



RECALCE DE FUNDACIONES C.P.E.M. N° 40

DATOS DE LA OBRA:

LUGAR: NEUQUEN CAPITAL

OBRA: Remodelación C.P.E.M. N° 40

COMITENTE: Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Dirección Provincial de Arquitectura

Proyecto: Arq. Daniel Tosello

Inspector: Arq. Julián Villar.

Directores: Ing. Oscar Gendelman y Arq. Roberto Ousset.

Jurisdicción Ejecutante: Consejo Provincial de Educación.

Empresa Constructora: TOQUI S.A.

Jefe de Obra: Ing. Dante N. Fuentes

CARACTERISITICAS DE LA OBRA:

Fundación: Zapata corrida con refuerzos bajo columnas.

Presión admisible: 0.35 kg/cm²





Existen actualmente casos de obras de ingeniería, edificios en altura, grupos de viviendas, etc, construidos sobre suelos que se pueden comportar en forma distinta a la prevista durante su proyecto, produciéndose asentamiento no uniformes de sus fundaciones.

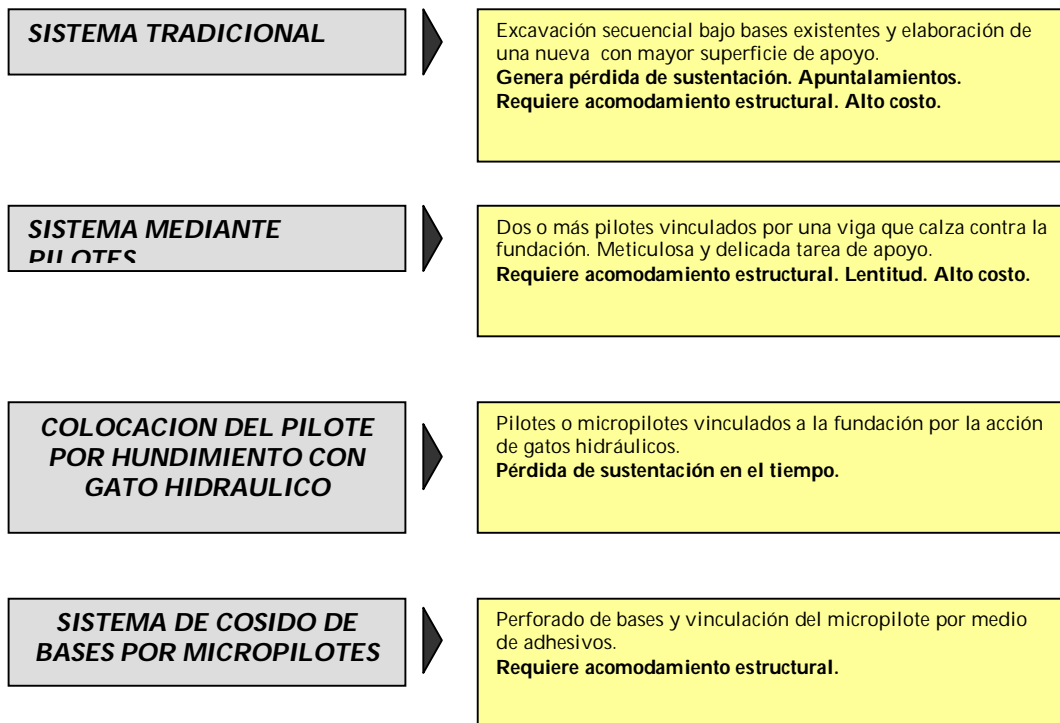
Estos asentamientos diferenciales provocan deformaciones en la estructura y demás componentes, produciéndose fisuras y roturas en los mismos que pueden comprometer seriamente la estabilidad del edificio u obra.

La situación que se presentó en el CPEM N°40 se debe a asentamientos diferenciales de sus fundaciones, generados a partir de filtraciones de agua y roturas de canaletas receptoras de líquidos cloacales ubicadas dentro del edificio. Estos factores, en combinación, produjeron fisuras de muros, oquedades en pisos, deformaciones de aberturas, rotura de pisos y revestimientos como así también desplazamientos de parte de la estructura metálica de la cubierta de techo del Salón de Usos Múltiples.

La forma de subsanar estos problemas consiste en efectuar un RECALCE de las fundaciones. Esto implica transmitir las cargas que llegan a dichas fundaciones superficiales, mediante algún método adecuado, hacia un nivel de profundidad del suelo que posea las características y resistencia suficiente para recibir éstas cargas.

