



Assestimetro a liquido



STRUMENTI E MISURE GEOTECNICHE
E STRUTTURALI



INDICE

Avvertenze	5
Applicazioni	6
Descrizione Generale	7
Modello e identificativo	8
Installazione	9
Riempimento del circuito idraulico	10
Calcoli e Formule	12
Elaborazione misure	13

Assestimetro a liquido



AVVERTENZE



Lo strumento deve essere utilizzato per la sola applicazione per cui stato costruito e progettato, OTR declina ogni responsabilità per un uso improprio della strumentazione.



Non utilizzare in presenza di gas potenzialmente esplosivi;



Durante la fase di installazione scollegare lo strumento da dispositivi di misura o apparecchi connessi alla rete elettrica;



Non utilizzare lo strumento in acque in cui in atto una dispersione elettrica.
Durante la fase di installazione comparare sempre il carico dato dalla bilancia con quello fornito dal liquido, fermare le operazioni nel caso questi differiscano sostanzialmente;



Utilizzare guanti di protezione durante l'utilizzo del cavo di misura. Evitare di maneggiare velocemente il cavo senza guanti.

Inoltre

- Non aprire lo strumento: per ogni riparazione rivolgersi al costruttore;
- Tenere lontano dalla portata dei bambini;
- Non eseguire i cablaggi della strumentazione con le mani umide o bagnate;
- In caso di installazioni con cavi non protetti per misure superiore ai 30 metri utilizzare degli scaricatori di sovratensione.
- Pulire lo strumento ed il relativo cavo con alcool o acqua, non utilizzare acetone o liquidi aggressivi per le materie plastiche o etichette;
- Non sovraccaricare la bilancia;
- Non piegare la bilancia, non forzarla con le mani, smontarla dal serbatoio durante il trasporto;
- Non immettere nel circuito idraulico pressioni superiori a 0.5 Bar;
- Non testare il circuito idraulico con aria in pressione.

