



1º CONGRESO - SEMINARIO INTERNACIONAL
DE FUNDACIONES PROFUNDAS
del 23 al 26 de abril de 2013
SANTA CRUZ - BOLIVIA

INFORME CONCLUSIONES

CONGRESO - SEMINARIO DE FUNDACIONES PROFUNDAS

El 1º Congreso-Seminario Internacional de Fundaciones Profundas de Bolivia, incluyendo el 1º Evento de Predicción de Capacidad de Pilotes y la exposición de productos y servicios se llevó a cabo en Santa Cruz de la Sierra entre el 23 y 26 de Abril de 2013. Además hubo una clase magistral en la Universidad Gabriel René Moreno, el día 22 de Abril.

El Comité Organizador estuvo compuesto por la Empresa INCOTEC SRL, la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Gabriel René Moreno, la Cámara Departamental de la Construcción de Santa Cruz, la Sociedad de Ingenieros de Bolivia – Departamental Santa Cruz y el Gobierno Departamental Autónomo de Santa Cruz .

La presidencia del Comité Organizador estuvo a cargo del Ing. Mario A. Terceros H.

No sólo es la primera vez que se realiza este tipo de eventos, sino también es la primera vez que se unen tantas actividades tan complementarias entre sí pero que pueden ser realizadas de forma separada.

A continuación se describe cada una de las actividades con sus conclusiones y recomendaciones principales:

1.- EVENTO DE PREDICCIÓN Y ENSAYO DE CARGA

Esta actividad estuvo dirigida por Prof. Dr. Bengt H. Fellenius y tuvo dos etapas claramente diferenciadas. La primera consistió en realizar estudios geotécnicos de detalle e instalar cuatro pilotes diferentes. Toda esa información, se envió a expertos alrededor del mundo para que realicen una predicción del comportamiento de cada pilote durante los ensayos de carga que se realizarían la semana anterior al Congreso. Esta etapa fue muy exitosa pues se recibieron más de cincuenta predicciones de todos los continentes. Participaron los más prestigiosos expertos mundiales.

Los cuatro pilotes construidos fueron:

TPI, pilote Excavado y hormigonado bajo bentonita, 17,50 m de longitud, 400 mm de diámetro.

TP2, pilote construido con el sistema de gran desplazamiento (Full Displacement Pile), 11,60 m de longitud, 360 mm de diámetro.

TP3, pilote construido con el sistema de gran desplazamiento (Full Displacement Pile), 9,80 m de longitud, 360 mm de diámetro más un Expander Body de 600 mm de diámetro en la punta.



TP4, pilote Excavado y hormigonado bajo bentonita, 17,50 m de longitud, 450 mm de diámetro más un Expander Body de 600 mm de diámetro en la punta.

La segunda etapa consistió en realizar ensayos de carga en los cuatro pilotes para luego comprar los resultados con las predicciones de los expertos y sacar conclusiones respecto del comportamiento de los pilotes, los métodos usados para la determinación de la curva carga-movimientos y los criterios que debe regir en el diseño correcto de pilotes de este tipo.

Es importante destacar que todos los pilotes estuvieron monitoreados con strain gages de cuerda vibrante en diferentes niveles. 7 niveles en el TP1, 6 en el TP2, 5 en el TP3 y 6 en el TP 4.

Además en todos los pilotes se instalaron cables térmicos para la medición de continuidad. Esta tecnología, desarrollada por Pile Dynamics, es la tecnología de punta en el control de continuidad de pilotes vaciados in situ.

En el TP4, además de los instrumentos ya mencionados, se instaló una celda Osterberg a 2,50 m de la punta, con la cual se realizó un ensayo de carga de última tecnología.

Los pilotes TP1, TP2 y TP3 fueron ensayados de forma estática, con gato hidráulico y reacción en vigas metálicas ancladas a cuatro pilotes de tracción. Cada uno de estos pilotes de reacción consistió en un pilote perforado y vaciado bajo bentonita, de 16 m de longitud más un Expander Body de 600 mm de diámetro en la punta.

El pilote TP4 fue ensayado con la celda Osterberg y además con gato hidráulico.

