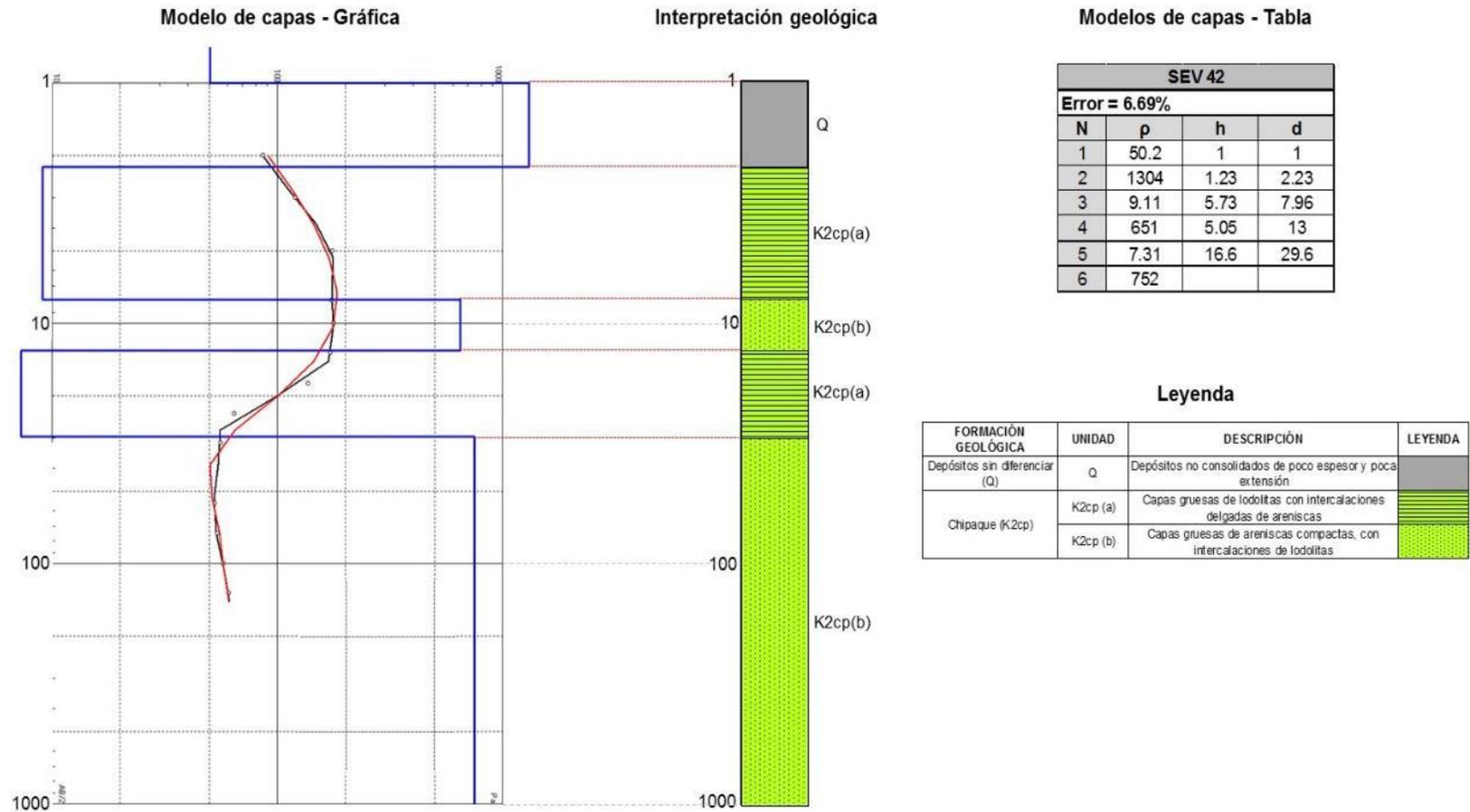
SEV_41



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 43. Interpretación de resultados del SEV_42.

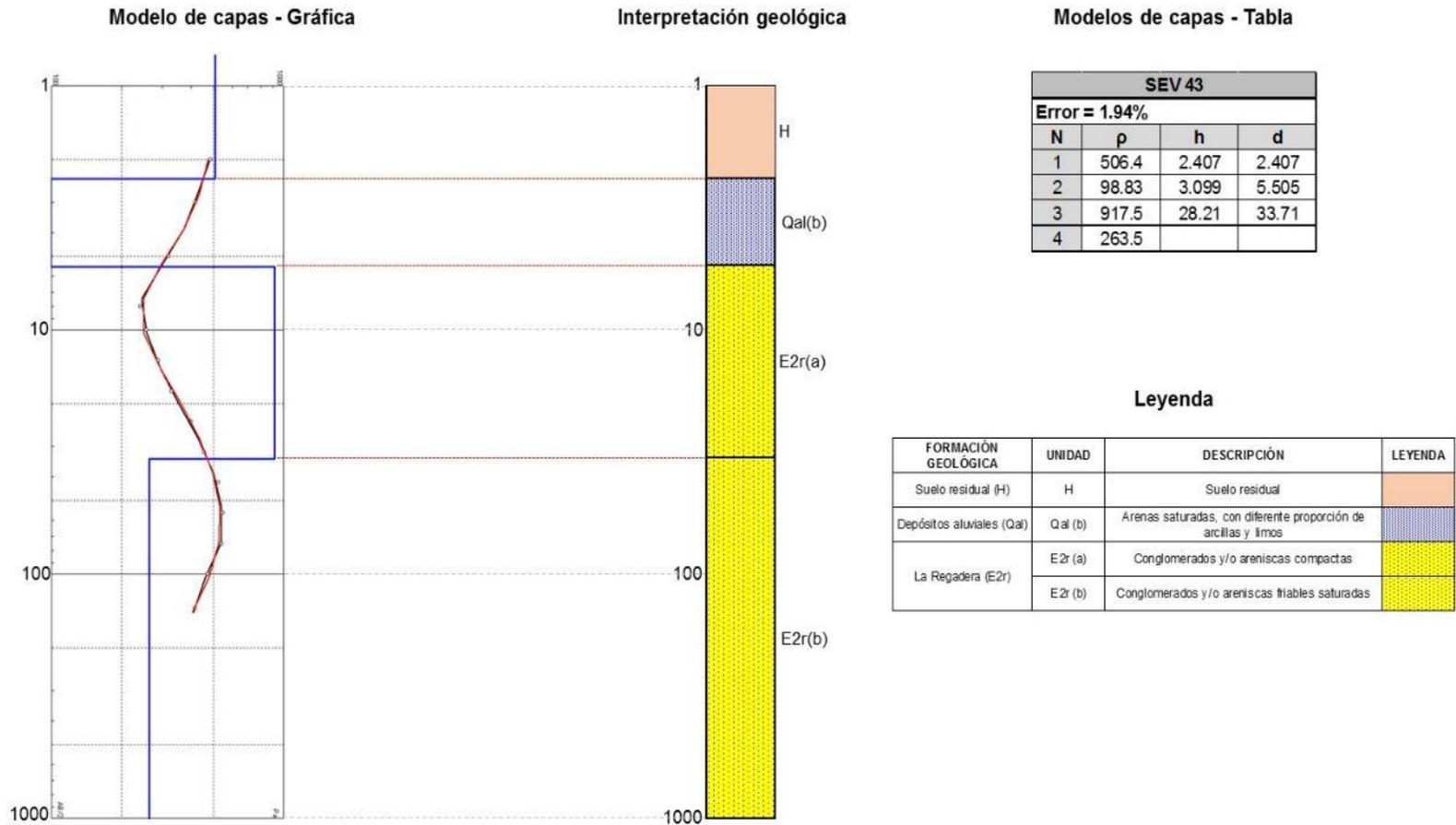
SEV_42



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 44. Interpretación de resultados del SEV_43.

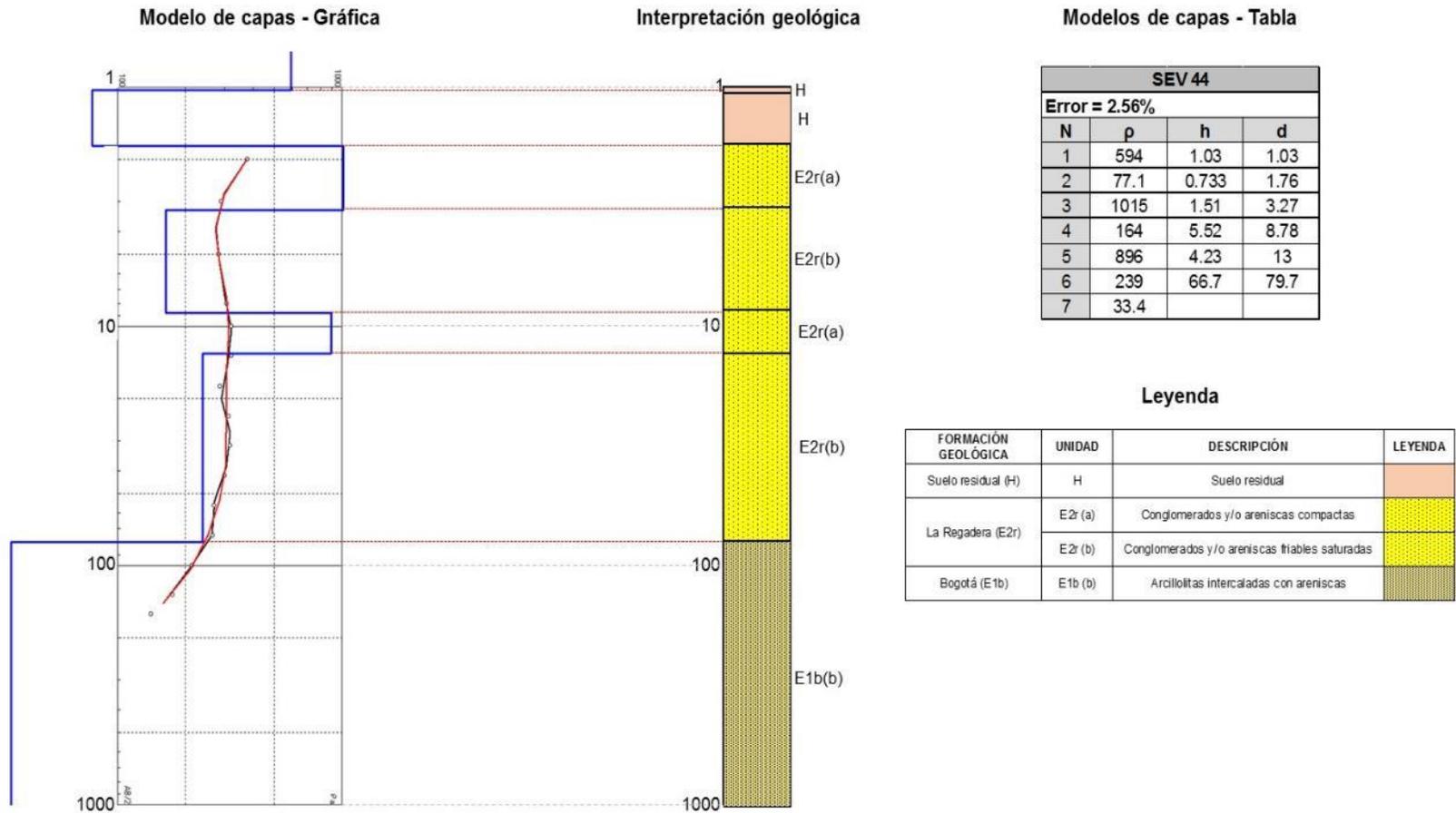
SEV_43



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 45. Interpretación de resultados del SEV_44.

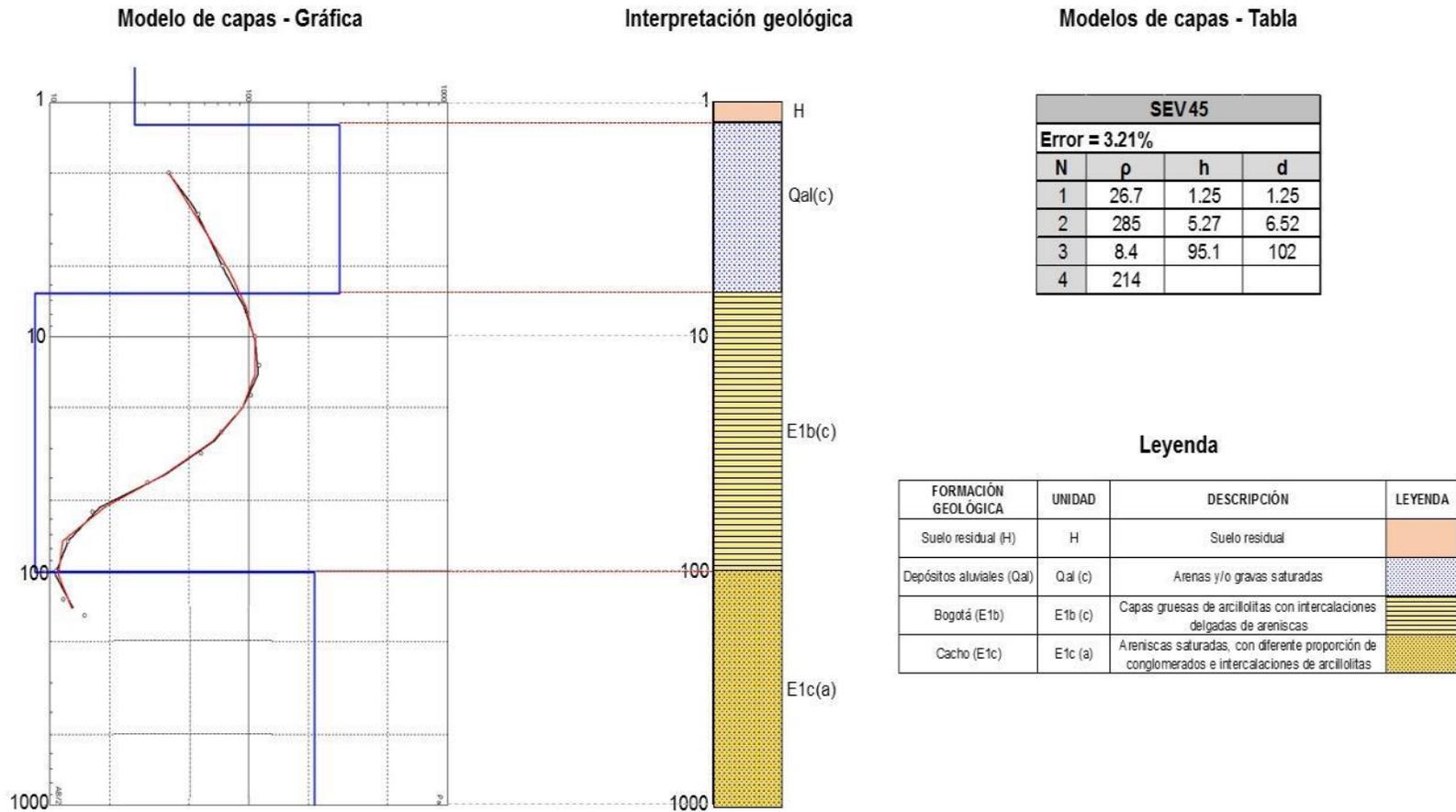
SEV_44



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 46. Interpretación de resultados del SEV_45.