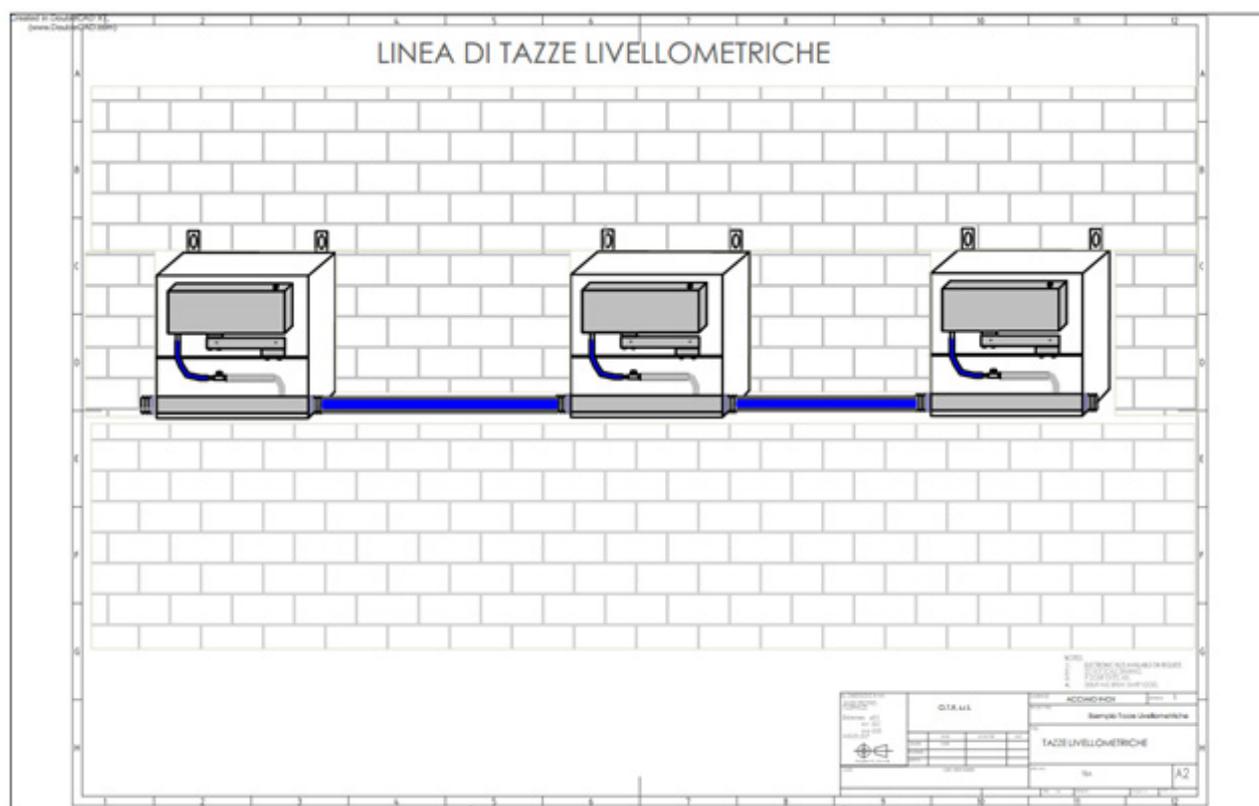
Applicazione

La conoscenza dei cedimenti differenziali di strutture e fondazioni risulta importante in geotecnica, ai fini della definizione del grado di sicurezza delle opere realizzate.

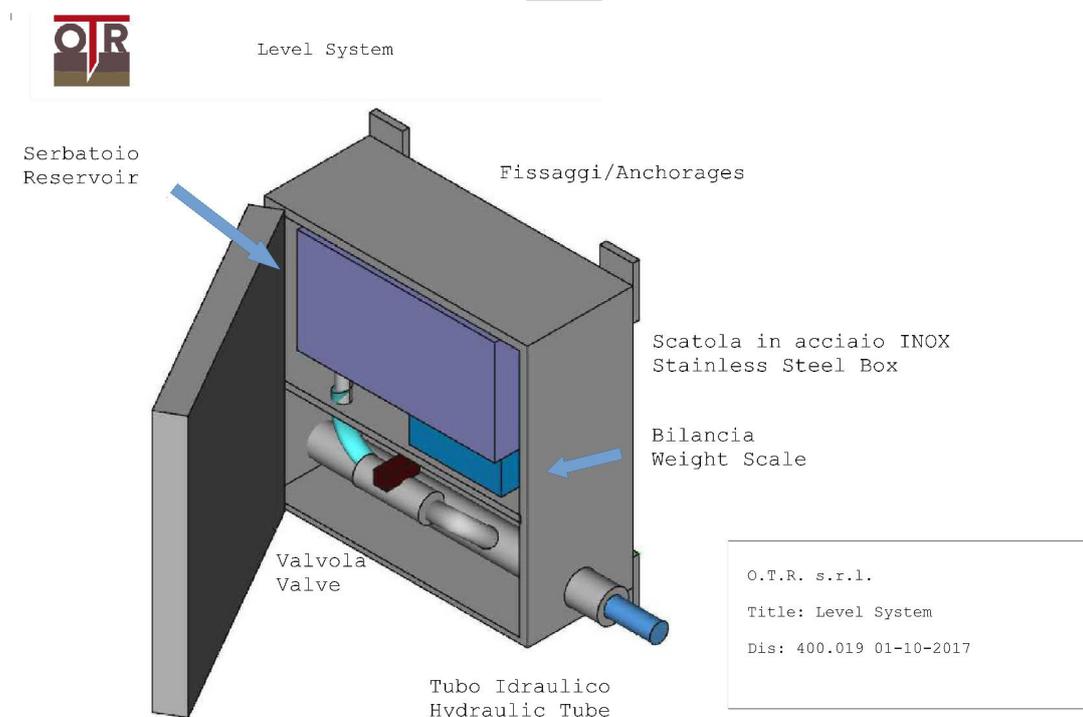
Ove sia richiesto un rilievo di alta precisione degli spostamenti differenziali, possono essere impiegati gli 'assestimetri'.

Il Sistema Livellometrico e Assestimetrico è composto essenzialmente da una serie Tazze contenenti del liquido, distribuite a distanza su un piano orizzontale, e da una tubazione di collegamento.

Tali assestimetri trovano largo impiego nel monitoraggio di dighe, ponti, centrali elettriche, fondazioni, edifici, soggetti a deformazioni per effetto dell'interazione con il terreno (es. opere di consolidamento, cedimenti, apertura di scavi nelle vicinanze ecc..).



Descrizione generale



Il Sistema Livellometrico e Assestimetrico si compone di:

- una scatola di protezione in acciaio inox (fig. 1) al cui interno sono alloggiati:
- un serbatoio per il liquido;
- un trasduttore elettrico per il controllo del livello del liquido all'interno del serbatoio;
- una termometro a termoresistenza PT100 per il rilievo della temperatura (opzionale);
- un circuito idraulico interno;
- una morsettiera per il cablaggio del cavo strumentale
- un cavo elettrico per il collegamento dello strumento all'acquisitore dati.

