=Resource Material

Ministry of Environments, Forest and Climate Change
Government of India

gef GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET

Capacity Building Program on

USE OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS)

Under
Ecosystem Services Improvement Project

Green India Mission

2019-2020

WORLD BANK

Training by :
INFORMATION TECHNOLOGY WING
Forest Department, Satpura Bhawan, Bhopal

Madhya Pradesh Forest Department

2019-2020

Trainning Manual

For

"Capacity Building Training of ESIP"

By :

Office of Additional Principal Chief Conservator of Forest
Wing-Information Technology
Forest Department, Satpura Bhawan, Bhopal

अनुक्रमणिका

क्र.	विवरण	पृ.क्रमांक
1.	**Library creation for Regeneration Survey**	**03**
2.	**Open Source GIS Software Q-GIS**	**10**
3.	**Basics of Remote Sensing**	**18**
4.	**Browsing maps made by the IT section of the Forest Department**	**22**
5.	**Basics of GIS**	**31**
6.	**Sampling Design and Allocation of Sample Plots**	**39**
7.	**Laying out of field plot and Field data collection**	**41**
8.	**Forest Carbon Stock Estimation**	**47**

GARMIN GPSMAP 64sc SiteSurvey

1. Front and Rear View

Sr. Number	Continent
1	Internal GPS / Glonass Antenna
2	Keys
3	Power Keys
4	Mini-USB Port
5	Camera Lens
6	Micro SD Card Slot (Under Batteries)
7	Battery Compartment
8	Mounting Spine
9	Battery Cover D-Ring

2. Battery Installation

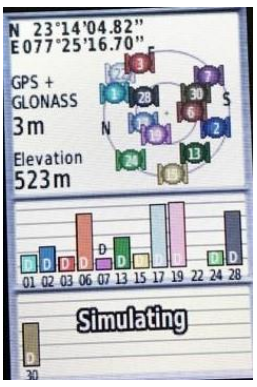
डिवाइस वैकल्पिक NiMH बैटरी पैक (सभी मॉडलों के साथ शामिल नहीं) या दो AA बैटरी का उपयोग करके संचालित होता है

1) डी॰रिंग को Anticlock wise घुमाकर कवर को हटायें।
2) बैटरी लगाये एवं कवर लगाने के बाद डी-रिंग को Clock wise घुमाएं।

3. Useful Keys of GPS Receiver

FIND	Select to open the search menu.
MARK	Select to save your current location as a waypoint.
QUIT	Select to cancel or return to the previous menu or page. Select to scroll through the main pages.
ENTER	Select to select options and acknowledge messages.
MENU	Select to open the options menu for the page that is currently open. Select twice to open the main menu (from any page).
PAGE	Select to scroll through the main pages.
▲▼◄►	Select ▲, ▼, ◄, or ► to select menu options and move the map cursor.
IN	Select to zoom in on the map.
OUT	Select to zoom out on the map.

कार्य प्रारंभ करने से पूर्व नियत स्थान पर पहुंचकर रिसीवर को चालू करें। GPS Receiver को सेटेलाईट सिंग्नल रिसीव करने में 30 से 60 सेकेंड का समय लगता है।

Receiver का Power Switch को एक बार दबाने पर निम्न Window प्रर्दशित होती है	GPS सिग्नल का स्टेटस देखने के लिये Main Page पर सेटेलाईट Icon को Select कर GPS का Status देख सकते है।
	 जब सिंगनल हरे कलर से दिखाई देने लगे तो इस का तात्पर्य होता है कि Receiver में सेटेलाईट Stable हो गये है।

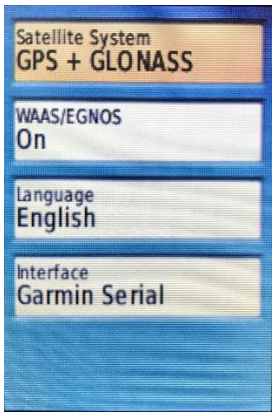
G.P.S. का उपयोग करते समय निम्न सावधानियो को ध्यान में रख कर कार्य करे।

1 G.P.S. मशीन में कम से कम तीन से चार सेटेलाईट सिग्नल दर्शित होना चाहिए।

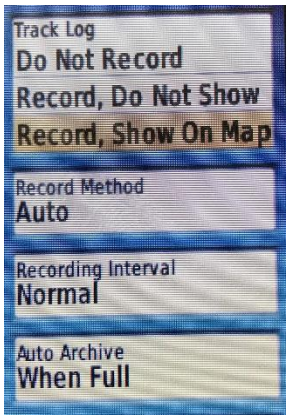
2 G.P.S. मशीन को पानी से एवं गिरने से बचाए।

3 डेटा .Point line polygon) लेते समय 45 ड़िग्री के Angle से बिना हिलाए डुलाए सावधानी पूर्वक डेटा कलेक्शन करना चाहिए।

4 Main page > setup > system पर जाए एवं निर्धारित करे कि दर्शाए गई सेटिग इमेज के अनुसार हे



5 रिसीवर मे By default Track log बनता रहता है जब हमे Track बनाने कि आवश्यक्ता ना हो तब यह सेटिग करे
Main page > Setup > Track पर जाए इमेज देखे

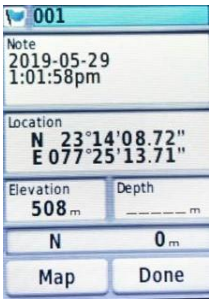


Track log सलेक्ट करे अब Do Not Record का चयन करे जिससे Track Log बनना बंद हो जायेगा

जीपीएस के द्वारा मुख्यतः दो प्रकार से डेटा एकत्रित किया जाता है -:

1. **रिसीवर में उपयुक्त विकल्प द्वारा**
2. **फीचर्स लाईब्रेरी का उपयोग कर डेटा एकत्रित करना**

4. Creating a Waypoint



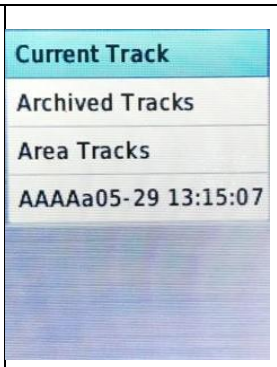
Waypoint से तात्पर्य है कि आपके द्वारा पाइंट डेटा का कलेक्शन किया जाना है। .उदाहरणत: मुनारा, भवन इत्यादि की लोकेशन प्राप्त करना

1. जीपीस डिवाईस में MARK बटन को दबाने पर निम्न विंडो ओपन होगी। जिसमें पहले से ही निर्धारित Waypoint का नम्बर एवं अन्य जानकारी भरी होगी, जिन्हें आवश्यकतानुसार बदल भी सकते है । (चित्र का अनुसरण करें)

5. Creating a Track

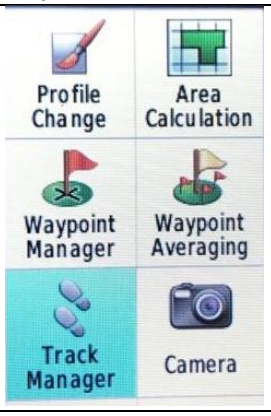
Track से तात्पर्य है कि किसी एक स्थान से नियत स्थान तक लाईन फीचर का निर्माण कर दूरी की जानकारी प्राप्त करना।

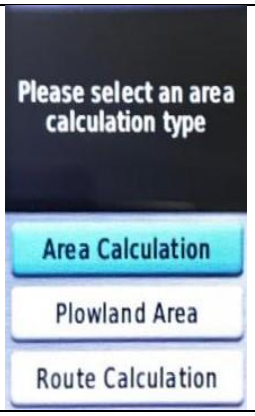
जीपीस डिवाईस की स्क्रीन में प्रदर्शित Track Manager आईकॉन का चयन करें



View Map से आप रिसिवर पर आप वर्तमान लोकेशन को देखते है
नियत स्थान पर पहुचने के पश्चात आप Save Track का चयन कर Track का नाम देते हुए Done का चयन करे जिससे किया हुआ कार्य Save हो जायेगा।

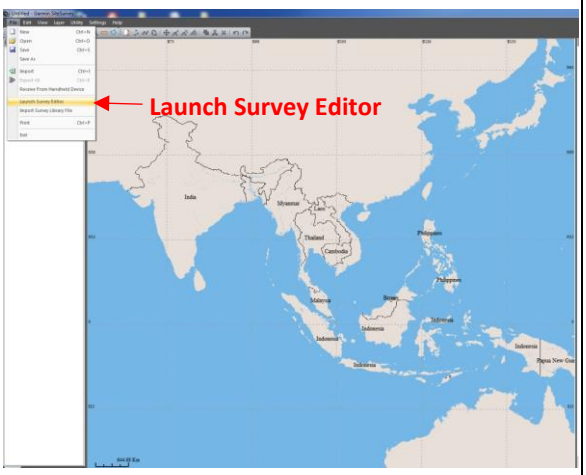
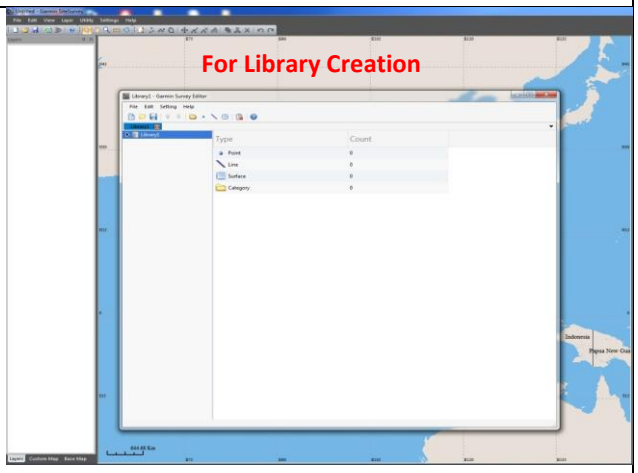
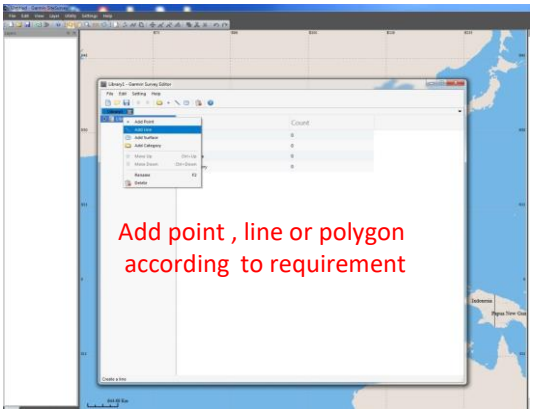
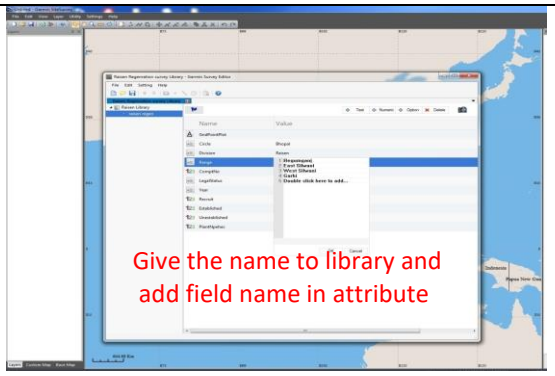
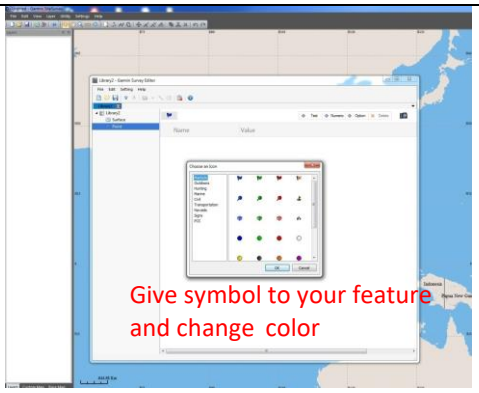
किसी भी जगह का Area Calculate करने के लिए Main Page पर Area Calculation पर Enter करने पर निम्न विण्डो दिखाई देती है



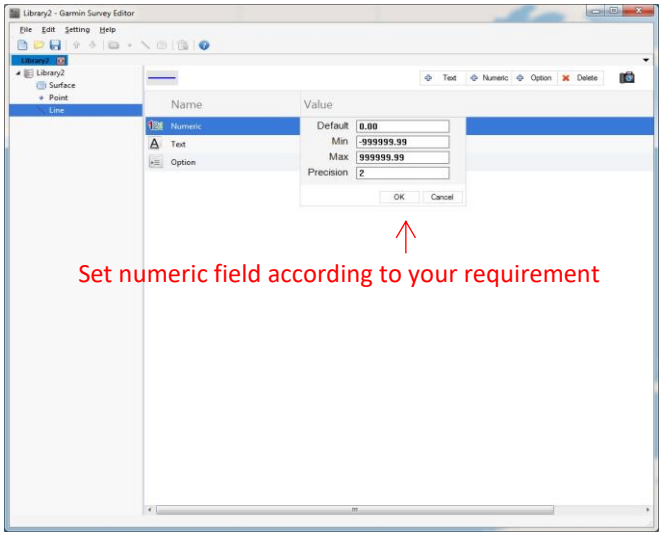


Area Calculation का चयन कर चलना शुरू करे एवं वापस पुन :उसी स्थान पर आकर Done करे।

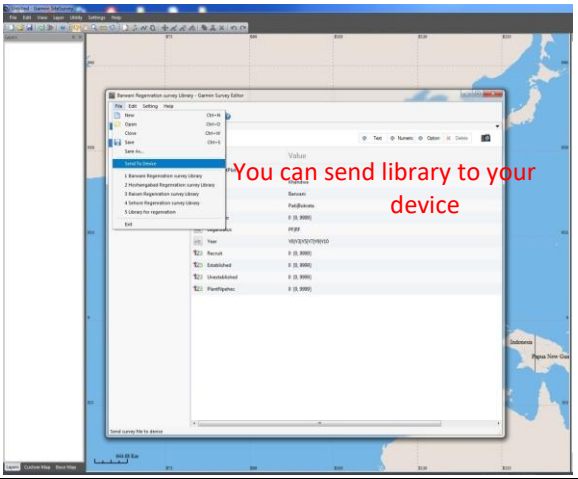
उपरोक्त कार्य को Waypoint, Routes, or Tracks को हम अपनी आवश्यक्ता अनुसार Feature Library का निमार्ण कर सकते है।

Site Survey Software IN GPSMAP 64 sc	Survey Editor in Site Survey Software
	
Add point, Line or polygon In Library in Survey Editor	Add field name for attribute In Library in Survey Editor
	
Give symbol for features in attribute	
	

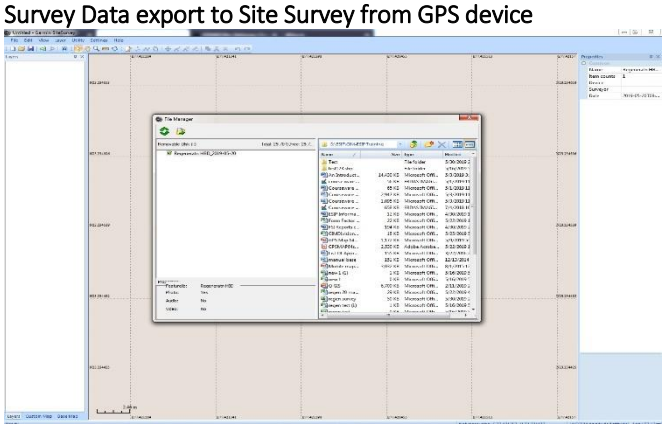
Give numeric detail for features in attribute



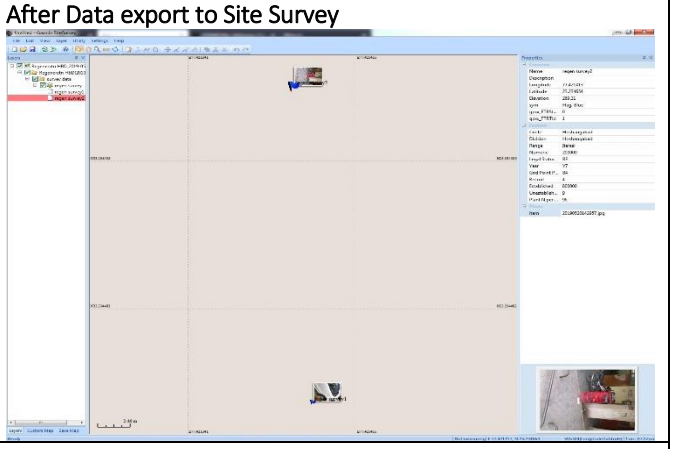
Library send to GPSMAP 64sc through “Send to device



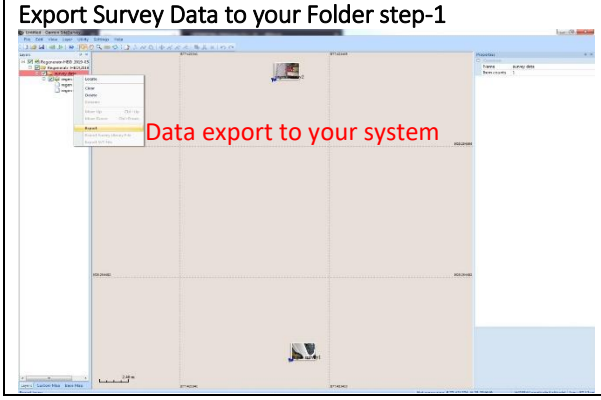
Survey Data export to Site Survey from GPS device



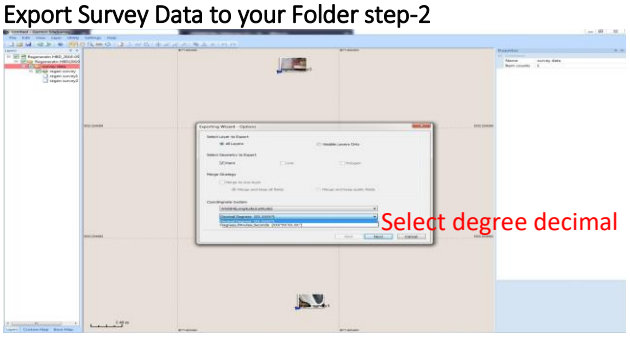
After Data export to Site Survey



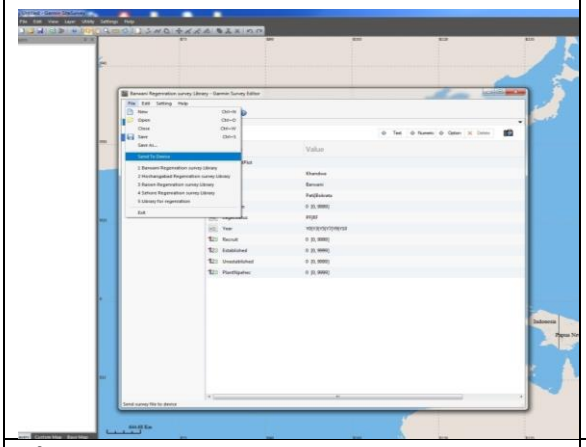
Export Survey Data to your Folder step-1



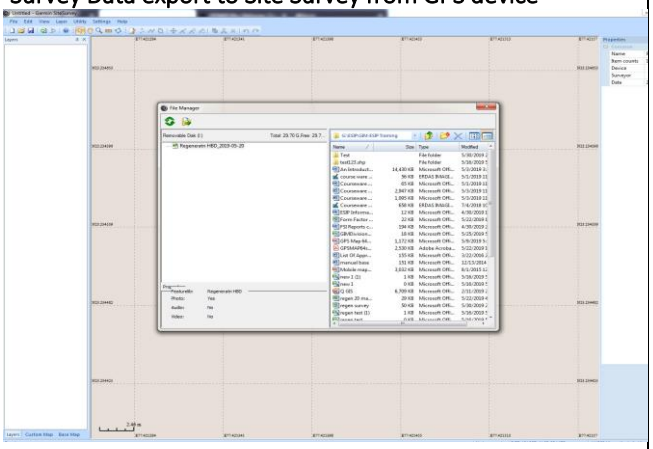
Export Survey Data to your Folder step-2



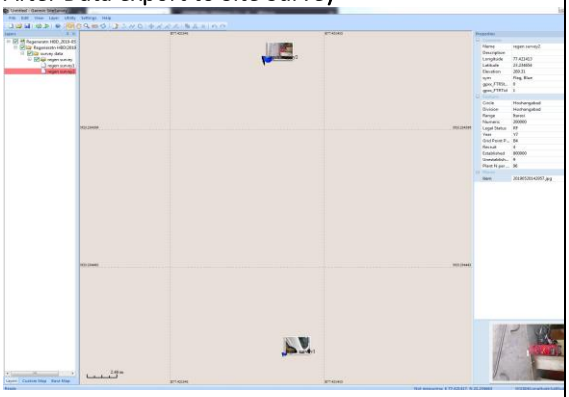
Export Survey Data to your Folder step-3



