



ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES

Solicitante : "DIRECCION DE ARQUITECTURA – GOBIERNO DE SAN JUAN".-
Obra : "Ampliación Centro de Adiestramiento Dr. René Favalaro".-
Ubicación : "Calle Tierra del Fuego s/nº - Barrio Residencial Rawson".-
"Departamento Rawson – Provincia de San Juan".-

San Juan, 16 de marzo de 2016.-

INFORME TÉCNICO

1) INTRODUCCIÓN.

El presente estudio se realizó a pedido del Solicitante y tiene por objeto y único alcance estudiar las condiciones del suelo de fundación para la construcción de la ampliación del Centro de Adiestramiento Dr. Rene Favalaro.

El proyecto contempla la construcción del edificio de "Urgencias" y la "Guardería". El mismo se desarrollará en una planta, sin sótanos, y contempla para su construcción el uso de materiales tradicionales como hormigón armado, mampostería, acero y madera.

El proyecto se encuentra ubicado en la Zona IV de peligrosidad sísmica de la República Argentina según el Reglamento INPRES CIRSOC 103.

2) INVESTIGACIÓN DE CAMPAÑA.

Para el desarrollo del trabajo se ha procedido a realizar las siguientes tareas:

- Inspección visual del sitio para observar los rasgos superficiales topográficos y geotécnicos.
- Ejecución de dos (2) calicatas exploratorias a cielo abierto identificadas como: C.1 y C.2. Cuya posición en el terreno puede ser observada en la Figura N°2.

3) DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.

El terreno estudiado se encuentra ubicado en el departamento Rawson de la Provincia de San Juan, el mismo corresponde al predio donde se encuentra emplazado el "Centro de Adiestramiento Dr. René



Estudio de Suelos para Fundaciones
Obra: Ampliación Centro de Adiestramiento Dr. Rene Favalaro - Rawson
2 de 16

Favalaro". Las zonas donde se han efectuado los trabajos de prospección se corresponden con las áreas aledañas a las construcciones existentes. Estas zonas se corresponde con un ingreso para ambulancias ubicado al norte sobre calle Tierra del Fuego, y un espacio posterior al este detrás de los laboratorios.

La zonas edificadas se encuentran incultas y sin edificaciones, correspondiendo la zona donde se construirá "Urgencias", de un estacionamiento.

La ubicación geográfica del terreno estudiado se muestra en la figura N°1 correspondiente a una imagen satelital.



Figura N° 1: Imagen satelital de ubicación del terreno estudiado.

4) TOMA DE MUESTRAS

Sobre las calicatas exploratorias ejecutadas a mano se efectuaron los siguientes trabajos:

- Inspección visual del sitio para observar los rasgos superficiales topográficos y geotécnicos de superficie.
- Determinación del perfil estratigráfico del subsuelo en cada una de las calicatas realizadas.



Estudio de Suelos para Fundaciones
Obra: Ampliación Centro de Adiestramiento Dr. Rene Favalaro - Rawson
3 de 16

- Toma de muestras alteradas e inalteradas, de las diferentes capas de suelo que conforman el perfil estratigráfico de cada calicata, para sobre ellas ejecutar los posteriores ensayos de laboratorio.
- Determinación de Densidades Naturales in situ por medio del método del cono y la arena (DNV).

El pozo de cada calicata ejecutada se tapó inmediatamente se terminó las tareas ejecutadas sobre la misma, con el objeto de evitar cualquier tipo de accidente. La ubicación de las calicatas se ha volcado en la Figura Nº2.



Figura Nº 2: Croquis de ubicación de las calicatas realizadas.



5) ENSAYOS DE LABORATORIO.

Sobre las muestras de suelo recuperadas se han efectuado los siguientes ensayos:

- Límites de Consistencia (LL, LP e IP).
- Contenido de Humedad Natural (wn).
- Análisis Granulométricos.
- Clasificación de Suelos: Sistema Unificado (SUCS) y AASHTO.
- Contenido de Sales Solubles Totales.
- Determinación de los Pesos Unitarios Húmedos y Secos.
- Ensayo de Corte Rápido.

6) DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS.

El terreno se ubica en el cono aluvial del Río San Juan aproximadamente a 13 km al sur del curso actual, sobre su margen derecha. Los materiales dominantes del área donde se ubicarán las futuras obras, son fundamentalmente sedimentos de origen fluvial que presenta rasgos característicos de la zona. Se observa la siguiente estructura del perfil geotécnico:

- Una primera capa compuesta por un relleno no controlado cuyo espesor varía entre 1,20m en la zona de Urgencias y 1,10m en la zona de la Guardería. Este relleno está compuesto por la mezcla de suelos granulares gruesos como son las gravas limosas con pedazos de ladrillos, escombros, bloques de hormigón y barras de acero. Este relleno se encuentra en estado de compacidad suelta y con un bajo contenido de humedad.
- A continuación le sigue un horizonte compuesto por el sedimento aluvial grueso del cono, formado por gravas arenosas limpias y mal graduadas (GP) con poca cantidad de material fino no plástico; con proporciones variables de 2% a 4% de bochas de entre 2" a 3" que se extienden en profundidad. Este estrado se encuentra en estado de compacidad suelta a medio y con bajo contenido de humedad.

No se detectó la presencia del Nivel Freático y se estima que se encuentra actualmente a una profundidad de 35m, el mismo varía de acuerdo a la época del año. Según los registros históricos aportados por el CRAS el nivel freático puede oscilar entre un nivel mínimo de 25m y un nivel máximo de 40m.

7) CARACTERIZACIÓN DINÁMICA DEL PERFIL DE SUELOS.

Por las características físico-mecánicas de los suelos presentes (suelos granulares gruesos de compacidad suelta a media en profundidad) y por el hecho de no haber encontrado el nivel de las aguas freáticas, el cuál se estima que se encuentra muy por debajo del nivel de fundaciones y no interesan a las mismas, resulta ser que el *perfil de suelos es dinámicamente estable*, según lo establecido por la Norma INPRES - CIRSOC 103, correspondiendo al *Tipo II* (Tabla 3, Capítulo 6).



8) SISTEMA Y NIVEL DE FUNDACIÓN - CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO.

El proyecto contempla una estructura tradicional conformada por mampostería de ladrillo con enmarcados de hormigón armado. En él se ha previsto un sistema de fundación directo-superficial, que debe ser emplazado según la zona en que se encuentren las obras dentro del predio:

De acuerdo al proyecto se observan zonas con niveles de piso terminado ubicados a +1,10m, por lo que será necesario ejecutar un terraplén compactado. Para estos casos se informa la capacidad de carga de una fundación directa superficial sobre dicho terraplén compactado con Df efectivo igual a 0,70m.

En otras zonas del proyecto el nivel de piso terminado se ubica pocos centímetros por encima del suelo natural. La fundación se emplazará en el terreno natural existente formado por una grava arenosa. Esto se hará salvando el relleno superior y penetrando en el estrato de grava subyacente. Para estos casos se informa la capacidad de carga de una fundación directa superficial apoyada en el estrato de gravas naturales ubicadas a 1,10m de profundidad.

CASO FUNDACIÓN SUPERFICIAL

Aplicando la Fórmula Generalizada de Terzaghi, para la profundidad efectiva mínima de 0,70m o 1,10m de acuerdo al caso, a partir del nivel de piso terminado, con un ángulo de fricción $\phi = 33^\circ$ y cohesión $c=0$; la presión admisible media es de:

CIMENTACIÓN CUADRADA

$$q_u = 1,3cN_c + qN_q + 0,4\gamma BN_\gamma$$

Prof. Efect. DF (m)	Presiones admisibles (ton/m ²) q _{adm}	Presiones Límites (Cargas Verticales + Sismo) ft=1,4
Fundación sobre Terraplén Compactado. Caso de NPT +1,10m.		
0,70	7,3 + 2,5 x B (m)	1,4 x q _{adm}
Fundación en Terreno Natural – GRAVA. Caso de NPT +0,05m		
1,10	14,7 + 7,1 x B (m)	1,4 x q _{adm}