Il trasduttore elettrico, rileva il peso del liquido, e quindi le eventuali variazioni del suo livello all'interno del serbatoio; il suo range di misura è di circa 50 mm.

Il liquido del circuito (solitamente una miscela di acqua e glicerina) è caratterizzato da una densità pressoché costante al variare della temperatura e da una bassa tensione di vapore. Esso è inoltre chimicamente inerte ai materiali che costituiscono il sistema.

Modello e Identificativo

Gli assestimetri a liquido sono corredati da una targhetta che identifica:

- Numero di serie e relativa calibrazione;
- Indicazione del modello;
- Indicazione del fondo scala;
- Tipo di uscita

Specifiche Tecniche

Fondo scala	0-75 mm
Modello	A bilancia
Uscita	~1 mV/V/FS o 4-20 mA
Termistore	Integrato a richiesta
Risoluzione	0.001°
Deriva termica	±0.002°/K
Passo	1000 mm



Installazione

Si forniscono alcune istruzioni per l'installazione dei Livellometri e/o assestimetri, suggerendo che è opportuno prevedere l'intervento di personale tecnico specializzato.

Innanzitutto, si deve procedere al tracciamento del circuito su un piano orizzontale, ciò può essere eseguito per mezzo di una livellazione ottica o con una livella ad acqua di cantiere.

Con il tracciamento vanno segnate le postazioni dei Livellometri e/o assestimetri, ed eventualmente anche qualche altro punto significativo del circuito.

Quindi vanno fissati a parete sia i Livellometri/assestimetri contenenti i serbatoi, facendo riferimento ai punti segnati in precedenza, che i supporti per le tubazioni di collegamento, solitamente cavetti in acciaio tesi fra i Livellometri e/o assestimetri all'altezza dei raccordi idraulici. Per il fissaggio della tubazione idraulica, possono essere forniti (a richiesta) dei collarini muniti di tasselli nel caso di utilizzo della coibentazione, (opzionale).

I Livellometri e/o assestimetri devono essere fissati in posizione verticale su di una parete, mentre il punto di riferimento va posizionato all'esterno dell'area di possibile cedimento, o comunque in una posizione facilmente tragiudicabile otticamente.

Per il fissaggio delle Tazze si proceda nel seguente modo:

1. poggiare il Livellometro e/o assestimetro alla parete avendo cura di controllare la sua messa in bolla;
2. segnare sulla parete la posizione dei fori per il fissaggio, verificando che i raccordi di connessione per la tubazione siano orizzontali;
3. forare la parete e fissare il Livellometro e/o assestimetro con tasselli ad espansione;
4. stendere la tubazione idraulica lungo il tratto tra un assestimetro e l'altro (evitando tratti verticali) sospendendola con fascette ad un cavo in acciaio steso in precedenza;



Riempimento del circuito idraulico

- Il riempimento del circuito può essere effettuato secondo due modalità: in pressione (con pompa) o per caduta libera, a seconda della tipologia dei collegamenti idraulici e della lunghezza del circuito.

Riempimento in pressione

Nel caso che il riempimento del circuito venga eseguito in pressione, collegare tutte le estremità dei tubi in nylon ai Livellometri e/o assestimetri ad eccezione delle due estremità del circuito che verranno lasciate libere, e procedere come segue:

