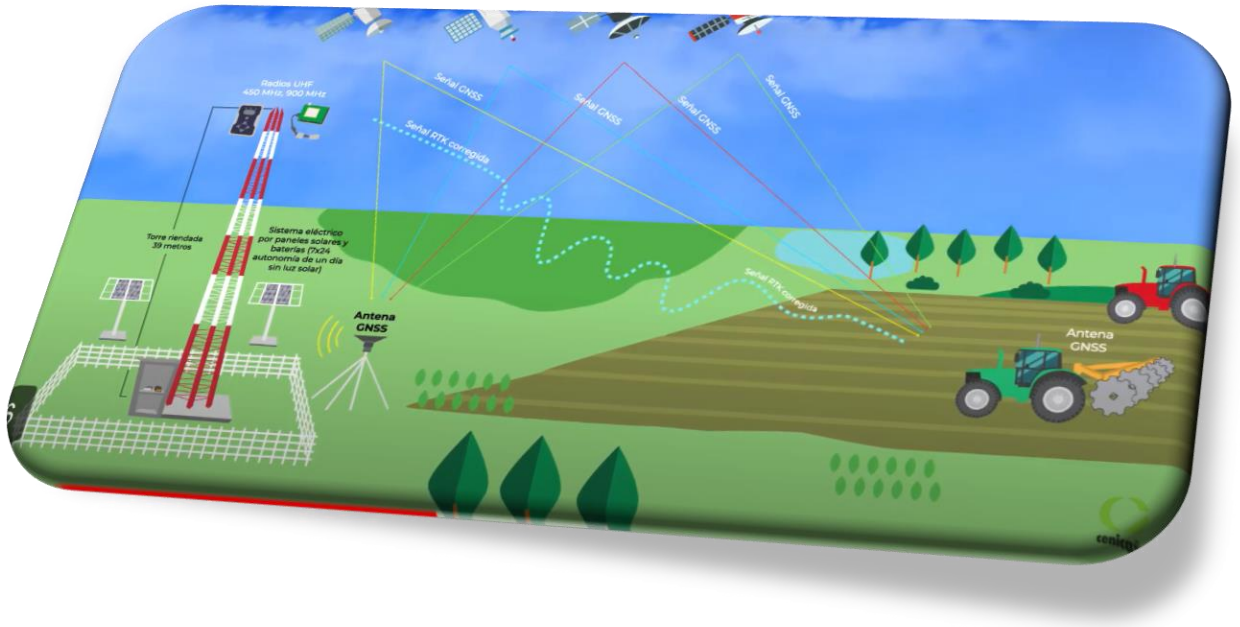


AGRÓNICA

Uso de tecnologías en la agricultura 4.0

Edgar Hincapié Gómez
Cenicaña
Programa Agronomía

Rama de la Geomática que **integra** la aplicación de técnicas de la agricultura, la física, la electrónica, las tecnologías de la información y comunicaciones, con el fin de mejorar la productividad, rentabilidad de los cultivos y la calidad de los recursos suelo y agua

AGRÓNICA

- **Agricultura digital, Sensórica**
- **Surge por el auge de los sistemas de información, de comunicación, desarrollo de sensores**
- **Responde a la necesidad de un manejo eficiente de los cultivos, de los recursos suelo y agua**
- **Herramienta para toma de decisiones para el manejo adecuado de los cultivos, mejorar productividad, competitividad, se protejan los recursos naturales y en cierta medida se compensen los efectos adversos causados por el cambio climático.**

AGRÓNICA

Física - electrónico

Equipos para adquisición de datos

Técnicas agricultura

Sistemas comunicación

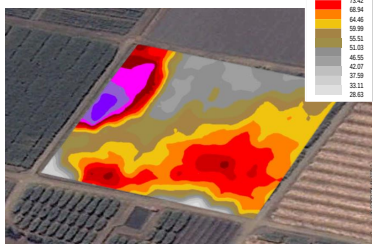
LoRaWAN™

Informática

Procesamiento y almacenamiento de datos

Bases de la Agrónica

- Conocer el fenómeno o variable que se desea medir o monitorear



- Utilizar los sensores adecuados

- Definir criterios para uso de la información de los sensores

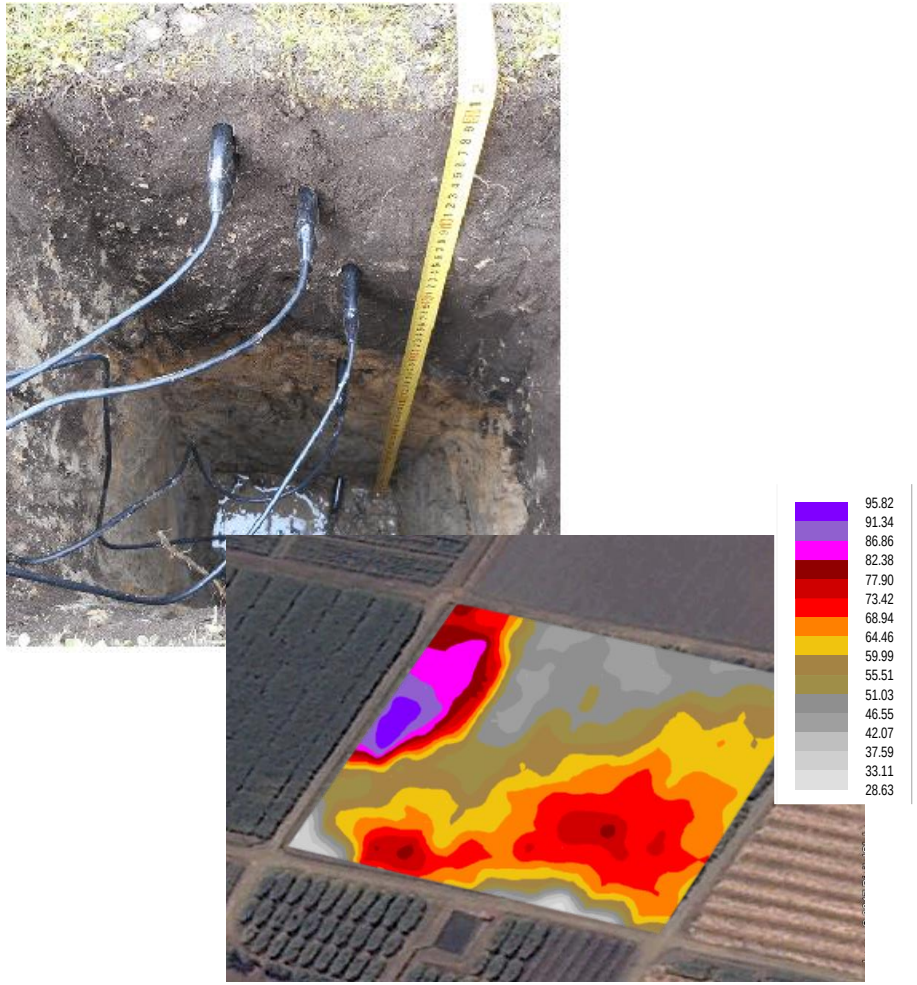
Fenómeno o variable

que se requiere medir o monitorear

Variables climáticas

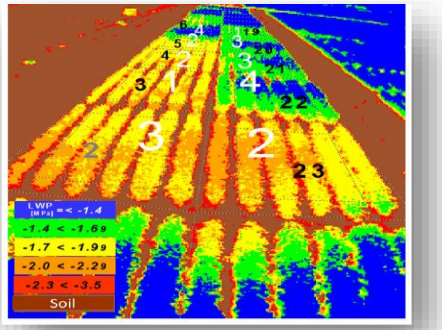
- Temperatura
- Humedad relativa
- Precipitación
- Brillo solar
- Velocidad y dirección del viento

Variables edáficas



- Contenido de humedad
- Tensión del agua del suelo
- Conductividad eléctrica
- Contenido de iones (NH_4, NO_3, K, PO_4)
- Nivel freático