CIMIENTO CORRIDO BAJO MURO SISMORESISTENTE

$$q_u = cN_c + qN_q + 0,5\gamma BN_\gamma$$

Prof. Efect. DF (m)	Presiones admisibles (ton/m ²) q _{adm}	Presiones Límites (Cargas Verticales + Sismo) ft = 1,4
Fundación sobre Terraplén Compactado. Caso de NPT +1,10m.		
0,70	6,8 + 4,5 x B (m)	1,4 x q _{adm}
Fundación en Terreno Natural – GRAVA. Caso de NPT +0,05m.		
1,10	14,7 + 8,8 x B (m)	1,4 x q _{adm}

Dónde:

q_u = Capacidad de carga última de la cimentación.

q_{adm} = Capacidad de carga admisible.

q = γ D_f

γ = Peso unitario aparente.

D_f = Profundidad efectiva de fundación (Profundidad de desplante o apoyo de la fundación, medida desde el nivel de piso terminado).

N_c; N_q; N_γ = Factores de capacidad de carga. Se han tomado valores promedios entre los valores de capacidad de carga última y capacidad de carga por falla local.

c = Cohesión.

B = Ancho del elemento de fundación.

9) RECOMENDACIONES.

9.1. SALES SOLUBLES TOTALES.

9.1.1. Los contenidos de Sales Solubles Totales determinados en el suelo presentan valores bajos a nulos, de todos modos que recomendable el uso de cemento puzolánico resistente al ataque de sulfatos para todas las estructuras de fundación.



Estudio de Suelos para Fundaciones
Obra: Ampliación Centro de Adiestramiento Dr. Rene Favalaro - Rawson
7 de 16

9.2. RELEVAMIENTO Y CEGADO DE POZOS CIEGOS, LETRINAS Y CAMARAS SÉPTICAS.

- 9.2.1. Se detectó la presencia de cámaras de inspección y una cámara séptica en la zona perimetral del terreno donde se construirá la "Guardería".
- 9.2.2. Se detectó la presencia de uno al momento de realizar tareas de excavaciones. Para estructuras de fundación se deberán realizar las tareas de cegado y relleno descriptas a continuación y al diseño de la estructura resistente de acuerdo a lo indicado por el proyectista estructural.

9.3. PROCEDIMIENTO DE CEGADO

- 9.3.1. Se deberá desagotar el pozo absorbente, mediante la utilización de un camión atmosférico que succiona los líquidos cloacales.
- 9.3.2. Desinfectar con cal viva, arrojando 50 kg de cal viva por cada metro cúbico de pozo. En caso que no se conozca el volumen del mismo, arrojar 3 bolsas como mínimo.
- 9.3.3. Rellenar, con un material granular natural de la zona del tipo A-1-a (0) ó A-1-b (0), hasta una profundidad de -3,00 mts por debajo la cota de boca de pozo, verificando no dejar espacios vacíos.
- 9.3.4. Incorporar agua para el apagado de la cal, dejando actuar como mínimo 24 hs para un completo apagado.
- 9.3.5. Rellenar y compactar los últimos 3,00mts, hasta alcanzar la cota de terreno natural, con un material granular natural de la zona del tipo A-1-a (0) ó A-1-b (0), compactado en capas de 0,30m a 0,50 m de espesor al menos al 95% de su densidad máxima del PROCTOR T180, hasta llegar al nivel del terreno natural.

