



ELECTRO BOMBEOS DE ZACATECAS, S.A. DE C.V.

**ESTUDIO GEOFISICO POR METODOS
ELECTRICOS DE RESISTIVIDAD, PARA
LA EVALUACION HIDROGEOLOGICA Y
DETERMINACION DE AGUA
SUBTERRANEA, CON FINES DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE,
A LOS HABITANTES DE LA CABECERA
MUNICIPAL DE SANTA MARIA DE LA
PAZ, ESTADO DE ZACATECAS.**

ZACATECAS, ZAC., 2 DE FEBRERO DE 2022



CONTENIDO

- 1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO**
- 2.- METODO DE TRABAJO**
 - 2.1.-ACTIVIDADES DE CAMPO**
 - 2.2.- ACTIVIDADES DE GABINETE**
- 4.- GEOFISICA**
 - 4.1.- FUNDAMENTOS TEORICOS**
 - 4.2.- EXPLORACION GEOFISICA**
- 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

ANEXO DE FIGURAS

- **PLANO DE GEOLOGIA Y UBICACIÓN DE MEDIDAS**
- **GRAFICA DE SEV'S**
- **DISEÑO CONSTRUCTIVO PREELIMINAR**
- **ALBUM FOTOGRAFICO**

1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO

LOS OBJETIVOS FUERON LOS DE EVALUAR LOS SITIOS EXPLORADOS PARA LA PERFORACION DE POZOS ENCAMINADOS A LA EXTRACCION DE AGUA, PARA USO POTABLE, ASI COMO RECOMENDAR EL SITIO MAS FAVORABLE PARA LA PERFORACION DE LOS MISMOS EN EL PROYECTO POZO SANTA MARIA DE LA PAZ, MUNICIPIO DE SANTA MARIA DE LA PAZ, ZAC.

LAS EVALUACIONES DE ESTA FORMA DETERMINADAS, ESTAN POR TANTO SUJETAS A LAS LIMITACIONES DEL METODO GEOFISICO INDIRECTO, DICHAS EVALUACIONES NO INCLUYEN LA DETECCION DIRECTA DEL AGUA, YA QUE SI BIEN, ESTA INFLUYE EN FORMA DETERMINANTE EN LAS RESISTIVIDADES DEL TERRENO, SU EXISTENCIA SOLO PUEDE SER CONSTATADA POR MEDIO DE LA PERFORACION, RELEGANDOSE LA FUNCION DE LOS METODOS ELECTRICOS DE LA GEOFISICA, A UNA EVALUACION POTENCIAL PREVIA A LA PERFORACION.

2.- METODO DE TRABAJO

2.1.- ACTIVIDADES DE CAMPO

LOS TRABAJOS REALIZADOS EN EL RECONOCIMIENTO GEOLOGICO, CONSISTIERON EN IDENTIFICAR LOS MATERIALES O UNIDADES LITOLÓGICAS QUE AFLORAN EN LA ZONA DE ESTUDIO, PARA DETERMINAR EL ORIGEN, FORMA DE DEPOSITO, CONTENIDO MINERALOGICO Y CARACTERISTICAS PETROFISICAS DE LAS ROCAS., ASI COMO GRADO DE CEMENTACION Y CONSOLIDACION, PRESCENCIA DE FRACTURAS, TAMAÑO DE LOS FRAGMENTOS Y TIPOS DE ESTRUCTURAS PRESENTES, DETERMINANDO TAMBIEN LA COLUMNA LITOESTRATIGRAFICA.

COMO PARTE DE ESTAS ACTIVIDADES SE IDENTIFICARON LAS UNIDADES HIDROGEOLOGICAS, DE ACUERDO A SU CAPACIDAD PARA CONSTITUIR ACUIFEROS, RESALTANDO LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y ESTRUCTURALES DE LOS MATERIALES EN LOS QUE SE ENCUENTRAN EMPLAZADOS, VISITANDO TAMBIEN LAS FUENTES DE EXPLOTACION DE AGUA SUBTERRANEA MAS REPRESENTATIVAS DE LA ZONA, INDAGANDO EN FORMA SUPERFICIAL CAUDALES Y FORMA DE EXTRACCION, OBSERVANDO TAMBIEN CALIDAD DE LAS AGUAS.