- procurarsi una pompa e un saturatore provvisto di valvola di chiusura, e riempirlo di liquido;
- porre il saturatore con il liquido sul piano, in corrispondenza di una delle due estremità libere del circuito;
- collegare la pompa al saturatore e, con uno spezzone di tubo di opportuna lunghezza, la valvola del saturatore all'estremità libera del circuito;
- assicurarsi che tutte le valvole a sfera dei Livellometri e/o assestimetri siano chiuse, ad eccezione delle valvole dei Livellometri e/o assestimetri estremi del circuito;
- aprire il rubinetto del saturatore ed iniziare il riempimento pompando con continuità in modo da trasmettere pressione al liquido e favorire così l'afflusso di liquido attraverso la tubazione;
- lasciare uscire il liquido dall'estremità opposta del circuito lasciata libera, avendo cura di recuperarlo all'interno di un recipiente;
- lasciare scorrere il liquido all'interno del circuito fino a quando si è sicuri che non siano più presenti bolle d'aria;
- connettere l'estremità libera del tubo in nylon dalla quale fuoriesce il liquido, al Livellometri e/o assestimetro terminale (verificare che il rubinetto sia aperto) e riempire il serbatoio fino a circa tre quarti della sua altezza, dopo di che richiudere il rubinetto;
- aprire, una alla volta, le valvole degli altri Livellometri e/o assestimetri e riempire il serbatoio fino a circa tre quarti della sua capacità, poi richiudere la valvola (fare in modo che durante l'operazione all'interno del saturatore sia presente una discreta quantità di liquido mantenuto alla pressione di circa 1 Atm.);
- una volta riempiti tutti i Livellometri e/o assestimetri, ad eccezione di quello posto in corrispondenza della pompa, dissipare la pressione all'interno del saturatore, disconnettere l'estremità del circuito collegata al saturatore e connetterla al Livellometro e/o assestimetro non ancora collegato;
- aprire le valvole di tutti i Livellometri e/o assestimetri in modo che il liquido si riequilibri all'interno del circuito fluendo dai serbatoi dei Livellometri e/o assestimetri, al serbatoio dell'assestimetro da poco connesso, posto all'estremità del circuito idraulico;
- controllare che nel circuito non siano presenti bolle d'aria (nel qual caso rimuoverle con piccoli colpetti sulla tubazione fino a portarle all'interno del serbatoio più vicino), attendere che il liquido all'interno del circuito si stabilizzi.

Riempimento per caduta

- Nel caso che il riempimento del circuito venga eseguito per caduta, collegare tutte le estremità dei tubi in nylon ai Livellometri e/o assestimetri, ad eccezione di una delle due estremità del circuito, che verrà lasciata aperta per consentire il riempimento dello stesso, e procedere come segue:
- assicurarsi che la valvola a sfera di tutti i Livellometri e/o assestimetri, sia chiusa;
- procurarsi un recipiente (tipo tanica) provvisto di valvola di chiusura, all'estremità della quale va collegato uno spezzone di tubo di opportuna lunghezza (può essere lo stesso usato per il circuito idraulico), e riempirlo di liquido;
- porre la tanica con il liquido, al di sopra della quota del punto Livellometrico e/o assestimetrico estremo raccordato in precedenza al circuito; aprirne la scatola ed infilare l'estremità del tubo della tanica nel foro posto sulla sommità del serbatoio e procedere al suo riempimento;
- una volta raggiunta circa la metà della capienza del serbatoio (controllabile tramite tubo di riferimento), aprire lentamente la valvola a sfera posta alla base del serbatoio e lasciare che il liquido fluisca all'interno del circuito fino all'estremità lasciata aperta, avendo cura di recuperarlo all'interno di un altro recipiente;
- aggiungere liquido all'interno del serbatoio in modo da compensare la quantità che fluisce lungo il circuito (evitare di fare svuotare completamente il serbatoio onde prevenire la formazione di bolle d'aria all'interno della tubazione);
- lasciare scorrere il liquido all'interno del circuito fino a quando si è sicuri che non siano più presenti bolle d'aria;
- collegare al Livellometro e/o assestimetro posto all'altra estremità del circuito, la tubazione del circuito idraulico lasciata aperta;
- aprire di volta in volta lentamente le valvole a sfera degli altri Livellometri e/o assestimetri, aspettando che il livello del liquido, che continua ad essere immesso nel circuito tramite la tanica, si porti a metà dell'altezza di ciascun serbatoio prima di aprire la valvola a sfera successiva;
- quando il livello all'interno di tutti i serbatoi è stata raggiunto, chiudere il rubinetto della tanica e togliere il tubo usato per il riempimento;
- controllare ancora che nel circuito non siano presenti bolle d'aria (nel qual caso rimuoverle con piccoli colpetti sulla tubazione fino a portarle all'interno del serbatoio più vicino), attendere che il liquido all'interno del circuito si stabilizzi.

Terminata la procedura di riempimento del circuito, passare al collegamento del cavo elettrico alla centralina o al sistema di acquisizione dati automatico ed effettuare le misure di controllo per verificare il livello di tutti i serbatoi sia stato raggiunto. Il controllo potrà essere eseguito mediante la misura di ogni singolo strumento. Sulla base di quanto riportato sul foglio di taratura a corredo di ciascun strumento. Nel caso in cui il circuito dovesse trovarsi nelle condizioni di troppo pieno o poco pieno, togliendo o aggiungendo liquido, utilizzando una siringa dal serbatoio di riempimento

Se qualche strumento dovesse trovarsi ancora nella situazione di troppo pieno o troppo vuoto, vuol dire che la sua posizione, rispetto alla linea di livello, è inesatta, per cui andrà riposizionato in modo corretto.