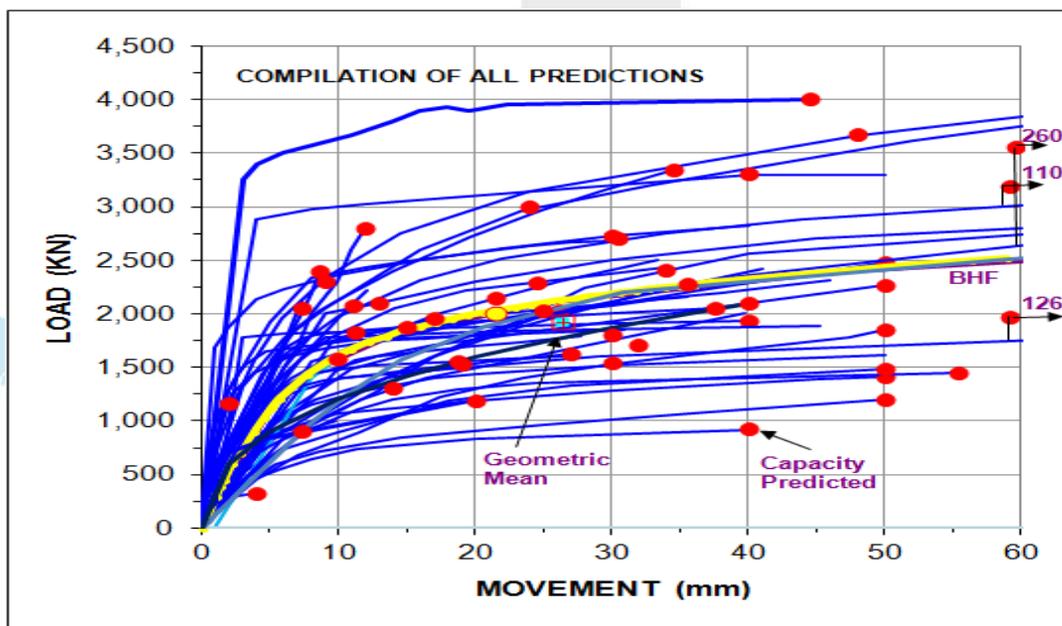


C.F.P.B.

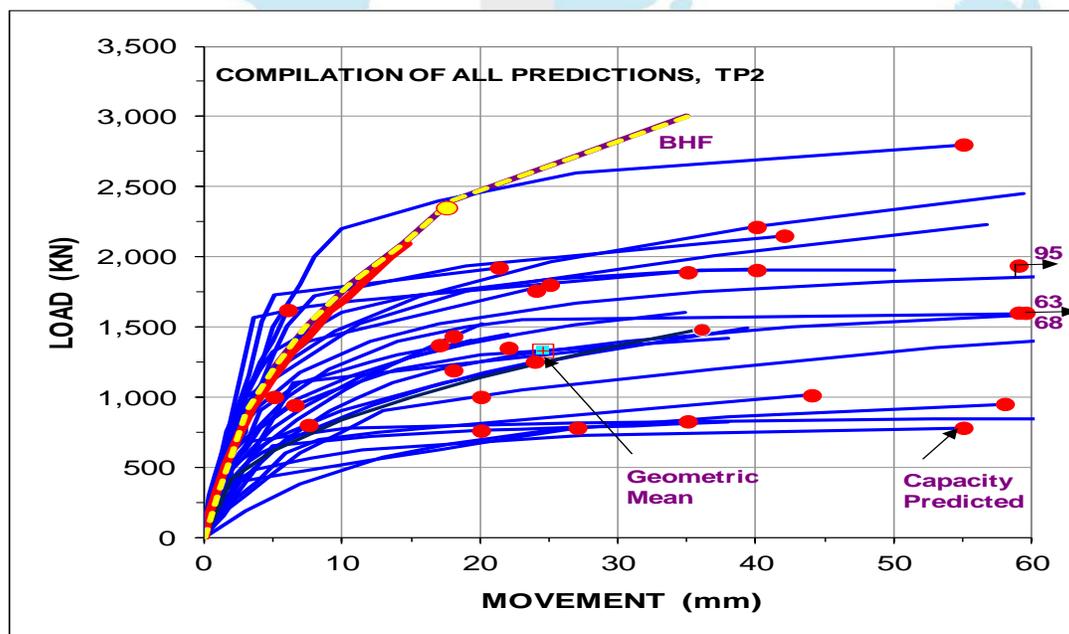
1º CONGRESO - SEMINARIO INTERNACIONAL
DE FUNDACIONES PROFUNDAS
del 23 al 26 de abril de 2013
SANTA CRUZ - BOLIVIA

A continuación se muestran las predicciones (en azul) y los resultados de los ensayos en otro color.

