GR. INGARQ S.A.S

PREINFORME DE ESTUDIOS DE SUELOS PARA LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA REALIZADOS EN LA BASE AEREA CACOM 1 PUERTO SALGAR CUNDINAMARCA.

INFORME DE CAMPO
BASE AEREA CACOM 1 PUERTO SALGAR CUNDINAMARCA.
AGOSTO DE 2021
GR. INGENIEROS Y ARQUITECTOS S.A.S

CO-SC-CER805992

Montería, agosto de 2021.

Sr (es).
BASE AEREA CACOM 1
PUERTO SALGAR, CUNDINAMARCA.

Cordial saludo,

Adjunto al presente envío el oficio de **AVANCE EN ESTUDIOS DE SUELOS PARA LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA**

Dispuestos a resolver cualquier inquietud y a colaborar en cualquier parte de su proyecto,

Att:

_____
GUSTAVO ROYETT GALVÁN
Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia
M.P. 22202130214COR

Tabla de contenido

Introducción. 4

Lista de tablas

Tabla 1 Características de localización de los sondeos realizados. 6
Tabla 2 Perfil estratigráfico tipo con valores de N promedio encontrados en el sitio de estudio. 8
Tabla 3. Descripción del perfil eléctrico. 20
Tabla 4. Coordenadas de inicio y fin de la línea de estudio. 23

Lista de figuras

Ilustración 1 Sondeo #1 En la Base Aérea Puerto Salgar- Cundinamarca. 5
Ilustración 3 Localización de los sondeos en el sitio donde se proyecta la construcción de Torre de control Aerea. 6
Ilustración 4 Muestra recuperada en el sondeo #2 a la profundidad de 29.00 – 30.0 m. 7
Ilustración 5 Muestras procesadas mediante procedimiento de limite líquido, limite plástico y granulometría. 13
Ilustración 6 Balanzas con capacidad de 20 Kg y 600 g, empleadas para medir masa de las muestras estudiadas. 13
Ilustración 7 Serie de tamices para granulometría y clasificación de muestras estudiadas. 14
Ilustración 8 Ensayo de compresión inconfinada realizado a las muestras obtenidas en el sitio de estudio. 15
Ilustración 9 Ensayo de expansión libre en probetas. ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Ilustración 10 Equipo para ensayo de corte directo ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Ilustración 10 Tomografía Eléctrica (TER) 17
Ilustración 11 Tendido de la Tomografía Eléctrica (TER) 17
Ilustración 12 Esquema de distribución de electrodos para estudio geo eléctrico. 19
Ilustración 13 resistivímetro Subreme DC600 Subsoil Resistivity Meter con todos sus accesorios. 20
Ilustración 14 equipo SismicaGeode, con todos sus accesorios. 22
Ilustración 15 organización de equipo en zona de campo. 23
Ilustración 16 tendido línea 1 de sísmica. 24

Introducción.

En el presente documento se describen los trabajos realizados en la **Base aérea CACOM-1,** en el municipio de puerto salgar, departamento del Cundinamarca, cuyo objetivo principal es la construcción de torre de control aérea.

A continuación, se rinde cuentas sobre la información obtenida en campo como lo es numero de muestras recuperadas, profundidad de los sondeos realizados y características relevantes de estos. También se hace una breve descripción sobre los trabajos que actualmente se realizan en el laboratorio a las muestras obtenidas, y en que porcentaje de avance se estima que se encuentran los trabajos.

Lo anterior con la finalidad de ilustrar al cliente sobre el avance de los estudios y el producto o resultado del cual se le hará entrega final, por medio de la descripción particular de los ensayos y registro fotográfico.

1. TRABAJOS DE CAMPO, EXPLORACIÓNES DEL SUB SUELO MEDIANTE EQUIPO DE ROTACIÓN.

Los trabajos de perforación se realizaron mediante equipo de rotación hidráulica (PETY), realizando así cuatro (04) sondeos. A las profundidades de treinta (30) metros y a veinticinco (25) metros, ubicados en las coordenadas suministradas por el cliente, en el sitio donde se construirá la edificación de una torre de control.

Se tomaron muestras inalteradas y algunas alteradas,

El procedimiento de exploración del sub suelo llevado a cabo es Exploración y muestreo de suelos mediante barrenas **INVIAS 112 - 13.**





Ilustración 1 Sondeo #1 En la Base Aérea Puerto Salgar- Cundinamarca.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.



Ilustración 2 Localización de los sondeos en el sitio donde se proyecta la construcción de Torre de control Aerea.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.

No de sondeo	Profundidad (m)	Coord. O	Coord. N
1	25	74º39'13,068"	5º28'33,3425"
2	30	74º39'14,724"	5º28'33,264"
3	30	74º39'14,052"	5º28'34,056"
4	25	74º39'13,056"	5º28'34,128"
piezómetro	30	74º39'12,522"	5º28'32,904"

Tabla 1 Características de localización de los sondeos realizados.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.

De estos sondeos se extrajeron muestras en cada cambio de profundidad las cuales fueron debidamente rotuladadas y embaladas, y descritas en los formatos de perforaciones mediante el procedimiento dado por la norma **INVIAS 102 – 13**.

