

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
CONSTRUCCIÓN PRESA Y OBRAS ANEXAS

CAPÍTULO 14

INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA

TABLA DE CONTENIDO

14.	INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA	2
14.1	ALCANCE Y DEFINICIONES	2
14.1.2	Automatización de la información.....	3
14.1.3	Definiciones	3
14.2	GENERALIDADES	4
14.2.1	Localización y procedimiento de instalación de los instrumentos.....	4
14.2.2	Protección y seguridad.....	6
14.2.3	Gabinetes y accesorios para instalaciones y montajes.....	7
14.2.4	Fuentes de alimentación	7
14.2.5	Ductería para cables de instrumentación y energía de alimentación de equipos de automatización de toma de lecturas de la instrumentación geotecnia.....	7
14.2.6	Facilidades de supervisión, prueba, autodiagnóstico y mantenimiento.....	7
14.2.7	Identificación de los equipos.....	7
14.3	ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS	8
14.3.1	Generalidades	8
14.3.2	Instrumentación de la presa	8
14.3.3	Sistema de adquisición y procesamiento de información (automatización de la instrumentación).....	15
14.3.4	Componentes del sistema de adquisición y procesamiento de información (automatización de la instrumentación)	17
14.4	DOCUMENTACIÓN.....	19
14.4.1	Información Técnica que se deberá suministrar con la oferta	19
14.4.2	Documentos que deberá entregar el Contratista.....	20
14.4.3	Procedimientos de aprobación de los planos, información y documentos técnicos entregados por el contratista	30
14.4.4	Pruebas y puesta en servicio	31
14.4.5	Operación del sistema de instrumentación.....	32
14.4.6	Resumen de instrumentos a automatizar	32
14.4.7	Repuestos.....	32
14.5	MEDIDA Y PAGO	33
14.5.1	Generalidades	33
14.5.2	Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado	33
14.5.3	Requisitos para medida y pago de la instrumentación de la presa.....	34
14.5.4	Descripción de ítems de pago	34
14.6	ÍTEMS DE PAGO.....	39

14. INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA

14.1 ALCANCE Y DEFINICIONES

14.1.1 Instrumentación

A continuación se describen los requisitos que El Contratista deberá cumplir para llevar a cabo el suministro e instalación de la instrumentación en el relleno y en la cara de hormigón de la presa y en las excavaciones subterráneas. Comprende igualmente los requisitos para el diseño, instalación y pruebas de la automatización de las lecturas de los instrumentos que así se mencionen en este capítulo y el suministro del software necesario para la recolección, interpretación y presentación en gráficas de las lecturas de los instrumentos; además, establece las normas para medida y pago de la parte de la obra relacionada con esta instrumentación y comprende en general los siguientes trabajos:

- Suministro e instalación de un sistema de piezómetros de observación para la presa.
- Suministro e instalación de un sistema de piezómetros de hilo vibrante en la fundación de la presa.
- Suministro e instalación de un sistema de celdas de asentamiento de hilo vibrante en el relleno de la presa.
- Suministro e instalación de un sistema de celdas de presión de hilo vibrante de dos ejes en el relleno de la presa.
- Suministro e instalación de un sistema de medidores de juntas de dos y tres ejes en la cara de hormigón.
- Suministro e instalación de un sistema de medidores de deformación unitaria de dos ejes en la cara de hormigón.
- Suministro e instalación de vertederos de aforos.
- Suministro e instalación de dos acelerógrafos de tres componentes en la fundación y en el relleno de la presa.
- Suministro e instalación de un sistema de control topográfico, con puntos de control superficial y mojones de referencia para la medición de movimientos horizontales y verticales tanto en el relleno como en la cara de hormigón de la presa.
- Construcción de casetas de instrumentación para la protección de las terminales de los instrumentos.
- Suministro e instalación de un sistema de extensómetros de cinta para las excavaciones subterráneas.

Esta parte de la obra deberá incluir el suministro de todos los equipos, herramientas, maquinaria, materiales, instalaciones, mano de obra, y la ejecución de todo el trabajo necesario para llevar a cabo la instalación, mantenimiento y operación de todos los instrumentos requeridos, tal como se indica en los planos o como lo determine LA SUPERVISIÓN, teniendo en cuenta la adición o supresión de instrumentos, cuando LA SUPERVISIÓN así lo determine.

LA SUPERVISIÓN efectuará durante el desarrollo de la obra las lecturas de todos los instrumentos instalados en los distintos sitios de la obra. El Contratista deberá garantizar el acceso a todos los instrumentos instalados en las distintas partes de la obra. El Contratista

deberá considerar en su programación de obras las lecturas de instrumentación que efectuará LA SUPERVISIÓN y no podrá reclamar por retrasos, sobre costos o extensión de plazo por la ejecución de las lecturas.

14.1.2 Automatización de la información

Los trabajos de la automatización de las lecturas de los instrumentos abarcan los instrumentos que se detallan más adelante, localizados en la presa o en los sitios que indique LA SUPERVISIÓN.

La automatización de la toma de las lecturas debe constar de los siguientes se ha dividido en dos etapas, de las cuales la primera consiste en la toma de los datos utilizando los interrogadores portátiles con memoria, individualmente por cada instrumento. Las lecturas de los interrogadores portátiles se descargarán en esa primera etapa en las unidades de procesamiento de datos suministrados por El Contratista y localizados en las oficinas que LA SUPERVISIÓN designe. En esta primera etapa El Contratista ya deberá haber instalado el software en las terminales de LA SUPERVISIÓN, que permitan el procesamiento, tabulación y graficado de los datos obtenidos para su análisis durante el proceso constructivo.

En la segunda etapa de la automatización, se efectuará la interconexión entre los instrumentos y las unidades recolectoras de datos (datalogger) instalados en las casetas de la presa. En esta segunda etapa las lecturas de los instrumentos serán efectuadas y almacenadas por los dataloggers, e interconectadas a la red de comunicación vía Ethernet, de forma que sea posible su visualización en tiempo real en las computadoras de la red habilitadas para este fin. También la información almacenada en los loggers, podrá ser descargada por la supervisión por medio de computadores portátiles.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos, incluyendo computadores portátiles y fijos, dataloggers, gabinetes, consolas, unidades de lectura y todos los elementos necesarios para efectuar las lecturas de los instrumentos en las diferentes etapas de automatización, por parte del personal que LA SUPERVISIÓN designe. El Contratista deberá efectuar el mantenimiento y reparación de los equipos e instrumentos que resulten afectados o dañados durante su operación hasta la terminación de la obra y firma final del acta de recibo de las obras. El mantenimiento o reparación de los equipos no tendrá medida ni pago por separado.

Para la automatización de la información El Contratista deberá suministrar los siguientes equipos:

- Interrogadores portátiles con memoria o consolas.
- Unidades recolectoras de datos (dataloggers).
- Unidades de procesamiento de datos o computadores fijos y portátiles con impresoras.
- Accesorios necesarios para la implementación del sistema de comunicación integrada a la red de comunicación, vía Ethernet
- Programas de computador (Software) para la recolección, interpretación y presentación en gráficas y cuadros de las lecturas de los instrumentos.

14.1.3 Definiciones

Cuando en el texto aparezcan los términos exactitud, sensibilidad, reproductibilidad y amplitud, deberá entenderse que tienen el siguiente significado:

14.1.3.1 Exactitud

El grado de aproximación de una medida al verdadero valor de la cantidad medida.

14.1.3.2 Sensibilidad

La unidad de presión o deformación más pequeña que puede detectar un sistema dado de medida.

14.1.3.3 Reproducibilidad

El grado de aproximación al promedio aritmético de cada una de las series de mediciones semejantes.

14.1.3.4 Amplitud

La capacidad que tiene un sistema de medida para registrar un valor cualquiera comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo.

14.2 GENERALIDADES

14.2.1 Localización y procedimiento de instalación de los instrumentos

La localización típica y los procedimientos normales de instalación de los dispositivos de medida que integran la instrumentación de la presa y de la obra subterránea se muestran en los planos y se especifican en esta Sección. La localización definitiva de los instrumentos y los detalles de instalación serán precisados por LA SUPERVISIÓN, durante la construcción.

Los cambios en las cantidades de instrumentos y la adición de instrumentos de otras características no darán lugar a reclamación alguna de parte del Contratista ni en los precios cotizados, ni en los plazos de ejecución de la obra, ni en ningún otro factor que pueda tener relación con estos cambios.

Por lo menos tres meses antes de instalar el primer instrumento de cada tipo, El Contratista deberá suministrar toda la información técnica pertinente, indicando el tipo y especificación del instrumento y accesorios, el programa y procedimientos de instalación, la forma de ejecutar el trabajo de instalación y el personal encargado de dicha instalación, informando sobre el grado de ayuda técnica que recibirá del fabricante del equipo y presentando literatura y muestras para inspección de LA SUPERVISIÓN. LA SUPERVISIÓN le hará las observaciones del caso o aprobará los diseños detallados y el plan de montajes, pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento del Contratista, quien, si es del caso, deberá hacer las modificaciones que LA SUPERVISIÓN juzgue necesarias de acuerdo con estas especificaciones y el contrato, para asegurar que la instrumentación de la presa sea adecuada. Sin embargo, tal aprobación por parte de LA SUPERVISIÓN no exonera al Contratista de su responsabilidad de entregar todos y cada uno de los dispositivos que integran la instrumentación en operación correcta de acuerdo con los planos, las especificaciones y las recomendaciones del fabricante del equipo.