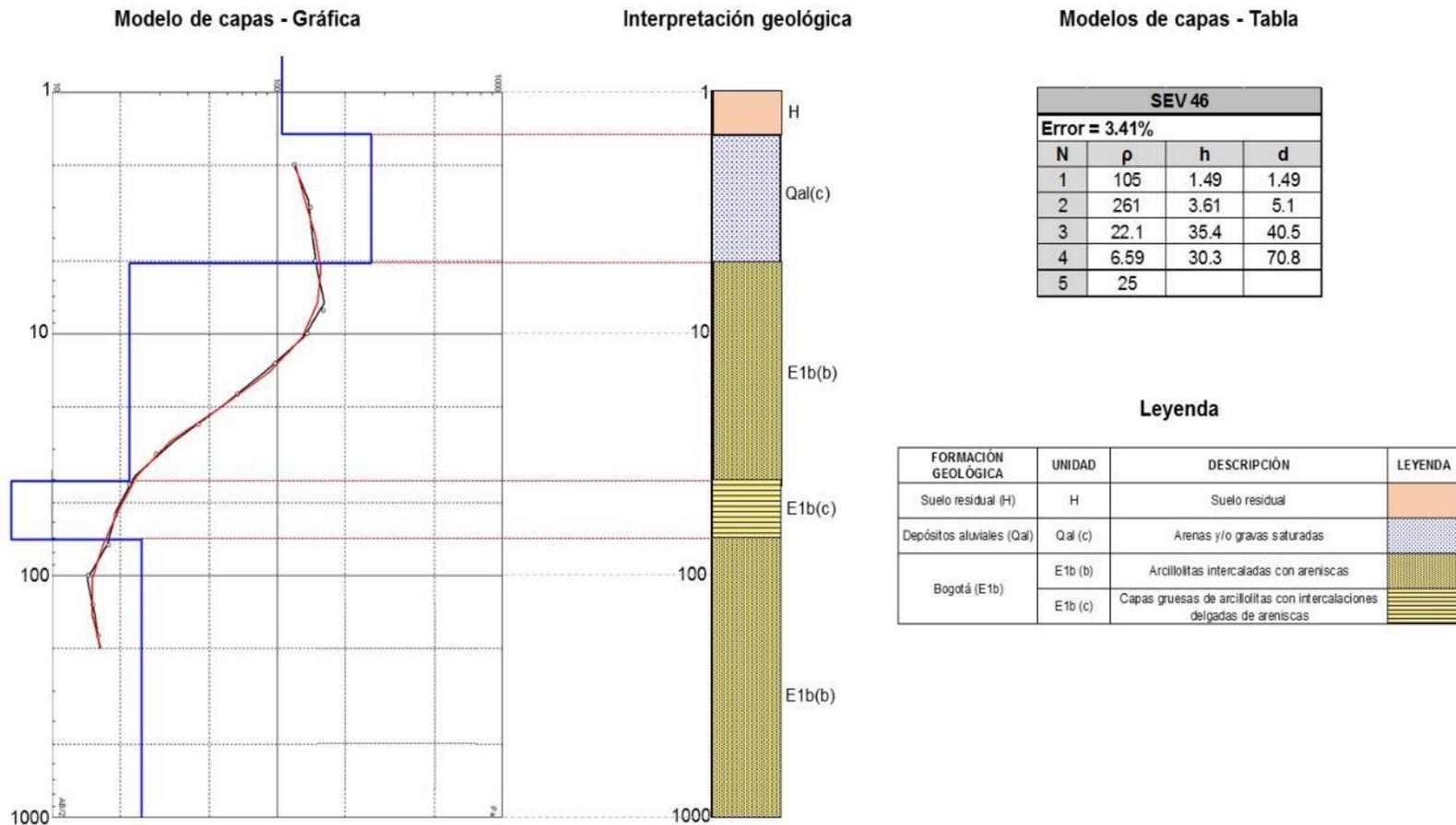
SEV_45



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

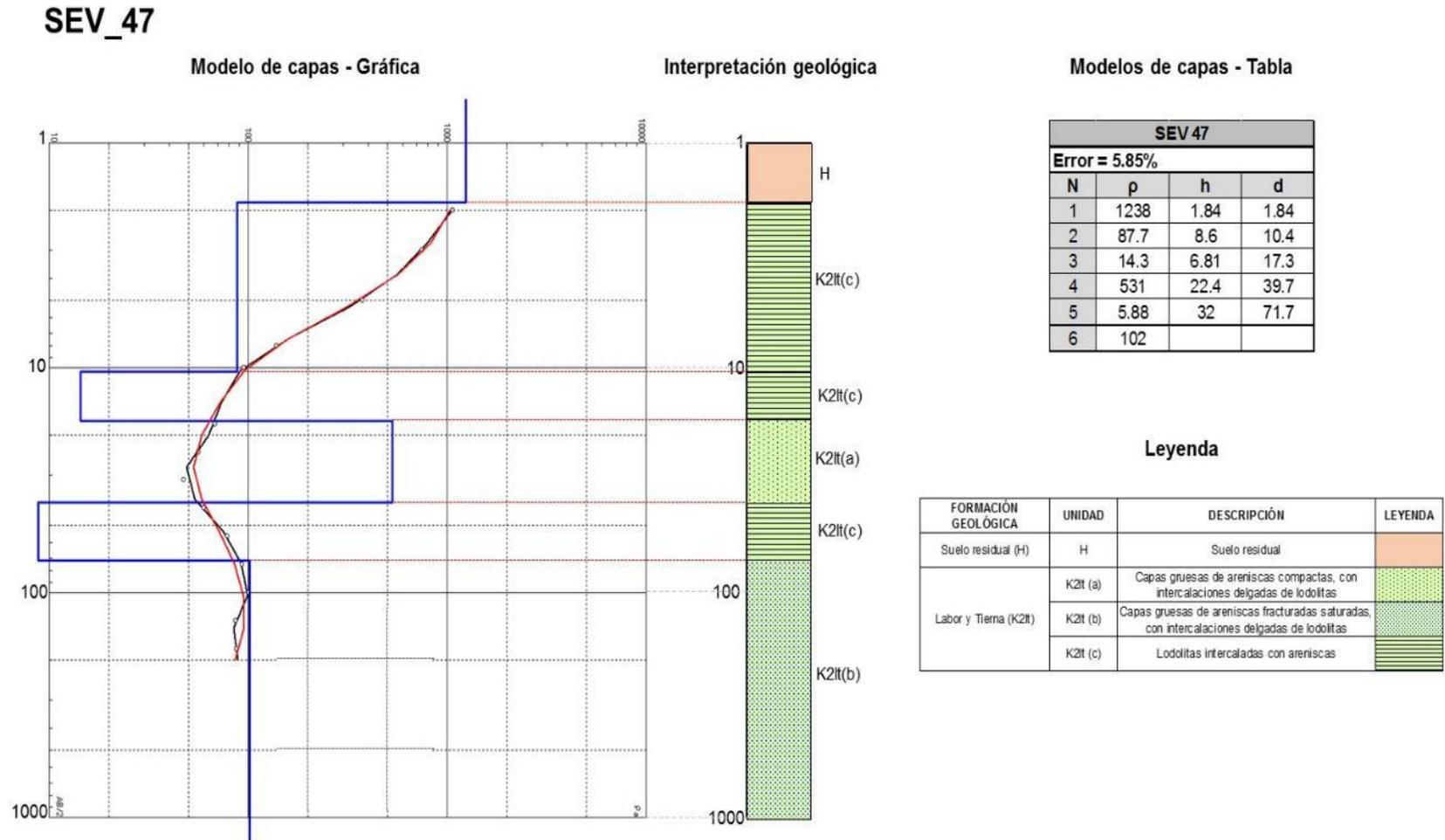
Figura 47. Interpretación de resultados del SEV_46.

SEV_46



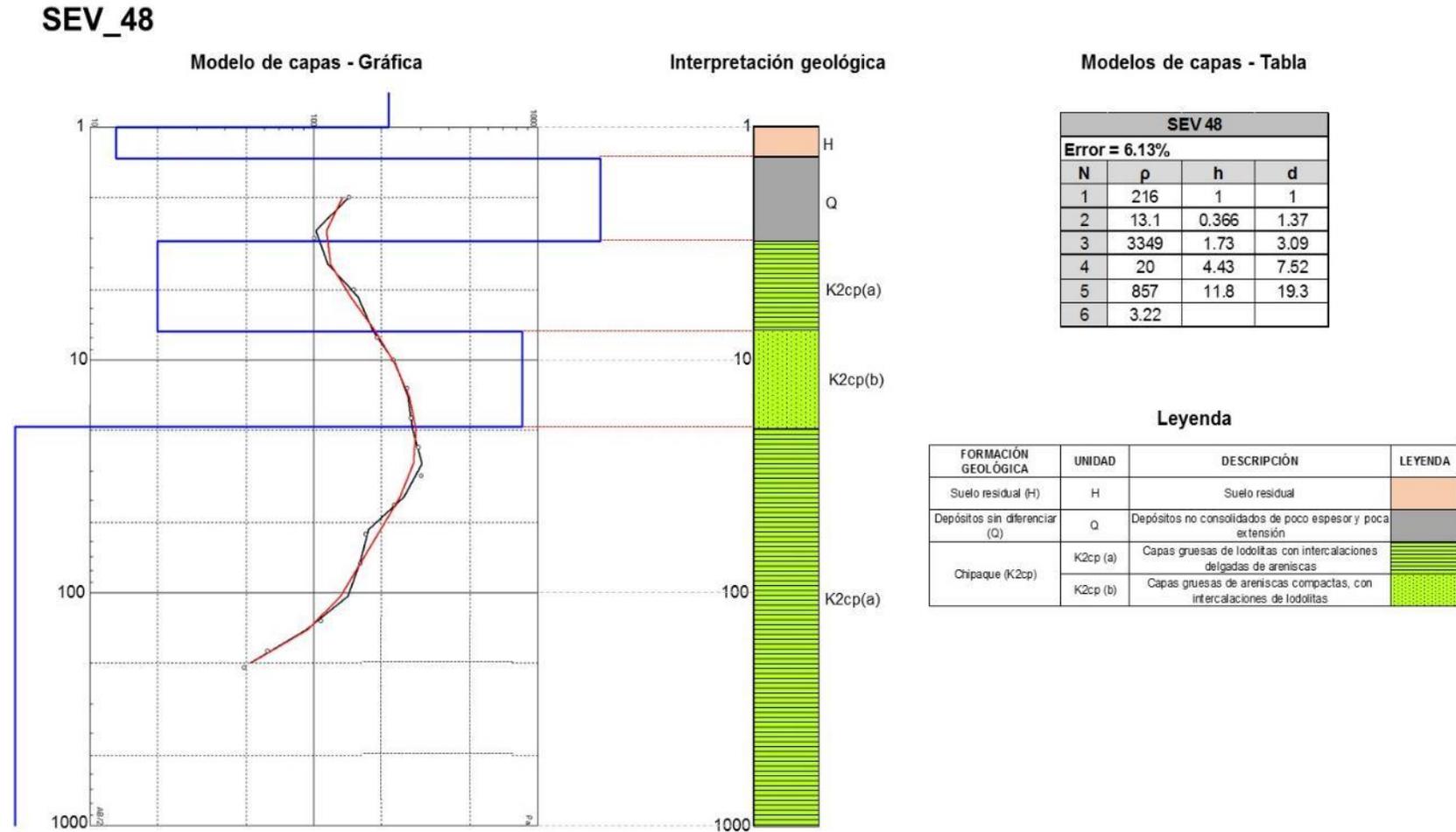
Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 48. Interpretación de resultados del SEV_47.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