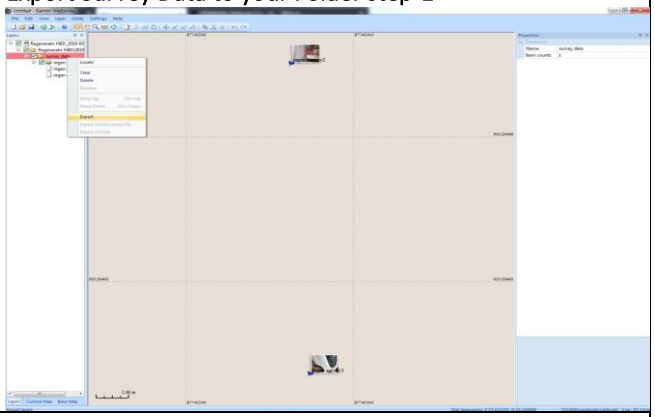
Survey Data export to Site Survey from GPS device



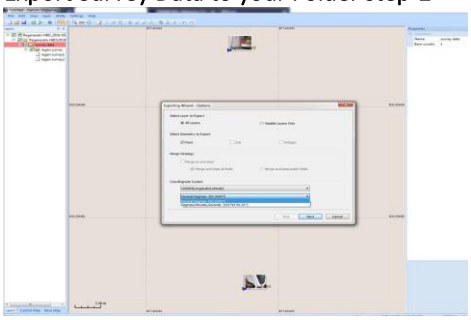
After Data export to Site Survey



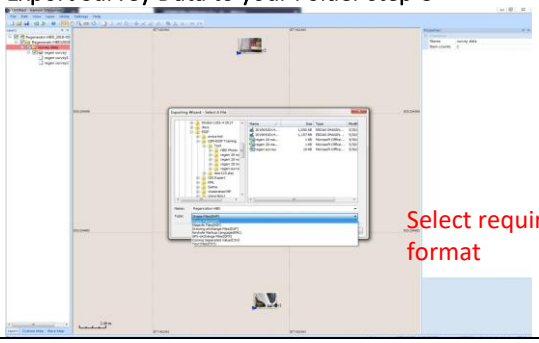
Export Survey Data to your Folder step-1



Export Survey Data to your Folder step-2

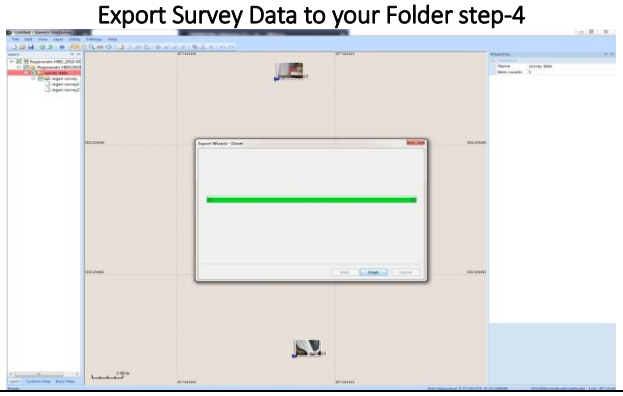


Export Survey Data to your Folder step-3



Select required data format

Export Survey Data to your Folder step-4



After processing of survey data of GPS MAP 64sc

- Now your survey data will be in KML or in shapefile or CSV format for your use.
- After export as CSV format you have to open that and delete the above row and save as .xls or .xlsx format.
- You have to copy your photo folder from GPS SD card and keep in desided folder in your system.

Geographical Information System (GIS)

उद्देश्य

- जीआईएस क्या है? (What Is GIS?)
- जीआईएस का सिद्धांत। (Principle Of GIS)
- जीआईएस का कार्य (Function Of GIS)
- जीआईएस के तत्व (Components Of GIS)
- अक्षांश और देशांतर (Latitude and Longitude)
- डेटम और प्रोजेक्शन (Datum & Projection)
- जीआईएस का प्रकार (Type Of GIS)
- जीआईएस एप्लीकेशन (Applications Of GIS)

जीआईएस क्या है? (What Is GIS?)

जी.आई.एस. (Geographic Information System) भौगोलिक सूचना तंत्र या भौगोलिक सूचना प्रणाली है जो कंप्यूटर हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर को भौगोलिक सूचना के साथ जोडकर इनके लिये डेटा एकत्रित करना, डेटा का उचित रखरखाव करना एवं विश्लेषण कर उपयोग अनुसार प्रदर्शित करने की विधि है।

सिद्धांत (Principle)

- **डेटा कैप्चर (Data Capture)**
  - मैन्युअल डिजिटाईजेशन
  - ऐरियल फोटोग्राफी (Aerial Photographs)
  - पेपर मानचित्र (Paper Maps)
  - जी.पी.एस./ ड्रोन डिवाइसेस

- **डेटाबेस मैनेजमेंट (Database Management)**
  - डेटाबेस मैनेजमेंट के अंतर्गत जी.आई.एस. से प्राप्त डेटा की सुरक्षा, रखरखाव
  - उसका भंडारण एवं रिकवर करने की क्षमता को मैनेज करना है।

- **भौगोलिक विश्लेषण (Geographic Analysis)**
  - प्राप्त डेटा को भौगोलिक डेटा से मिलान कर उपयोगी डेटा को अलग करना उसका विश्लेषण करना एवं यूजर द्वारा चाही गई जानकारी अनुसार आउटपुट प्राप्त करना।

- **परिणाम तैयार करना (Preparing Result)**
  - एकत्रित जानकारी से यूजर के उपयोग अनुसार परिणाम तैयार करना।

कार्य (Functions)

- **डेटा कैप्चर (Data Capture)**
  - जीआईएस में डेटा का इनपुट कई अलग अलग तरीकों से किया जा सकता है डेटा इकट्ठा करने के कुछ तरीके उदाहरण के लिए डिजिटाईजेशन, एरियल फोटोग्राफी, स्कैनिंग, जीपीएस. ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम आधारित डिवाइसेस है उक्त विधियो से जीआईएस उपयोगकर्ता डेटा प्राप्त कर सकता है।

- **डेटा स्टोरेज (Data Storage)**
  - डेटा स्टोरेज हार्डकापी एवं साफ्टकापी के रूप में हो सकता है। पेपर मानचित्र हार्डकापी के रूप में स्टोर किया जा सकता है जबकि साफ्टकापी के रूप में भी पेपर मानचित्र को स्केन करके रखा जा सकता है, संबंधित जानकारी को डेटाबेस के रूप में, डिजिटाईज्ड डेटा के रूप में हार्डडिस्क, सीडी, डी.वी.डी अथवा अन्य स्टोरेज डिवाइस पर स्टोर किया जा सकता है।

- **डेटा मेनिपुलेशन (Data Manipulation)**
  - डिजिटल डेटा को edit किया जा सकता है, प्रत्येक कैप्चर किये गये फिचर्स का अपना attribute होता है इसे यूजर द्वारा attribute table में भरा जाता है तथा डेटा को अपने अनुसार उपयोग कर सकते है ।

- **जाँच और विश्लेषण (Query And Analysis)**
  - डेटा मेनिपुलेशन से प्राप्त डेटा पर प्रोजेक्ट की मांग के अनुसार यूजर Query And Analysis करता है।

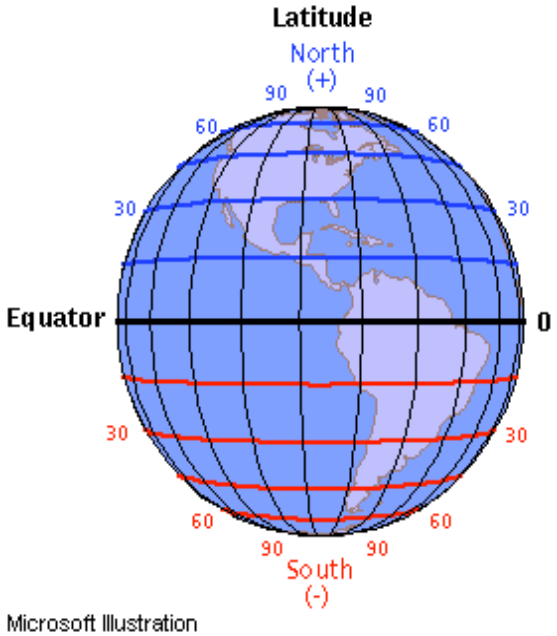
- **विजुलाइजेशन (Visualization)**
  - यह आपके डेटा, आपके मानचित्र, और जानकारी प्रदर्शित करने की क्षमता को Representation करता है।

तत्व (Components)

- **हार्डवेयर**
  - कंप्यूटर सिस्टम, स्कैनर, प्रिंटर, प्लॉटर, डिजिटल टेबल आदि
- **सॉफ्टवेयर**
  - जीआईएस सॉफ्टवेयर- ArcGIS, Quantum GIS (QGIS), MapInfo, AutoCAD, Saga GIS, Post GIS, MapWindow, GeoMedia etc.
- **डेटा**
  - स्थानीय नक्शे, आर्काइव/स्केन की गई संबंधित जीआईएस सूचना, टैब्यूलर फार्म में संचित आंकडे आदि डाटा का रूप है।
- **यूजर**
  - यूजर से आशय जीआईएस तकनीकी विशेषज्ञों से हैं जो डेटा के रखरखाब के साथ सही ढंग से सार्थक नक्शों को बनाकर प्रदर्शित करता है।

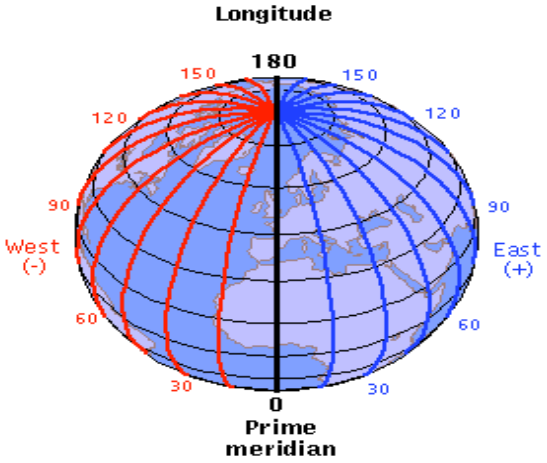
अक्षांश और देशांतर (Latitude and Longitude)

- **अक्षांश वृत्त या अक्षांश रेखाएं (parallels of latitude):**
  - ग्लोब पर उत्तरी या दक्षिणी ध्रुव को केंद्र मानकर खींची हुई समानांतर रेखाएं अक्षांश रेखाएं कहलाती है।
  - मध्य रेखा भूमध्य रेखा कहलाती है। भूमध्य रेखा का अक्षांशीय मान शून्य अंश होता है। जिसके उत्तर में अक्षांश और दक्षिण 90 अक्षांश 90 में है। उत्तरी तथा दक्षिणी ध्रुवी 900 का मान अक्षांश है जो बिन्दु द्वारा दिखाये जाते है। दो अक्षांश रेखाओं के बीच की दूरी धरातल पर सभी जगह समान होती है। अक्षांश रेखाओं को अंश, मिनट और सेकंड में व्यक्त किया जाता है।

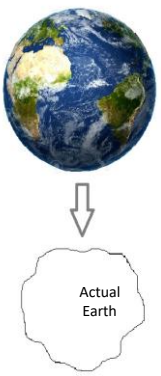
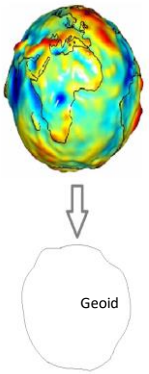
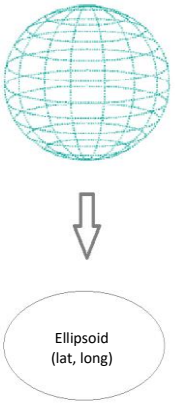
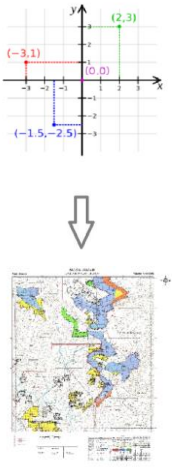


➢ **देशान्तर वृत्त या देशान्तर रेखाएं (Horizontal of Longitude):**

- ग्लोब पर उत्तरी या दक्षिणी ध्रुव को मिलाने वाली रेखा अर्द्धवृत्ताकार रेखाएं देशांतर रेखा कहलाती है। यह उत्तर से दक्षिण की ओर खींची जाती है। एक बिन्दु पर 360^0 का कोण होता है।
- तो इस प्रकार अगर एक एक डिग्री पर रेखाएं खीचीं जाये, तो हमें देशांतर 360 रेखाएं प्राप्त होंगी। अतः देशांतर डिग्री देशांतर रेखा माना गया है। इसे लंदन के एक शहर ग्रीनविच सेगुजरेन वाली देशांतर रेखा को 360 रेखाएं प्रधान मध्याह्न देशांतर रेखा या ग्रीनविच रेखा कहते है।
- देशांतर रेखाओं को डिग्री, मिनट, सेकेंड (Degree ^{0} Minutes ' Second ") में व्यक्त किया जाता है।

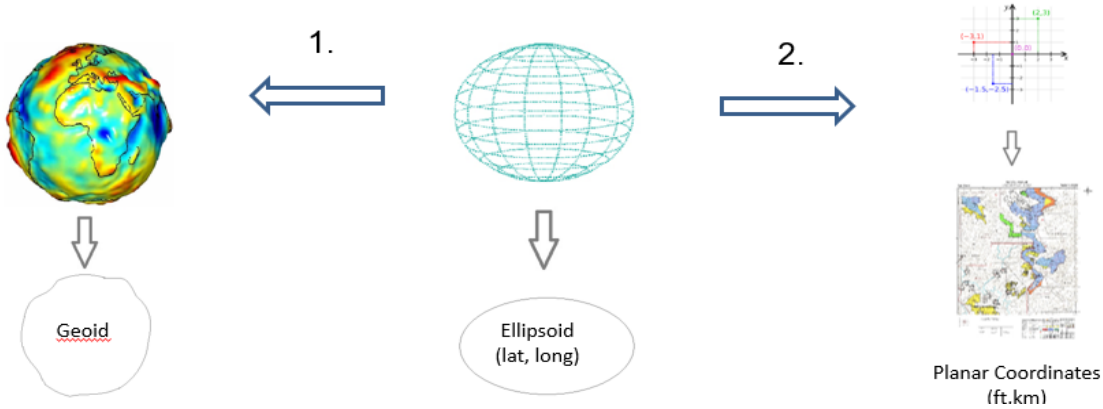


➢ **Datum & Projection:-**

हम पृथ्वी को गोल मानते है। परंतु वास्तव में पृथ्वी की सतह गोल न होकर कही उपर की और उठी हुई तो कही नीचे की और दवी हुई है। 	जियोइड- पृथ्वी की सतह समान नही है अतः यदि संपूर्ण पृथ्वी पर तरल पाया जाता तब प्राप्त स्वरूप ही जियोइड को परिभाषित करता है। 	इलिप्साइड -गणितीय मॉडल में एक दीर्घ वृत्ताकार (Ellipsoid) की परिकल्पना की गई जो अक्षांश एवं देशांतर को प्रदर्शित करता है। 	प्लानर कोऑर्डिनेट्स इस दीर्घवृत्ताकार (Ellipsoid) को एक Planar Coordinates में प्रदर्शित किया गया। जो X एवं Y अक्षों में प्रदर्शित होता है। 

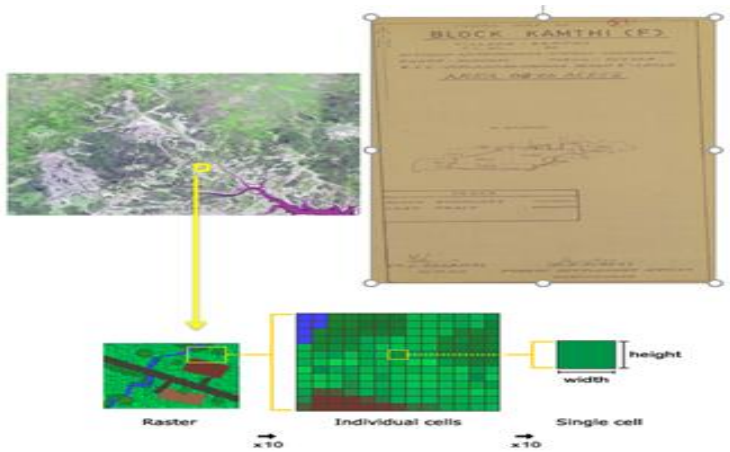
➢ Datum & Projection:-

- एलिप्सोइड पूर्ण रूप से जियोइड में फिट नही हो पा रहा था और यदि कही फिट करने की कोशिश की जाती तो कही न कही कुछ एरिया या तो छोड़ना पड़ता या फिर अधिक लेना पड़ता। इस समस्या का निराकरण करने हेतु कई एलिप्सोइड को बनाया गया जो एक विशेष स्थान के लिए सही थे जो उस स्थान के लिए डेटम कहलाये। WGS-84 (World Geodetic System 1984) डेटाम जो सभी जगह के लिए लगभग सही मान प्रदान करता है।
- एलिप्सोइड को प्लानर कोआडिनेट में परिवर्तन करने की प्रक्रिया प्रोजेक्शन कहलाती है।
- यह अक्षांश एवं देशांतर को ग्राफ पर प्रदर्शित कर उन्हें यथार्थ में कि.मी./मीटर/मी.फिट/से. मी. अन्य ईकाइयों में परिवर्तित कर देता है। यहां एलिप्सोइड की कर्व्ड भूमि को प्लानर में परिवर्तित करने की मुख्य विधियां 3 है।
- **Planar (Azimuthal), Cylindrical & Conic.**

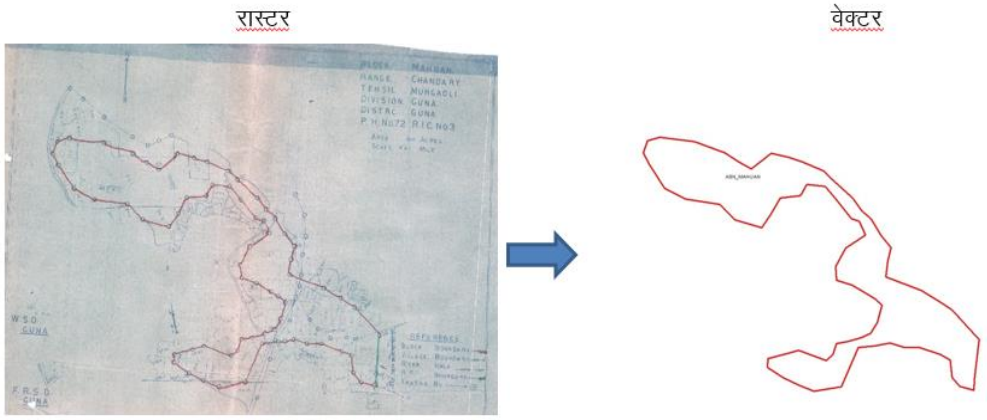


➢ Raster

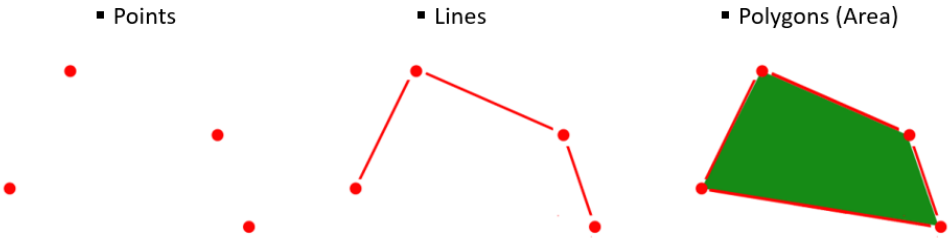
- सरल शब्दों में रास्टर cells or pixels की एक मैट्रिक है जो रो और कॉलम (rows and columns or grid) में व्यविस्थित होता है। जिसमें प्रत्येक सैल एक value represent करता है। रास्टर के कुछ उदाहरण :- digital aerial photographs, imagery from satellites, digital pictures, or even scanned maps.



