

PENETRÓMETRO AUTOMATIZADO

Rocchi, Fabio¹; Gasparotti, Omar²; Bonino, Marcelo³
INTI Rafaela, Santa Fe, Argentina
frocchi@inti.gob.ar

OBJETIVO:

El proyecto se enmarcó, principalmente, en los siguientes objetivos:

1. Mejorar el proceso de muestreo y medición de parámetros de compactación de suelos agrarios.
2. Introducir una nueva tecnología a una pequeña empresa para aumentar el agregado de valor en sus productos.

DESCRIPCIÓN:

El proyecto surgió por una necesidad planteada por una pequeña empresa familiar de El Trébol (centro oeste de Santa Fe), especializada en la fabricación de caladores de suelo y granos.

La empresa acudió al INTI por primera vez en busca de una solución a una falla en uno de sus productos.

Luego de finalizado ese proyecto, Tornomar acudió nuevamente al INTI para desarrollar en conjunto un aparato (penetrómetro) para medir la compactación de suelos agrarios a lo largo de un perfil de profundidad.

El proyecto se desarrolló siguiendo un ciclo de diseño planteado por el profesor italiano Alessandro Freddi (figura 1).

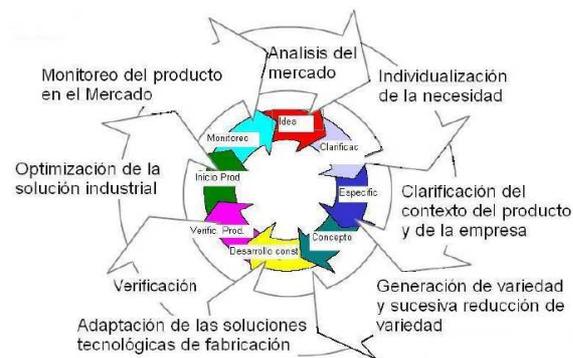


Figura 1: Ciclo de diseño empleado

Partiendo de la idea general, se realizó en primer término una investigación de los diferentes métodos para medir la compactación de suelos y los aparatos disponibles a nivel mundial y nacional para realizar esa tarea.

En función a los resultados de la investigación, contrastando con el contexto de la empresa y del sector al que se dirige el producto, se optó por desarrollar un *penetrómetro de cono dinámico automatizado adaptable a la estructura del calador hidráulico de Tornomar*.

Luego se especificaron las principales características que debería tener dicho penetrómetro para cumplir con el objetivo de mejorar el proceso de muestreo y medición de compactación de suelos agrarios, las cuales se resumen a continuación:

- ✓ Reducir significativamente el tiempo y el esfuerzo humano requerido para medir compactación de suelos;
- ✓ Eliminar la influencia del operador en el resultado de las mediciones;
- ✓ Entregar en campo (sin necesidad de acudir al laboratorio) el perfil de compactación respecto de la profundidad de cada muestra.
- ✓ Brindar al ingeniero agrónomo una herramienta versátil que le permita trabajar de forma simple y rápida con los datos de las muestras para obtener información útil para la toma de decisiones sobre el manejo del suelo agrario.

En función de estos requisitos planteados, se desarrolló el concepto del producto, el cual se esquematiza en la figura 2.

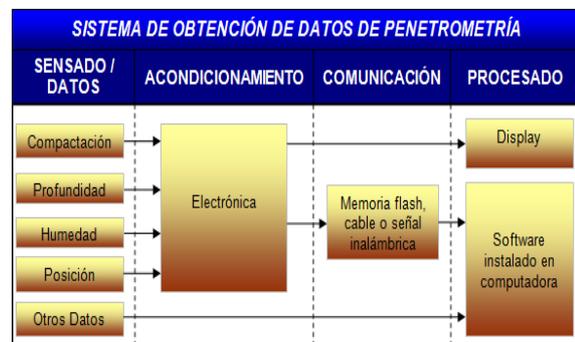


Figura 2: Esquema conceptual del penetrómetro

Para cada uno de los sistemas que forman parte del producto se realizó un análisis y selección de alternativas, se definieron las especificaciones técnicas y se realizaron los planos conceptuales necesarios para construir un prototipo (figura 3).

El primer prototipo fue construido completamente en INTI Rafaela, tercerizando sólo las operaciones de mecanizado.