Existen varios métodos para efectuar un recalce de fundaciones, pero ninguno totalmente efectivo.

METODOS TRADICIONALES



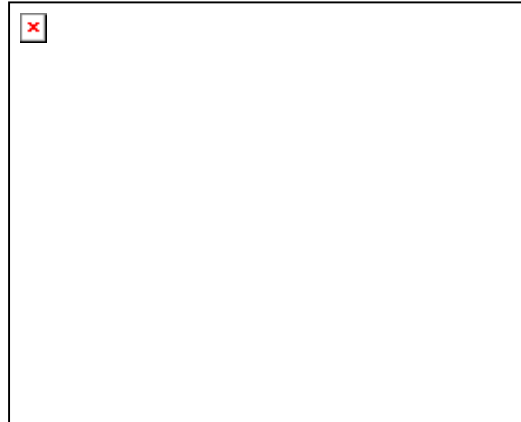
La empresa TOQUI S.A. ideó y patentó un nuevo sistema de recalce de fundaciones con pre-carga y fijación permanente.



Este sistema consiste en un dispositivo denominado "Pastilla de pre-carga" que se coloca en distintos puntos de las fundaciones existentes, por debajo de las mismas y sobre los pilotes o micropilotes construidos para transmitir las cargas hacia estratos de suelo más resistentes y profundos. Sus dimensiones son: diámetro = 14 cm, altura = 7 cm.

PASTILLA DE PRE-CARGA

El dispositivo de pre-carga esta compuesto por dos cilindros de acero introducidos uno dentro del otro. El esfuerzo se genera por medio de un pistón de accionamiento hidráulico. Las dimensiones del mismo son proporcionales a las cargas a las que puede ser sometido.



Todo el dispositivo se encuentra revestido con pintura epoxídica de alta durabilidad. Cada uno de ellos es ensayado a tensiones muy superiores a las que será sometido en su régimen definitivo de servicio.

Cuenta con tres salidas al exterior, una para vincularse con la bomba de presión hidráulica y las otras dos para permitir y asegurar el relleno con el material portante definitivo. Existen dos tipos de pastillas, una con salidas horizontales y otra con salidas verticales. El producto de relleno de las mismas es el resultado de la mezcla de cementos y aditivos de rápido fragüe y alta resistencia a la compresión, dosificados para distintas condiciones ambientales de temperatura y resistencia.

- A. Ingreso de inyección del mortero cementicio.
- B. Ingreso del fluido de presión del sistema hidráulico.
- C. Purga de inyección del mortero cementicio.
- D. Tapa superior
- E. Cámara de alojamiento de la inyección.
- F. Cilindro hidráulico.
- G. Cuerpo lateral de cámara de inyección.
- H. Pistón.
- I. Pollera inferior de cierre de cámara de inyección.
- J. Tapa inferior.
- K. O'ring para sellado del sistema hidráulico
- L. Junta entre el cuerpo lateral de la cámara y la pollera inferior cierre.



Patente N° P97-01-02629



PROCEDIMIENTO DE RECALCE DE FUNDACIONES C.P.E.M. N° 40

1. Inspección ocular de la obra y toma de fotografías.
2. Recopilación de datos de la obra y estudio de suelos.
3. Análisis de cargas, plano de ubicación de pilotes y detalles constructivos.
4. Replanteo de pilotes.
5. Rotura de pisos y contrapisos.
6. Rotura del hormigón de la base y corte de la Armadura.
7. Perforación de pozos para pilotes.
8. Colado de lechada agua - cemento y llenado de hormigón para bulbo del pilote.
9. Colocación de la Armadura del pilote dentro del pozo y hormigonado del mismo.
10. Descubrimiento de la cabeza del pilote y nivelación de su superficie.
11. Colocación de la pastilla de pre-carga.
12. Restitución de la Armadura de la base con Armadura de refuerzo sobre cálculo.
13. Limpieza en forma meticulosa de la superficie rota de la base y colocación de SIKADUR 32 GEL.
14. Encofrado del sector de la base a restituir y hormigonado del mismo con aditivos acelerantes de fragüe.
15. Procedimiento de pre-carga del pilote.

Los pasos ejecutados desde el pto. 5 hasta el pto. 15 inclusive, se realizaron para cada uno de los pilotes que se colocaron en obra.