Los diferentes dispositivos necesarios para instalación deberán estar en el sitio de la obra con no menos de 15 días de anticipación a las fechas previstas para su instalación con el objeto de que sean inspeccionados por LA SUPERVISIÓN, quien podrá rechazar cualquier dispositivo cuyo estado, características o funcionamiento no correspondan a lo indicado en planos de información complementaria suministrada por los diseños detallados. El Contratista será responsable por todos los extracostos y atrasos que puedan ser causados por cualquier demora en el suministro, instalación, mantenimiento, operación o manejo de información de los instrumentos.

El suministro e instalación de los instrumentos se deberán efectuar de acuerdo con lo mostrado en los planos, con lo establecido en estas especificaciones y con las indicaciones del fabricante del equipo y de LA SUPERVISIÓN. El Contratista será responsable por la instalación adecuada de los dispositivos en forma tal que su funcionamiento sea correcto, así como del mantenimiento de los sistemas durante el período de construcción de la presa y hasta la entrega de la totalidad de las obras civiles del contrato.

En caso de que El Contratista cause cualquier daño a los instrumentos por negligencia o por acción de su equipo o de su personal, o si la instalación de cualquier instrumento no se ajusta a lo mostrado en los planos, a lo establecido en estas especificaciones y a las instrucciones del fabricante y de LA SUPERVISIÓN, estos instrumentos deberán ser reparados o reinstalados por y a cuenta del Contratista en forma satisfactoria para LA SUPERVISIÓN, quien podrá ordenar que se suspenda parcialmente la construcción del relleno de la presa hasta cuando se completen los cambios o reparaciones. Esta suspensión del trabajo no dará lugar a extensión del plazo o a compensación de ninguna índole. Si El Contratista se niega a efectuar estas reparaciones, LA SUPERVISIÓN podrá ejecutarlas por su cuenta deduciendo el valor correspondiente de cualquier suma que se adeude al Contratista.

El Contratista deberá instalar cada uno de los instrumentos en la localización exacta mostrada en los planos o indicada por LA SUPERVISIÓN, quien comprobará dicha localización, si lo considera necesario.

La instrumentación deberá ser instalada únicamente durante el día, en presencia de LA SUPERVISIÓN y por un supervisor de instrumentación del Contratista, quien deberá ser diestro y con experiencia previa comprobada en este tipo de trabajo. Antes de proceder a cualquier instalación El Contratista deberá dar aviso a LA SUPERVISIÓN con suficiente anticipación para que ésta pueda supervisar y verificar oportunamente todas y cada una de las labores de instalación. Por otra parte, solo podrán instalarse los equipos y elementos que hayan sido previamente inspeccionados y aprobados por LA SUPERVISIÓN en forma que cumplan con todos los requisitos mostrados en los planos y establecidos en las especificaciones.

El Contratista, en presencia de LA SUPERVISIÓN, deberá tomar lecturas para comprobar el funcionamiento de cada instrumento antes de su instalación, y deberá tomar lecturas iniciales inmediatamente después de la instalación. No se deberán cubrir los instrumentos mientras no se hayan efectuado las lecturas iniciales y se haya verificado el funcionamiento correcto de los instrumentos. Todas las lecturas de los instrumentos durante la construcción serán efectuadas por El Contratista con la presencia de LA SUPERVISIÓN. Será responsabilidad del Contratista suministrar el acceso a los sitios temporales y definitivos de lectura, plataformas de trabajo fijas o móviles, iluminación, seguridad, agua e instalaciones y todo lo necesario para efectuar las lecturas en forma satisfactoria.

Para asegurar que los trabajos de instalación en la presa se estén haciendo de acuerdo con las especificaciones, El Contratista, con la presencia de LA SUPERVISIÓN, hará ensayos sobre los materiales de relleno por colocar alrededor de los instrumentos, siempre que LA SUPERVISIÓN lo considere necesario, y El Contratista deberá tener en cuenta este tiempo dentro de su estimativo de tiempo para la instalación y entrega.

El Contratista deberá proteger, donde sea necesario, todos los instrumentos que hayan sido cubiertos temporalmente para continuar con su instalación.

Las perforaciones para la colocación de instrumentos que así lo requieran deberán llevarse a cabo de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 10 – Inyecciones a presión y huecos de drenaje, y no tendrán recobro.

El Contratista deberá marcar para su identificación todos los tubos o conductos de cables en la forma que indique LA SUPERVISIÓN y a intervalos de 15 m, o menos si fuera necesario, para poder identificarlos continuamente. Además, cada instrumento deberá marcarse de acuerdo con la denominación mostrada en los planos. Los conductos de cables y tubos deberán instalarse sin uniones en las distancias máximas posibles y donde sean necesarios los cortes y uniones deberán ser hechos de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes del equipo.

Los terminales de líneas incompletas de tubos, conductos de cables o revestimiento, deberán permanecer tapados o sellados y El Contratista deberá mantener siempre el interior de los conductos de cables, tubos y revestimiento libres de materias que afecten la instalación.

En la presa, no se permitirá el tráfico de equipo por encima de ninguna parte de los instrumentos o conexiones, sino después de que hayan sido cubiertos con no menos de 60 cm de material debidamente compactado. El Contratista deberá proteger todos los instrumentos y conexiones para que no sufran daños ni desplazamientos durante el progreso de la obra, y se deberán colocar marcas y barricadas donde sea necesario o lo exija LA SUPERVISIÓN.

Todo el equipo, materiales, herramientas especiales e instrumentos requeridos para la instrumentación de la presa y de las obras subterráneas anexas, deberán ser suministrados por El Contratista. Será responsabilidad del Contratista suministrar, instalar, ensayar y comprobar que los instrumentos funcionen perfectamente, y mantener durante el período de construcción y hasta seis meses después de terminada la obra, la instrumentación en perfecto estado como se muestra en los planos o como lo indique LA SUPERVISIÓN.

El Contratista deberá suministrar todas las consolas y unidades de lectura de todos los instrumentos de la presa y obras subterráneas. Estas consolas no tendrán medida ni pago por separado. El resumen de las consolas o equipos de medida que deberá suministrar El Contratista se resume a continuación:

- Piezómetros de tubo abierto: dos sondas.
- Consolas para lecturas de equipos de tecnología de hilo vibrante: dos consolas.

El Contratista deberá anexar con la información técnica de los equipos de instrumentación por suministrar, certificados de funcionamiento en otras presas y excavaciones subterráneas con instrumentos iguales a los que propone instalar y de catálogos donde se presenten las especificaciones y muestras de todos los instrumentos. LA SUPERVISIÓN revisará la información suministrada por El Contratista y harán los cambios que considere necesarios en lo referente a las marcas, calidad y cantidad de los instrumentos que debe suministrar El Contratista, con el fin de asegurar que tales instrumentos sean los más adecuados y de la mejor calidad. Para tal fin, LA SUPERVISIÓN podrá solicitar que todos los instrumentos sean suministrados por un mismo o varios fabricantes.

El Contratista será responsable de que los instrumentos, equipos y elementos suministrados cuenten con toda la garantía especificada por el fabricante. Por tal motivo, será El Contratista y no el fabricante, quien se responsabilice ante LA SUPERVISIÓN de dicha garantía.

El suministro e instalación de los instrumentos se deberá efectuar de acuerdo con lo mostrado en los planos, con lo establecido en estas especificaciones y con las indicaciones del fabricante y de LA SUPERVISIÓN. El ensamblaje de los instrumentos se deberá efectuar en lo posible en fábrica. LA SUPERVISIÓN supervisará la instalación de cada uno de los instrumentos y El Contratista será responsable por el ensamble, calibración y la instalación adecuada de los aparatos en forma tal, que su funcionamiento sea correcto, así como del mantenimiento de los sistemas durante el período de construcción de la presa y de las excavaciones subterráneas.

Cualquier daño que El Contratista cause a los instrumentos por negligencia o por acción de su equipo o de su personal, así como la instalación de cualquier instrumento que no se ajuste a lo mostrado en los planos, a lo establecido en estas especificaciones y a las instrucciones del fabricante y de LA SUPERVISIÓN, deberá ser reemplazado y reinstalado por y a cuenta del Contratista en forma satisfactoria para LA SUPERVISIÓN, quien podrá ordenar que se suspenda parcialmente la construcción de la presa o de una excavación subterránea según la ubicación del equipo afectado hasta cuando se completen los cambios o reparaciones. Esta suspensión del trabajo no dará lugar a extensión del plazo ni a compensación de ninguna índole. Si El Contratista se niega a efectuar estas reparaciones, LA SUPERVISIÓN podrá ejecutarlas por su cuenta deduciendo el valor correspondiente de cualquier suma que se adeude al Contratista.

14.2.2 Protección y seguridad

Se deberá proveer protección para todos los equipos y sensores, incluyendo la protección en las fuentes de como mínimo las siguientes protecciones a los equipos eléctricos:

- Supresor de picos de sobrevoltaje
- Filtro para corriente alterna que elimine el ruido de interferencia
- Puesta a tierra para eliminar los efectos de descargas eléctricas, el valor del aterramiento debiera ser menor de 5 ohmios

14.2.3 Gabinetes y accesorios para instalaciones y montajes

El Contratista deberá suministrar todos los gabinetes, bastidores y accesorios necesarios para alojar y proteger el equipo suministrado.

Todos los gabinetes, bastidores y otras estructuras de soporte deberán ser tratados para protegerlos de la corrosión y deberán estar bien acabados y pintados. Deberán ser completamente tropicalizados a prueba de lluvia. El grado de protección deberá ser IP 64.