9.4. FUNDACIONES EN ZONA DE POZO CIEGO.

Si algún elemento estructural (Bases de fundación, Vigas de arrostramiento o Cimiento bajo muro) intersecta la zona del antiguo pozo ciego relleno, se deberá tomar los siguientes recaudos a saber:

- 9.4.1. En caso de que no coincida con algún elemento de la estructura resistente, se podrá salvar ejecutando una losa de hormigón armado de un ancho 0,50mts mayor que el ancho del pozo cegado. El nivel de esta losa será el del nivel más bajo del elemento de fundación considerado, tendrá un espesor mínimo de 0,20mts y una armadura calculada por el proyectista estructural que sea resistente a los esfuerzos transmitido por el elemento de fundación.
- 9.4.2. Nunca podrá apoyar un elemento estructural en el pozo cegado. El proyectista estructural deberá diseñar la estructura en consecuencia.



9.5. RELLENO Y NIVELACIÓN.

Como por proyecto en la zona de "Urgencia" el nivel de piso terminado se encuentra a una cota de +1,10m respecto del nivel de vereda existente, se deberán realizar las tareas de terraplenamiento descriptas a continuación:

- Se retirará la capa superficial en un espesor promedio de 0,15m, conformado por relleno no apto para construcción.
- Luego se escarificarán los 0,15m del suelo subsiguientes, humedecerlos y compactarlos al 95% de la densidad máxima de su Proctor T.180.
- Sobre el terreno natural escarificado y compactado se rellenará en capas hasta llegar al nivel de proyecto requerido, de la siguiente manera:
 - Se rellenará en capas de 0,20 m a 0,25 m de espesor, con un material granular natural de la zona del tipo A-1-a (0) o A-1-b (0), compactado al menos al 95% de su densidad máxima del PROCTOR T.180, y tamaño máximo de 3".
Se deberá utilizar partículas de grano redondeado hasta subredondeado. Se admite la presencia de muy pequeños porcentajes de partículas algo lajasas o angulosas.
En caso de disponer de materiales con propiedades dudosas, se deberá verificar su aptitud con ensayos de laboratorio.
- El contenido de sales solubles totales del material granular tipo A-1 a (0) debe ser menor al 0,5 %.

San Juan, 16 de marzo de 2016.-



10) PERFIL GEOTÉCNICO.

Calicata C.1

Cota (m)	Prof. (m)	Clasificación del Suelo	Descripción del Suelo.
0,00 -	0,00 -		
1,00 -		R	(0,00 a 1,10m): Relleno; Mezcla de grava limosa con escombros y pedazos de ladrillos, en estado suelto y baja humedad.
	1,20 -		
	1,50 -	GP	(1,20 a 1,50m): Grava arenosa pobremente graduada, con estructura homogénea, en estado de compactación suelta a media y con un bajo contenido de humedad. Con bochas de 2" a 3" en 2% a 3%.
2,00 -			Fin de exploración, continúa en Prof.

Observaciones: Nivel Freático no se detectó hasta la máxima profundidad de exploración.



Calicata C.2

Cota (m)	Prof. (m)	Clasificación del Suelo	Descripción del Suelo.
0,00 -	0,00 -		
1,00 -		R	(0,00 a 1,10m): Relleno; Mezcla de grava limosa con escombros y pedazos de ladrillos, en estado suelto y baja humedad.
	1,10 -	GP	(1,10 a 1,50m): Grava arenosa pobremente graduada, con estructuración homogénea, en estado de compactación suelta a media y con un bajo contenido de humedad. Con bochas de 2" a 3" en 2% a 3%.
2,00 -	1,50 -		Fin de exploración, continúa en Prof.

Observaciones: Nivel Freático no se detectó hasta la máxima profundidad de exploración.



11) ANÁLISIS FÍSICO-MECÁNICO DE SUELOS.