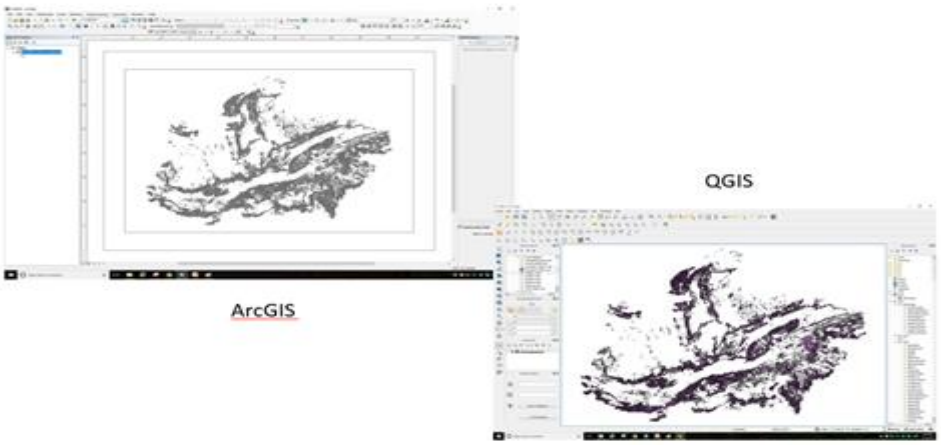
- **वेक्टर** (Vector)
  - अक्षांश और देशांतर को आधार मानकर धरातल पर उपलब्ध फिचर्स को पाईंट, लाइन और पालीगॉन के रूप में प्रदर्शित करना वेक्टराइजेशन कहलाता है एवं प्राप्त फिचर्स वेक्टर कहलाते है।
  - रास्टर पर उपलब्ध फिचर्स को साफ्टवेयर की मदद से डिजिटाईज्ड कर वेक्टर प्राप्त किया जा सकता है।



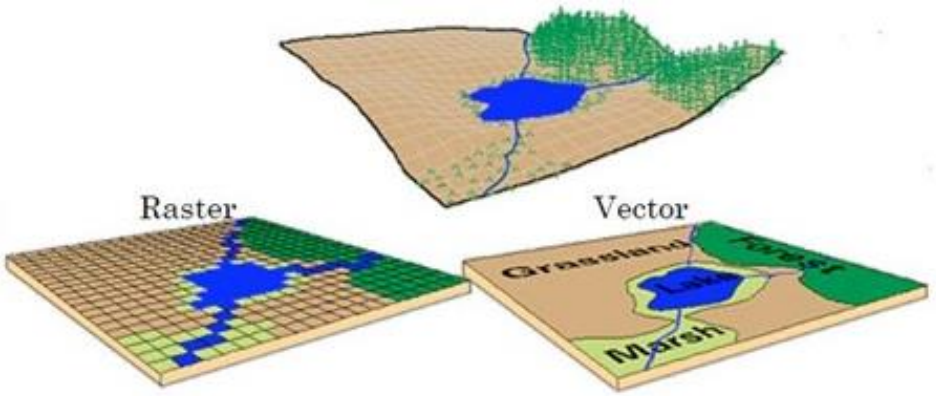
- **वेक्टर** (Vector)
  - डेटा टाइप (Data Types)

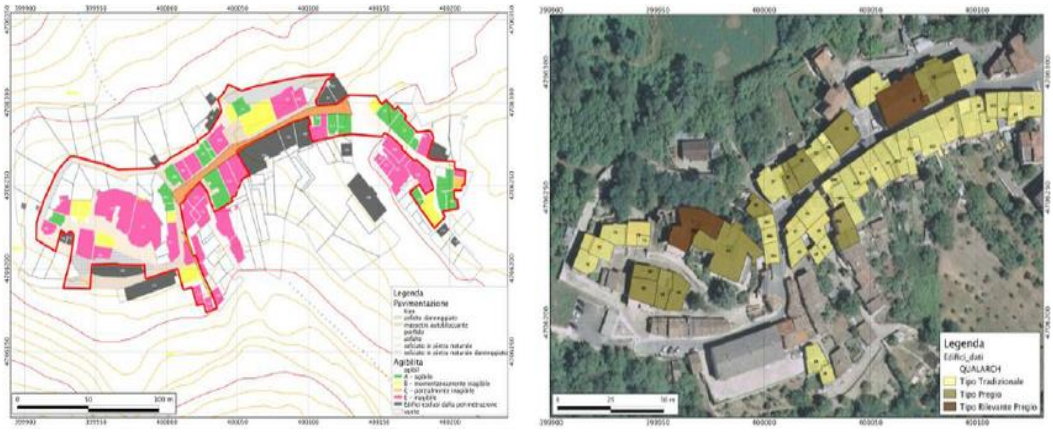


- **साफ्टवेयर** (Software)
  - वर्तमान में जी.आई.एस. के कई तरह के साफ्टवेयर उपयोग हो रहे है जिनमें से ArcGIS, Quantum GIS (QGIS), MapInfo, AutoCAD, Saga GIS, Post GIS, MapWindow, GeoMedia etc. कुछ प्रमुख है।



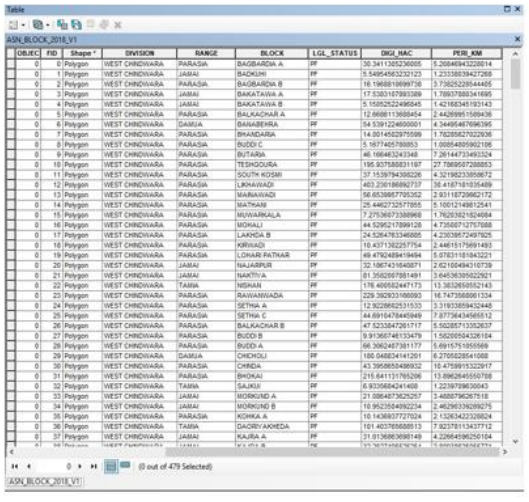
➢ Raster VS Vector



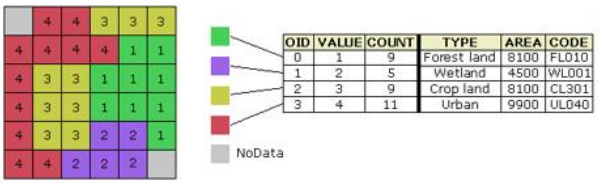


➢ Attribute table of Raster and Vector

Vector Attribute table

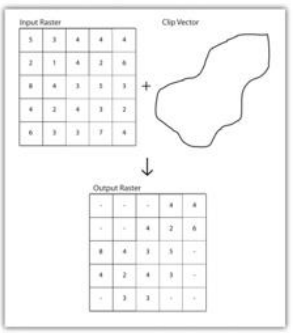


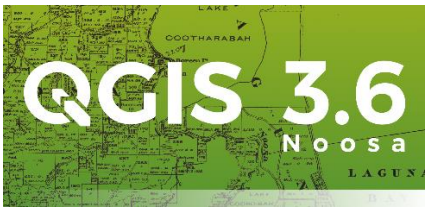
Raster Attribute table



OID	VALUE	COUNT	TYPE	AREA	CODE
0	1	9	Forest land	8100	FL010
1	2	5	Wetland	4500	WL001
2	3	9	Crop land	8100	CL301
3	4	11	Urban	9900	UL040

NoData





➢ परिचय

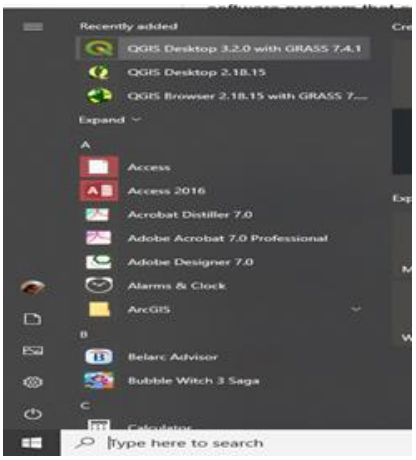
- क्यू. जी. आई. एस. एक निः शुल्क और ओपन सोर्स जीआईएस सॉफ्टवेयर प्रोग्राम है जिसका उपयोग नक्शे बनाने और भौगोलिक एनालिस करने के लिए किया जा सकता है। इसका उद्देश्य जी.आई.एस. के function and feature को user friendly बनाना है। इसका उपयोग कर आप जी.आई.एस. से संबंधित सभी कार्य कर सकते है जैसे Georefrencing, Digitization, Map Creation आदि।

➢ Installation

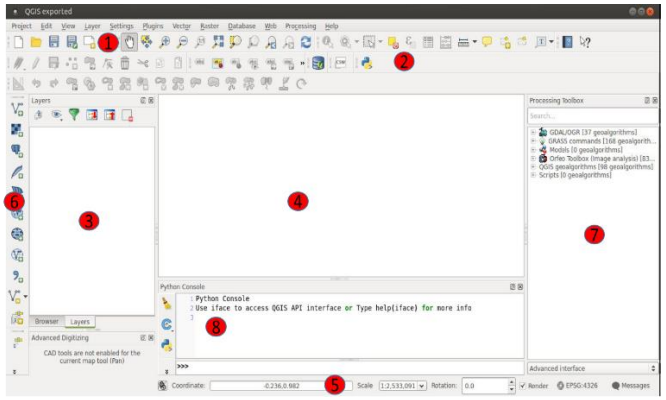
- The most recent version of QGIS available (the current version at the time of 3.8.0). Either the 32 bit or 64 bit version should work (everything presented herein was tested using QGIS 3.8.0 'Zanzibar', 64 bit, on Windows 7).
- For Windows users: Download and run the standalone installer, available here: http://qgis.org/en/site/forusers/download.html (QGIS Standalone Installer Version 3.8.0)

➢ GUI Conventions

- QGIS साफ्टवेयर को Open करने के लिये कम्प्यूटर के Desktop पर बने इस icon पर क्लिक करे या Start Menu से जाकर ओपन करे।



➢ Navigating the Interface : Desktop



QGIS interface is divided in 5 main areas: 1. Menu Bar; 2. Tool Bar; 3. Map Legend (Panel); 4. Map Canvas; 5. Status Bar

Other added features: 6. Manage Layers Bar; 7. Toolbox Panel; 8. Python Console

Navigating the Interface: Layers and Navigation

- Add vector Layer
- Add Raster Layer
- Add PostGIS Layer
- Add Spatialite Layer
- Add MSSQL Spatial Layer
- Add WMS/WMTS Layer
- Add WCS Layer
- Add WFS Layer
- Add Delimited Text Layer
- New Shapefile Layer/Spatialite Layer
- Create New GPX Layer

- Pan
- Pan Map to Selection
- Zoom In
- Zoom Out
- Zoom to Pixel Resolution
- Zoom to Full Extent
- Zoom to Selection
- Zoom to Layer
- Zoom to Last Extent
- Zoom to Next Extent
- Refresh

11

➢ Analysis: Digitizing Tools

Analysis: Digitizing Tool

Digitizing Tools:

- Current Edits
- Toggle Editing
- Save Layer Edits
- Add Feature (points, lines, polygons)
- Digitize Curves
- Move Feature(s)
- Node Tool
- Delete Selected
- Cut Features
- Copy Features
- Paste Features

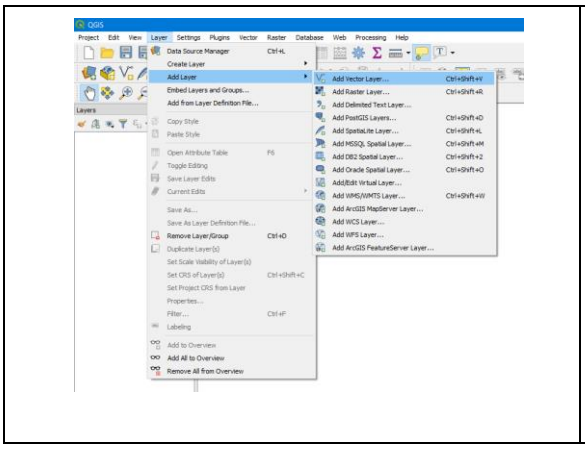
➢ Advanced Digitizing Tools:

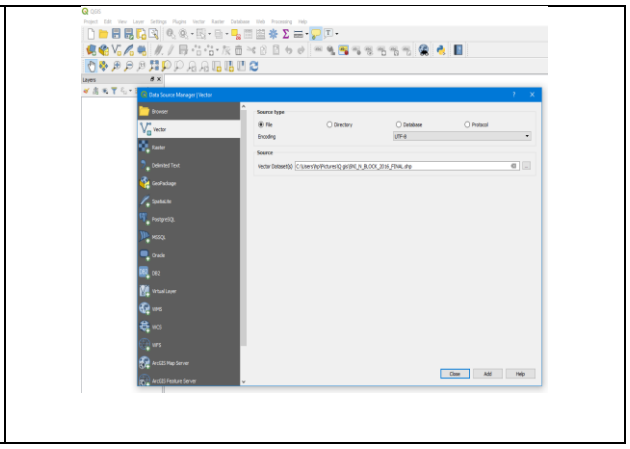
- Undo
- Redo
- Rotate Feature(s)
- Simplify Feature
- Add Ring
- Add Part
- Delete Part
- Reshape Feature
- Offset Curve
- Split Features
- Merge Selected Features
- Merge Attributes of
- Selected Features
- Rotate Point Symbols

➢ Open Shape files

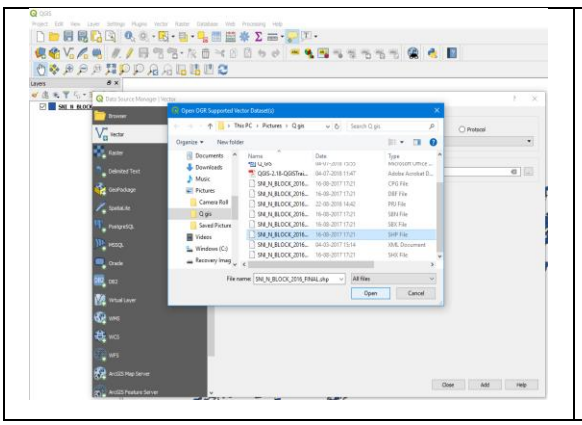
1.Shape file open करने के लिए Add Layer" -> 2. "Browse" पर क्लिक कर Shape files को चुने.

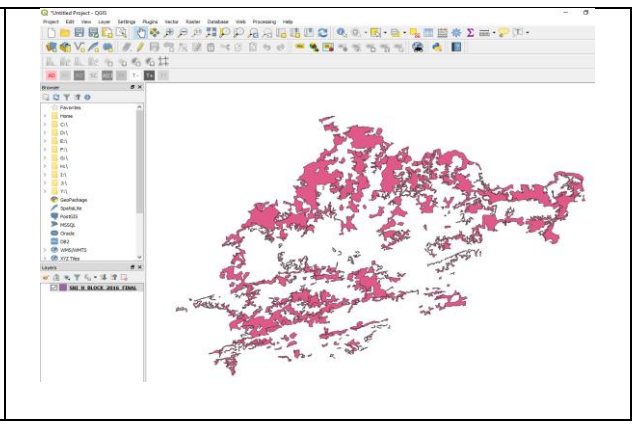
"Add Vector Layer पर क्लिक करें।



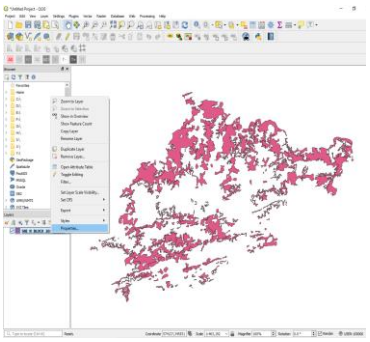
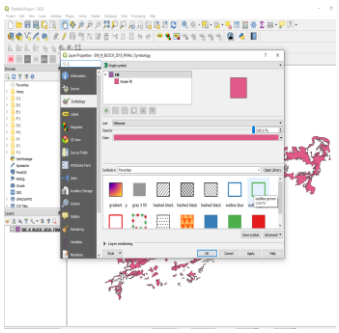
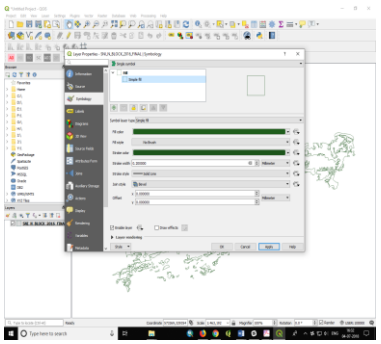


3. Shape File चुनने के बाद Open पर क्लिक कर Add पर क्लिक करे ।



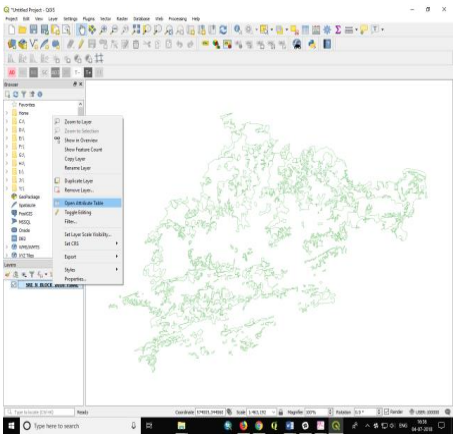
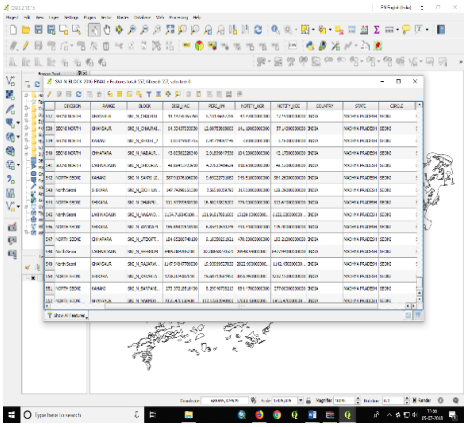


➢ Symbology

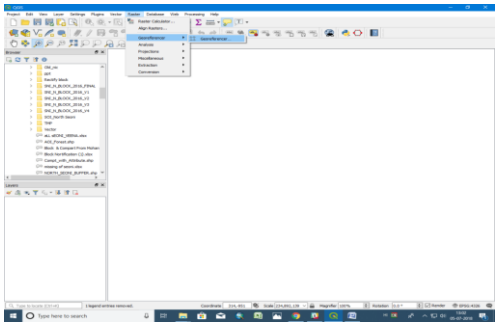
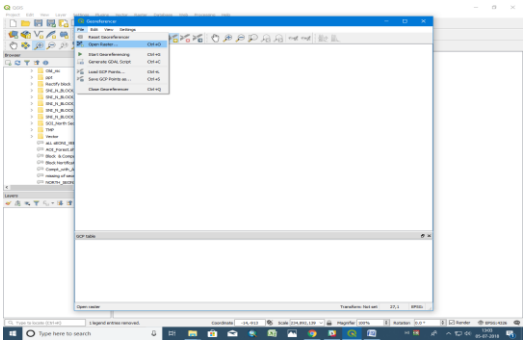
Symbology सेट करने के लिये layer पर right click या Double click कर Properties पर क्लिक करे।		Properties पर क्लिक करने के पश्चात Layer वाली विन्डो में से Symbology आपशन पर क्लिक करे ।
		

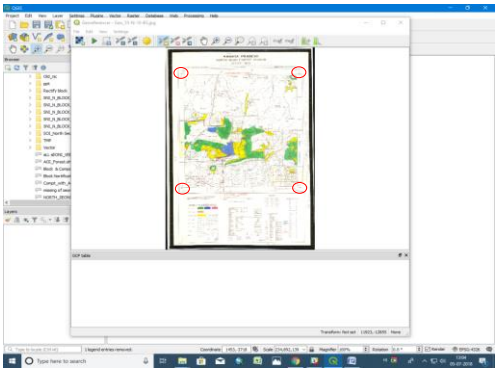
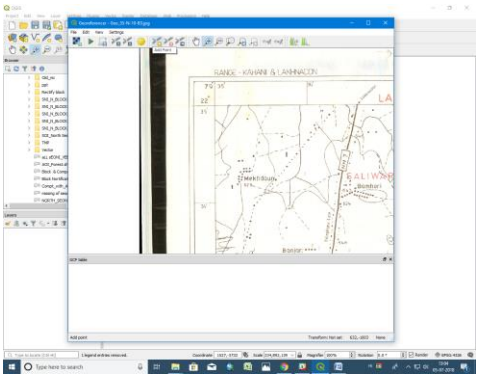
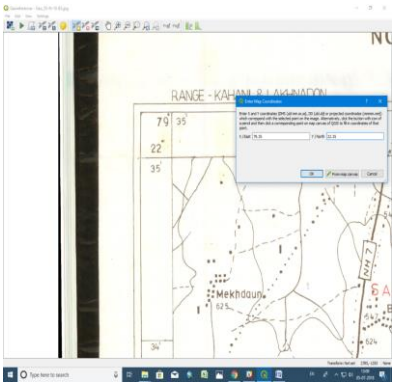
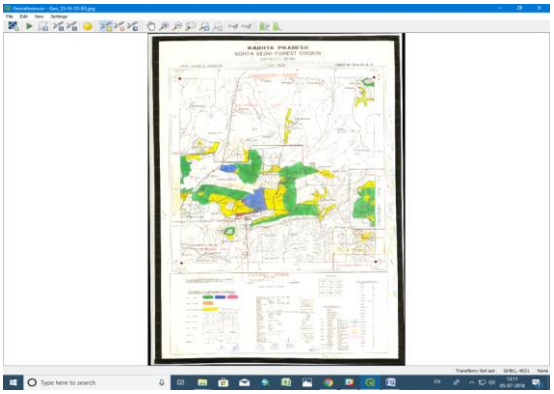
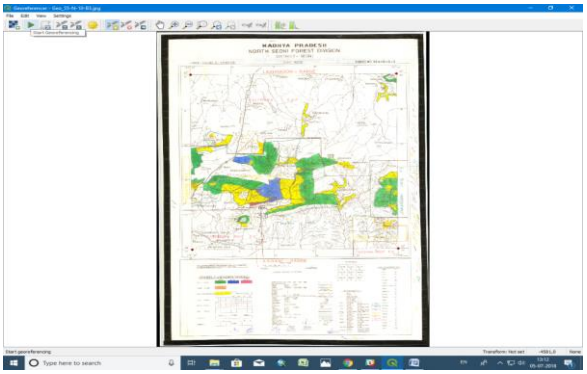
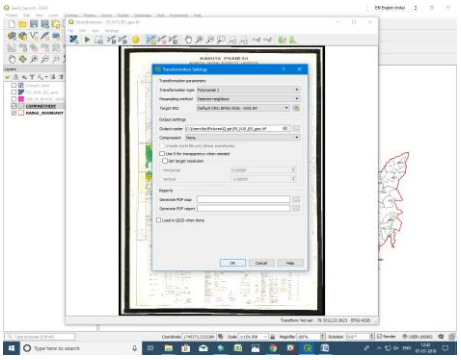
➢ To view the tabular data-