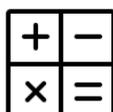
Calcoli e Formule

Come detto, una misura Livellometrica e/o assestimetrica consiste nel rilievo della tensione o corrente in uscita dal trasduttore elettrico, funzione della quantità di liquido contenuto nel serbatoio.

A seconda delle unità di lettura le misure elettriche possono essere in mV o in mA, da convertire in mm utilizzando il valore di sensibilità dello strumento riportata sul foglio di calibrazione (fornito dalla società produttrice) di ciascuno strumento:



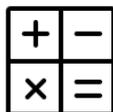
E = Lettura elettrica
K = Valore di sensibilità
L = ExK



Y' = Inclinazione sull'asse Y espressa in mV (Lettura di "Esercizio" Y')
X' = Inclinazione sull'asse X espressa in mV (Lettura di "Esercizio" X')
1000 = passo della sonda fissa 1000 mm



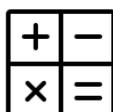
Una volta convertite le misure in mm, l'espressione di calcolo dello spostamento differenziale in quota tra un serbatoio di misura e il serbatoio di riferimento è la seguente:



(Les-Lo)Rif=differenza tra una lettura di esercizio e la lettura iniziale ('di zero') per il serbatoio di riferimento (R);
(Les-Lo)Mis=differenza tra le letture di esercizio e di zero per il serbatoio di misura (M).



DH > 0 indica il sollevamento relativo del serbatoio Mis rispetto al serbatoio Rif e viceversa per DH < 0.



$$DH = (Les-Lo)Rif-(Les-Lo)Mis$$

Elaborazione misure

Modello 4-20mA

- Come detto, una misura Livellometrica e/o assestimetrica consiste nel rilievo della tensione o corrente in uscita dal trasduttore elettrico, funzione della quantità di liquido contenuto nel serbatoio.

O.T.R. S.R.L.

Calibration Chart

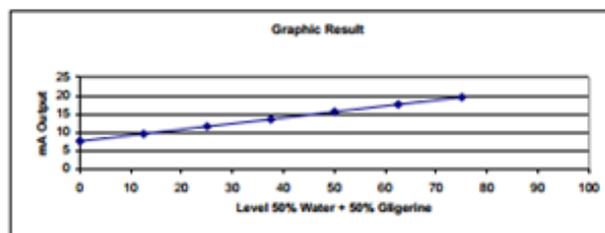
Model	:	Tazza	Customer	:	XXXX
Serial N.	:	XXXX	Date	:	02/07/2017
Range	:	0-75 mm	Operator	:	XXXX
Input Voltage	:	12-24 Vdc	Temp.	:	26
Output	:	4-20 mA			

Calibrato secondo la procedura interna SLI20, lettura eseguita con strumento primario interno Vivior05 mA matricola EL08 n° 99831665 calibrato con Multimetro Agilent 34401A matricola EL04 6 cifre %, n° MY41025873 con Rapporto di Taratura SIET 0479E17 eseguito con multimetro Fluke con tracciabilità standard CPE025 UKAS 0183 n. 059808 e pesi calibrati OTR Matricola PED1 controllati con Set di Pesi matricola PED3 SINERGIA con certificato ACCREDIA LAT 117 170698

Level	Output	Difference	Sensitivity	Error*
mm	mA	mA	mA/mm	%
0.00	7.66			
12.50	9.66	2.00	0.160	0.01
25.00	11.65	1.99	0.159	-0.06
37.50	13.65	2.00	0.160	-0.04
50.00	15.65	2.00	0.160	-0.03
62.50	17.65	2.00	0.160	-0.01
75.00	19.65	2.00	0.160	0.00

Average sensitivity 0.160 mA/mm

* Error Calculated using Average Sensitivity



Zero Value : Reservoir
mm : mix water-glicerine 50/50 (specific weight = 1.13)

Nota: Parametri per D1600 CON SOLUZIONE 50/50 : 7660*19650*0*75
Parametri per D1600 per SOLUZIONE 60/40: 7660*19650*0*73.28. Peso specifico MIX 60/40 +2.3% quindi -2.3% di FS