Planilla Resumen de Resultados

CALICATA		C.1		C.2	
Profundidad (m)		0,00 – 1,20	1,20 – 1,50	0,00 – 1,10	1,10 – 1,50
Densidad in situ (m)			1,50		1,50
% PASA TAMIZ	4"		---		---
	3"		100		100
	2"		96		97
	1"		71		69
	3/4"		66		64
	3/8"		45		34
	# 4		33		23
	# 10		23		22
	# 40		13		17
	# 100		8		6
# 200		1,7		2,1	
Humedad Natural (%)			0,8		0,9
DENSIDAD	Natural húm. "γ _w (t/m ³)"	RELLENO	2,251	RELLENO	2,296
	Natural seca "γ _d (t/m ³)"		2,233		2,275
SALES	Totales (%)		0,0355		N.C.
	Cloruros (mg/l)		---		---
	Sulfatos (mg/l)		---		---
Cohesión "c (t/m ²)"			0		---
Fricción "φ (°)"			33,4		---
Límite Líquido (%)			x		x
Índice Plástico (%)			0		0
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S)			GP		GP
Clasificación AASHTO			A-1-a (0)		A-1-a (0)
Observaciones			---		---

Nota: Las densidades in situ en las calicatas C.1 y C.2 se tomaron a la profundidad de 1,50m.



Estudio de Suelos para Fundaciones
Obra: Ampliación Centro de Adiestramiento Dr. Rene Favalaro - Rawson
12 de 16

12) Ensayo de Corte Rápido Muestra suelo granular bajo # 1" - ϕ corte = 35,5cm

Obra : **Ampliación Centro de Adiestramiento Dr. Rene Favalaro**
Ubicación : **Calle Tierra del Fuego s/nº - Barrio Residencial Rawson - Dpto. Rawson**
Solicitante : **Dirección de Arquitectura - Gobierno de San Juan**
Muestra : **Calicata C.1 Prof. = 1,50m**
Sobre la matriz granular del material bajo tamiz # 1 1/2"

ENSAYO DE CORTE RÁPIDO : Consolidado - Drenado - Muestra saturada durante 24 hs.

