ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA REALIZAR LA "CAMPAÑA DE PROSPECCION GEOTÉCNICA DIRECTA E INDIRECTA MEDIANTE PERFORACIONES MECÁNICAS CON MUESTREO NQ, LÍNEAS DE REFRACCIÓN SISMICA Y ENSAYOS DE LABORATORIO; PARA PUENTE SOBRE EL RIO CHINCHINA".

1. INTRODUCCION

Se pretende realizar de perforación mecánica en suelo, perforación mecánica en roca, y líneas de refracción sísmica; con recuperación continua de muestras de los materiales presentes en el área de estudio; en dichas muestras se deberán realizar ensayos de laboratorio para una caracterización físico – mecánica de los materiales recuperados.

Con esta información se pretende configurar un modelo geológico-geotécnico, que además permitirá realizar el análisis geotécnico de la zona de estudio.

A continuación, se presenta un resumen de los requerimientos y las cantidades de las actividades propuestas:

EXPLORACION GEOTÉCNICA DIRECTA E INDIRECTA PUENTE - RIO CHINCHINA	UNIDAD
Perforación mecánica en diámetro NQ a percusión (SPT) en suelo intermedio hasta una profundidad de 6.0 m. Incluye toma de muestras y todas las labores anexas para la ejecución del trabajo. (m)	m
Perforación mecánica en diámetro NQ a rotación, suelo coluvial, a una profundidad de 25 m. Incluye toma de muestras y todas las labores anexas para la ejecución del trabajo. (m)	m
Granulometría con lavado de finos (u)	Und
Humedades (u)	Und
Límites de consistencia (u)	Und
Compresión inconfinada en suelos (u)	Und
Compresión inconfinada en roca (u)	Und
Carga puntual en roca (u)	Und
Peso unitario en núcleos de roca (u)	Und
Corte Directo (u)	Und
Líneas de refracción sísmica LRS (u)	Und
Batimetría (u)	Und

2. OBJETIVOS

- Desarrollar exploración geotécnica con equipo de perforación mecánica por rotación con recuperación continua de núcleos en diámetro NQ, en sitio de estudio.

- Obtener muestras inalteradas de los materiales geológicos perforados para su descripción visual y para la ejecución de ensayos geotécnicos de laboratorio.

- Identificar la profundidad del nivel de agua detectada en cada una de las perforaciones proyectadas.

- Realizar ensayos de laboratorio sobre las muestras obtenidas en las perforaciones, con el fin de caracterizar los materiales geológicos, mediante ensayos de clasificación, resistencia y compresibilidad.

- Desarrollar exploración geotécnica indirecta mediante el método de refracción sísmica para obtener tomografías sísmica del sitio de interés

3. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DIRECTA

- Ejecución de perforaciones mecánicas a percusión y rotación, muestreo continuo, diámetro de muestreo NQ, a profundidades que varía entre 6 y 25 metros, para un total de 12 m lineales de perforación en suelo que debe incluir el ensayo SPT cada 1.5m, 38 m lineales de perforación en roca.

- En caso de encontrarse unidades de roca o el macizo rocoso, se deberá penetrar la roca al menos 2.0 m, para finalizar la perforación, lo anterior de ninguna manera se constituye en un porcentaje estimado de perforación en roca por lo que el contratista deberá perforar todo tipo de materiales.

- Obtener muestras “inalteradas” con fines de caracterización de los materiales geológicos del área de estudio.

4. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA MEDIANTE METODOS GEOFISICOS

- Ejecución de líneas sísmicas por método de refracción sísmica, para el cálculo de velocidades de ondas de cuerpo independientes tanto compresionales P, como de corte S, con longitud de cada línea de entre 60 metros y 100 metros y un arreglo geométrico promedio de 5 metros para cada geófono.