EN BASE A LO ANTERIOR SE PROGRAMARON SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES, EN LOS LUGARES MAS IDONEOS, PARA CONOCER LA PROFUNDIDAD, LA DISTRIBUCION VERTICAL Y LATERAL DE LOS MATERIALES E IDENTIFICAR LAS POSIBLES ESTRUCTURAS GEOLOGICAS EXISTENTES EN EL SUBSUELO.

2.2.- ACTIVIDADES DE GABINETE

UNA VEZ CONCLUIDA LA ETAPA DE CAMPO, SE REALIZO LA BUSQUEDA DE INFORMACION GEOLOGICA, GEOFISICA, CORTES LITOLÓGICOS DE POZOS, CAUDALES DE EXTRACCION, PARAMETROS HIDRAULICOS Y DE CALIDAD DEL AGUA PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO, PARA ELLO SE ACUDIO A CONSULTAR Y RECOPIRAR LOS EXPEDIENTES DE ESTUDIOS GEOFISICOS ANTERIORES, REGISTROS ELECTRICOS DE ALGUNOS POZOS PERFORADOS HACE ALGUN TIEMPO Y OTROS HECHOS RECIENTEMENTE.

SE ADQUIRIÓ CARTOGRAFÍA EDITADA POR EL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRÁFICA E INFORMÁTICA, MISMA QUE PARA EL ÁREA DE ESTUDIO SE CUBRIÓ CON UNA PORCIÓN DE LA CARTA (IGNACIO ALLENDE F-13-D-25).

SE PROCESA E INTERPRETA LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES Y SU EQUIVALENCIA GEOLOGICA DE ACUERDO A LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

UNA VEZ CONCLUIDAS LAS ETAPAS DE CAMPO Y GABINETE, SE PROCEDE AL ANÁLISIS DE TODA LA INFORMACIÓN GEOLOGICA, GEOHIDROLOGICA Y GEOFISICA GENERADA, CON LA FINALIDAD DE CUMPLIR CON EL OBJETIVO DEL ESTUDIO Y LA ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL.

3.- GEOFISICA

3.1.- FUNDAMENTOS TEORICOS

EL FUNDAMENTO TEORICO DEL PRESENTE TRABAJO CONSISTE EN LA APLICACIÓN DE UNA DE LAS VARIANTES DE LOS METODOS ELÉCTRICOS, LA EJECUCIÓN DEL SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL, CON EL QUE SE ESTUDIA UNA DE LAS PROPIEDADES INTRINÉSCAS DE LA MATERIA, LA RESISTIVIDAD (P), ESTA MAGNITUD (P), O SU INVERSA, LA CONDUCTIVIDAD (C), ES UNA DE LAS PROPIEDADES ELECTROMAGNÉTICAS DE LAS ROCAS, QUE JUNTO A OTRAS DOS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, LA CONSTANTE DIELECTRICA (E), Y LA PERMEABILIDAD MAGNÉTICA (M), CONSTITUYEN EL CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN DE LOS METODOS ELÉCTRICOS. LOS FUNDAMENTOS ANALÍTICOS PARA EL ESTUDIO DE LA RESISTIVIDAD SE ENCUENTRAN EN LA LEY DE OHM. EN DONDE SE ESTABLECE LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE LA CORRIENTE ELÉCTRICA (I), QUE CIRCULA POR UN CONDUCTOR, Y LA CAÍDA DE POTENCIAL (V), EN ALGUN PUNTO DEL MISMO, DEBIDO A LA RESISTENCIA (R), QUE SE OPONE AL PASO DE DICHA CORRIENTE, MATEMÁTICAMENTE ESTA LEY SE EXPRESA COMO:

$$V=IR$$

ESTA PLENAMENTE DEMOSTRADO QUE SI UNA CORRIENTE ELÉCTRICA UNIFORME FLUYE A TRAVÉS DE UN CILINDRO DE COMPOSICIÓN HOMOGÉNEA EN DIRECCIÓN DE SU EJE, LA RESISTENCIA ELÉCTRICA QUE PRESENTA SE MANIFIESTA DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A SU LONGITUD (L), E INVERSAMENTE PROPORCIONAL A SU SECCIÓN TRANSVERSAL (A), DANDO POR RESULTADO QUE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA MEDIDA ESTARÁ DADA SEGÚN LA SIGUIENTE RELACIÓN.

$$R = PL/A$$

DONDE P = ES LA RESISTENCIA ESPECÍFICA O RESISTIVIDAD DEL MATERIAL QUE CONSTITUYE EL CUERPO EN CUESTIÓN.