RECALCE DE FUNDACIONES CPEM N°40.

Proyecto ejecutivo.

Realizada la inspección ocular de los distintos sectores afectados de la escuela, con toma de fotografías y recopilación de datos concernientes a la obra, se procedió a desarrollar el análisis de cargas para determinar la magnitud y ubicación de las mismas y de esa manera diagramar la ubicación y cantidad de pilotes a colocar en cada punto a recalzar de las fundaciones. Todos éstos datos se volcaron en planillas de cálculo y planos con detalles constructivos correspondientes.

Trabajos realizados.

Finalizado el PROYECTO EJECUTIVO, se procedió a realizar primeramente el replanteo de los pilotes, es decir a marcar la ubicación de los mismos en la obra propiamente dicha, para luego comenzar con la rotura de pisos y contrapisos en cada punto fijado, tarea realizada con martillos neumáticos. Debemos aclarar que todo el piso y contrapiso del Salón de Usos Múltiples tuvo que ser demolido, pues en ese sector existían oquedades generadas por filtraciones de agua que habían producido el hundimiento de dicho sector.



Culminada la rotura de pisos y contrapisos, se procedió con la rotura del hormigón de la base y corte de la armadura de la misma en aquellos puntos fijados previamente para las perforaciones de los pilotes. Esta tarea se realizó cuidadosamente de manera de afectar lo mínimo posible la integridad de las bases, para ello se emplearon martillos "HILTI" especiales para éstos casos.



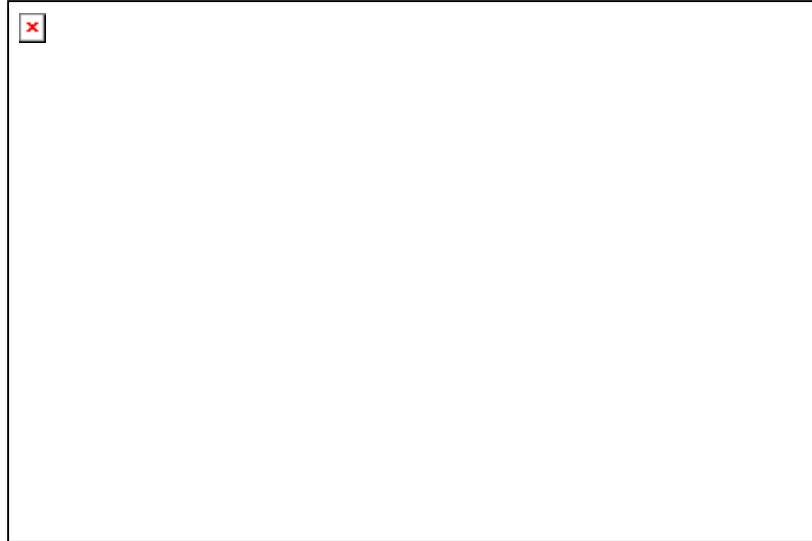
Una vez cortada la base se procedió a realizar las perforaciones para los pilotes. Estas perforaciones se realizaron con maquinarias y equipos adecuados que posee la empresa.



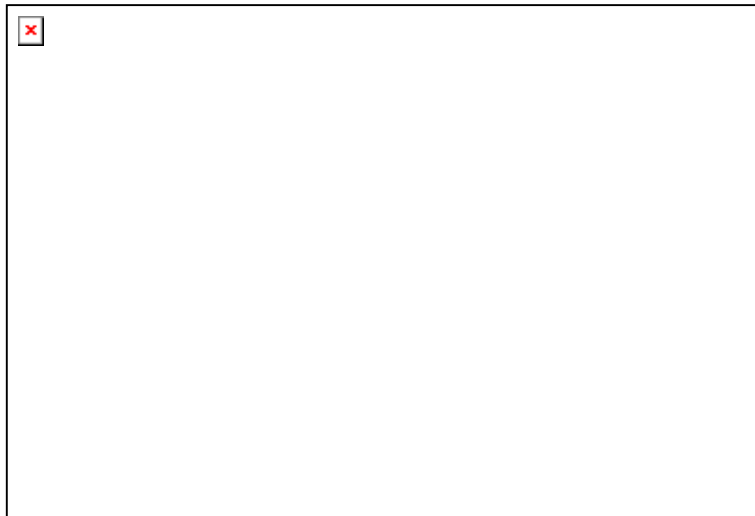


La profundidad de éstas perforaciones es variable para cada punto fijado para el recalce. Generalmente ésta variación osciló entre los 8.00 mts. y 12.00 mts. de profundidad, niveles en los cuales se llegó al "rechazo".