Attribute Data देखने के लिये layer पर right click या double click कर Open Attribute Table पर क्लिक करे ।

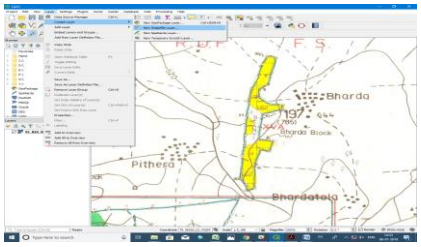
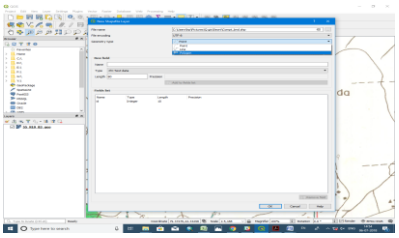
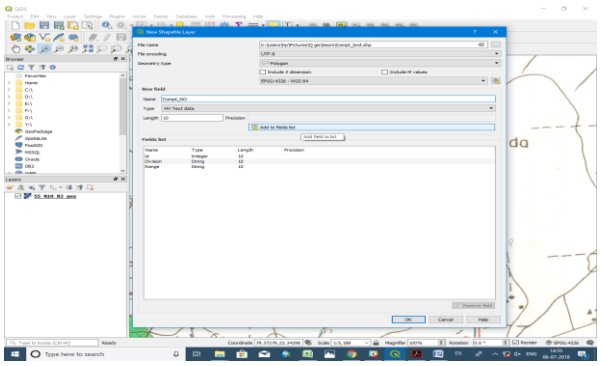
	

➢ Georeferencing

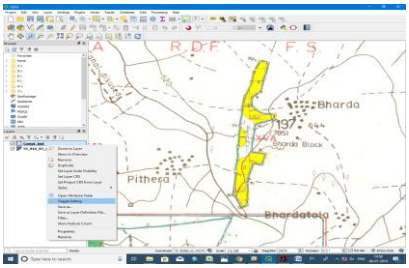
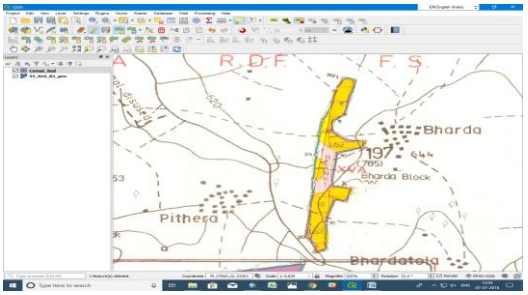
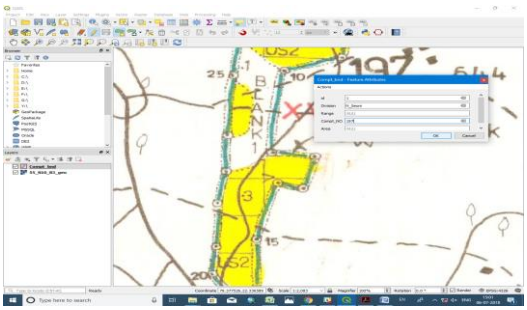
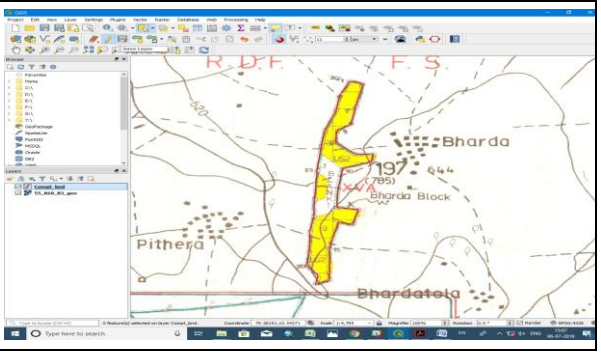
Raster को georeference करने के लिये Raster Menu में जाकर Georeferencer पर click करें।	Georeferencer window मे raster add करने के लिये open raster पर click करने के पश्चात scan image को add करें
	

Add किये गये raster के चारों corner पर latitude /longitude show हो रहे हैं ।	Image add हो जाने के बाद, image पर दिये गए coordinate point को zoom करें। Add point tool को select करें।
	
Raster के चारों corner पर दिये गये latitude /longitude को Add point tool पर click करें एवं latitude /longitude को प्रविष्ट करें।	चारों latitude / longitude कि प्रविष्टि होने के बाद सभी point raster पर इस प्रकार show होंगे।
	
इसके बाद Start georeferencing tool पर click करें ।	Raster का नाम path एवं Projection System (WGS 84) चुन कर उसे computer में save करेंगे ।
	

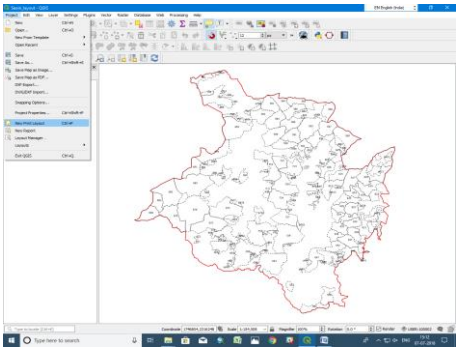
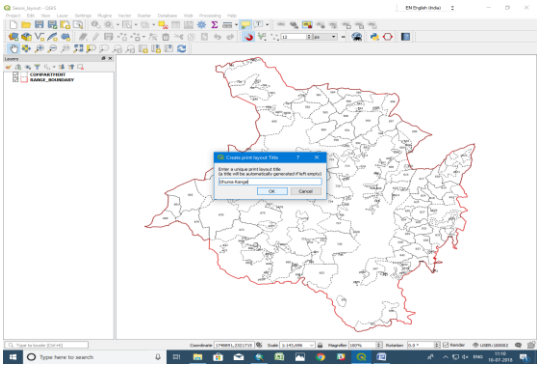
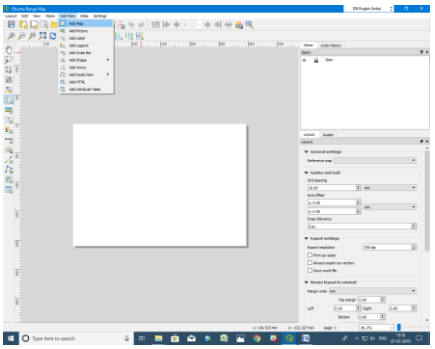
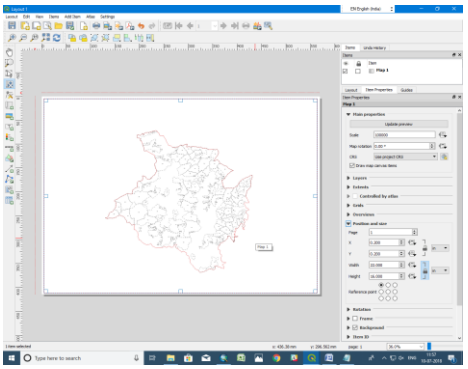
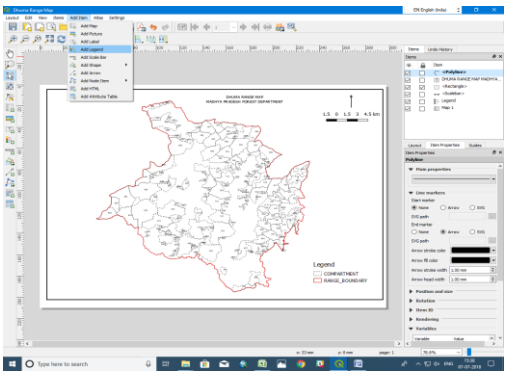
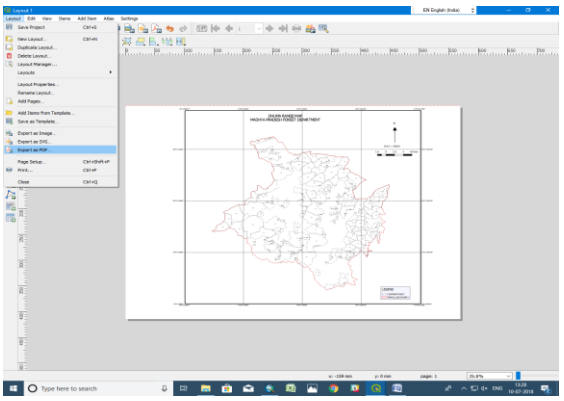
➢ Shape file

Shape file Create करने के लिये layer menu मे जा कर create layer पर click करेंगे और new Shape file layer को select करेंगे ।	Shape file का नाम save कर geometry type (Point / Line/Polygon) चुने |
	
Shape File में Attribute Table बनाने के लिये new field मे Field का नाम और Type दे कर file को save करेंगे।	
	

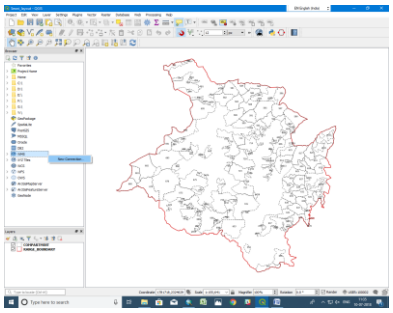
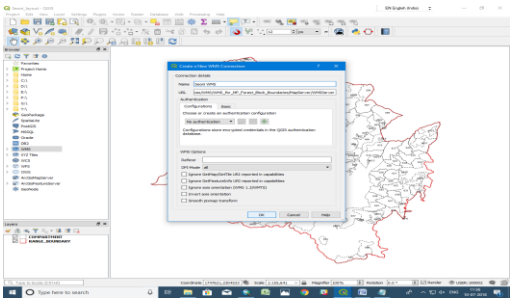
➢ Digitization:

Digitization करने के लिये shape file को layer penal मे add करेंगे । Digitization start करने के लिये shape file पर right click कर के Toggle editing को select करेंगे ।	Polygon tool को select करने के पश्चात Raster पर जहां भी Feature बनाना हो वहां क्लिक करते जाये । Feature को पूर्ण करने के लिए right click करे ।
	
Right click करते ही attribute table open हो जायेगी जिसमें feature से संबंधित जानकारी प्रविष्ट कर ok पर क्लिक करे ।	Feature बनने के बाद Save Layer icon पर क्लिक करें ।
	

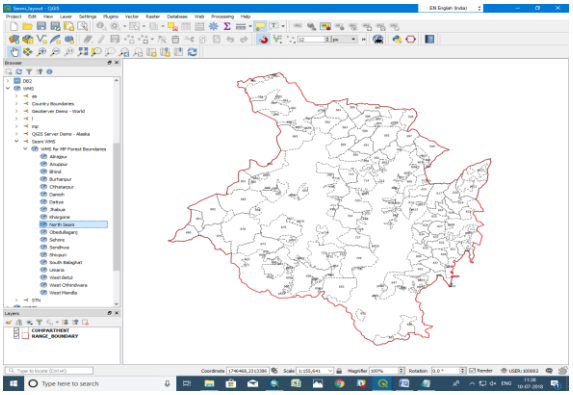
➢ Print Layout

Project → New print Layout →पर क्लिक करे ।	Create Print Layout Tittle में Name प्रविष्ट कर OK पर क्लिक करें ।
	
Add Item → Add Map →पर क्लिक करे । इसके बाद Map Canvas पर mouse से एक window बनाये ।	Scale एवं Paper Size सेट करने के लिये item properties में जाकर Scale एवं Paper Size सेटकर सकते है ।
	
सभी Map content Add करने के लिये Add Item में जाकर Picture, Legend, Scale Shape, North Arrow etc. Add कर सकते है ।	PDF में Map को convert करने के लिये Layout→Export as PDF
	

➢ Adding WMS Service

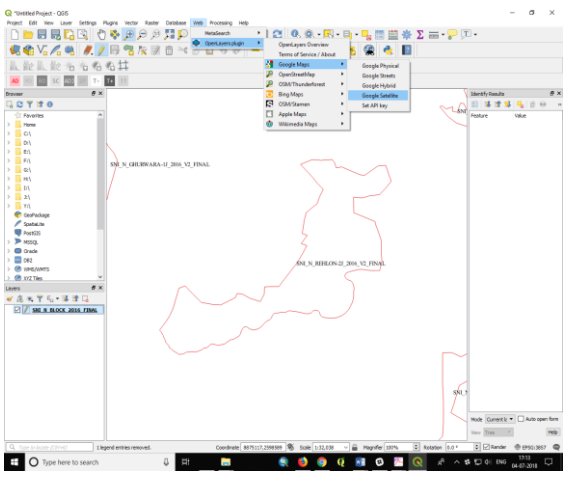
WMS SERVICE add करने के लिये Browser Window→WMS पर right click करने पर →New Connection पर क्लिक करें।	New Connection पर क्लिक करने पर create New WMS connection वाली window Open होगी ।जिसमें Name एवं URL प्रविष्ट कर OK पर क्लिक करे।
	

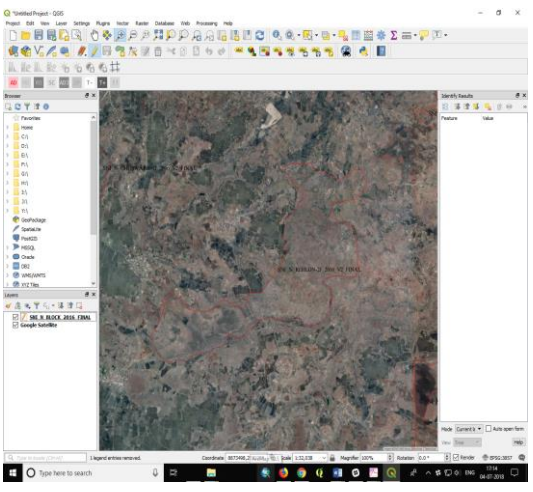
WMS service Add होने के बाद जिले का चयन करे।



➢ Adding Google Map

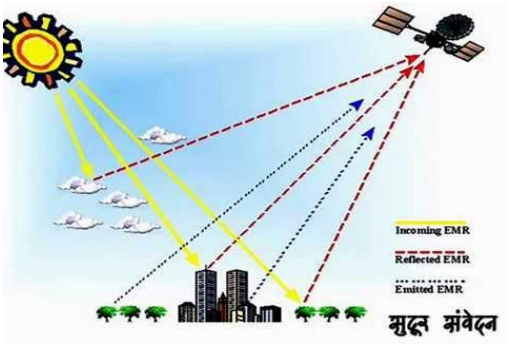
Background में Google Map, Street Map, Bing Map इत्यादि add करने के लिये
Web→Open Layers Plugin→Google Maps पर क्लिक करे।





➢ सुदूर संवेदन तकनीकी – कोर्सवेयर

- सुदूर संवेदन :



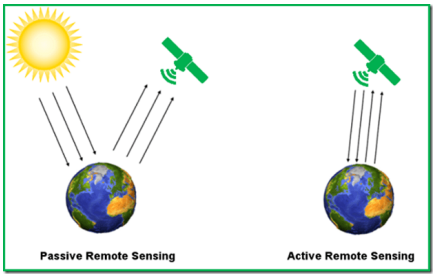
सुदूर संवेदन तकनीक मानव के ज्ञान के विकास के क्षेत्र में महत्वपूर्ण उपलब्धि मानी जाती है । इस तकनीक के माध्यम से भूमि, जल और आकाश के विविध पहलुओं का अध्ययन कर पाना संभव हुआ है । सुदूर संवेदन एक ऐसी उन्नत विधा है जिसके माध्यम से बिना किसी भौतिक सम्पर्क के पृथ्वी की सतह एवं पृथ्वी के संसाधनो का अध्ययन किया जाता है। सुदूर संवेदन पृथ्वी के संदर्भ में सूचना संग्रहण का प्रमुख साधन है। सुदूर संवेदन का अर्थ है दूर से संवेदना प्राप्त करना, संपर्क में आये बगैर किसी वस्तु के विषय में सूचना ;सटीक जानकारी प्राप्त करना।

- सुदूर संवेदन की तकनीक :

सुदूर संवेदन, परिलक्षित या उत्सर्जित ऊर्जा के संवेदन और रिकॉर्डिंग की वैज्ञानिक विधि है, जिससे पृथ्वी की सतह के बारे में जानकारी प्राप्त किया जाता है। सुदूर संवेदन के माध्यम से सुदूर स्थित मंच या प्लेटफ़ॉर्म से संवेदकों या सेन्सर्स के माध्यम से पृथ्वी के धरातल का, धरातल के किसी वस्तु का, संवेदन किया जाता है। धरातल से परावर्तित या उत्सर्जित विद्युत चुम्बकीय उर्जा विकिरण का संवेदन और अभिलेखन ;रिकॉर्ड करना सुदूर संवेदन है।

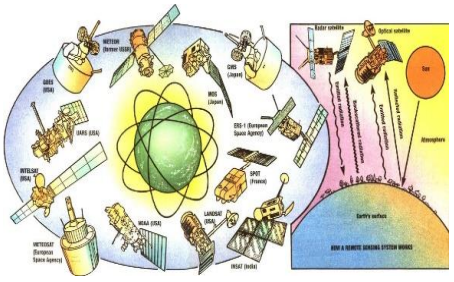
सुदूर संवेदन द्वारा वास्तव में पृथ्वी सतह के संपर्क में आये बगैर, दूर से ;ऊंचाई सेद्ध लक्ष्यांकित कार्यों के लिए सूचना संग्रह किया जाता है। सुदूर संवेदन की प्रक्रिया में संवेदनशील यंत्रों संवेदकों या सेन्सर्स के माध्यम से की सहायता से सूचना संग्रह किया जाता है।

- सुदूर संवेदन संवेदक :



सुदूर संवेदन की प्रक्रिया में संवेदक या सेंसर एवं वांक्षित वस्तु एक दुसरे के संपर्क में नहीं होते हैं। संवेदक या सेंसर एवं वांक्षित वस्तु के बीच संपर्क का माध्यम उस वस्तु से परावर्तित या उत्सर्जित इलेक्ट्रो मैग्नेटिक रेडिएशन होता है। संवेदक या सेंसर वांक्षित वस्तु से परावर्तित या उत्सर्जित इलेक्ट्रो मैग्नेटिक रेडिएशन का संवेदन और अभिलेखन रिकॉर्ड करते हैं। सेंसर द्वारा अधिग्रहीत आंकड़ों के विश्लेषण के माध्यम से पृथ्वी पर स्थित वस्तुओं, क्षेत्र या किसी घटना के बारे में विश्वसनीय जानकारी प्राप्त होती है।

सुदूर संवेदन की तकनीक को संवेदक की प्रकृति के आधार पर मुख्यतः दो प्रकारों में बाँटा जाता है एक्टिव और पैसिव। ज्यादातर पैसिव संवेदकों द्वारा सूर्य का परावर्तित प्रकाश संवेदित किया जाता है। एक्टिव संवेदक वे हैं जो खुद ही विद्युत चुंबकीय विकिरण उत्पन्न करके उसे पृथ्वी की ओर फेंकते हैं और परावर्तित किरणों को संवेदित रिकार्ड करते हैं।



भारत में सुदूर संवेदन के सारे कार्यों का आयोजन एवं निरीक्षण राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केन्द्र ;एनआरएससी हैदराबाद द्वारा किया जाता है जो भारत सरकार के विज्ञान मंत्रालय के अंतरिक्ष विभाग के अंतर्गत काम करने वाली एजेंसी है। एनआरएससी द्वारा भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रहों के अलावा अन्य उपग्रहों के आँकड़े अर्जित करने के लिए हैदराबाद के निकट शादनगर में आँकड़ा अभिग्रहण केंद्र की स्थापना की गई है। यह केंद्र प्रयोक्तओं के सहयोग से सुदूर संवेदन उपयोग परियोजनाओं के क्रियान्वयन में लगा हुआ है।

1. डाटा के प्रकार

रिमोट सेंसिंग में कार्य करने के लिये दो तरह के डेटा फार्मेट का इस्तेमाल किया जाता है।