L = ES LA LONGITUD DEL CILINDRO.

A = ES LA SECCIÓN TRANSVERSAL PERPENDICULAR A LA DIRECCIÓN DE LA CORRIENTE.

EL SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL (SEV), ES UNA DE LAS MODALIDADES DE LOS METODOS ELÉCTRICOS, EN EL CUAL SE OBTIENEN CON SU APLICACIÓN LA RESPUESTA DE LAS ROCAS Y MATERIALES DEL SUBSUELO A LOS IMPULSOS ELÉCTRICOS ENVIADOS DESDE LA SUPERFICIE DEL TERRENO, PARA LOGRARLO MEDIANTE DOS ELECTRODOS (LLAMADOS

DE EMISION), A Y B, SE HACE CIRCULAR UNA CIERTA INTENSIDAD DE CORRIENTE (I), POR EL SUBSUELO, COMPLEMENTADOS CON OTROS DOS ELECTRODOS M Y N (LLAMADOS DE RECEPCION), SE MIDE EN SUPERFICIE LA RESPUESTA AL CAMPO ELECTRICO GENERADO POR LOS PRIMEROS, OBTENIENDOSE UNA DIFERENCIA DE POTENCIAL, SE MANIFIESTA MIENTRAS PERDURA EL CAMPO. AL REALIZAR UN SEV SE GUARDA UNA CIERTA GEOMETRIA EN LA DISTRIBUCION Y ESPACIAMIENTO DE LOS ELECTRODOS, DEPENDIENDO DEL OBJETIVO A INVESTIGAR Y DE LA PROFUNDIDAD QUE SE PRETENDA ALCANZAR EN EL ESTUDIO, EN EL PRESENTE TRABAJO.

3.2.- EXPLORACION GEOFISICA.

EL OBJETIVO DEL ESTUDIO DE EXPLORACION GEOFISICA FUE DETERMINAR INDIRECTAMENTE EL CONTRASTE DE RESISTIVIDADES, DISTRIBUCION Y PROFUNDIDAD DE LOS MATERIALES QUE COMPONEN EL SUBSUELO EN LA ZONA DE ESTUDIO IDENTIFICANDO MATERIALES PERMEABLES SUSCEPTIBLES A SATURARSE Y FORMAR ACUIFEROS.

CON EL METODO DE RESISTIVIDADES Y SU APLICACIÓN PARTICULAR SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES (SEV'S), SE PRETENDE MOSTRAR UNA DISTRIBUCION DEL SUBSUELO EN TERMINOS DE RESISTIVIDADES, DEBIDO A LA GRAN RESOLUCION VERTICAL QUE SE OBTIENE CON ESTA MODALIDAD ES POSIBLE OBTENER UNA IMAGEN LO MAS REAL POSIBLE DE LAS CONDICIONES GEOLOGICAS DEL SUBSUELO., DE LOS RESULTADOS GEOFISICOS ES POSIBLE OBSERVAR LAS HETEROGENEIDADES (ZONAS ANOMALAS), DEBIDAS A ESTRUCTURAS GEOLOGICAS, CAMBIOS DE FACIES Y FRACTURAMIENTO DE LA ROCA, DONDE ADEMAS LA PRESCENCIA DE AGUA INFLUYE EN EL VALOR MEDIDO PROVOCANDO CAMBIOS IMPORTANTES EN LA RESISTIVIDAD QUE ES EL PARAMETRO EXPERIMENTAL DE CAMPO QUE SE MIDE.