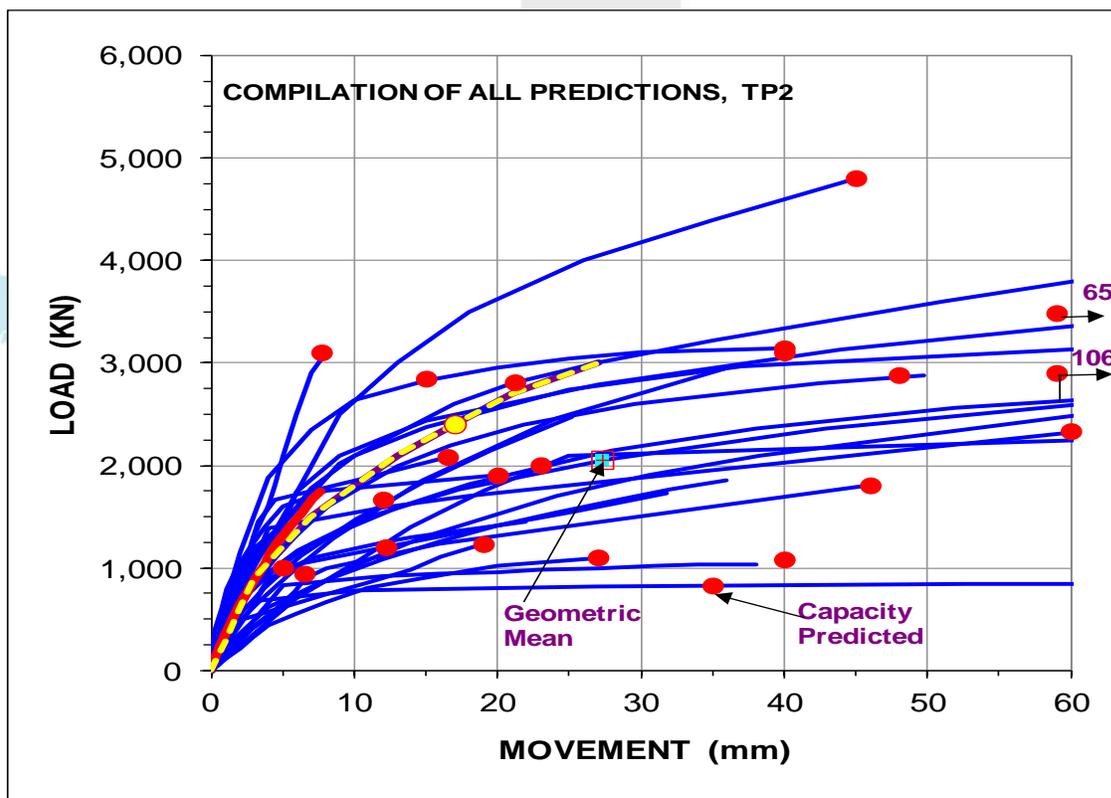
PREDICCIONES Y RESULTADOS DEL PILOTE TP1



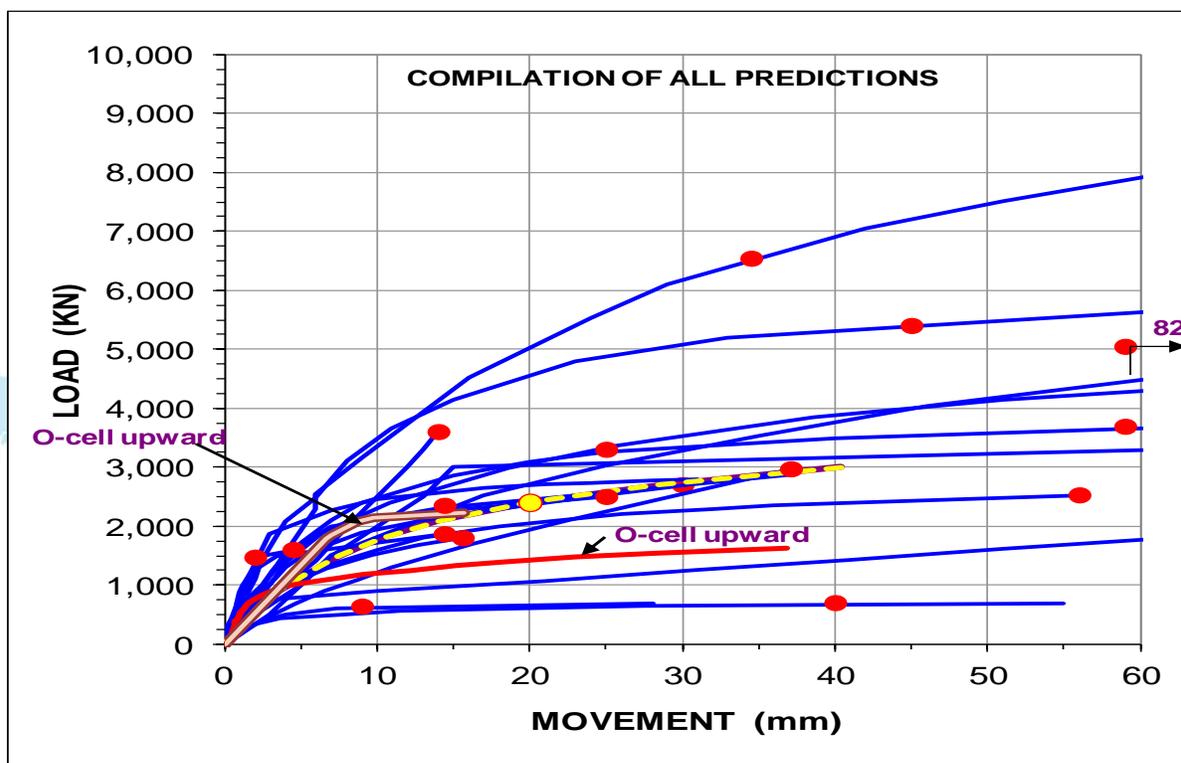
PREDICCIONES Y RESULTADOS DEL PILOTE TP2