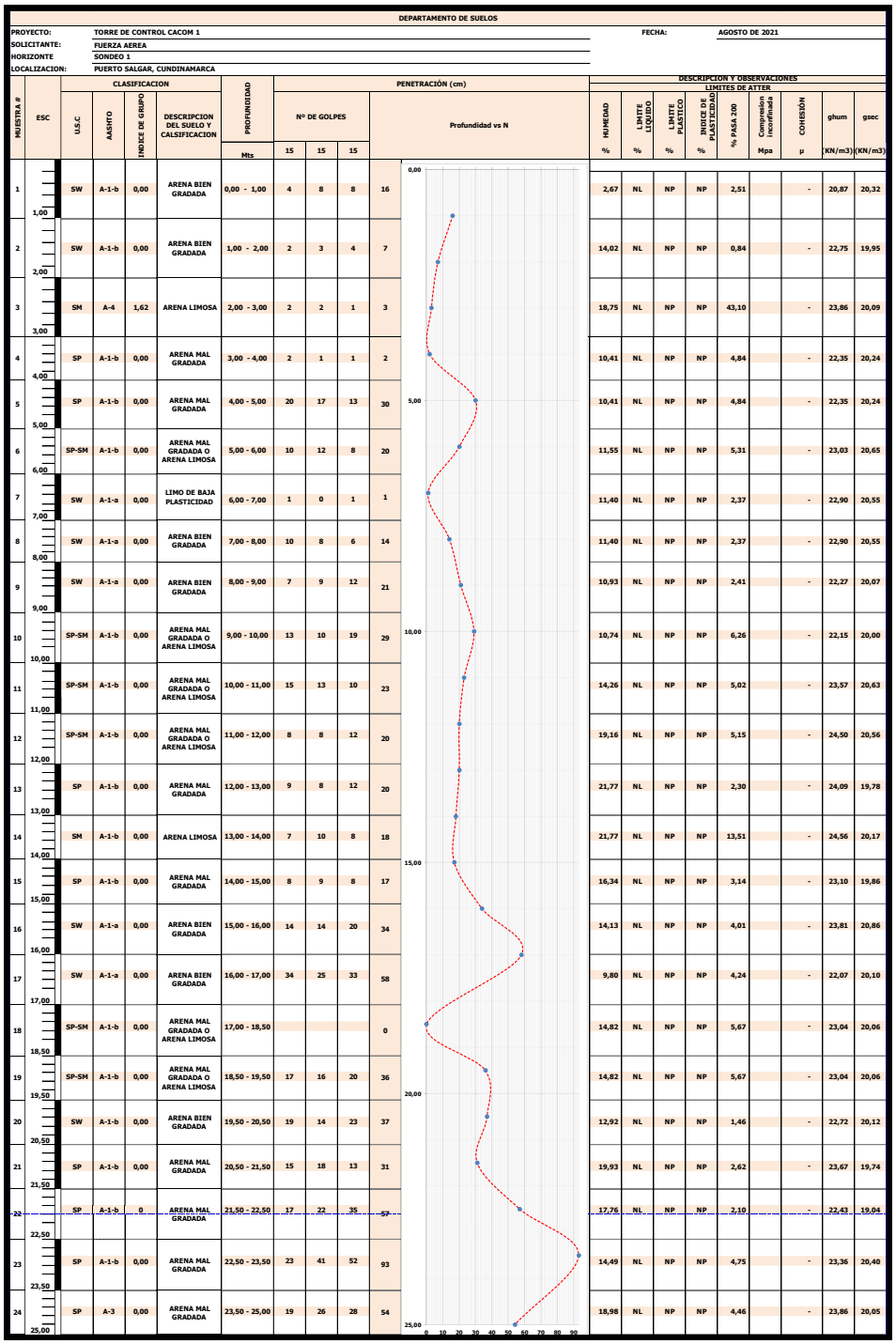


Ilustración 3 Muestra recuperada en el sondeo #2 a la profundidad de 29.00 – 30.0 m.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.

De acuerdo a los datos obtenidos de los sondeos en campo se obtuvieron valores **N** (número de golpes) los cuales son importantes para obtener mediante correlaciones de los valores de **N natural** y **N corregido** e igual que su promedio una clasificación del perfil de suelo encontrado en el estudio de suelo y estimar una capacidad de soporte.

De los cuatro sondeos realizados en campo se obtuvieron valeres de **N promedio** como se muestra en el perfil tipo a continuación, los cuales representan unos valores muy cercanos a los encontrados en el sitio en estudio, y deben ser corregidos de acuerdo a la clasificación de las muestras de suelo, en el laboratorio, cabe resaltar que la clasificación expresada en la tabla a continuación es la establecida por el personal de campo mediante el método de descripción e identificación de suelos (manual y visual) y se debe confirmar mediante ensayos de laboratorio, por lo que puede presentar variaciones en el informe final del presente estudio.

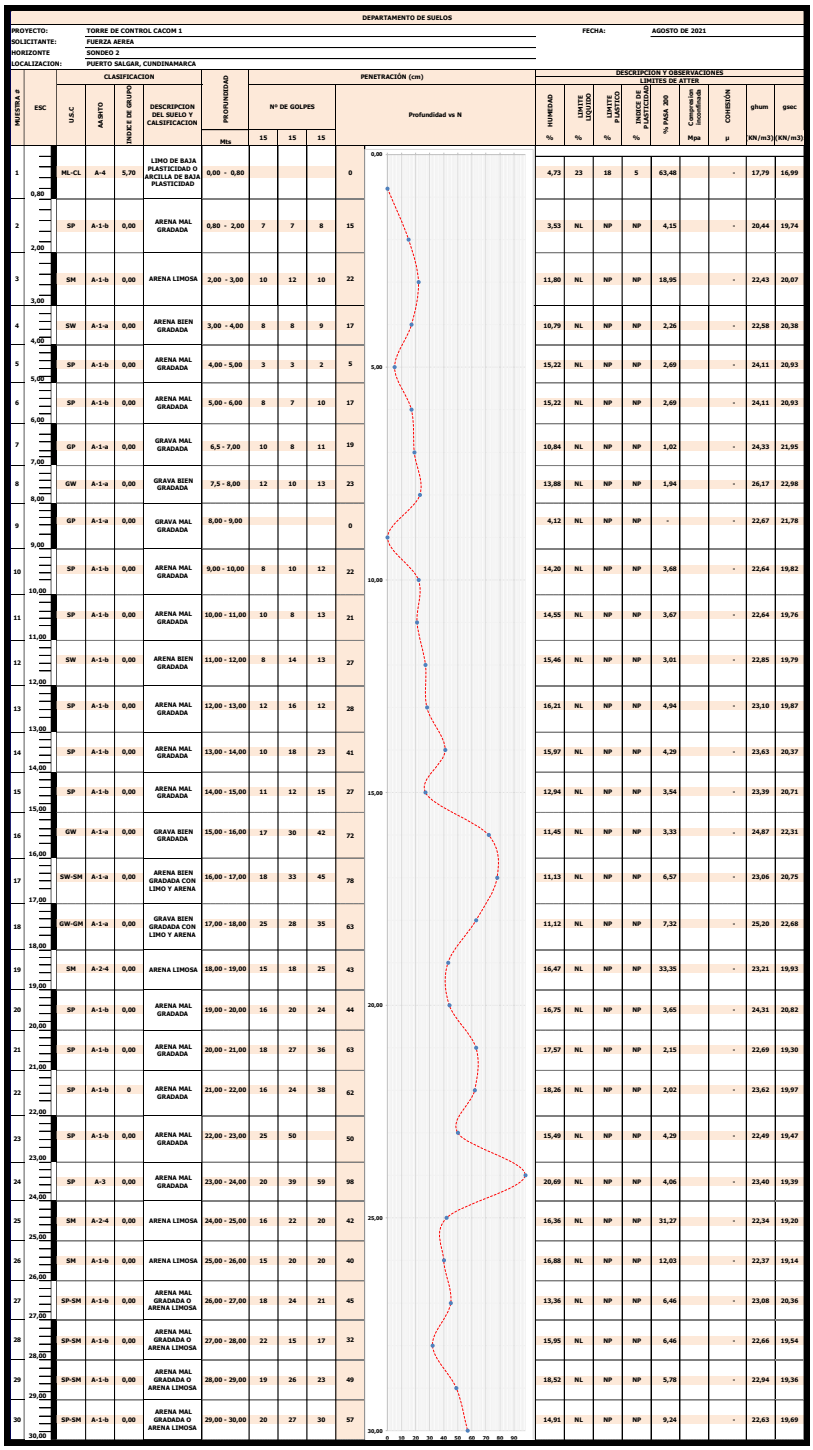


DEPARTAMENTO DE SUELOS

PROYECTO: TORRE DE CONTROL CACOM 1 — FECHA: AGOSTO DE 2021
SOLICITANTE: FUERZA AEREA
HORIZONTE: SONDEO 1
LOCALIZACION: PUERTO SALGAR, CUNDINAMARCA