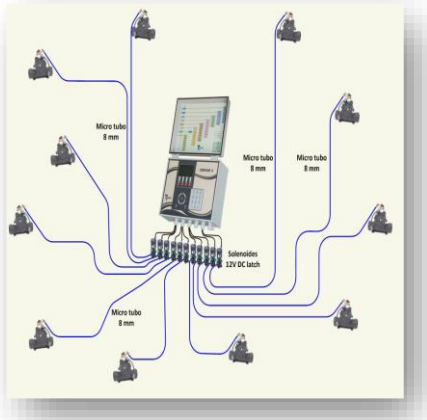
Variables de la planta y cultivo

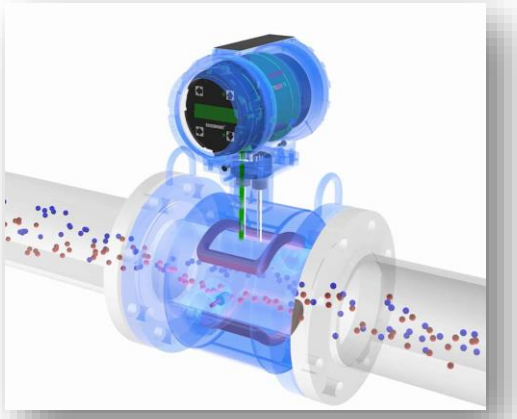


- Potencial hídrico de la planta
- Humedad relativa del tejido
- Contenido de agua del tejido
- Temperatura foliar
- Conductancia estomática
- Fotosíntesis
- Ritmo de crecimiento
- Flujo xilemático

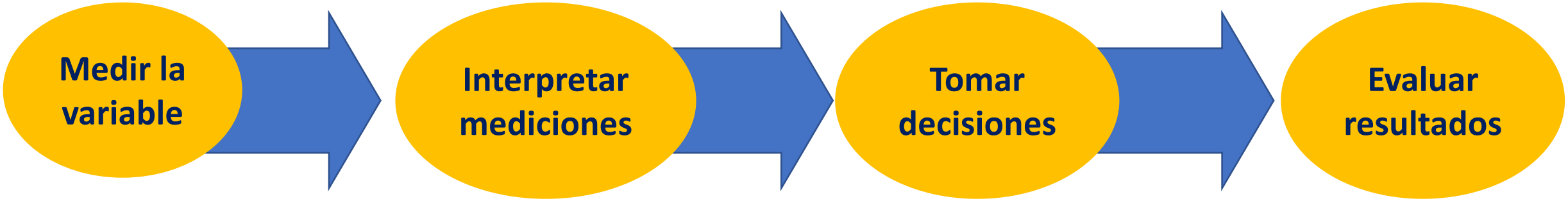
Variables del sistema de riego

- Presión
- Caudal (Velocidad del flujo)
- Conductividad eléctrica agua
- Tiempo de operación, Consumo de energía
- Sistemas de control y automatización





Aplicaciones de la Agrónica para la gestión eficiente del agua



- Instrumentos
- Conocimientos
- Definir la escala

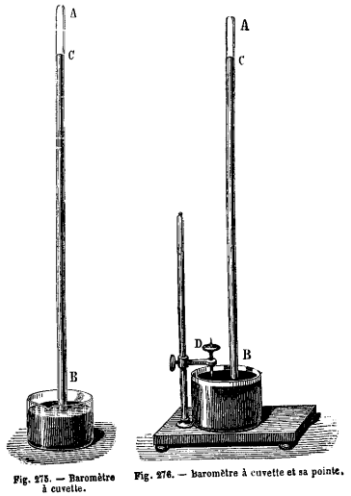
- Patrón de comparación
- Función de calibración

- Acceso oportuno a los datos
- Criterios técnicos
- Análisis información

- Medir
- Evaluar información

Sensores

En general un sensor es un dispositivo que traduce una variable física en una señal fácilmente medible



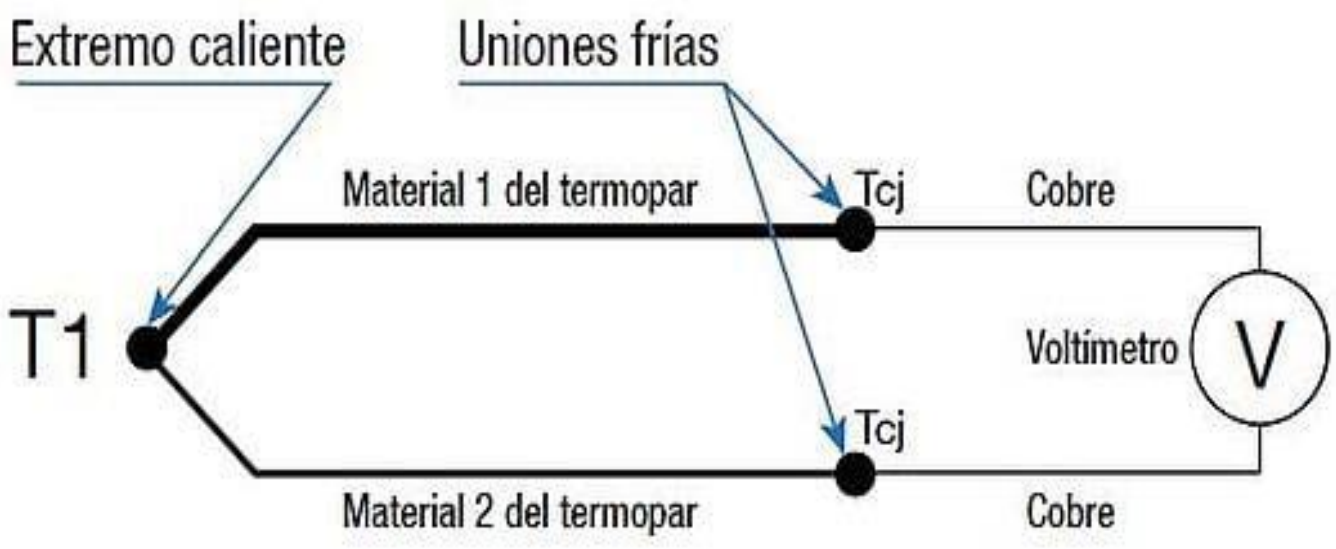
Evangelista Torricelli, logró medir la presión atmosférica, mediante el uso de una columna de mercurio

El termómetro es uno de los sensores más antiguos para medir la temperatura. El mercurio tiene una reacción constante y lineal a los cambios de temperatura.

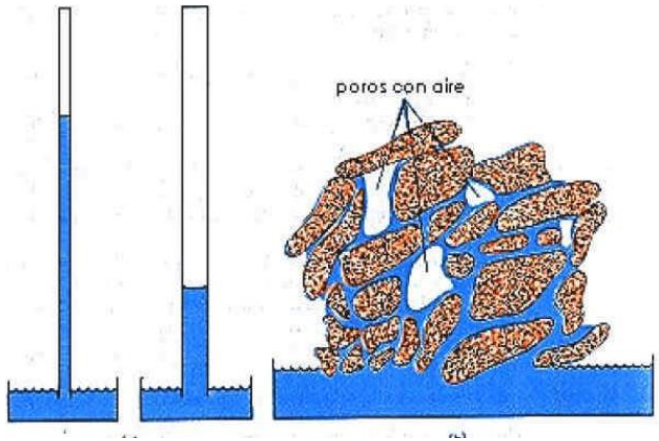
Un ejemplo de cómo medir la temperatura del aire o del suelo

Termopar

Se basa en el efecto Seebeck. Consiste en dos metales diferentes unidos por un extremo, cuando la unión de los dos metales se calienta o enfría se produce un diferencial de voltaje que se puede correlacionar con la temperatura.