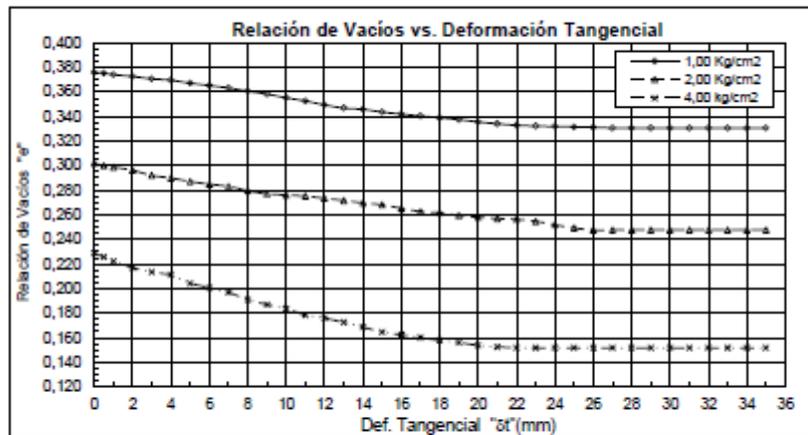
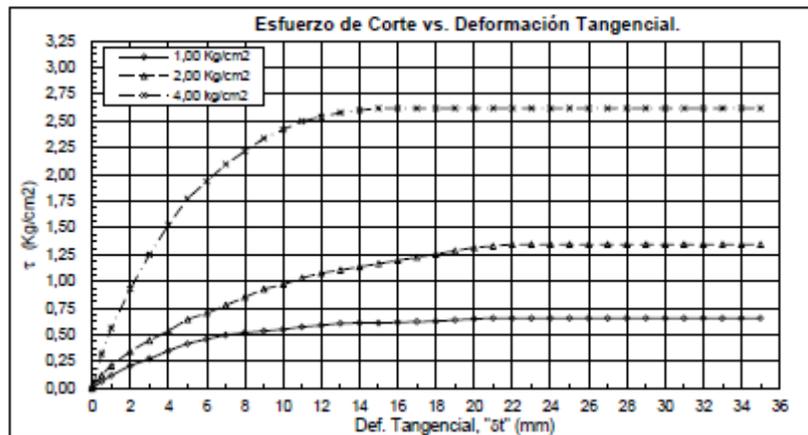
σn (Kg/cm2) =	1,00		2,00		4,00	
	Def. Tangencial δt (mm)	Rel. Vacíos e	Rel. Vacíos e	τ (Kg/cm2)	Rel. Vacíos e	τ (Kg/cm2)
0,00	0,376	0,00	0,302	0,00	0,229	0,00
0,50	0,375	0,06	0,300	0,12	0,226	0,32
1,00	0,374	0,12	0,299	0,21	0,222	0,56
2,00	0,373	0,21	0,296	0,34	0,217	0,93
3,00	0,371	0,28	0,292	0,45	0,213	1,25
4,00	0,370	0,35	0,290	0,54	0,211	1,53
5,00	0,367	0,42	0,287	0,64	0,204	1,77
6,00	0,365	0,46	0,285	0,70	0,201	1,94
7,00	0,363	0,50	0,283	0,78	0,197	2,10
8,00	0,361	0,52	0,280	0,85	0,191	2,22
9,00	0,358	0,54	0,277	0,93	0,187	2,34
10,00	0,355	0,55	0,276	0,97	0,184	2,42
11,00	0,353	0,57	0,275	1,03	0,178	2,50
12,00	0,350	0,59	0,273	1,08	0,176	2,54
13,00	0,347	0,61	0,272	1,11	0,172	2,58
14,00	0,346	0,61	0,270	1,14	0,169	2,60
15,00	0,344	0,61	0,268	1,17	0,164	2,62
16,00	0,342	0,62	0,265	1,20	0,162	2,62
17,00	0,341	0,62	0,263	1,23	0,160	2,62
18,00	0,339	0,63	0,262	1,26	0,158	2,62
19,00	0,338	0,64	0,259	1,29	0,156	2,62
20,00	0,336	0,65	0,258	1,32	0,154	2,62
21,00	0,334	0,66	0,257	1,33	0,152	2,62
22,00	0,333	0,66	0,256	1,35	0,152	2,62
23,00	0,332	0,66	0,255	1,35	0,152	2,62
24,00	0,332	0,66	0,252	1,35	0,152	2,62
25,00	0,332	0,66	0,249	1,35	0,152	2,62
26,00	0,331	0,66	0,248	1,35	0,152	2,62



Estudio de Suelos para Fundaciones
Obra: Ampliación Centro de Adiestramiento Dr. Rene Favalaro - Rawson
13 de 16

27,00	0,331	0,66	0,248	1,35	0,152	2,62
28,00	0,331	0,66	0,248	1,35	0,152	2,62
29,00	0,331	0,66	0,248	1,35	0,152	2,62
30,00	0,331	0,66	0,248	1,35	0,152	2,62
31,00	0,331	0,66	0,248	1,35	0,152	2,62
32,00	0,331	0,66	0,248	1,35	0,152	2,62
33,00	0,331	0,66	0,248	1,35	0,152	2,62
34,00	0,331	0,66	0,248	1,35	0,152	2,62
35,00	0,331	0,66	0,248	1,35	0,152	2,62

Graficas del Ensayo :