MUESTRA #	ESC	CLASIFICACION U.S.C.	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION INDICE DE GRUPO	CLASIFICACION DESCRIPCION DEL SUELO Y CALSIFICACION	PROFUNDIDAD Mts	PENETRACIÓN (cm) Nº DE GOLPES 15	15	15	Profundidad vs N	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES LIMITES DE ATTER HUMEDAD %	LIMITE LIQUIDO %	LIMITE PLASTICO %	INDICE DE PLASTICIDAD %	% PASA 200	Compresion Inconfinada Mpa	COHESIÓN µ	ghum (KN/m3)	gsec (KN/m3)
1	1,00	SW	A-1-b	0,00	ARENA BIEN GRADADA	0,00 - 1,00	4	8	8	16	2,67	NL	NP	NP	2,51		-	20,87	20,32
2	2,00	SW	A-1-b	0,00	ARENA BIEN GRADADA	1,00 - 2,00	2	3	4	7	14,02	NL	NP	NP	0,84		-	22,75	19,95
3	3,00	SM	A-4	1,62	ARENA LIMOSA	2,00 - 3,00	2	2	1	3	18,75	NL	NP	NP	43,10		-	23,86	20,09
4	4,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	3,00 - 4,00	2	1	1	2	10,41	NL	NP	NP	4,84		-	22,35	20,24
5	5,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	4,00 - 5,00	20	17	13	30	10,41	NL	NP	NP	4,84		-	22,35	20,24
6	6,00	SP-SM	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	5,00 - 6,00	10	12	8	20	11,55	NL	NP	NP	5,31		-	23,03	20,65
7	7,00	SW	A-1-a	0,00	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD	6,00 - 7,00	1	0	1	1	11,40	NL	NP	NP	2,37		-	22,90	20,55
8	8,00	SW	A-1-a	0,00	ARENA BIEN GRADADA	7,00 - 8,00	10	8	6	14	11,40	NL	NP	NP	2,37		-	22,90	20,55
9	9,00	SW	A-1-a	0,00	ARENA BIEN GRADADA	8,00 - 9,00	7	9	12	21	10,93	NL	NP	NP	2,41		-	22,27	20,07
10	10,00	SP-SM	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	9,00 - 10,00	13	10	19	29	10,74	NL	NP	NP	6,26		-	22,15	20,00
11	11,00	SP-SM	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	10,00 - 11,00	15	13	10	23	14,26	NL	NP	NP	5,02		-	23,57	20,63
12	12,00	SP-SM	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	11,00 - 12,00	8	8	12	20	19,16	NL	NP	NP	5,15		-	24,50	20,56
13	13,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	12,00 - 13,00	9	8	12	20	21,77	NL	NP	NP	2,30		-	24,09	19,78
14	14,00	SM	A-1-b	0,00	ARENA LIMOSA	13,00 - 14,00	7	10	8	18	21,77	NL	NP	NP	13,51		-	24,56	20,17
15	15,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	14,00 - 15,00	8	9	8	17	16,34	NL	NP	NP	3,14		-	23,10	19,86
16	16,00	SW	A-1-a	0,00	ARENA BIEN GRADADA	15,00 - 16,00	14	14	20	34	14,13	NL	NP	NP	4,01		-	23,81	20,86
17	17,00	SW	A-1-a	0,00	ARENA BIEN GRADADA	16,00 - 17,00	34	25	33	58	9,80	NL	NP	NP	4,24		-	22,07	20,10
18	18,50	SP-SM	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	17,00 - 18,50				0	14,82	NL	NP	NP	5,67		-	23,04	20,06
19	19,50	SP-SM	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	18,50 - 19,50	17	16	20	36	14,82	NL	NP	NP	5,67		-	23,04	20,06
20	20,50	SW	A-1-b	0,00	ARENA BIEN GRADADA	19,50 - 20,50	19	14	23	37	12,92	NL	NP	NP	1,46		-	22,72	20,12
21	21,50	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	20,50 - 21,50	15	18	13	31	19,93	NL	NP	NP	2,62		-	23,67	19,74
22	22,50	SP	A-1-b	0	ARENA MAL GRADADA	21,50 - 22,50	17	22	35	57	17,76	NL	NP	NP	2,10		-	22,43	19,04
23	23,50	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	22,50 - 23,50	23	41	52	93	14,49	NL	NP	NP	4,75		-	23,36	20,40
24	25,00	SP	A-3	0,00	ARENA MAL GRADADA	23,50 - 25,00	19	26	28	54	18,98	NL	NP	NP	4,46		-	23,86	20,05

Tabla 2 Perfil estratigráfico sondeo 1 con valores de N promedio encontrados en el sitio de estudio.



