دور التحريات الموقعية في المشاريع الهندسية

The Role of Site investigations in Engineering Projects

اعداد

أ.م.د عاصم احمد حسن، م.د عبد الرضا محمد سحاب

قسم جيولوجيا النفط والمعادن-كلية العلوم /جامعة ديالى

الادارة الفنية: م.بايولوجي عبدالله سامر

التحريات الموقعية Site Investigations

هي مجموعة من الدراسات المكتبية والمختبرية والحقلية التي تهدف الى استكشاف وتقييم المواقع المقترحة لاقامة المنِشآت الهندسية المختلفة لاعطاء توصية بمدى صلاحيتها لاقامة هذه المشاريع والتي تمكن المهندسين من وضع افضل التصاميم وتوقع المشاكل الهندسية المحتملة ووضع الحلول المناسبة لها من اجل تقليل المخاطر والخسائر البشرية والاقتصادية.

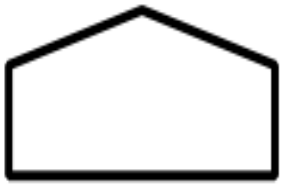
اهداف التحريات الموقعية Objectives of Site Investigations

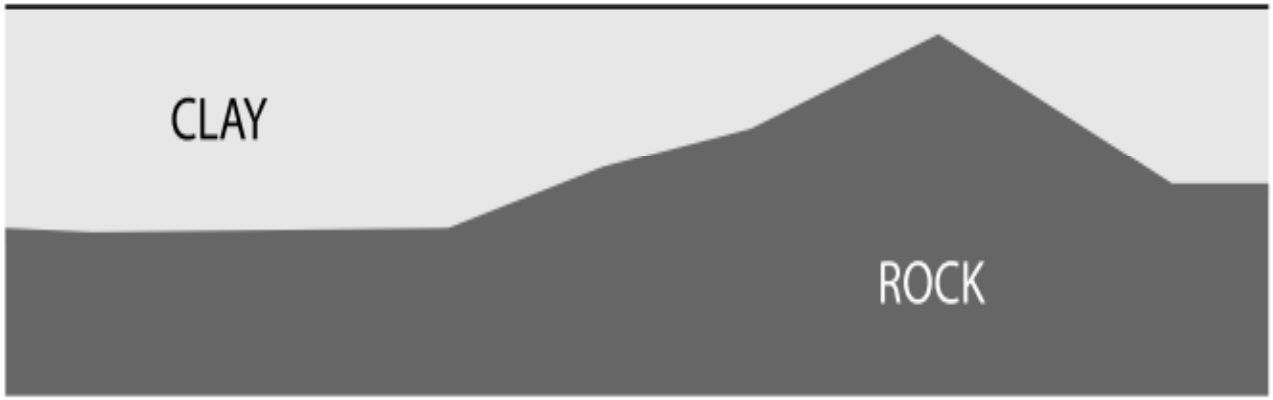
1. تقدير صلاحية او ملائمة الموقع لاقامة المشروع المقترح.

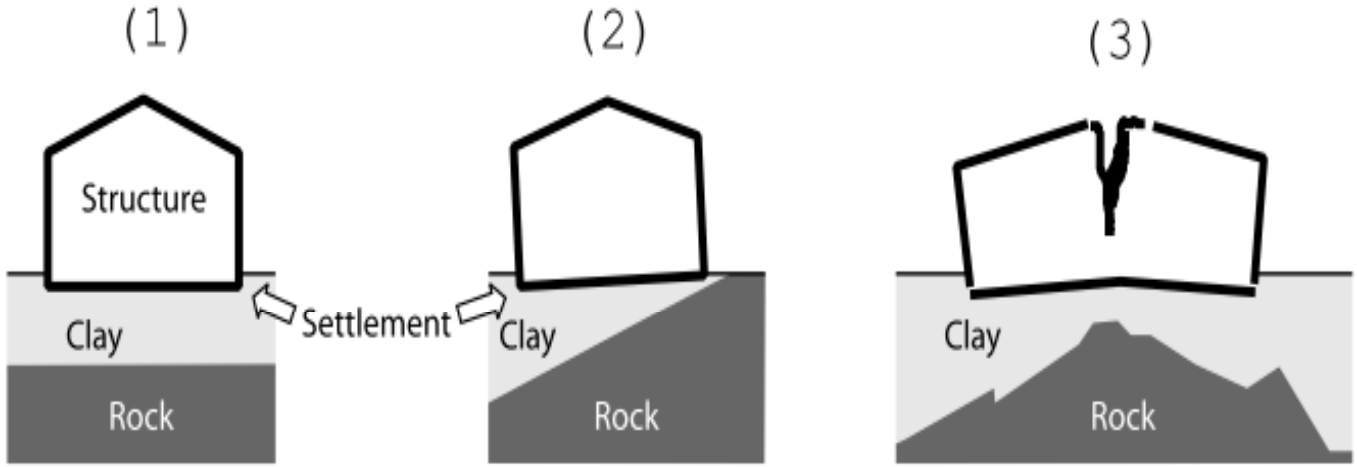
2. تمكين المهندس المدني من وضع التصاميم الملائمة ذات الجدوى الاقتصادية الجيدة.

3. تساعد في فهم وتقييم الصعوبات والمشاكل الهندسية التي يحتمل ان تحصل خلال او بعد عملية الانشاء والناجمة عن الظروف الجيولوجية للموقع المقترح.

4. تساعد في التحقق من سلامة المنشآت الهندسية المقامة ودراسة الاسباب التي ادت او قد تؤدي الى حصول المشاكل الهندسية المختلفة وتقييم المخاطر ووضع الحلول المناسبة لتقليل الخسائر البشرية والاضرار المادية.

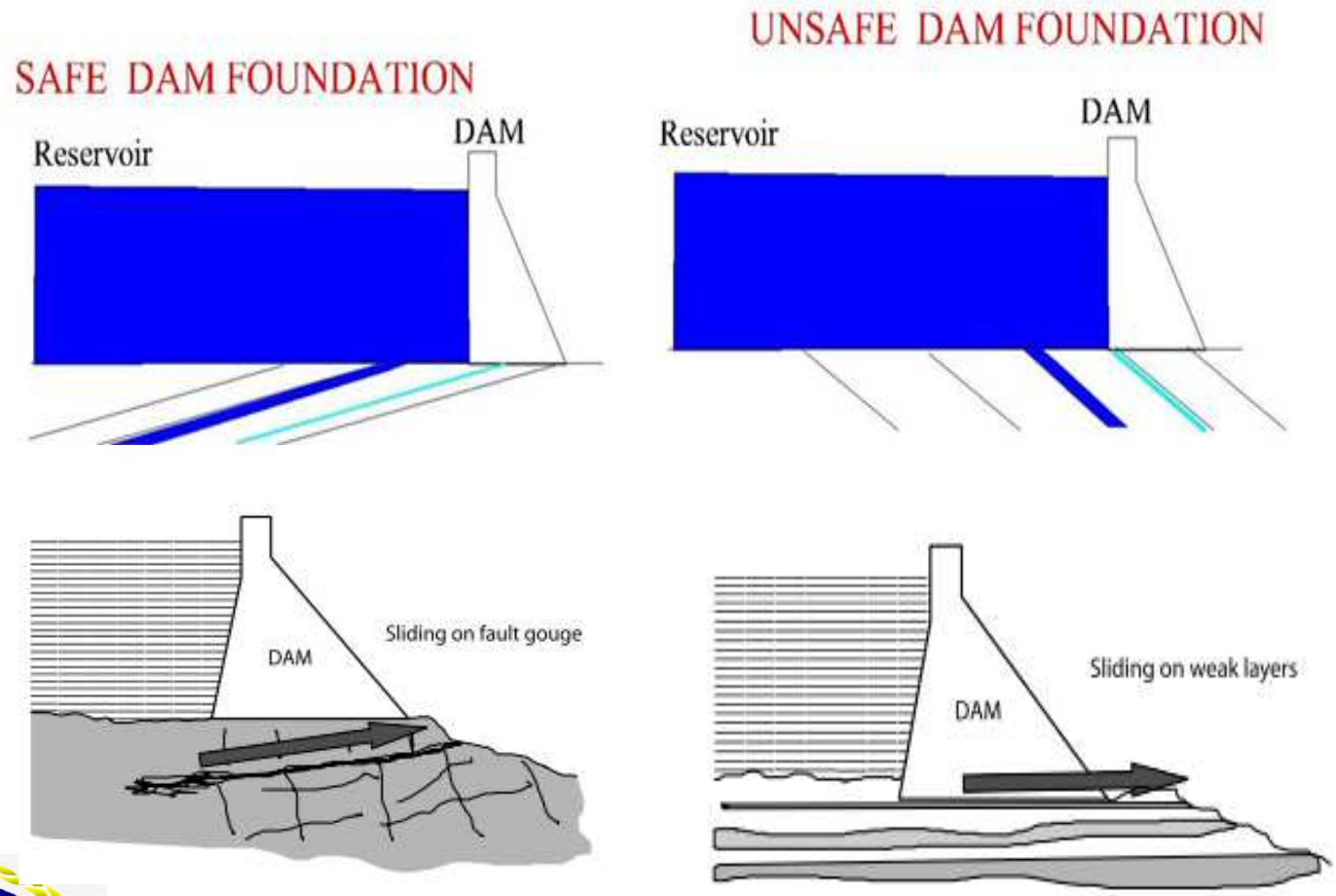
Where would you  build your house?



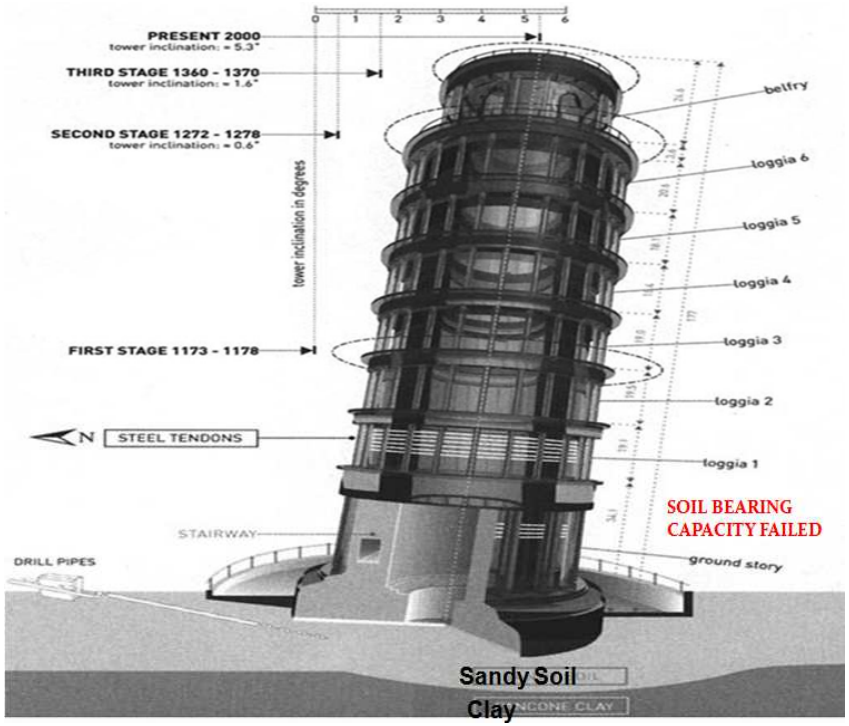

(1)
(2)
(3)
Structure
Clay
Rock
Settlement
Clay
Rock
Clay
Rock

امثلة:

1. السدود



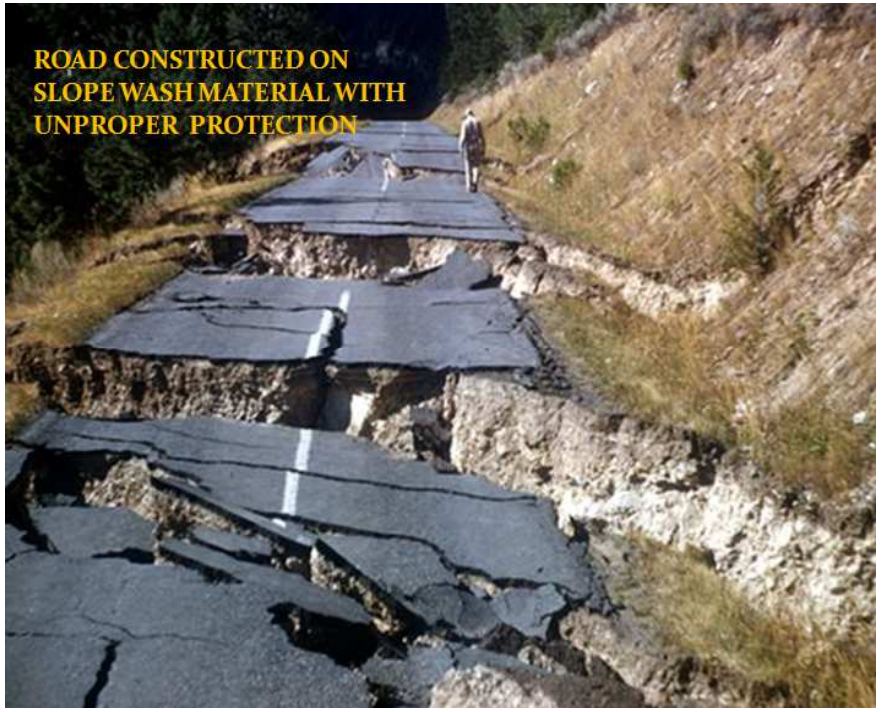
2. المنشآت الهندسية



3. الجسور

SMALL BRIDGE WASH OUT DUE TO LACK OF PROTECTION WORK
LOOSE SOIL

4. الطرق


ROAD CONSTRUCTED ON
SLOPE WASH MATERIAL WITH
UNPROPER PROTECTION

5. الانـهيارات الارضية

January 10, 2005: A 25-foot boulder blocks Topanga Canyon Blvd. near Malibu, southern California, after a massive mudslide killed 3 and had up to 21 missing (AP).