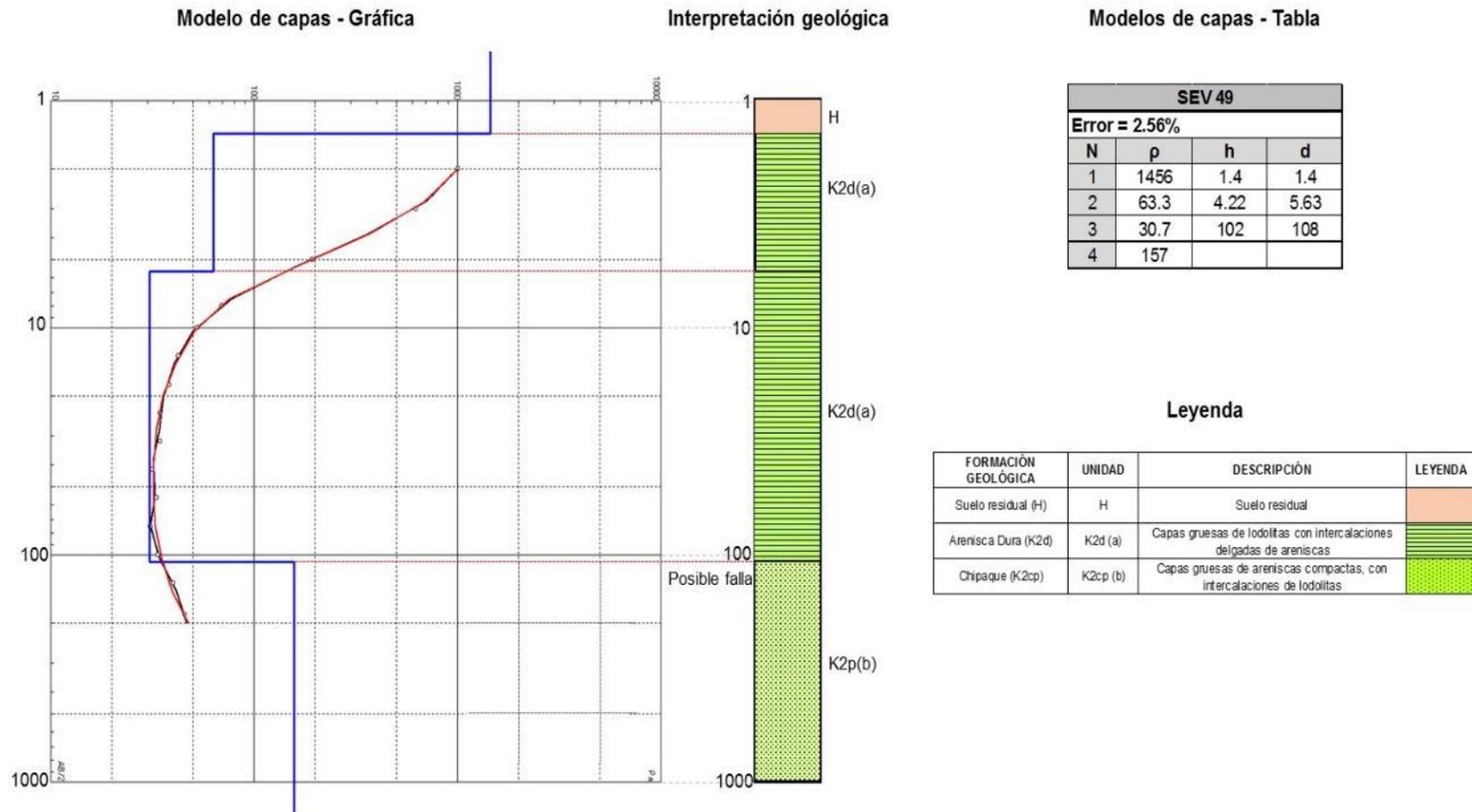
Figura 49. Interpretación de resultados del SEV_48.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 50. Interpretación de resultados del SEV_49.

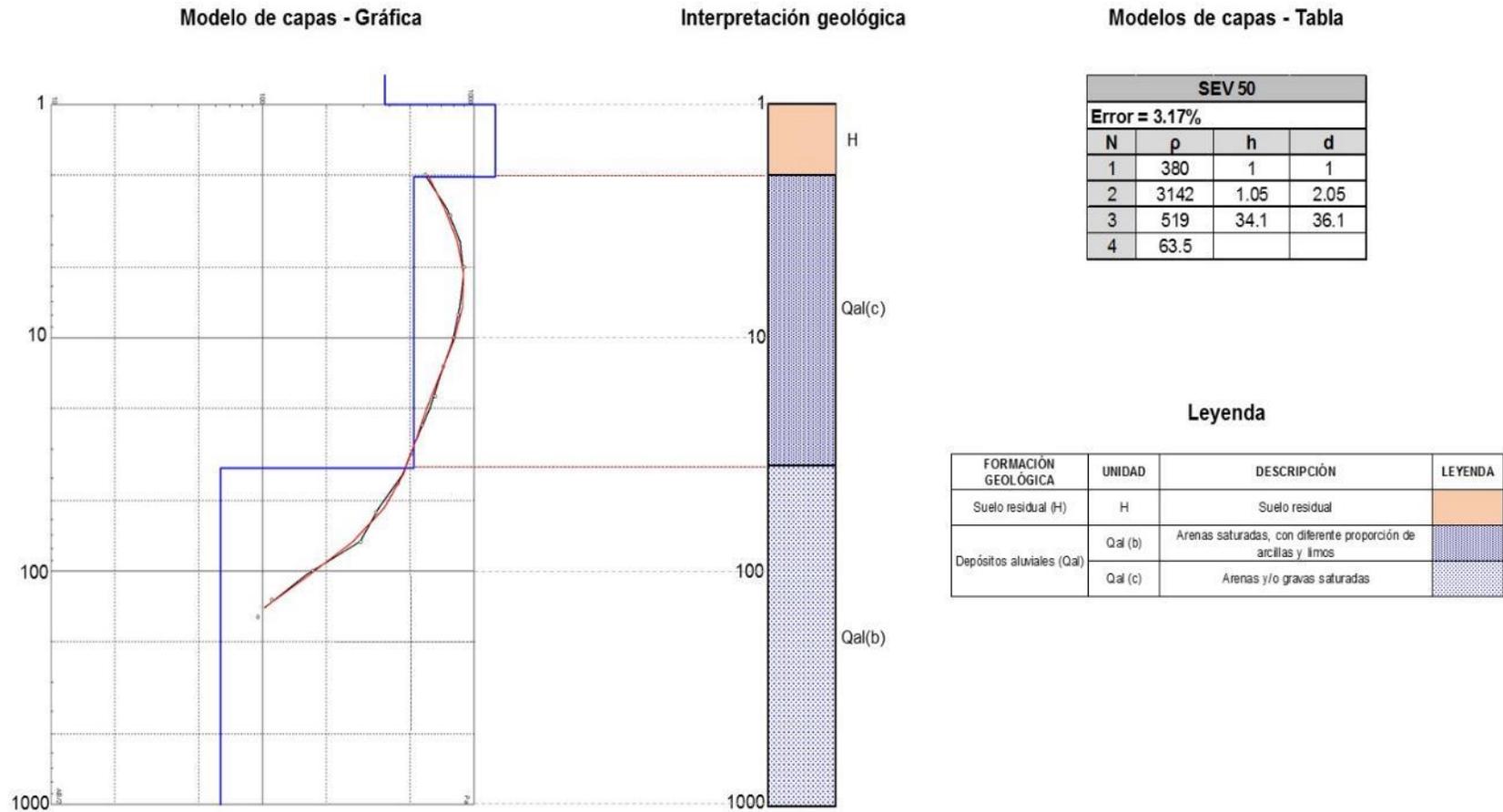
SEV_49



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 51. Interpretación de resultados del SEV_50.

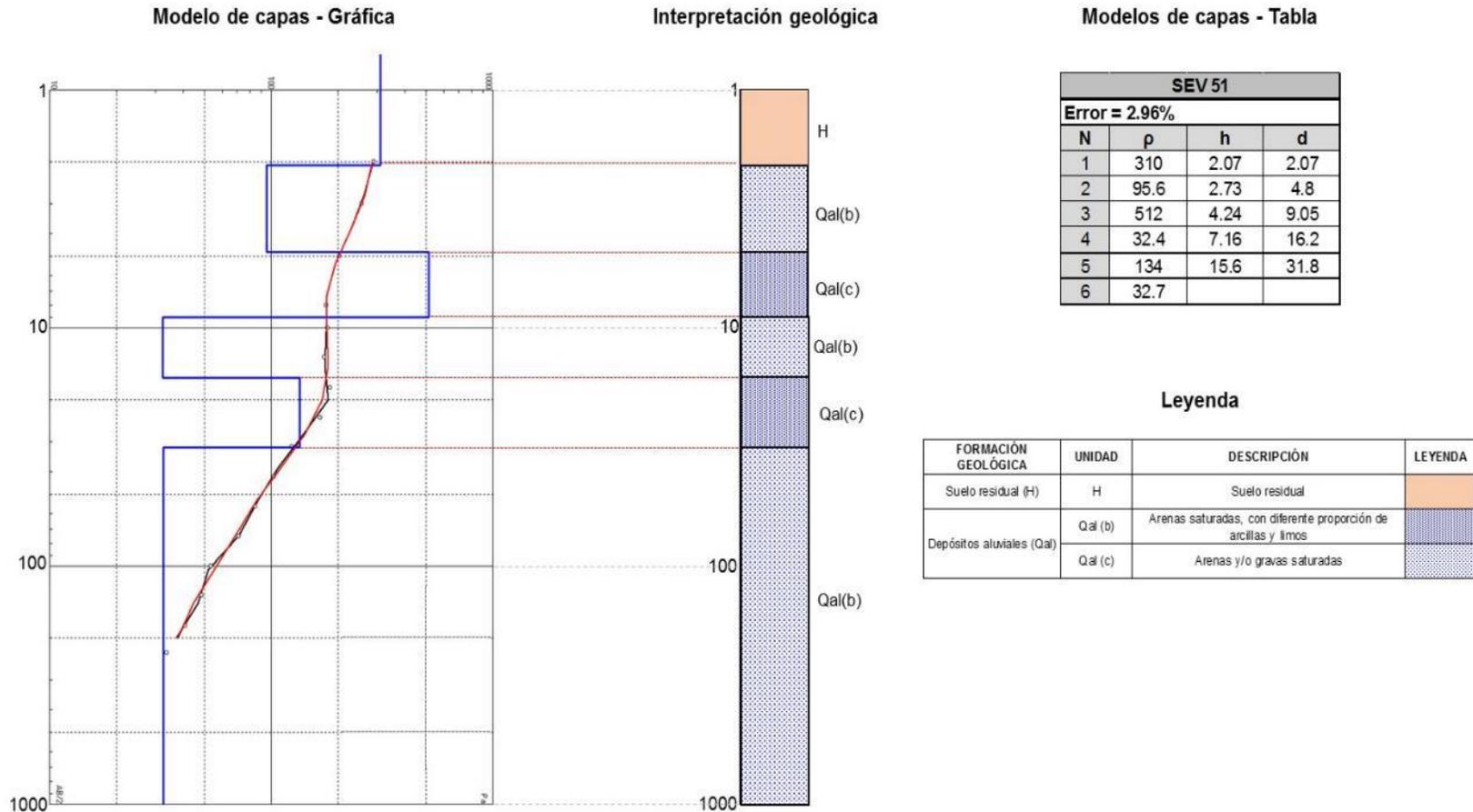
SEV_50



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 52. Interpretación de resultados del SEV_51.

SEV_51

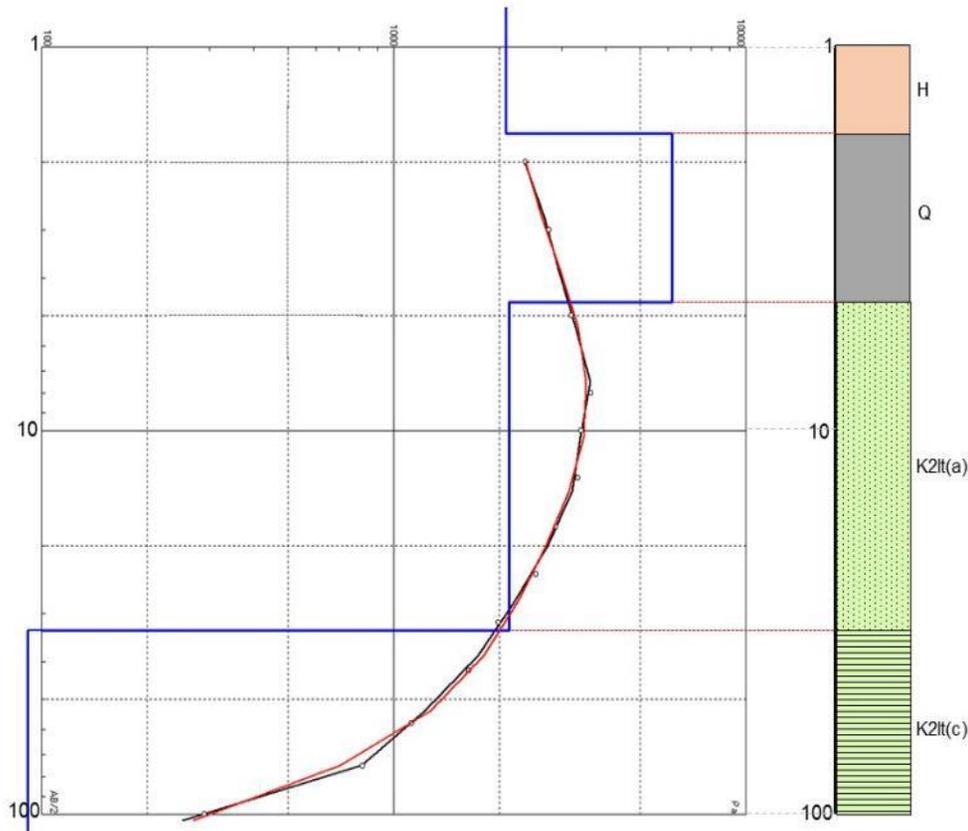


Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 53. Interpretación de resultados del SEV_52.