1. वेक्टर डेटा 2. रास्टर डेटा

2.1 वेक्टर डेटा :–

किसी भी फीचर को बनाने के लिये हम वेक्टर डेटा का इस्तेमाल करते है। यह मुख्यतः तीन प्रकार का होता है :– 1. पाइंट 2. लाईन एवं 3. पॉलीगॉन। किसी भी छोटे फीचर को केप्चर करने के लिये पाइंट डेटा का उपयोग किया जाता है। जैसे कि पेड़ो को चिन्हित करना, किसी बिल्ड़ींग को चिन्हित करना इत्यादि। लाईन फीचर में लाईन का उपयोग रोड़, नदी, नाले, कच्ची सड़क इत्यादि को केप्चर करने के लिये किया जाता है। वहीं पॉलीगॉन का उपयोग किसी भी तालाब, खेत, बड़ी कॉलोनी या किसी भी प्रशासनीक बॉऊड्री इत्यादि के लिये किया जाता है।

2.2 रास्टर डेटा :–

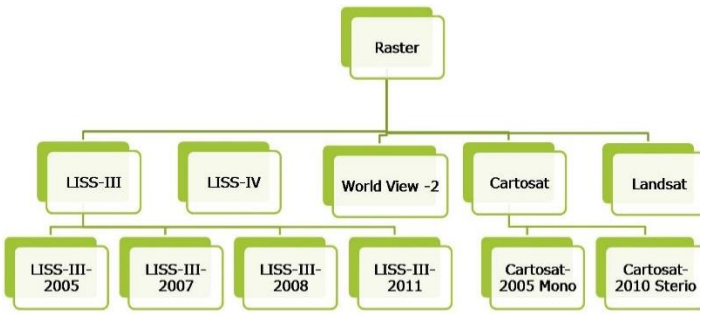
किसी भी प्रकार की स्केन की हुई इमेज रास्टर डेटा का उदाहरण है। यह मुख्यतः पिक्सल आधारित होता है। जैसे कि सेटेलाईट डेटा, टोपोशीट, स्केन हुये मानचित्र, एरियल फोटोग्राफ इत्यादि। रास्टर डेटा रिज्योल्यूशन आधारित होता है। एक पिक्सल वास्तवित धरातल के कितने क्षेत्र को प्रदर्शित करती है, यही रास्टर डेटा का रिज्योल्यूशन होता है। सेटेलाईट इमेजरी मुख्यतः दो प्रकार की होती है :–

A. पैनक्रोमेटिक डेटा :– यह डेटा ब्लैक एंड व्हाईट होता है, क्योंकि इसमें एक बैंड पाया जाता है।

B. मल्टी स्पैक्ट्रल डेटा :– यह डेटा रंगीन प्रदर्शित होता है, क्योंकि इसमें एक से अधिक बैंड मिश्रण पाया जाता है। जैसे :– लाल, हरा, नीला इत्यादि

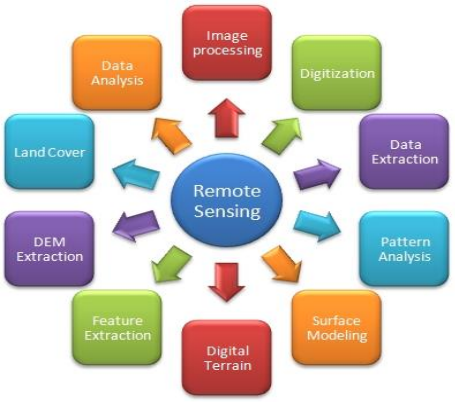
2.1.1 मध्यप्रदेश वन विभाग सूचना प्रौद्योगिकी शाखा में उपलबध सेटेलाईट डेटा :–

मध्यप्रदेश वन विभाग सूचना प्रौद्योगिकी शाखा में उपयोग के लिये विभिन्न तरह की सेटेलाईट इमेजरी उपलब्ध है जिसमें कि कॉर्टोसेट, LISS-III, LISS-IV एवं Word View - 2 उपलब्ध है। जिसका विवरण निम्नानुसार है :–



1. **रिमोट सेंसिंग के विभिन्न अनुपयोग** :– वर्तमान समय में रिमोट सेंसिंग का प्रयोग विभिन्न क्षेत्रों में किया जा रहा है। जिसमें कि कृषि, मौसम विज्ञान, वन क्षेत्र, निगरानी, वॉटरशेड मैपिंग, एलीवेशन मॉडलिंग इत्यादि सम्मिलित है। इसके द्वारा पूर्वानुमान भी लगाया जा सकता है एवं प्री एवं पोस्ट वर्गीकरण कर विभिन्न क्षेत्रों में हो रही अनियमितता को रोका जा सकता है।

2. **वन विभाग में रिमोट सेंसिंग का उपयोग** :–



3. वन आवरण एवं वन घनत्व विश्लेषण :– वर्तमान समय में रिमोट सेंसिंग तकनीक का उपयोग करके वन के आवरण का विश्लेषण किया जा सकता है। इस तकनीक का उपयोग करके भारतीय वन सर्वेक्षण विभाग हर दो वर्ष के अंतराल में एक रिपोर्ट भी प्रकाशित करता है। भारतीय वन सर्वेक्षण द्वारा LISS-III (23.5 Meter) इमेज का उपयोग कर यह विश्लेषण किया जाता है। मध्यप्रदेश वन विभाग सूचना प्रौद्योगिकी शाखा द्वारा LISS-IV (5.8 डमजमत त्मेवसनजपवदद्ध का उपयोग करके मध्यप्रदेश के वन आवरण का वनमण्डलवार विश्लेषण करने की प्रक्रिया शुरू की गई है। इस प्रक्रिया में NRSC द्वारा प्राप्त RAW DATA को प्री–प्रोसेस किया जाता है, तत्पश्चात् NDVI (Normalized Differentiation Vegetation Index) के द्वारा वन आवरण एवं वन घनत्व निकाला जाता है।

4. रिमोट सेंसिंग में लैण्ड यूज एवं लैण्ड कवर मैप :– रिमोट सेंसिंग तकनीक का उपयोग करके किसी भी स्थान के लैण्ड यूज एवं लैण्ड कवर का मैप तैयार किया जा सकता है। जिसके द्वारा किसी भी वनवृत्त या वनमण्डल में तत्कालीन समय में किस प्रकार की भौगोलिक एवं पारिस्थितिकी पाई जाती है। इसका ज्ञान प्राप्त किया जा सकता है।

5. डेटा सुधार एवं अपडेशन :– रिमोट सेंसिंग तकनीक का उपयोग करके विभिन्न वेक्टर लेयर जैसे कि रोड़, नदी, नाला, वनग्राम इत्यादि को सुधारा या अपग्रेड किया जा सकता है। उदाहरण के लिये किसी वन अभ्यारण्य में कुछ नया परिवर्तन जैसे कि नई सड़क या नई वॉटर बॉडी इमेज में दर्शित होती है तो उस पर आधारित मैप में अपडेट किया जा सकता है।

6. बेस मैप का उपयोग :– रिमोट सेंसिंग तकनीक का उपयोग बेस मैप बनाने में भी किया जाता है। किसी भी हाई रिज्योल्यूशन सेटेलाईट इमेज को जियो रिफ्रेन्स एवं मोजेक करके वनमण्डलवार या AOI के अनुसार बेस मैप तैयार कर उस पर कार्य किया जाता है। उदाहरण के लिये मध्यप्रदेश वन विभाग सूचना प्रौद्योगिकी शाखा ने ब्लॉक के नक्शे स्केन करवाकर उसकी जियो रिफ्रेन्सिंग वर्ड व्यू 2 हाई रिज्योल्यूशन सेटेलाईट इमेज से कर उसको डिजिटाईज्ड किया गया, जिसके परिणाम स्वरूप ब्लॉक सीमाएं धरातल पर अपने वास्तविक स्थान पर आ गई है। बेस मैप का उपयोग सेटेलाईट इमेज पर अपनी ब्लॉक सीमाएं दर्शाते हुये फील्ड में सर्वे कार्य में सहायता मिलती है।

7. अतिक्रमण निर्धारण :– सेटेलाईट इमेज की सहायता से पूर्व में हुये अतिक्रमण का निर्धारण किया जा सकता है। मध्यप्रदेश वन विभाग सूचना प्रौद्योगिकी शाखा द्वारा वर्ष 2013 की हाई रिज्योल्यूशन सेटेलाईट इमेजरी वर्ल्ड व्यू 2 का उपयोग वर्ष 2005 के बाद हुये अतिक्रमण निर्धारण के लिये किया जा रहा है। इसमें विज्यूअल इन्टरप्रिटेशन द्वारा वन सीमाओं के अन्दर हो रहे अतिक्रमण को रेखांकित किया जा सकता है। इसके अलावा मीडियम रिज्योल्यूशन सेटेलाईट इमेजरी LISS-IV का उपयोग कर पिक्सल बेस एनालिसिस भी की जा सकती है।

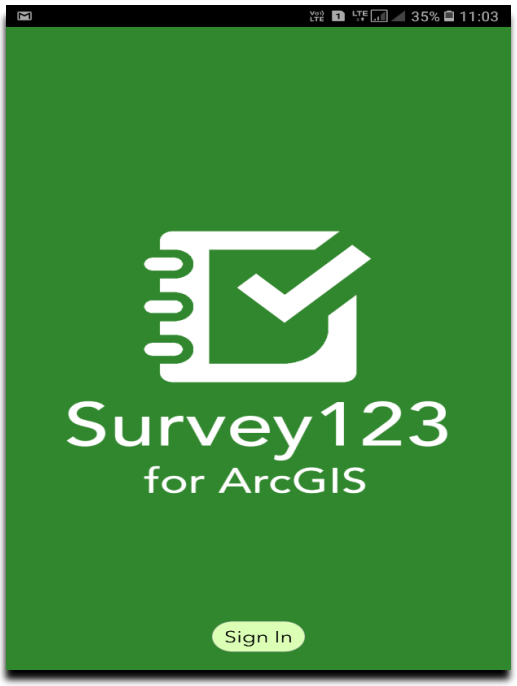
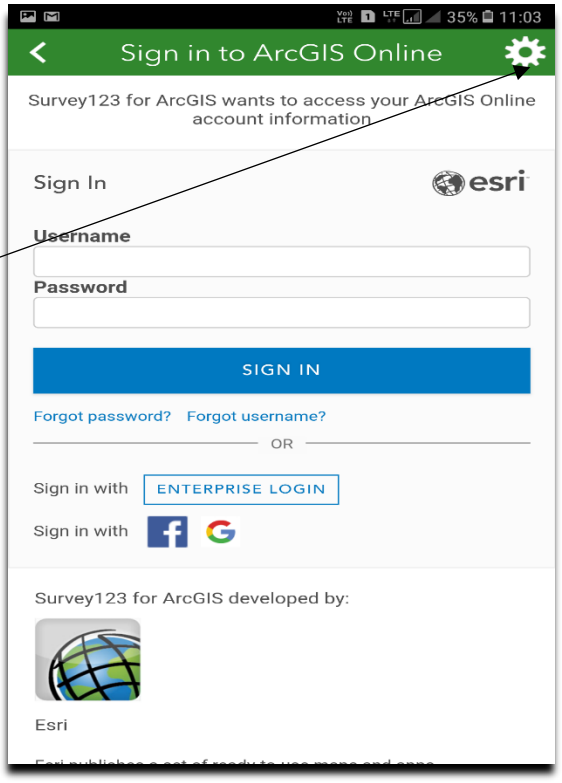
8. वन अधिकार अधिनियम (FRA) :– दिसम्बर 2005 से अस्तित्व में आये वन अधिकार अधिनियम के तहत पट्टों के सत्यापन हेतु सेटेलाईट इमेजरी का उपयोग किया जा रहा है। शाखा में उपलब्ध कॉर्टोसेट पेनक्रोमेटिक डेटा (2.5 रिज्योल्यूशन) का उपयोग वन अधिकार के सत्यापन के लिये किया जा रहा है।

9. वन अग्नि निगरानी प्रणाली :– सेटेलाईट इमेज का उपयोग वनों में लगने वाली आग के नियंत्रण के लिये भी किया जा रहा है। MODIS, ---------- इत्यादि सेटेलाईट इमेज का उपयोग करके वन अग्नि निगरानी प्रणाली विकसित की गई है। फॉरेस्ट सर्वे आफ इंडिया द्वारा Fire Alert Management System- एप्लीकेशन का निर्माण किया गया है, जिसमें वन में आग लगते ही संबंधित कम्पार्टमेंट या बीट के मॉनिटरिंग ऑफिसर को फायर अलर्ट मोबाईल पर एस.एम.एस. द्वारा मिल जाता है।

10. मॉनिटरिंग :– वन आवरण एवं घनत्व की निगरानी के लिये सेटेलाईट इमेज आधारित एप्लीकेशन का निर्माण किया गया है जिसमें एक आधार वर्ष से आगामी वर्ष या गत वर्ष की तुलनात्मक अध्ययन करते है। एवं इसके द्वारा वन आवरण एवं घनत्व में होने वाले पॉजीटिव एवं निगेटिव परिवर्तन को आसानी से देखा जा सकता है।

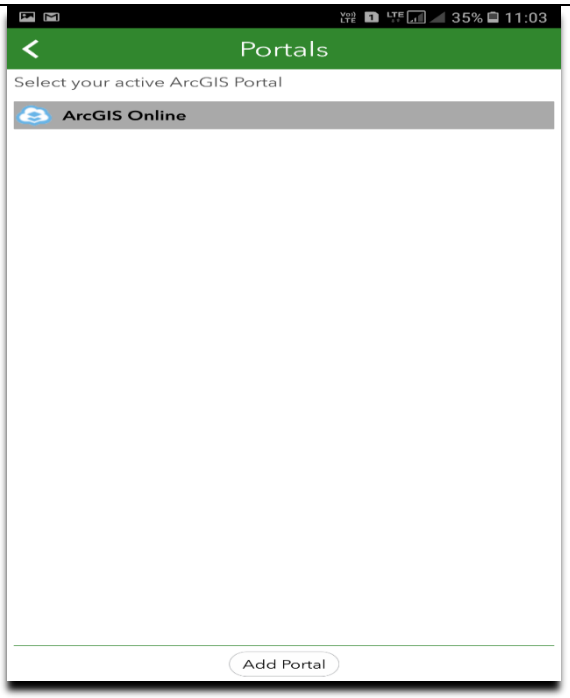
Survey 123 for ArcGIS उपयोग करने की विधि–

यह एप्लीकेशन केवल पाइंट डाटा सर्वे कार्य के लिए बनाई गई है:–

Step-1 :- Survey 123 ऐप उपयोग करने के लिये सर्वप्रथम स्मार्ट फोन पर गूगल प्लेस्टोर से Survey123 for ArcGIS डाउनलोड कर इन्स्टॉल करें। Survey 123 इन्स्टॉल करने के बाद इसे ओपन करने पर निम्न प्रकार से विंडो ओपन होगी। जहां पर सॉफ्टवेयर में लॉग–इन के लिये **Sign In** के बटन को दबायें।	
Step-2 :- विभागीय पोर्टल पर लॉग इन के लिये सैटिंग के बटन को दबायें। सैटिंग बटन	

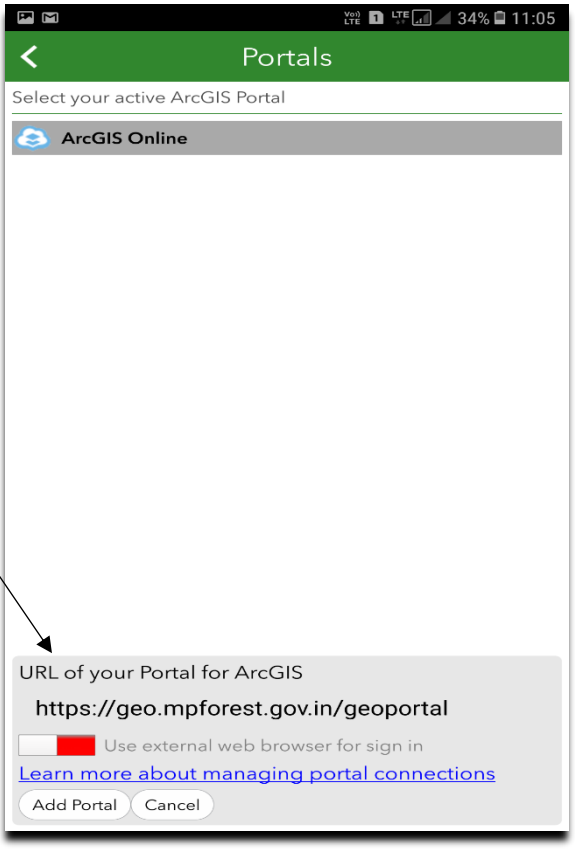
Step-3 :- विभागीय पोर्टल पर लॉग इन के लिये सैटिंग के बटन दबाने पर इस प्रकार विंडो उपलब्ध होगी।

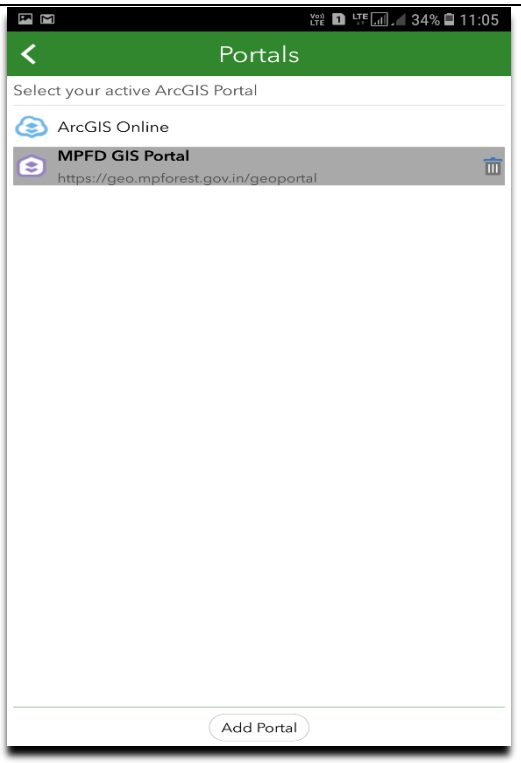
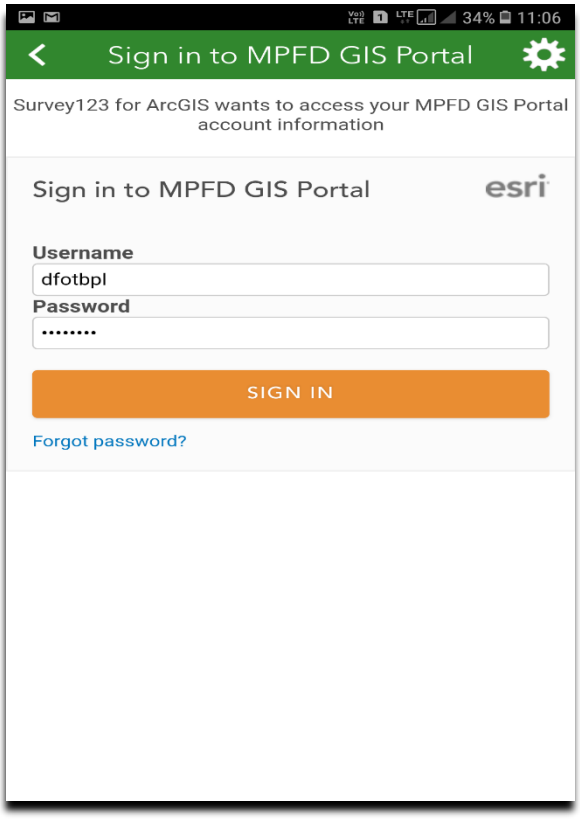
विभागी के पोर्टल को एड करने के लिये नीचे दिये गये **Add Portal** बटन को दबायें।

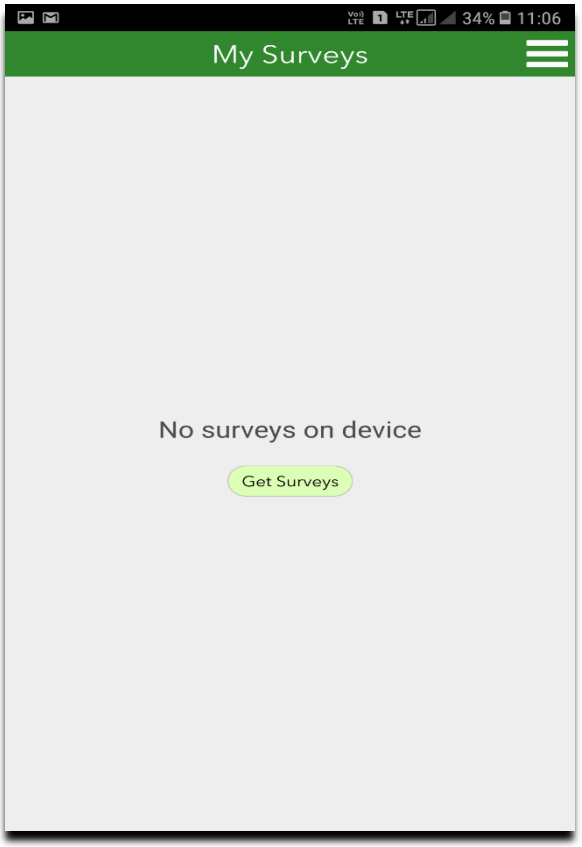
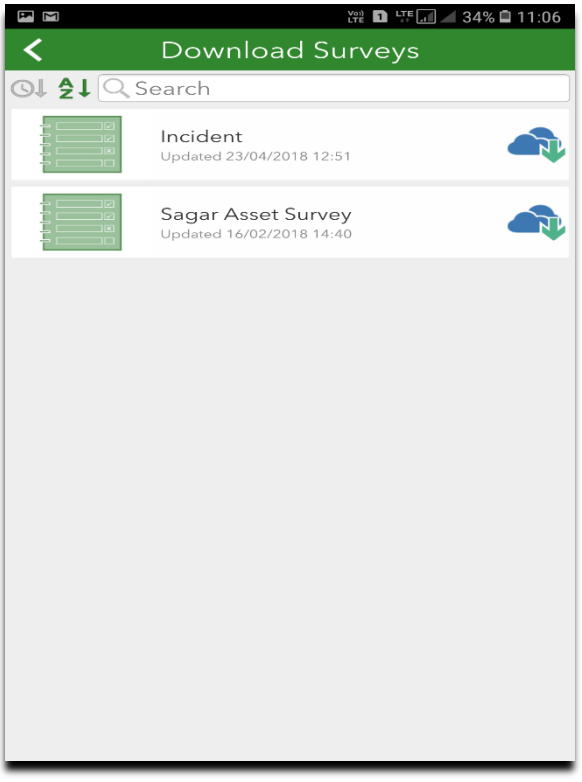