Suelo + Agua



- ✓ Aumenta el contenido de humedad en el suelo, cambian fuerzas de adhesión y cohesión

- ✓ Se modifican las propiedades electromagnéticas del suelo

  - Conductividad electrolítica
  - Permisividad dieléctrica
    - ε agua a 25°C= 79
    - ε aire = 1.0006
    - ε suelo = 2 - 30
  - Frecuencia de relajación dieléctrica

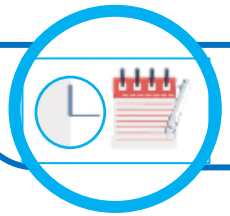
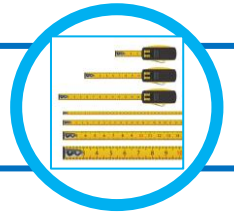
Uso de dispositivos sensibles (sensores) a la magnitud de estas propiedades y mediante una función específica (algoritmo) estimar contenido de humedad, tensión del agua del suelo, conductividad eléctrica aparente

Aplicación de la Agrónica

Manejo de la humedad del suelo en el cultivo de la caña en el valle del río Cauca

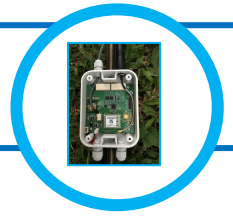
Aplicación de la Agrónica

para la gestión eficiente del agua en el cultivo de la caña

Definir la variable que se va a medir

Tipo de sensor



Dispositivos de medición (datalogger)

Sistema de trasmisión de datos

Aplicación Web, Móvil

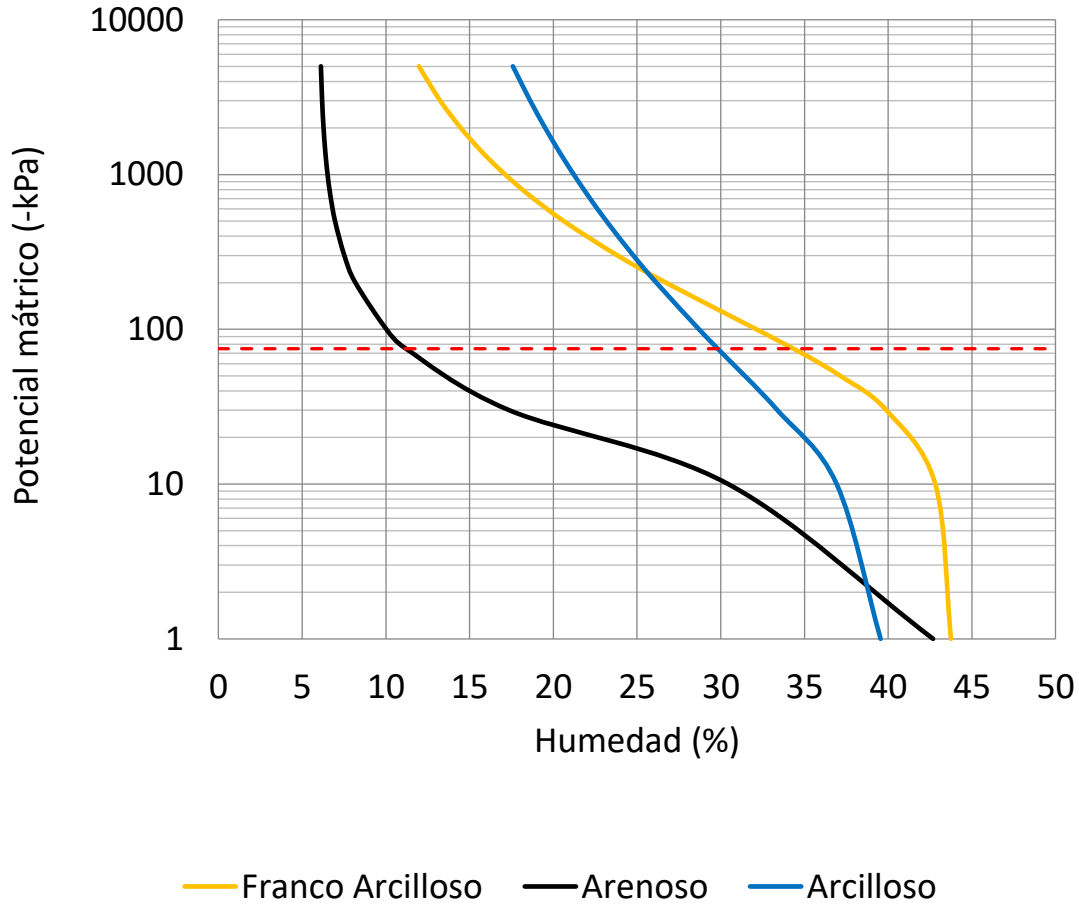
Definir la variable a medir para el manejo del agua del suelo

Humedad del suelo

Volumen de agua contenida en un determinado volumen de suelo.
Indica cantidad de agua

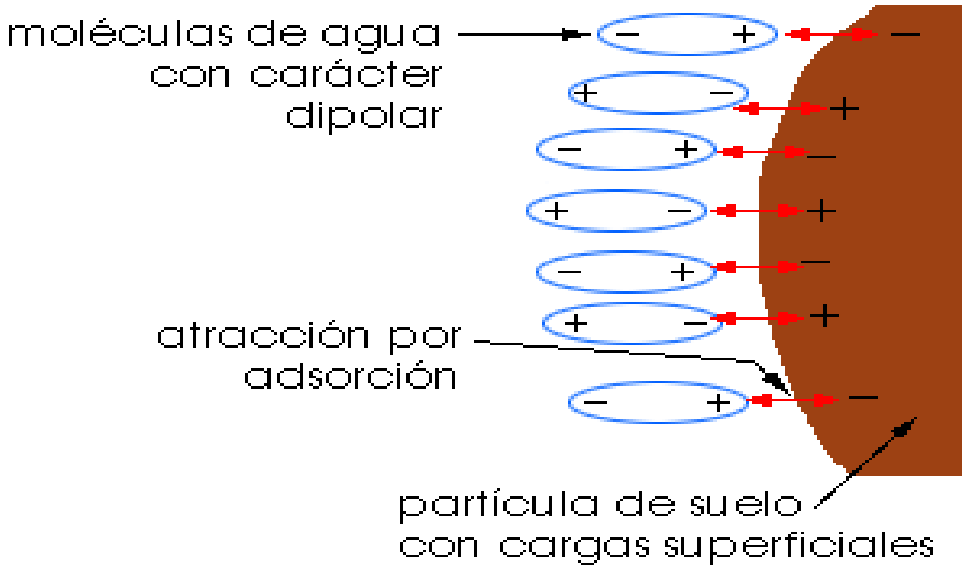
Tensión del agua del suelo

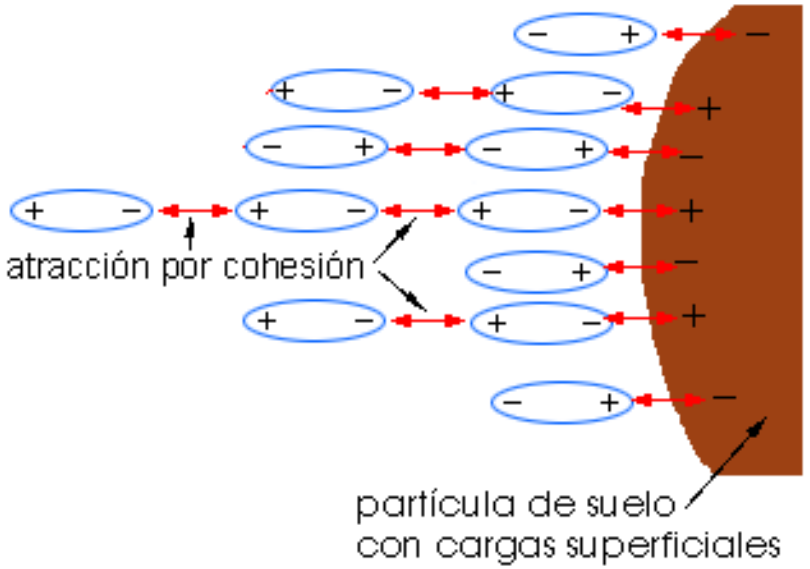
Es la fuerza de succión con la cual el suelo retiene el agua, es función de varios potenciales parciales: **matricial**, gravitacional, osmótico y de presión.