SEV_52

Modelo de capas - Gráfica



Interpretación geológica

Modelos de capas - Tabla

SEV 52			
Error = 4.84%			
N	p	h	d
1	2084	1.68	1.68
2	6191	2.95	4.63
3	2126	28.6	33.3
4	5.83		

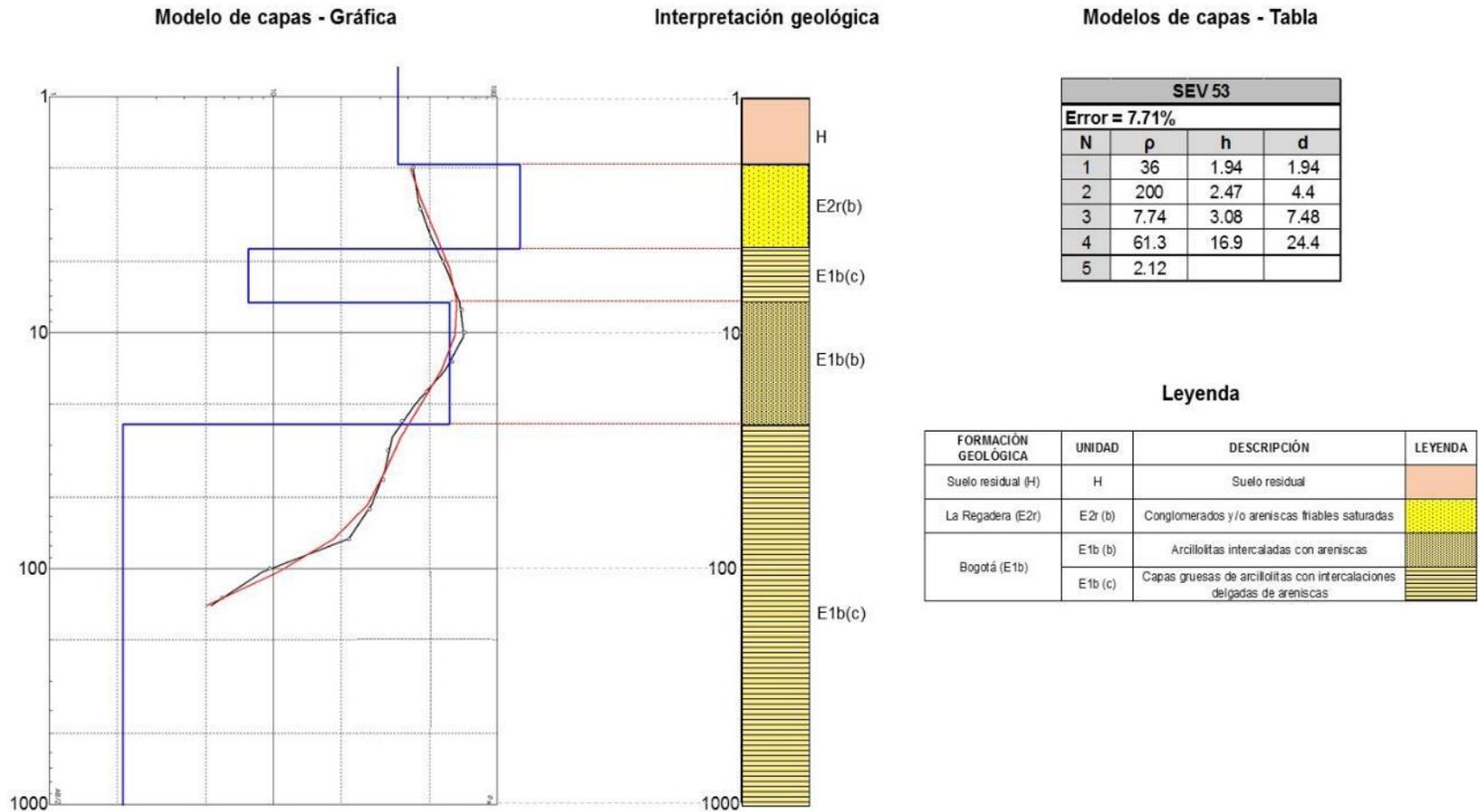
Leyenda

FORMACIÓN GEOLÓGICA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	LEYENDA
Suelo residual (H)	H	Suelo residual	
Depósitos sin diferenciar (Q)	Q	Depósitos no consolidados de poco espesor y poca extensión	
Labor y Tierra (K2f)	K2f (a)	Capas gruesas de areniscas compactas, con intercalaciones delgadas de lodolitas	
	K2f (c)	Lodolitas intercaladas con areniscas	

Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 54. Interpretación de resultados del SEV_53.

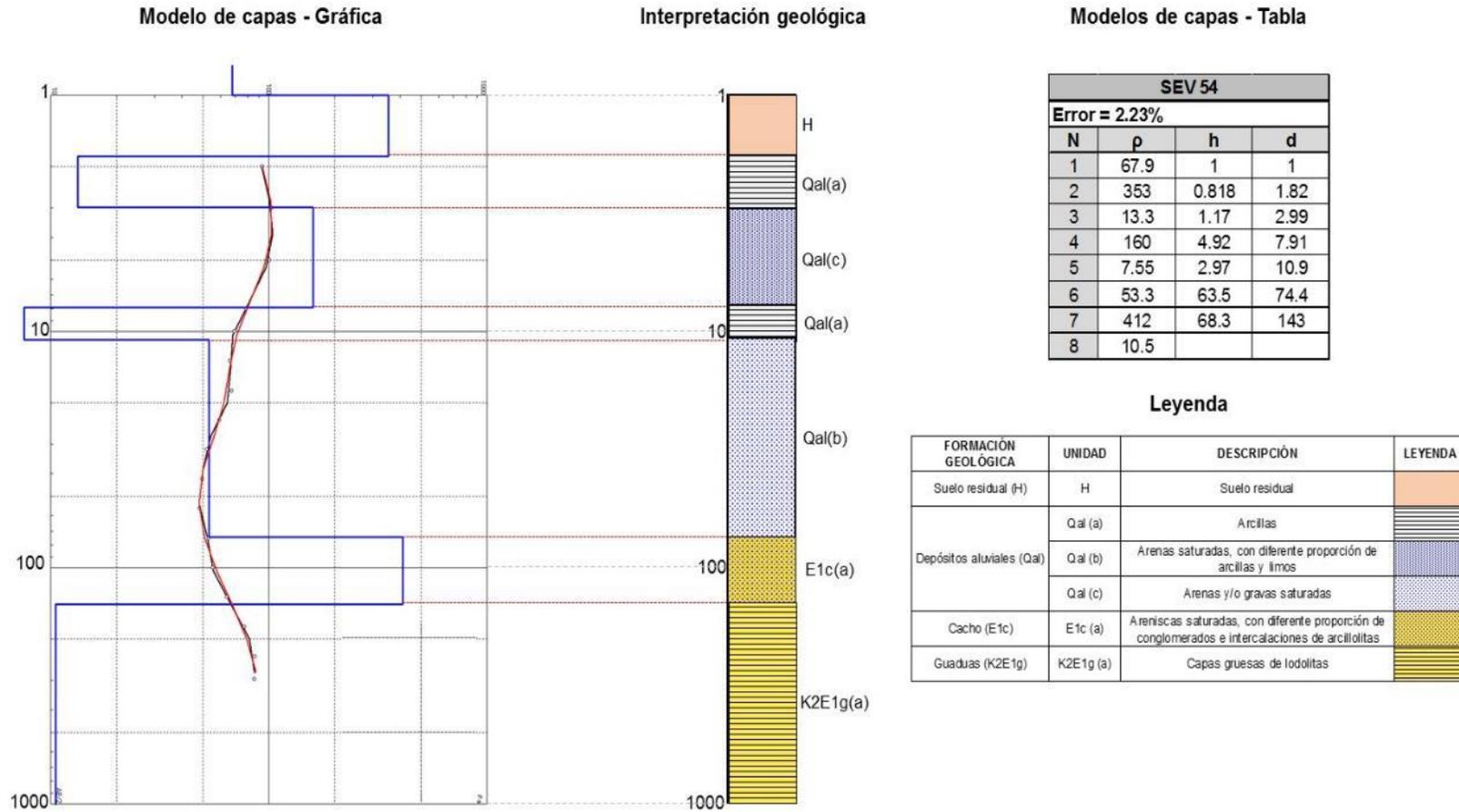
SEV_53



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 55. Interpretación de resultados del SEV_54.

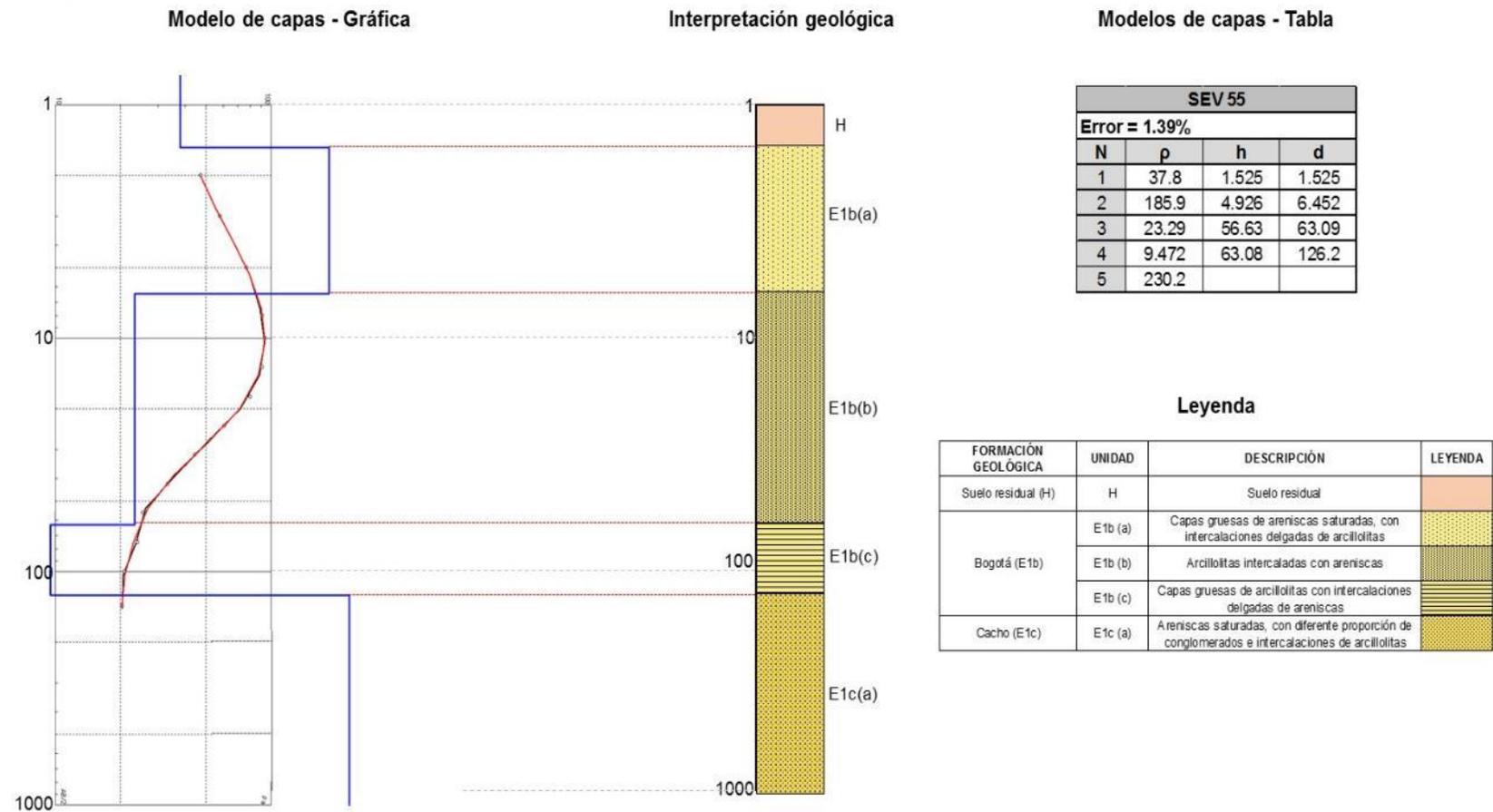
SEV_54



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 56. Interpretación de resultados del SEV_55.

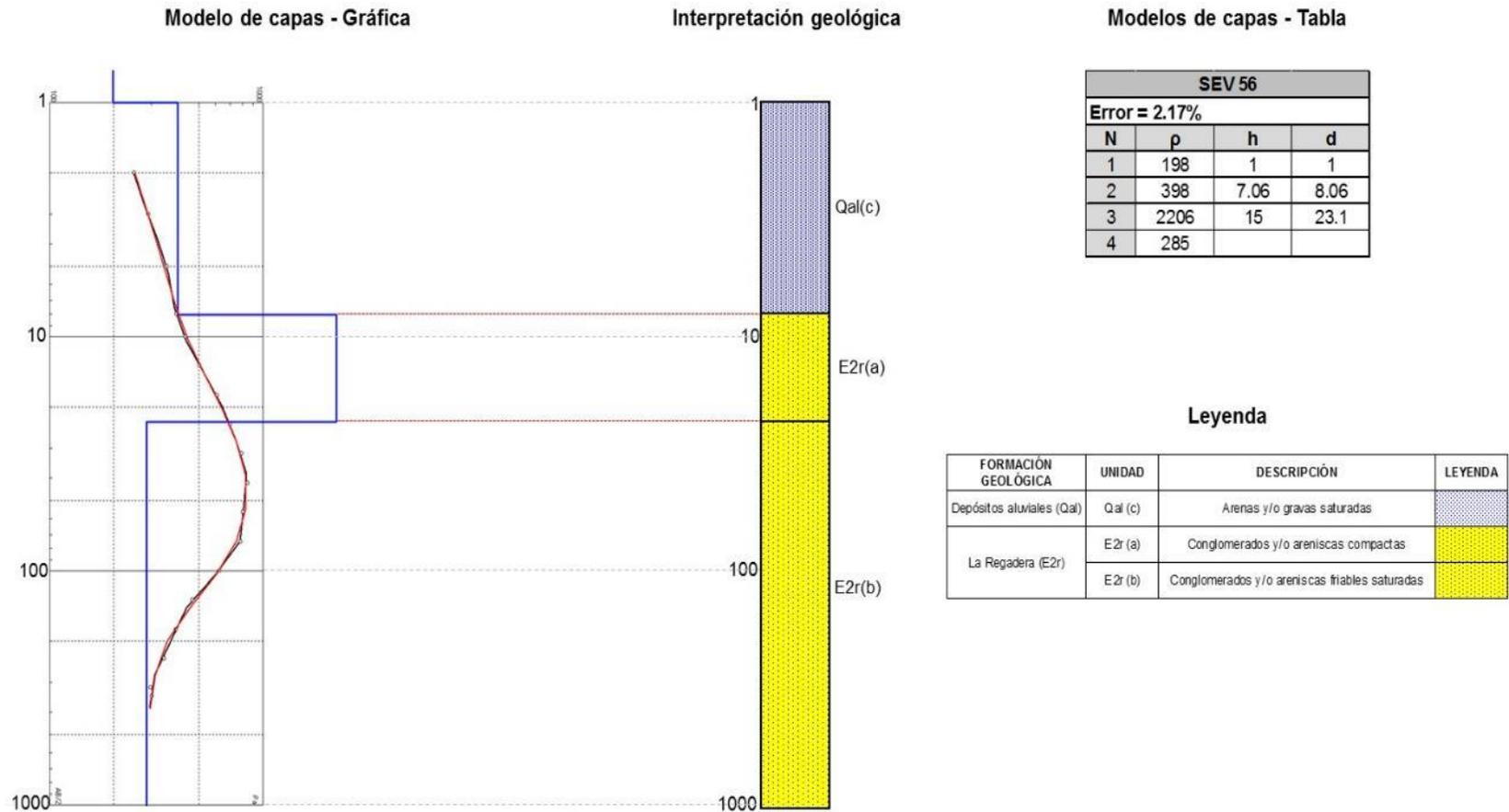
SEV_55



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 57. Interpretación de resultados del SEV_56.