14.2.4 Fuentes de alimentación

La alimentación principal para la Unidad de Adquisición y Almacenamiento de Datos de medida, del sistema de procesamiento de información (microcomputador, impresoras, etc.) será de 220 V ac/50 Hz, según lo especificado en el Capítulo 18 - Distribución de energía eléctrica, iluminación y control, de las presentes especificaciones.

14.2.5 Ductería para cables de instrumentación y energía de alimentación de equipos de automatización de toma de lecturas de la instrumentación geotecnia

La ductería del sistema de automatización debe ser en lo posible embebida en la presa y asociada a los diferentes instrumentos. En los casos en que sea estrictamente necesario ductería a la vista, esta debe ser de tipo rígido de acero galvanizado

14.2.6 Facilidades de supervisión, prueba, autodiagnóstico y mantenimiento

Todos los equipos a suministrar deberán estar provistos con facilidades de supervisión y mantenimiento preventivo y correctivo.

Los equipos del sistema deberán tener indicaciones visuales ("displays") en los cuales se indique el estado de operación y niveles de referencia.

Los equipos del sistema de procesamiento de información deberán tener rutinas de autopueba y autodiagnóstico incorporados que operen continuamente, así como facilidades de pruebas manuales.

Para la reparación de tarjetas deberá ser posible remover fácilmente la capa protectora y una vez reparada, se deberá poder cubrir. Las tarjetas y cables deberán disponerse de tal forma que se eviten conexiones erróneas. El diseño y disposición de los conectores deberá ser tal que se evite una conexión incorrecta y se deberá suministrar el elemento adecuado para su conexión.

14.2.7 Identificación de los equipos

Todos los componentes electrónicos del sistema deberán estar marcados ya sea encima o inmediatamente adyacente al componente.

Todas las borneras y los cables dentro de los equipos y las interconexiones entre éstos deberán estar identificadas en forma apropiada acorde con los manuales de instalación, operación y mantenimiento de los equipos. En lo posible, esta identificación deberá ser universal de tal forma que en los diferentes nodos de procesamiento los cables correspondientes al mismo tipo de equipos y en equipos duplicados se identifiquen de la misma manera.

14.3 ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

14.3.1 Generalidades

Todo el equipo, materiales, herramientas especiales e instrumentos requeridos para la instrumentación de la presa y de las obras subterráneas anexas, deberán ser suministrados por El Contratista. Será responsabilidad del Contratista suministrar, instalar, ensayar y comprobar que los instrumentos funcionen perfectamente, y mantener durante el período de construcción y hasta seis meses después de terminada la obra, la instrumentación en perfecto estado como se muestra en los planos o como lo indique LA SUPERVISIÓN.

Todos los instrumentos deberán ser nuevos y garantizados. Los piezómetros, las celdas de presión total y los demás instrumentos que lo requieran, deberán estar acompañados por la calibración de fábrica. No se aceptará otra clase de instrumentos distintos a los seleccionados y aprobados por LA SUPERVISIÓN.

El equipo, materiales, instrumentos y medidores que deberá suministrar El Contratista se especifican en los siguientes artículos:

14.3.2 Instrumentación de la presa

14.3.2.1 Piezómetros de observación

Generalidades

Los piezómetros de observación serán del tipo de tubo abierto. Consistirán de un tubo ranurado de PVC RDE 21 de 3/4 pulgada de diámetro o similar, envuelto en geotextil Propibac no tejido 1600 o equivalente. Deberán proveerse de sondas portátiles de nivel de agua de 100 m y demás elementos de protección del extremo sobresaliente en superficie. Tanto la lectura como el registro de los datos de estos instrumentos se deberán hacer manualmente.

Instalación

Podrán ser instalados simultáneamente con la construcción del relleno, o mediante perforación que se haga después de concluido el relleno, para lo cual se seguirán las indicaciones contenidas en el Capítulo 10 – Inyecciones a presión y huecos de drenaje. La tubería deberá quedar recta y vertical con su interior perfectamente limpio. El extremo superior de la tubería quedará embebido en un mojón de localización y protección; el extremo abierto del tubo se tapaná con un tapón removible que impida la caída de cualquier material dentro del tubo y que a la vez facilite su remoción cuando se vaya a hacer la observación.

El Contratista deberá tomar todas las medidas necesarias para mantener estables las paredes del hueco de la perforación hasta que el piezómetro sea debidamente instalado. No habrá reconocimiento de extracostos por este hecho.

Durante el proceso constructivo LA SUPERVISIÓN revisará periódicamente las condiciones de los piezómetros. En caso de que se encuentre alguna obstrucción que impida su funcionamiento, El Contratista tendrá que desechar el piezómetro y procederá a reemplazarlo por uno nuevo ejecutado mediante perforación del material, todo esto sin costo alguno para EL PROPIETARIO.

14.3.2.2 Piezómetros de hilo vibrante

Generalidades

Para los piezómetros de hilo vibrante el suministro deberá incluir el piezómetro, el cable de conexión y los accesorios para su instalación, tales como uniones impermeables para los cables, conexiones para acoplarlas a los tableros terminales y los sistemas de protección de sobrecargas eléctricas, las unidades de lectura y, en general, todo lo necesario para extender el piezómetro desde su sitio de instalación hasta los tableros terminales. Las puntas de los piezómetros deberán ser cerámicas de alta impermeabilidad al paso del aire (high air entry) con sensor de acero inoxidable. Los piezómetros deberán tener capacidad para medir hasta 1500 kPa (15 kg/cm²) de presión positiva: sensibilidad en la punta de por lo menos 0,49 kPa (0,005 kg/cm²) y exactitud del 0,1% sobre el rango total. Los piezómetros deberán ser de tipo para trabajo pesado (Heavy Duty) y tener 38 mm de diámetro como mínimo. El cable y las uniones impermeables deberán ser del tipo blindado para piezómetros de trabajo pesado. Los tableros terminales deberán tener capacidad mínima para instalar el número de terminales para los piezómetros mostrados en los planos. El Contratista deberá suministrar dos unidades de lectura para poder efectuar lecturas de los piezómetros y demás instrumentos de hilo vibrante tal como se especifica en este capítulo. Cada unidad deberá tener un rango de medición hasta de 1500 kPa (15 kg/cm²), sensibilidad de 0,49 kPa (0,005 kg/cm²) y exactitud de 0,1% sobre el rango total. Tanto la lectura como el registro de los datos de estos instrumentos se deberá hacer en forma manual durante la construcción de las estructuras y automática después de terminada su construcción.

Instalación

Los piezómetros de hilo vibrante se instalarán en la fundación y en los estribos de la presa, en los sitios mostrados en los planos o indicados por LA SUPERVISIÓN. Las puntas de los piezómetros deberán sumergirse en agua desaireada antes de su instalación por un período no menor de 24 horas, según las recomendaciones del fabricante.

Para la instalación de los piezómetros se deberá perforar el hueco con un diámetro no inferior a 6 pulgadas y se deberá limpiar de lodos y residuos la perforación. El piezómetro deberá quedar rodeado por arena fina, tal como se muestra en los planos. Por encima de la capa de arena se deberá colocar un sello de bentonita de 0,80 m de espesor y el resto de la perforación se deberá llenar con arena o con una inyección de mortero.

Las zanjas para los cables deberán excavar en los sitios mostrados en los planos o como lo indique LA SUPERVISIÓN. La excavación deberá hacerse con herramientas manuales o por métodos mecánicos aprobados por LA SUPERVISIÓN para reducir a un mínimo la alteración de los materiales del relleno adyacente. Los conductos de cables deberán quedar embebidos en una capa de 0,40 m de espesor de material con tamaño máximo igual a 6,4 mm (1/4 de pulgada) y compactada con pisón de mano. Sobre esta capa se deberán colocar dos capas de 0,20 m de material con tamaño máximo de 5,0 cm. Las dos últimas capas se deberán compactar con pisones proyectados.

Por ningún motivo podrán quedar los conductos de cables en contacto con piedras. Tales conductos deberán colocarse relativamente sueltos, en forma ondulada en planta y con curvas amplias para que puedan absorber los asentamientos y deformaciones del relleno. El Contratista deberá construir a través de las zanjas, sellos de bentonita compuestos de 20% de bentonita y 80% de material con tamaño máximo igual a 6,4 mm (1/4 pulgada). Las dimensiones y separación de sellos deberán ser como se muestre en los planos o como lo indique LA SUPERVISIÓN.

Para los piezómetros a instalarse en los estribos, los cables se deberán llevar a los respectivos paneles de control, embebidos en tubería conduit PVC debidamente protegida contra golpes, deformaciones y cualquier agente que pueda alterar su integridad.

14.3.2.3 Celdas de asentamiento de hilo vibrante

Generalidades

Las celdas de asentamiento de hilo vibrante deberán incluir todas las uniones, cables, tuberías y accesorios necesarios para su instalación y operación, como se muestra en los planos o lo indique LA SUPERVISIÓN. El Contratista deberá disponer de todos los elementos por lo menos tres meses antes de la instalación de las celdas de asentamiento de hilo vibrante en el relleno de la presa. Todo el equipo que integre el sistema de las celdas de asentamiento de hilo vibrante deberá ser de un mismo tipo o fabricante, debidamente aprobado por LA SUPERVISIÓN. Tanto la lectura como el registro de los datos de estos instrumentos se deberá hacer en forma manual durante la construcción de las estructuras y automática después de terminada su construcción.