PREDICCIONES Y RESULTADOS DEL PILOTE TP3



PREDICCIONES Y RESULTADOS DEL PILOTE TP4



Estos ensayos de carga mostraron, entre otras cosas, que los pilotes construidos con algún sistema de gran desplazamiento, ya sea FDP¹ o Expander Body², o la combinación de ambos; genera un incremento de rigidez tal que la capacidad para recibir cargas de estos pilotes se incrementa de forma notable. Por otro lado, las deformaciones se disminuyen también de forma notable. Todo esto lleva a concluir que en la medida en que se puedan instalar pilotes con estas tecnologías, los costos por tonelada resistida serán menores que para los sistemas tradicionales. Además, los procesos constructivos tienen implícitos sistemas de control de calidad que permiten mejorar la confiabilidad de estos pilotes de forma sustancial. Otra conclusión importante ha sido que los estudios previos no tuvieron el nivel de información y confiabilidad requeridos. Es un llamado de atención a este aspecto tan importante.

¹ http://www.bauer.de/es/bma/products/construction_brochures/fdp/

² http://www.incotec.cc/index.php?option=com_content&view=article&id=62&Itemid=73

2.- CLASE MAGISTRAL

En esta clase magistral participaron los profesores Luciano Decourt de Brasil, el Prof. Rainer Massarasch de Suecia y el Prof. Alberto H. Fainstein de Argentina.



El tema expuesto por el Prof. Decourt fue: Ensayos de carga: pueden decir más que lo habitual”

El tema presentado por el Prof. Massarsch fue: “La historia geotécnica de Suecia y su aporte al mundo”

El tema abordado por el Prof. Fainstein fue: “Fundaciones de grandes torres en suelos difíciles de Buenos Aires”

En esta clase magistral participaron fundamentalmente alumnos y profesores

La intención principal fue mostrar diversos aspectos de la ingeniería de las cimentaciones en un ámbito académico.

Como conclusión se obtuvo que este tipo de actividad es de fundamental importancia para la difusión del conocimiento y las nuevas tecnologías.

3.- EL CONGRESO

El congreso fue durante los días 23 y 24 de Abril.

Los conferencistas y sus temas fueron:

DÍA 1.-

-Prof. **Luciano Decourt**, de Brasil, Previsión de la capacidad de carga de pilotes de todo tipo.

- Prof. **Dr. K. Rainer Massarsch**, Suecia, Innovative solutions in the design, construction and monitoring of deep foundations
- Prof. **Dr. Gabriel Auvinet**, México, Riesgos geotécnicos en la realización de excavaciones y en la construcción de cimentaciones profundas
- Dr. **Paul J. Bullock**, Estados Unidos, Osterberg Cell testing with RIM Cell verification for high capacity deep foundations.
- Prof. **Dr. Jorge Alva**, Perú, La experiencia peruana en pilotes de gran diámetro
- Prof. **Walter Paniagua**, México, Inclusiones rígidas
- **Dr. Oscar Vardé**, Argentina, Pilotes Excavados de gran diámetro en arcillas duras.

DÍA 2.-

- Prof. **Dr. Bengt H. Fellenius**, Canadá, Conference on the prediction event
- Panel de expertos sobre los resultados del evento de predicción: Dr. Bengt H. Fellenius (CAN), Dr. K. Rainer Massarsch (SUE), Prof. Luciano Decourt. (BRA), Dr. Paul Bullock (EEUU), Dr. Anna Sellountou (GRE-EEUU), Ing. Camilo Alvarez (COL-EEUU), Ing. Mario A. Terceros H. (BOL)
- **Ing. Franz-Werner Gerresen**, Alemania, Cutter soil mixing applications in diferent soils.
- **Ing. Camilo Alvarez**, Colombia – Estados Unidos, Thermal Integrity Profiling: A recent technological advancement in integrity evaluation of concrete piles
- Prof. **Dr. Carlos Prato**, Argentina, Low strain load tests
- **Dr. Paulo Albuquerque**, Brasil, El monitoreo de pilotes y sus beneficios directos



Todos los expositores donaron su tiempo y estuvieron presente en todo el congreso y en ambos cursos aportando con sus experiencias en el análisis de los temas que se presentaban,

Todos los temas fueron de gran interés para la audiencia ya que con los mismos se pretendió abarcar los tres grandes grupos de aspectos involucrados en las cimentaciones profundas:

- a.- Estudios previos y proyectos
- b.- Sistemas y métodos constructivos
- c.- Controles de calidad

Las conclusiones fueron muy claras respecto a la importancia de encarar cada proyecto con las herramientas de mejor calidad de que se disponga a fin de minimizar riesgos, mejorar la calidad y la economía, y disminuir los plazos de ejecución de las obras.