Se realizaron 7 y 8 perforaciones diarias, cantidad óptima para poder realizar el hormigonado completo de cada pilote durante la jornada de trabajo. Esto es importante pues no debían quedar perforaciones sin llenar para el día siguiente por el riesgo de que se produjeran desmoronamientos de tierra dentro de las mismas a causa de la pérdida de humedad del suelo en función del tiempo.



El paso siguiente fue introducir dentro de la perforación un colado de agua - cemento con el fin de crear una película en las paredes y luego formar el bulbo del pilote con hormigón "seco".

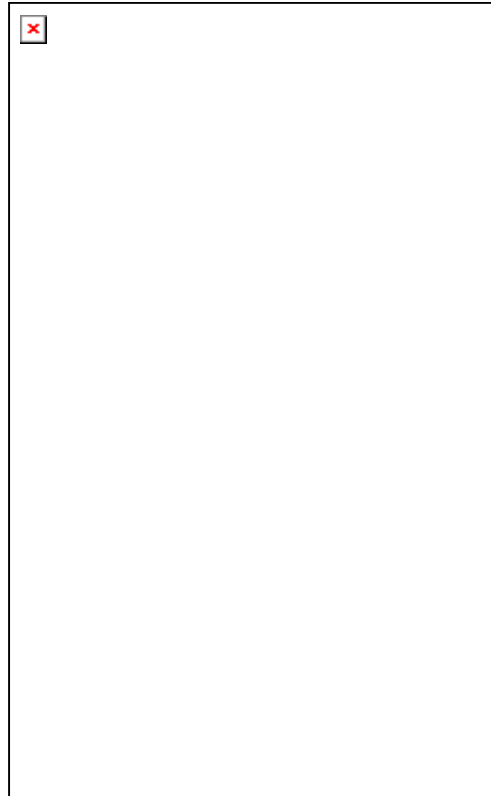


Formado el bulbo del pilote, se procedió a colocar la armadura del mismo dentro de la perforación. Esta armadura se compone de 6 hierros longitudinales de \varnothing 12 mm y estribos espiralados de \varnothing 6 mm con un paso de 15 cm.



Foto superior: muestra la armadura de los pilotes con estribos espiralados.

Foto derecha: colocación de la armadura del pilote dentro de la perforación.



Posicionada la armadura perfectamente, se procedió al hormigonado del pilote, colocando para ello, en la boca del pozo, una bandeja de chapa con un tramo de caño guía de 10 cm de diámetro que ingresa al pozo en una longitud de 6 mts, con el fin de evitar la disgregación del hormigón y facilitar el llenado del mismo.

El hormigón utilizado se elaboró con agregados de aditivos acelerantes de endurecimiento, que mejoran la trabajabilidad del mismo y su adherencia a las armaduras, otorgándole entre los 7 y 14 días (según la dosificación) las resistencias equivalentes a un hormigón a los 28 días. Por cada colada de hormigón (se considera colada a una hormigonada de 60 litros) se compactó el mismo con 25 golpes de un pilón de 3 kg. que caía libremente a lo largo del pozo.

El hormigonado de los pilotes se realizó hasta un determinado nivel por debajo de la parte inferior de las fundaciones (aprox. 20 cm) con el fin de que exista el espacio suficiente para la posterior colocación de las pastillas.

Para cada pilote, se volcó en una planilla la fecha de hormigonado del mismo y su profundidad, para poder llevar un control de los tiempos de fragüe y determinar la fecha en la cual cada pilote se encuentra en condiciones de ser pre-cargado.



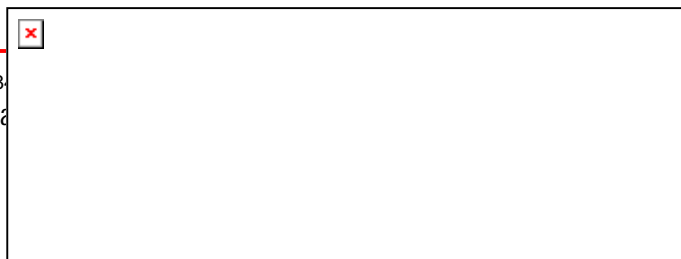
Transcurrido el tiempo de fragüe necesario, el paso siguiente consistió en descubrir la cabeza de cada pilote mediante excavaciones de tierra alrededor de su perímetro. Luego con un mortero cementicio 1:3, el cual se prepara con aditivo acelerante de endurecimiento que incrementa su resistencia durante las primeras 24 hs. Hasta prácticamente el 100%, se procedió a la nivelación de la parte superior del pilote. Esto se realiza para lograr una mejor superficie de apoyo para la pastilla que colocará allí.