El rango de las celdas deberá ser mínimo de 1,5 m con respecto al nivel de referencia, con sensor de hilo vibrante de 1,5 mm de sensibilidad y 0,5% de precisión sobre el rango total, con circuito para recircular agua desaireada y con sistema manual de desaireación del agua. El transductor de la celda debe admitir una diferencia de niveles entre la celda y el tanque de agua de máximo 30 m.

Las unidades terminales de lectura deberán tener una capacidad mínima para instalar el número de terminales para las celdas mostradas en los planos; además el tablero terminal de las celdas deberá tener un tanque para referenciar topográficamente el nivel de agua. Las unidades de lectura serán las mismas utilizadas para los piezómetros de cable vibrante.

Instalación

Las celdas de asentamiento de hilo vibrante se deberán instalar, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, dentro del relleno de la presa, en las elevaciones indicadas en los planos o establecidas por LA SUPERVISIÓN. Cuando las celdas de asentamiento se instalen, se deberá excavar un apique con las dimensiones mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN. La celda irá embebida en material de tamaño máximo igual a 6,4 mm (1/4 pulgada) y compactadas a mano. Todo el material de protección se deberá colocar en capas de 0,20 m y compactarse con pisones a mano.

Las zanjas para los cables deberán excavar en los sitios mostrados en los planos o como lo indique LA SUPERVISIÓN. La excavación deberá hacerse con herramientas manuales o por métodos mecánicos aprobados por LA SUPERVISIÓN para reducir a un mínimo la alteración de los materiales del relleno adyacente. Los conductos de cables deberán quedar embebidos en una capa de 0,40 m de espesor de material con tamaño máximo igual a 6,4 mm (1/4 pulgada) y compactada con pisón de mano. Sobre esta capa se deberán colocar dos capas de 0,20 m de material con tamaño máximo de 5,0 cm. Las dos últimas capas se deberán compactar con pisones proyectados.

Debido a la secuencia de construcción de la presa, se ha previsto que El Contratista deberá suministrar casetas temporales con todos los aditamentos necesarios para efectuar la lectura de las celdas de asentamiento durante la construcción. No habrá medida ni pago por separado por la construcción e instalación de las casetas temporales con todos los equipos terminales necesarios, ni por la interferencia que esta actividad pueda crear con el avance de la construcción de la presa.

14.3.2.4 Celdas de presión total

Generalidades

El Contratista deberá suministrar todo el equipo necesario para la instalación de celdas de presión total, tipo hilo vibrante, dentro del relleno de la presa. El término celda de presión total debe entenderse como la celda medidora, cables terminales y unidades automáticas de adquisición de datos y en general todo lo necesario para extender la celda de presión desde su sitio de instalación hasta las terminales de lectura ubicadas en las casetas terminales. Las

unidades de lectura serán las mismas utilizadas para los piezómetros de hilo vibrante. Tanto la lectura como el registro de los datos de estos instrumentos se deberá hacer en forma manual durante la construcción de las estructuras y automática después de terminada su construcción.

Especificaciones

Las celdas deberán ser rellenas de aceite con sensor de hilo vibrante, de 9,0 pulgadas de diámetro y ½ pulgada de espesor, 1500 KPa (15 Kg/cm²) de capacidad máxima, precisión de ±0,25% del rango total y resolución de 0,1% del rango total, con sensor de temperatura.

Todo el equipo para las celdas de presión deberá ser de un mismo fabricante.

Instalación

Las celdas de presión total se deberán instalar en grupos de dos celdas tal como se muestre en los planos o donde lo indique LA SUPERVISIÓN.

Cuando las celdas se instalen se deberá excavar un apique con las dimensiones mostradas en los planos o indicadas por LA SUPERVISIÓN. El fondo del apique se deberá cubrir con una capa de 0,30 m de espesor de material con tamaño máximo igual a 19 mm (3/4 pulgada) compactada con pisón proyectado. Sobre esta capa se deberán colocar las celdas, las que a su vez se deberán cubrir con capas de 0,20 m del mismo material compactado a mano. Por último, el resto del apique se deberá rellenar con material del mismo, sin procesar, en capas de 0,20 m y compactado con pisón proyectado.

Las zanjas para los cables deberán excavar en los sitios mostrados en los planos o como lo indique LA SUPERVISIÓN. La excavación deberá hacerse con herramientas manuales o por métodos mecánicos aprobados por LA SUPERVISIÓN para reducir a un mínimo la alteración de los materiales del relleno adyacente. Los conductos de cables deberán quedar embebidos en una capa de 0,40 m de espesor de material con tamaño máximo igual a 6,4 mm (1/4 pulgada) y compactada con pisón de mano. Sobre esta capa se deberán colocar dos capas de 0,20 m de material con tamaño máximo de 5,0 cm. Las dos últimas capas se deberán compactar con pisonos proyectados.

14.3.2.5 Medidores de juntas

Generalidades

El Contratista deberá suministrar e instalar los medidores de juntas en los sitios mostrados en los planos o indicados por LA SUPERVISIÓN. Antes de su instalación en la cara de hormigón, LA SUPERVISIÓN verificará que cada uno de los instrumentos por instalar se encuentre funcionando correctamente y dará la aprobación correspondiente que autorice al Contratista para instalar dichos instrumentos. Si LA SUPERVISIÓN encuentra algún instrumento defectuoso, El Contratista deberá repararlo o reemplazarlo a su costa. El suministro deberá incluir el cable, la tubería y demás elementos y accesorios para su instalación y correcto funcionamiento. Tanto la lectura como el registro de los datos de estos instrumentos se deberá hacer en forma manual durante la construcción de las estructuras y automática después de terminada su construcción.

Especificaciones

Los medidores de juntas deberán ser del tipo hilo vibrante el cual utiliza el mismo principio de funcionamiento de los medidores de deformación unitaria. Deberán ser de una longitud mínima de 40 cm, un rango de medida de hasta 10 cm, una sensibilidad de 0,002% y una exactitud de 0,1% del rango total de lectura. El Contratista deberá suministrar a LA SUPERVISIÓN los correspondientes datos de calibración de los instrumentos. Las unidades de lectura serán las mismas utilizadas para los piezómetros de hilo vibrante.

14.3.2.6 Vertederos triangulares

El Contratista deberá construir los vertederos con sus respectivas miras en los sitios mostrados en los planos o indicados por LA SUPERVISIÓN. El hormigón de los vertederos deberá ser el especificado, para obras misceláneas y cumplir con todo lo especificado en el Capítulo 11 – Hormigón convencional -.

El Contratista deberá proveer los equipos y materiales necesarios para la construcción e instalación de los vertederos, tanques y miras, y deberá garantizar una impermeabilización adecuada de tal manera que no se presenten filtraciones aguas abajo del vertedero.

El Contratista será responsable del mantenimiento de los vertederos hasta la terminación del primer llenado del embalse. Se entiende por mantenimiento, el reemplazo de las miras, la aplicación de pintura anticorrosiva a los elementos metálicos, la limpieza de los vertederos y los tanques, y demás acciones necesarias para lograr el buen funcionamiento de los mismos.

La lectura y el procesamiento de los datos de estos instrumentos se hará siempre en forma manual.

14.3.2.7 Acelerógrafos

Generalidades

El Contratista deberá suministrar e instalar acelerógrafos de tres componentes, con todos los elementos y accesorios, para detectar y registrar movimientos sísmicos intensos. Los acelerógrafos deberán estar interconectados de acuerdo con las instrucciones del fabricante, de tal manera que cuando uno empiece a registrar el otro inicie su registro en forma automática. El rango de los acelerógrafos deberá ser de $-1,0$ g a $1,0$ g y la frecuencia de $0,0$ Hz a 100 Hz. El equipo deberá estar provisto de reloj o cronómetro que permita determinar el tiempo de llegada de las ondas con una precisión no menor de $0,1$ s y que incorpore escala de tiempo en los registros. Los equipos deberán poder funcionar con corriente alterna de 220 V c.a., 50 Hz, con baterías internas, baterías externas y/o con baterías recargables de común adquisición en el comercio nacional.

Cada acelerógrafo dispondrá de su propia unidad de lectura portátil en la cual se podrá correr el respectivo programa de procesamiento de datos. Estas unidades de lectura portátiles y el programa serán suministrados por el fabricante de los mismos acelerógrafos y ambos, terminal portátil y programas, serán compatibles con el computador de la unidad de procesamiento central.

Además, los acelerógrafos deberán suministrar señalización de la activación con dos fines específicos:

- En caso de un evento sísmico, uno de los acelerógrafos deberá activar el otro para que también efectúen registros simultáneos. Esto es, los acelerógrafos estarán interconectados o enclavados desde el punto de vista de su activación.
- Suministrar una señalización remota de su estado de activación (Señal "Acelerógrafos Activado"), mediante el cierre de un contacto que se cablea a la unidad de adquisición de datos que se instalará en la presa, activando automáticamente las unidades de lectura de los instrumentos instalados en la presa. La unidad de adquisición de datos es parte del suministro de la automatización.

Instalación

Los acelerógrafos se deberán instalar en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique LA SUPERVISIÓN. Para la instalación se deberán seguir las recomendaciones dadas por el fabricante del equipo. En el momento de la instalación los acelerógrafos deberán estar provistos de memoria de estado sólido de mínimo 500 kB.

El Contratista será responsable por el perfecto funcionamiento de los acelerógrafos a partir del momento de su instalación a satisfacción de LA SUPERVISIÓN y por un periodo de tiempo igual al de la garantía ofrecida por el fabricante.