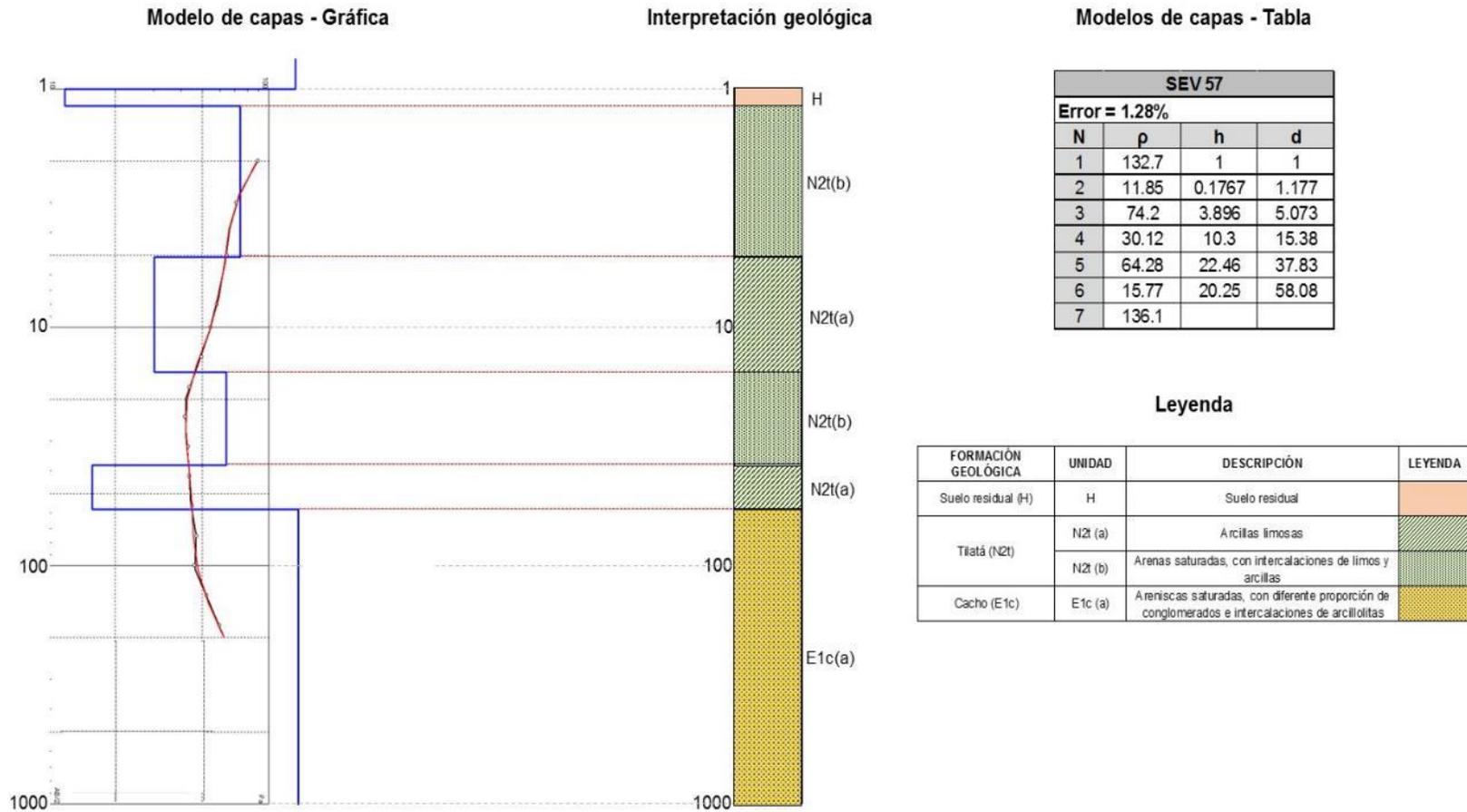
SEV_56



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 58. Interpretación de resultados del SEV_57.

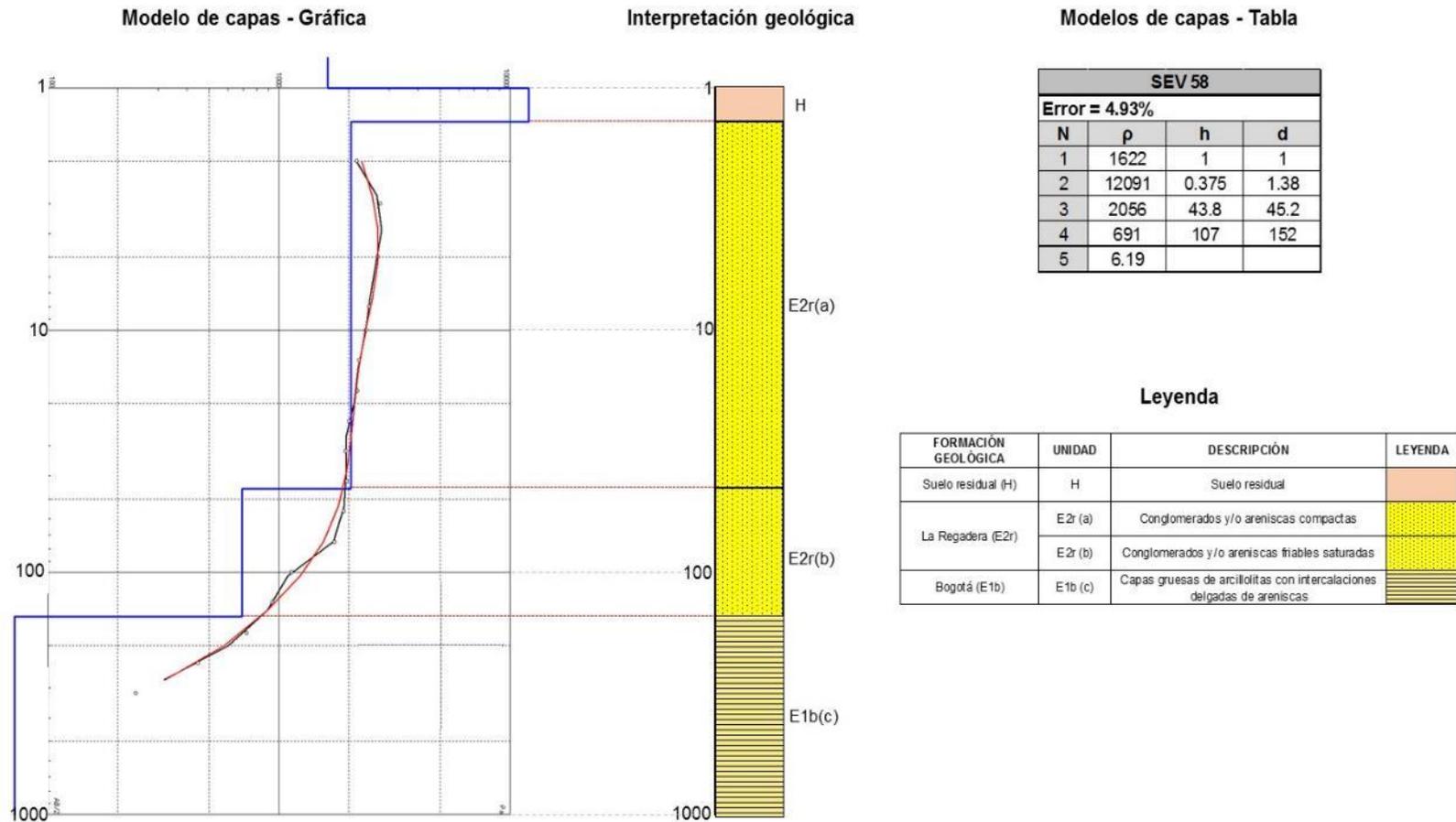
SEV_57



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 59. Interpretación de resultados del SEV_58.

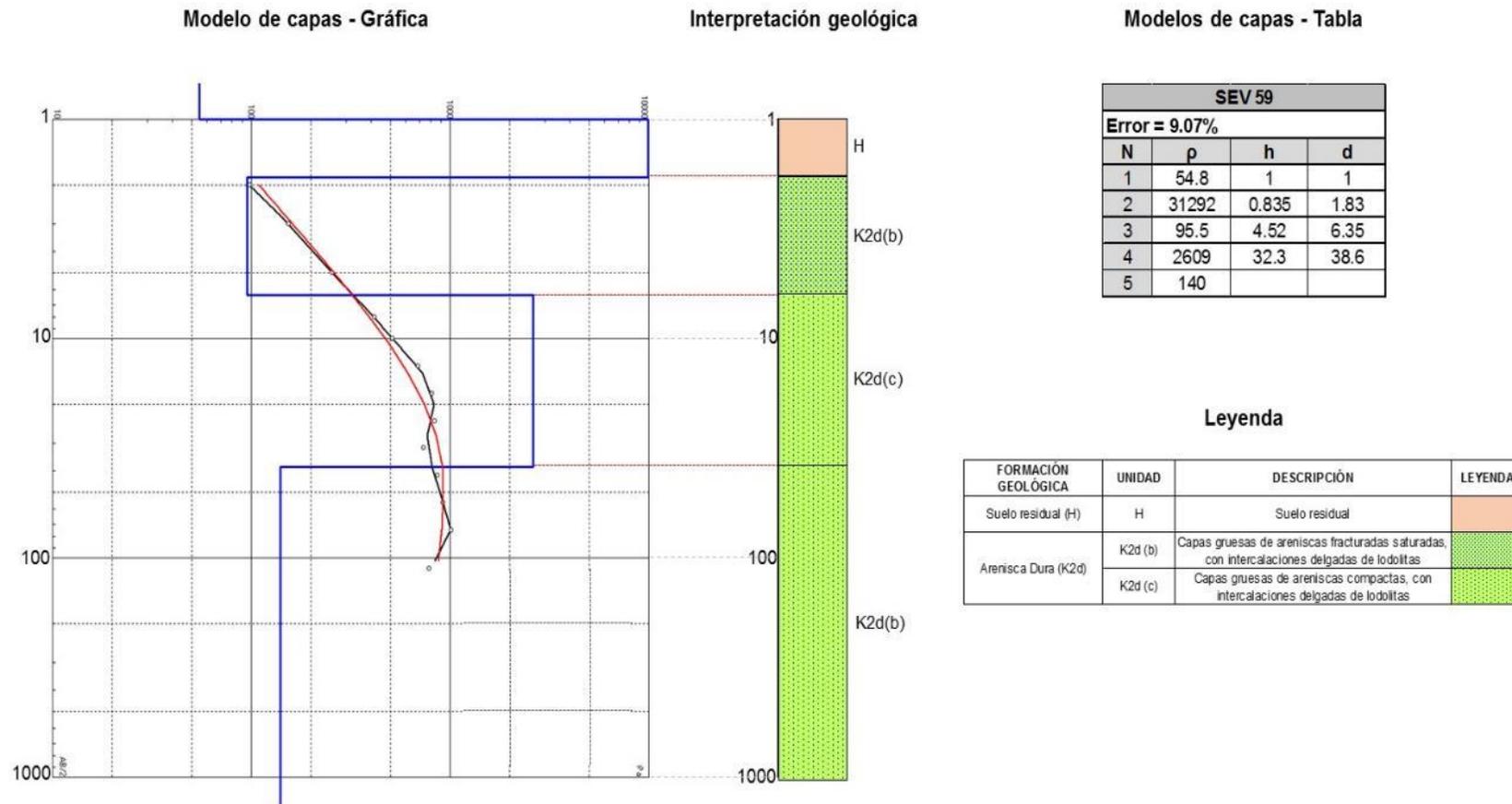
SEV_58



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

Figura 60. Interpretación de resultados del SEV_59.