Potencial mátrico del suelo (PMS)

Es una medida de la fuerza con la cual la matriz del suelo retiene el agua debido a las fuerzas de cohesión y adhesión. **Indicador de la disponibilidad de agua para las plantas**





NC. Brady 1984.
The Nature and properties of soils

Potencial mátrico del suelo (PMS)

Tensión = -120 kPa

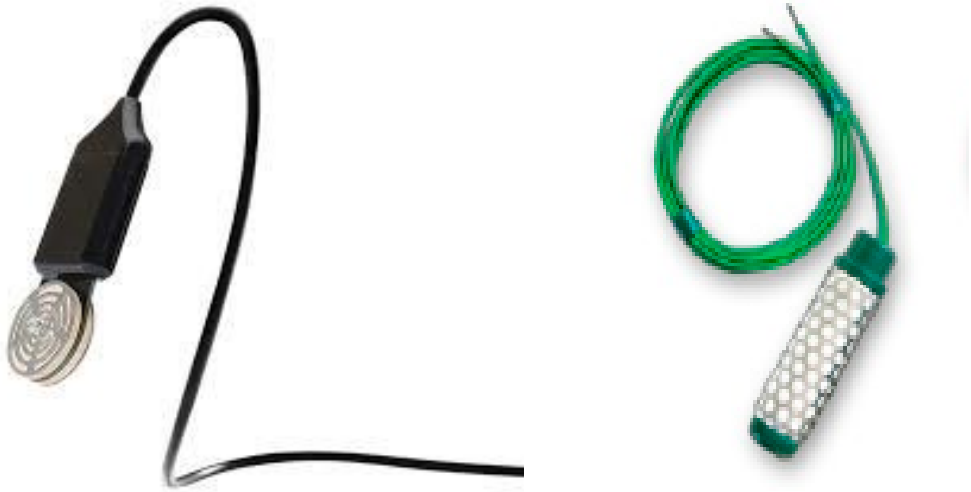
Tensión = -35 kPa

Igual contenido de humedad, diferente disponibilidad de agua (tensión)

Sensores para medir potencial mátrico del suelo

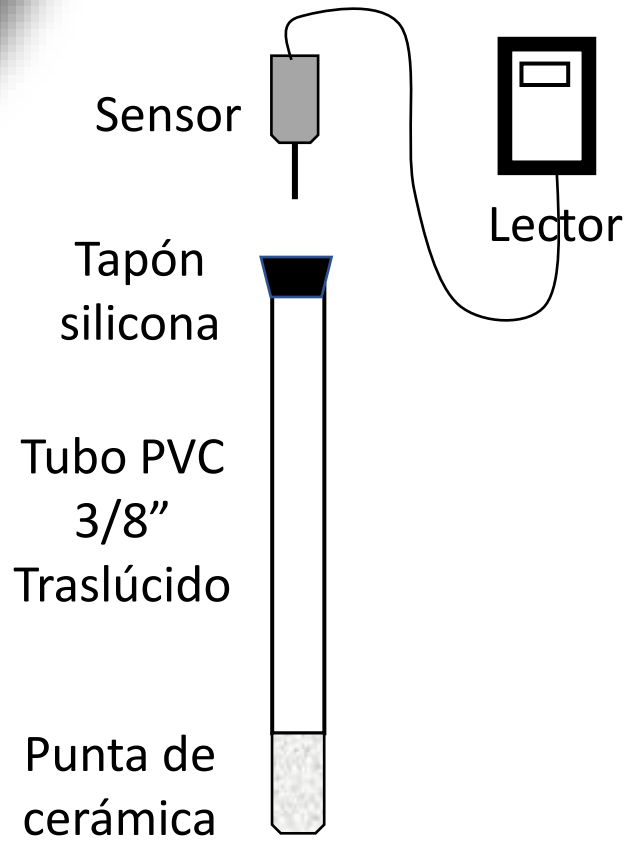
- ✓ Tensiómetro: Requiere recarga de agua. Miden entre 0 y -85 kPa.

- ✓ Sensor resistivo (Matriz granular): No requiere de agua para su funcionamiento. Medición de 0 a -250 kPa



Tensiómetros

Compuestos por un tubo o depósito de agua, una cerámica porosa y un lector que puede ser mecánico (vacuómetro) o electrónico (transductor de presión), para medir la presión de vacío.



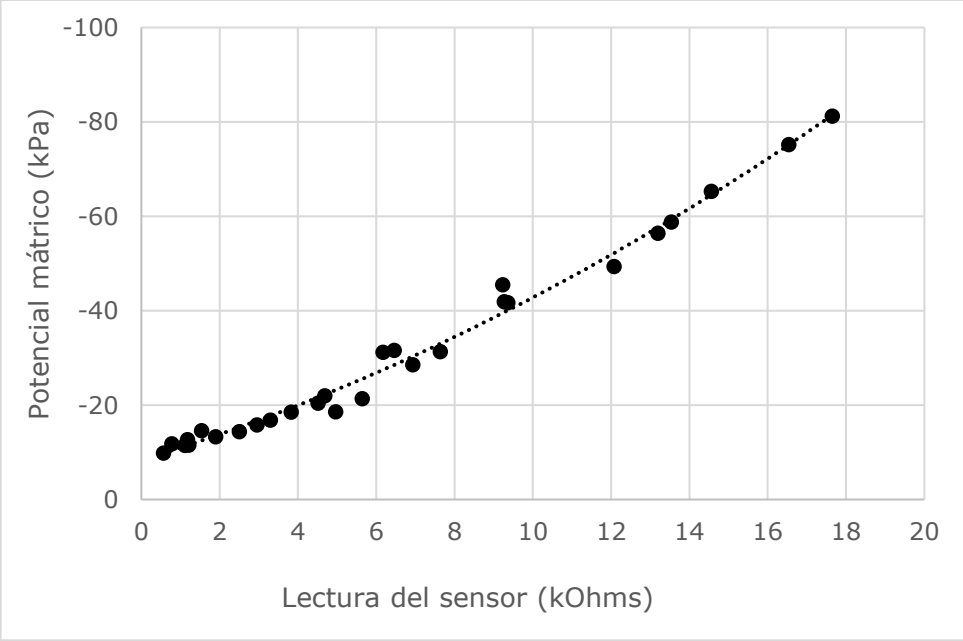
Sensores de matriz granular (SMG)

Constan de dos electrodos empotrados en un relleno granular, colocados en una placa de yeso y envueltos en una malla metálica que permite la entrada y salida de agua del sensor.

Tipo Resistivo

Sensores utilizados para medir la tensión del agua del suelo

La medición de la tensión del suelo con sensores resistivos es indirecta, Se mide la resistividad y mediante una función matemática se calcula la tensión del suelo, por lo tanto **si requieren calibración para cada tipo de suelo.**

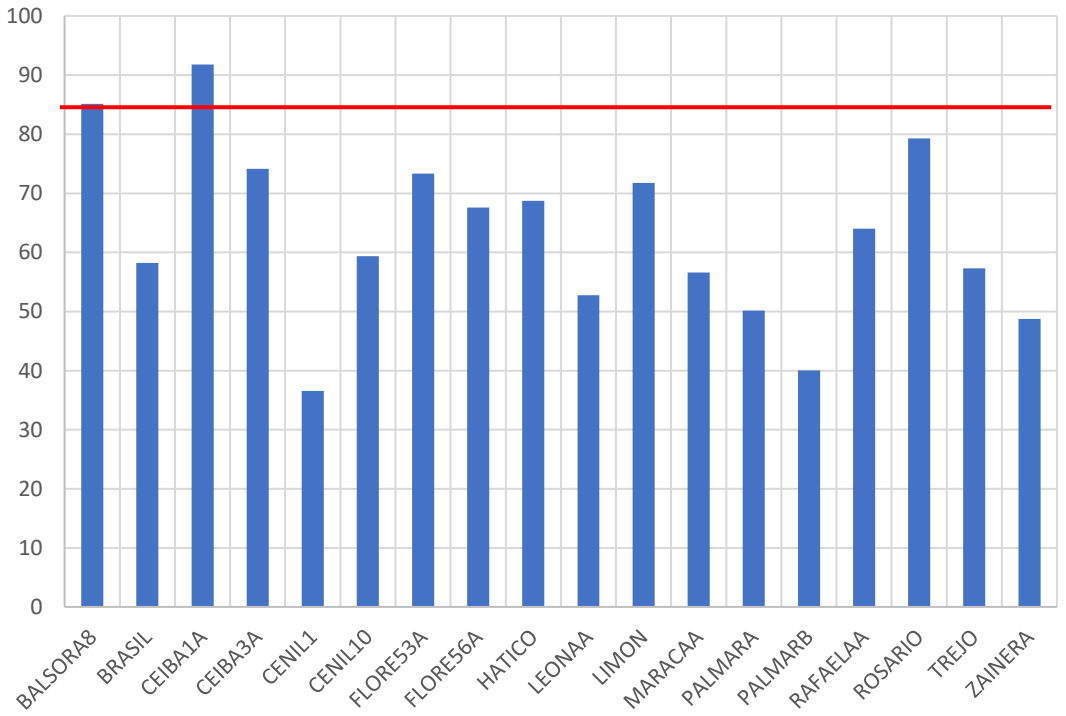


$$PMS = \left[a * \frac{Rs}{1 - (0.018 * (T - 21)} \right] - b$$

Rs = Resistividad (kOhms)
T = Temperatura del suelo (°C)
a, b = Parámetros de ajuste