14.3.2.8 Puntos de control superficial

Generalidades

El Contratista deberá suministrar todos los materiales, mano de obra y elementos necesarios y construir los puntos superficiales el relleno de la presa y sobre la cara de hormigón para la medida de movimientos horizontales y asentamientos en los sitios y en la forma mostrada en los planos o como lo indique LA SUPERVISIÓN. Los puntos de control superficial deberán estar provistos de acoples para prismas de tal manera que se puedan leer desde una estación remota la cual deberá estar provista con memoria y "software" para adquisición y procesamiento de datos vía PC. La lectura deberá ser manual, pero su procesamiento deberá ser automático.

Instalación

Antes de iniciar la construcción de los puntos, El Contratista deberá obtener de parte de LA SUPERVISIÓN la aprobación de su localización real, para lo cual tan pronto complete el relleno deberá materializar en el terreno los puntos que vaya a construir y efectuar después el respectivo levantamiento. LA SUPERVISIÓN revisará y aprobará la localización u ordenará los cambios que considere necesarios. Los huecos deberán excavarlos tan pronto se haya completado la construcción del relleno en los sitios indicados, cuidando de no alterar el material circundante y de remover todo el material suelto antes de colocar el hormigón.

Para la construcción de los puntos superficiales sobre el relleno del espaldón aguas abajo, se deberá emplear hormigón, de acuerdo con lo especificado en el Capítulo 11 – Hormigón convencional -. Las barras que constituyen el punto de control topográfico deberán ser galvanizadas en el extremo expuesto, y las de refuerzo deberán cumplir con las especificaciones para acero de refuerzo que se indican en el Capítulo 13 –Acero de refuerzo -.

14.3.2.9 Mojones de referencia

Generalidades

El Contratista deberá suministrar todos los materiales, mano de obra y demás elementos necesarios para construir los mojones de referencia en los sitios y en la forma mostrados en los planos o como lo indique LA SUPERVISIÓN.

Instalación

Para construir los mojones será necesario remover el material suelto hasta llegar a la roca sana donde se excavará el área necesaria para la base del mojón.

Se empleará hormigón de acuerdo con lo especificado en el Capítulo 12 – Requisitos especiales para obras de hormigón -. El acero de refuerzo deberá cumplir las especificaciones del Capítulo 13 – Acero de refuerzo -. Las barras que constituyen los puntos de control topográfico serán galvanizadas en el extremo expuesto al aire y deberán quedar

suficientemente empotradas y protegidas contra golpes que puedan alterar su posición y su forma.

Cada mojón deberá quedar numerado de acuerdo con la secuencia descrita en los planos o como lo indique LA SUPERVISIÓN. La numeración deberá ser clara, de tamaño mínimo de 20 cm. de alto, en pintura de color rojo resistente a la intemperie.

Los mojones de referencia deberán ser construidos simultáneamente con la correspondiente serie de puntos superficiales sobre el relleno y la cara de hormigón de la presa.

14.3.2.10 Casetas terminales

Generalidades

El Contratista deberá construir las casetas terminales de instrumentación en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique LA SUPERVISIÓN.

Las casetas deberán ser suministradas con sistema eléctrico interno, (previa coordinación con LA SUPERVISIÓN), iluminación y ventilación, puertas y ventanas metálicas, cerraduras y todos los equipos terminales eléctricos, mecánicos, hidráulicos y proyectados necesarios para la lectura y operación correcta de los instrumentos, así como los correspondientes accesos, todo como se muestra en los planos, lo recomiende el fabricante o lo indique LA SUPERVISIÓN.

Construcción

La construcción de las casetas y la colocación del relleno de la presa en las zonas donde quedarán ubicadas, deberá programarse de tal manera que estén completamente terminadas por lo menos 20 días antes de finalizar la instalación de los instrumentos.

Las casetas terminales deberán colocarse sobre una capa de espesor mínimo de 25 cm. de material de tamaño máximo de 19 mm compactado. El relleno de la presa adyacente a las casetas deberá colocarse cuidadosamente para que no dañe el hormigón o los elementos metálicos.

El Contratista deberá instalar las casetas terminales de instrumentación en los sitios mostrados en los Planos.

14.3.2.11 Extensómetro de cinta

Generalidades

El extensómetro de cinta deberá ser tal como el modelo TE-75, manufacturado por Terrametrics o equivalente para medir la deformación de la roca durante las excavaciones y hasta que LA SUPERVISIÓN lo considere necesario. El término extensómetro de cinta debe entenderse como un aparato con dial indicador que incluye un resorte que aplica presión a una cinta de acero de alta precisión. La lectura y el procesamiento de los datos de estos instrumentos se hará siempre en forma manual. El aparato deberá tener las siguientes características:

Amplitud de Medición	1,0 m a 10 m
Exactitud	± 0,1 mm

Para efectuar las medidas con el extensómetro de cinta se deberán suministrar argollas de medida, que tendrán las dimensiones indicadas en los planos; éstas podrán variarse si el diseño del extensómetro lo exige.

Instalación

Las argollas para medida deberán instalarse en los sitios y en la forma mostrada en los planos o, como lo indique LA SUPERVISIÓN. En la medida que progrese la excavación de las obras subterráneas, las argollas de medida se deberán colocar durante la aplicación del hormigón proyectado, antes de reiniciar la excavación, y haciendo uso del hormigón proyectado para fijarlas.

Cuando se hayan aplicado los dos primeros centímetros de hormigón proyectado se deberá colocar la argolla y luego se terminará de aplicar el espesor necesario de hormigón proyectado, teniendo la precaución que la argolla no quede cubierta por el hormigón proyectado.

Una vez instalada definitivamente una argolla se deberá marcar claramente con pintura para su fácil localización posterior. Las argollas para medida que se desprendan de la pared del túnel por cualquier motivo, o que sean cubiertas con hormigón proyectado o que sufran daño o cualquier desplazamiento que afecte la continuidad de las lecturas deberán ser reemplazadas por El Contratista a su costa.

14.3.3 Sistema de adquisición y procesamiento de información (automatización de la instrumentación)

14.3.3.1 Alcance

El Contratista deberá efectuar el diseño, las pruebas de fábrica, el suministro CIF sitio, el montaje, las pruebas en campo y la puesta en operación, supervisión de operación y mantenimiento durante la construcción y hasta que LA SUPERVISIÓN lo considere necesario del sistema de procesamiento de la información de los datos de medida de la instrumentación geotécnica de la presa. El Contratista deberá dar entrenamiento en el manejo del software y de los equipos al personal que indique LA SUPERVISIÓN. La automatización se pagará como una suma global. El Contratista deberá considerar en su propuesta todos los costos incluyendo el suministro e instalación de los equipos, ingeniería en los diseños de la automatización conexión de los cables y su conducción desde el sitio de instalación hasta la respectiva unidad de recolección y almacenamiento de lecturas, dataloggers, los computadores, las impresoras, las redes, los programas de cómputo (software) para el manejo de la información general y los gabinetes para la disposición de equipos y, en general, todos los requisitos para que LA SUPERVISIÓN pueda efectuar las lecturas de la instrumentación, procesarla y analizarla desde los sitios que se indican en este capítulo o como indique LA SUPERVISIÓN.

14.3.3.2 Requerimientos funcionales

Las funciones de la automatización serán:

Adquisición, verificación, procesamiento y despliegue en gráficas de las lecturas de los instrumentos instalados en la presa. Se debe presentar en forma de cuadro la información de cada instrumento, la cual debe contener como mínimo la siguiente información:

- Registro secuencial de la información con estampa de fecha y tiempo de tal forma que se muestre en todo momento el estado actual de las medidas.
- Reinicio automático incluyendo autodiagnóstico en caso de fallas en la alimentación eléctrica.
- Elaboración de reportes, listados y diagramas relacionados con los datos de la instrumentación de campo, para evaluación del estado de las obras civiles.

14.3.3.3 Información que se debe recolectar y almacenar

- Identificación y localización de cada instrumento.

- Descripción.
- Modelo.
- Referencia.
- Datos de calibración.
- Unidades de lectura
- Límites máximos y mínimos.
- Fecha de instalación y de primera lectura.
- Fotografías del instrumento instalado.
- La presentación en pantalla del cuadro de datos de cada instrumento deberá ser desplegada a través de un menú de acceso. También se podrá desplegar al hacer "click" con el mouse sobre un instrumento dentro de una gráfica general isométrica de los instrumentos instalados.
- Si la lectura está por fuera de los límites preestablecidos deberá aparecer en color diferente.

14.3.3.4 Presentación de la información

La información y cuadro de datos de lectura para cada instrumento podrá ser visualizado directamente sobre o el computador de procesos o impreso a través de un menú.

14.3.3.5 Gráficas de localización de instrumentos (Isométrico)

Alcance

La cantidad y localización de los instrumentos se deberá presentar por niveles en la presa y por frentes de trabajo, a través de gráficas isométricas.

Cada instrumento deberá aparecer con su correspondiente identificación.

Presentación en pantalla

La presentación en pantalla de los gráficos de localización de instrumentos por niveles en la presa deberá ser desplegada a través de un menú de acceso. También se podrán desplegar al hacer "click" con el mouse sobre un instrumento dentro de la gráfica general (isométrico) de instrumentos.

Presentación impresa

Las gráficas de localización de instrumentos por niveles de la presa podrán ser impresas a través de un menú.

14.3.3.6 Curvas de lecturas de instrumentos con respecto al tiempo

Alcance

Las lecturas obtenidas de los diferentes instrumentos se deberán graficar con respecto al tiempo. Las curvas se deberán agrupar por sectores y niveles.

Presentación en pantalla

Las curvas de lecturas de instrumentos con respecto al tiempo se deberán desplegar en pantalla a través de un menú de acceso.