SEV_59

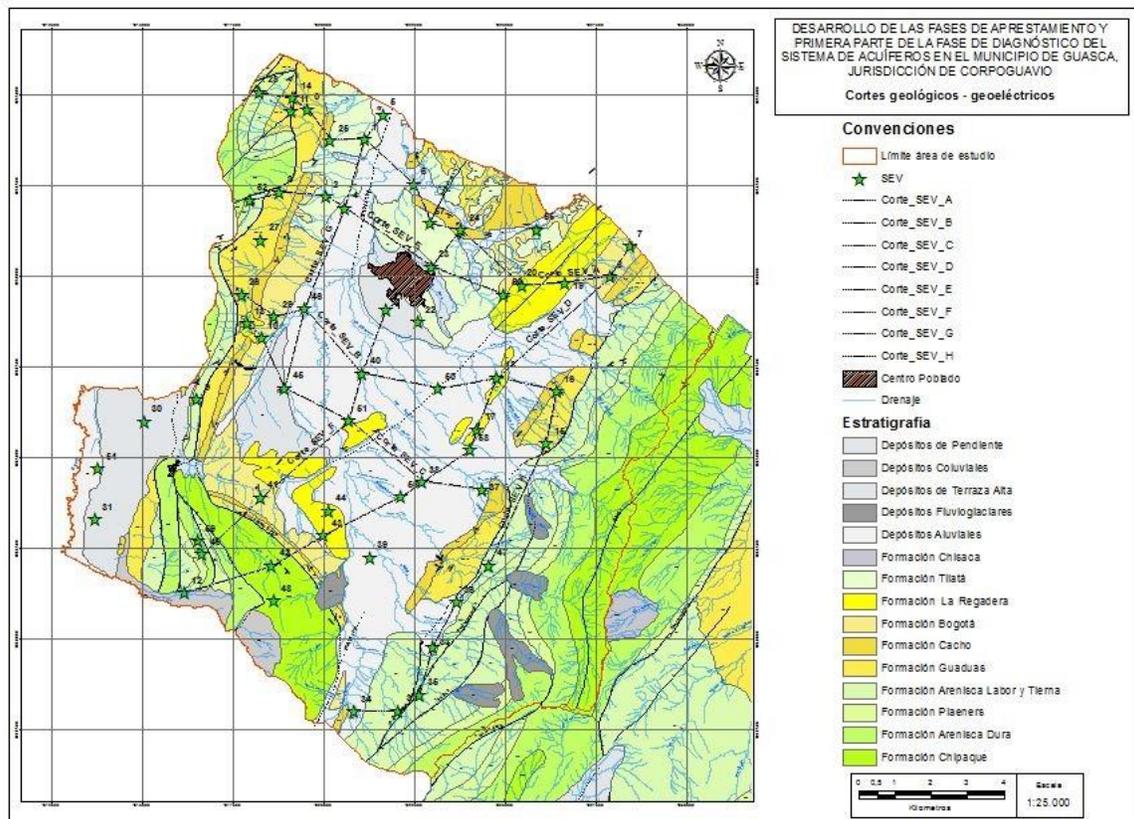


Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

4.1.2. Cortes Geológico - Geoeléctricos

A partir de los resultados de la correlación geológica – geoeléctrica se generaron ocho cortes geológicos – geoeléctricos de acuerdo con los resultados de los SEV, los cuales permitieron visualizar, tanto la continuidad como la relación de las unidades litoestratigráficas existentes en el área de estudio. La figura 61 muestra la localización de los cortes geológicos – geoeléctricos realizados en el área de estudio para la correlación de los SEV.

Figura 61. Cortes geológicos – geoeléctricos realizados en el área de estudio.

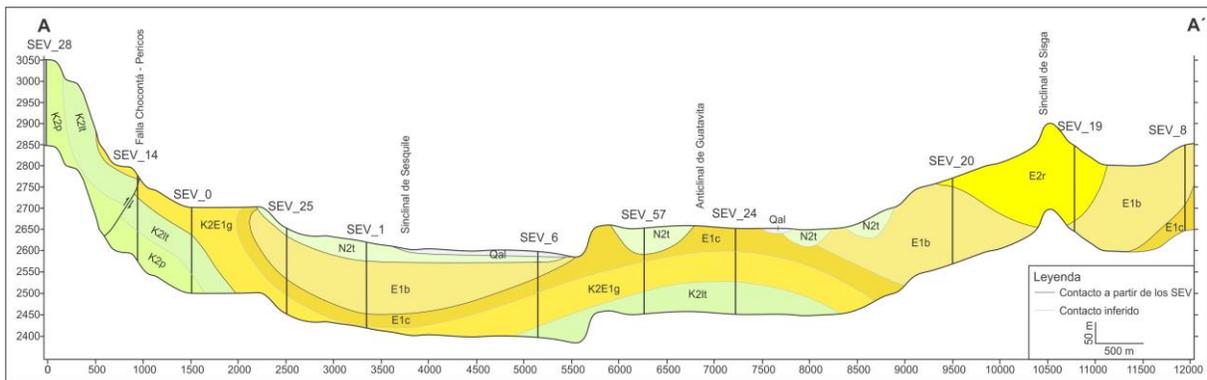


Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

El corte A – A' se encuentra localizado al norte del área de estudio y atraviesa los SEV_28, SEV_14, SEV_0, SEV_25, SEV_1, SEV_6, SEV_57, SEV_24, SEV_1, SEV_6, SEV_57, SEV_24, SEV_20, SEV_19, SEV_8, en sentido NO-SE y con una longitud de 12 Km. Las unidades presentes de base a tope son la Formación Plaeners, la cual aflora hacia la parte noroeste del perfil y se encuentra en contacto inferido con la Formación Arenisca de Labor y Tierna, siendo esta última el núcleo

del Anticlinal de Guatavita, a esta formación la suprayace la Formación Guaduas, la cual muestra en el corte el límite entre las formaciones de edad Cretácico con las de edad Eoceno. Suprayaciendo esta formación se encuentra la Formación Cacho al tope del Anticlinal Guatavita, suprayaciendo esta formación aparece la Formación Bogotá en contacto con la Formación Regadera y sobre toda la secuencia se encuentran los depósitos recientes, la Formación Tilatá de edad Neógeno y los Depósitos Cuaternarios de origen aluvial. El corte muestra una tendencia de sinclinales y anticlinales como lo son los Sinclinales de Sesquilé y Sisga y el Anticlinal de Guatavita. Parte de la secuencia litológica hacia el noroeste es atravesada por la falla Chocontá – Pericos, la cual se comporta como una falla inversa con rumbo S-N. La Figura 62 muestra el corte geológico – geoelectrico A-A’.

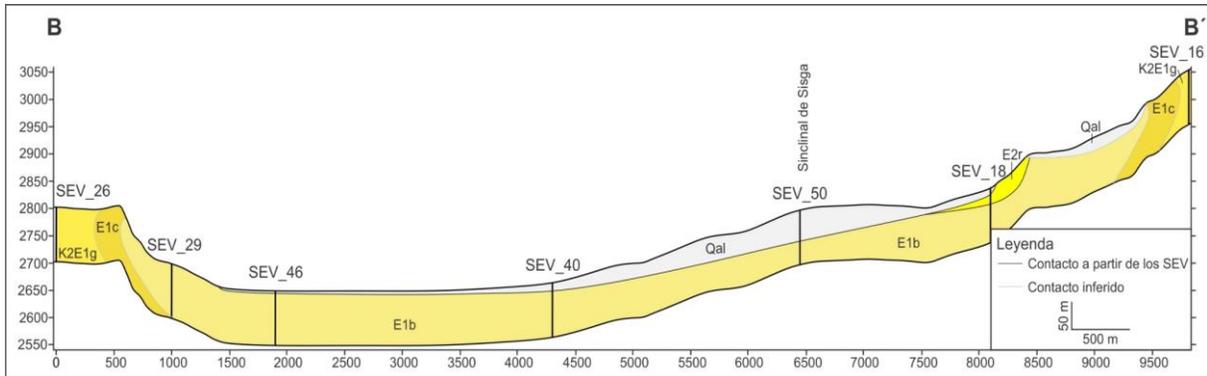
Figura 62. Corte geológico – geoelectrico A-A’.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

El corte B – B’ se encuentra localizado en la parte central del área de estudio y atraviesa los SEV_26, SEV_29, SEV_46, SEV_40, SEV_50, SEV_18 y SEV_16, en sentido NO-SE y con una longitud de 9,8 Km. Las unidades presentes de base a tope son la Formación Guaduas, la cual se encuentra en contacto inferido con la Formación Cacho que data de edad Eoceno, suprayaciendo se encuentra la Formación Bogotá, la cual recubre la mayoría del área del corte. Suprayaciendo la Formación Bogotá se encuentra la Formación Regadera, ubicada hacia el sureste del perfil y suprayaciendo toda la secuencia aparecen los Depósitos Cuaternarios de origen aluvial. El corte muestra la existencia de un control estructural generado por la existencia del Sinclinal de Sisga el cual se encuentra el parte central del mismo. La Figura 63 muestra el corte geológico – geoelectrico B- B’.

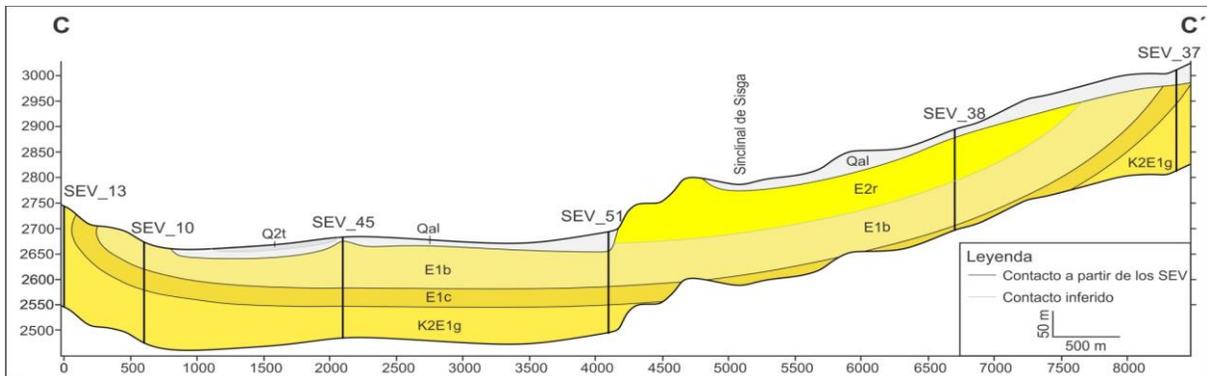
Figura 63. Corte geológico – geoelectrico B-B'.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

El corte C – C' se encuentra localizado en la parte central del área de estudio y atraviesa los SEV_13, SEV_10, SEV_45, SEV_51, SEV_38 y SEV_37 en sentido NO-SE con una longitud de 8,4 Km. Las unidades que afloran de base a tope son la Formación Guaduas la cual representa la base de la secuencia litológica del Cenozoico, suprayaciendo esta unidad aparece la Formación Cacho extendiéndose homogéneamente por el área con un espesor constante, luego aparece la Formación Bogotá la cual se encuentra en contacto inferido con la Formación Regadera de edad Eoceno y suprayaciendo toda la secuencia se encuentran los Depósitos Cuaternarios aluviales y terrazas altas los cuales cubren parte importante del corte. El corte muestra el Sinclinal de Sisga, su núcleo se encuentra ubicado en la parte central. La figura 64 muestra el corte geológico – geoelectrico C- C'.

Figura 64. Corte geológico – geoelectrico C-C'.

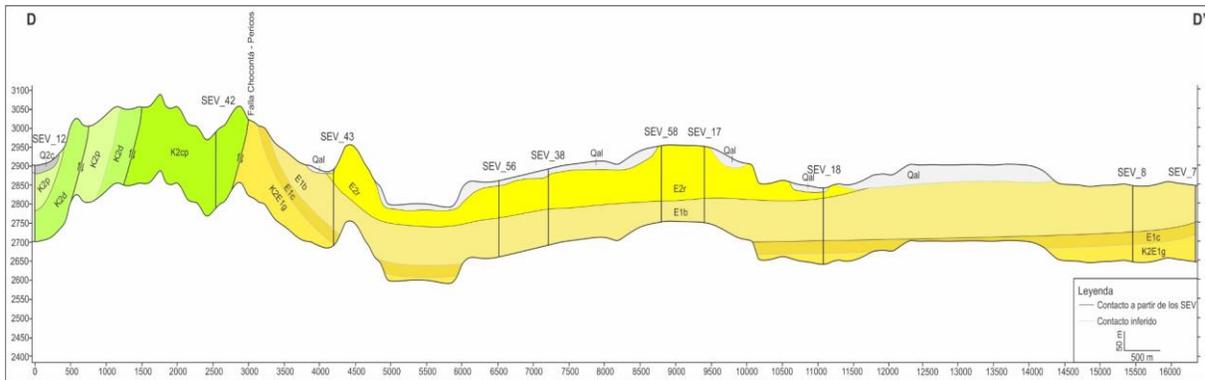


Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

El corte D – D' el cual inicia en el sur y termina en el norte del área de estudio, atraviesa los SEV_12, SEV_42, SEV_43, SEV_56, SEV_38, SEV_58, SEV_17, SEV_18, SEV_8 y SEV_7 en sentido S-N y con una longitud de 16,2 Km. Las unidades presentes en el corte de base a tope en el inicio del corte son la Formación Chipaque de edad Cretácico Superior, la cual se encuentra limitada por dos fallas,

luego aparece en contacto fallado la Formación Arenisca Dura y la Formación Plaeners, esta última secuencia se repite en esta zona del corte debido a la ocurrencia de fallas inversas. La secuencia litológica continúa con la Formación Guaduas, la cual aparece en contacto neto, infrayaciendo la Formación Cacho. Suprayaciendo la Formación Cacho se encuentra la Formación Bogotá con un espesor constante en todo el corte, luego se encuentra la Formación Regadera y, por último, suprayaciendo toda la secuencia, aparecen los Depósitos Cuaternarios de origen aluvial y coluvial. Se aprecian dos tendencias estructurales principales, una hacia el inicio del corte caracterizado por tres fallas inversas que generan levantamientos y repetición de secuencias, el límite de esta tendencia es la falla Chocontá – Pericos, una falla inversa que separa a las formaciones del Cretácico con las formaciones Paleógeno – Neógeno. La figura 65 muestra el corte geológico – geoelectrónico D- D’.