Se insistió en la importancia de contar con un equipo de CPTu en Santa Cruz.

También se insistió en los beneficios de realizar ensayos de carga como herramienta de auxilio al diseño y al control de calidad de las obras.

Se decidió repetir este Congreso en Abril de 2015.

4.- EL SEMINARIO

Los días 25 y 26 de Abril se dieron dos cursos cortos.

El primero lo dictó el Prof. Dr. Bengt H. Fellenius el día 25 de Abril y su título fue: "Basic of Design of Piled Foundations"

El segundo lo dictó el Prof. Dr. K. Rainer Massarsch el día 26 de Abril y su título fue: "Short Course on Ground Improvement Methods"



Ambos cursos tuvieron una participación de más de 300 asistentes.

Se presentaron criterios innovadores tanto en el diseño de pilotes como en sistemas constructivos para la mejora profunda de suelos.

Los criterios de diseño basados en deformaciones más que en capacidades de carga y los sistemas vibratorios de compactación profunda por resonancia, fueron las novedades más comentadas.

Como conclusión se obtuvo que este tipo de cursos, que pueden ser dictados independientemente de otras actividades, deberían repetirse al menos una vez al año.

La organización del Congreso analizará las opciones para el año 2014.

5.- FERIA EXPOSICION

Durante los días 23, 24, 25 y 26 de Abril estuvo abierta una pequeña exhibición de productos y servicios.

Participaron de ella las siguientes empresas:

- INCOTEC SRL, de Bolivia, con su producto Expander Body y las tecnologías Bauer para pilotes FDP y muros CSM
- BAUER MASCHINEN, de Alemania
- PILE DYNAMICS INTERNATIONAL, de Estados Unidos, con sus productos: Pile Driving Analyzer, CAPWAP, PIT, TIP, CSL
- LOADTEST INC, de Estados Unidos, con sus productos O-Cell, RIM Cell y Sonicaliper
- FINE CIVIL ENGINEERING SOFTWARE, con el software geotécnico GEO 5
- UNIPILE, de Canadá, con su software geotécnicos; UNIPILE y UNISETTLE
- BOLCO SRL, de Bolivia, con sus productos de hormigón premezclado
- ALIANZA y CORRESUR de Bolivia, con sus servicios de Seguros para la construcción
- LAS LOMAS de Bolivia, con sus productos de acero para la construcción
- TORRE DUO, de Bolivia, con la promoción de su edificio de Oficinas.
- GERIMEX, con sus productos de geosintéticos.

En la Exposición se realizó una prueba de la expansión a presión del cuerpo de un Expander Body, elemento de resistencia de punta en este tipo de pilotes.



C.F.P.B.

1º CONGRESO - SEMINARIO INTERNACIONAL
DE FUNDACIONES PROFUNDAS
del 23 al 26 de abril de 2013
SANTA CRUZ - BOLIVIA



Como conclusión se acordó la necesidad de ampliar esta exhibición para futuros congresos ya que allí se reúnen expertos y especialistas.

Información: congreso@cfpbolivia.com • Teléfono: (591 3) 342-9522 • Fax: (591 3) 342-9522 • www.cfpbolivia.com
Santa Cruz de la Sierra - Bolivia - Sudamérica

6.- PATROCINADORES

El evento completo contó con el patrocinio de diferentes empresas e instituciones

A continuación se las lista en orden descendiente de aportes:

- INCOTEC
- BAUER MASCHINEN
- BOLCO
- LOADTEST
- CORPORACION ANDINA DE FOMENTO
- GERIMEX
- LAS LOMAS
- PILE DYNAMICS INTERNATIONAL
- FINE SOFTWARE
- UNIPILE
- FONPLATA
- SEICOCRUZ
- PERFOCAT

Además se contó con el aporte generoso de todos los expositores, cuyo costo en tiempo de consultoría fue donado por ellos.

Se destaca en particular, el aporte del Dr. Bengt H. Fellenius quien estuvo en Santa Cruz durante 16 días para dirigir los ensayos de carga, participar en el congreso y dictar su curso. De igual forma, el Dr. Rainer Massarsch, estuvo 10 días en Santa Cruz, para participar de la etapa final de los ensayos de carga, dirigir el ensayo dinámico, participar de la clase magistral, del congreso y del curso que dictó.