Consideriamo l'esempio di calibrazione in mA:

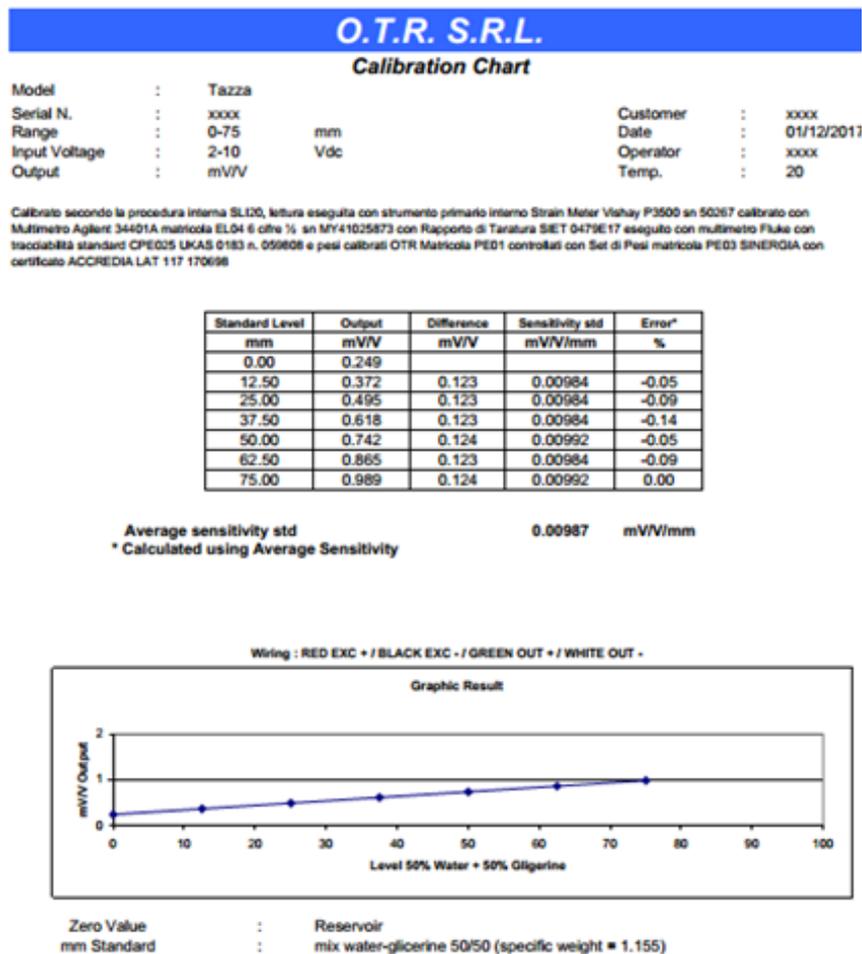
- Average sensitivity: indica la sensibilità media espressa in mA/mm dello strumento calibrato;
- Output @ Level 0 mm: indica il valore in mA quando il serbatoio è vuoto (quindi il valore di zero senza liquido);

Immaginiamo per esempio di avere un valore di misura mA1 del sensore pari a 12.45 mA con uno zero a serbatoio vuoto pari a serbatoio mA0 pari a 7.66 mA ed una Average sensitivity pari a 0.160 mA/mm. Eseguiamo il semplice calcolo:

$$\text{Livello} = \frac{mA_1 - mA_0}{\text{AverageSensitivity}} = \frac{12.45 - 7.66}{0.160} = 29.93\text{mm}$$

Modello mV/V

- Come detto, una misura Livellometrica e/o assestimetrica consiste nel rilievo della tensione o corrente in uscita dal trasduttore elettrico, funzione della quantità di liquido contenuto nel serbatoio.



Consideriamo l'esempio di calibrazione in mV/V:

- Average sensitivity: indica la sensibilità media espressa in mV/V/mm dello strumento calibrato;
- Output @ Level 0 mm: indica il valore in mV/V quando il serbatoio è vuoto (quindi il valore di zero senza liquido);

Immaginiamo per esempio di avere un valore di misura mV1 del sensore pari a 0.520 mV/V con uno zero a serbatoio vuoto pari a serbatoio mA0 pari a 0.249 mV/V ed una Average sensistivity pari a 0.0987 mV/V/mm. Eseguiamo il semplice calcolo:

$$Livello = \frac{mV_1 - mV_0}{AverageSensistivity} = \frac{0.520 - 0.249}{0.00987} = 27.45mm$$