1. EXPLORACIÓN GEOTECNICA	
DESCRIPCIÓN	Especificación Asociada
PERFORACIÓN MECÁNICA EN DIAMETRO NQ + SPT.	ASTM D2113 ASTM D5876 ASTM D1586-11
LÍNEAS DE REFRACCIÓN SÍSMICA	ASTM D777 (Vp)
2. ENSAYOS DE LABORATORIO	
HUMEDAD NATURAL	ASTM D 2216-10
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO CON LAVADO	ASTM D 422-63(rev 2007)
LÍMITES DE CONSISTENCIA	ASTM D 4318-10
LAVADO SOBRE TAMIZ 200	ASTM D 422-63 (rev 2007) / D-6913
COMPRESIÓN INCONFINADA	ASTM D 2938 (roca) ASTM D 2166 - 06 (suelos)
CARGA PUNTUAL EN ROCA	ASTM D 2166-91
CORTE DIRECTO - CD, PARÁMETROS PICO Y RESIDUAL (3 PUNTOS)	ASTM D 3080/D3080M – 11
PESO UNITARIO	ASTM D-2937 (roca)

5. ESPECIFICACIONES TECNICAS ADICIONALES

- Obtener las coordenadas de localización de cada una de las exploraciones y líneas indicadas en campo por el supervisor, expresadas en coordenadas geográficas y las correspondientes cotas en msnm, amarradas a la cartografía del IGAC en el sistema MAGNA SIRGAS.
- Debe garantizarse en todo momento la estabilidad de la pared de perforación. Cuando se use encamisado, la punta del mismo debe avanzar hasta una cota superior a las cotas previstas del posterior muestreo. El nivel del lodo de perforación dentro de la perforación debe permanecer siempre por encima del rango de cotas del nivel freático comprobado o estimado en el sitio.

- Se deberá mantener durante la exploración, profesionales en Ingeniería Civil, Geología o Ingeniería Geológica en calidad de Residentes de Campo, según las cantidades dadas posteriormente, teniendo en cuenta la importancia que reviste su presencia y el requerimiento del personal propuesto. Estos profesionales deben dedicar tiempo completo durante la ejecución de los trabajos de campo.

- Se deberá presentar una descripción detallada de la metodología a implementar y equipos a utilizar; tanto de la adquisición como de la interpretación de los datos. Así mismo una relación de los trabajos ejecutados por el proponente (objetivos, cliente, lugar y fecha de ejecución, duración, síntesis de los resultados), que correspondan específicamente a la temática en cuestión, anexando soportes que así lo certifiquen.

- La recuperación de muestras debe ser continua. Cada una de ellas debe identificarse correctamente mediante un rótulo visible que indique los nombres del proyecto y de la perforación, fecha, número y profundidad de la muestra, longitud de recuperación y observaciones si es necesario. Las muestras deben permanecer aisladas de la intemperie, deben ser envueltas totalmente con papel aluminio y posteriormente envueltas totalmente con vinipel. El rótulo de identificación debe insertarse entre las diferentes capas de vinipel evitando que quede en contacto directo con la muestra para evitar que se humedezca. Debe indicarse sobre la muestra, la dirección de la perforación, mediante una flecha.

- En el caso de las muestras tomadas en tubos de pared delgada (Shelby), éstas no podrán ser extruidas en campo y deben transportarse en el tubo muestreador hasta el sitio de destino. En cada extremo del tubo, se debe retirar al menos 1” de suelo, que servirá para la descripción visual del material. Los extremos del tubo deben sellarse con empaquetadores plásticos expandibles.

- Para las perforaciones en materiales inconsolidados que puedan ser lavados fácilmente durante el proceso (arenas sueltas, matriz arenosa suelta de depósitos coluviales o fluvio-torrenciales, materiales finos de consistencia blanda a muy blanda, entre otros) se debe ajustar la velocidad de rotación del equipo, las condiciones del fluido de perforación y si es el caso otros parámetros mecánicos, de modo que se obtenga la mejor calidad de la muestra; en todo caso, para este tipo de materiales se debe recuperar muestras de bolsas del agua de lavado adicionales a las recuperadas con el muestreador.

- Las mediciones de refracción sísmica se llevarán a cabo a lo largo de los perfiles longitudinales con el uso de geófonos de configuración triaxial o multicanal 3D, de tal manera que un único sensor registre los tiempos de llegada de ondas Vp y Vs.