Nivelada la cabeza del pilote, se colocó un trozo de film de poliéster sobre las mismas con el fin de aislar el hormigón de los pilotes del hormigón que se utilizará para restituir la base. Apoyando sobre el film se colocó la pastilla en coincidencia con el eje longitudinal del pilote, dejando las mangueras de la misma emergiendo hacia la superficie.



Una vez posicionada la pastilla, se procedió a restituir la armadura de la base, reforzando la misma con armadura adicional. Posteriormente se encofró el sector demolido de la base y limpió meticulosamente la superficie del mismo, eliminando las partes sueltas del hormigón. Se pintó dicha superficie con SIKADUR 32 GEL, que es un agente de unión epoxídico utilizado para adherir hormigones o morteros ya endurecidos, con hormigones o morteros frescos.





Finalmente se hormigonó dicho sector con agregado de aditivos acelerantes de endurecimiento, quedando de esa manera restituido el mismo.



Transcurridas 48 hs. l para comenzar con los preparativos para la aplicación de la pre-carga al pilote.

PROCEDIMIENTO DE PRE- CARGA

PASOS A SEGUIR PARA LA REALIZACION DE LA MANIOBRA DE PRE-CARGA

- Cálculo del valor de pre-carga estimado en el 30 % del peso propio de la estructura



-
- Realización de cuadro numerando los puntos de pre-carga según plano y con casilleros de pre-carga en kg y pre-carga en kg/cm², fecha de pre-carga, hora de pre-carga, configuración del registrador de datos (registros/segundos).
 - Colocación de bomba hidráulica en posición y conexión a manguera hidráulica de pastilla.
 - Colocación de registrador de datos en posición y conexionado a bomba hidráulica y energía eléctrica.
 - Colocación de la jeringa de inyección de mortero en el conducto de entrada de mortero de la pastilla de pre-carga.
 - Encendido de registrador de datos, y comienzo de grabación de registros.
 - Bombeo hidráulico de pre-carga con la presión correspondiente.
 - Preparación del mortero de llenado de pastilla.
 - Llenado de jeringa de inyección, circuito de mangueras y pastilla con agua.
 - Dejar escurrir el agua sin que se pierda completamente de la jeringa y volcar el mortero dentro de la jeringa. Posteriormente inyectar el mismo dentro de la pastilla.
 - A partir de este momento dejar transcurrir dos horas para fragüe y endurecimiento del mortero controlando la presión de pre-carga.
 - Pasadas las dos horas retirar la presión de la bomba hidráulica y culminar con el registro de datos.
 - Desconectar la bomba hidráulica y el registrador de datos.