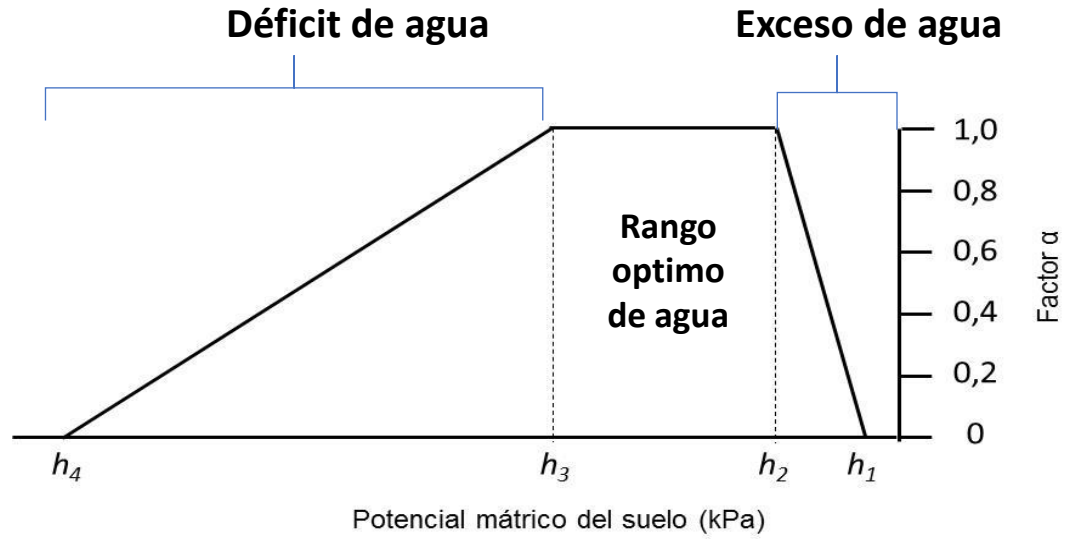
Calibración de sensores tipo resistivos para medir el potencial mátrico del suelo

LOCALIDAD	Parámetro	
	a	b
BALSORA	5.7435	2.4332
BRASIL	3.8853	1.0000
CEIBA1A	6.2135	2.9414
CEIBA3A	4.9559	1.4187
CENIL1	2.4632	1.0000
CENIL10	3.9602	1.0000
FLORE53A	4.8743	1.0000
FLORE56A	4.4967	1.0000
HATICO	4.5730	1.0000
LEONAA	3.5269	1.0000
LIMON	4.8092	1.5794
MARACAA	3.7787	1.0000
PALMARA	3.3549	1.0000
RAFAELAA	4.2640	1.0000
ROSARIO	5.2661	1.0000
TREJO	3.8231	1.0000
ZAINERA	3.3746	2.7160

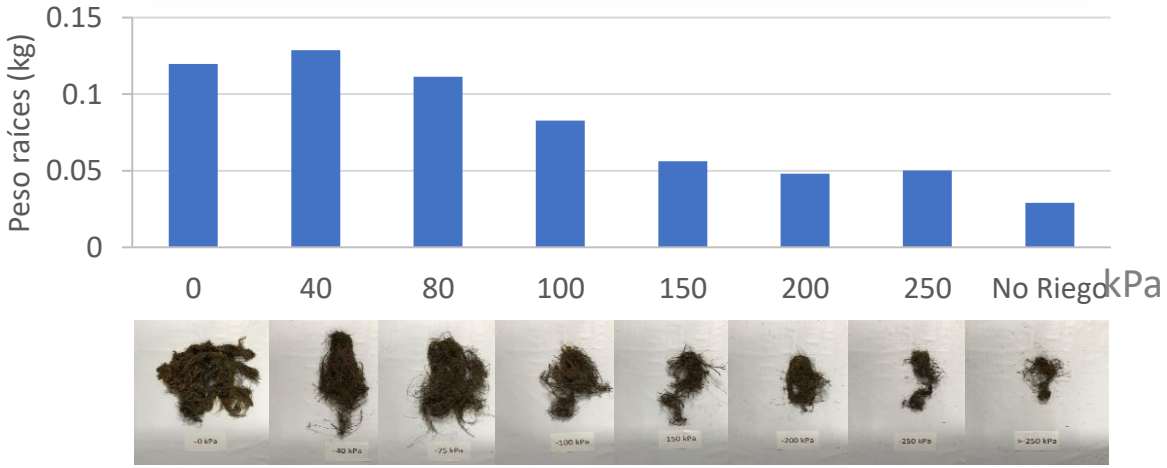


Un valor de Rs = 14.7 kOhms, corresponden diferentes valores de PMS, según el tipo de suelo