DEPARTAMENTO DE SUELOS

PROYECTO: TORRE DE CONTROL CACOM 1 — FECHA: AGOSTO DE 2021
SOLICITANTE: FUERZA AEREA
HORIZONTE: SONDEO 2
LOCALIZACION: PUERTO SALGAR, CUNDINAMARCA

MUESTRA #	ESC	CLASIFICACION U.S.C	AASHTO	INDICE DE GRUPO	DESCRIPCION DEL SUELO Y CALSIFICACION	PROFUNDIDAD Mts	PENETRACIÓN (cm) Nº DE GOLPES 15	15	15	Profundidad vs N	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES LIMITES DE ATTER HUMEDAD %	LIMITE LIQUIDO %	LIMITE PLASTICO %	INDICE DE PLASTICIDAD %	% PASA 200	Compresion Inconfinada Mpa	COHESIÓN μ	ghum KN/m3	gsec (KN/m3)
1	0,00	ML-CL	A-4	5,70	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD O ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	0,00 - 0,80				0	4,73	23	18	5	63,48		-	17,79	16,99
2	2,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	0,80 - 2,00	7	7	8	15	3,53	NL	NP	NP	4,15		-	20,44	19,74
3	3,00	SM	A-1-b	0,00	ARENA LIMOSA	2,00 - 3,00	10	12	10	22	11,80	NL	NP	NP	18,95		-	22,43	20,07
4	4,00	SW	A-1-a	0,00	ARENA BIEN GRADADA	3,00 - 4,00	8	8	9	17	10,79	NL	NP	NP	2,26		-	22,58	20,38
5	5,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	4,00 - 5,00	3	3	2	5	15,22	NL	NP	NP	2,69		-	24,11	20,93
6	6,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	5,00 - 6,00	8	7	10	17	15,22	NL	NP	NP	2,69		-	24,11	20,93
7	7,00	GP	A-1-a	0,00	GRAVA MAL GRADADA	6,5 - 7,00	10	8	11	19	10,84	NL	NP	NP	1,02		-	24,33	21,95
8	8,00	GW	A-1-a	0,00	GRAVA BIEN GRADADA	7,5 - 8,00	12	10	13	23	13,88	NL	NP	NP	1,94		-	26,17	22,98
9	9,00	GP	A-1-a	0,00	GRAVA MAL GRADADA	8,00 - 9,00				0	4,12	NL	NP	NP	-		-	22,67	21,78
10	10,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	9,00 - 10,00	8	10	12	22	14,20	NL	NP	NP	3,68		-	22,64	19,82
11	11,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	10,00 - 11,00	10	8	13	21	14,55	NL	NP	NP	3,67		-	22,64	19,76
12	12,00	SW	A-1-b	0,00	ARENA BIEN GRADADA	11,00 - 12,00	8	14	13	27	15,46	NL	NP	NP	3,01		-	22,85	19,79
13	13,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	12,00 - 13,00	12	16	12	28	16,21	NL	NP	NP	4,94		-	23,10	19,87
14	14,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	13,00 - 14,00	10	18	23	41	15,97	NL	NP	NP	4,29		-	23,63	20,37
15	15,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	14,00 - 15,00	11	12	15	27	12,94	NL	NP	NP	3,54		-	23,39	20,71
16	16,00	GW	A-1-a	0,00	GRAVA BIEN GRADADA	15,00 - 16,00	17	30	42	72	11,45	NL	NP	NP	3,33		-	24,87	22,31
17	17,00	SW-SM	A-1-a	0,00	ARENA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	16,00 - 17,00	18	33	45	78	11,13	NL	NP	NP	6,57		-	23,06	20,75
18	18,00	GW-GM	A-1-a	0,00	GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	17,00 - 18,00	25	28	35	63	11,12	NL	NP	NP	7,32		-	25,20	22,68
19	19,00	SM	A-2-4	0,00	ARENA LIMOSA	18,00 - 19,00	15	18	25	43	16,47	NL	NP	NP	33,35		-	23,21	19,93
20	20,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	19,00 - 20,00	16	20	24	44	16,75	NL	NP	NP	3,65		-	24,31	20,82
21	21,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	20,00 - 21,00	18	27	36	63	17,57	NL	NP	NP	2,15		-	22,69	19,30
22	22,00	SP	A-1-b	0	ARENA MAL GRADADA	21,00 - 22,00	16	24	38	62	18,26	NL	NP	NP	2,02		-	23,62	19,97
23	23,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	22,00 - 23,00	25	50		50	15,49	NL	NP	NP	4,29		-	22,49	19,47
24	24,00	SP	A-3	0,00	ARENA MAL GRADADA	23,00 - 24,00	20	39	59	98	20,69	NL	NP	NP	4,06		-	23,40	19,39
25	25,00	SM	A-2-4	0,00	ARENA LIMOSA	24,00 - 25,00	16	22	20	42	16,36	NL	NP	NP	31,27		-	22,34	19,20
26	26,00	SM	A-1-b	0,00	ARENA LIMOSA	25,00 - 26,00	15	20	20	40	16,88	NL	NP	NP	12,03		-	22,37	19,14
27	27,00	SP-SM	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	26,00 - 27,00	18	24	21	45	13,36	NL	NP	NP	6,46		-	23,08	20,36
28	28,00	SP-SM	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	27,00 - 28,00	22	15	17	32	15,95	NL	NP	NP	6,46		-	22,66	19,54
29	29,00	SP-SM	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	28,00 - 29,00	19	26	23	49	18,52	NL	NP	NP	5,78		-	22,94	19,36
30	30,00	SP-SM	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	29,00 - 30,00	20	27	30	57	14,91	NL	NP	NP	9,24		-	22,63	19,69

Tabla 3 Perfil estratigráfico sondeo 2 con valores de N promedio encontrados en el sitio de estudio.