Presentación impresa

Las curvas de lecturas de instrumentos con respecto al tiempo podrán ser impresas a través de un menú.

14.3.4 Componentes del sistema de adquisición y procesamiento de información (automatización de la instrumentación)**14.3.4.1** Unidad de adquisición manual de datos

Con esta unidad se recolectará durante la construcción de la presa, en forma manual, la información de campo y, después de terminada la construcción, de aquella instrumentación que no se automatice; su capacidad de almacenamiento deberá ser adecuada para recolectar la información de toda la instrumentación de campo. Los datos se almacenarán en una memoria interna no volátil con un formato que permita ser transferido a un microcomputador y su posterior lectura y procesamiento con programas de aplicación común. Los datos de medida serán registrados con su respectivo signo, fecha y hora.

14.3.4.2 Unidad de adquisición y almacenamiento automático de datos (dataloggers)

Esta unidad adquirirá las señales de los transmisores y/o transductores asociados a cada instrumentación que se automatice y con una velocidad de muestreo programable por el usuario. Los datos se almacenarán en una memoria interna no volátil con un formato que permita ser transferido a un microcomputador y su posterior lectura y procesamiento con programas de aplicación común. Los datos de medida serán registrados con su respectivo signo, fecha y hora.

La unidad de adquisición y almacenamiento de datos manuales y automáticos deberá poseer las siguientes características básicas sin limitarse a estas:

- Capacidad de almacenamiento de lecturas realizadas mínimo cada hora y durante siete días, de todos los instrumentos que se encuentren conectados a este.
- Pantalla de visualización, donde se indique digitalmente el valor de la variable en unidades de ingeniería del sistema internacional, fecha, hora de adquisición y signo de la variable medida. El teclado será por pulsadores de membrana, con teclas de funciones fijas y teclas de funciones programables.
- Programación de ajuste en las cifras decimales.
- Las unidades manuales y automáticas tendrán capacidad de transferencia de datos al PC Laptop que hace parte de este suministro.
- Las unidades automáticas, estarán conectadas via Ethernet a la red de comunicación del proyecto
- La unidad deberá contar con funciones de auto verificación y autodiagnóstico que posibiliten una supervisión continua del equipo y que permita una detección y localización de fallas u operaciones erróneas de este.
- Alimentación a 220 V, 50 Hz, con su respectivo sistema de regulación, con cargador de baterías, batería de respaldo y su respectiva protección contra la inversión de polaridad, sobrevoltaje y regulador de voltaje. Se suministrarán dos terminales adicionales para 12 V,

para alimentación de la batería estacionaria la cual debe incluirse en el suministro con el respectivo cargador. La autonomía del sistema con batería y cargador será de tres días.

- La unidad tendrá módulos de entrada que permitan leer directamente las señales de los transmisores de los sensores. La resolución de los conversores análogo/digital (A/D) de entrada no deberá ser menor a 12 y tener una precisión mayor al $\pm \frac{1}{2}$ bit en todo el rango de la escala. El equipo vendrá equipado con los suficientes canales de entrada para señales análogas. A fin de evitar errores en las lecturas, las entradas analógicas deberán contar con funciones de filtraje de frecuencias de 50 Hz.
- El tiempo de actualización de las señales de medida será de 0,1 s.
- Gabinete o tablero modular IEC IP64, robusto para su uso en campo, de fácil instalación y ubicación, impermeable al agua, protegido contra corrosión y contra el polvo, con un intervalo de temperatura de trabajo de (0-50)°C y un rango de humedad relativa (15-95) %. Deberá suministrarse con llave y manija adecuadas.

14.3.4.3 Equipo y programas para la extracción y evaluación de la información

El Contratista deberá suministrar dos microcomputadores PC Laptop, un computador tipo escritorio y una impresora gráfica a color, para la adquisición, almacenamiento y procesamiento de datos.

Computador Portátil

Los computadores portátiles por suministrar deberán contar con las siguientes características

- Procesador Pentium 4 o superior.
- Unidad de disco duro > 40 Gigabytes.
- Memoria RAM > 512 MB.
- Pantalla LCD de 15 pulgadas de alta resolución.
- Unidad de CD-RW.
- Fax / módem de 56 K.
- Puerto USB.
- Puerto paralelo.
- Puerto serial.
- Tarjeta de red 10/100.

Computador de Escritorio

El computador fijo deberá contar con un procesador Pentium 4 o mayor, completo con las siguientes características como mínimo:

- Unidad de disco duro de 100 Gigabytes.
- Memoria RAM > 512 MB.
- Monitor de cristal líquido de 19 pulgadas con resolución adecuada para visualizar los resultados gráficos y alfanuméricos.
- Unidad de CD-RW 16/10/40X.

- Unidad de disco flexible 3½ pulgadas.
- Teclado de 108 teclas y mouse.
- Fax/modem de 56 K.
- Puertos USB y seriales para recibir la información de las consolas portátiles y del computador portátil.
- Tarjeta de red 10/100.
- Una impresora gráfica a color de inyección de tinta compatible con el computador, de carro ancho (132 columnas) y de alta velocidad.

El computador y sus equipos periféricos deberán ser adecuados para ser alimentados con 120 Vca/50 Hz. Las características definitivas del equipo mencionado deberán ser ajustadas a la tecnología de punta en el momento de adquirir el computador y sus periféricos.

El Contratista deberá suministrar, con tres meses de anticipación a la fecha de instalación del primer instrumento, los catálogos de los computadores que propone suministrar para la aprobación por parte de LA SUPERVISIÓN, la cual podrá rechazarlos sin que esto represente ningún tipo de reclamación por parte del Contratista.

Los computadores deberán permitir la visualización y procesamiento de los datos de medida y deberán contar con programas (con licencia y catálogos), para procesar texto, bases de datos, hojas de cálculo e interfaz gráfica.

Software

- Programas operativos.
- Programas de aplicación para manejo, despliegues y análisis de la información proporcionada por los instrumentos geotécnicos.
- El software también deberá permitir el acceso a los loggers, utilizando la red de ethernet, ya sea para descarga de datos o visualización de datos en tiempo real.

14.4 DOCUMENTACIÓN

14.4.1 Información Técnica que se deberá suministrar con la oferta

El Proponente deberá suministrar con su oferta:

- Planos generales que indiquen las dimensiones totales y planos detallados, fotografías, o secciones que indiquen la construcción del equipo propuesto.
- Información detallada sobre los materiales que serán usados en las partes principales, descripción de las partes principales explicando el tipo de construcción, operación y conveniencia de ensamblaje así como cualquier información requerida para determinar si el equipo propuesto cumple con los requerimientos de las especificaciones. El Proponente deberá suministrar literatura e información complementaria como boletines, catálogos y diagramas que indiquen en detalle las características y elementos operativos del equipo propuesto.
- En caso de que tal literatura se desviara de las especificaciones, en cualquier aspecto, se entiende que éstas serán las que rigen a no ser que la desviación sea expresamente aceptada por LA SUPERVISIÓN.
- Información suficiente referente a la experiencia de operación con equipos similares que pruebe la confiabilidad de operación del equipo propuesto.

- Lista de herramientas especiales, equipo para pruebas y equipo auxiliar requerido para el montaje, desmontaje, pruebas, operación y mantenimiento del equipo propuesto. Estas herramientas y equipos deberán formar parte del suministro, y su costo deberá ser incluido en el precio total del equipo a suministrar. LA SUPERVISIÓN se reserva el derecho de aumentar o disminuir las cantidades requeridas en los ítems.
- Toda la información solicitada en cada una de las secciones de las especificaciones que hacen parte de este documento de licitación.
- Lista completa por número y título de toda la información enviada con esta oferta.
- El Proponente deberá preparar y presentar con su oferta un programa maestro de trabajo donde se muestren todas las actividades relacionadas con la fabricación, pruebas en fábrica, construcción, supervisión de montaje, pruebas en campo y puesta en servicio de todos los equipos a instalar.

14.4.2 Documentos que deberá entregar el Contratista

14.4.2.1 Lista de documentos

Dentro de los 15 días siguientes al perfeccionamiento del contrato, El Contratista deberá enviar una lista de todos los documentos (planos, informes, memorias, catálogos, etc.) que propone suministrar, identificando cada uno de ellos por un número y un título descriptivo e indicando la fecha propuesta para su envío. La lista será revisada y ampliada tanto como sea necesario durante el avance del trabajo.

Una vez que la lista de documentos haya sido aprobada por LA SUPERVISIÓN, constituye una parte integral del contrato. En el caso de demoras en el envío de los documentos, LA SUPERVISIÓN podrá aplicar las multas establecidas en el contrato desde la fecha establecida en la lista hasta la fecha real del envío.

- Lista de los materiales de hardware.
- Programa de ejecución.
- Documento de definición funcional del sistema.
- Documentos de diseño, instalación, montaje y puesta en servicio.
- Documentación del hardware.
- Planos del hardware.
- Documentos del software.
- Documentación de las pruebas.
- Procedimientos de las pruebas de aceptación en fábrica.
- Reportes de pruebas.
- Manuales de instalación.
- Procedimientos de las pruebas de aceptación en sitio.
- Reportes de pruebas.
- Información técnica para operación y mantenimiento.
- Registro de los equipos en mantenimiento.

- Documentación final.

Los documentos para aprobación de LA SUPERVISIÓN deberán ser enviados de acuerdo con las fechas estipuladas en el programa de entrega del Contratista. Este programa deberá mostrar el orden de envío de los documentos en relación con el diseño detallado.