- Los equipos para exploración sísmica (líneas de refracción sísmica) deberán contar con geófonos espaciados cada 5m. No se aceptará equipos donde se realice una sola medición y posteriormente se asuma la relación de poisson, o una relación entre Vp/Vs.

- Para la ejecución del ensayo, no se aceptará la medición de ondas P y ondas S, con métodos de ondas superficiales (MASW, SASW, ReMi, etc), ni ningún otro método que estime la variación de la velocidad de propagación de las ondas con la profundidad.

- El Contratista debe tener en cuenta que debe asumir los gastos correspondientes a la adecuación de accesos y pago de servidumbres en los sitios de trabajo. Además, debe asegurar la entrada a los sitios con los habitantes de la región.

- Para la elaboración del registro fotográfico del muestreo, se debe utilizar una cámara digital. Debe fotografiarse cada una de las cajas de muestras, de tal manera que se cubra eficientemente toda la caja para que la foto registre de manera visible las características de las muestras y el rótulo de la caja. Así mismo, para cada avance de perforación, debe llevarse un registro fotográfico que incluya al menos una imagen en primer plano del total de muestra recuperada y además fotografías de detalle de cada tramo de muestra. Se recomienda que una vez se tome cada fotografía, se revise su calidad (foco, nitidez, etc.) a fin de descartar aquellas de baja calidad y proceder a repetir la captura de la imagen hasta garantizar las mejores imágenes.

- Todos los elementos e insumos necesarios para la ejecución de los trabajos deben ser suministrados y asumidos por el Contratista.

- El Contratista debe tener en cuenta que debe asumir los gastos correspondientes a la adecuación de accesos y de espacios requeridos para la ejecución de las exploraciones.

- El laboratorio de geotecnia propuesto para la ejecución de los ensayos de clasificación, resistencia y compresibilidad a las muestras recuperadas debe contar con certificación vigente.

  Teniendo en cuenta los tiempos establecidos en la tabla, se considera que para poder garantizar que la falla se dé en condiciones drenadas, los ensayos de corte directo deberán realizarse implementando un tiempo mínimo hasta la falla (tf) de 240 min, excepto para materiales clasificados como MH y CH, ya que para estos (tf) será de 1440 minutos.

USCS Classification (D2487)	Minimum Time to Failure, t_f
SW, SP (<5% fines)	10 min
SW-SM, SP_SM, SM (>5% fines)	60 min
SC, ML, CL, SP-SC	200 min
MH, CH	24 h

NOTE 15—The tabulated times are based on estimates of typical normally consolidated coefficient of consolidation values for each soil type and a 1 cm drainage path. A particular soil can vary considerably from these typical values. Square root of time interpretations can yield erroneously fast rates of consolidation for partly saturated or very stiff materials. Shearing overconsolidated specimens will soften the material in

Tabla - Tiempo de falla- Fuente: ASTM D2487

Las actividades generales que se deben seguir para la correcta ejecución de los trabajos de exploración directa e indirecta del subsuelo son las siguientes:

- Recopilación y análisis de información. Es obligación del contratista recopilar y analizar información de tipo geológico y geomorfológico relevante de las zonas de estudio.

- La exploración se deberá planear concertadamente con el supervisor designado por la secretaria de infraestructura, con el fin de garantizar la integralidad de las investigaciones. Los equipos para llevar a cabo estas actividades deberán estar en buen estado y debidamente verificados con el fin de garantizar la calidad de los trabajos.

- El contratista remitirá al o a los laboratorios, las muestras recuperadas de forma periódica, por lo menos una vez por semana, garantizando el cumplimiento del cronograma aprobado.