DEPARTAMENTO DE SUELOS

PROYECTO: TORRE DE CONTROL CACOM 1 — **FECHA:** AGOSTO DE 2021

SOLICITANTE: FUERZA AEREA

HORIZONTE SONDEO 3

LOCALIZACION: PUERTO SALGAR, CUNDINAMARCA

MUESTRA #	ESC	CLASIFICACION U.S.C	AASHTO	INDICE DE GRUPO	DESCRIPCION DEL SUELO Y CALSIFICACION	PROFUNDIDAD Mts	Nº DE GOLPES 15	15	15	PENETRACIÓN (cm) Profundidad vs N	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES LIMITES DE ATTER HUMEDAD %	LIMITE LIQUIDO %	LIMITE PLASTICO %	INDICE DE PLASTICIDAD %	% PASA 200	Compresion inconfinada Mpa	COHESIÓN µ	ghum (KN/m3)	gsec (KN/m3)
1	0,90	CL	A-6	6,27	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	0,00 - 0,90				0	46,46	29	17	12	61,66		-	25,92	17,70
2	2,00	SW-SM	A-1-b	0,00	ARENA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	0,90 - 2,00	7	10	8	18	5,02	NL	NP	NP	10,53		-	20,00	19,05
3	3,00	SM	A-2-4	0,00	ARENA LIMOSA	2,00 - 3,00	3	2	3	5	21,44	NL	NP	NP	27,64		-	24,06	19,81
4	4,00	SP	A-3	0,00	ARENA MAL GRADADA	3,00 - 4,00	5	3	3	6	19,45	NL	NP	NP	2,54		-	24,19	20,25
5	5,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	4,00 - 5,00	8	8	10	18	17,42	NL	NP	NP	1,19		-	24,50	20,87
6	6,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	5,00 - 6,00	9	10	6	16	15,44	NL	NP	NP	0,93		-	23,92	20,72
7	7,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	6,00 - 7,00	7	3	3	6	15,44	NL	NP	NP	1,24		-	23,92	20,72
8	8,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	7,00 - 8,00	5	8	9	17	13,04	NL	NP	NP	1,24		-	23,01	20,36
9	9,00	SP-SM	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	8,00 - 9,00	13	12	9	21	14,48	NL	NP	NP	8,57		-	23,10	20,18
10	10,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	9,00 - 10,00	11	10	12	22	11,82	NL	NP	NP	3,49		-	23,03	20,60
11	11,00	GW	A-1-a	0,00	GRAVA BIEN GRADADA	10,00 - 11,00	10	10	8	18	15,08	NL	NP	NP	3,73		-	24,83	21,58
12	12,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	11,00 - 12,00	16	13	12	25	14,90	NL	NP	NP	2,93		-	22,43	19,52
13	13,00	GP	A-1-a	0,00	GRAVA MAL GRADADA	12,00 - 13,00	15	17	14	31	8,84	NL	NP	NP	1,22		-	24,37	22,39
14	14,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	13,00 - 14,00	12	19	22	41	12,58	NL	NP	NP	3,99		-	23,15	20,57
15	15,00	SW	A-1-a	0,00	ARENA BIEN GRADADA	14,00 - 15,00	18	18	25	43	12,51	NL	NP	NP	3,42		-	23,60	20,98
16	16,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	15,00 - 16,00	10	15	14	29	16,64	NL	NP	NP	2,00		-	23,01	19,72
17	17,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	16,00 - 17,00	16	24	27	51	18,84	NL	NP	NP	1,21		-	23,33	19,63
18	18,50	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	17,00 - 18,50	20	25	23	48	17,59	NL	NP	NP	0,95		-	24,20	20,58
19	19,50	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	18,50 - 19,50	19	22	20	42	19,87	NL	NP	NP	1,91		-	23,76	19,82
20	20,50	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	19,50 - 20,50	21	28	30	58	20,38	NL	NP	NP	2,36		-	23,75	19,73
21	21,50	SW	A-1-a	0,00	ARENA BIEN GRADADA	20,50 - 21,50	18	22	29	51	11,47	NL	NP	NP	4,21		-	22,61	20,29
22	22,50	SP	A-1-b	0	ARENA MAL GRADADA	21,50 - 22,50	17	23	30	53	13,35	NL	NP	NP	2,44		-	21,84	19,27
23	23,50	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	22,50 - 23,50	19	25	28	53	15,03	NL	NP	NP	4,30		-	24,13	20,98
24	25,00	SM	A-2-4	0,00	ARENA LIMOSA	23,50 - 25,00	15	21	24	45	16,93	NL	NP	NP	23,93		-	23,47	20,07

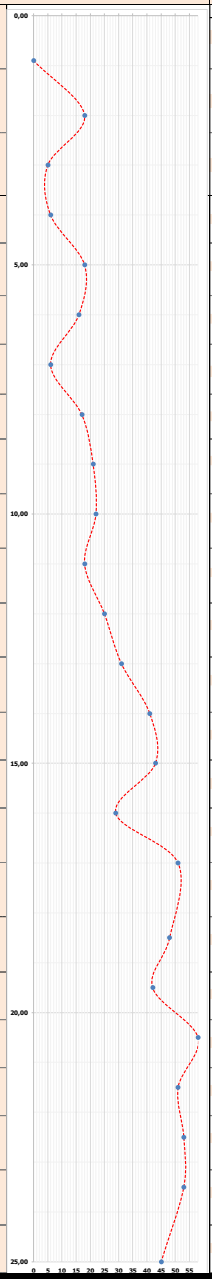


Tabla 4 Perfil estratigráfico sondeo 3 con valores de N promedio encontrados en el sitio de estudio.

DEPARTAMENTO DE SUELOS

PROYECTO: TORRE DE CONTROL CACOM 1 — FECHA: AGOSTO DE 2021
SOLICITANTE: FUERZA AEREA
HORIZONTE: SONDEO 4
LOCALIZACION: PUERTO SALGAR, CUNDINAMARCA

MUESTRA #	ESC	CLASIFICACION U.S.C	AASHTO	INDICE DE GRUPO	DESCRIPCION DEL SUELO Y CALSIFICACION	PROFUNDIDAD Mts	PENETRACIÓN (cm) Nº DE GOLPES 15	15	15	Profundidad vs N	DESCRIPCION Y OBSERVACIONES LIMITES DE ATTER HUMEDAD %	LIMITE LIQUIDO %	LIMITE PLASTICO %	INDICE DE PLASTICIDAD %	% PASA 200	Compresion inconfinada Mpa	COHESIÓN µ	ghum (KN/m3)	gsec (KN/m3)
1	0,50	SM	A-4	2,50	ARENA LIMOSA	0,00 - 0,50				0	7,90	NL	NP	NP	47,50		-	21,55	19,98
2	2,00	SP-SM	A-3	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	0,50 - 2,00	3	4	3	7	8,09	NL	NP	NP	8,37		-	21,67	20,05
3	3,00	SM	A-1-b	0,00	ARENA LIMOSA	2,00 - 3,00	7	8	5	13	9,19	NL	NP	NP	22,68		-	22,32	20,44
4	4,00	SP	A-1-a	0,00	ARENA MAL GRADADA	3,00 - 4,00	8	5	5	10	8,83	NL	NP	NP	0,52		-	21,21	19,49
5	5,00	SW	A-1-a	0,00	ARENA BIEN GRADADA	4,00 - 5,00	9	6	8	14	9,47	NL	NP	NP	2,62		-	22,58	20,63
6	6,00	SW	A-1-a	0,00	ARENA BIEN GRADADA	5,00 - 6,00	8	10	10	20	9,33	NL	NP	NP	1,83		-	22,11	20,22
7	7,00	SW	A-1-a	0,00	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD	6,00 - 7,00	12	12	8	20	10,74	NL	NP	NP	2,70		-	18,48	16,68
8	8,50	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	7,00 - 8,50	14	12	12	24	13,49	NL	NP	NP	3,95		-	22,96	20,23
9	10,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	8,50 - 10,00	10	13	12	25	15,60	NL	NP	NP	1,85		-	23,56	20,39
10	11,50	SW	A-1-b	0,00	ARENA BIEN GRADADA	10,00 - 11,50	12	9	10	19	12,90	NL	NP	NP	1,08		-	22,59	20,01
11	13,00	SW	A-1-a	0,00	ARENA BIEN GRADADA	11,5 - 13,00	9	8	13	21	13,76	NL	NP	NP	0,37		-	22,73	19,98
12	14,50	SP	A-3	0,00	ARENA MAL GRADADA	13,00 - 14,50	10	10	8	18	23,10	NL	NP	NP	4,57		-	24,20	19,66
13	16,00	SW	A-1-a	0,00	ARENA BIEN GRADADA	14,50 - 16,00	15	19	26	45	12,07	NL	NP	NP	3,44		-	22,52	20,10
14	17,50	SP	A-3	0,00	ARENA MAL GRADADA	16,00 - 17,50	10	14	21	35	23,59	NL	NP	NP	4,02		-	25,55	20,67
15	19,00	SP	A-3	0,00	ARENA MAL GRADADA	17,50 - 19,00	8	8	8	16	23,59	NL	NP	NP	4,02		-	25,55	20,67
16	20,50	SP-SM	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	19,00 - 20,50	15	20	23	43	17,96	NL	NP	NP	5,46		-	23,95	20,30
17	22,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	20,50 - 22,00	17	24	29	53	21,49	NL	NP	NP	0,60		-	23,18	19,08
18	23,50	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	22,00 - 23,50	25	19	27	46	20,78	NL	NP	NP	1,79		-	23,01	19,05
19	25,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	23,50 - 25,00	13	19	23	42	15,22	NL	NP	NP	1,67		-	22,25	19,31
20	26,50	SP-SM	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA O ARENA LIMOSA	25,00 - 26,50	16	22	24	46	15,76	NL	NP	NP	5,32		-	21,97	18,98
21	28,00	SP	A-1-b	0,00	ARENA MAL GRADADA	26,50 - 28,00	19	20	19	39	12,42	NL	NP	NP	3,81		-	22,59	20,09
22	30,00	SP	A-1-b	0	ARENA MAL GRADADA	28,00 - 30,00	19	24	29	53	14,91	NL	NP	NP	4,95		-	23,50	20,45