14.4.2.2 Lista de los materiales de hardware

Se deberá mantener una lista actualizada a la fecha de los materiales de hardware, el cual deberá contener todo el hardware a ser suministrado, incluyendo:

- Equipo instalado.
- Repuestos.
- Herramientas y equipos de pruebas.

El material listado deberá ser contabilizado sólo al nivel de módulos de reemplazo. La identificación de los componentes de una tarjeta o módulo reemplazable no es necesaria. Sin embargo, debe ser listado cualquier componente montado sobre un panel o, terminal. Estas listas deberán estar en la propuesta inicial y deberán ser mantenidas a lo largo del desarrollo del proyecto.

La lista del equipo instalado deberá incluir:

- Descripción del ítem.
- Información de los fabricantes (nombre, dirección, representante, etc.).
- Lugar de instalación (nombre o número de la cabina o gabinete, número del archivo, número de bornes, etc.).
- Cantidad de estos equipos, tarjetas, módulos o componentes que existen en el sistema completo.

La lista de repuestos deberá mostrar cada parte con el nombre del fabricante, la cantidad recomendada y la identificación del equipo donde esta parte será usada.

La lista de las herramientas y el equipo de pruebas deberá indicar el nombre del fabricante, la identificación del ítem, la cantidad recomendada y la identificación del equipo para el cual va a ser usada.

14.4.2.3 Programa de ejecución

El Contratista deberá preparar y enviar a LA SUPERVISIÓN, dentro de los 15 días siguientes al perfeccionamiento del contrato, el programa detallado de fabricación y construcción de los equipos, mostrando el orden en que se propone llevar a cabo el trabajo, el orden en que cada ítem será puesto en producción y las fechas en las cuales será completado.

El programa deberá presentarse en forma de un diagrama de barras (diagrama de Gantt), con una escala adecuada en la que se indique la duración de cada actividad.

Una vez el programa esté aprobado y al final de cada mes, durante el periodo del contrato, El Contratista deberá, por medio de anotaciones adecuadas en el programa, indicar el porcentaje de ejecución de cada actividad.

14.4.2.4 Documento de definición funcional del sistema

A más tardar un mes después de la fecha de iniciación del contrato, El Contratista deberá entregar un documento de definición funcional del sistema.

El documento de definición funcional del sistema tiene por objeto establecer lo más temprano posible la definición detallada del sistema a suministrar por El Contratista, de manera que refleje y concilie las especificaciones de LA SUPERVISIÓN, la propuesta del Contratista y los acuerdos alcanzados entre LA SUPERVISIÓN y El Contratista como resultado de las discusiones técnicas que tendrán lugar durante la etapa de perfeccionamiento del contrato.

El documento de definición funcional del sistema, una vez aprobado constituirá la caracterización final del sistema en el cual todos los elementos tales como equipos ("hardware"), programas ("software"), cronogramas, pruebas, serán definidos en detalle, en términos precisos y de común acuerdo.

Los programas de aplicación solicitados, se deberán presentar por parte del Contratista para aprobación de LA SUPERVISIÓN como parte del documento de definición funcional del sistema.

La preparación del documento de definición funcional del sistema deberá concluir con un documento que permita en lo posible eliminar cualquier tipo de dudas o interpretaciones y que evite en lo posible la necesidad de referirse a las especificaciones o a la propuesta.

Todos los cambios aprobados por LA SUPERVISIÓN en el alcance o en la definición del sistema a suministrar deberán reflejarse en el documento mediante adendos o revisiones.

Como mínimo el documento de definición funcional del sistema deberá contemplar los siguientes temas:

- Visión general del Proyecto.
 - Alcance del sistema.
 - Funciones requeridas.
 - Diagramas de bloques por sistemas y subsistemas.
- Implantación del sistema.
 - Filosofía de las pruebas.
 - Mantenimiento y garantía.
- Funcionamiento del sistema.
 - Disponibilidad / Confiabilidad / Mantenimiento.
 - Tiempos de respuesta.
 - Dimensionamiento y ampliación del sistema.
 - Cargas del sistema.
 - Funcionamiento de los programas de aplicación.
- Soporte del sistema.
 - Entrenamiento.
 - Mantenimiento.
 - Herramientas y equipo de pruebas.
 - Garantías.
- Programas ("Software").

Definición del diseño, alcance, funciones, dimensionamiento e interrelación de los siguientes programas:

- Sistema operativo.
- Autodiagnóstico.
- Control de tráfico de datos, interfaces y periféricos.
- Compiladores.
- Ensambladores.
- Editor.
- Arranque del sistema, manejo de fallas y reinicio del sistema.
- Base de datos.
- Despliegues gráficos y de datos.
- Reportes y estadísticas.
- Programas de aplicación para supervisión y operación.
- Análisis y estadísticas.
- Funciones de mantenimiento.

14.4.2.5 Documentos de diseño, instalación, montaje y puesta en servicio

En este documento se deberán incluir todos los planos, esquemas, diagramas y especificaciones de todos los equipos objeto del suministro, los cuales deberán ser enviados a LA SUPERVISIÓN para su revisión y aprobación.

Los diagramas y planos que como mínimo se deberán incluir serán los siguientes:

- Diagrama de bloques general del sistema mostrando cada uno de los subsistemas y la interrelación existente.
- Diagrama de bloques por subsistema mostrando los principales componentes y su interrelación.
- Planos de detalle de cada equipo indicando dimensiones, con lista detallada de elementos y componentes como módulos y tarjetas, incluyendo los requerimientos de montaje.
- Disposición de equipos para cada uno de los sitios de instalación, mostrando dimensiones e indicando requerimientos de espacios libres, energía, ventilación y todos los requerimientos necesarios de adecuación del sitio para la instalación de los equipos.
- Diagramas y listas de cableado y conexión de cada uno de los equipos, indicando interfaces con otros equipos.
- Diagramas lógicos, esquemáticos y funcionales de cada equipo.

14.4.2.6 Documentación del hardware

Esta documentación consiste de:

- Planos del Hardware.

- Manuales de instalación.
- Manuales de mantenimiento.
- Seguimiento del equipo en mantenimiento.
- Lista de materiales del Hardware.

14.4.2.7 Planos del hardware

Todos los planos del hardware serán remitidos para revisión y aprobación de su calidad y contenido técnico.

En cada plano deberá identificarse claramente su función, el nombre del equipo, el plano predecesor, el plano siguiente y su número. El Contratista como parte de su propuesta, deberá incluir una lista por subsistema de todos los planos a ser enviados, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Diagramas de bloques del sistema completo, mostrando cada subsistema y sus unidades correspondientes.
- Diagramas de bloques de los subsistemas, mostrando las diferentes unidades de cada subsistema y la interconexión entre ellas.
- Planos de cada instalación realizada, mostrando: el lugar del equipo, el gabinete que resguarda la fuente de energía (codificada por número, nivel de voltaje, etc.) y dimensiones de los gabinetes
- Dibujos de la configuración de cada equipo alojado en los tableros o gabinetes, ilustrando el montaje de las tarjetas de control, las fuentes de poder, cables, subpaneles, interruptores, lámparas, módulos u otros equipos. Esto deberá ser lo suficientemente detallado, de tal forma que se puedan diferenciar, los cables de energía, de los cables para comunicación y de los cables de interconexiones
- Esquemas lógicos de los equipos para ayudar en su mantenimiento.

14.4.2.8 Documentos del software

El Contratista deberá suministrar toda la documentación necesaria para usar, mantener, modificar, expandir y mejorar el software suministrado por El Contratista. La documentación deberá incluir por lo menos lo siguiente:

Documentación del diseño preliminar y final del software

- Documentos de software del sistema estándar.
- Disquetes o CD de programas (códigos ejecutables para el software propio del suministrador y código fuente para todos aquellos programas que sean desarrollados específicamente para este proyecto).

Documentación del software diseñado

El Contratista deberá suministrar un documento que consigne el software preliminar y final diseñado para el sistema de automatización de la instrumentación geotécnica.

Este documento por lo menos deberá contener lo siguiente:

- El resumen del sistema completo usando textos y diagramas para ilustrar las funciones de software y la interrelación entre los subsistemas y las estructuras de datos.

- Los datos y el control realizado por cada función serán descritos a través de textos y diagramas. También se indicará el papel de cada tarea ejecutable y se deberá describir el encadenamiento entre las unidades de programa.
- Para cada módulo, el documento incluirá:
 - Una introducción de las funciones del módulo.
 - Una lista de módulos de los cuales el control es recibido y el dato pasado.
 - Secuencias que llaman al módulo, identificando el tipo y el formato del dato pasado.
 - Lista de módulos a los cuales el control es pasado, incluyendo una descripción del encadenamiento del módulo con los otros y el dato pasado.
 - Referencias a la base de datos, incluyendo el uso o la modificación de todos los datos referenciados.
 - Una descripción textual de la función del módulo y su secuencia de procesamiento, explicando "el por que" y "el como" se ha realizado el proceso.
 - Una descripción de técnicas especiales usadas, tales como modelos matemáticos o algoritmos.
 - Descripción de todas las estructuras de datos internas.
 - Descripción de cómo son usadas las condiciones de error.
 - Descripción de las características de programación del módulo tales como lenguaje, opciones de compilación y encadenamiento y las librerías requeridas.
 - Notas especiales aplicables (prioridad relativa, etc.).
 - Información sobre cómo está estructurada la base de datos, cómo es generada y cómo es mantenida y modificada.
 - Lista de todos los macros definidos externamente y que son empleados en el sistema, indicando el uso de cada uno y el archivo en el que son definidos.
 - Lista de todos los procedimientos o archivos de comandos indirectos empleados en el sistema o en desarrollo e integración del sistema.
 - Lista de todos los archivos indexados, archivos especiales, macros y librerías, caracterizando brevemente el contenido, el uso, y los métodos de acceso.
 - Descripción detallada de las opciones de generación del sistema y los parámetros usados.
 - Guía de interrupciones, asignación de periféricos, etc.
 - Glosarios, los cuales deben definir todos los símbolos especiales y las convenciones de notación usadas (diagramas de flujo). Los documentos deberán ser fáciles de referenciar y revisar.
 - Se deberá emplear un esquema de sección y paginación, tal que cada hoja sea identificada con un número único. Se deberá suministrar una tabla de contenidos detallada.