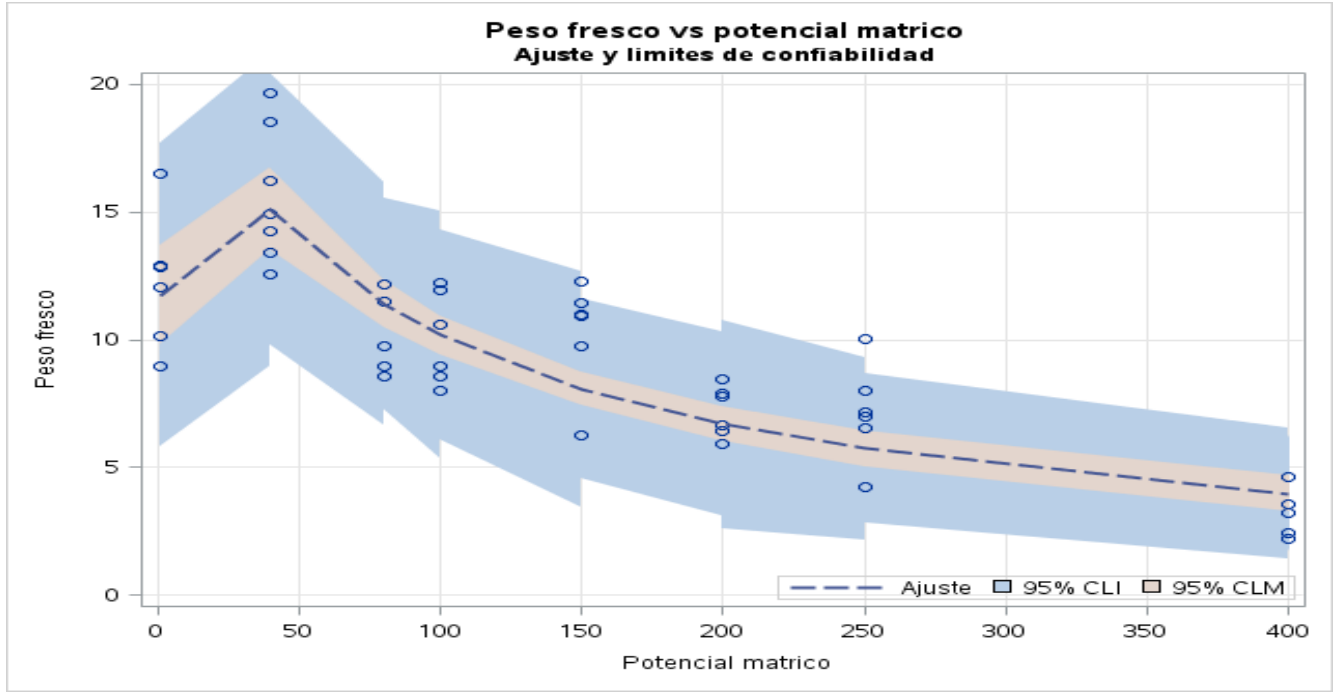
Criterios para uso de sensores



-1500 kPa -200 kPa -85 kPa -20 kPa



Potencial mátrico optimo para el crecimiento y desarrollo del cultivo de caña



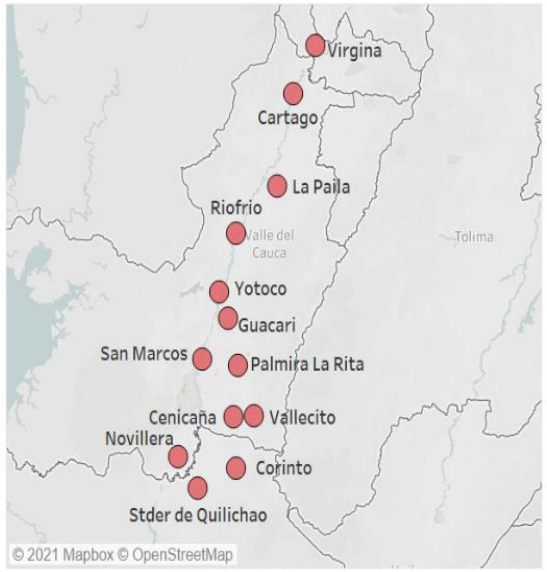
$$PDN = a.exp\left[-0.5\left(\frac{LN(h/x_o)}{b}\right)^2\right]$$

Dispositivos de medición (Datalogger)

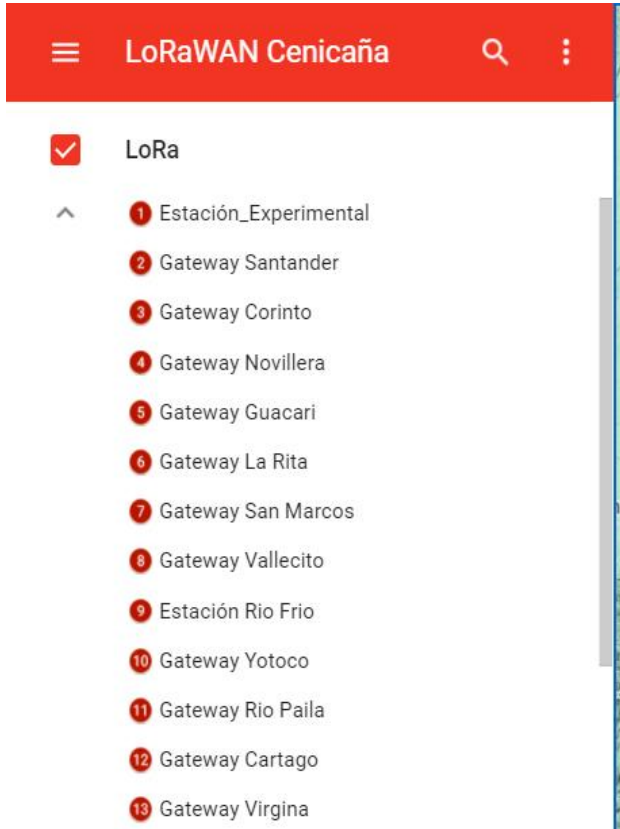
Sistema de medición automatizado (monitoreo)