EL TRABAJO GEOELECTICO SE DESARROLLO, EMPLEANDO EQUIPO DE RESISTIVIDAD TERRAMETER SAS - 4000, CON ARREGLO ELECTRODICO TIPO SCHLUMBERGER, CUYA DISTANCIA MAXIMA DE LINEA DE EMISION AB FUE DE 800.00 METROS, EL EQUIPO ADICIONAL ESTA COMPUESTO POR ELECTRODOS DE COBRE Y TAZAS DE CERAMICA CON TERMINALES DE COBRE, CABLE SUFICIENTE PARA LAS ABERTURAS MAXIMAS UTILIZADAS, DURANTE LOS TRABAJOS DE CAMPO.

LA INTERPRETACION DE LOS SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES SE LLEVA A CABO UTILIZANDO CURVAS TIPO PARA DOS Y TRES CAPAS CON ABACOS DE PUNTOS AUXILIARES, MEDIANTE EL AJUSTE DE LAS CURVAS LOGARITMICAS (METODO AUXILIAR DE EBERT), SE CALCULA LA PROFUNDIDAD A QUE SE ENCUENTRA CADA UNA DE LAS DIFERENTES CAPAS CON SU VALOR DE RESISTIVIDAD, Y ASI DETERMINAR SU EQUIVALENCIA GEOLOGICA.

COMO RESULTADO DE ESTE PROCESO LOS CORTES GEOELECTRICOS DETECTADOS EN CADA PUNTO ESTUDIADO SON LOS SIGUIENTES:

SONDEO ELECTRICO VERTICAL N° 1.- UBICACIÓN: SUCEORES DEL C. PABLO LARIOS, FRENTE CORRALES DE LA UNION GANADERA LOCAL

COORDENADAS GEOGRAFICAS

LATITUD NORTE

LONGITUD OESTE

21° 30' 34"

103° 23' 49"

CORTE GEOELECTRICO

P1	130.00	OHMS-MTO.
P2	39.00	OHMS-MTO.
P3	122.00	OHMS-MTO.
P4	78.00	OHMS-MTO.

E1	1.00	MTS.
E2	20.00	MTS.
E3	150.00	MTS.

LA CAPA P1 ES EQUIVALENTE A LA COBERTURA SUPERFICIAL (SUELO VEGETAL). LA CAPA P2 SE RELACIONA CON TOBAS REDEPOSITADAS DE CARÁCTER DE COSOLIDACION MEDIA CON ARENAS Y GRAVILLAS. LA CAPA P3 ES FACTIBLE CORRELACIONARLA CON UNA ALTERNANCIA DE ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS ACIDAS Y BASICAS (RIOLITAS, TOBAS Y BASALTOS) EN ALTERNANCIA CON INTERCALACIONES DE MATERIALES GRANULARES CON MATRIZ ARENO ARCILLOSA. LAS CUALES EN CONJUNTO PRESENTAN BAJA PERMEABILIDAD POR EL HECHO DE ENCONTRARSE DRENADAS. LA CAPA DE FONDO P4 TIENE CORRESPONDENCIA CON FORMACIONES ROCOSAS DE ORIGEN IGNEO EXTRUSIVAS ACIDAS Y BASICAS (RIOLITAS, TOBAS, BASALTOS) DE CIERTA ALTERACION Y FRACTURAMIENTO, CON INTERCALACIONES DE MATERIALES DE GRANULOMETRIA VARIABLE CON MATRIZ ARENO ARCILLOSA DE PERMEABILIDAD MEDIA, SIENDO ESTA CAPA LA QUE PRESENTA LAS MEJORES PERSPECTIVAS DE SATURACION DE AGUA SUBTERRANEA. EN GENERAL ESTA EXPLORACION GEOFISICA ELECTRICA PRESENTA INTERES HIDROGEOLOGICO, DE ACUERDO AL OBJETIVO DEL PRESENTE ESTUDIO.