- Registro de campo detallado de perforación: Se debe realizar un registro detallado de campo, con descripción gráfica y registro fotográfico detallado, que incluya nomenclatura, el punto de referencia para todas las medidas de profundidad, localización, cota de inicio y terminación del punto exploratorio, equipo, sistema de perforación utilizado, sistema de muestreo, columna estratigráfica en la cual se incluya la descripción de cada estrato y profundidades del techo y base de cada uno, profundidad total de la perforación, niveles freáticos o niveles de agua en cada punto exploratorio, incluyendo toda observación sobre condiciones de agua, adicionar la información pertinente requerida por las especificaciones del sondeo. Tipo de muestra, profundidad de la muestra tomada y longitud de recuperación. Debe realizarse una descripción detallada de la textura, plasticidad, color y demás características geotécnicas básicas que puedan relacionarse. Durante la perforación, debe mantenerse un registro de tiempo que muestre la tasa de penetración, los tipos de brocas utilizadas en cada porción de la perforación y una cualificación del nivel de pérdidas del agua de perforación (bajo, medio, alto). El registro de campo de perforación será diligenciado por el residente en el formato aprobado por el supervisor; una vez finalizada cada perforación se debe entregar al supervisor una copia legible del registro correspondiente, al día siguiente de haber finalizado la perforación, el contratista hará entrega en limpio del archivo nativo del registro de campo de la perforación.

- El Contratista deberá entregar un reporte técnico semanal, en el cual se hará el recuento de las actividades ejecutadas, los problemas presentados, su avance, la respuesta a preguntas efectuadas en el informe anterior, inventario de muestras tomadas, inventario de muestras remitidas al laboratorio, perfiles de exploración obtenidos con el respectivo registro fotográfico. Los informes se entregarán al supervisor del contrato, para su revisión y discusión conjunta el día de la reunión semanal entre las partes que se establezca en la ejecución del contrato.

- Procesamiento e interpretación: Se deben especificar las etapas del procesamiento y los criterios de interpretación de los datos geofísicos, los cuales deben basarse en el modelo geológico, mostrando el proceso con un flujograma. El procesamiento de la información geofísica, debe disponer de alta tecnología con el fin de garantizar la calidad de las interpretaciones. Se deben entregar tomografías sísmicas.

- Confrontación con parámetros geotécnico: Los resultados deberán ser congruentes y validados con las características geomecánicas identificadas en la exploración directa.

- El contratista deberá realizar la totalidad de los ensayos de laboratorio y entrega de resultados a más tardar al cumplimiento del cronograma pactado.

6. **OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DEL CONTRATISTA**

- Realizar todas las actividades necesarias para cumplir con las obligaciones derivadas de la contratación.

- Garantizar la penetración en todo tipo de material, para lo cual deberá contar con los elementos de perforación necesarios, asegurando en todo momento la calidad de las muestras obtenidas.

- Cumplir con el metraje lineal de perforación contratado. Si bien, la profundidad definitiva de las perforaciones puede presentar variaciones con respecto a los promedios estimados, de acuerdo con el tipo y distribución de los materiales encontrados, la longitud total de perforación no será menor a la mínima indicada.

- Las pruebas de refracción sísmica deberán contar con las especificaciones técnicas convenidas y el análisis de la información obtenida acorde con las normas existentes para este tipo de actividades. Requiriendo una descripción detallada de la metodología a utilizar, tanto de la adquisición como del procesamiento e interpretación de los datos. Esta metodología deberá estar de acuerdo con las normas para la adquisición, procesamiento e interpretación de métodos vigentes.

- El almacenamiento digital de la información de trabajo y los soportes de seguridad que se requieran para evitar la pérdida parcial o total de la información son responsabilidad del contratista, quien será el responsable único por los perjuicios que le sean imputados en contra de la secretaria de infraestructura por pérdida de información o entrega no oportuna de la misma.

- Todos los elementos e insumos necesarios para la ejecución de las perforaciones deben ser suministrados y asumidos por el contratista.

- Contar con todos los profesionales y técnicos que se requieran para cumplir cabalmente el contrato, además del personal mínimo exigido.

- Suministrar y mantener, durante la ejecución del contrato y hasta la liquidación del mismo, el personal profesional y técnico ofrecido, exigido y necesario.