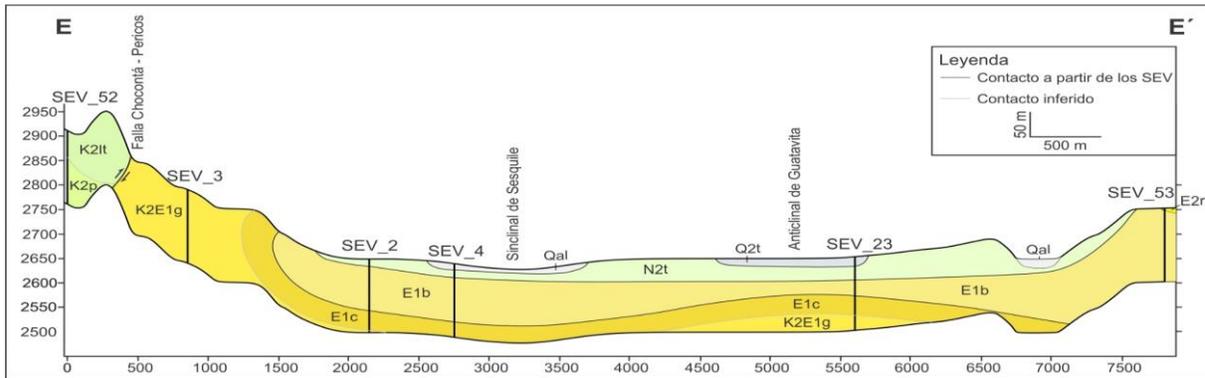
Figura 65. Corte geológico – geoelectrónico D-D’.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

El corte E – E’ se encuentra ubicado en la parte norte del área de estudio atravesando los SEV_52, SEV_3, SEV_2, SEV_4, SEV_23 y SEV_53, en sentido S-N y con una longitud de 7,7 Km. Las unidades que se muestra en este perfil de base a tope son la Formación Plaeners de edad Cretácico y la Formación Arenisca de Labor y Tierna que se encuentran ubicadas en el inicio del corte, después aparece la Formación Guaduas en contacto inferido con la Formación Cacho, suprayaciendo se encuentra la Formación Bogotá, la cual muestra mayor espesor en la secuencia cuando aflora en el Sinclinal de Sesquilé, después aparece la Formación Tilatá de edad Neógeno y suprayaciendo toda la secuencia aparecen los Depósitos Cuaternarios de origen aluvial y las terrazas altas. Se evidencian dos tendencias estructurales separadas por la Falla Chocontá – Pericos, al inicio del corte aparece la secuencia Cretácica con espesores variables, después de esta falla aparece una secuencia de plegamientos caracterizada por el Sinclinal de Sesquilé y el Anticlinal de Guatavita. La figura 66 muestra el corte geológico – geoelectrónico E- E’.

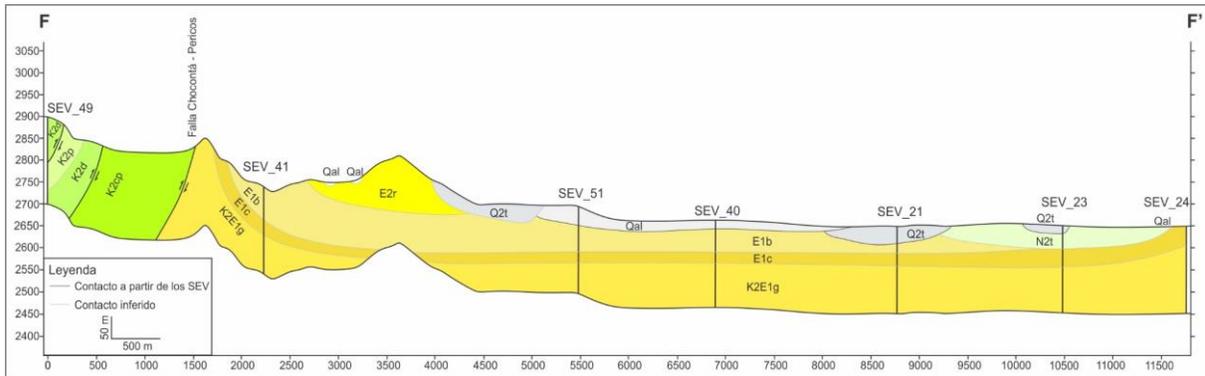
Figura 66. Corte geológico – geoelectrico E-E'



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

El corte F- F' se encuentra ubicado hacia la parte oeste del área de estudio atravesando los SEV_49, SEV_41, SEV_51, SEV_40, SEV_21, SEV_23 y SEV_24 en sentido SO – NE y con una longitud de 11,7 km. Las unidades que afloran en este corte de base a tope son la Formación Chipaque, en contacto fallado con la Formación Arenisca Dura, luego aparece la Formación Plaeners la cual limita de nuevo, por la aparición de una falla inversa, con la Formación Arenisca Dura; después, limitando las unidades de edad Cretácico con las Paleógeno – Neógeno, aparece la Formación Guaduas, la cual se encuentra en contacto inferido con la Formación Cacho, luego aparece la Formación Bogotá en contacto inferido con la Formación Regadera, la Formación Tiltatá aparece hacia el final del corte con edad Neógeno, suprayaciendo toda la secuencia aparecen los Depósitos Cuaternarios de origen aluvial y las terrazas altas. Este corte geológico muestra dos tendencias estructurales separadas por la Falla Chocontá - Pericos, una al inicio del corte, caracterizado por fallas inversas que generan cambios abruptos en los espesores de las formaciones y repetición de secuencias litológicas y otra tendencia caracterizada por una secuencia de edad Cenozoica en la mayor parte del corte. La figura 67 muestra el corte geológico – geoelectrico F- F'.

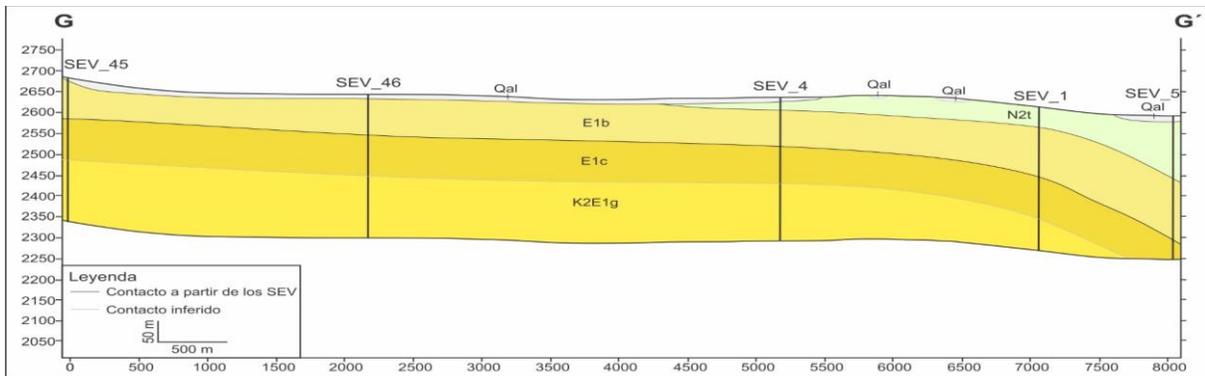
Figura 67. Corte geológico – geoelectrico F-F'.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

El corte G – G' se encuentra ubicado al noroeste del área de estudio atravesando los SEV_45, SEV_46, SEV_4, SEV_1 y SEV_5, en sentido S-N y con una longitud de 8 Km. Las unidades que afloran de base a tope son la Formación Guaduas, la cual se encuentra en contacto inferido con la Formación Cacho, suprayaciendo se encuentra la Formación Bogotá la cual data de edad Eoceno e infrayace a la Formación Tilatá, la cual data del Neógeno, sobre toda esta secuencia aparecen los Depósitos Cuaternarios de origen aluvial recubriendo la Formación Bogotá y parte de la Formación Tilatá. La secuencia litológica que aparece en este corte no se ve controlada por ningún patrón estructural definido al no poseer fallas o plegamientos. La figura 68 muestra el corte geológico – geoelectrico G- G'.

Figura 68. Corte geológico – geoelectrico G-G'.

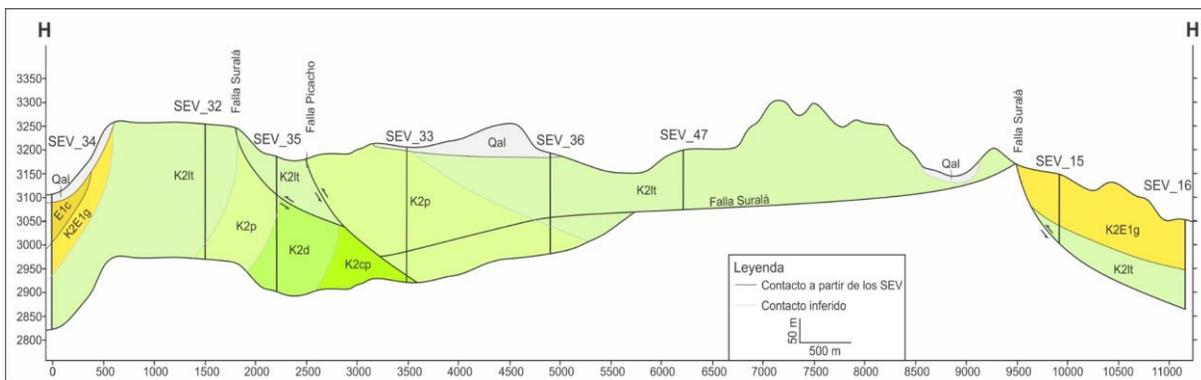


Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

El corte H – H' se encuentra ubicado hacia la parte suroeste del área de estudio y atraviesa los SEV_34, SEV_32, SEV_35, SEV_33, SEV_36, SEV_47, SEV_15 y SEV_16 en sentido S-N y con una longitud de 11,3 Km. Las unidades que afloran de base a tope son la Formación Chipaque la cual se encuentra en contacto inferido

con la Formación Arenisca Dura las cuales datan de edad Cretácico, luego aparece la Formación Plaeners la cual posee espesores diferentes por las características estructurales presentes en la zona, luego aparece la Formación Arenisca Labor y Tierna la cual no tiene espesores definidos ya que la Falla Suralá afecta su estructura interna, luego aparece al inicio y final del corte la Formación Guaduas en contacto neto con la Formación Cacho y cubriendo todas estas formaciones aparecen los Depósitos Cuaternarios de origen aluvial. El corte se divide en tres partes debido a sus tendencias estructurales, al inicio del corte aparece una secuencia que va desde el Cretácico hasta el Eoceno la cual está alterada por las fallas Suralá y Picacho, en el centro del corte aparece la Falla Suralá a profundidad generando la aparición de unidades del Cretácico en superficie y al final del corte geológico aparece una falla inversa que levanta las unidades del Cretácico y genera un control estructural en esta zona del perfil transversal. La figura 69 muestra el corte geológico – geoelectrico H - H'.

Figura 69. Corte geológico – geoelectrico H-H'.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

4.2. CURVAS DE ISORESISTIVIDAD

A partir de los resultados de los SEV se realizaron mapas de isoresistividad a diferentes profundidades. En total se realizaron tres mapas de curvas de isoresistividad a profundidades establecidas (20, 50 y 80 metros). De acuerdo con la distribución de los SEV no fue posible realizar los mapas de curvas de isoresistividad en la totalidad del área de estudio ya que el costado oriental carece de información geoelectrica, debido a las condiciones de campo al oriente de la Falla Suralá, las cuales corresponden a una zona de páramo donde los permisos para acceder y llevar a cabo actividades son restringidos.

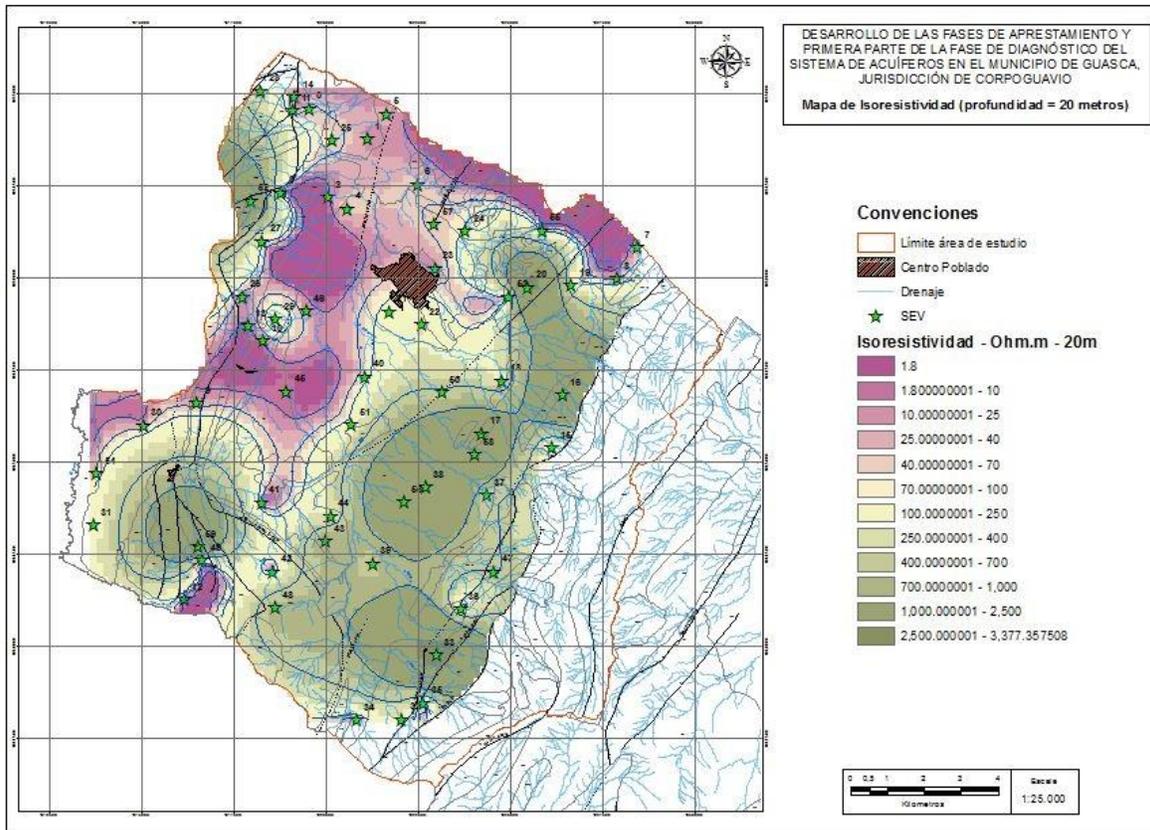
4.2.1. Curva de iso-resistividad a 20 metros de profundidad

La Figura 70 muestra el mapa de curvas de iso-resistividad a una profundidad de 20 metros, el cual fue realizado con la información de 60 SEV. Los valores de resistividad muestran un comportamiento heterogéneo con valores entre 1,8 y 3.377 Ohm.m. Inicialmente se observa en el centro y al norte del área de estudio valores de resistividad bajos, entre 1,8 y 40 Ohm.m, los cuales estarían relacionados a Depósitos Aluviales compuestos litológicamente por arenas y gravas saturadas y/o arenas saturadas con intercalaciones de limos y arcillas de la Formación Tilatá. Sin embargo, estos valores de resistividad bajos, por su ubicación y profundidad se pueden asociar a unidades litológicas como la Formación Bogotá compuesta por areniscas cuarzosas de grano fino a medio intercaladas con arcillolitas o a la Formación Regadera la cual está compuesta por capas muy gruesas de cuarzoareniscas de tamaño de grano medio a grueso.