7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

UNA VEZ PROCESADA, ANALIZADA E INTERPRETADA LA INFORMACION OBTENIDA INCLUYENDO SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES REALIZADOS Y TOMANDO EN CUENTA LAS CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO CONCLUIMOS QUE: DE LOS RESULTADOS GEOFISICOS OBTENIDOS; LOS MATERIALES DETECTADOS EN EL SUBSUELO, NO SON SUSCEPTIBLES DE CONTENER ACUIFEROS DE IMPORTANCIA DADO EL CARÁCTER IMPERMEABLE QUE EN ESENCIA SE INTERPRETO, EN LAS TRES PRIMERAS CAPAS DETECTADAS. SIENDO LA CAPA DE FONDO P4 LA QUE PRESENTA MEJORES PERSPECTIVAS DE SATURACION DE AGUA SUBTERRANEA; EN GENERAL ESTA EXPLORACION GEOFISICA ELECTRICA PRESENTA INTERES HIDROGEOLOGICO, DE ACUERDO AL OBJETIVO DEL PRESENTE ESTUDIO.

POR LO ANTERIORMENTE EXPUESTO, CONSIDERAMOS PRUDENTE PROPONER A SU CONSIDERACION LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES:

1.- PERFORAR EN EL SITIO DONDE SE REALIZO EL SONDEO ELECTRICO VERTICAL No. 1 A UNA PROFUNDIDAD DE 400.00 MTS. CON MAQUINA PERFORADORA TIPO ROTARIA.

2.-RECOLECTAR Y ANALIZAR MUESTRAS DE PERFORACION, A INTERVALOS DE 2.00 MTS. PARA CONSTRUIR LA SECUENCIA LITOLÓGICA.

3.-NO USAR ALTAS VISCOSIDADES DE FLUIDO DE PERFORACION, PARA NO OBTURAR LA POROSIDAD DE LOS MATERIALES ATRAVEZADOS DURANTE EL PROCESO DE PERFORACION.

4.-LLEVAR A CABO UN REGISTRO ELECTRICO MULTIPARAMETRO, AL CONCLUIR LA ETAPA EXPLORATORIA, PARA DELIMITAR LAS ZONAS ACUIFERAS POTENCIALES.

5.- CON LA INFORMACION ANTERIOR PROYECTAR EL DISEÑO FINAL DE CONSTRUCCION, DE ACUERDO AL CAUDAL ESTIMADO QUE NOS PUEDAN PRODUCIR LAS FORMACIONES PERFORADAS.

6.- REALIZAR DESARROLLO Y AFORO POR UN LAPSO DE 72:00 HORAS, OBTENIENDO MUESTRAS DE AGUA PARA SU ANALISIS FISICO-QUIMICO, BACTERIOLOGICO Y DE MATERIALES PESADOS.