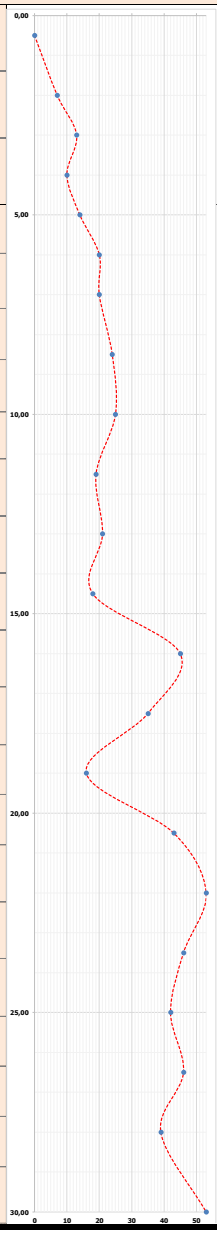


Tabla 5 Perfil estratigráfico sondeo 4 con valores de N promedio encontrados en el sitio de estudio.

2. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Las muestras llevadas al laboratorio, se estudiarán mediante los procedimientos establecidos en la norma INVIAS para definir sus características físicas, estos procedimientos se describen a continuación:

- Límites de consistencia.

  Se realizarán límites de consistencia (Limite liquido y limite plástico) a todas las muestras, siempre y cuando estas no sea NP **(No plásticas)**, de aquí se obtendrán parámetros como su comportamiento ante el contacto con el agua:





Fuente: GR. INGARQ S.A.S.



Ilustración 4 Muestras procesadas mediante procedimiento de limite líquido, limite plástico y granulometría.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.

- Granulometría.

  Este ensayo se emplea para la determinación de cuantitativa de la cantidad porcentual de tamaños de partículas existentes en una muestra de suelo:



Ilustración 5 Balanzas con capacidad de 20 Kg y 600 g, empleadas para medir masa de las muestras estudiadas.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.



Ilustración 6 Serie de tamices para granulometría y clasificación de muestras estudiadas.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.

- Compresión inconfinada.

  Mediante este ensayo se determina la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos como arcillas y limos, este ensayo se realizó a una gran parte de las muestras siempre y cuando estas tuvieran las condiciones:



Fuente: GR. INGARQ S.A.S.

Ilustración 7 Ensayo de compresión inconfinada realizado a las muestras obtenidas en el sitio de estudio.

Equipos utilizados para exploración del sub suelo

- Herramientas de evasión (Pica, pala, paladragas).
- Equipo de perforación por rotación y barrenado (Petty).
- Tubo cuchara partida para recuperación de muestras.
- Barrenas.

Equipos para ensayos de laboratorio.

- Cazuela de Casagrande
- Horno capaz de alcanzar temperaturas de hasta 110°C
- Recipientes para toma de humedades.
- Serie de tamices para granulometría.
- Blanza con capacidad de 600g y sensibilidad de 0.01g
- Balanza con capacidad de 20 Kg y sensibilidad de 1g

ESTUDIOS GEOFISICOS.

También se realizó, un estudio de tomografías eléctricas empleando el equipo **SUBREME 600**, con el fin de detectar anomalías en el suelo y verificación de estratigrafía:

Tomografía eléctrica (TER):

Se realizó un tendido de 200 mts de longitud, garantizando una profundidad de estudio de +/- 25 - 40 mts, esto con el fin de bajar la incertidumbre en los datos obtenidos mediante los sondeos para los estudios de suelo, además de poder corroborar la litología presente en la zona.



Ilustración 8 Tomografía Eléctrica (TER)

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.



Ilustración 9 Tendido de la Tomografía Eléctrica (TER)

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.

ESTUDIO MEDIANTE TOMOGRAFIA ELECTRICA (TER):

Un dispositivo electródico es un conjunto de electrodos distribuidos de una forma concreta en el terreno a investigar. Generalmente, suele constar de 2 electrodos de corriente A y B por donde se inserta corriente eléctrica al subsuelo, y otros dos electrodos de potencial M y N en los cuales se mide la corriente generada (Ilustración 10**)**. Todos ellos deben de ir unidos por cables conectados a un instrumento de medida o resistivímetro.

Dependiendo de las distancias relativas entre cada par de electrodos, y la distancia comprendida entre electrodos, se obtienen diferentes configuraciones electródicas (o dispositivos) y su utilización depende del tipo de disposición de las capas del subsuelo. En este estudio se ha utilizado la configuración Wenner que es un dispositivo simétrico muy utilizado en el caso de capas plano-paralelas. Los electrodos que miden el potencial M y N se disponen en el centro del dipolo y se mantienen a una distancia constante (a), mientras que los electrodos A y B por donde se inyecta corriente van aumentando progresivamente la distancia con el número de medidas (n) hasta llegar al final del perfil (na).