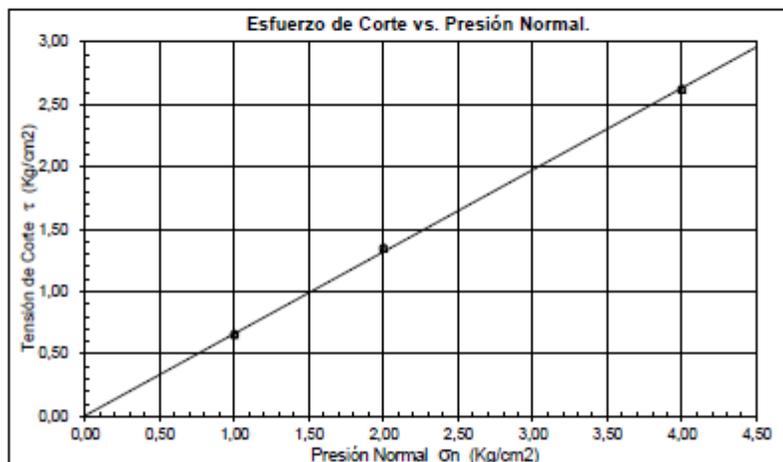




Estudio de Suelos para Fundaciones
Obra: Ampliación Centro de Adiestramiento Dr. Rene Favalaro - Rawson
14 de 16

Obra : **Ampliación Centro de Adiestramiento Dr. Rene Favalaro**
Ubicación : **Calle Tierra del Fuego s/nº - Barrio Residencial Rawson - Dpto. Rawson**
Solicitante : **Dirección de Arquitectura - Gobierno de San Juan**
Muestra : **Calicata C.1 Prof. = 1,50m**
Sobre la matriz granular del material bajo tamiz # 1 1/2"

ENSAYO DE CORTE RÁPIDO : Consolidado - Drenado - Muestra saturada durante 24 hs.



Fricción residual ($^{\circ}$) = 33,4
Cohesión (kg/cm²) = 0



Estudio de Suelos para Fundaciones
Obra: Ampliación Centro de Adiestramiento Dr. Rene Favalaro - Rawson
15 de 16

13) Fotografías



Foto N°1: Se observa la posición de la calicata C.1 en el terreno estudiado, correspondiente con la zona de "Urgencias" y los trabajos de excavación.



Foto N°2: Calicata C.1 Se observa el perfil estratigráfico de suelos formado por un relleno superficial de grava limosa con ladrillos y escombros de 1,20 m de espesor y subyacente el comienzo del estrato de gravas arenosas limpias.

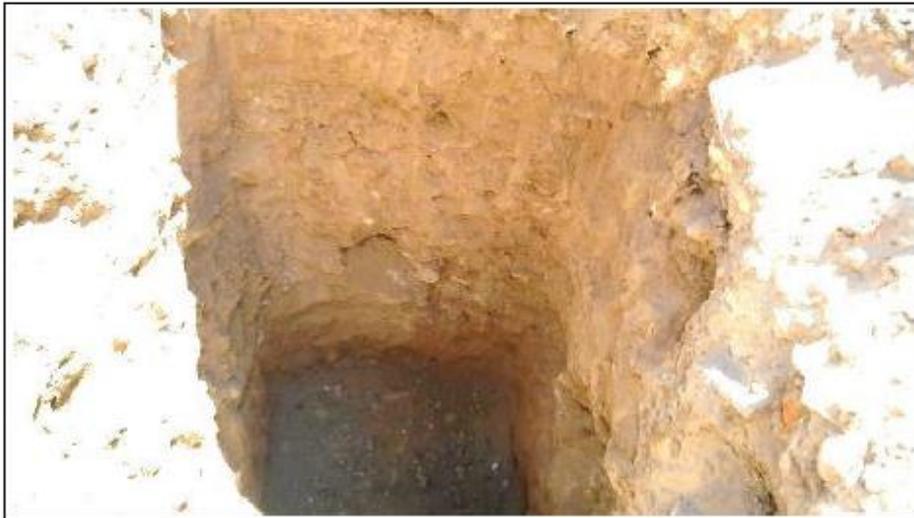


Foto N°3: Calicata C.1 Se observa el perfil estratigráfico de suelos formado por un relleno superficial de grava limosa con ladrillos y escombros de 1,20 m de espesor y subyacente el comienzo del estrato de gravas arenosas limpias.



Foto N°4: Calicata C.2 Se observa el perfil estratigráfico de suelos formado por un relleno superficial de grava limosa con ladrillos y escombros de 1,20 m de espesor y subyacente el comienzo del estrato de gravas arenosas limpias.