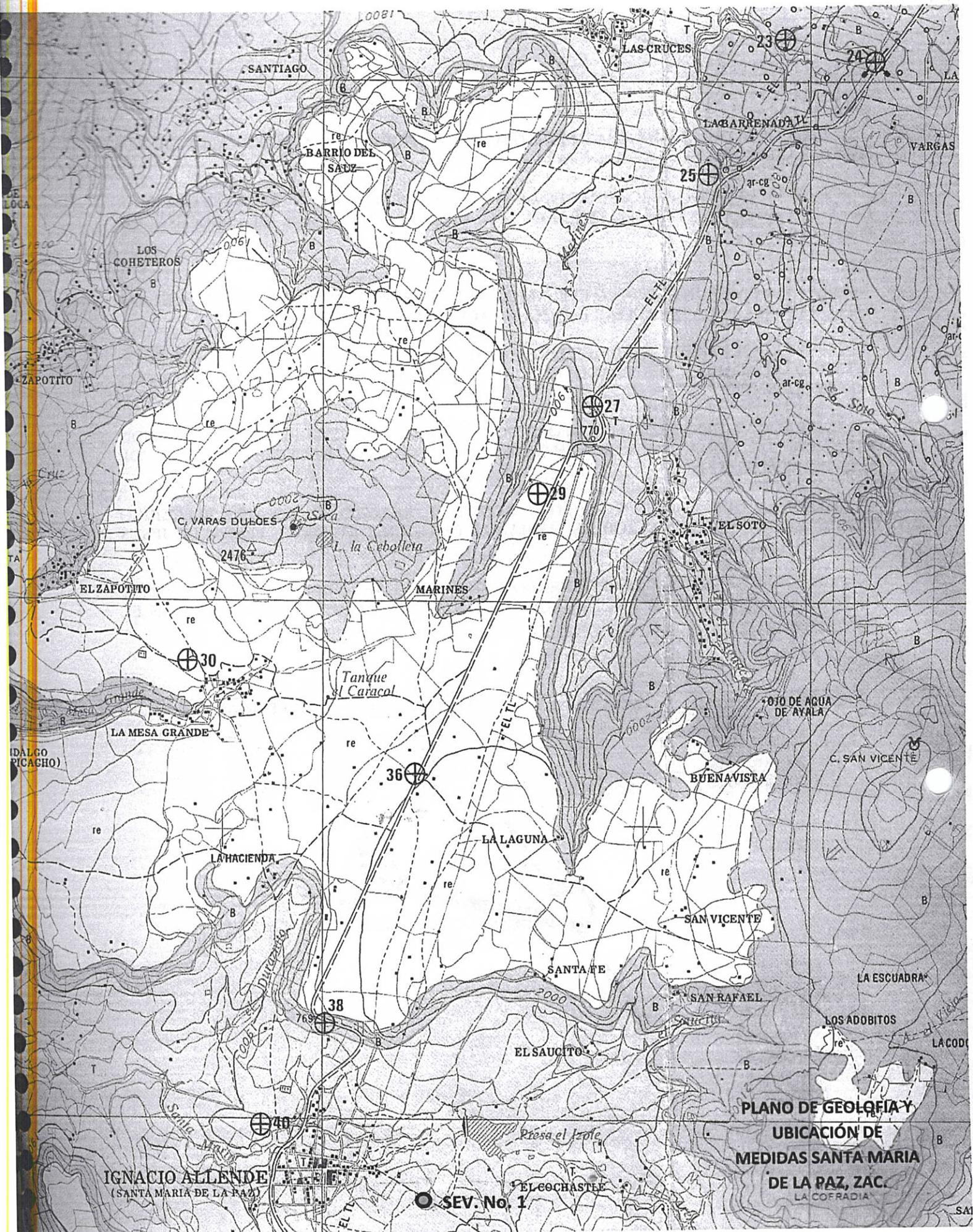
PERSONAS QUE CONOCEN EL SITIO DONDE SE REALIZO EL SONDEO ELECTRICO VERTICAL, SANDRA MARIN ROBLES, ARMANDO GUTIERREZ RIVERA Y FELIPE DE JESUS MIRAMONTES ROMERO.

PARA FINES DE PROYECTO ATENDIENDO A SU DUREZA, TEXTURA, ESTRUCTURA Y TIPO DE FORMACION, SE ESTIMA CORTAR LOS SIGUIENTES MATERIALES DISTRIBUIDOS EN EL SUBSUELO.

PROFUNDIDAD	MATERIAL I	MATERIAL II	MATERIAL III
0.00-100.00	40.00	50.00	10.00
100.00-200.00	20.00	70.00	10.00
200.00-300.00	30.00	60.00	10.00
300.00-400.00	30.00	60.00	10.00

ATENTAMENTE

ING. FIDEL CORDOVA CONTRERAS
CED. PROF. 611749 I.P.N



SANTIAGO

LAS CRUCES

LA BARRENADA IV

BARRIO DEL SAZ

LOS COHETEROS

EL ZAPOTITO

C. VARAS DULCES

L. la Cebollera

MARINES

EL ZAPOTITO

30

Tanque el Caracol

LA MESA GRANDE

POZO DE AGUA DE AYALA

C. SAN VICENTE

BUENAVISTA

36

LA LAGUNA

LA HACIENDA

SAN VICENTE

SANTA FE

SAN RAFAEL

LA ESCUADRA

38

EL SAUCITO

LOS ADOBITOS

40

Presa el Izote

IGNACIO ALLENDE (SANTA MARIA DE LA PAZ)