Una tomografía con el dispositivo Wenner con un número total de electrodos N=21-25, que es la cantidad mínima de electrodos recomendados, se colocan cada uno de ellos a lo largo de la línea de estudio a una distancia determinada de separación entre ellos.

En zonas con una apertura limitada a lo largo de una línea, el dispositivo Wenner convencional tiene una desventaja y es que se produce una gran reducción en el alcance horizontal cuando se incrementa el espaciado entre electrodos con objeto de obtener una mayor profundidad de investigación.

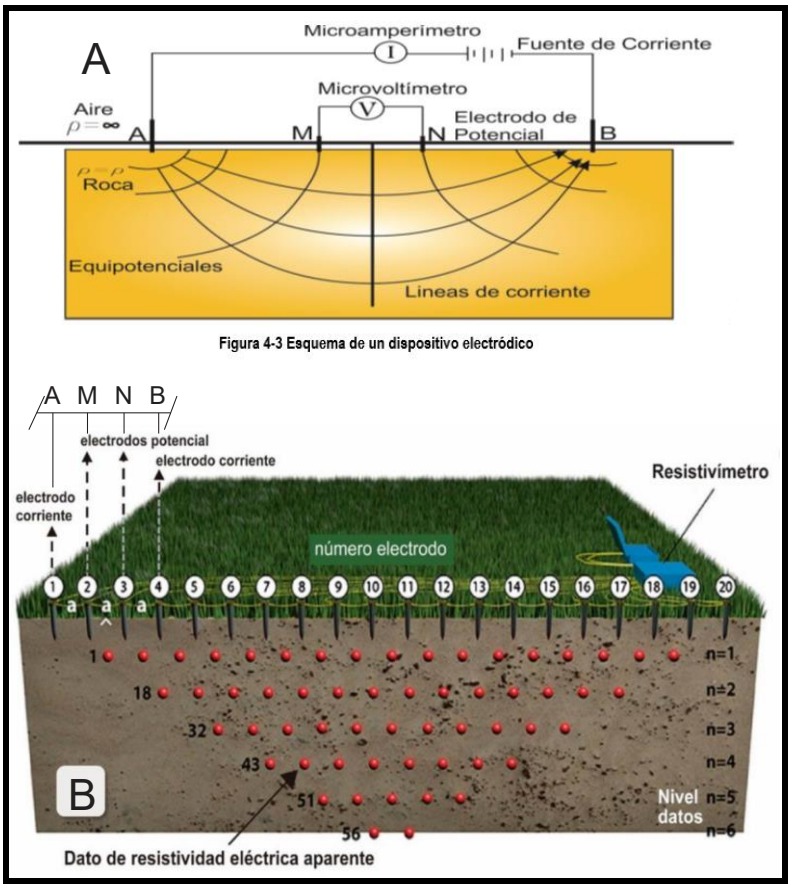


Ilustración 10 Esquema de distribución de electrodos para estudio geo eléctrico.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.

Adquisición en campo:

Se ejecutó 1 perfil eléctrico que cubrieron la zona con mayor interés de prospección. La toma de datos se efectuó con el siguiente equipo:

- 48 electrodos impolarizables.
- 48 conectores de enlace electrodo-cables.
- Cables multielectródico
- Un resistivímetro Subreme DC600 Subsoil Resistivity Meter. Es la unidad central donde se controla la inyección de corriente, la medida de potencial y la configuración electródica.
- Un selector de canales que establece la configuración entre los distintos electrodos del perfil para una medida determinada.

- Batería 12 V (60 A/h) para alimentación del sistema.
- Material auxiliar.

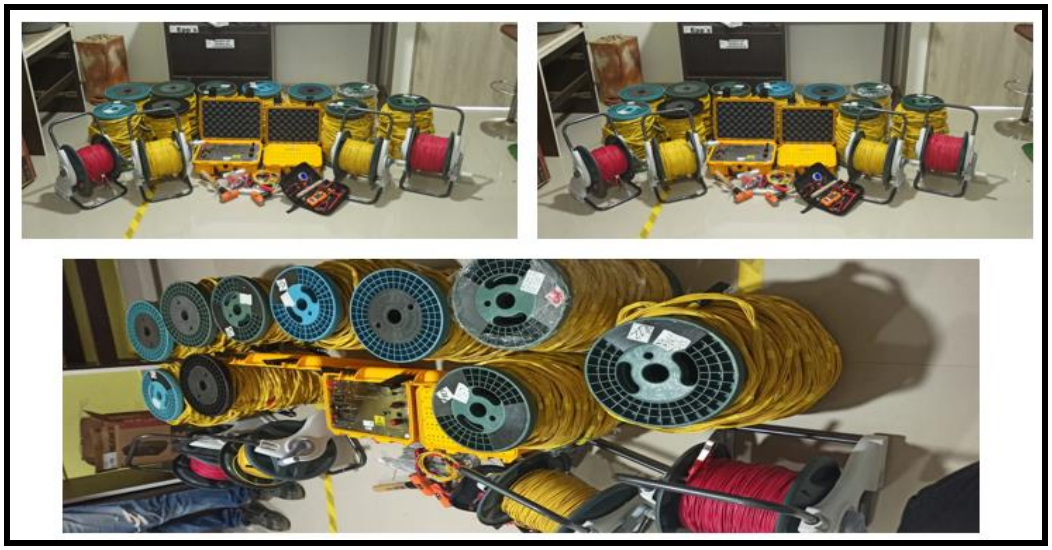


Ilustración 11 resistivímetro Subreme DC600 Subsoil Resistivity Meter con todos sus accesorios.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.

A partir de las visitas de campo o avanzadas realizadas, se proyectan un numero especifico de tendidos, para este caso en la base aérea, se realiza 1 tendido que garantizan una distribución muy completa de la zona.
Además de esto, se garantiza un mínimo de tendido de 150 mts, y un máximo de 200 mts, como se muestra en la tabla

PERFIL	LONGITUD (m)	DISPOSITIVO	No. DE MEDIDAS
TE1	200	Wenner	360

Tabla 6. Descripción del perfil eléctrico.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.

LÍNEA SÍSMICA.

La línea se adquirió el día 17 de julio del 2021 en los predios de la base aérea de Puerto Salgar en el departamento de Cundinamarca.