Step-4 :- **Add Portal** बटन को दबाने पर साईड में प्रदर्शित विंडो उपलब्ध होगी जहां विभागीय पोर्टल की लिंक डालें एवं **Add Portal** बटन दबायें।

https://geo.mpforest.gov.in/geoportal



Step-5 :- **Add Portal** बटन को दबाते ही ऐप के अन्दर विभागीय पोर्टल ऐड हो जायेगा जो **MPFD GIS Portal** के नाम से प्रदर्शित होगा।	
Step-6 :- **MPFD GIS Portal** एड होने के पश्चात बैक बटन दबायें। इस प्रकार लॉग इन विंडो प्रदर्शित होगी जिसमें विभागीय यूजर नेम एवं पासवर्ड डालें। **SIGN IN** बटन दबायें।	

Step-7 :- **SIGN IN** बटन दबाने पर एक खाली विंडो उपलब्ध होगी जिसमें लिखा होगा **No surveys on device.** विभाग द्वारा उपलब्ध कराये गये सर्वे मोड्यूल को मोबाईल डिवाईस में प्रदर्शित करने के लिये **Get Surveys** बटन दबायें।	
Step-8 :- **Get Surveys** बटन दबाने पर विभाग द्वारा उपलब्ध कराये गये सर्वे मोड्यूल मोबाईल डिवाईस में प्रदर्शित होंगे। सर्वे मोड्यूल मोबाईल डिवाईस में डाउनलोड करने के लिये संबंधित सर्वे मोड्यूल पर क्लिक करें।	

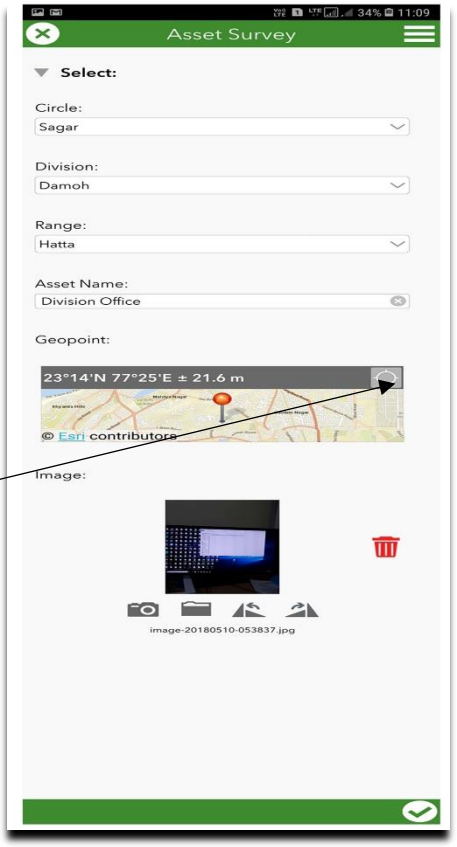
Step-9 :- सर्वे मोड्यूल डाउनलोड करने इस प्रकार से एक सर्वे फॉर्म प्रदर्शित जिसमें डाप डाउन बटन द्वारा सर्कल, डिवीजन, रेंज इत्यादि सिलेक्ट करें।

फोटो लेने के लिये स्क्रीन पर बने कैमरे पर क्लिक करें।

फॉर्म कम्पलीट करने पर उस स्थान की जियोलोकेशन स्वतः डिवाईस में सेव हो जायेगी एवं भरी गई जानकारी फोटो के साथ स्वतः लिंक हो जायेगी।

लोकेशन प्रदर्शित न होने की स्थिति में इस बटन को दबायें।

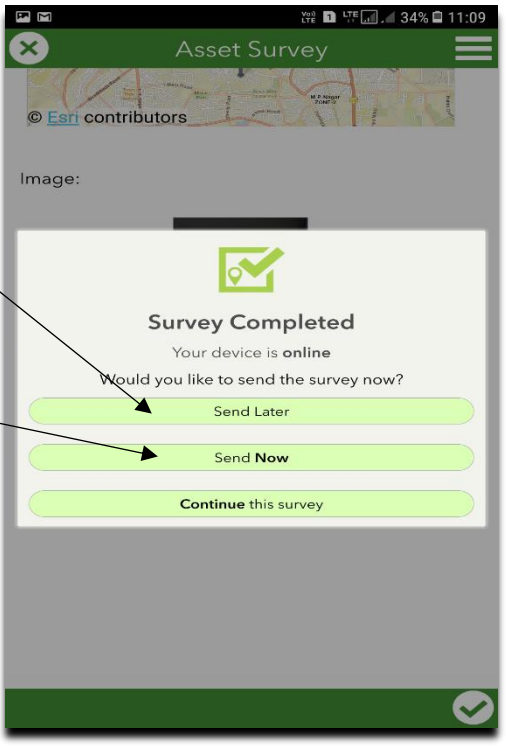
फोटो लेने के पश्चात नीचे स्क्रीन पर बने '√' राईट के निशान पर क्लिक करें।



Step-10 :- '√' राईट के निशान पर क्लिक करने पर एप्लीकेशन द्वारा एक मैसेज प्रदर्शित होगा

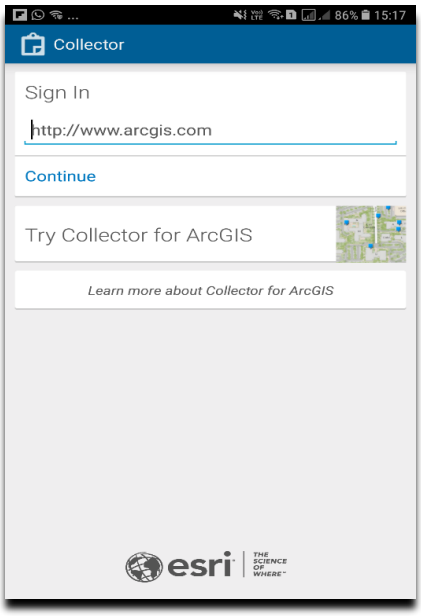
Send Later - यह बटन दबाने पर डेटा मोबाईल मे सेव हो जायेगा एवं बाद में कभी भी सेंड किया जा सकता है।

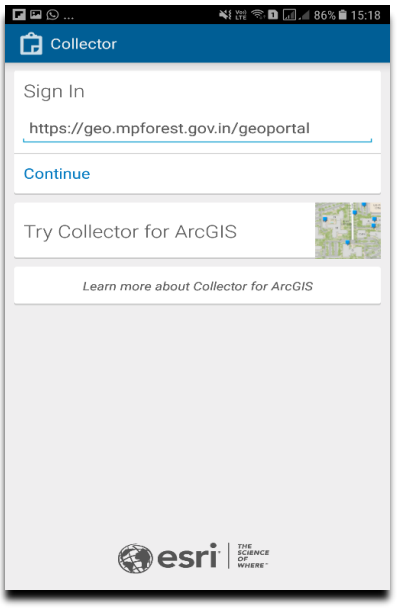
Send Now - यह बटन दबाने पर डेटा सर्वे किया गया डेटा तुरंत विभागीय पोर्टल पर ट्रांसफर हो जायेगा है।



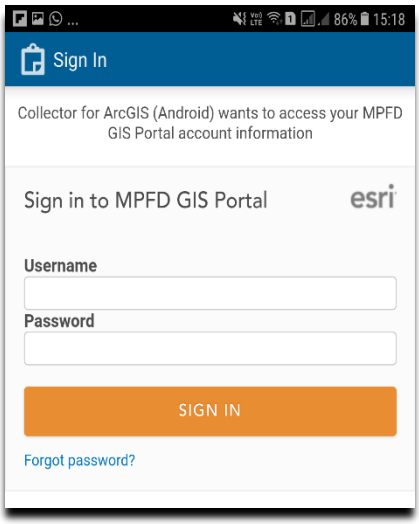
Collector for ArcGIS उपयोग करने की विधि–

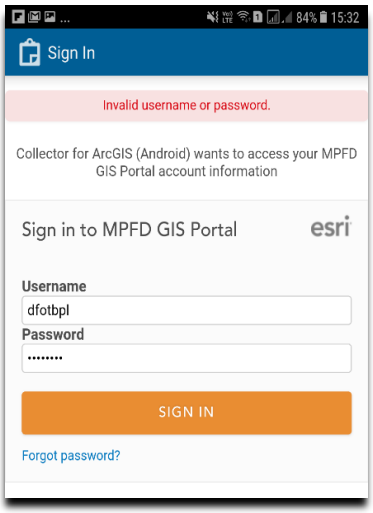
Step-1 :- Collector for ArcGIS ऐप उपयोग करने के लिये सर्वप्रथम स्मार्ट फोन पर गूगल प्लेस्टोर से Collector for ArcGIS डाउनलोड कर इन्स्टॉल करें। Collector for ArcGIS इन्स्टॉल करने के बाद इसे ओपन करने पर निम्न प्रकार से विंडो ओपन होगी। जहां पर सॉफ्टवेयर में लॉग–इन के लिये यू.आर.एल. http://www.arcgis.com के स्थान पर विभाग की वेबसाईट का यू.आर.एल. https://geo.mpforest.gov.in/geoportal टाइप करने उपरांत **Continue** बटन प्रेस करें।

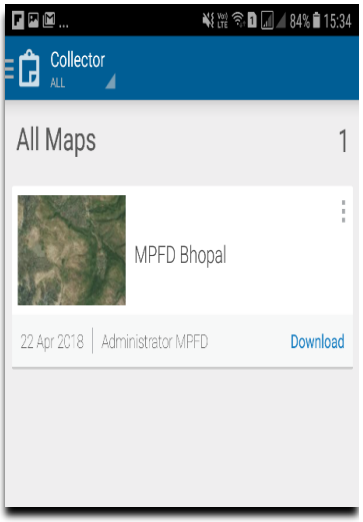




Step-2 :- **Continue** बटन दबाने के बाद एक नई साईन–इन विंडो ओपन होगी, जिसमें विभाग की वेबसाईट के अन्दर लॉग–इन का का ऑप्शन होगा एवं संबंधित डिविजन की यूजर आईडी एवं पासवर्ड पृविष्ट करने पर उक्त डिविजन का नक्शा प्रदर्शित होगा।

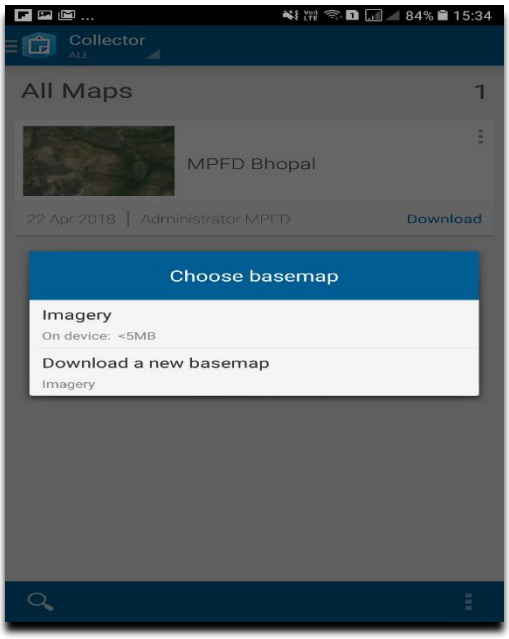


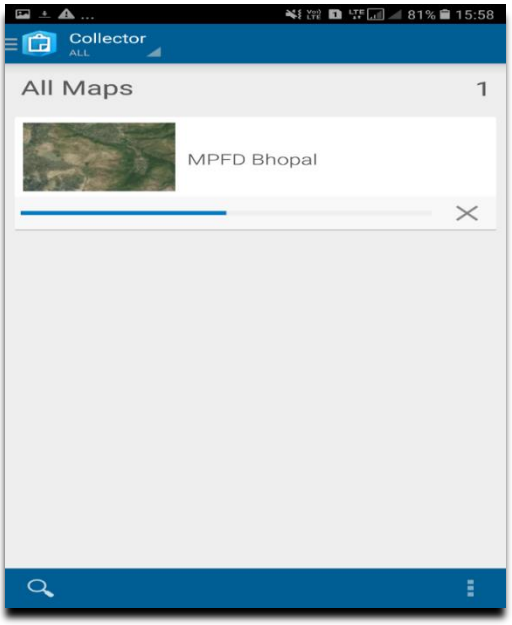




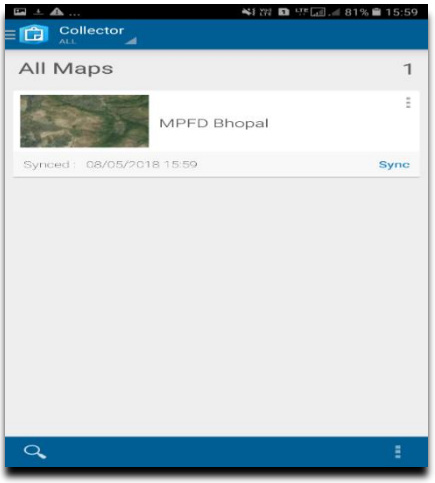
Collector for ArcGIS ऐप द्वारा ऑनलाईन एवं ऑफलाईन दोनों प्रक्रिया द्वारा सर्वे किया जा सकता है। परन्तु वनक्षेत्रो में सभी जगह इन्टरनेट की सुविधा उपलब्धता नहीं होती है। अतः प्रत्येक परिस्थिति में सर्वे पूर्ण करने हेतु ऑफलाईन मेप डाउनलोड करने की आवश्यकता है।

Step-3 :- यूजरनेम पासवर्ड डालते ही एक स्क्रीन मोबाईल पर प्रदर्शित होगी जिसमें संबंधित डिविजन का नक्शा उपलब्ध होगा एवं डाउनलोड का ऑप्शन होगा, जिस पर क्लिक करने से डिविजन का नक्शा ओपन होगा एवं जिस स्थान पर सर्वे किया जाना प्रस्तावित है, उस स्थान पर zoom कर नक्शा डाउनलोड किया जा सकता है। नक्शा डाउनलोड करने पर निम्न प्रकार से स्क्रीन प्रदर्शित होगी।

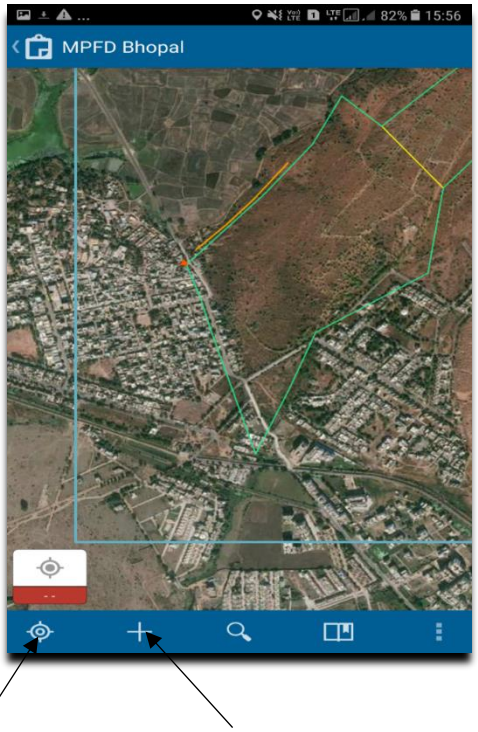




नक्शा डाउनलोड करने के पश्चात् निम्न प्रकार से स्क्रीन प्रदर्शित होगी तथा अब बिना किसी इन्टरनेट कनेक्शन के भी संबंधित एरिया का सर्वे कार्य पूर्ण कर इन्टरनेट की उपलब्धता होने पर **Sync** बटन प्रेस करने पर सर्वे किया हुआ डेटा सीधे पोर्टल पर अपलोड हो जायेगा।



Step-4 :- सर्वे प्रारंभ करने के लिये स्क्रीन पर दिख रहे नक्शे पर क्लिक करें जिससे मोबाईल पर डाउनलोड किया नक्शा प्रदर्शित होगा एवं आपकी लोकेशन एक बिंदू के रूप में नक्शे पर प्रदर्शित हागी एवं निम्न प्रकार से स्क्रीन प्रदर्शित होगी–

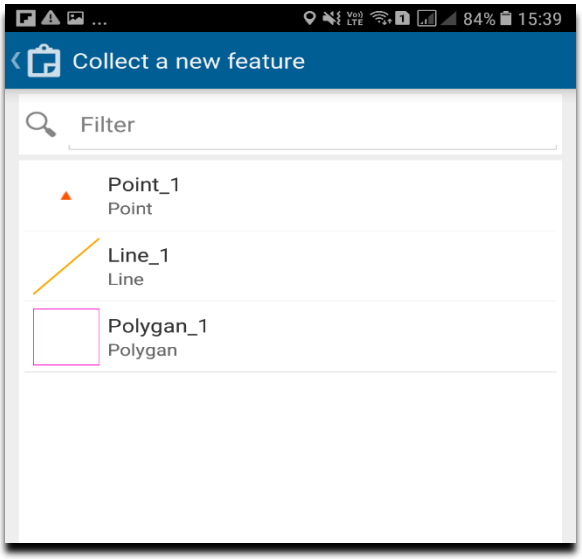


अपनी लोकेशन ज्ञात करने के लिए क्लिक करें।

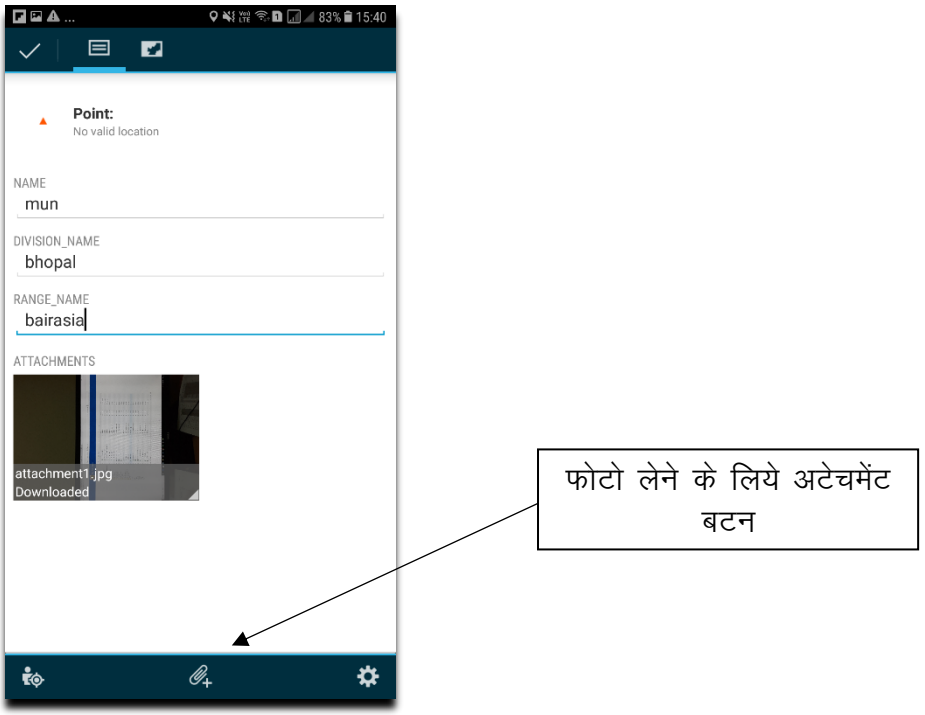
सर्वे के लिए क्लिक करें

Step-5 :- सर्वे प्रारंभ करने के लिये स्क्रीन पर दिख रहे प्लस के निशान पर क्लिक करने पर निम्न स्क्रीन उपलब्ध होगी जिसके अंतर्गत पॉईंट, लाईन एवं पॉलीगन सर्वे करने का ऑप्शन उपलब्ध है।