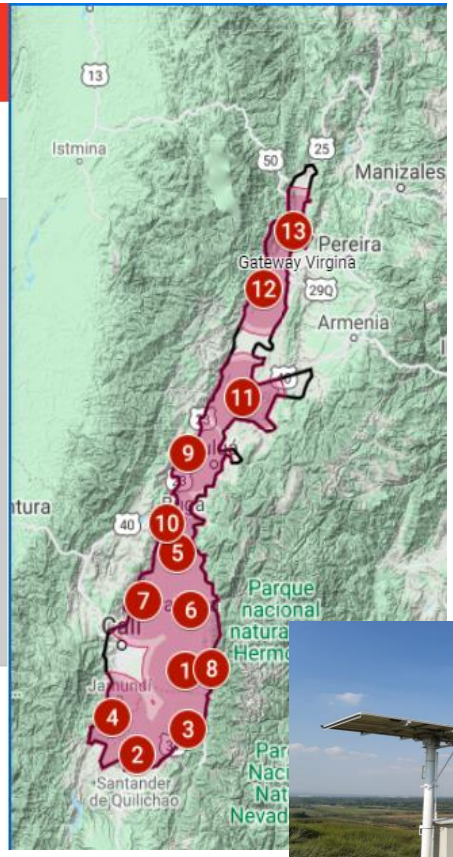
Sistema de transmisión de datos

Red IoT del sector agroindustrial de la caña

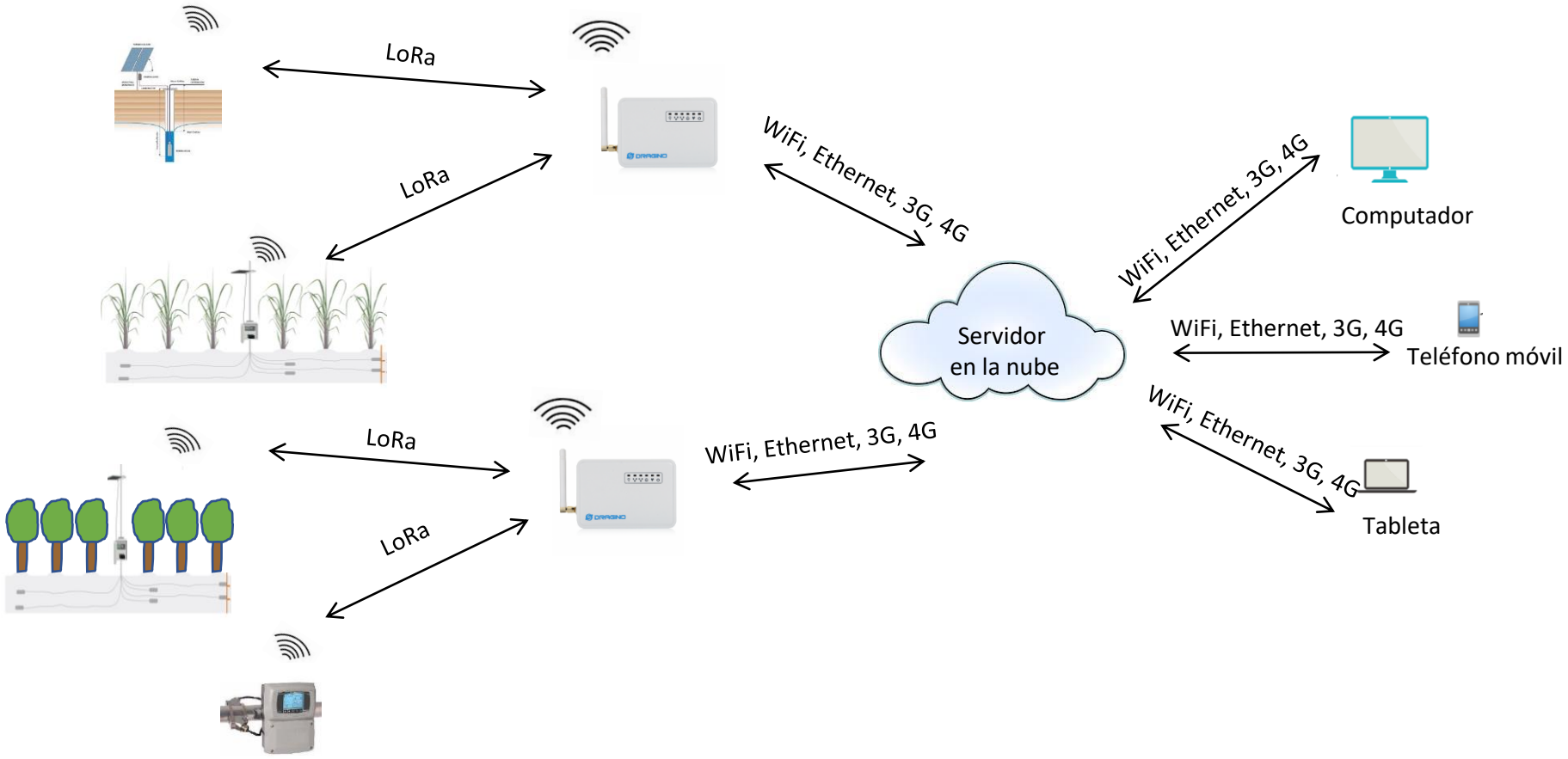


13 gateways instalados





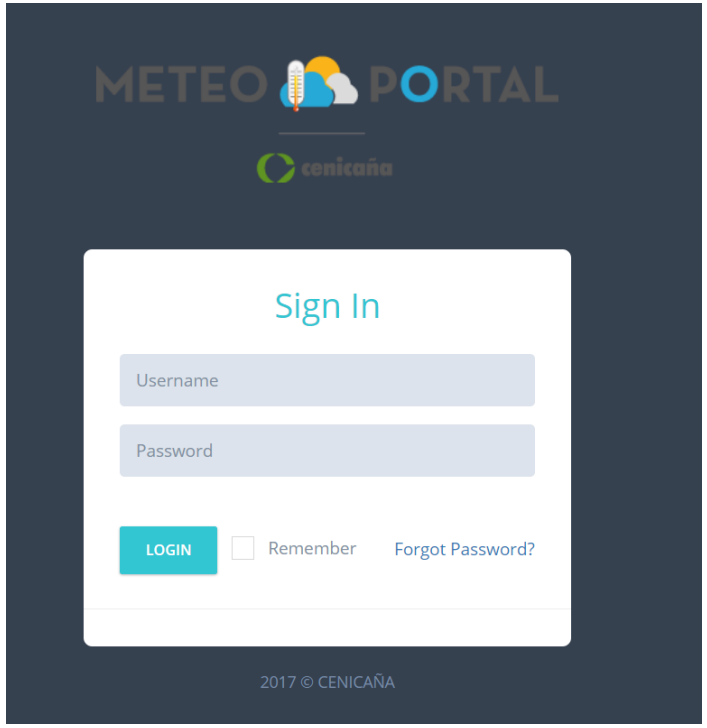
Sistema de transmisión de datos



Aplicación para acceso a la información

Sistema para monitoreo del potencial mátrico del suelo

Información requerida. Se ingresa en la App MeteoPortal



Agrónica - Programación de riegos con sensores

Nombre de la Estación	CENICAÑA 10
Serial del lector	00000878
Código del lector	21222324250040F2
ID Estación	1
Fecha instalación	03/07/2019

LOCALIZACIÓN

Coordenadas geográficas	Numerico
Departamento	Valle del Cauca
Municipio	Florida
Hacienda	Estación Experimental Cenicaña
Ingenio	NA
Nombre propietario	Cenicaña
Contacto	
e-mail	

INFORMACIÓN UNIDAD DE RIEGO

Codigo suerte:	10
Codigo Unico:	Numerico
Fecha siembra/corte	Numerico
Variedad	AlfaN
Área:	0.46
Consociación de suelo predominante	Palmira
Clasificación taxonómica	Pachic Haplustolls, familia francosa fina, mezclada
Zona agroecológica	11H1

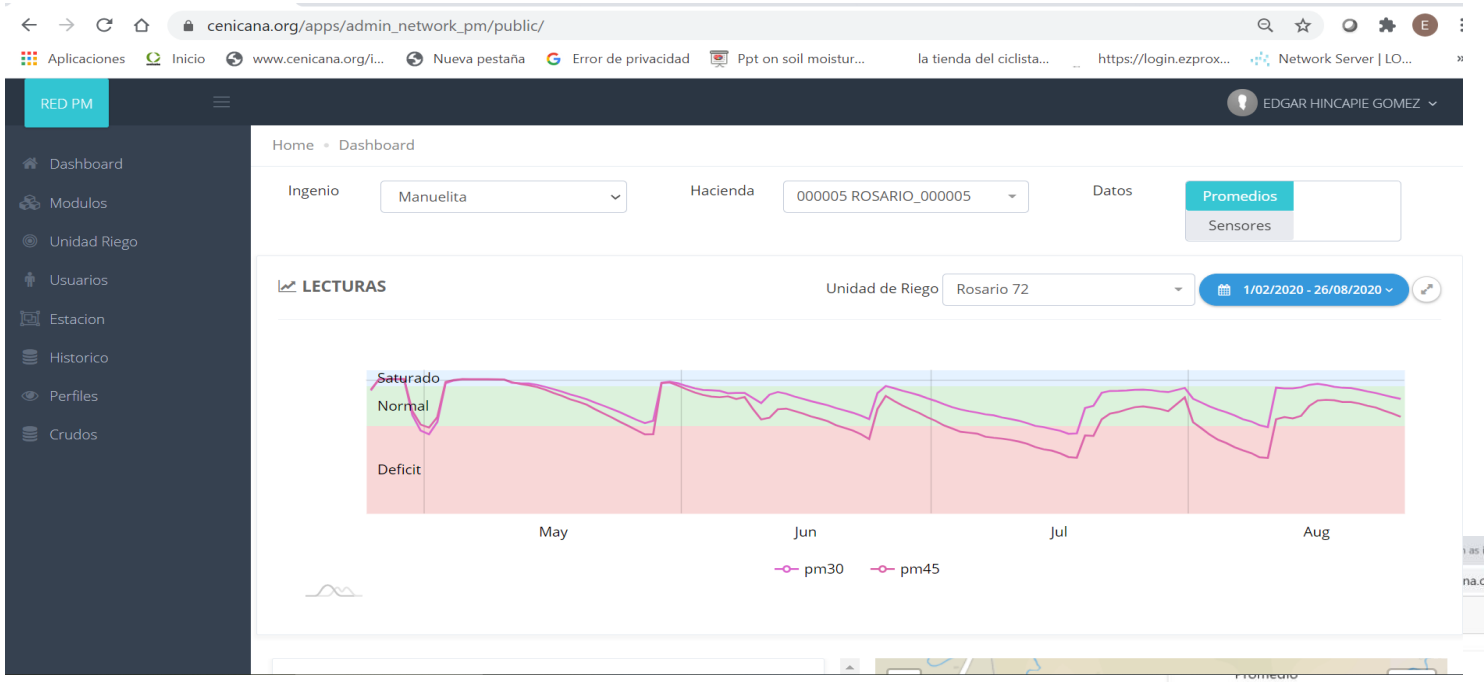
PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO

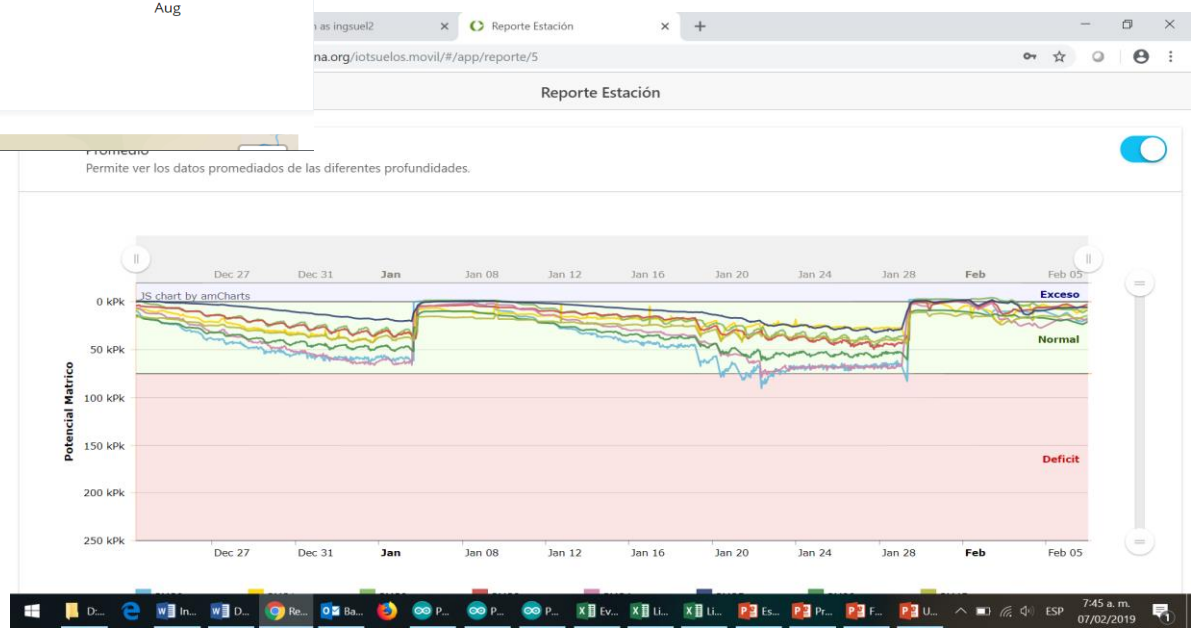
Arena	Numerico
Limo	Numerico
Arcilla	Numerico
Densidad aparente	Numerico