- Contar con vehículos u otros medios de transporte para la movilización del personal, equipos y muestras de suelo o roca, de tal forma que asegure el cumplimiento del cronograma, además deberá disponer para la ejecución de los trabajos de todos los permisos, autorizaciones, controles, dispositivos, medidas preventivas y requisitos legales vigentes exigidos por el Ministerio de Transporte, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Salud y demás autoridades de tránsito regionales y nacionales.

- El Contratista deberá cumplir con un Plan de Manejo Ambiental y un Plan de Seguridad Industrial, los cuales deberán ser avalados por la supervisión. El Plan de Manejo ambiental debe establecer explícitamente que, para la ejecución de los trabajos, el Contratista no podrá utilizar agua extraída directa o indirectamente de fuentes naturales como: nacederos, corrientes, lagos o lagunas, cualquiera que sea su tamaño.

- El transporte de los equipos queda a cargo del contratista. El contratista debe tener en cuenta las dificultades de acceso, la presencia de cercas, la localización de las fuentes de agua y la gestión de permisos que se requieren de los propietarios de los terrenos para el acceso de los mismos y para el desarrollo de las actividades. Para esto último, podrá apoyar dicha gestión con la Alcaldía de cada municipio y la secretaria de infraestructura.

- El Contratista deberá suministrar y disponer de todos los aspectos, tanto técnicos, de personal, logística que permitan obtener resultados óptimos y dentro del plazo convenido.

7. **EQUIPOS**

El oferente debe presentar una relación detallada de los equipos propuestos para la ejecución de los trabajos, indicando su propietario o propietarios y anexar carta de compromiso de disponibilidad de los mismos. Así mismo, para cada uno, se debe incluir una descripción detallada de las especificaciones técnicas (características, certificaciones, modelo, marca, mantenimientos, estado, capacidad, entre otros).

El contratista deberá certificar que cuenta tanto con los equipos de campo, como de oficina adecuados para cumplir el objeto de la contratación. Estos deben ser de marcas reconocidas en el mercado y con la capacidad suficiente para el logro eficiente de los resultados.

Las características técnicas de los equipos propuestos deberán cumplir como mínimo lo siguiente:

- Equipos de perforación por percusión y rotación, estos equipos deberían tener una potencia mínima del motor de 30 HP y antigüedad no mayor a 15 años.

- El ensayo de refracción sísmica se realiza con la ayuda de un equipo denominado cámara de refracción o sismógrafo, al cual se adapta una red de geófonos (receptores) que son los encargados de recibir la información de las ondas sísmicas después de atravesar el subsuelo. Una fuente de energía (explosivo, martillo u otras fuentes) y un sistema de disparo se anexan al sistema descrito para generar energía acústica, que se introduce en el subsuelo y posteriormente recibida en los geófonos. Los arreglos geométricos que se hacen con los geófonos y la fuente dependen de los objetivos del levantamiento (profundidad y valores de velocidades de onda, entre otros).

  En particular para el presente trabajo, el equipo requerido para el desarrollo de las actividades necesarias del proyecto será aportado en su totalidad por el proponente y sus características mínimas serán las siguientes:

  - Equipo digital (sismógrafo) de mínimo 24 canales de entrada
  - Rango de frecuencia entre 2 y 2000 Hz
  - Resolución de conversión A/D 24 bit
  - Rango dinámico 110 -144 dB
  - Geófonos de 12 a 28 Hz para medición de ondas frecuencias altas permitiría captar mejor las primeras llegadas de ondas y aminoraría la llegada de las ondas superficiales, mejorando el procesamiento posterior de los registros.
  - Cable de refracción. (Cable conector), longitud extendida de 120m, con intervalo de geófonos de 5m.
  - Equipo GPS de alta precisión
  - Accesorios necesarios: platina, cable para tendido de línea de mínimo120 metros.
  - Fuente de energía: martillo.
  - Software. Análisis de datos

  El software a utilizar debe garantizar la correcta adquisición, manejo, procesamiento, mapeo e interpretación de la información. Es importante aclarar que el equipo deberá contar con geófonos independientes para la medición de las ondas P y ondas S. No se aceptará equipos donde se realice una sola medición y posteriormente se asuma la relación de Poisson o una relación entre Vp/Vs.