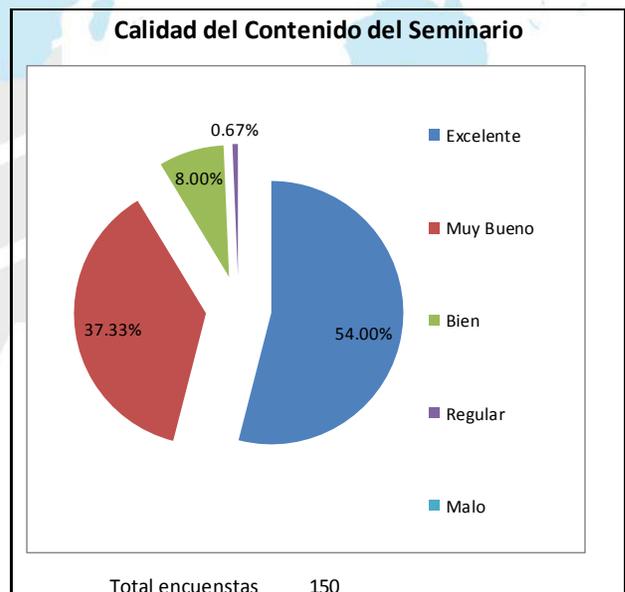
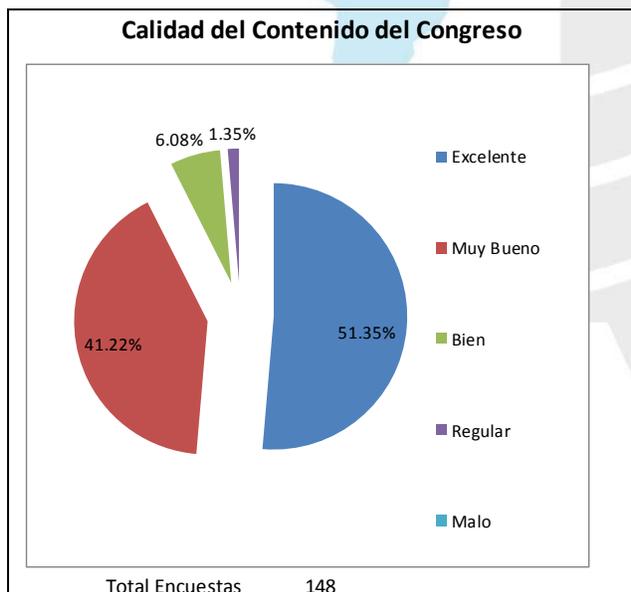
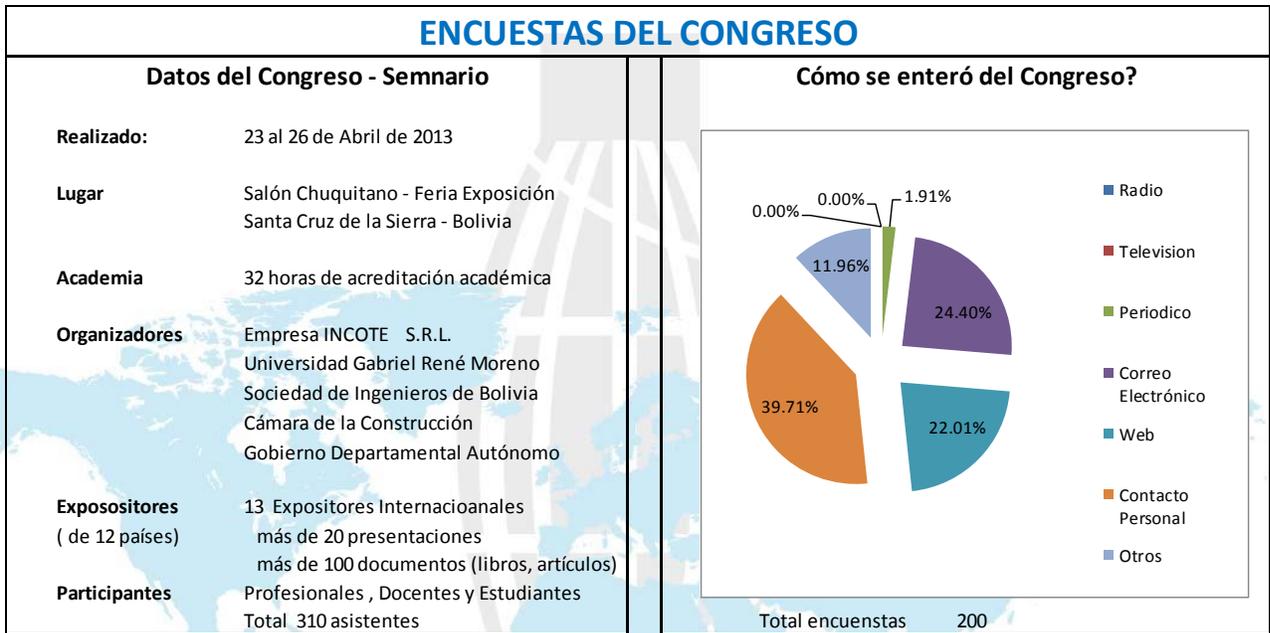
7.- Documentación del Congreso