PLANILLA DE RESUMEN DE PRE-CARGAS

DATOS DE LAS PASTILLAS

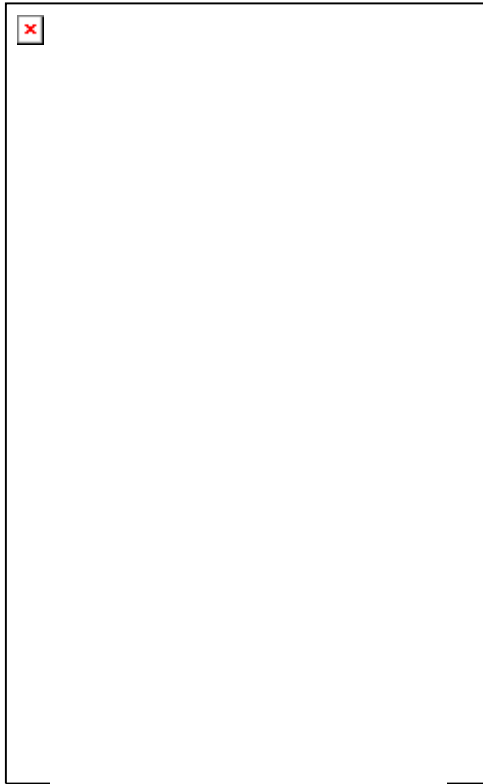
Ø pistón = 5 cm

Sección del pistón = 19.63 cm²

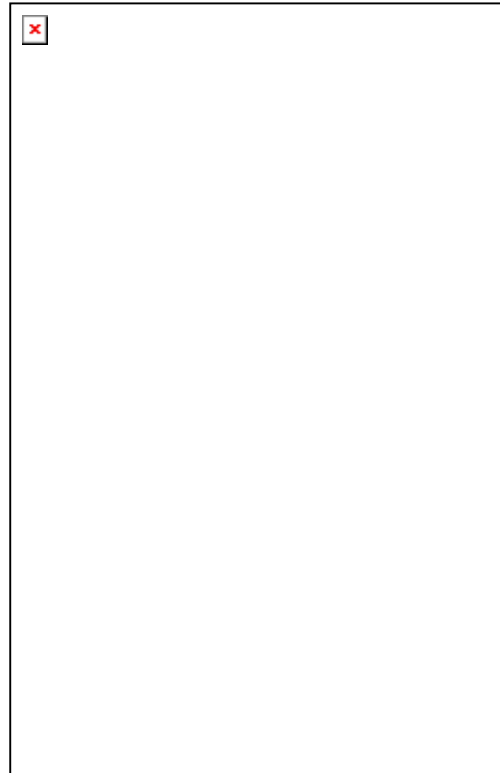
POS.	CARGA TOTAL P tot. tn	PRE-CARGA TOTAL (30% P tot.) tn	CANTIDAD DE PILOTES x COLUMNA	VALOR DE PRE-CARGA POR PILOTE tn	PRESION DE PRE-CARGA POR PILOTE kg/cm²
P1	10.07	3.02	2	1.51	76.90
P2	9.78	2.94	2	1.47	74.75
P3	14.96	4.49	2	2.24	114.27
P4	10.35	3.10	2	1.55	79.04
P5	16.36	4.91	2	2.45	125.00
P6	13.37	4.01	2	2.01	102.15
P7	9.44	2.83	2	1.42	72.11
P8	13.31	3.99	2	2.00	101.65
P9	2.59	0.78	1	0.78	39.60
P10	13.80	4.14	2	2.07	105.45
P11	25.08	7.53	3	2.51	127.76
P12	19.97	5.99	3	2.00	101.72
P13	23.60	7.08	3	2.36	120.19
P14	23.89	7.17	3	2.39	121.67
P15	16.23	4.87	2	2.43	124.01
P16	11.21	3.36	2	1.68	85.64
P17	8.50	2.55	1	2.55	129.87
P18	6.44	1.93	1	1.93	98.35
P19	10.50	3.15	2	1.57	80.20
P20	14.08	4.22	2	2.11	107.59
P21	13.00	3.90	2	1.95	99.34
P22	12.80	3.84	2	1.92	97.80
P23	5.61	1.68	1	1.68	85.70
P24	13.52	4.06	2	2.03	103.29
P25	14.17	4.25	2	2.12	108.22
P26	18.29	5.49	2	2.74	139.76
P27	21.75	6.52	3	2.17	110.77
P28	8.20	2.46	1	2.46	125.25
P29	19.11	5.73	3	1.91	97.30



El registrador de datos es un dispositivo que permite, mediante su conexión a la bomba hidráulica, visualizar en un pequeño monitor, los distintos estados durante la pre-carga y almacenar la información registrada en una tarjeta magnética tomando lecturas a intervalos de tiempo constantes. Esta información se transfiere luego a una computadora y mediante un software especial se vuelcan los registros a planillas y gráficos documentando los trabajos realizados. Esta una de las ventajas que ofrece el sistema de recalce que ofrece la empresa TOQUI S.A., respecto de los métodos tradicionales que se venían aplicando. Otras ventajas del sistema aplicado es que admite trabajar con presencia de agua, permite conectar varios puntos de la estructura a recalzar en forma simultánea y además puede utilizarse para elevar estructuras.



REGISTRADOR DE DATOS



**REGISTRADOR DE DATOS
CONECTADO A LA BOMBA
HIDRAULICA**

Finalizado el recalce de todos los puntos establecidos de acuerdo a la Memoria de Cálculo, la tarea siguiente consistió en comenzar con los trabajos de reparación de contrapisos, pisos, cañerías, conductos, revestimientos, muros, cubierta de techos, cielorrasos y carpinterías, para culminar con la pintura en general del establecimiento.