  La medición de las Ondas Vp y Vs, deben ser métodos no invasivos de refracción sísmica multicapa y deben ser mediciones de onda de cuerpo que viajan a través de la tierra y por ningún motivo se acepta métodos para medición de ondas superficiales que viajan a lo largo o cerca de la superficie de la tierra (SASW, MASW, ReMi, MAM, (Vs) etc).

8. **PRODUCTOS ESPERADOS**

Todos los productos que a continuación se relacionan deben entregarse en formatos análogo y digital:

- Informes semanales de avance que relacionarán como mínimo: las generalidades del contrato, un resumen de las actividades realizadas durante el período, registros de campo, resultados parciales, fotografías, porcentaje de avance, imprevistos, entre otros (máximo 5 páginas).

- Mapa de exploración realizada en campo. Cada línea y punto debe contener la localización geográfica (descripción del sitio con referentes permanentes del lugar), las coordenadas y las condiciones relevantes al momento de toma de datos (día lluvioso, día seco, humedad en el suelo, pendiente, observaciones de interés, entre otros). Deben estar debidamente localizados en los respectivos mapas cartográficos a las escalas correspondientes. Con el fin de garantizar la ubicación de las líneas sísmicas, se deberá utilizar un GPS de doble frecuencia. Anexar en los términos las especificaciones del GPS de doble frecuencia a utilizar por el proponente.

- Tomografías sísmicas y la respectiva interpretación de los resultados asociadas a las unidades geológicas existentes en la zona de estudio y las condiciones de agua subterránea o subsuperficial.

- Original y copia del informe final en formato análogo, que además deberá tener como anexo copia magnética en formato Word, compatible con todas las versiones de Windows y una versión en formato PDF en donde se incluyan las memorias de campo,y en formato Excel y PDF los informes de los ensayos laboratorio.

Contenido mínimo del informe final:

1. **GENERALIDADES**
   - 1.1 Alcance del estudio
   - 1.2 Organización del informe
   - 1.3 Descripción de actividades realizadas
   - 1.4 Delimitación geométrica del área de estudio
2. **BASE TOPOGRÁFICA CON PUNTOS EXPLORADOS**
   - 2.1 Método de trabajo
   - 2.2 Relacionar e indicar los puntos
3. **EXPLORACIÓN DIRECTA**
   - 3.1 Investigación del subsuelo
   - 3.2 Localización de la exploración
   - 3.3 Registros
4. **ENSAYOS DE LABORATORIO**
5. **EXPLORACIÓN INDIRECTA**
   - 5.1 Metodología
   - 5.2 Exploración del subsuelo

5.2.1 Ensayos de refracción sísmica

6. **INTERPRETACIÓN Y RESULTADOS**
7. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
8. **BIBLIOGRAFÍA**
9. **ANEXOS**

9. PERSONAL REQUERIDO

Para la realización del plan de exploración geotécnica se deberá contar con un equipo de trabajo, el cual deberá cumplir como mínimo con las condiciones indicadas en la siguiente tabla

Cargo	Perfil	Experiencia mínima	Cantidad
Director Proyecto	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo	Director de estudios o proyectos de exploración geotécnica directa e indirecta	1
Residente proyecto	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo	Participación en estudios o proyectos de exploración geotécnica por perforación mecánica con recuperación Continua.	1
Profesional especialista	Profesional en ingeniería Civil, Geólogo o Ingeniero Geólogo especialista en geofísica	Participación en ejecución e interpretación de estudios o proyectos de actividades de refracción sísmica.	1
Técnico perforación	Operario		1
Auxiliar perforación	-	-	2
Técnico geofísica	Operario	Participación en estudios o proyectos relacionados con ejecución de ensayos geofísicos	1

Notas: 1. No se incluyen interventorías

2. No se incluye experiencia como profesional auxiliar

Cordialmente,



CRISTIAN CAMILO HERRERA MORALES
Ingeniero Civil – Especialista en geotecnista
M.P 17202 – 286215 CLD