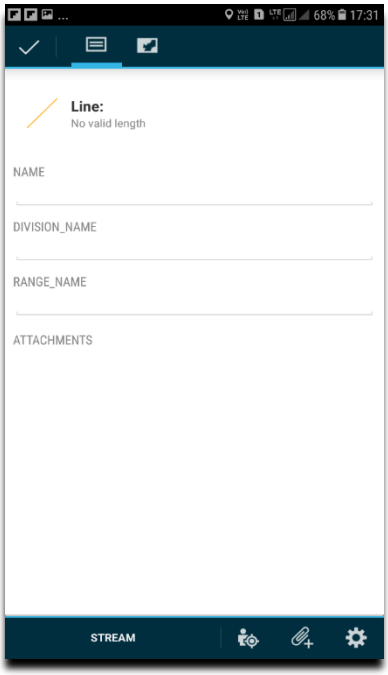
पाईंट डेटा सर्वे के लिये पाईंट ऑप्शन पर क्लिक करें, लाईन डेटा सर्वे के लिये लाईन ऑप्शन पर क्लिक करें एवं एरिया सर्वे के लिये पॉलीगन ऑप्शन पर क्लिक करें।



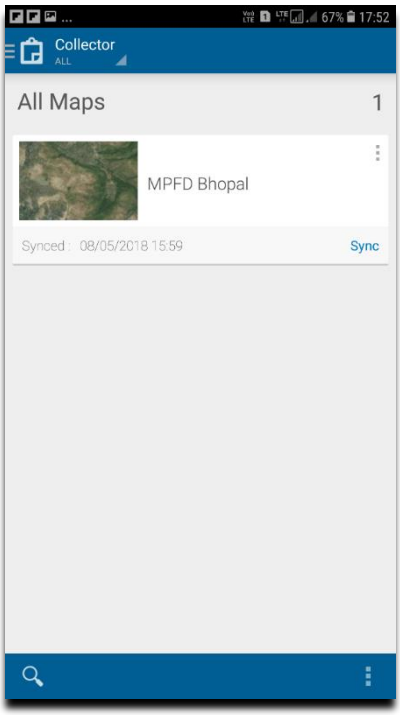
Step-6 :- पाईंट ऑप्शन पर क्लिक करने पर नीचे दर्शित विंडो प्रदर्शित होगी जिसमें डिवीजन का नाम, रेंज का नाम एवं सर्वे किये गये फीचर का नाम प्रविष्ट करें एवं फोटो लेने के लिये स्क्रीन पर नीचे अटेचमेंट बटन पर क्लिक करें। फोटो लेने के उपरांत स्क्रीन पर बने '√' राईट के निशान पर क्लिक करने पर डेटा सेव हो जायेगा।



Step-7 :- लाईन एवं पॉलीगन ऑप्शन पर क्लिक करने पर नीचे दर्शित विंडो प्रदर्शित होंगी जिसमें डिवीजन का नाम, रेंज का नाम एवं सर्वे किये गये फीचर का नाम प्रविष्ट करें एवं ऊपर स्क्रीन पर बने '✓' राईट के निशान पर क्लिक करने पर नक्शा ओपन होगा। नीचे स्क्रीन पर STREAM लिखा होगा जिस पर क्लिक करे एवं चयनित स्थान पर चलकर सर्वे करें। सर्वे पूर्ण होने पर नीचे दर्शित PAUSE बटन दबायें। फोटो लेने के लिये स्क्रीन पर नीचे अटेचमेंट बटन पर क्लिक करें। फोटो लेने के उपरांत स्क्रीन पर बने '✓' राईट के निशान पर क्लिक करने पर डेटा सेव हो जायेगा।



Step-8 :- सर्वे कार्य सम्पन्न होने के उपरांत डाटा विभागीय पोर्टल पर भेजने के लिए Sync बटन को प्रेस करे।



Sampling Design and Allocation of Sample Plots
(Sample Points will be provided from Head office of Green India Mission)

1 Sampling Design: Sampling is the most important step for the estimation of forest carbon stocks. Appropriate sampling for the carbon stocks estimation can provide reliable estimates at a limited cost and man power. Sampling includes the number, size and shape of the plots required to measure the carbon stocks. Sampling a small portion of the entire population enables conclusions to be drawn about an entire population. Sampling theory provides the means for scaling up information from the sample plots to the whole project area or even to a regional and national level (IPCC 2003). Thus, measurements of carbon stocks of sample plots can be extrapolated to per hectare for the whole project area. Sampling methods include simple random sampling, stratified random sampling and systematic sampling. Standard sampling theory relies on random selection of a sample from the population so that each unit of the population has an equal probability of being included in the sample.

Review literature should be conducted for the quality assurance and sampling design. Sources that may be consulted include peer-reviewed research articles/reports on the project area or similar area. National level reports having similar kind of forest may also be consulted before deciding the sampling design. Information regarding the range, standard deviations, standard errors, or coefficient of variation of carbon stocks in project area or area similar to project area is useful to determine the number of sampling plots.

Sample size depends on the required precision and the anticipated variance in the specific forest strata. At least 10% extra plots may be laid to reliably estimate the increase in carbon density.

1.1 Stratification: It is useful to stratify the project area into strata that form relatively homogenous units. The IPCC (2006) recommends stratifying by climate, soil, ecological zone, and management practices. In general, stratification also decreases the costs of monitoring because it typically diminishes the sampling efforts necessary, while maintaining the same level of confidence.

Potential stratification options include:

- Land use (for example, forest, plantation, agroforestry etc);
- Vegetation species (if several);
- Slope (for example, steep, flat);
- Drainage (for example, flooded, dry);
- Age of vegetation;
- Proximity to settlement.

In India, FSI has prepared Forest Cover map and Forest Type map of India. These Forest Cover maps and Forest Type maps have been used to stratify the project area into Forest Type and density stratum. Intersect tool in Arc GIS may be used to produce the Forest Type and Density maps.

1.2 Calculation of Number of Permanent Sample Plot: The level of precision required for a forest carbon inventory has a direct effect on inventory for forest carbon stock assessment. Once the level of precision has been decided upon, sample size can be determined for each stratum in the project area. Volume or the aboveground biomass can be used to estimate the variance and further to estimate the sample size. 10-15 plots in the project area are usually enough to evaluate variance. For forestry inventory for carbon estimation normally a sampling intensity of 90/10(90 % confidence level and 10% precision) is followed. Confidence level amounts to uncertainty one can tolerate. Precision level is the margin of error one can tolerate. For example, estimation of the standard deviation and mean aboveground biomass or volume (t/ha) of the pilot sample plots can be worked out as follows:

Variance (CV) = Standard deviation/Mean * 100

Mean (M) = 60.41 t/ha

Standard Deviation (SD) = ± 24.81

CV = 24.81/60.41*100

= 41.06

Use the value of variance in the equation 1

Sample Size (N) = $(1.64*CV/AE)^2$ Eq. 1. (at 90% confidence interval with 10% allowable error)

Where,

CV= Coefficient of Variance as calculated above

AE = Allowable error (e.g. 10%, 5%)

N = $(1.64 * 41.06/10)^2$

N= 45

Sample Size (N) = 45.

This means 45 plots are required to be laid in the project area.

1.3 Allocation of Sample Plot in Each Stratum.

Once the sample size is calculated, allocation of sample size to different strata is required. This is done using following formula:

A = Area of Strata/Total Area × Sample Size

For example.

Stratum	**Forest Strata**	**Area (ha)**
S1	Dry Teak Open Forest	3091.90
S2	Dry Teak Moderately Dense Forest	537.46
S3	Dry Teak Very Dense Forest	253.08
S4	Southern Dry Mixed Deciduous Moderately Dense Forest	3874.30
S5	Southern Dry Mixed Deciduous Open Forest	1469.00
S6	Southern Dry Mixed Deciduous Very Dense Forest	70.67
	Total	**9296.30**

For Stratum 1

A1 = 3091.90/9296.30*45

A1 = 15

For Stratum 2

A2 = 537.46/9296.30*45

A2 = 3

For Stratum 3

A3 = 253.08/9293.30*45

A3 = 1

For Stratum 4

A4 = 3874.30/9296.30*45

A4 = 19

For Stratum 5

A5 = 1469/9296.30*45

A5 = 7

For Stratum 6

A6 = 70.67/9296.30*45

A6 = 0

It is further advised that to increase 10 % sample size to give adequate coverage to the underrepresented class. Here A3 and A6 allocation of sample size shows 1 and 0 sample plot respectively. It is advisable to allocate at least 03 sample plots in each stratum for sound statistical analysis.

2. Laying out of field plot and Field data collection

2.1 Location of Sample Plots

Randomization of sample plots in a stratum: Arc GIS Software may be used to locate the sample plot in random manner in each stratum.

2.2 Sample Plot Layout: Permanent sample plots are generally regarded as statistically more efficient in estimating changes in forest carbon stocks compared to temporary plots because typically there is high covariance between observations taken at successive sampling events in temporary plots. Permanent sample plots should be established for the assessment and monitoring of carbon stocks in the project area. Carbon monitoring requires both size and number of sample plots be decided. Plot size has the impact on the cost of carbon inventory and monitoring. Larger the plots, lower the variability between two samples. National circumstances may also be considered for assessment of carbon stocks. National Working Plan Code – 2014 may be followed for the sample plot design and layout methods.

After reaching the predetermined sampling plot location, a square plot of 0.1 ha (31.62 m × 31.62 m) should be laid out by measuring 22.36 m horizontal distance i.e. half of the diagonal in all the four directions at 45° in north-east, at 135°in south-east, at 225° in the south west, and at 31.5°in north-west corners of the plot from true north. Care should be taken for lying out the proper dimensions of the plot. Then nested subplots of size 3 m × 3 m and 1 m × 1 m will be laid out at 30 m from the center of the main plot of 0.1 ha in all the four directions for the collection of samples for shrubs, climber and regeneration and herbs/grasses respectively. Along with the nested quadrat of size 3 m × 3 m and 1 × 1 m, 5 × 5 m quadrats should be laid at NE and SW direction. In 5 × 5 m plot, all the dead wood above 5 cm diameter would be collected, weighed and recorded. In 3 m × 3m, all woody litter, that is branches below 5 cm be collected weighed and recorded. All shrubs and climbers in 3 m × 3m plot would be up-rooted, weighed and recorded. In 1m ×1m plot, all the herbs/grasses including leaf litter would be collected, weighed and recorded. For estimation of soil organic carbon, forest floor would be swept and a pit of 30×30×30 cm would be dug at the center of 1m× 1 m plot at NE and SW corner of the main 0.1 ha plot. A composite sample of soil weighing 200gm would be kept for Soil Organic Carbon analysis. The soil sample will be kept in a polythene bag and tightly closed and properly labelled.

Concept of Bulk Density of Soil: Bulk density of the soil is defined as the dry weight of soil per unit volume of the soil. It is required to convert between volume and weight of the soil. Information ion bulk density is required for determination of soil organic carbon content per unit area. Collection of soil sample for bulk density estimation is done in 1m × 1m plot. A core sampler of known volume (bulk density core sampler) is inserted in soil between 0-10 cm depth with the help of hammer, up to the top of the core. Remove the core carefully so that soil inside the core may not drop down. Collect the entire soil in a polythene bag, and proper label should be fixed on the sample. Repeat this exercise again in the soil 10-20 and 20-30 cm depth.

Bulk Density of Soil: information on bulk density is required for determination of soil organic carbon content per unit area. Collection of soil sample for bulk density estimation is done in 1m × 1m plot. A core sampler of known volume (bulk density core sampler) is inserted in soil between 0-10 cm depth with the help of hammer, up to the top of the core. Remove the core carefully so that soil inside the core may not drop down. Collect the entire soil in a polythene bag, and proper label should be fixed on the sample. Repeat this exercise again in the soil 10-20 and 20-30 cm depth.

Scheme of laying out of a sample plot of 0.1 ha is given in figure

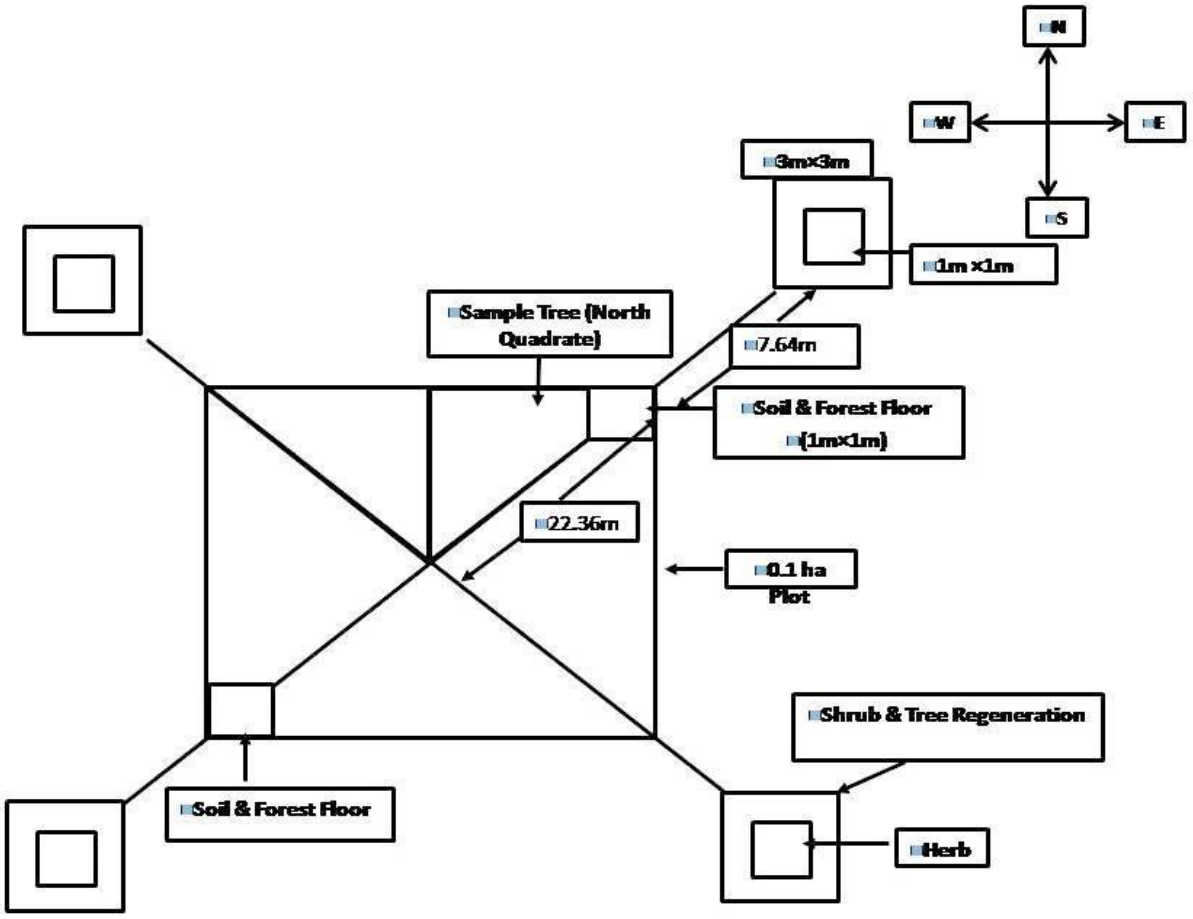


Figure 4.1 Sample Plot Layout

2.3 Equipment Required: Field Sampling Kit should be prepared well in advance before proceeding to the field for measurements. The following equipments and items are required for laying the sample plots in the forest for carbon monitoring:

1. Nylon – Rope (04) of the length 31.62 m (or more) for all the four side of the plot.	2. Stapler Pins	3. Field Maps
4. Clinometer/hagaaltimer/ Ravi multimeter for height measurement	5. Electronic Weighing Balance	6. Secateurs
7. Compass	8. Measuring Tape (50 m)	9. Khurpi/Kudal
10. Global Positioning System (GPS)	11. Iron Pole/Wooden stick	12. Khukri/Machete
13. Camera	14. Polybags/Paper Bags	15. Core Sampler
16. Aluminum Tags	17. Rubber Bands	18. Batteries
19. Hammer	20. Nails	21. Torch
22. Stapler	23. Rucksack	24. Paint and Brush
25. First Aid Kit	26. Permanent Marker	27. Data Recording Sheets
28. Toposheet	29. Spade	30. Axe

2.4 Field Team: Field tours for data collection from sample plots require at least one experienced/trained person and four assistants to layout the plots. Human resource should be properly trained before going to the field or first day can be given to layout the sample plot and proper division of work help in the efficient coordination between the team members and reduce the cost of the carbon inventory.

2.5 Field Background: Before going to the field studies, information regarding the field location should be collected that will help in locating sample plots. Field maps should be prepared with the help Geographic Information System. Project area, project boundary, nearby settlements, roads, river, forest types, forest cover, and other land use features should be properly embarked on the field maps. Base camp should be established in the project area. Interaction with the local communities can help in collecting information about the project area and ground truthing. Local labour can also be hired for the easy movement in the forest and nearby locations.

2.6 Tree Measurements

Forest measurement from individual tree to stand of trees and measurement and estimation of tree volume and biomass is important for assessment of biomass carbon in a forested stand. In tree and forest measurement some variables are not measured directly like volume of wood that is harvested from a large area. If it is difficult to measure some parameters or it cannot be measured directly at all, indirect methods/models are applied to approximate or estimate the parameter of interest. These methods often involve measuring parts of the body (e.g., tree trunk), or parts which can be measured with desired accuracy. Then mathematical models/ procedures are used to convert the known measurements of the parts to make an estimate of the parameter of interest (e.g., tree biomass carbon in the present case).

Procedure

(i) Mark the center of the plot and record the GPS location.
(ii) Mark all the four corners of plot with the ranging pole/wooden stick
(iii) Assign the unique code to the permanent plot.
(iv) Record the species name.
(v) Paint all the trees with yellow/red color at 1.37 m height.
(vi) Take photographs of the plot

Tree CBH Measurements

For aboveground biomass all tress having diameter of 10 cm and above (≥10 cm) or CBH (≥30 cm)will be enumerated. Species and diameter class wise information obtained from the sample plot of 0.1 ha is recorded carefully in the plot description form (Annexure VI). Border line trees i.e. the stem of the trees touch the north and west border line of the plot will be enumerated. However, the stem of the trees touches the east and south border line of the plot will be treated as “out trees” and information about out tress will not be recorded in the plot description form. Trees below 10cm diameter at breast height over bark will be enumerated as sapling. One should be clear that the enumeration in the plot should be started from the North-east corner and will be proceed in clockwise direction. The same procedure should be followed for all the sample plots. The height of the trees in the all the sample plots should be measured.

Circumference of the tree (Circumference at breast height, CBH) is measured at 1.37 m from the ground. The circumference may be measured by wrapping measuring tape firmly around the stem, perpendicular to axis. The point must be marked for repeated measurements for assessing growth rate to ensure that the same position will be measured in each occasion.

Following precautions are to be observed while measuring tree CBH

(i) On slopping ground measurements should be taken from the uphill side of the stem.
(ii) For Leaning trees (on level ground), the point will be on the under-side of the tree parallel to the axis of the stem.
(iii) Trees forked below breast height should be treated as a double stem i.e. two separate tree.
(iv) Trees forked above breast height should be treated as a single stem and measured according to the position of tree on ground or hills.
(v) Trees forking at breast height or slightly above are measured at the point of minimum diameter below the fork.
(vi) Coppice crops should be measured from ground level, not from stool level.

Besides this, following precautions should also be ensured for proper accurate measurements.

(i) The loose mounds of soil and litter should be displaced and cleared.
(ii) The vines, moss, loose bark and other loose material at breast height should be removed.
(iii) The breast height should be fixed by using a fixed height (bh) stick.
(iv) Measure at right angles to the stem axis. Keep tapes taut.
(v) Special attention should be placed for buttressing and fluting situations to ensure standardization and comparability of records. Normally, measurement is made above the buttress/fluting. Where this extends well up the bole, an arbitrary height is specified, e.g. 3 m above ground (Figure 4.2)

Tree Height Measurement

(i) The height of tree is important characteristics for measuring the total amount of wood contained in tree. It is the vertical distance from ground level to the highest given point on the tree known as tip of the tree. Identifying actual tree top and the fact that the tree top may not be directly over the base of the tree are main sources of error for tree height measurements. Therefore, the concept of merchantable tree heights is adopted with the view of utilization perspective. It is the height of the tree (or the length of trunk) up to which a particular product may be obtained. Height can be measured through ocular estimate, non-instrumental, (shadow method, single pole method). The height can be measured by specially designed instruments specifically for tree-height measurements such as clinometers, altimeters or hypsometers.

Measuring tree parameters:

(i) Walk around the tree and find the best location to view the top of the tree.
(ii) Stand far enough away from the tree so that the top of the tree is less than 90 degrees above the line of sight.
(iii) Always stand up-slope of the tree. Standing down-slope of the tree should only take place when no other option exists.
(iv) Measure height of all the tree
(v) Follow the instructions provided by the manufacturer of the instruments.
(vi) Place chalk mark on the tree to indicate that the tree has been measured.
(vii) All trees should be tagged with the placement of an aluminum numbered tag and nail.
(viii) Record species name with the local name and the associated DBH and height into the format.
(ix) When all of the trees in the plot have been measured, there should be a check to see that all of the trees have been measured.