5. المساكن

LOSS DUE TO LACK OF
SAFETY AWERNACE
DANGER ZONE
SLIDE DUE TO FLOOD

المخاطر الارضية Geo hazards

هي ظروف جيولوجية وبيئية ناتجة عن عوامل جيولوجية مختلفة قصيرة او طويلة الامد بابعاد محلية او اقليمية واسعة او ناتجة عوامل بشرية قد تسبب مخاطر واثار تدميرية بشرية واقتصادية متفاوتة.

Photo: Cedar Rapids, IA during the 2008 flooding
Source: AP photo/Jeff Robertson

مراحل استكشاف الموقع Stages of Site Investigation

1. استطلاع الموقع التمهيدي Site Reconnaissance

وتمثل دراسة اولية للموقع قد تكون كافية لبعض المشاريع الصغيرة كالمنشأت والابنية الصغيرة او تشكل دراسة تمهيدية للمرحلة الثانية من استكشاف الموقع في المشاريع الضخمة كالسدود والانفاق، وتكون هذه المرحلة اقل كلفة من المراحل التالية وتشمل مايلي:

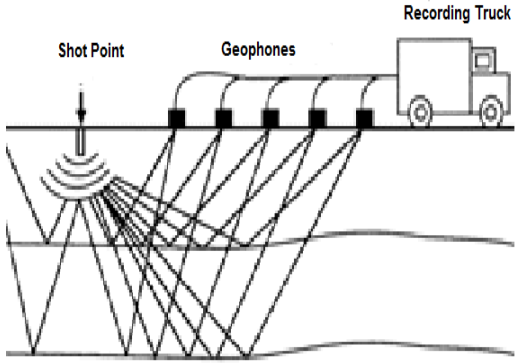
أ) دراسة الخرائط والابحاث والتقارير المتوفرة عن الموقع المقترح.

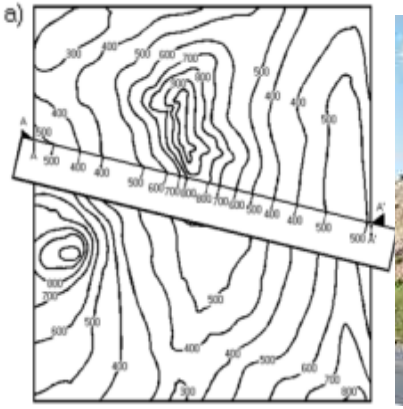
ب) القيام بجولة استطلاعية في الموقع.

ج) اعداد خرائط جيولوجية اولية.

د)جمع العينات وحفر الابار التجريبية الاولية.

هـ) الاستعانة بالطرق الجيوفيزيائية لفهم الطبيعة الجيولوجية التحت سطحية خاصة عندما تكون هناك حاجة لمرحلة ثانية في عمليات الاستكشاف.





2. استكشاف الموقع Site Investigation

وتهدف هذه المرحلة للفهم التفصيلي الدقيق للتراكيب الجيولوجية وطبيعة الصخور والتربة وخصائصها المختلفة وتتضمن هذه المرحلة:

أ) تهيئة الخرائط الجيوتكنيكية Geotechnical Map المفصلة وتمثل خرائط جيولوجية بتعابير هندسية يتم اعدادها حسب الغرض من اقامة المشروع.

ب) دراسة نتائج الفحوصات الحقلية لتوفير تقارير مفصلة لتقييم الموقع.

ج) حفر ابار استكشافية بأعماق واعداد ومسافات يحددها طبيعة المشروع للتأكد من المعلومات المتجمعة وتوفير معلومات اضافية تساعد في فهم الخصائص الهندسية للصخور والتربة.

3. استكشاف الاسس Foundation Investigation

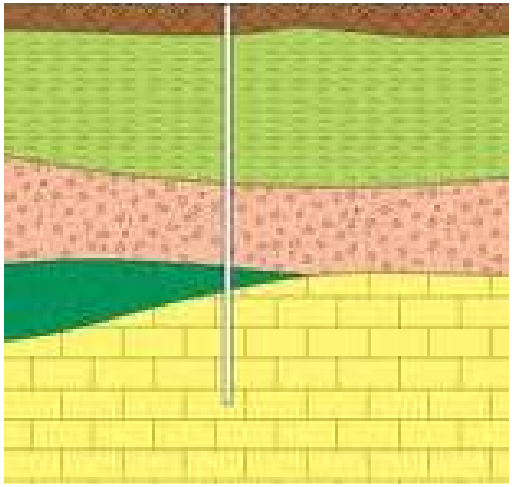
ان الهدف الاساسي من هذه العملية هو التأكد من نتائج المرحلتين السابقتين وقد يطرأ بعض التغييرات على التصميم استنادا الى مايتم استكشافه في هذه المرحلة، ويتم في هذه المرحلة:

أ) التأكد من جيولوجية الموقع خلال فترة الحفرلغرض انشاء الاسس.

ب) جمع نماذج التربة والصخور خلال عملية الحفر لدراسة خصائصها بشكل مفصل.

ج) فحص النماذج في المختبر.

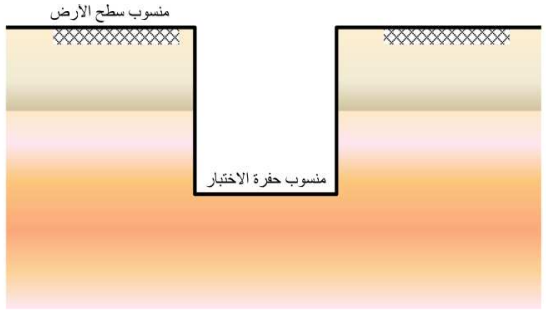
د) دراسة حالة المياه الجوفية خلال الحفر من خلال تحديد عمقها ونوعيتها واثرها على الاسس.



طرق نمذجة التربة Soil Sampling methods

الطرق اليدوية Manual methods

(1) حفرة الاختبار **Test Pit** وهي حفرة مربعة او مستطيلة او دائرية بعمق محدود يعتمد على طبيعة التربة وثبات جوانب الحفرة الجانبية، تستخدم للحصول عينة من قاع الحفرة او جوانبها كما يمكن تحديد منسوب المياه الجوفية اثناء اعمال الحفر اذا كان قريبا من سطح الارض.



(2) المثاقب **Augers** وهي ادوات بسيطة تستخدم للتربة الهشة كالطين في المشاريع الصغيرة مثل الابنية واعمال الطرق خاصة في المناطق الضيقة التي يصعب فيها استخدام المعدات الالية وتحتاج هذه الادوات الى قوة عضلية من الشخص للوصول على اعماق ضحلة لاتتجاوز بضعة امتار.

الطرق الآلية Mechanical methods

تحتاج بعض المشاريع خاصة الضخمة منها الى عمل تحريات على اعماق كبيرة وبأعداد كبيرة لذا لابد من استخدام معدات آلية تستخدم طرق حفر مختلفة منها:

- الحفر الدوراني Rotary drilling

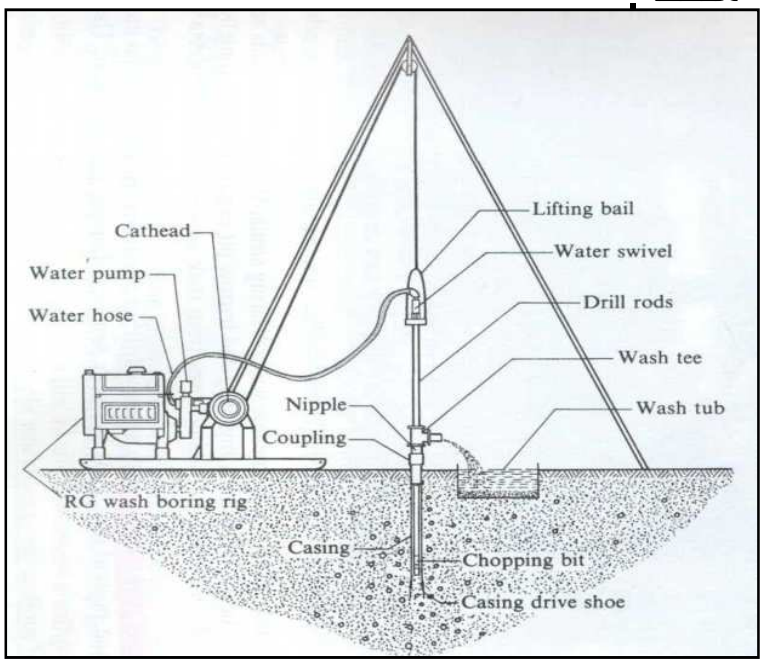
يتم استخدام جهازالحفر Drilling rig بدوران رأس حفر بسرعة عالية وضغط يؤدي الى تفتيت التربة ونفاذ رأس او لقمة الحفر Drilling bit ويصاحب هذه العملية ضخ الماء مع الطين من خلال انابيب الحفر لتقليل الاحتكاك وزيادة سرعة الحفر، وتستخدم رؤوس حفر باحجام واشكال مختلفة تتناسب مع طبيعة التربة.

Soil samplers

Drilling bit

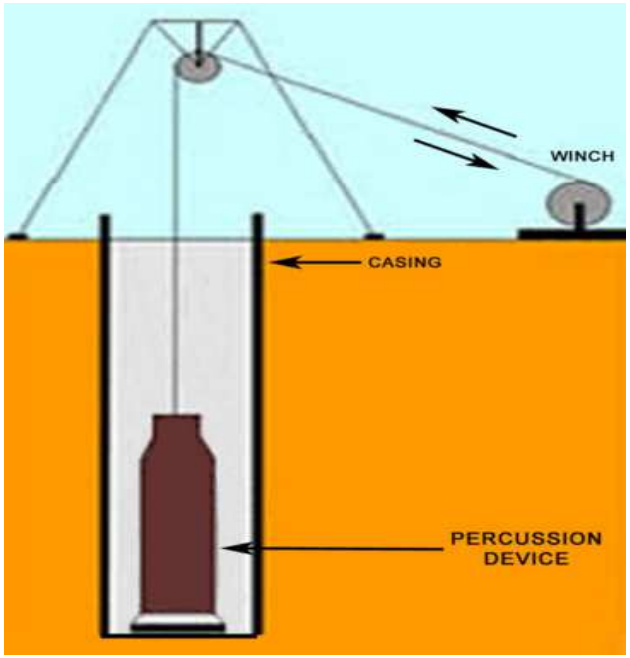
•الحفر بالغسيل Wash boring

تبدأ عملية الحفر بهذه الطريقة بدق انابيب تغليف معدنية Casing داخل التربة بعمق 3-4 متر لتثبيت الحفرة ومنع انهيار جدرانها ثم يتم ازالة التربة بواسطة ضغط الماء الذي يصل اليها من خلال الثقوب في لقمة الحفر اسفل ذراع الحفر ويندفع فتات التربة مع الماء بين ذراع الحفر وانبوب التبطين ليتم تجميعها في حوض جانبي تؤخذ منه عينات التربة لفحصها. يبين الشكل التالي هذ الطريقة لاخذ العينات والتي تستخدم بشكل شائع للتربة غير المتماسكة مثل التربة الرملية والحصى ولاتوفر لنا سوى عينات مفككة.



•الحفر بالطرق Percussion drilling

تستخدم هذه الطريقة بشكل خاص في المناطق ذات التربة الصلبة والصخور اذا يتم تفتييت التربة والصخور عن طريق الدق المستمر اسفل الحفرة بواسطة لقمة الحفر كما مبين في الشكل ويمرر الماء على التربة المفتتة لتندفع الى خارج الحفرة ويتم التعرف على تغير الطبقات عن طريق تغيرمعدل سرعة الحفر. تمتاز هذه الطريقة بفعالية عالية في مختلف انواع التربة وامكانية الوصول الى مستوى المياه الجوفية لكن المعدات المستخدمة تكون ثقيلة والطريقة بطيئة نوعا ما.



انواع عينات التربـة (Types of Soil Samples)

(1) العينات السليمة (Undisturbed samples) – وهي العينات التي يتم استخراجها دون إحداث خلخلة لتركيبها الطبيعي. ويتم استخراج مثل هذه العينات بواسطة آلة الحفر من الآبار داخل أنابيب أسطوانية خاصة (Tube samplers)، ويمكن كذلك أخذ هذا النوع من العينات من الحفر التجريبية على شكل قطع أو كتل من التربة بتركيبها الطبيعي (Block samples).

لابد من العناية الفائقة بالعينات وذلك بتغليف العينات السليمة فور استخراجها لضمان استقرار خصائصها الطبيعية وأهمها الرطوبة، وذلك ريثما يتم نقلها للمختبر. ويتم التغليف عادة باستعمال الشمع (Wax) أو البرافين (Paraffin) اللذين يستعملان لهذا الغرض بعد تذويبهما. وينصح بلف العينة بقطعة من القماش الخفيف (مثل القماش الطبي المخرّم) ويجري صب البرافين أو الشمع السائل – الذي يتجمد بسرعة – عليها مما يضمن عدم تعرضها للجو الخارجي.