Los resultados se obtuvieron utilizando para su adquisición un equipo de referencia GEODE de 24 canales del fabricante Geometrics y sensores de 4.5 y 14 Hz.
Los entregables son perfiles de velocidad de onda de compresión (Vp) y ondas de corte (Vs)
El ingeniero Héctor Fabio Giraldo de Geotrónica SAS estuvo a cargo de la adquisición y el procesamiento de los datos geofísicos. El ingeniero Gustavo Royett de la empresa GR INGARQ SAS realizó el seguimiento del proyecto.

Especificaciones Técnicas equipo de adquisición Geode:
Conversión A / D: 24 bits con Crystal Semiconductor, convertidores sigma-delta y sistema de sobremuestreo propiedad de Geometrics
Rango Dinámico: 144 dB (sistema), 110 dB (instantáneo, medido) a 2 ms, 24 dB.
Ancho de banda: 1,75 Hz a 20 kHz.
El rechazo de modo común: > -100 dB a <= 100 Hz, 36 dB.
Apilamiento de disparo Precisión: 1/32 del intervalo de muestreo.
Voltaje máximo de la señal de entrada: 2,8 VPP.
Impedancia de entrada: 20 kOhm, 0,02 UF.
Ganancias del preamplificador: El software permite SGOS para ganancia seleccionable de 24 o 36 dB. **Filtros Anti-alias:** -3 dB a 83% de la frecuencia de Nyquist, por debajo de 90 dB.
Intervalo de muestreo: 0,02, 0,03125, 0,0625, 0,125, 0,25, 0,5, 1,0, 2,0, 4,0, 8,0, 16,0 ms.
Longitud de registro: 16.000 muestras estándar, 64,000 muestras opcional 2
Retardo: 0 a 9999 ms en pasos de 1 ms.
Adquisición y DisplayFilters:
LowCut: OUT, 10, 15, 25, 35, 50, 70, 100, 140, 200, 280, 400 Hz, 24 o 48 dB / octava, Butterworth. Notch: 50, 60, 150, 180 Hz y por fuera, con el ancho de banda 50 dB de rechazo 2% de la frecuencia central. HighCut: OUT, 250, 500 o 1000 Hz, 24 o 48 dB / octava. LineTesting: monitor de ruido en tiempo real de salida visual en tiempo real a partir de geófonos.
Almacenamiento de datos: Almacena los datos en el disco duro local, RAID local o NAS. Soporte de cintas disponibles en Windows XP.
Disparo: Positivo, negativo o cierre de contacto, umbral ajustable software.
Formatos de datos: estándar SEG-2 con SGOS. SEG-D y SEG-Y disponible. 2
Alimentación: Requiere batería externa de 12V. Utiliza 0,65 W / canal durante la adquisición, el modo de reposo reduce el consumo de energía en un 70%.



Ilustración 12 equipo SismicaGeode, con todos sus accesorios.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.

Estudio de campo:

El estudio de campo consiste en ubicar una serie de sensores o geófonos en forma lineal y con espaciamiento entre ellos previamente definido, los cuales deben ir conectados a un equipo de registro que grabara las señales sísmicas capturadas por los sensores. Se utiliza una fuente sísmica la cual consiste en una masa celerada (o golpe con martillo en el suelo), que es recibida por una placa de choque. Para los ensayos de refracción y de MASW se utilizó la misma fuente. En este proyecto se utilizó una cámara de registro marca Geometrics junto con un arreglo de 24 canales espaciados cada cinco metros, con geófonos verticales de 4.5 y 14 Hz, como fuente sísmica una masa acelerada (martillo) de 16 libras y una placa de impacto de teflón. La adquisición se realizó utilizando puntos de disparo

entre sensores y apilando o realizando stacking de conjuntos de 7 disparos o golpes por punto.

La zona de estudio se encuentra localizada en los predios de la Base Aérea de la Fuerza Aérea ubicada en el municipio de Puerto Salgar en el departamento de Cundinamarca.

Las coordenadas de las ubicaciones de la línea adquirida se relacionan en la tabla 4 Estas coordenadas corresponden a las ubicaciones del primer y último sensor o geófono de cada línea.



Ilustración 13 organización de equipo en zona de campo.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.

FORMATO COORDENADAS		WGS 84 / UTM zone 18N (EPSG 32618)		MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogotá zone (EPSG 3116)	
ID LINEA		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
LINEA 1	INICIO	538320.16 m E	605325.76 m N	936108.442	1097355.156
	FIN	538401.07 m E	605243.84 m N	936189.261	1097273.076

Tabla 7. Coordenadas de inicio y fin de la línea de estudio.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.

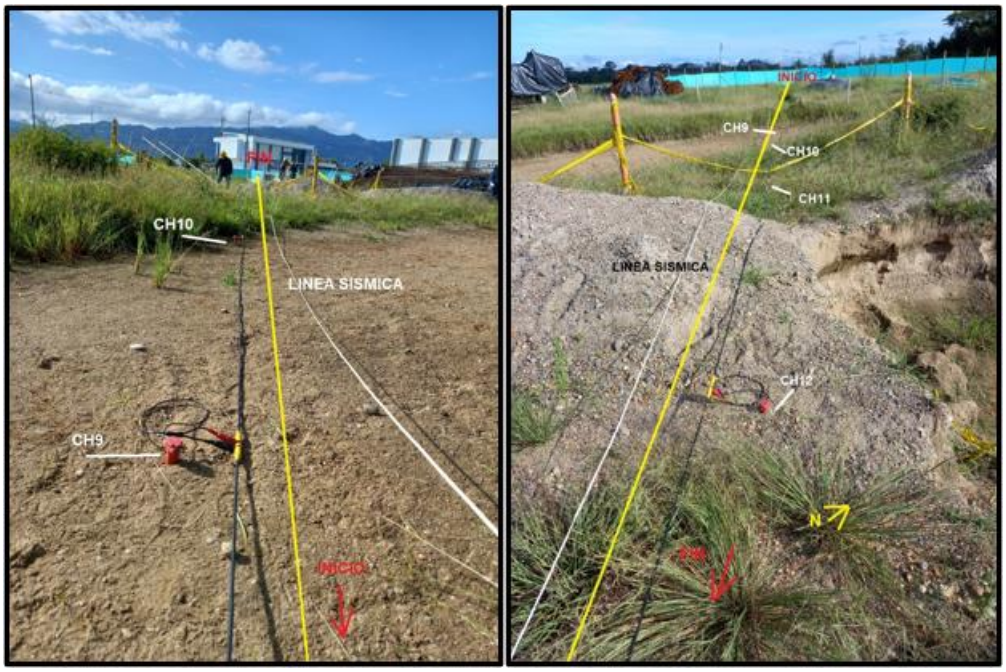


Ilustración 14 tendido línea 1 de sísmica.

Fuente: GR. INGARQ S.A.S.