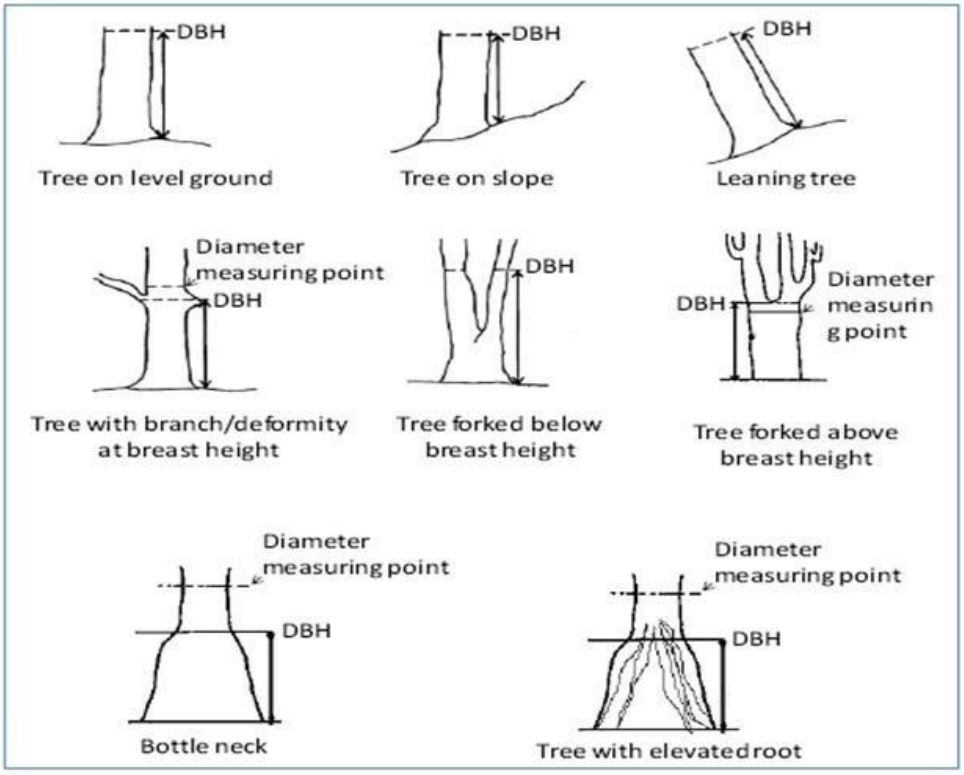


Fig : Tree CBH measurement under different situations

2.7 Shrub Sampling: 4 quadrats of 3m × 3m should be laid at 30 m form the center of the main plot (0.1 ha). The sample of every shrub should be collected and data from all the quadrats should be recorded in the plot description form.

Procedure:

(i) Cut all the shrubs from the plot from ground level.
(ii) Fresh weight of the harvested shrubs from the shrub plot should be measured using portable weighing machine.
(iii) Collect the 200 gmfresh sample and pack in the polybags to be carried to the laboratory for further analysis of dry weight.

2.8 Tree Regeneration/Sapling: In3m × 3m plot, CBH all the trees having CBH <10 cm should be measured. Biomass equations have been developed by FSI to estimate the biomass of the tree having diameter <10 cm.

2.9 Herb Sampling: Sampling of the herbs is done by lying 1m ×1 m plot using destructive sampling.

Procedure: Species name and number of each herb should be recorded in the format.

(i) Harvest all the herbs in the herb plot of 1m ×1 m.
(ii) Fresh weight of the harvested herbs/grasses should be recorded through portable weighing machine.
(iii) A small Sample of known quantity should be properly packed and brought to the laboratory for further dry weight estimation.

2.10 Litter Sampling: Litter sampling should be conducted by laying 3m ×3 m plot

Procedure:

(i) Lay out a plot of 3m × 3 m.
(ii) Collect all the litter in the sample plot. Litter contains all deal plan material that includes fallen leaves (fresh, dry, semi or partially decomposed leaves), fruit, flower, twigs, bark etc.
(iii) Record the fresh weight of the total litter collected.
(iv) Take the 200gm sample of the litter
(v) Sample should be properly marked and packed for laboratory analysis for determination of dry weight.

2.11 Dead wood: All dead wood above 5 cm diameter should be collected, weighed and recorded. A sample of known quantity should be kept for laboratory analysis.

2.12 Soil Organic Carbon: For collecting data on soil carbon, forest floor would be swept and a pit of 30×30×30 cm would be dug at the center of 1m × 1 m plot at NE and SW corner of the main 0.1 ha plot. A composite sample of soil weighing 200gm would be kept for Soil Organic Carbon using Walkley and Black method. The soil sample will be kept in a polythene bag and tightly closed and properly labelled.

Soil Sample Collection for Bulk Density: Collection of soil sample for bulk density estimation is done in 1m × 1m plot. Insert the bulk density core sampler (of known volume) in between 0-10 cm depth with the help of hammer, up to the top of the core. Remove the core carefully so that soil inside the core may not drop down. Collect the entire soil in a polythene bag, and proper labeled should be fixed on the sample. Repeat this exercise again in the soil 10-20 and 20-30 cm depth.

3. Forest Carbon Stock Estimation

3.1 Estimation of Tree Biomass

Biomass is defined as the total amount of living organic matter (aboveground and below ground) in trees. It is generally expressed on oven-dry basis per unit area. More recently there has been increasingly interest in measurement of the weight that is the biomass of tree. Role of forest has been increasingly recognized as most cost-effective option for climate change mitigation through carbon captured in biomass and soils. Furthermore, it is not just stem which are of interest but the whole living biomass components of the tree (Bole, bark, branches, twigs and leaves. Biomass can be measured directly or through estimation functions.

3.1.1 Biomass by direct measurement :

Direct measurement of biomass involves felling, dissecting and weighing different components of tree. Stratified tree technique method is normally used for biomass estimation by harvesting the sample trees, for which a temporary sample plots of different sizes are laid out according to the size of the area in the forest. The DBH and height of all the standing trees in the sample plots covering the entire diameter range of each plot is recorded and correlation (diameter & height) was established by having regression coefficient (R^2) values. The whole diameter range is divided into three or four diameter classes. One mean tree from each diameter class is harvested.

All the tree components (leaves, twigs, branches, bark, bole) including roots are separated immediately after felling and their fresh weights recorded in the field. The representative samples of each tree component (100 or 200 g each of leaves, twigs, branches, bark, fruit) are taken for oven dry weight estimation in laboratory.

The bole portion of the sample trees is cut into 2m long sections (billets) for convenience of weighing. Approximately 5-cm broad discs are removed from the base of each billet for estimation of fresh and dry weights of bark and wood (under bark) and also for the estimation of volume (over bark and under bark) of the main bole (upto a diameter limit of 5cm over bark). The average diameter of the two successive discs are taken to calculate the volume (over bark and under bark) of each section and finally the volume of each section is added up to get the volume of main bole (over bark and under bark).

The root systems of all the sample trees are completely excavated excluding their fine rootlets. All possible care is to be taken to remove the soil particles sticking to the roots and fresh weight taken immediately to prevent the weight loss. Representative root sample are also taken for its dry weight estimation. The oven dry weight of each component thus obtained is summed up which is the oven dry weight of the sample tree. The stand biomass (t ha^{-1}) was obtained by multiplying the dry weights of the sample trees by the number of tree in respective diameter classes followed by summation of biomass in each diameter class.

3.2 Biomass Estimation Functions :

Given the difficulty associated with direct measurement of tree biomass, allometric functions allow tree biomass estimation from simply measured characteristics standing trees. Allometry is the relation between the size of an organism and the size of any of its parts. Allometric equation is usually expressed in power-law form or in logarithmic form and are widely used in many biological disciplines to describe systematic changes in morphogenesis, physiology, adaptation, and evolution. Once an allometric equation has been developed, the biomass can be estimated in a forest stand using just the simple measurements of diameter. The general form of allometric equation's is usually written as,

$y = bx^a$

or, in natural logarithmic (ln) terms,

$\ln y = \ln b + a \ln x$

Where, b is a constant (called the "allometric coefficient"), and a is the allometric exponent.

These equations should be avoided outside the specified diameter range, otherwise the estimates may be tend to overestimated.

If local allometric equations are available, the biomass can be assessed easily by using them. If such equations are not available, then it is better to develop site-specific allometric equations by collecting data from individual trees. Allometric equations for estimation of biomass have been developed for most Indian tree species and are available in literature.

3.3 Estimation of Carbon in different pools:

1) **Aboveground Biomass:** Aboveground biomass includes live tree biomass and non-tree biomass comprising of herbs and shrubs.

   a) **Live Tree Biomass:** The biomass of tree is usually estimated using volumetric equation. For most of the tree species Forest Survey of India have given volumetric equation (FSI, 2009). Volumetric equations relate biomass with the tree height and/or Diameter at breast height (DBH) measured 1.37 m above the ground.

Tree Carbon Stock Estimation

$$C = [V \times D \times BEF] \times (1+R) \times CF$$

Where:

V = merchantable volume, m3 ha-1 Tree volume of a stand are normally available in forest inventory and growing stock data.

D basic wood density, tonnesd.m. m-3 merchantable volume (Species wise information on Basic wood density are available in literature.

BEF biomass expansion factor for conversion of merchantable volume to aboveground tree biomass, dimensionless. Biomass expansion factor is defined as: the ratio of total aboveground oven-dry biomass density of trees with a minimum dbh of 10 cm or more to the oven-dry biomass density of the inventoried volume.

R root-to-shoot ratio (dimensionless)

CF carbon fraction of dry matter (default = 0.047)

BEF is not available for majority of Indian tree species. FSI has developed equation for to estimate the biomass of small wood and foliage of trees having DBH 10 cm or more as well as for DBH less than 10 cm. FSI method of calculating biomass of small wood and foliage having DBH 10 cm or more and also for the sapling having DBH less than 10 cm is used.

Biomass Estimation

i) Estimate the volume of each tree in the sample plot using volumetric equation (FSI, 1996, Annexure I)

ii) Obtain basic wood density for all the tree species encountered in the sampling plot from the literature (Annexure III)

iii) Multiply the volume of each tree with the respective wood density to obtain the dry weight of each tree.

iv) Use the Biomass equation for estimation of biomass of small wood and foliage of trees having DBH 10 cm or more and also for DBH less than 10 cm (Annex II)

v) Sum the weight of all the trees of all tree species for all the sample plots.

vi) Extrapolate the weight of each species from the total sample area (sum of all the plots) to per hectare value (tonnes of biomass per hectare for each species).

vii) Sum the biomass of each species to obtain the total biomass of all the trees in tonnes per hectare.

viii) Carbon is 47 % of the biomass (IPCC, 2006).

Shrub Biomass: Samples brought to the laboratory are oven dried at 70-85°C until reaching constant weight. Biomass of the shrubs is extrapolated per hectares basis after calculating as follows:

$$\textbf{Biomass} = \frac{\textbf{Dry Weight of sample}}{\textbf{Fresh Weight of sample}} \times \textbf{Actual Fresh Weight}$$

Herb Biomass: Samples brought to the laboratory are oven dried at 70-85°C until reaching constant weight. Biomass of the herb is extrapolated per hectares basis after calculation as follows:

$$\textbf{Biomass} = \frac{\textbf{Dry Weight of sample}}{\textbf{Fresh Weight of sample}} \times \textbf{Actual Fresh Weight}$$

2) Belowground Biomass: Relationship exist between biomass in shoot and roots for a tree. In the absence of default value of the Root-Shoot Ratio of the tree species, IPCC (2003) default factors will be used for the estimation of Belowground Biomass.

3) Litter Biomass: Samples brought to the laboratory are oven dried at 70-85°C until reaching constant weight. Biomass of the herb is extrapolated per hectares basis after calculation as follows:

$$\textbf{Biomass} = \frac{\textbf{Dry Weight of sample}}{\textbf{Fresh Weight of sample}} \times \textbf{Actual Fresh Weight}$$

4)Dead Wood Biomass: Samples brought to the laboratory are oven dried at 70-85°C until reaching constant weight. Biomass of the herb is extrapolated per hectares basis after calculation as follows:

$$\textbf{Biomass} = \frac{\textbf{Dry Weight of sample}}{\textbf{Fresh Weight of sample}} \times \textbf{Actual Fresh Weight}$$

5.4 Soil Organic Carbon: IPCC (2006) recommends soil organic carbon in the upper 30 cm of soil. This zone is intended to cover the actively changing soil carbon pools. Facility for estimation of soil organic carbon may not be available with Sate Forest Departments. Forest Department may get the samples analyzed from their state Forest Research Institutes, research Institutes under ICFRE/State or central Agricultural Universities and ICAR institutes Accredited soil testing laboratories etc.

Estimating percent course fragment in the soil:

Percent coarse fragment (> 2mm size) in soils is estimated to work out the correct soil weight. After taking the weight of the sample dried for bulk density, this sample is put in the 2 mm sieve, and run the water over it. Soil particles less than 2 mm will go away with water. Take out the fraction from the sieve and dry it and weigh it. Calculate the percentage of the coarse fragment.

Preparation of the sample for soil organic carbon estimation:

Open the polythene bag and spread the samples on a brown paper sheet in the laboratory. Let the sample dry at room temperature in the laboratory. Avoid direct sun drying or oven drying. After

drying the samples, grind it and sieve it through 2 mm sieve. This sieved sample is used for soil organic carbon estimation.

Analysis of the sample for soil organic carbon:

Soil organic carbon percentage is estimated by standard Walkley & Black (1934) method.(AnnexureIV)

Soil carbon stock calculations:

Soil stoniness and land use are recorded. Soil samples are analysed for required parameters bulk density, and organic carbon Soil organic carbon stock Qi (Mg m^{-2}) in a soil layer or sampling level i with a depth of Ei (m) depends on the carbon content Ci (g C g^{-1}), bulk density Di (Mg m^{-3}) and on the volume fraction of coarse elements Gi, given by the formula (Batjes, 1996):

$$Qi = CiDiEi(1-Gi)$$

3.5 Total Carbon Stock:

(i) Carbon contents for trees, shrubs, herbs, dead wood, litter and soil are calculated at plot level.
(ii) The carbon contents for the different components (trees, shrubs, herbs, dead wood, litter and soil) within plots are summed up to get carbon stock per plot in MgC/ha.
(iii) The plot level results are then extrapolated on per hectare basis. This is carbon density or Carbon stock per unit area, say tonnes of carbon per hectare)
(iv) The carbon stocks per unit area are then multiplied by the area of the stratum (e.g. forest type/density) to produce an estimate of the total carbon stock of the stratum.
(v) Carbon contents of different strata are summed to produce the total carbon stock of the project area (Annexure V)
(vi) Multiply the carbon stocks by 3.67 (or 44/12) to convert the carbon stocks into CO_2 equivalent. Climate Change mitigation benefit of forestry projects are accounted in terms of carbon dioxide equivalent

कार्बन स्टॉक आंकलन हेतु डाटा संग्रह फ़ार्म

सामान्य सूचनाः

प्लॉट संख्या	
कम्पार्टमेंट संख्या :	दिनांक :
वन रेंज	जीपीएस रीडिंग (लैट / लांग / समुद्र तल से ऊचाई) लॉपिंग / चरान / आग आदि
आस्पेक्ट	
ढ़लान	

1. वृक्ष (Trees): प्लॉट आकार : 31.62 m X 31.62 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	परिधि (सेंमी.में)	ऊँचाई (मी.में)	टिप्पणी
1				
2				
3				

(a) कि"ाोर वृक्ष (Saplings): प्लॉट आकार : 3 m X 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	परिधि (सेंमी.में)	ऊँचाई (मी.में)
1			
2			
3			

(b) कि"ाोर वृक्ष (Saplings): प्लॉट आकार : 3 m X 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	परिधि (सेंमी.में)	ऊँचाई (मी.में)
1			
2			
3			

(c) कि"ाोर वृक्ष (Saplings): प्लॉट आकार : 3 m X 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	परिधि (सेंमी.में)	ऊँचाई (मी.में)
1			
2			
3			

(d) कि"ाोर वृक्ष (Saplings): प्लॉट आकार : 3 m X 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	परिधि (सेंमी.में)	ऊँचाई (मी.में)
1			
2			
3			

2. (a) झाड़ियाँ प्लॉट आकार : 3 m x 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	प्रजाति संख्या	कुल ताज़ा वज़न	सैम्पल ताज़ा वजन	सैम्पल कोड
1					
2					
3					

(b) झाड़ियाँ प्लॉट आकार : 3 m x 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	प्रजाति संख्या	कुल ताज़ा वज़न	सैम्पल ताज़ा वजन	सैम्पल कोड
1					
2					
3					

(c) झाड़ियाँ प्लॉट आकार : 3 m x 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	प्रजाति संख्या	कुल ताज़ा वज़न	सैम्पल ताज़ा वजन	सैम्पल कोड
1					
2					
3					

(d) झाड़ियाँ प्लॉट आकार : 3 m x 3 m

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	प्रजाति संख्या	कुल ताज़ा वज़न	सैम्पल ताज़ा वजन	सैम्पल कोड
1					
2					
3					

3. हर्ब्स (Herbs):

a. उत्तर–पश्चिम कोना: प्लॉट आकार : **1 m x 1 m**

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	कुल ताज़ा वज़न	सैम्पल ताज़ा वजन	सैम्पल कोड
1				
2				
3				

b. उत्तर–पूर्व कोना: प्लॉट आकार : **1 m x 1 m**

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	कुल ताज़ा वज़न	सैम्पल ताज़ा वजन	सैम्पल कोड
1				
2				
3				

c. दक्षिण–पूर्व कोना: प्लॉट आकार : **1 m x 1 m**

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	कुल ताज़ा वज़न	सैम्पल ताज़ा वजन	सैम्पल कोड
1				
2				
3				

d. दक्षिण–पश्चिम कोना: प्लॉट आकार : **1 m x 1 m**

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	कुल ताज़ा वज़न	सैम्पल ताज़ा वजन	सैम्पल कोड
1				
2				
3				

e. दक्षिण–पूर्व कोना: प्लॉट आकार : **1 m x 1 m**

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	कुल ताज़ा वज़न	सैम्पल ताज़ा वजन	सैम्पल कोड
1				
2				
3				

f. परोपजीवी / लता / समकक्ष पौधे: प्लॉट आकार : **1 m x 1 m**

क्रम संख्या	प्रजाति नाम (हिन्दी / अंग्रेज़ी / स्थानीय भाषा / वैज्ञानिक नामं)	कुल ताज़ा वज़न	सैम्पल ताज़ा वजन	सैम्पल कोड
1				
2				
3				

4. गिरे हुए पत्ते, टहनियां, फल, फूल व बीज के सैम्पल का संग्रह
(प्लॉट आकार : **3 m x 3 m):**

a. उत्तर–पष्चिम कोना = ...
ताज़ा वजन (ग्राम में) = ...
सैम्पल ताज़ा वजन (ग्राम में) = ...

b. उत्तर–पूर्व कोना = ...
ताज़ा वजन (ग्राम में) = ...
सैम्पल ताज़ा वजन (ग्राम में) = ...

c. दक्षिण–पूर्व कोना = ...
ताज़ा वजन (ग्राम में) = ...
सैम्पल ताज़ा वजन (ग्राम में) = ...

d. दक्षिण–पर्"चम कोना = ...
ताजा वनज (ग्राम में) = ...
सैम्पल ताजा वनज = ...

5. मिट्टी के सैम्पल

(a) Bulk Density: 0–10 सेंमि0, 10–20 सेंमि0, तथा 20–30 सेंमि0 की गहराई से मिट्टी के सैम्पल को इकट्ठा करने के लिए, कोरर का प्रयोग करें। हर कोर के सैम्पल को एक अलग पारद"र्ाी पॉलीथीन बैग में भर लें। एक स्थाई मार्कर पेन से उस बैग पर सैम्पल का नंबर डाल लें (उदाहरण के लिए, 1BDa जहां '1' प्लॉट नंबर है , 0–10 सेंमि0 के लिए, '1BDb' 10 से 20 सेंमि0 के लिए तथा '1BDc', 20–30 सेंमि0 के लिए). Tick below after sample collection:

0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm

(b) मिट्टी के सैम्पल का संग्रहः 30 सेंमि0 के गड्डा खोदें, मिट्टी को मिलाएं तथा 200 ग्राम सैम्पल को एक पारद"र्ाी पॉलीथीन बैग में भर लें। एक स्थाई मार्कर पेन से उस बैग पर सैम्पल का नंबर डाल लें (उदाहरण के लिए, 1a, जहां '1' प्लॉट नंबर है, और 'a' 0–30 सेंमि0 का मिट्टी का कॉलम है।

Source: ICFRE Resource Manual "Training Program for the Staff of Madhya Pradesh Forest Department on Measurement of Forest Carbon Stocks under Ecosystem Services Improvement Project" 17-18 June 2019, Madhya Pradesh

For Further information please contact :

Office of Additional PCCF & Nodel Officer (ESIP) Green India Mission

ESIP SPIU - M.P.

Madhya Pradesh Forest Department

Satpura Bhawan, Bhopal (M.P.)

E-mail : apccfgim@mp.gov.in