Hacia la parte central y dispersos en la zona este y oeste del área de estudio aparecen los valores de resistividad medios entre 40 y 1.000 Ohm.m, los cuales podrían estar asociados a los Depósitos Cuaternarios de origen aluvial compuestos por sedimentos arenosos y arcillosos y/o a la Formación Cacho compuesta por cuarzoareniscas de tamaño de grano fino a conglomeráticas y en ocasiones capas muy gruesas de arcillolitas intercaladas con cuarzoarenitas de grano medio a muy grueso.

Finalmente, hacia el este y en algunas zonas al norte y al suroeste del área de estudio se observan los valores de resistividad altos, entre los 1.000 y 3.377 Ohm.m, los cuales podrían estar asociados a la Formación Plaeners la cual está constituida principalmente por liditas y arcillolitas intercaladas con limolitas, también a la Formación Arenisca Dura compuesta por intercalaciones de cuarzoarenitas muy compactas intercaladas con lutitas y arcillolitas y/o a la Formación Guaduas compuesta litológicamente por capas de arcillolitas intercaladas esporádicamente con cuarzoarenitas.

Figura 70. Mapa de iso-resistividad a 20 metros de profundidad.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

4.2.2. Curva de iso-resistividad a 50 metros de profundidad

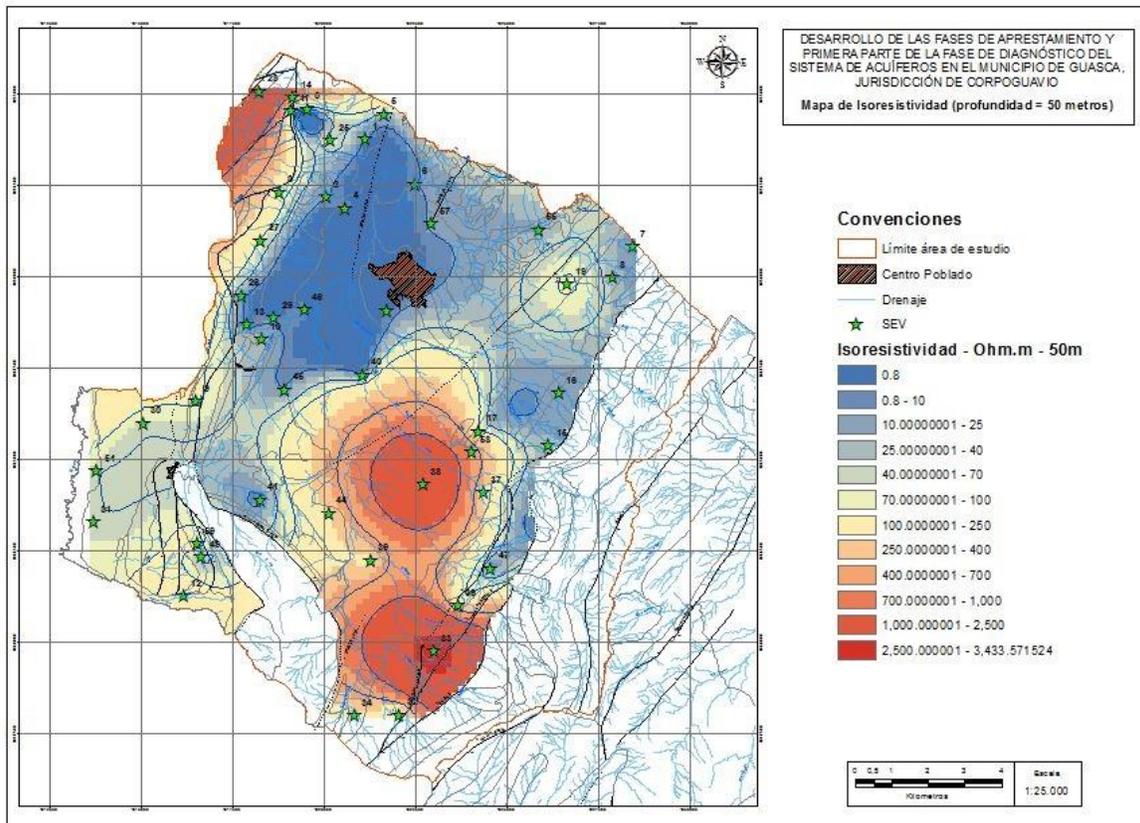
La figura 71 muestra el mapa de curvas de iso-resistividad a una profundidad de 50 metros, el cual se realizó con la información de 46 SEV. Los valores de resistividad muestran un comportamiento heterogéneo con valores entre 0,8 y 3.434 Ohm.m. Inicialmente se observan al norte del área de estudio valores de resistividad bajos, entre 0,8 y 70 Ohm.m, los cuales estarían relacionados a la Formación Bogotá compuesta por arcillolitas intercaladas con areniscas y capas gruesas de arcillolitas con intercalaciones delgadas de areniscas, también se puede asociar a Depósitos de Terrazas compuesta por arenas y/o gravas saturadas de agua.

En la parte suroeste, noreste y algunos dispersos en el centro del área de estudio aparecen los valores de resistividad medios entre 70 y 400 Ohm.m, los cuales podrían estar asociados a la Formación Regadera compuesta por conglomerados y areniscas friables saturadas o con intercalaciones de arcillolitas y/o a la Formación Plaeners compuesta por capas de areniscas y liditas fracturadas saturadas con intercalaciones delgadas de lodolitas. Estos valores de resistividad también están

asociados a la Formación Guaduas compuesta por capas gruesas de areniscas fracturadas saturadas con intercalaciones delgadas de lodolitas.

Finalmente, hacia el noroeste y sureste del área de estudio se observan los valores de resistividad altos, entre 400 y 3.434 Ohm.m, los cuales se asocian a la Formación Plaeners compuesta por capas de areniscas y liditas compactas, con intercalaciones delgadas de lodolitas, también se pueden asociar a La Formación Regadera compuesta por conglomerados y/o areniscas muy compactas y a la Formación Labor y Tierna compuesta por capas gruesas de areniscas compactas con intercalaciones delgadas de lodolitas.

Figura 71. Mapa de iso-resistividad a 50 metros de profundidad.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

4.2.3. Curva de iso-resistividad a 80 metros de profundidad

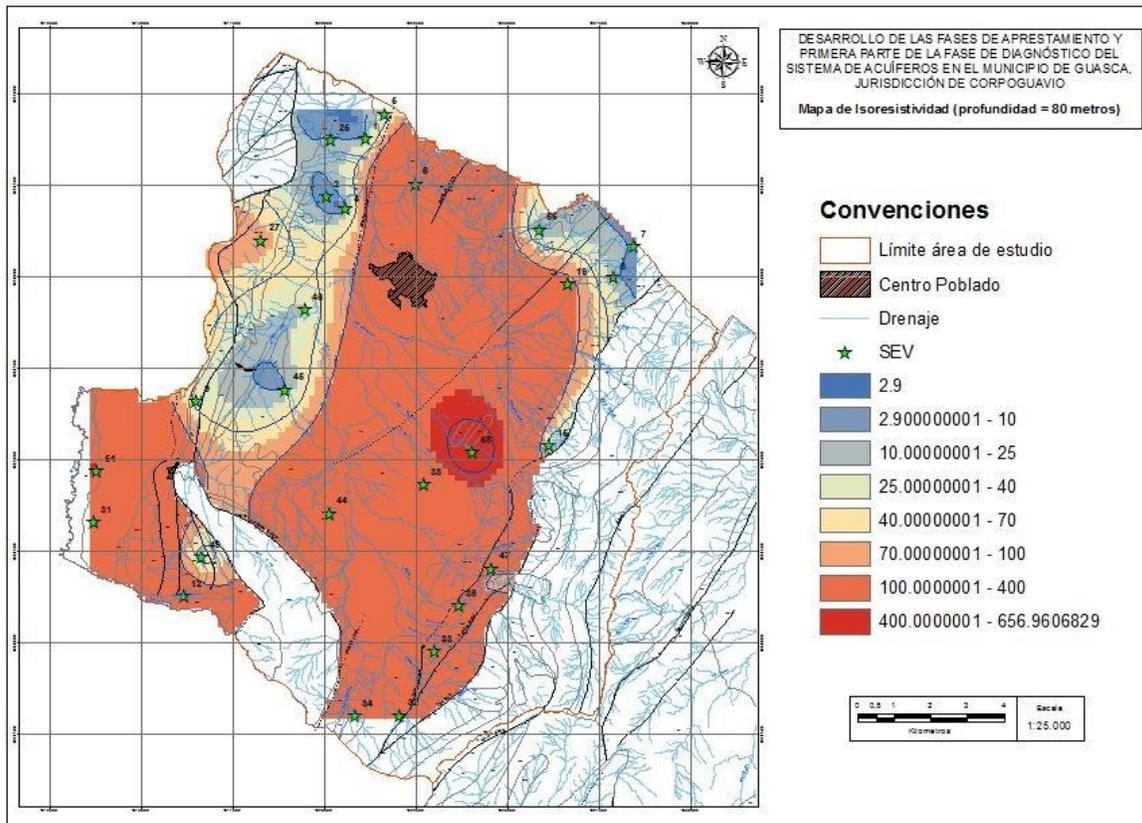
La Figura 72 muestra el mapa de curvas de iso-resistividad a una profundidad de 80 metros, el cual se realizó con la información de 27 SEV. Los valores de resistividad mostraron un comportamiento más homogéneo con valores entre 2.9 y 657 Ohm.m. Inicialmente se observan al noreste y noroeste del área de estudio valores de

resistividad bajos, entre 2,9 y 40 Ohm.m los cuales estarían relacionados a la Formación Bogotá compuesta por capas gruesas de arcillolitas con intercalaciones delgadas de areniscas.

En la parte noroeste y algunos datos dispersos hacia el oeste del área de estudio se encuentran los valores de resistividad medios, los cuales oscilan entre los 40 y 100 Ohm.m asociados a la Formación Tilatá compuesta por arcillas limosas y/o a la Formación Labor y Tierna compuesta principalmente por lodolitas intercaladas con areniscas. Estos valores medios de resistividad se pueden asociar también a la Formación Arenisca Dura compuesta por capas gruesas de lodolitas con intercalaciones delgadas de areniscas.

Finalmente, cubriendo la mayor parte del área de estudio en el costado este se observan los valores de resistividad altos, entre 100 y 657 Ohm.m los cuales se asocian a la Formación Regadera compuesta por conglomerados y/o areniscas muy compactas o friables muy saturadas de agua, estos valores de resistividad también se asocian a la Formación Cacho compuesta por areniscas saturadas, con diferente proporción de conglomerados e intercalaciones de arcillolitas.

Figura 72. Mapa de iso-resistividad a 80 metros de profundidad.



Fuente: SYSCOL CONSULTORES S.A.S. 2017.

BIBLIOGRAFÍA

- DOBRIN, M. B.; SAVIT, C.H. Introduction to Geophysical Prospecting. Cuarta Edición. Nueva York: McGraw-Hill, Inc., 1988. 867 págs. ISBN 0-07-017196-3
- IAKUBOVSKII, IU. V.; LIAJOV, L. L., Investigación Eléctrica del Suelo. En: REVERTÉ, S. A Exploración Eléctrica. Tercera Edición: Barcelona, 1980. 425 págs.
- GOMEZ, J. (2014). Caracterización geoelectrica del subsuelo en el sector Floreña NW 6, Yopal – Casanare. Trabajo de grado (Geólogo). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología.
- KEAREY, P.; BROOKS, M.; HILL, I. An Introduction to Geophysical Exploration. Tercera Edición. Londres: Blackwell Science, 2002. 272 págs. ISBN 0-632-04929-4
- KEAREY, P.; VINE. The principles and limitations of geophysical exploration methods. En: KEAREY, P.; BROOKS, M.; HILL, I. An Introduction to Geophysical Exploration. Tercera Edición. Londres: Blackwell Science, 2002. ISBN 0-632-04929-4
- KIRSCH, R. Groundwater Geophysics. Segunda Edición. Hamburgo: Springer, 2006. 548 págs. ISBN 978-3-540-88404-0
- PALACKY, G. J. Resistivity Characteristics of Geologic Targets. En: NABIGHIAN, M. N. Electromagnetic Methods in Applied Geophysics: Theory. 1987. págs. 52-129. ISBN 978-1-56080-263-1
- TELFORD, W. M.; GELDART, L. P.; SHERIFF, R. E. Applied Geophysics. Segunda Edición. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 744 págs. ISBN 0-521-32693-1
- YACCUP, RAHMAN. The spatial characterisation of contaminant distribution found at industrial sites using combined Geophysical/hydrogeological field studies and laboratory modelling. Cardiff: Cardiff University, 2012, 350 págs.