EL COCHASTLE

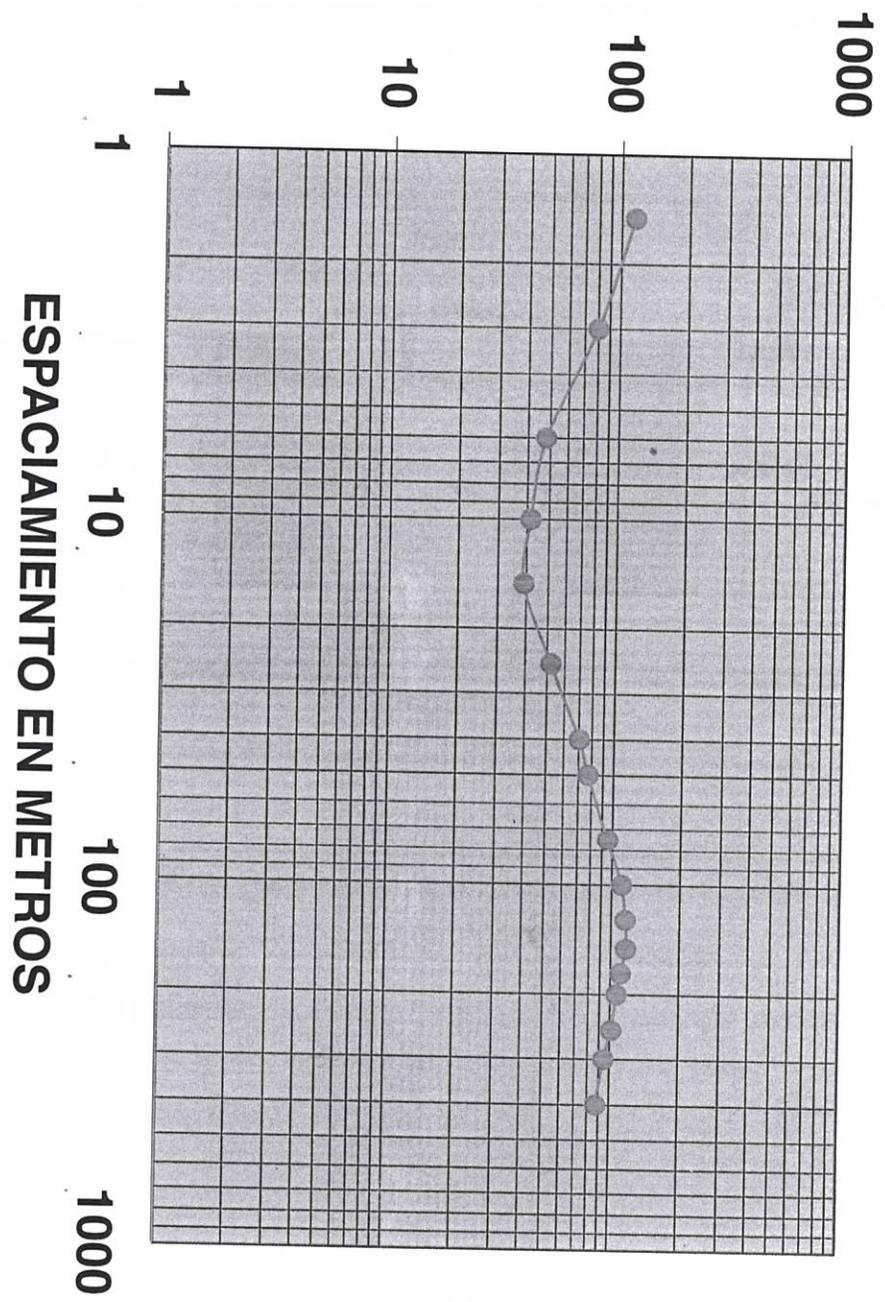
PLANO DE GEOLOGIA Y UBICACION DE MEDIDAS SANTA MARIA DE LA PAZ, ZAC. LA COFRADIA