PARÁMETROS FUNCIÓN CALIBRACIÓN SENSOR

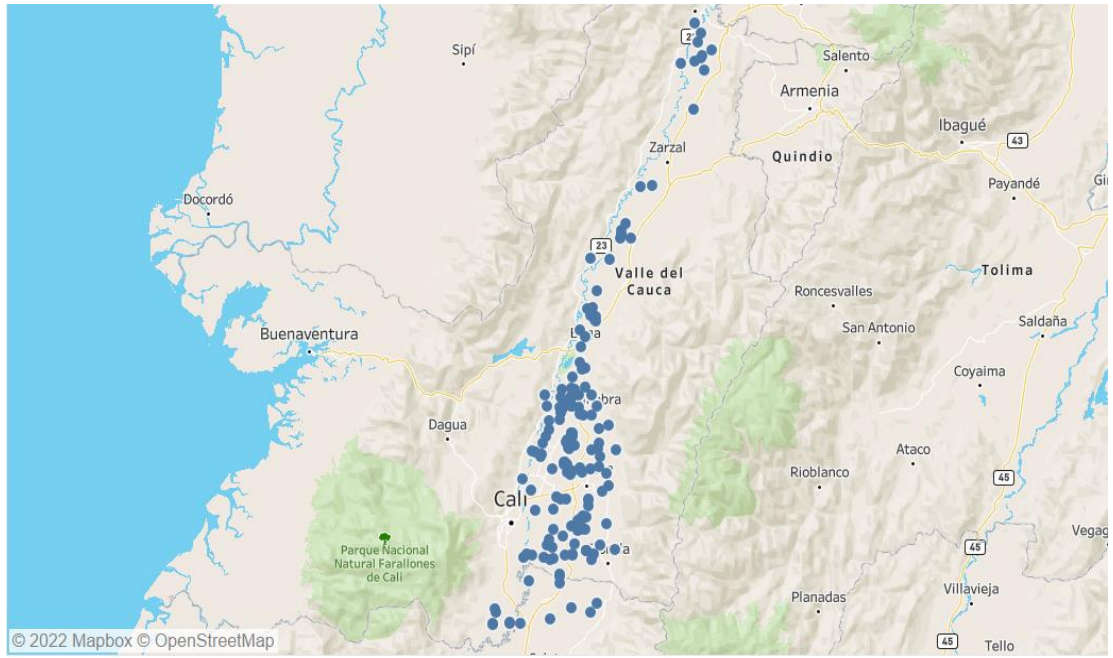
A1	6.123
B1	0.018

Aplicación para acceso a la información

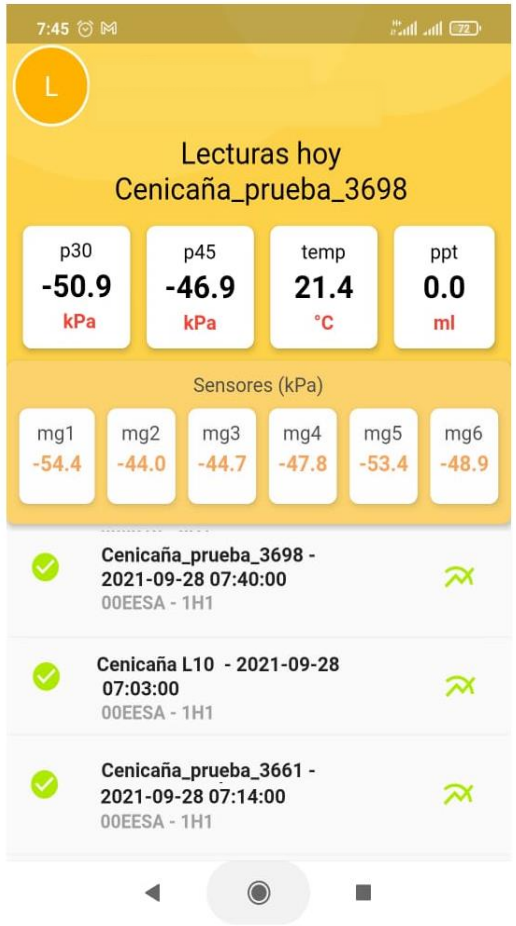


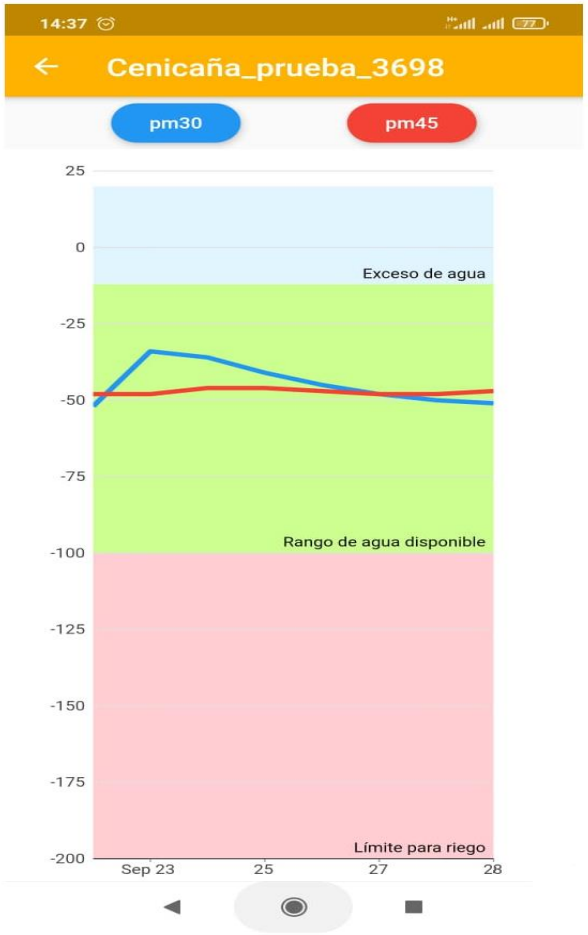


Aplicación para acceso a la información



Estaciones PMS para manejo de la humedad del suelo en el cultivo de la caña en el valle del río Cauca





Desafíos de la Agrónica

- Desarrollar sistemas de medición y sensores de bajo costo, precisos, adaptados a las condiciones particulares de clima, suelo, sistema productivo y necesidades de cada usuario o sector productivo.

- Incorporar e integrar diferentes disciplinas en el sector agrícola, con el fin de desarrollar tecnologías y herramientas que permitan ser más productivos, sostenibles y en cierta medida contribuir a compensar los efectos negativos del cambio climático.

- La Agrónica es solo una técnica mediante la cual se puede contribuir a la tecnificación de la agricultura, tener mejor conocimiento y control de ciertas prácticas y mejorar la productividad y rentabilidad de la agricultura

*“… es imperativo que la **agricultura** mejore la eficiencia del uso de los recursos limitados y garantice un incremento sustancial en la productividad” (FAO, 2012)*

El manejo adecuado de la humedad del suelo es un factor estratégico para optimizar la producción de los cultivos

Gracias