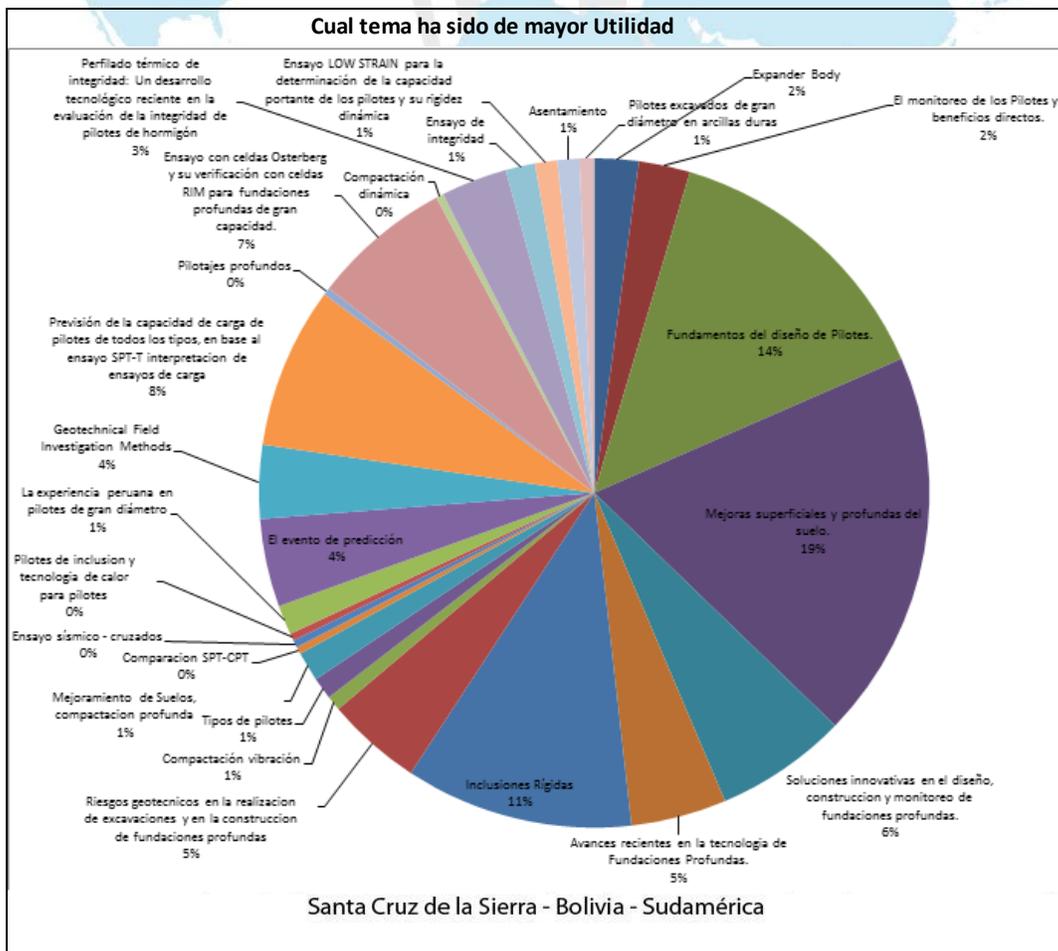
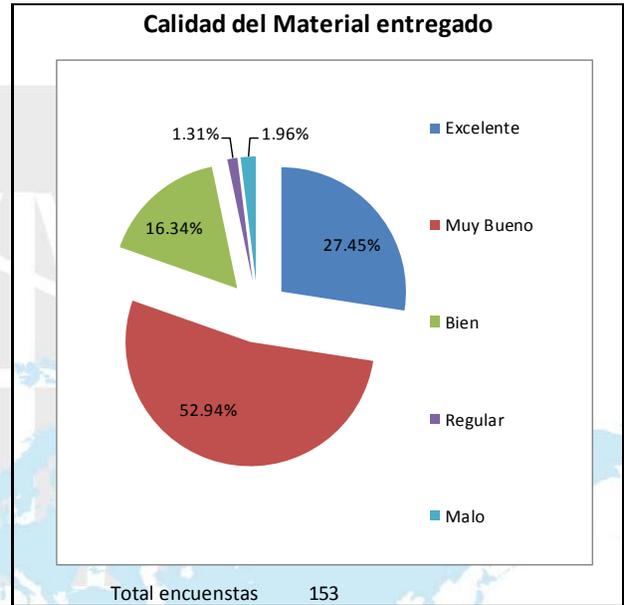
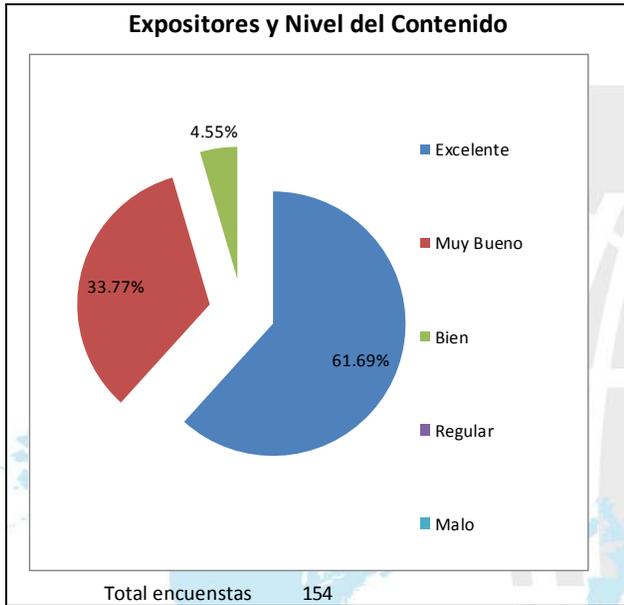
De los expositores hay más de 20 presentaciones y como aporte de los expositores además hay más de 100 aportes , entre documentos, artículos y libros.