Este prototipo se utilizó para validar las alternativas seleccionadas, para lograr la comunicación entre los diferentes sistemas del aparato y para realizar las primeras pruebas a campo.

¹ Diseño y Desarrollo INTI-Rafaela

² Director INTI-Rafaela

³ Diseño y Desarrollo INTI-Rafaela

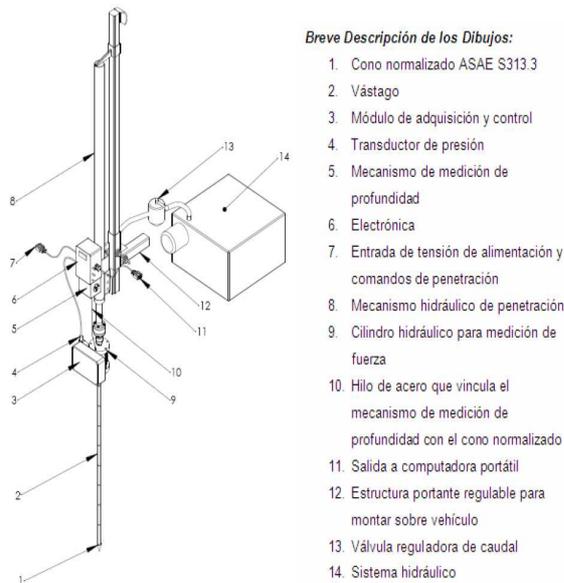


Figura 3: Plano conceptual del primer prototipo

Una vez ajustados los principales parámetros se recurrió a empresas especializadas en electrónica y software para adaptar en conjunto las soluciones tecnológicas de fabricación; para ello se realizaron pruebas a campo del nuevo prototipo (figuras 4 y 5) y ensayos de validación y calibración en laboratorio.

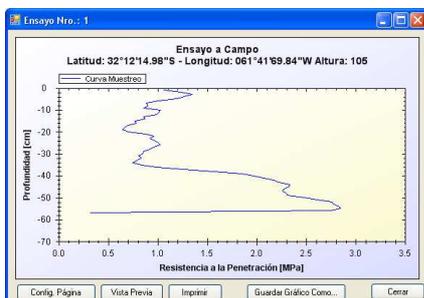


Figura 4: Gráfica de un ensayo a campo



Figura 5: Pruebas a campo del prototipo industrial

RESULTADOS:

El penetrómetro desarrollado permite medir la compactación o resistencia a la penetración (RP) en suelos agrarios, desde la superficie hasta una profundidad máxima de 1 m, a intervalos de 1 cm. El mismo está diseñado para ser montado sobre una camioneta, se acciona de forma hidráulica mediante control

remoto, y capta y procesa los datos de forma automática mediante electrónica y software desarrollados a medida. Los datos obtenidos están geo-referenciados mediante GPS integrado y luego quedan almacenados en memoria flash. El software permite administrar los datos y trabajar con ellos para obtener información útil para la toma de decisiones, como ser gráficas de perfiles múltiples, promedios por lote o por zona, comparación de perfiles, etc.

Tabla 1. Especificaciones técnicas del penetrómetro

Tipo	Penetrómetro dinámico de cono
Accionamiento	Hidráulico
Cono y vástago	Norma ASAE S 313.3
RP Máxima	22 MPa (cono Ø 12,83 mm) 9 MPa (cono Ø 20,27 mm)
Profundidad Máxima	80 cm
Resolución Profundidad	1 cm
Velocidad de Penetración	30 mm/s (ASAE EP 542)
Incertidumbre RP	+/- 0,15 MPa (cono Ø 12,83 mm) +/- 0,10 MPa (cono Ø 12,83 mm)
Incertidumbre Profundidad	+/- 1 cm
Rango temperatura funcionamiento	(0 a 40) °C

CONCLUSIONES:

El penetrómetro automatizado obtenido permite reducir significativamente el esfuerzo humano en la medición de la compactación de suelos agrarios y entrega de forma rápida y simple información útil para la toma de decisiones.

Por otro lado, se logró un producto de una complejidad acorde a las capacidades tecnológicas de fabricación de una pequeña empresa aumentando el valor agregado sobre sus productos tradicionales.