وأما **الغرض من العينات السليمة** فهو دراسة الخصائص الميكانيكية للتربة بتركيبها ووضعها الطبيعيين من خلال فحوصات القص (Shear) والانضغاط المحوري اللامحصور (Unconfied compression) والقص ثلاثي المحاور (Triaxial test) والتضاغط (Consolidation) والنفاذية (Permeability) وغيرها.

2- العينات المخلخلة التركيب (Disturbed samples) – وهي عينات يتم الحصول عليها إما بطرق يدوية سهلة وأدوات بسيطة من الحفر التجريبية أو من خلال الابار دون التركيز على الحفاظ على تركيبها الطبيعي بواسطة المثقاب (Auger) أو الحفر بالدق (Percussion) أو الحفر باستعمال بالماء (Wash boring) .

وأما **الغرض من استخراج هذا العينات المخلخلة**، فهو أخذ فكرة أولية سريعة عن طبيعة التربة وتكوينها مما يسهل عملية تصنيفها السريع بالنظر ووصفها (Visual description)، إضافة إلى أن هذه العينات تلزم لإجراء أهم فحوصات التعرف على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة (Physical and chemical properties) مثل محتوى الرطوبة الطبيعي (Natural moisture content) وحدود اتربرغ (Atterberg limits) للسيولة واللدونة والانكماش والتدرج الحبيبي (Gradation) والوزن النوعي (Specific gravity) وكذلك محتوى الكبريتات (Sulphate content) والكلوريد (Chloride content) والأس الهيدروجيني (PH value) وغيرها من الفحوصات التي لا يستدعي إجراؤها الحصول على عينات سليمة ولا تتاثر بخلخلة التربة.

فحوصات التربة Soil tests

تهدف فحوصات التربة الى دراسة خصائصها الاساسية لتقييم التربة ومدى صلاحيتها لاقامة المشاريع الهندسية المختلفة:

(1) **الخصائص الفيزيائية للتربة: هي تلك الخصائص المتعلقة بطبيعة التربة** كمحتوى الرطوبة الطبيعية فيها (Natural moisture content) وحدود السيولة (Liquid limit) واللدونة (Plastic limit) وكذلك الوزن النوعي (Specific gravity) والكثافة (Density) ونسبة الفراغات (Voids ratio) ودرجة التشبع بالماء (Degree of saturation) وغيرها.

(2) **الخصائص الميكانيكية او الهندسية للتربة: يقصد بها خصائص التربة وسلوكها تحت تأثير الأحمال،** كمقاومة التربة للقص (Shear strength) وقوة التماسك بين حبيباتها (Cohesion) ومقاومة الانضغاط (Compressive strength) والدمك (Compaction) وغيرها.

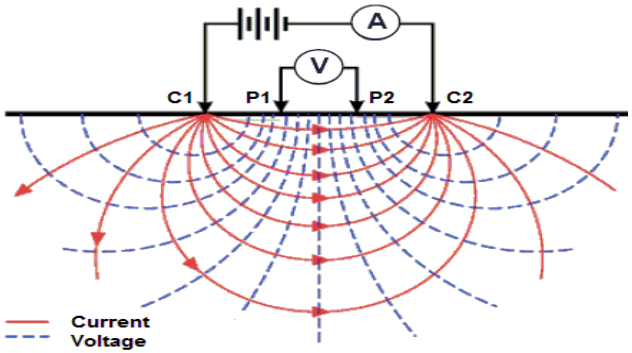
(3) **الخصائص الكيميائية للتربة: يقصد بها ما تحتويه من مواد كيميائية قد يكون لها تأثير سلبي على خرسانة الأساسات،** كمحتوى الكبريتات (Sulphate content) ومحتوى الكلوريدات (Chloride content) والشوائب العضوية (Organic impurities) والاملاح القابلة للذوبان (Total soluble salts) وحامضية أو قاعدية الوسط (Acidity or alkalinity of environment) التي يدل عليها الرقم الهيدروجيني (PH value) وغيرها.

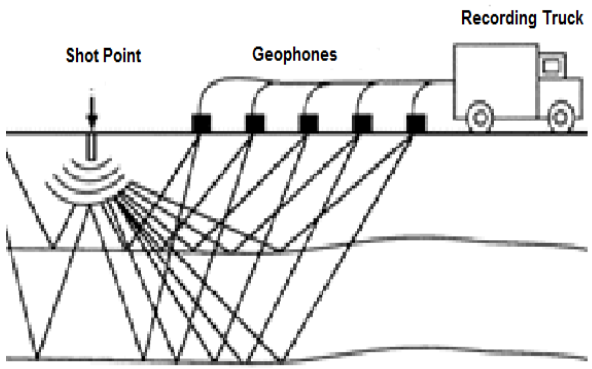
الاستكشاف الجيوفيزيائي Geophysical exploration methods

تعتبر الطرق الجيوفيزيائية المختلفة من الطرق الاساسية المستخدمة في عمليات استكشاف الموقع عند اقامة المشاريع الكبيرة كالسدود والانفاق والطرق السريعة وغيرها. الهدف الاساسي من استخدام هذه الطرق هو استكشاف الموقع ومراقبته بجهد ووقت وكلفة اقل مقارنة بطرق مثل حفر الابار وتقليص عددها قدر الامكان. اذ تتطلب المشاريع الهندسية الضخمة الحصول على صورة واضحة وتفصيلية عن الوضع الجيولوجي والتركيبي للموقع خاصة للاعماق القريبة من سطح الارض.

ومن الطرق الجيوفيزيائية المستخدمة:

1. الطرق الكهربائية Electrical Methods
2. الطرق الزلزالية Seismic Methods
3. الطريقة الجذبية Gravity Method
4. الطريقة المغناطيسية Magnetic Method





تقرير تحريات التربة Soil investigation report

تقرير تحريات التربة Soil Investigation report

تعتبر كتابة التقرير الفني عن تحريات التربة هي المرحلة الاخيرة من برنامج تحريات موقع المشروع site investigation والذي يجب ان يشمل جميع البينات ونتائج الفحوصات المختبرية والحقلية المتعلقة بالموقع المقترح وبالتالي فان هذا التقرير يعد المرجع الاساسي لوضع التصميم الخاص بالمشروع والمراحل اللاحقة لبناء المشروع والمراقبة المستقبلية، ويجب ان يحتوي التقرير على مايلي:

- العنوان الرئيسي للتقرير
- محتويات التقرير
- وصف عام للمنطقة والموقع المقترح
- الوضع الجيولوجي والطبوغرافي والهيدرولوجي للموقع
- برنامج التحريات من حيث توزيع حفر الاختبار والجسات واعدادها واعماقها ومواقعها على الخارطة
- وصف التربة في المنطقة وطبقاتها
- وصف الطبقة الصخرية وتحديد عمقها
- تقييم المياه الجوفية من حيث منسوبها وطبيعة خزانات المياه الجوفية ونتائج تحليلها الكيميائي
- نتائج الفحوصات الحقلية والمختبرية
- خلاصة التقرير
- التوصيات بشأن نوعية الاسس واعماقها والمواد التي يجب ان تستخدم فيها وقدرة تحمل التربة والهبوط المتوقع.. الخ
- ملاحق في نهاية التقرير وتشمل:
  - سجلات الحفر والمقاطع الخاصة بها
  - الجداول التي تبين نتائج الاختبارات الحقلية والمختبرية
  - المخططات والصور الفوتوغرافية لاعمال التحريات الموقعية

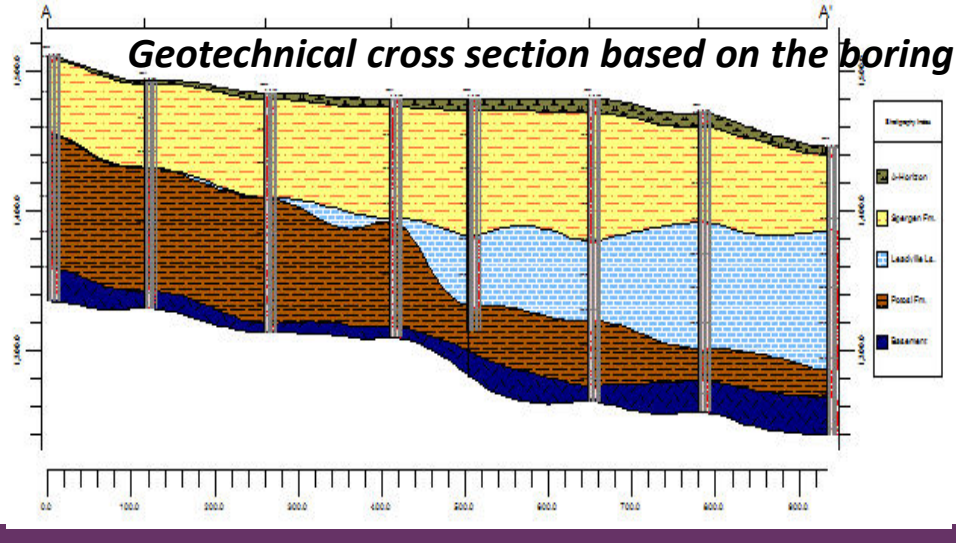
BOREHOLE 1

GEOTECHNICAL SOIL BORING LOG

Project Name : New Buildings of Diyala University-Part II	Project Location: Baquba city/ Diyala Governorate.
Boring Date : 22 / 02 / 2015	Method of Boring : Flight Auger
Total Depth of Boring : 20.0m	Ground Level : N.G.L

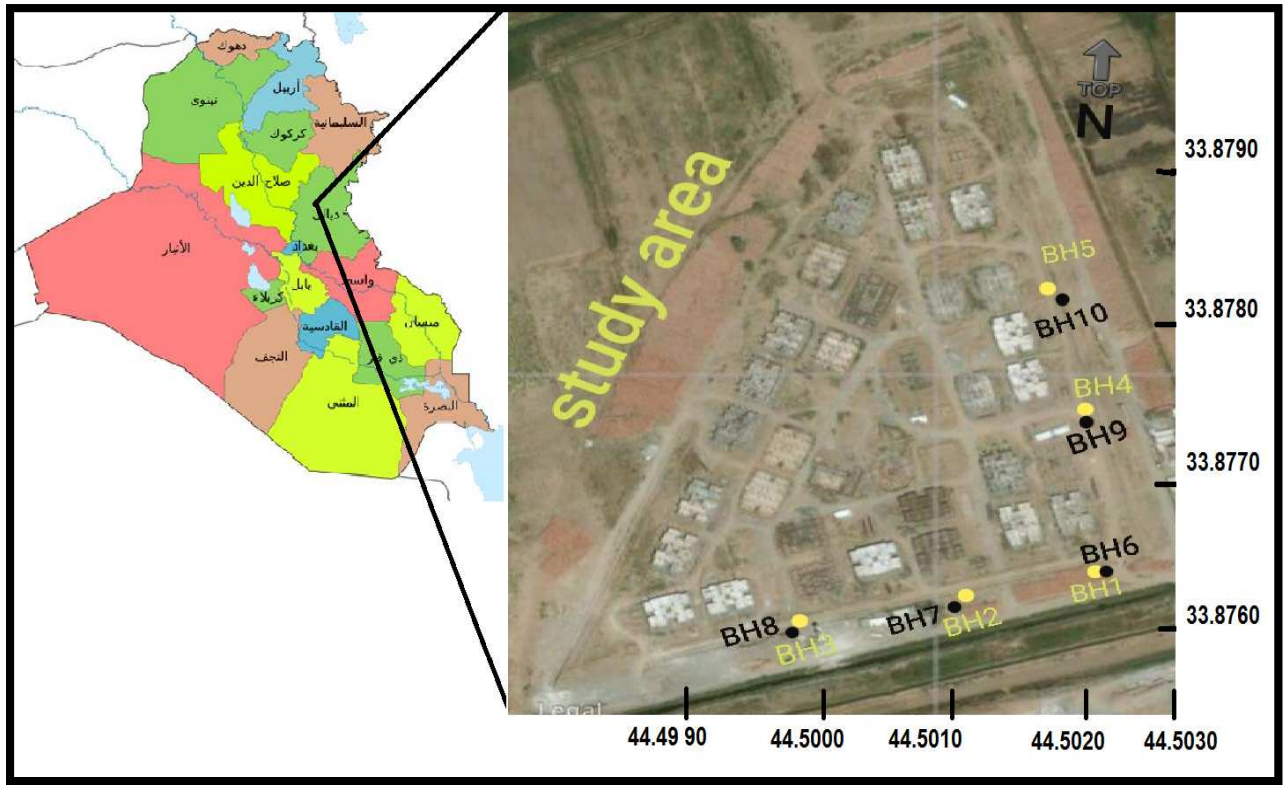
Depth (m)	Sample	Legend	Soil Description	Wc %	$N_{60\ correc.}$	Comments
1.5	SPT				5	
3.0	US			21.51		
5.0	SPT				18	
7.0	SPT		Light to dark brown low plasticity clay (CL)		28	
9.0	US			22.10		
12.0	SPT				26	
13.0	SPT					
14.0	SPT		Dark gray silty sand (SM)			
15.0	SPT				20	
20.0	SPT				26	

Geotechnical cross section based on the boring logs



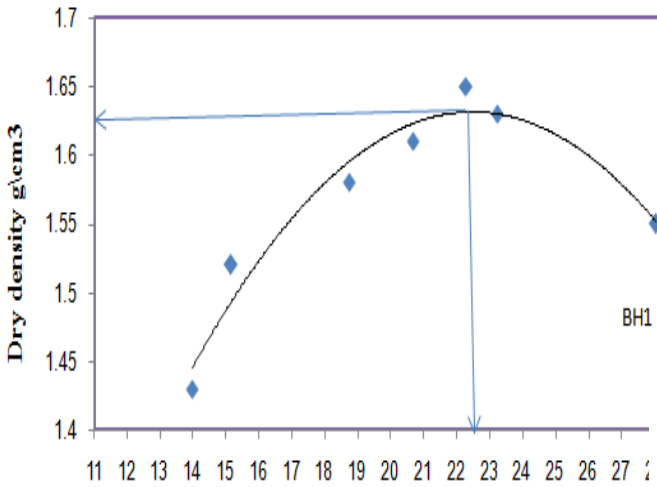
Case Study (1):

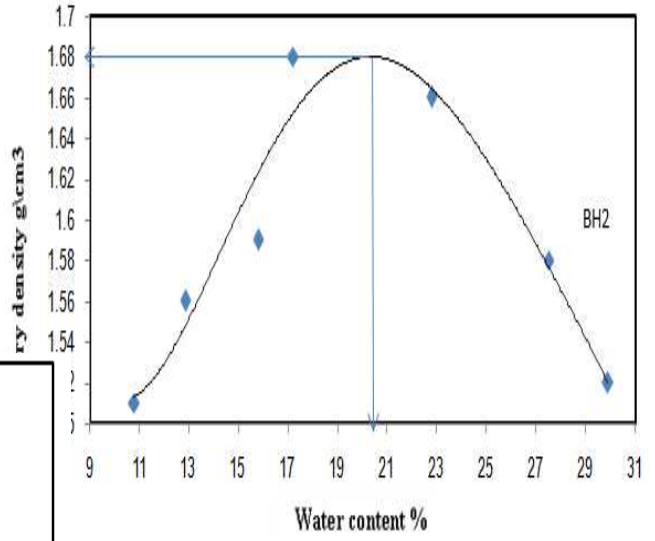
Compaction Characteristics of Soil in Al Khalis City

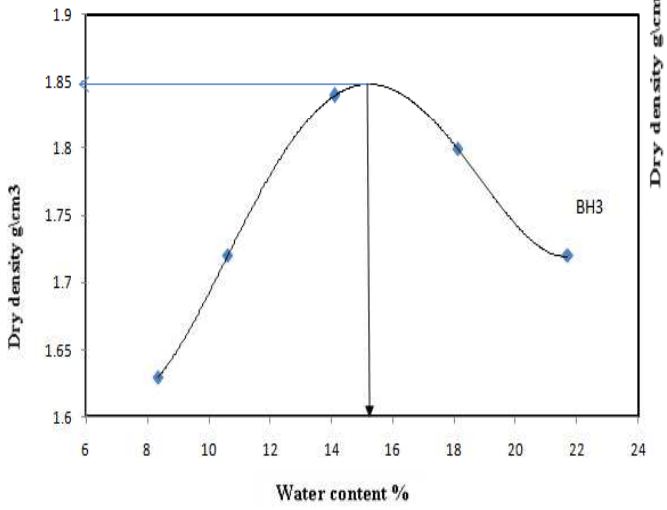

study area
TOP
N
BH5
BH10
BH4
BH9
BH6
BH1
BH7
BH2
BH8
BH3
33.8790
33.8780
33.8770
33.8760
44.49 90
44.5000
44.5010
44.5020
44.5030
دهوك
اربيل
نينوى
السليمانية
كركوك
صلاح الدين
ديالى
الأنبار
بغداد
بابل
واسط
كربلاء
ميسان
القادسية
النجف
ذي قار
المثنى
البصرة

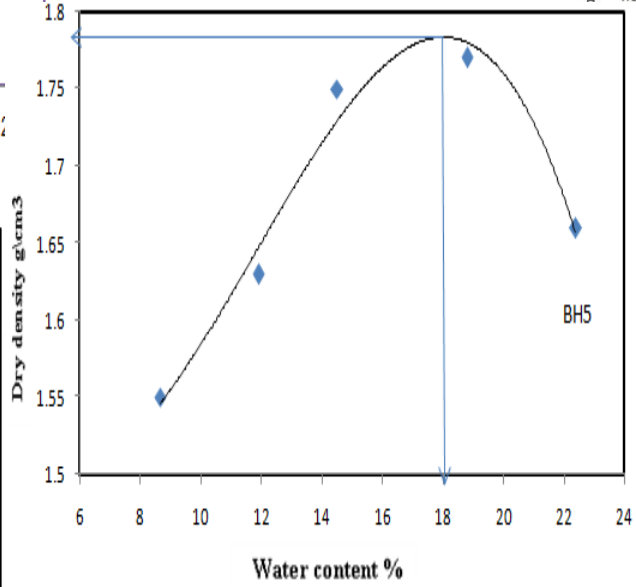
Lab Work

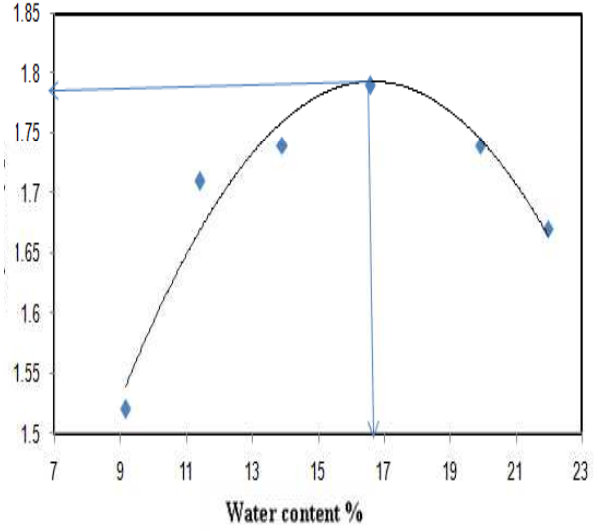
Field Work



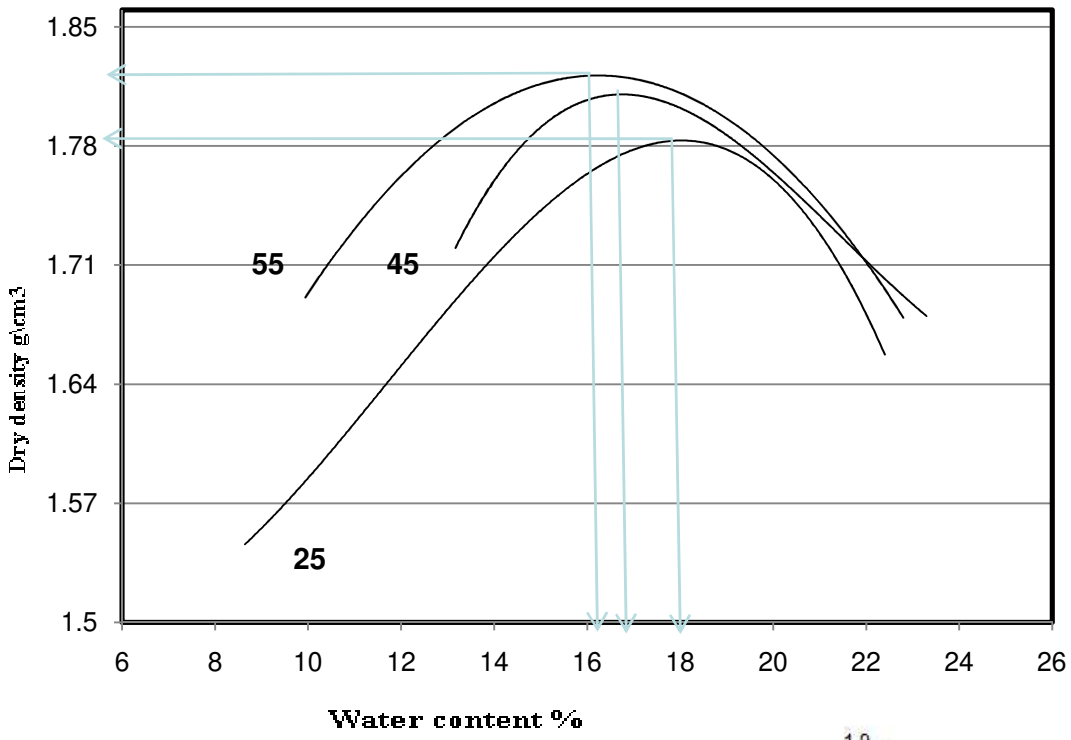


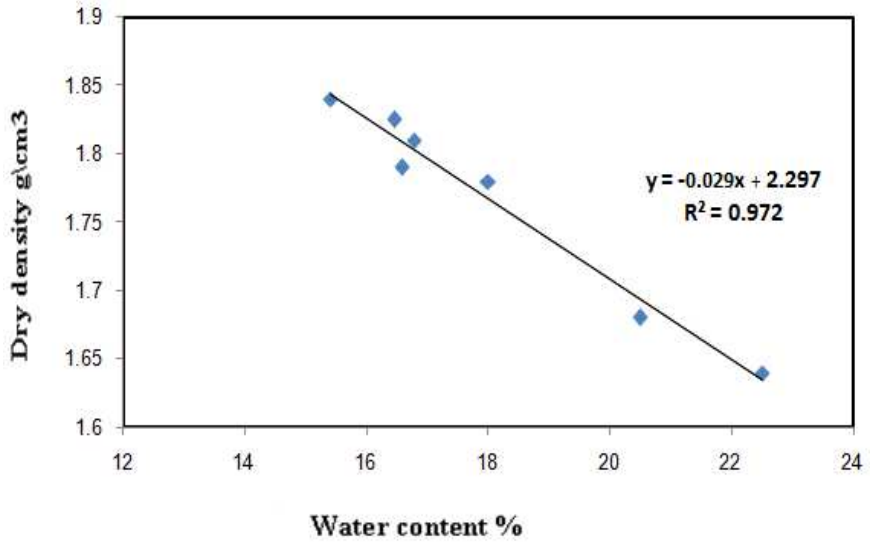






Compaction curves
(Dry Density- Water content)


1.85
1.78
1.71
1.64
1.57
1.5
Dry density g\cm3
55
45
25
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
Water content %


1.9
1.85
1.8
1.75
1.7
1.65
1.6
Dry density g\cm3
y = -0.029x + 2.297
R² = 0.972
12
14
16
18
20
22
24
Water content %

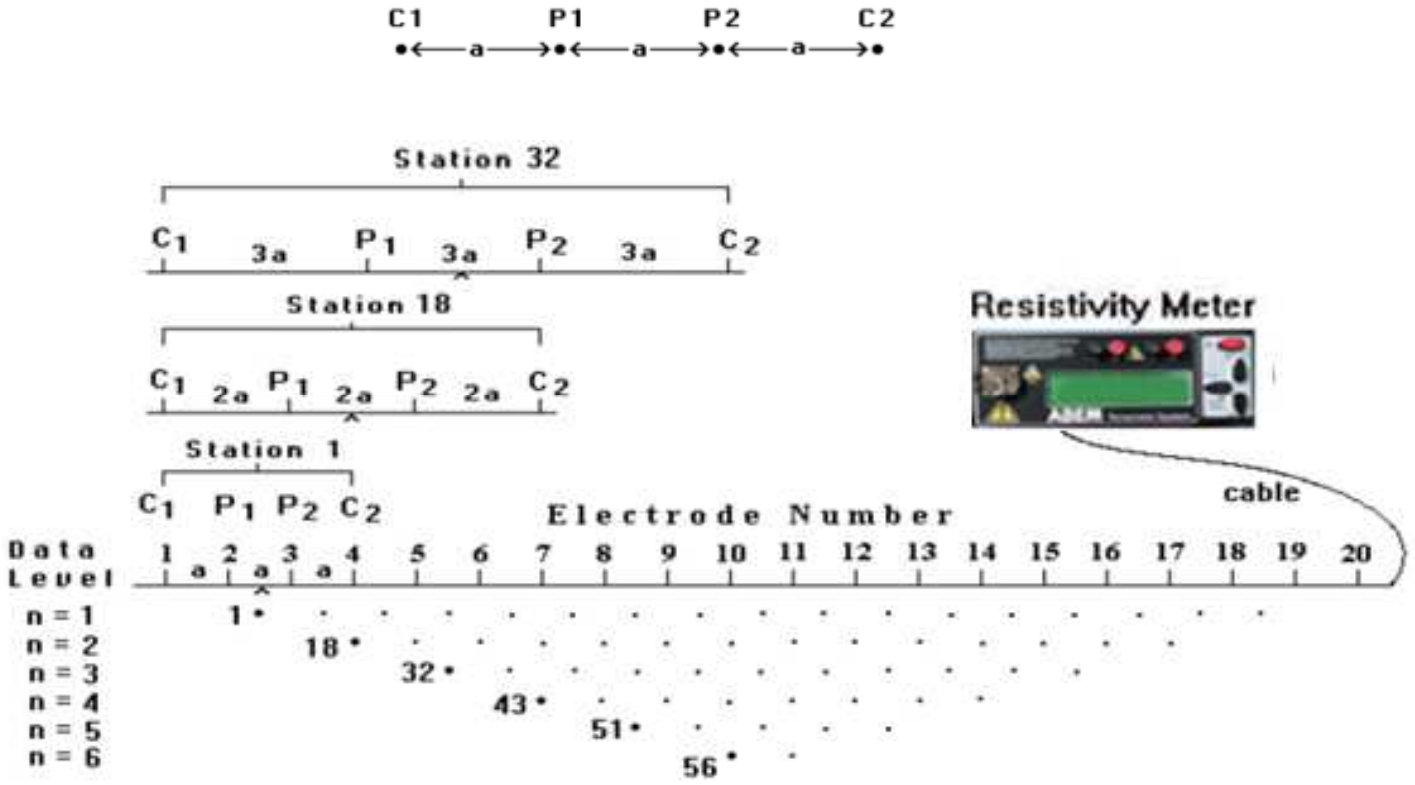
Case Study (2):

Determination of Groundwater Level at Diyala University Campus Site Using 2D Electrical Resistivity Tomography ERT

Field Work

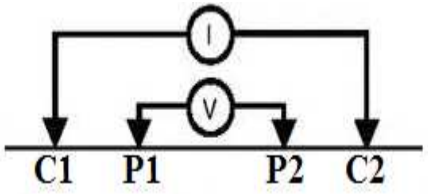
Field work (Data Collection)

Wenner Array

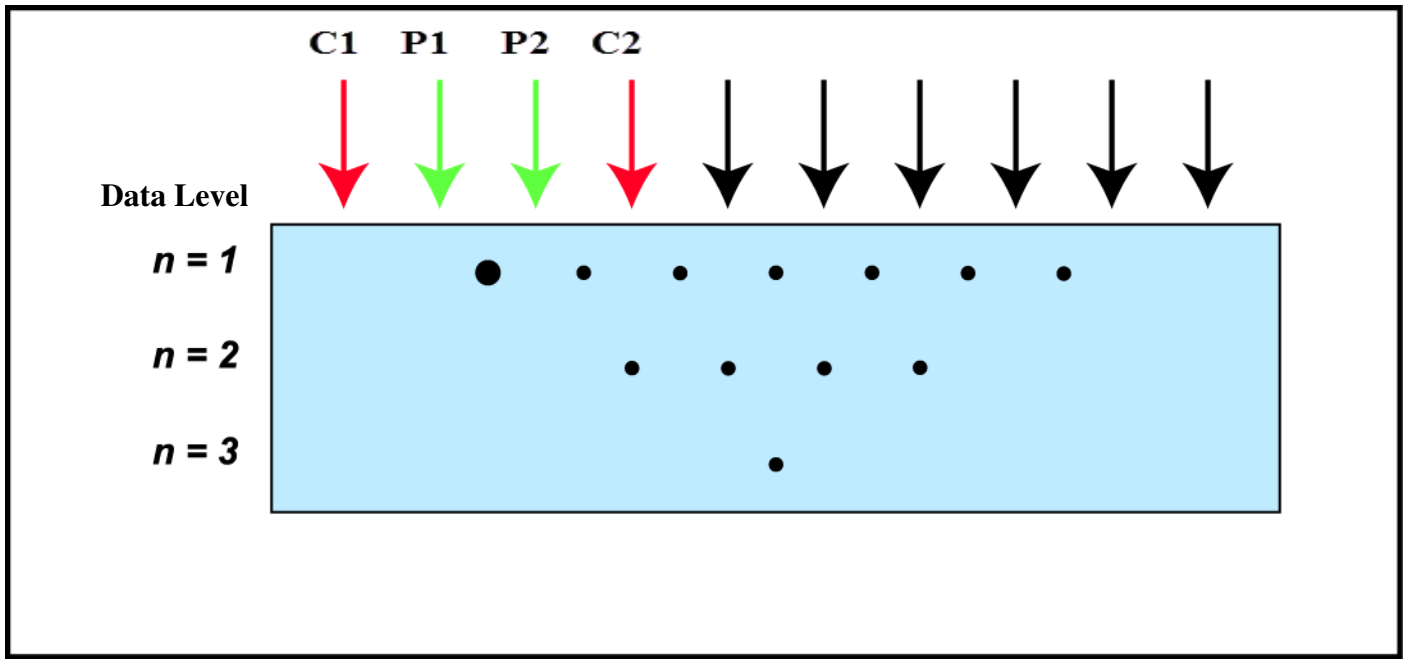


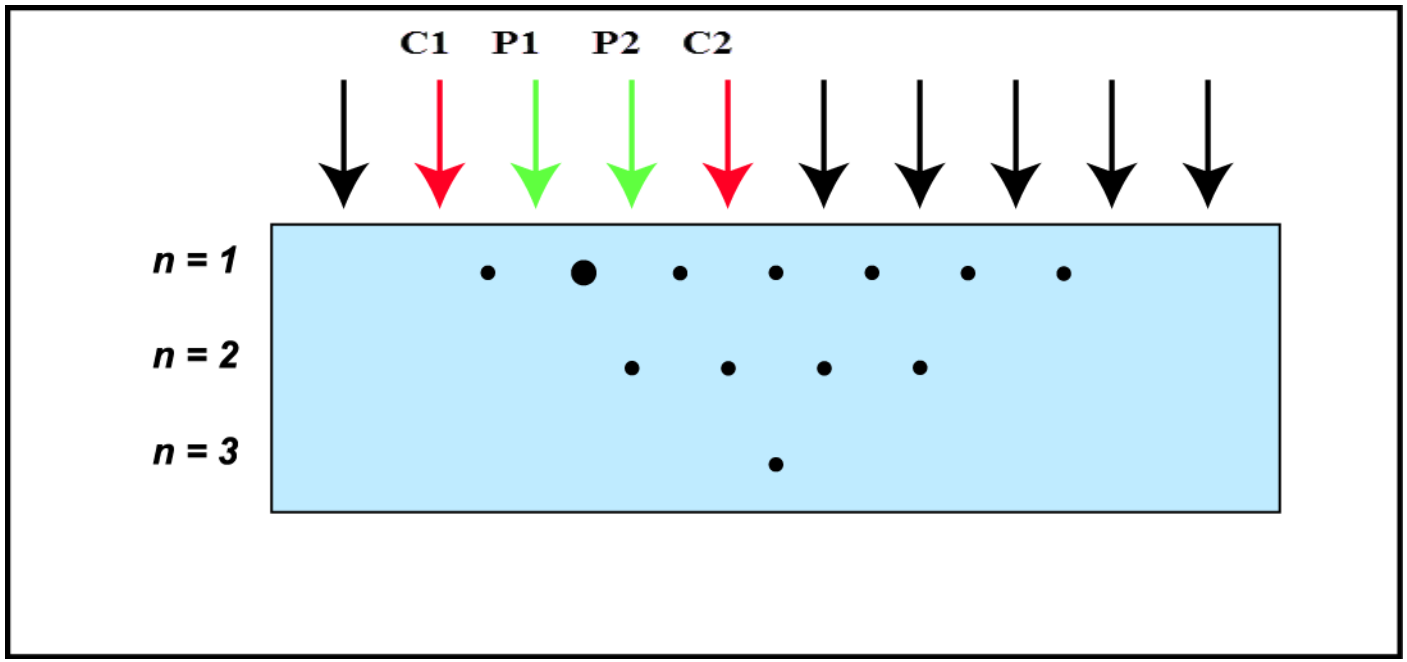
2D Data Collection

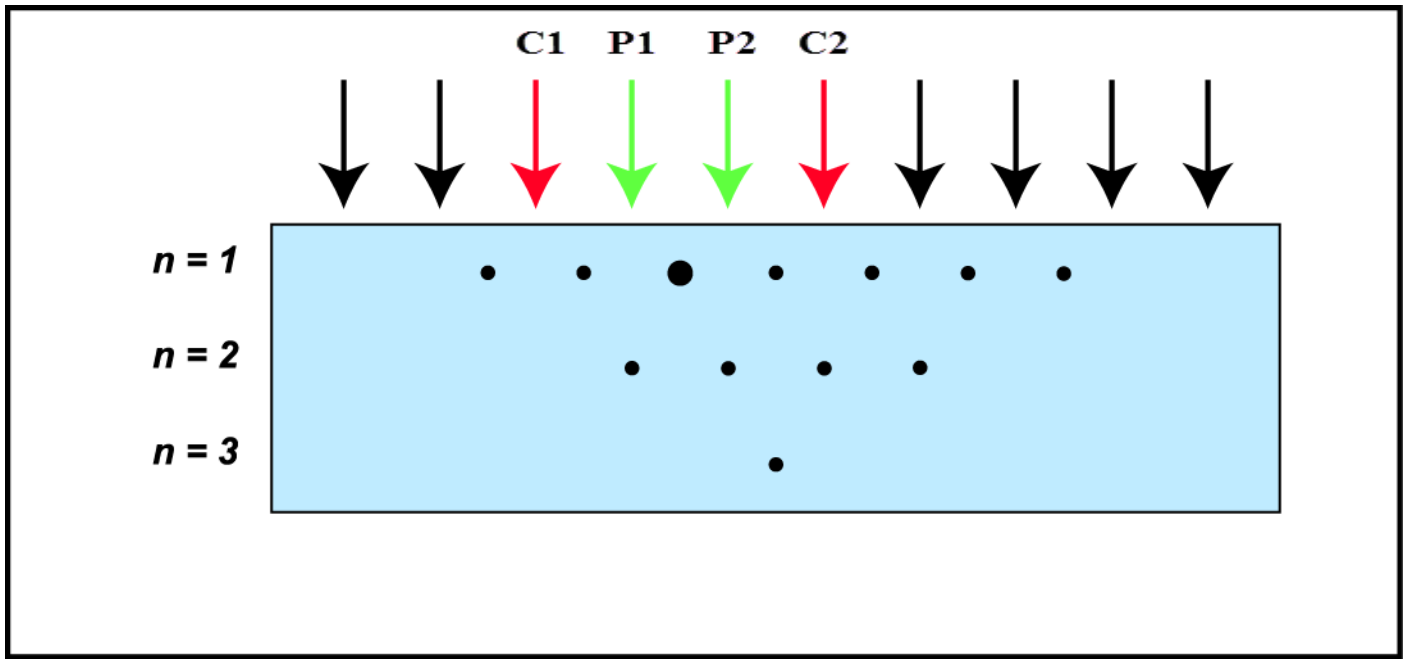
Wenner Array

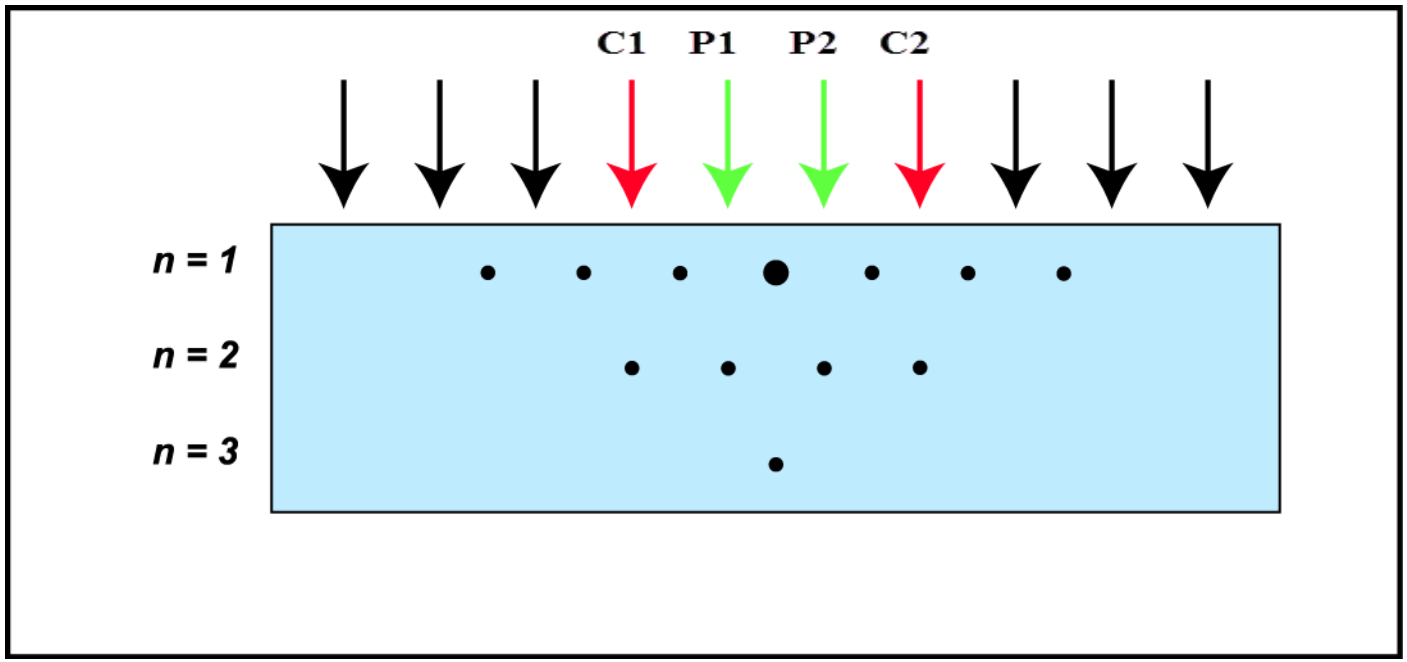


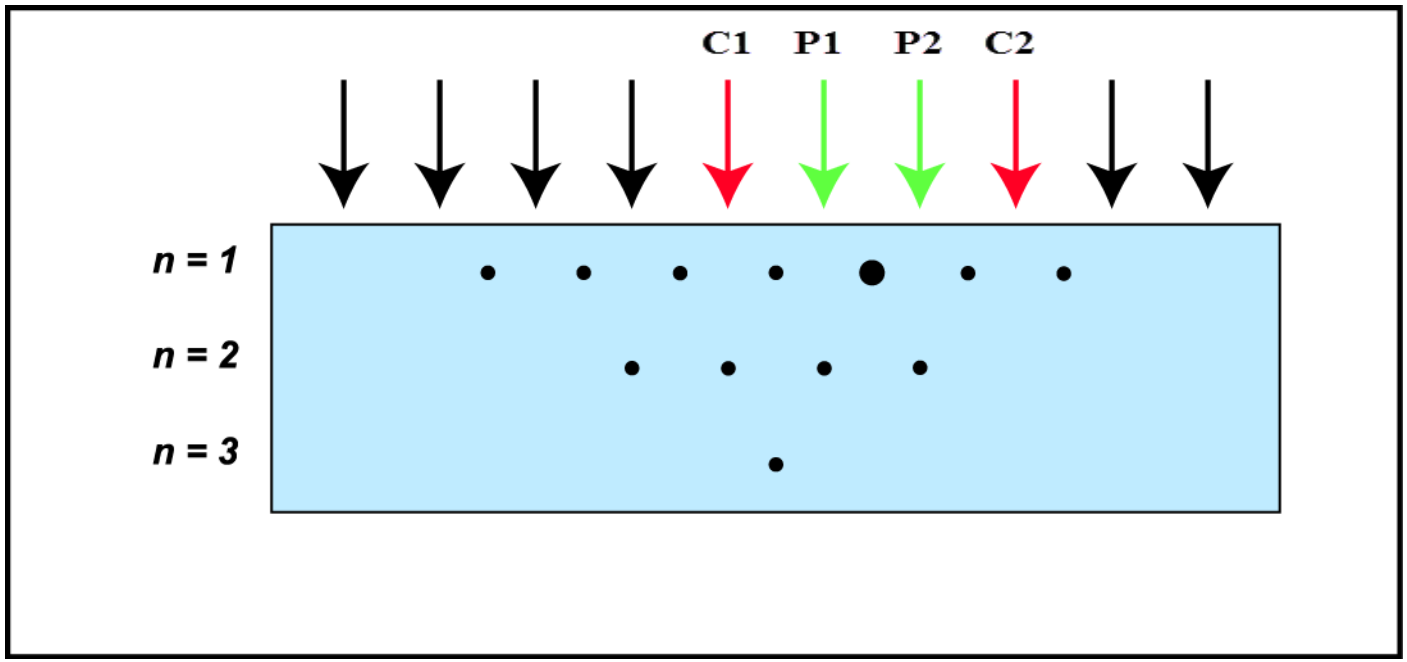
C1, C2 Current Electrodes
P1, P2 Voltage Electrodes

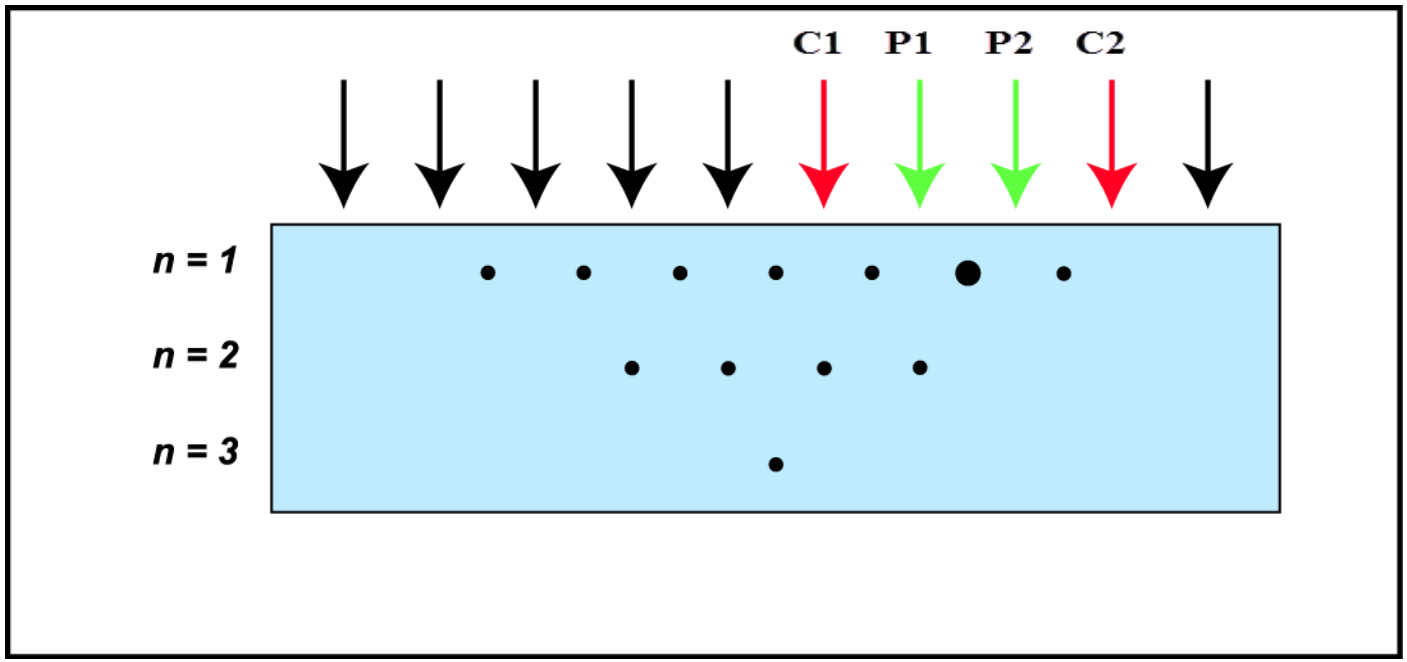


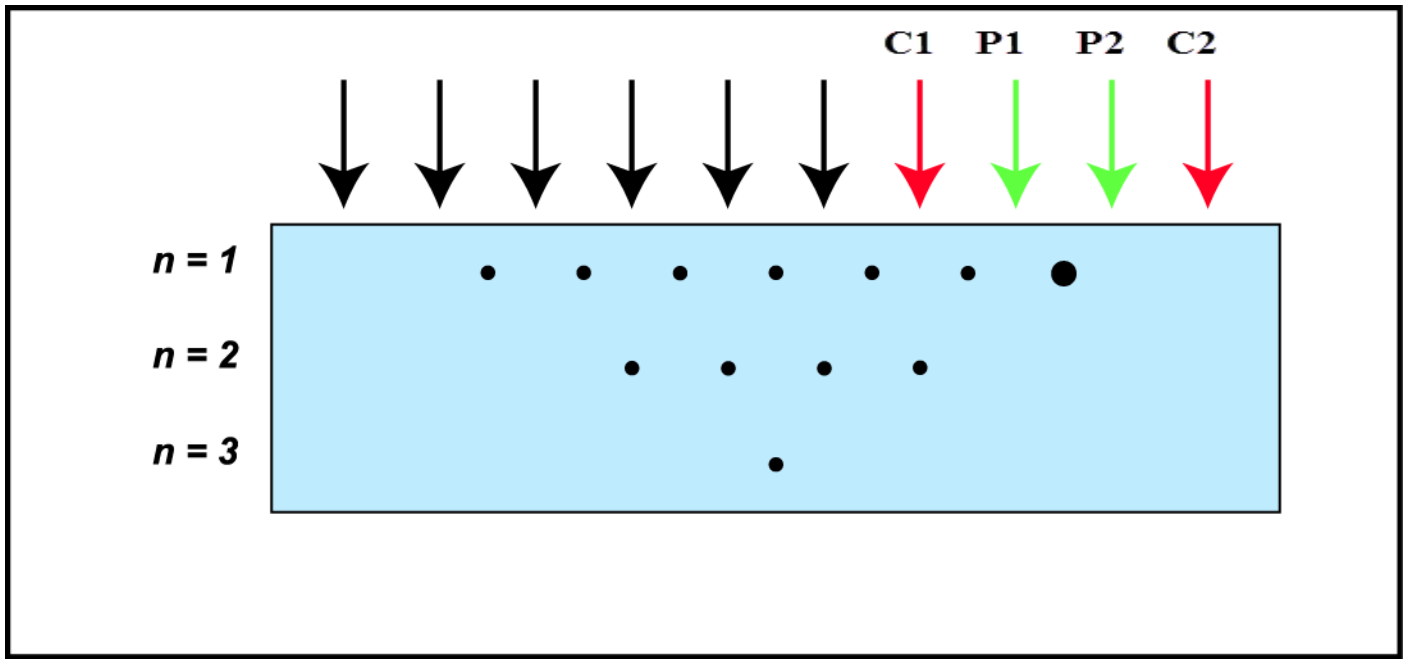

C1
P1
P2
C2
n = 1
n = 2
n = 3

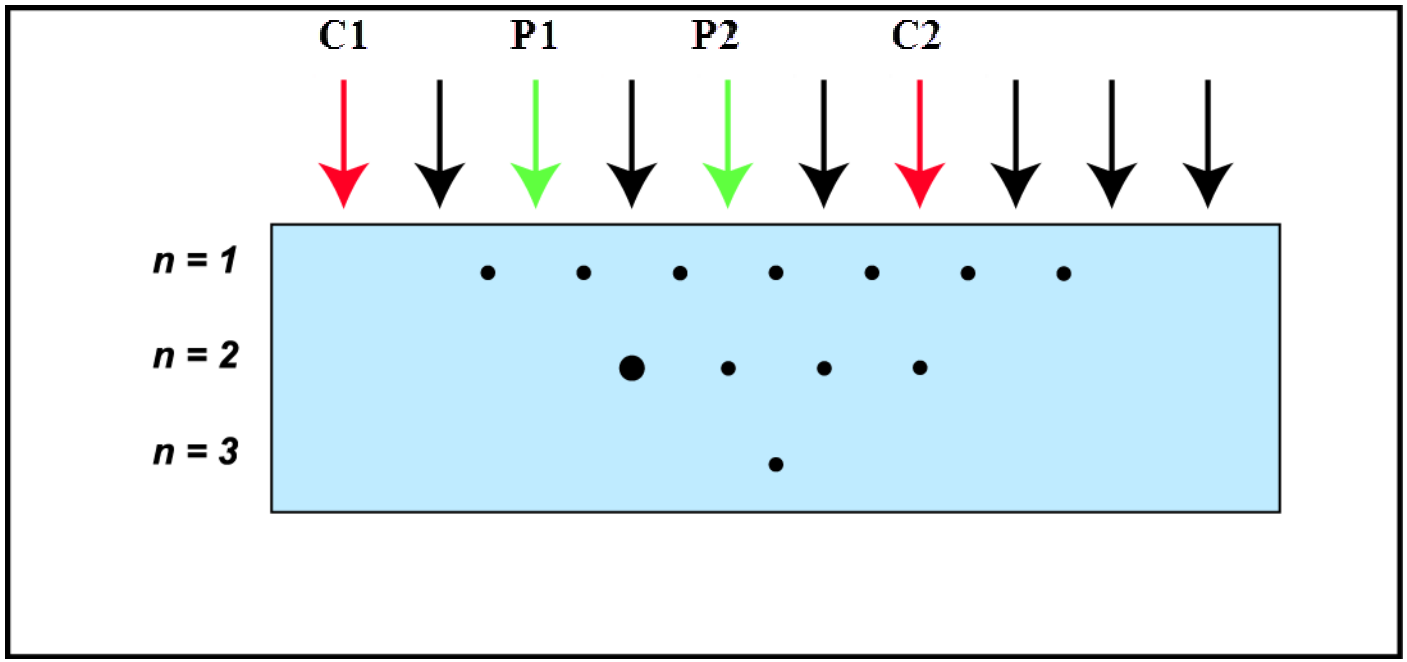

C1
P1
P2
C2
n = 1
n = 2
n = 3

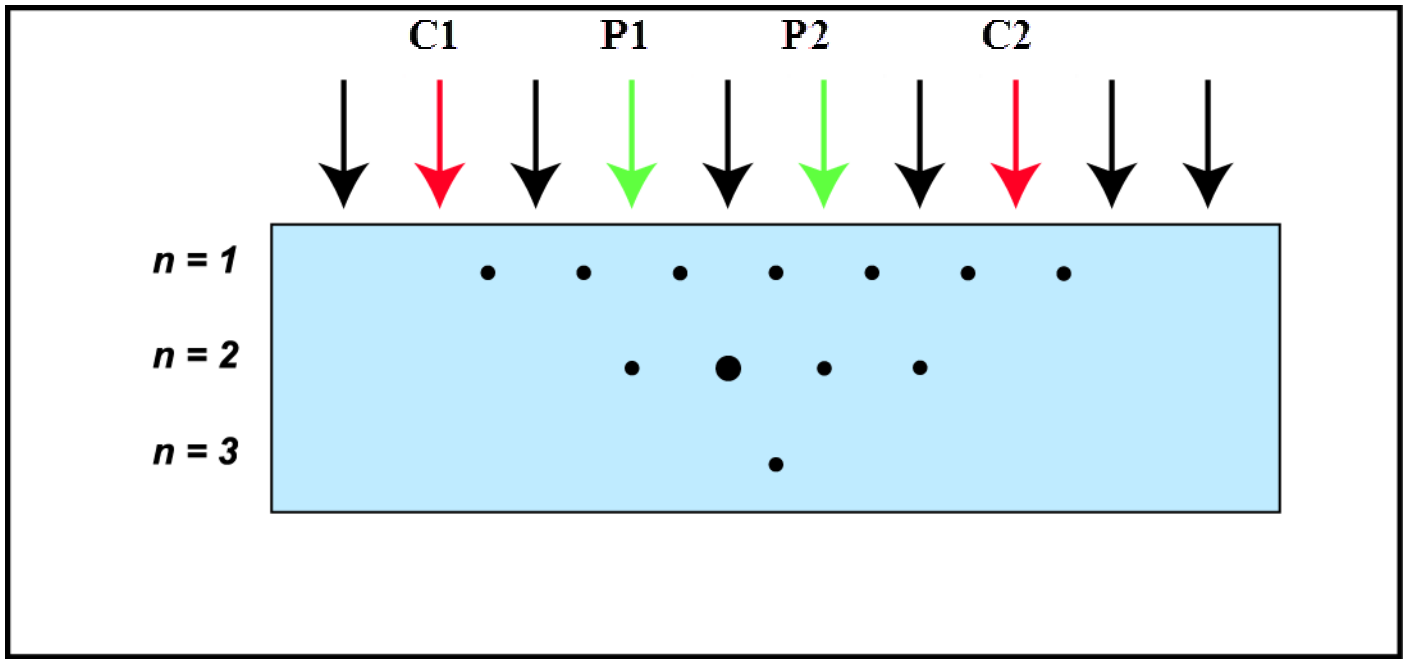

C1
P1
P2
C2
n = 1
n = 2
n = 3

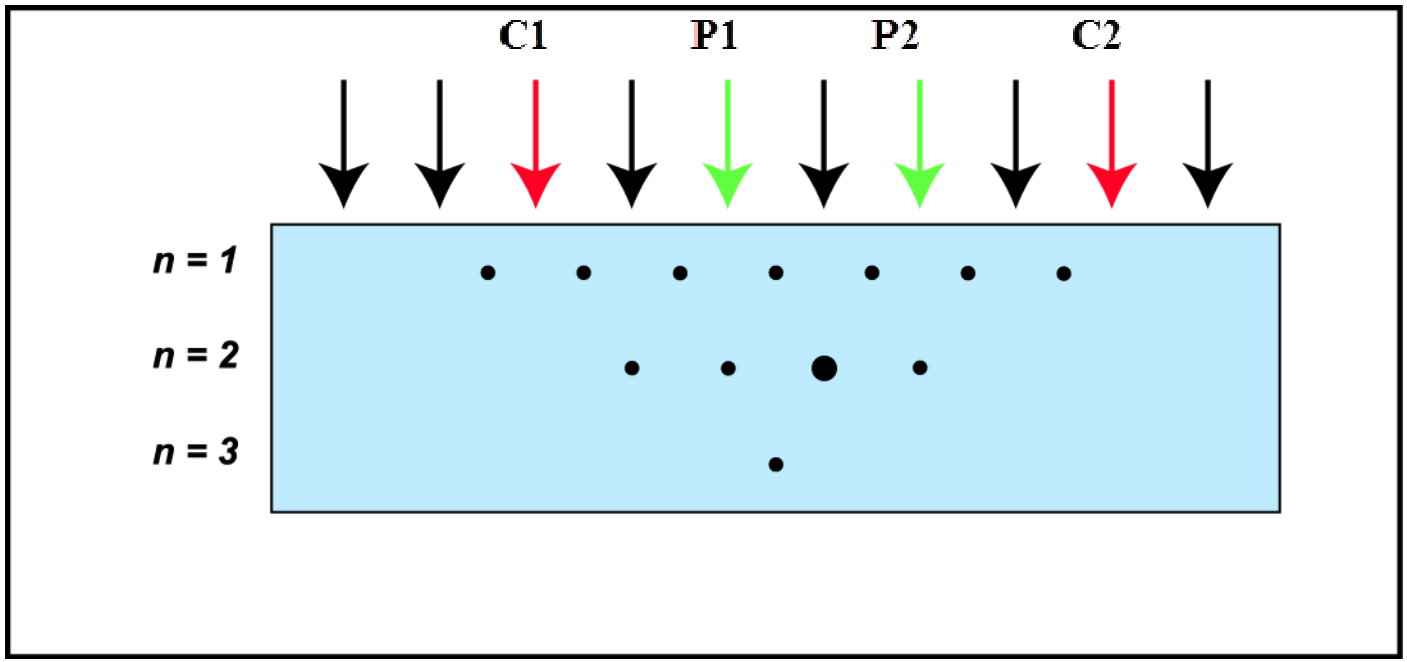

C1
P1
P2
C2
n = 1
n = 2
n = 3

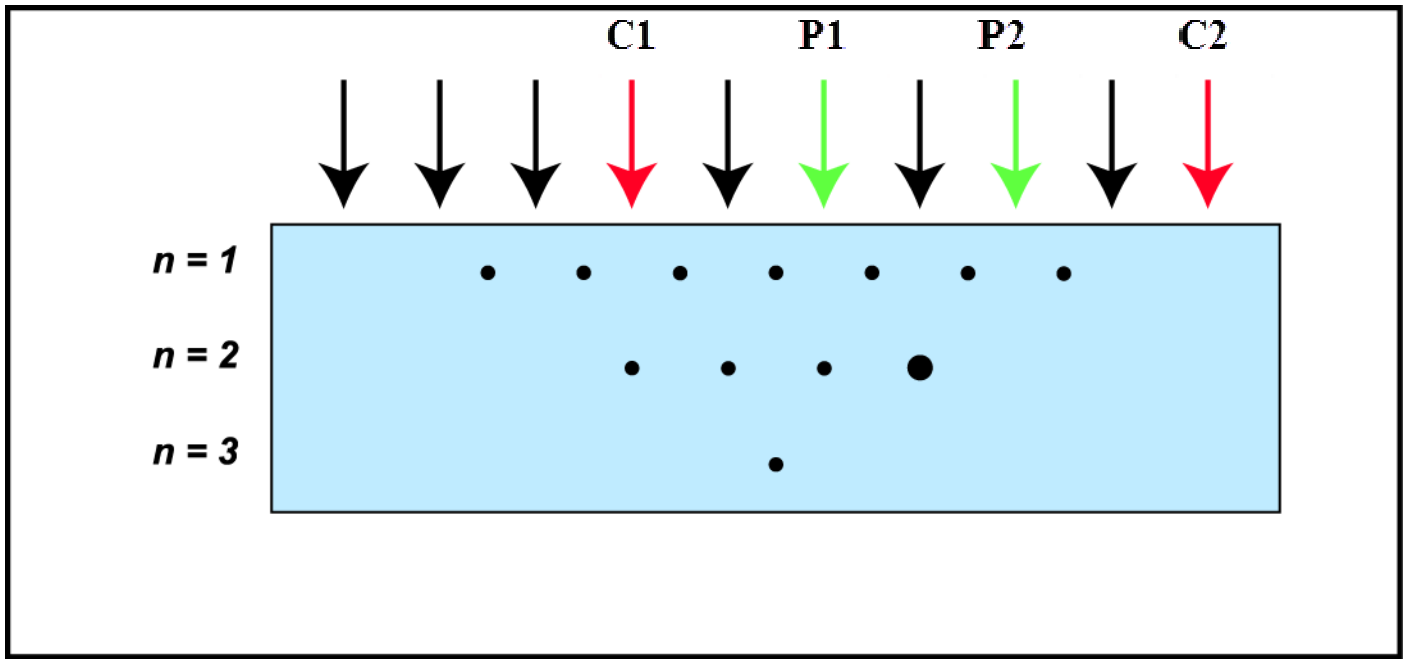

C1
P1
P2
C2
n = 1
n = 2
n = 3

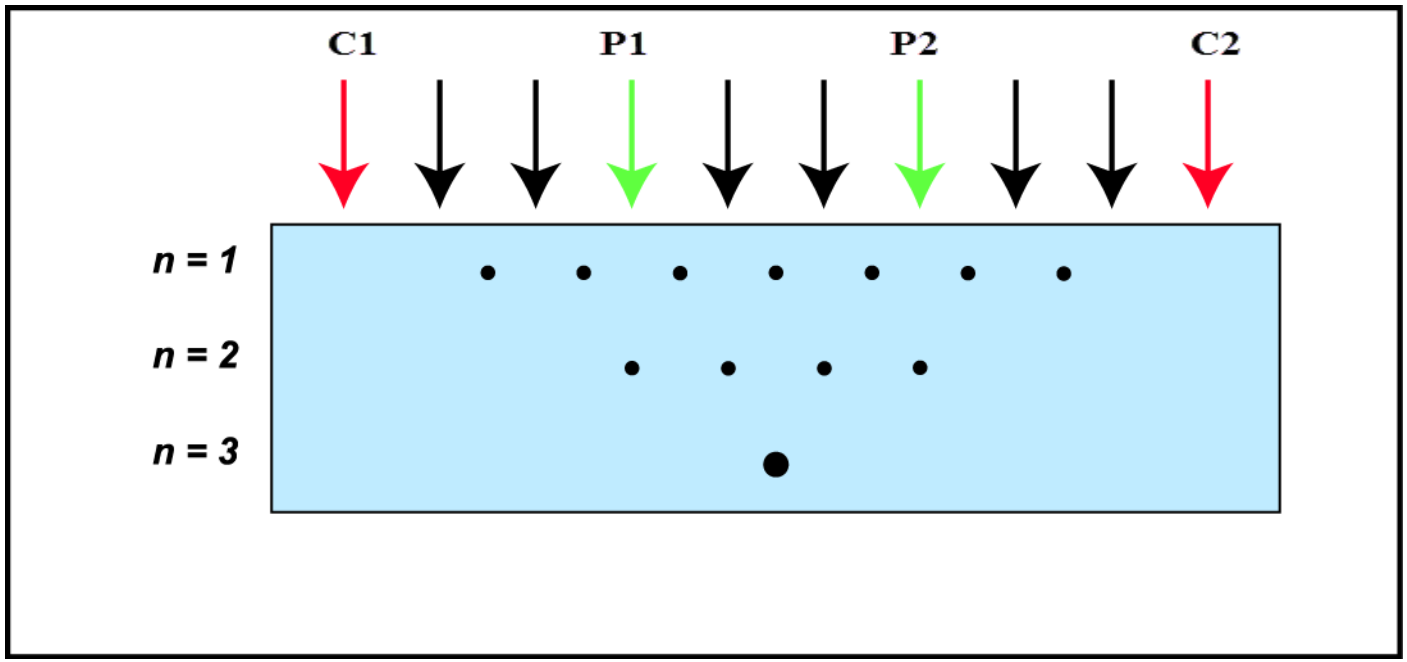

C1
P1
P2
C2
n = 1
n = 2
n = 3


C1
P1
P2
C2
n = 1
n = 2
n = 3

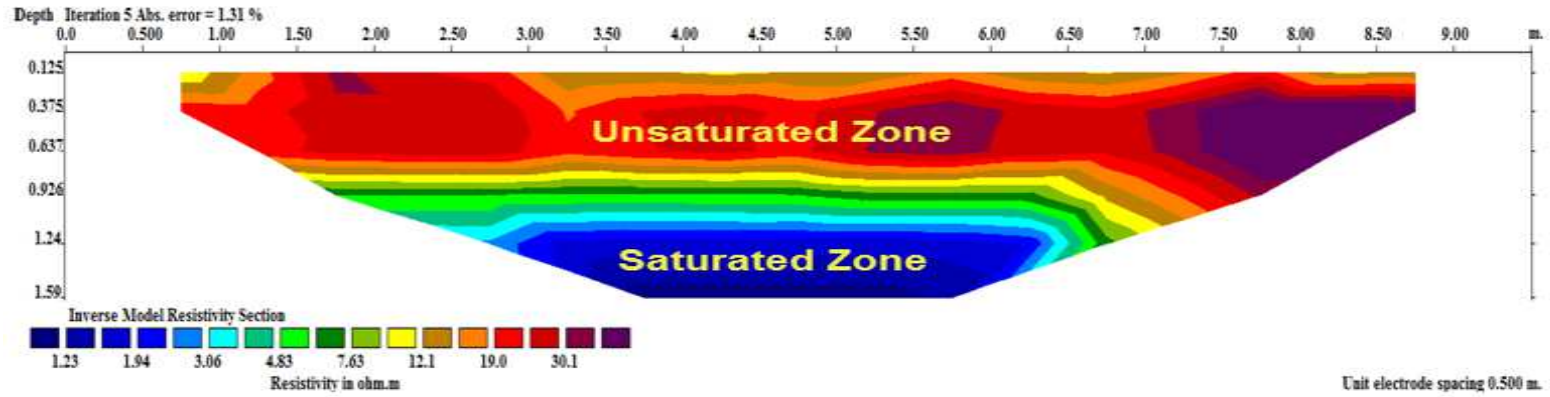

C1
P1
P2
C2
n = 1
n = 2
n = 3


C1
P1
P2
C2
n = 1
n = 2
n = 3

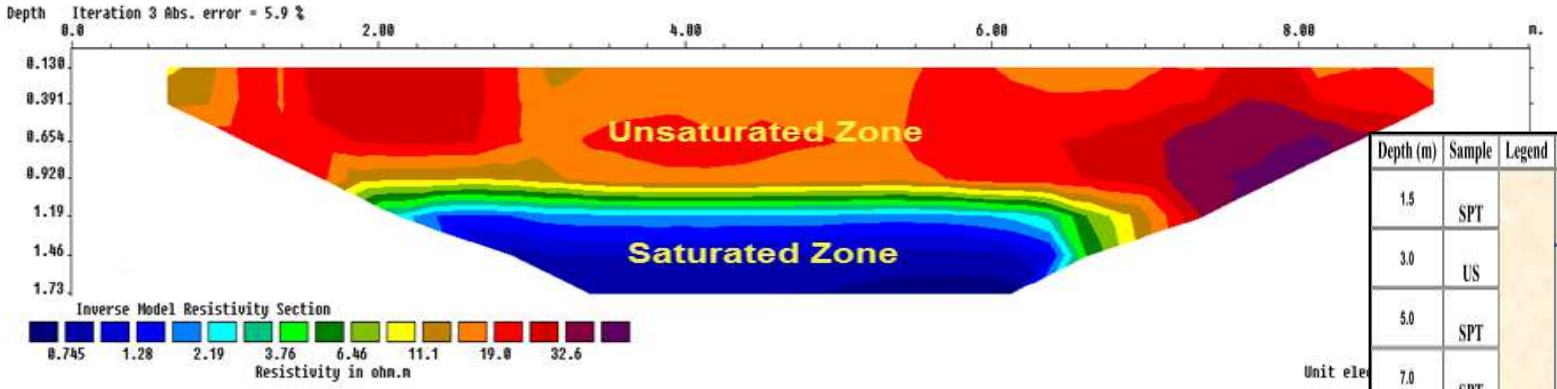

C1
P1
P2
C2
n = 1
n = 2
n = 3


C1
P1
P2
C2
n = 1
n = 2
n = 3

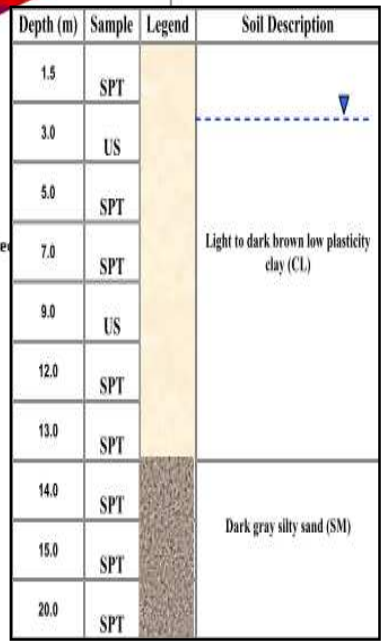
Data Interpretation (RES2DINV Program)



Wenner Array



Wenner- Schlumberger Array

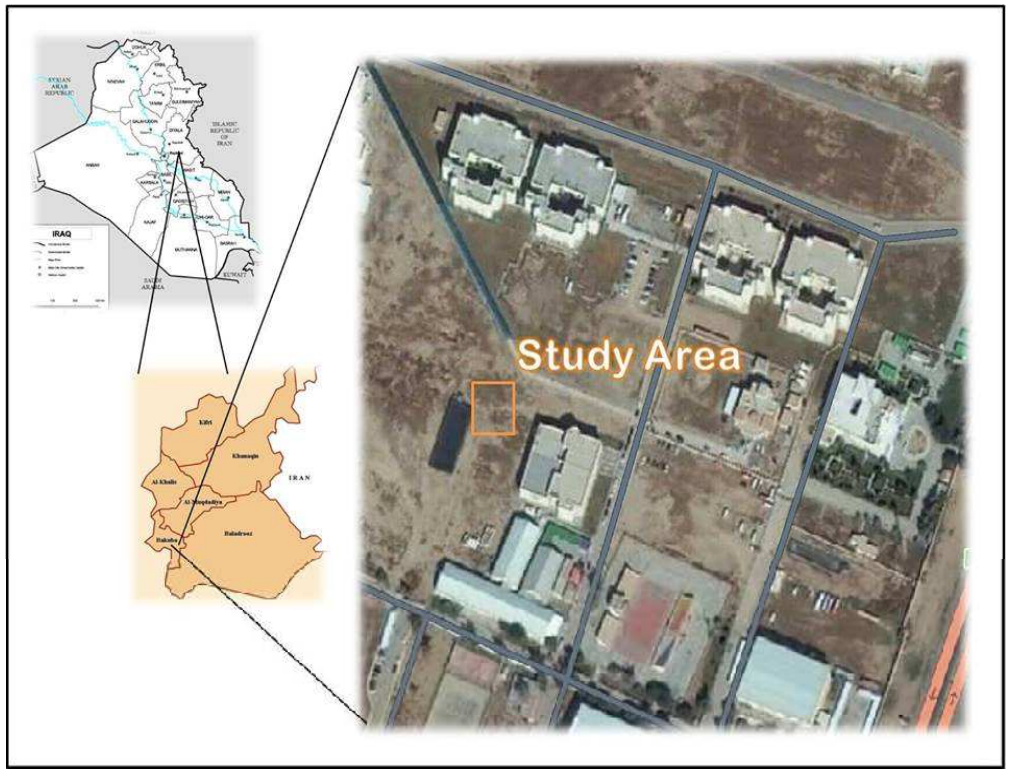


Geotechnical soil boring log (Al-Ebdaa, 2015)

Case Study (3):

Detection of Buried Pipes at Diyala University Campus Site Using 2D Electrical Resistivity Imaging Technique

Study Area

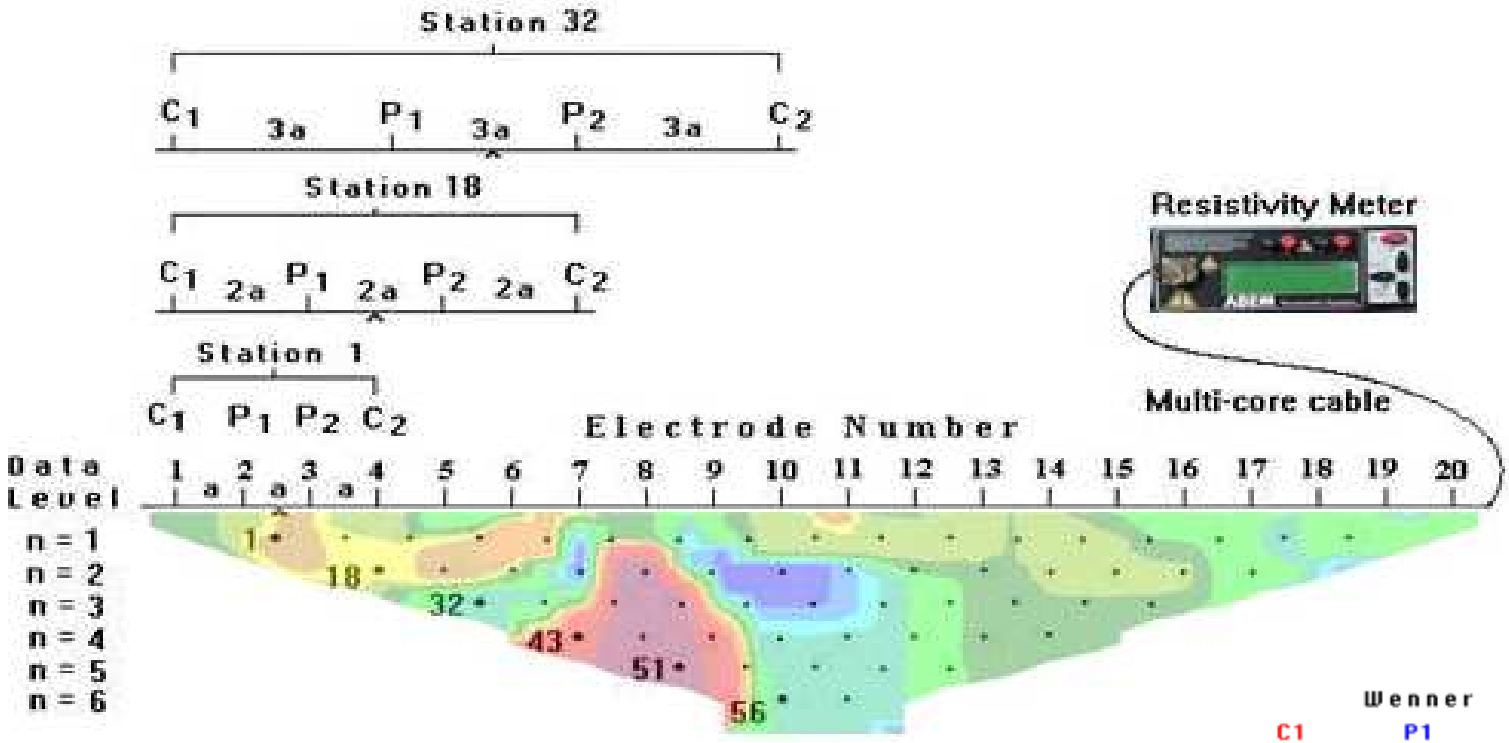


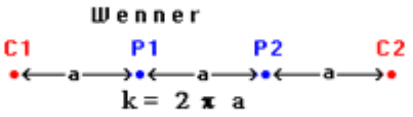
Depth (m)	Sample	Legend	Soil Description
1.5	SPT		
3.0	US		
5.0	SPT		
7.0	SPT		Light to dark brown low plasticity clay (CL)
9.0	US		
12.0	SPT		
13.0	SPT		
14.0	SPT		
15.0	SPT		Dark gray silty sand (SM)
20.0	SPT		

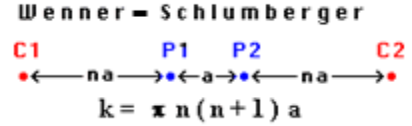
Geotechnical soil boring log (Al-Ebdaa, 2015)

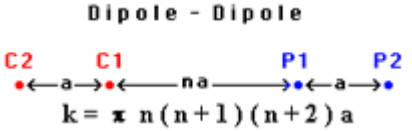
A buried pipe in the study area

Field work (Data Collection)

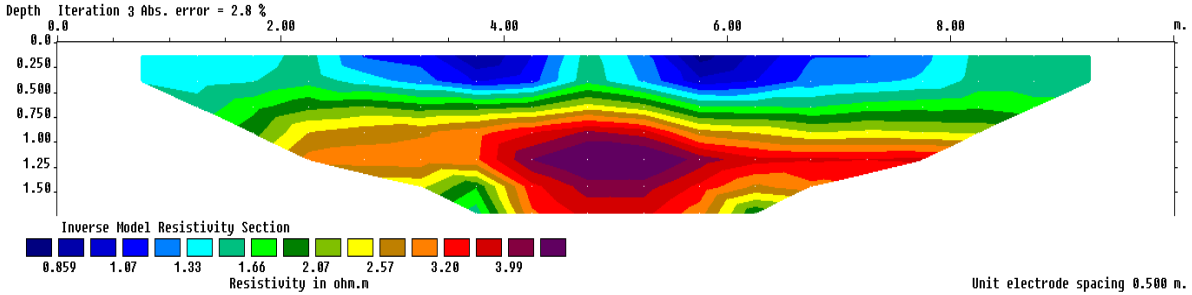




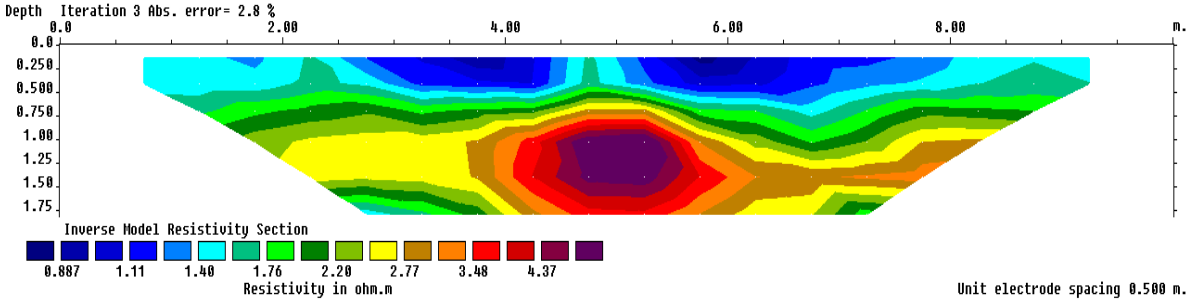




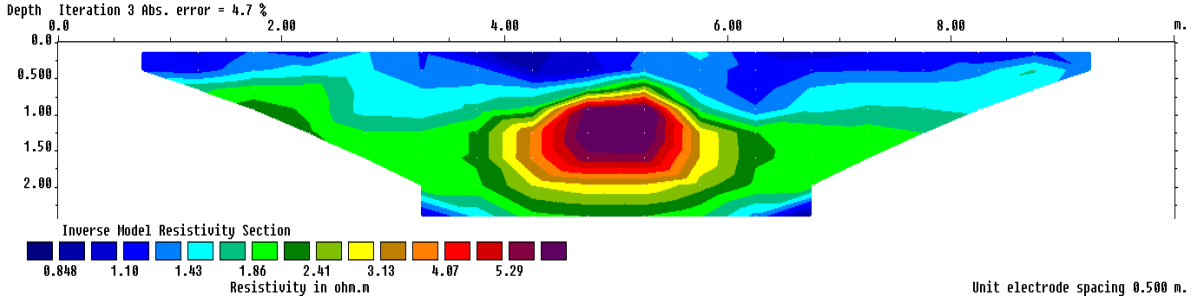
Data Interpretation (RES2DINV Program)



Wenner



Wenner- Schlumberger



Dipole-Dipole

كلية العلوم
COLLEGE OF SCIENCE
شكرا لكم