Esta información, por la cantidad que es, estará disponible en un sitio web especial que será creado y comunicado para su acceso a cada uno de los asistentes.

8.- Encuesta

El último día del Congreso se realizó a los asistentes la encuesta que se detalla a continuación:







C.F.P.B.

1º CONGRESO - SEMINARIO INTERNACIONAL
DE FUNDACIONES PROFUNDAS
del 23 al 26 de abril de 2013
SANTA CRUZ - BOLIVIA

¿Que temas le gustaria añadir al congreso?
Exposición de libros con nuevas tecnologías, estructuras antisísmicas
Diseño de fundaciones especiales para edificios en altura
Métodos de cálculo de resistencia de pilotes y grupo de pilotes
Método de diseño LRFD
Cálculo y diseño de pilotes en materiales de canto rodado
Comparación de capacidad portante del suelo con, C_{R} (de ensayo de canto) y los ensayos SPT-CPT, ADEMÁS ENCONTRAR DE ESTOS ULTIMOS el c y ϕ
Curso práctico de cálculo y diseño de pilotes y fundaciones
Cálculo de fundaciones para tipos de suelos de Bolivia
Aplicacion en tres oasis reales con base teorica previa explicación y publicación de dichos casos
Videos en las presentaciones para ver el uso de las máquinas
Metodología de cálculo, software especializado
Hidráulica, pavimentacion, diseño de edificios, puentes
Un ejemplo práctico de calculo de pilotes en Santa Cruz.
Instrumentación para verificar armadura y resitencia del hormigon de pilotes.
Fundaciones superficiales
Cagas por efectos sismicos en fundaciones.
Fundaciones exclusivas para puentes
Peritaje de Pilotes
Fundaciones Superficiales
Análisis comparativo para tipo pilotes y efecto de grupo
Fundaciones en lechos marinos
Análisis características del suelo local
Estudio de pilotes existentes y superestructuras de torres en rios
Practicas en terreno
Hincado de pilotes para suelos estratificados como los que hay en Santa Cruz
Diseño y calculo de edificaciones de gran magnitud
Tematica innovadora de calculo estructural y puenteo
Tecnologia e innovacion de cálculo estructural, diseño innovadores de obras con programas de últimas tecnologías
1 dia en campo ver los equipos trabajando
Puentes, diseño y construccion
Dinámica de suelo, sísmica, fundaciones sismoresistentes
Problemática de Bolivia en sus suelos
Ensayo pilotaje bajo el agua (para puentes sobre rios con flujo continuo)
Pilotes en roca
Efecto y mejoras que tiene un pilote Ho vibrado en toda su longitud
Geofisica, dinámica de suelo
Fundaciones en presas de tierra
Cimentaciones superficiales con nivel freático alto, muros pantalla, micropilotes, anclajes
Sismo, fundaciones superficiales, proceso método y tecnologia para calcular los asentamientos de las edificaciones previo a la construccion
Casos practicos locales, expositores locales
Cálculo estructural de pilotes, cimentaciones superficiales