SEV. No. 1

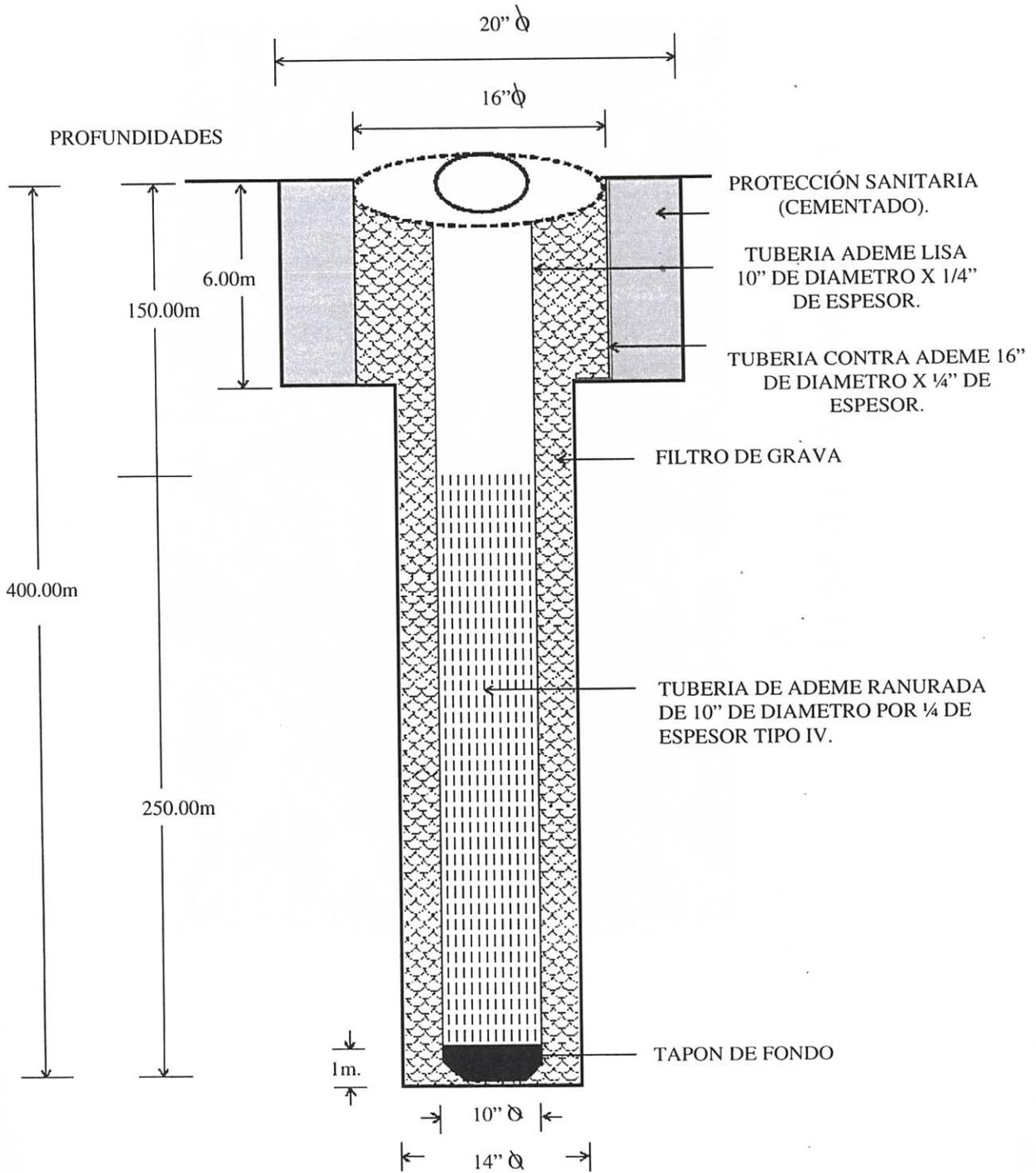
SA1

SEV. 1 SANTA MARIA DE LA PAZ, ZAC.

RESISTIVIDAD EN OHMS-MTO.



**DISEÑO CONSTRUCTIVO PRELIMINAR DEL POZO SANTA MARIA DE LA PAZ
SANTA MARIA DE LA PAZ, ZAC.**





SITIO DONDE SE REALIZO EL SONDEO ELECTRICO VERTICAL No.1



THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS