1-المفهوم العام للمساحة General concept of surveying

1-1 التعريف الشامل للمساحة General definition of surveying

يمكن تعريف المساحة على اساس انها العلم المختص بتحديد determination مسح survey او تعيين establising اسقاط setting out مواقع نقاط على او بالقرب من سطح الارض، وذلك من خلال اخذ القياسات المطلوبة ومن ثم اجراء الحسابات اللازمة لتحويل تلك القياسات الى معلومات نهائية رقمية (مثل الاحداثيات الافقية) او ترسيمية (مثل الخارطة الطوبوغرافية).

1-2 مراحل اعمال المسح Steps of surveying work

من خلال التعريف الشامل للمساحة الذي تم ذكره اعلاه، يمكن القول ان أي عمل مساحي يتضمن ثلاث مراحل اساسية:

1. اخذ القياسات
2. اجراء الحسابات
3. تمثيل المعلومات النهائية بشكل رقمي او ترسيمي

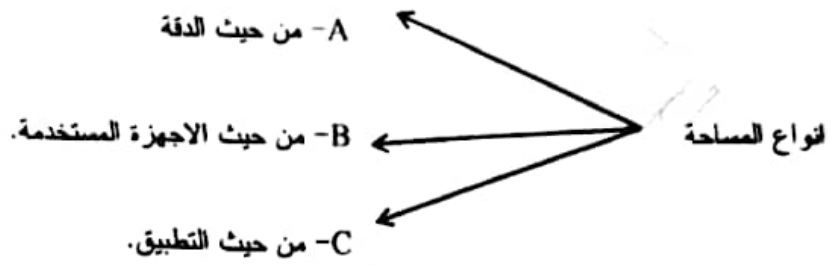
* محاضرات المساحة TharwatSamer

1- تعريف المساحة
2- أنواع وحدات القياس
3- الأخطاء في القياس
4- التسوية
5- أخطاء التسوية
6- التسوية الطولية
7- المساحات

HUAWEI P30 Pro
LEICA QUAD CAMERA
ممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

1-3 انواع المساحة Types of Surveying

يمكن ايجاز انواع المساحة على النحو الاتي:-



A- من حيث الدقة:- تقسم المساحة من حيث الدقة الى نوعين:

1. المساحة الجيوديسية Geodetic Surveying: في هذا النوع من المساحة يتم اعتبار سطح الارض على اساس انه سطح كروي، أي انه يأخذ تكور الارض بنظر الاعتبار، لذلك تعتبر المساحة الجيوديسية من ادق انواع المساحة.
2. المساحة المستوية Plane Surveying: في هذا النوع من المساحة يتم اعتبار سطح الارض على اساس انه سطح مستوي، أي انه يهمل تكور الارض في حالة تحديد المواقع الافقية، اما في حالة تحديد ارتفاعات النقاط فان تكور الارض يأخذ بنظر الاعتبار في المساحة المستوية لكون تأثير التكور يكون ملموس في حالة احتساب ارتفاعات النقاط.

ان الفرق في المسافة الافقية بين نقطتين المحسوبة على اساس ان الخط الواصل بين النقطتين هو خط مستقيم Plane Surveying والمسافة الافقية بين نفس النقطتين المحسوبة على اساس ان الخط الواصل بين النقطتين هو خط منحني Geodetic Surveying يكون صغير جداً، لذلك فان تأثير التكور في تحديد المواقع الافقية يكون غير ملموس وخارج نطاق الدقة المطلوبة لمعظم المشاريع الهندسية وعليه يستخدم المساحة المستوية في معظم تطبيقات

HUAWEI P30 Pro
LEICA QUAD CAMERA
ممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المشاريع الهندسية ولهذا سوف يتم الاكتفاء في تدريس مادة المساحة بجميع تخصصات هندسة البناء والانشاءات (الهندسة المدنية) على المساحة المستوية وان كل ما سوف يتم التطرق اليه وشرحه وتدريسه لاحقاً يقع ضمن المساحة المستوية Plane Surveying.

B- من حيث الاجهزة المستخدمة: تقسم المساحة من حيث الاجهزة المستخدمة الى نوعين رئيسيين:

1. المساحة الارضية Land Surveying: في هذا النوع يتم استخدام اجهزة المسح الارضية التقليدية بما في ذلك شريط القياس، جهاز التسوية Level، جهاز الثيودولايت Theodolite، وغيرها من اجهزة المسح الارضي المتطورة.
2. المساحة التصويرية Photogrammetry: في هذا النوع يتم استخدام الكاميرات بانواعها للحصول على المعلومات الحقلية المطلوبة واجراء اعمال المسح بدلاً من استخدام اجهزة المسح الارضية التقليدية.

يمكن تصنيف المسح التصويري الى نوعين:

1. المسح التصويري الارضي ويشمل ذلك على نوعان هما:
Tresterial Photogrammetry , Close range Photogrammetry
2. المسح التصويري الجوي Arieal photogrammetry

C- من حيث التطبيق: تزامناً مع التطورات الحاصلة في مختلف المجالات ويمكن القول بان المساحة تطبق الان في معظم التخصصات بما في ذلك تطبيق المساحة في المجال الطبي، في الصناعة، في الري والزراعة، المساحة الطوبوغرافية، المساحة الكادسترائية، الخ...

1-4 المبادئ الإساسية للمساحة Basic Principles of Surveying

1- العمل من الاكبر الى الجزء وذلك لتقليل تأثير الأخطاء في أعمال المساحة الى الحد المسموح بها في مسح التفاصيل.

2- الأقتصاد في الدقة "Economy of accuracy"حيث أنه كلما كانت الدقة اعلى كلما كانت كلفة العمل أكبر لذا يجب إجراء العمل المساحي بالدقة المطلوبة حسب مواصفات المشروع الهندسي.

HUAWEI P30 PRO
حة ضوئيا بـ CamScanner

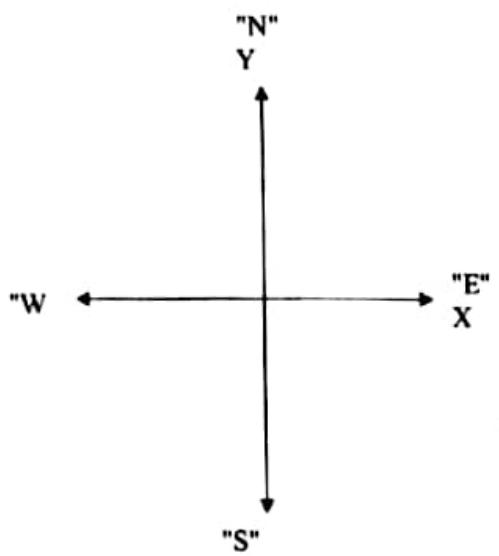
3- التجانس "Consistancy" اي أنه يجب استخدام أجهزة متجانسة في الدقة في نفس المشروع .

4- تدقيق صحة تنفيذ العمل من خلال إجراء (تكرار)اي القياس أكثر من مرة واحدة.

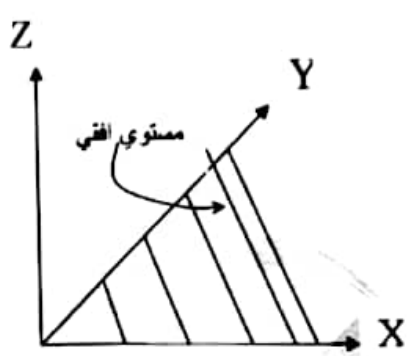
1-5 نظام الأحداثيات Coordinates system

في المساحة المستوية "Plane surveying" يتم تحديد مواقع النقاط (البعد الثلاثي three dimensional) باستخدام نظام الأحداثيات المستوية "Plane coordinate system" .
في الشكل (1-1) المحاور (X-Y) عبارة عن محاور أفقية "Horizontal axes" تشكلان المستوى الافقي" Horizontal plane" الذي من خلاله يتم تحديد الاحداثيات الافقية "Horizontal coordinate" لموقع اي نقطة ,وان المحور X يمثل اتجاه الشرق E والمحور Y يمثل اتجاه الشمال N ,كما هو مبين في الشكل(2-1).
اما المحور Z فهو عبارة عن محور شاقولي "Vertical axes"يتم من خلاله تحديد الاحداثي الشاقولي (ارتفاع"Elevation") لموقع اي نقطة فوق او تحت سطح المرجع "Datum" الذي تنسب اليه ارتفاعات النقاط والذي عادة مايتم تمثيله بمعدل مستوى سطح البحر "Mean sea level".
خلاصه لما تم ذكره اعلاه , في المساحه المستويه , ان البعد الثلاثي لموقع اي نقطة يمكن تحديدة من خلال تحديدالاحداثيات الافقيه (X,Y) وارتفاع (Z)النقطة .

HUAWEI P30 Pro
LEICA QUAD CAMERA
ممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



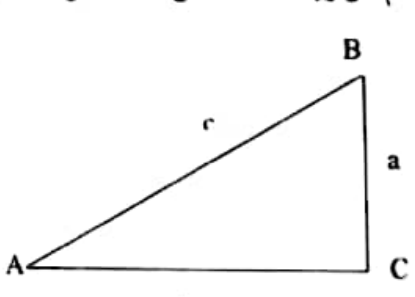
شكل(2-1) اتجاه المحاور الافقيه (X,Y)



شكل (1-1) نظام الاحداثيات المستوية

6- 1 علاقات رياضية مهمة في مادة المساحة:

1- المثلث القائم الزاوية right angle triangle ABC



$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$\sin A = \frac{a}{c}$$

$$\cos A = \frac{b}{c}$$

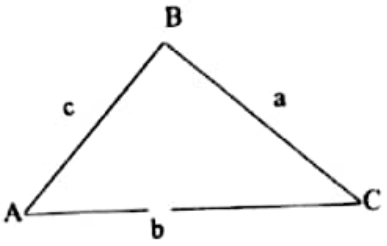
$$\tan A = \frac{a}{b}$$

$$area = \frac{1}{2}ab$$

HUAWEI P30 Pro
LEICA QUAD CAMERA

حة ضوئيا بـ CamScanner

2- مثلث غير قائم الزاوية oblique triangle



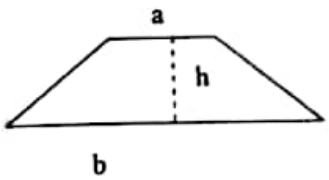
$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

$$\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2ab}$$

$$let\ s = \frac{a+b+c}{2}$$

$$\therefore Area = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

3- شبه المنحرف Trapizoid



$$Area = \frac{a+b}{2} * h$$

4- الهرم pyramid

حجم الهرم=1\3مساحة القاعدة*الارتفاع

$$Volume = \frac{1}{3} Ah$$

$$A = Area$$

1-7 مسح واسقاط المنشآت Surveying and setting of constructions

ان عملية مسح Survey او اسقاط Setting out = Laying out أي منشأ يجب ان تتم اعتماداً على العلاقات الرياضية التي تربط مابين نقاط المنشأ ونقاط نظام السيطرة control system المعلومة المواقع، لذلك فان اعمال مسح او اسقاط أي منشأ يمكن تجزئتها الى خطوتين Two steps:

1. توفير او عمل نظام سيطرة افقية Horizontal control system و/ او and/ or نظام سيطرة شاقولية Vertical control system وذلك من خلال تحديد مواقع شبكة من النقاط موزعة بشكل جيد بالقرب من مواقع المنشآت المراد مسحها او بالقرب من المواقع المراد اسقاط المنشآت فيها.
2. مسح او اسقاط المنشأ

من خلال ما تم ذكره اعلاه يتبين لنا، انه قبل البدء باجراء اعمال المسح او الاسقاط لاي منشأ يجب اولاً اجراء استطلاع موقعي للتأكد من وجود نقاط سيطرة control points

HUAWEI P30 Pro
LEICA QUAD CAMERA

حة ضوئيا بـ CamScanner

بالقرب من المنشأ المراد مسحه او بالقرب من الموقع المراد اسقاط المنشأ فيه، وبخلاف ذلك يجب اولاً اجراء الخطوة الاولى اعلاه والمتمثلة في عمل نظام السيطرة ومن ثم واعتماداً على مواقع نقاط نظام السيطرة يتم اجراء الخطوة الثانية المتمثلة بعملية مسح المنشأ او اسقاط المنشأ.

1-7-1 مسح المنشآت Survey of constructions

عملية تحديد determining مواقع (الاحداثيات الافقية و/ او ارتفاعات) نقاط معينة في منشأ او عمل خارطة للمنشأ تسمى بعملية مسح Survey المنشأ. او بعبارة اخرى، ان المنشأ موجود ومثبت في الطبيعة والمطلوب هو تحديد مواقع نقاط معينة في المنشأ او عمل خارطة للمنشأ.

لذلك واشارة الى التعريف الشامل للمساحة الذي تم ذكره سابقاً (1-1)، فان عملية مسح المنشأ تتم في ثلاث مراحل وعلى النحو التالي:

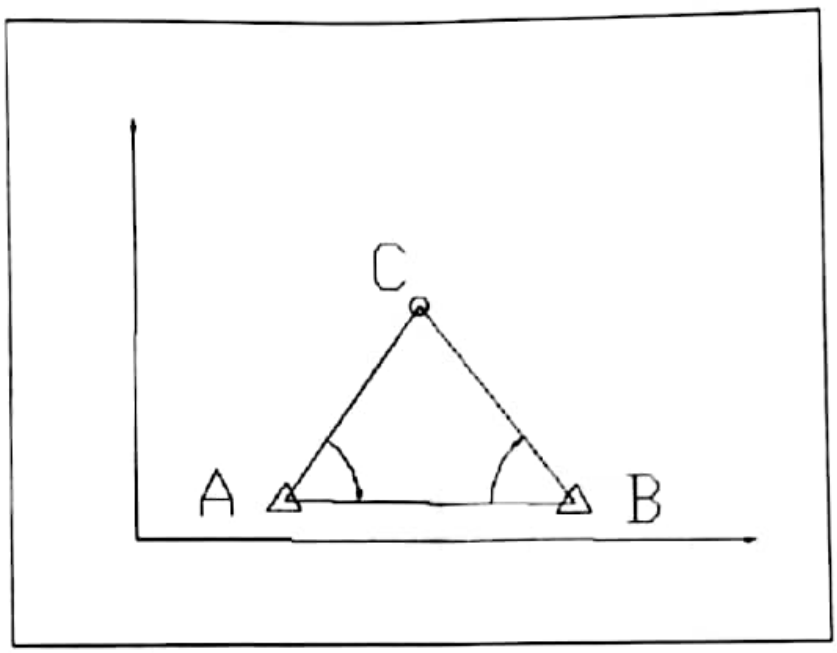
1. اخذ القياسات المطلوبة
2. اجراء الحسابات اللازمة لتحويل تلك الحسابات الى معلومات نهائية.
3. تمثيل المعلومات النهائية اما على شكل معلومات رقمية (الاحداثيات الافقية و/ او ارتفاعات النقاط) او على شكل معلومات ترسيمية (خارطة).

مثال: في الشكل (1-3) ادناه، النقاط B, A نقاط سيطرة افقية Horizontal control points، اي انها عبارة عن نقاط مثبتة في الطبيعة ومعلومة الاحداثيات، نقطة C عبارة عن نقطة مثبتة في الطبيعة الا انها مجهولة الاحداثيات الافقية، المطلوب هو تحديد الاحداثيات الافقية (مسح) للنقطة C، اذا علمت ان الاحداثيات الافقية للنقاط A, B هي:

$X_A = 40m \quad , \quad Y_A = 20m$

$X_B = 164m \quad , \quad Y_B = 20m$

HUAWEI P30 Pro
LEICA QUAD CAMERA
CamScanner بـ ضوئية



شكل (3-1) تحديد (مسح) موقع نقطة

اشارة الى ماتم ذكره سابقاً في (7-1) فأن أي عملية مسح تتكون من خطوتين:

1. عمل نظام سيطرة
2. اجراء اعمال المسح

في هذا المثال A, B عبارة عن نقاط سيطرة افقية معلومة الاحداثيات الافقية وموجودة (مثبتة على الارض) بالقرب من نقطة C المراد تحديد موقعها الافقي.

لذلك فانه يمكن المباشرة في الخطوة الثانية وهي اجراء عملية المسح للنقطة C.

اشارة الى ماتم ذكره في (1-7-1) فأن عملية مسح النقطة C تتم في ثلاث مراحل وعلى النحو الاتي:

1. اخذ القياسات المطلوبة.
2. اجراء الحسابات اللازمة لتحويل تلك القياسات الى معلومات نهائية.
3. تمثيل المعلومات النهائية بشكل معلومات رقمية والمتمثلة في الاحداثيات الافقية للنقطة C.

HUAWEI P30 Pro
LEICA QUAD CAMERA
حة ضوئيا بـ CamScanner

1- اخذ القياسات

لو نظرنا الى الشكل (3-1) هناك عدة انواع من القياسات بالامكان اجراءها لغرض تحديد الاحداثيات الافقية للنقطة C:-

ا. قياس الزاويتين الافقيتين الى اليمين CAB,ABC.

ب. احدى المسافتين الافقيتين AC, BC واحدى الزاويتين الافقيتين الى اليمين CAB,ABC.

لو فرض انه تم قياس المسافة الافقيةAC و الزاوية الافقية الى اليمين CAB وكانت على النحو التالي:

$^{o}AC=65m$, $<CAB= 30^{o}$

2- اجراء الحسابات اللازمة لتحويل تلك القياسات (المسافة ACو الزاوية CAB) الى معلومات نهائية (الاحداثيات الافقية للنقطة C (X_C,Y_C)) من خلال تطبيق العلاقات الرياضية التي تربط مابين الاحداثيات الافقية لنقاط السيطرة A, B والاحداثيات الافقية لنقطة C وهي:

$$X_C = X_A + D_{AC} \times \sin AZ_{AC} \cdots\cdots[1]$$
$$Y_C = Y_A + D_{AC} \times \cos AZ_{AC} \cdots\cdots[2]$$

حيث ان حيث ان AZ_{AC}=اتجاه الخط AC.والذي يمكن حسابه اعتمادا على الاتجاه المعلوم للخط $\left(\overline{AB} = 90^{\circ}\right)$ و الزاوية الافقية CAB. ومنهما يتبين ان اتجاه الخط $\overline{AC}$ =60°

يوجد لدينا الان معادلتين رياضيتين (1,2) فيهما مجهولين (X_C,Y_C) ، بالامكان حل هاتين المعادلتين انياً لتحديد قيم X_C,Y_C.

3- المرحلة الثالثة في اعمال المسح هو تمثيل المعلومات النهائية على شكل معلومات رقمية والمتمثلة بالاحداثيات الافقية من نقطة (X_C,Y_C) وعند ذلك تعتبر عملية المسح للنقطة C قد تمت.

1-7-2 اسقاط المنشأت Setting out of Constructions

عملية تعيين establishing (تثبيت) مواقع نقاط معينة في منشأ على الطبيعة (الارض) او اسقاط (تثبيت) خارطة المنشأ على الطبيعة (الارض) تسمى بعملية اسقاط المنشأ او بعبارة اخرى ان المنشأ غير موجود (غير مثبت) في الطبيعة وانما تتوفر لدينا خارطة المنشأ والمطلوب

HUAWEI P30 Pro
LEICA QUAD CAMERA
حة ضوئيا بـ CamScanner

هو اسقاط (تثبيت) هذه الخارطة على الطبيعة (الارض) لذلك فان مراحل اعمال المساحة لاسقاط أي منشأ هي عكس مراحل اعمال المساحة لمسح أي منشأ وتكون بالشكل الاتي:

1. المعلومات النهائية متوفرة والتي اما ان تكون بشكل معلومات رقمية او معلومات ترسيمية.
2. اجراء الحسابات اللازمة لتحويل المعلومات النهائية الى القياسات المطلوبة.
3. اخذ القياسات المطلوبة لتثبيت (اسقاط) نقاط معينة في المنشأ او اسقاط خارطة المنشأ على الطبيعة (الارض).

مثال:

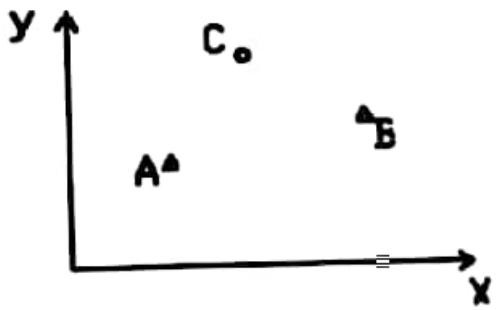
في الشكل (4-1) ادناه، النقاط A, B نقاط سيطرة افقية معلومة الاحداثيات، أي انها عبارة عن نقاط موجودة في الطبيعة ومعلومة الاحداثيات الافقية وكانت احداثياتها كالاتي:

$X_A = 40m \quad , \quad Y_A = 20m$

$X_B = 164m \quad , \quad Y_B = 84m$

وان المطلوب هو اسقاط (تثبيت) موقع نقطة C حيث ان نقطة C غير موجودة في الطبيعة وان الاحداثيات الافقية لنقطة C هي:

$X_C = 125m \quad , Y_C = 156m$



شكل (4-1) اسقاط موقع نقطة

اشارة الى ما تم ذكره في (2-7-1) اعلاه فأن أي عملية اسقاط تتكون من خطوتين:

1. عمل نظام سيطرة.
2. اجراء اعمال المسح اللازمة لاسقاط المنشأ.

HUAWEI P30 Pro
LEICA QUAD CAMERA
CamScanner

في هذا المثال النقاط A,B عبارة عن نقاط سيطرة افقية معلومة الاحداثيات وموجودة بالقرب من الموقع المراد اسقاط نقطة C فيه. لذلك يمكن المباشرة في الخطوة الثانية المتمثلة في أسقاط (تثبيت) نقطة C.

ان عملية أسقاط النقطة C تتم في ثلاث مراحل:

1. المعلومات النهائية المتوفرة هي المعلومات الرقمية المتمثلة بالاحداثيات الافقية لنقطة C.
2. اجراء الحسابات اللازمة لتحويل الاحداثيات الافقية لنقطة C الى القياسات المطلوبة لاسقاط (تثبيت) نقطة C على الطبيعة (الارض).

لو نظرنا الى الشكل (2-1) هنالك عدة انواع من القياسات بالامكان حسابها لاسقاط (تعيين) نقطة C:

1. حساب الزاويتين الافقيتين الى اليمين CAB,ABC .
2. حساب احدى المسافتين الافقيتين AC, BC واحدى الزاويتين الافقيتين الى اليمين CAB,ABC.

لو فرض ان اسقاط نقطة C سوف يتم من خلال حساب الزاويتين الافقيتين الى اليمين CAB,ABC. بالامكان حساب المسافات الافقية AC , BC, AB من خلال تطبيق العلاقات الرياضية الاتية:

$$D_{AC} = \sqrt{(X_C - X_A)^2 + (Y_C - Y_A)^2}$$

$$\therefore D_{AC} = \sqrt{(125-40)^2 + (56-20)^2} = \quad m$$

$$D_{BC} = \sqrt{(X_C - X_B)^2 + (Y_C - Y_B)^2}$$

$$\therefore D_{BC} = \sqrt{(125-164)^2 + (56-84)^2} = \quad m$$

$$D_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

$$\therefore D_{AB} = \sqrt{(164-40)^2 + (84-20)^2} = \quad m$$

HUAWEI P30 Pro
LEICA QUAD CAMERA
CamScanner ـة ضوئيا بـ

اعتمادا على قيم اطوال هذه الخطوط يمكن حساب قيم الزاويتين الافقيتين الى اليمين CAB,ABC وذلك من خلال تطبيق العلاقة الرياضية الاتية:

$$\cos A = \frac{AC^2 + AB^2 - BC^2}{2AB \times AC}$$

3. اخذ القياسات المطلوبة (للزاويتين الافقيتين CAB,ABC) لاسقاط (تثبيت) نقطة C يتم ذلك••• من خلال بتثبيت بداية شريط القياس عند النقطة A وعمل مثلث ربط لتثبيت اتجاه الخط AC ومن ثم يتم تثبيت بداية الشريط في نقطة B وعمل مثلث ربط لتثبيت اتجاه الخط BC. نقطة تقاطع الخطين AC,BC تمثل نقطة C وبهذا تكون عملية اسقاط نقطة C قد تمت.

••• الجهاز الاساسي لقياس الزوايا في المساحة هو جهاز الثيودولايت" Theodolite " والذي سوف يتم التطرق له تفصيليا في موضوع الزوايا والاتجاهات لاحقا .

HUAWEI P30 Pro
LEICA QUAD CAMERA
ممسوحة ضوئيا بـ CamScanner