El Contratista deberá suministrar el documento del software de diseño final, con la descripción actualizada de todos los programas desarrollados. El documento final deberá estar completo y será autocontenido. El envío de solamente las páginas revisadas del documento preliminar no será aceptado.

Documentación del software estándar del sistema

El Contratista deberá proveer toda la documentación estándar dada por el fabricante de los computadores, incluyendo:

- Manuales de usuario del sistema operacional.
- Manuales de utilidades para el usuario.
- Manuales del lenguaje usado en el sistema.
- Manuales de procedimientos para generación del sistema.
- Manuales de gestión de archivos.

Disquetes y CD del programa

El Contratista deberá enviar los programas que comprenden el software del sistema en CD o disquetes. Deberá incluir dos copias de todos los programas suministrados por el fabricante del computador.

Si durante o después de las pruebas de aceptación en fábrica es cambiado algún programa, El Contratista deberá proveer las copias corregidas.

14.4.2.9 Documentación de las pruebas

El Contratista deberá suministrar la documentación de las pruebas, incluyendo lo siguiente:

- Procedimientos de las pruebas de aceptación en fábrica.
- Procedimientos de las pruebas de aceptación e sitio.
- Reportes de las pruebas.

14.4.2.10 Procedimientos de las pruebas de aceptación en fábrica

Estos procedimientos deberán ser preparados por El Contratista y remitidos a LA SUPERVISIÓN para su revisión y aprobación.

El procedimiento de las pruebas deberá definir las pruebas individuales y los procedimientos paso a paso requeridos para satisfacer los objetivos de cada prueba individual. Las pruebas serán diseñadas para verificar que la función opere correctamente. Cada paso de una de las pruebas incluirá la acción requerida y el resultado esperado.

El procedimiento de cada prueba incluirá lo siguiente:

- Para cada prueba definida:
 - Identificación de la prueba.
 - Nombre de la prueba.
 - Descripción breve de la prueba.
 - Objetivos de la prueba.
 - Requerimientos.
 - Pasos que incluyen la prueba.

- Indicación de las pruebas anteriores o posteriores, si es aplicable.
- Lista de las herramientas y /o equipos de medición necesarios para la prueba.
- Personal requerido.
- Formato de resultados de la prueba.
- Para cada paso de la prueba:
 - Número de pasos
 - Estímulo / acción.
 - Respuesta esperada.
 - Espacio para indicar si se pasa a la siguiente parte de la prueba o hay falla.
 - Espacio para anotar el número del reporte de falla (si lo hay).

Se hará un reporte de falla para cada paso de la prueba cuando en una de éstas ha fallado. Este reporte deberá incluir el número de identificación, la prueba y el número de paso en el cual hubo falla, descripción de la falla, descripción de la acción correctiva tomada, número de personas que ejecutaron la acción correctiva y el impacto de esta acción con otras funciones.

El reporte de fallas debe completarse antes de repetir la prueba paso a paso.

14.4.2.11 Reportes de pruebas

El Contratista deberá suministrar un reporte de pruebas que documente los resultados obtenidos de cada una de ellas.

Una copia de los procedimientos de pruebas hechas por El Contratista y certificadas por LA SUPERVISIÓN deberá ser incluida como parte de este reporte.

Además el reporte de pruebas deberá incluir:

- Datos de mantenimiento (este dato será representado en forma de registro de mantenimiento cuando es aplicable).
- Datos de ingeniería (son datos técnicos en los que se basan las pruebas, tales como, mediciones, y lecturas de parámetros específicos, certificación de la calibración de los equipos, etc.).
- Documentación de soporte (es la documentación que cubre cualquier simulación).
- Lista de equipos (lista de los equipos incluidos en la configuración de las pruebas).

La documentación dada deberá ser remitida a LA SUPERVISIÓN para comentarios y aceptación.

La documentación del sistema incluirá como mínimo lo siguiente sin limitarse a los siguientes numerales.

14.4.2.12 Manuales de instalación

El Contratista deberá suministrar los manuales de instalación detallados para cada uno de los equipos, incluyendo los procedimientos de arranque la pruebas y verificaciones iniciales.

14.4.2.13 Procedimientos de las pruebas de aceptación en sitio

El contenido de estos procedimientos será similar a de las pruebas de aceptación en fábrica, con las modificaciones requeridas debido al hecho de que el equipo esté instalado en el ambiente real de trabajo.

14.4.2.14 Reportes de pruebas

El Contratista deberá suministrar un reporte de pruebas que documente los resultados obtenidos de cada una de ellas.

Una copia de los procedimientos de pruebas hechas por El Contratista y certificadas por LA SUPERVISIÓN deberá ser incluida como parte de este reporte.

Además el reporte de pruebas deberá incluir:

- Datos de mantenimiento (este dato será representado en forma de registro de mantenimiento cuando es aplicable).
- Datos de ingeniería (son datos técnicos en los que se basan las pruebas, tales como, mediciones, y lecturas de parámetros específicos, certificación de la calibración de los equipos, etc.).
- Documentación de soporte (es la documentación que cubre cualquier simulación).
- Lista de equipos (lista de los equipos incluidos en la configuración de las pruebas).

La documentación dada deberá ser remitida a LA SUPERVISIÓN para comentarios y aceptación.

La documentación del sistema incluirá como mínimo lo siguiente sin limitarse a los siguientes numerales.

14.4.2.15 Información técnica para operación y mantenimiento

A más tardar 15 días calendario antes de la fecha programada de llegada de los equipos al sitio de la obra, El Contratista deberá suministrar copias de los manuales de operación y mantenimiento. Estas instrucciones detalladas, con planos en reducción, listas de partes y catálogos, deberán incluir toda la información que pueda requerir la operación, mantenimiento, reparación, desmontaje e identificación de partes de todos los equipos suministrados. El envío debe incluir, sin limitarse, a lo siguiente:

- Descripción del equipo completo incluyendo todas las partes y accesorios.
- Lista final de planos.
- Lista final de catálogos.
- Instrucciones de mantenimiento.
- Instrucciones de operación.
- Informes de fábrica.
- Informes de seguro.
- Datos de pruebas en fábrica.
- Curvas de trabajo y ajustes.
- Normas de seguridad.

- Instrucciones de montaje y desmontaje.
- Registros obtenidos de características garantizadas.
- Listas completas de los suministros.

Toda la documentación final (As –Built) a ser suministrada por El Contratista deberá ser entregada en medios reproducibles tanto en papel como en medio magnético.

El Contratista deberá suministrar seis juegos de documentación completa del sistema, con posterioridad a las pruebas de aceptación en fábrica, los cuales deberán ser actualizados y complementados por El Contratista reflejando todos los cambios y modificaciones acordados durante la fase de implementación del sistema y los resultados de las pruebas.

Para la elaboración del programa de entregas de la documentación El Contratista deberá considerar que LA SUPERVISIÓN tomará 20 días para la revisión y generación de comentarios o aprobaciones.

Manuales de mantenimiento

El Contratista deberá suministrar manuales de mantenimiento para cada uno de los equipos. Cada manual deberá contener la siguiente información como mínimo:

- Teoría de operación. Deberá incluirse una descripción de cómo opera el equipo.
- Mantenimiento preventivo. Instrucciones que incluyan chequeos visuales, exámenes del hardware y software, rutinas de diagnóstico, ajustes necesarios y calibración para el mantenimiento periódico.
- Solución de problemas de operación. Instrucciones con el suficiente detalle para la rápida localización de una falla. Las instrucciones deberán incluir los equipos de prueba y su uso.
- La información sobre la operación de los equipos deberá ser clara y concisa, lo mismo que los diagramas de los circuitos eléctricos, electrónicos y mecánicos del sistema.
- Medidas. Corresponde a una tabulación de todas las medidas eléctricas que el fabricante espera realizar durante las pruebas iniciales y cuando el sistema esté listo para puesta en operación.
- Reparación. Información de partes, respecto a esquemas, dibujos, identificación de cada módulo reemplazable y las componentes de cada módulo.
- Diagnósticos. La descripción de los diagnósticos deberá incluir la siguiente información para cada pieza de hardware que pueda ser examinada:
 - Elementos o componentes a ser examinados.
 - Método del diagnóstico.
 - Instrucciones para empezar el programa.
 - Instrucciones de operación.
 - Definición de la respuesta esperada.
 - Interpretación de mensajes de error.

14.4.2.16 Registro de los equipos en mantenimiento

El Contratista deberá mantener registros actualizados de todos los mantenimientos correctivos y predictivos, de las modificaciones hechas a los equipos que comprenden el sistema. Tales

registros empezarán para cualquier sistema que se ponga en funcionamiento, continuaran durante el período de la prueba de disponibilidad y hasta cuando el sistema sea recibido por parte de LA SUPERVISIÓN.

Los registros deberán identificar como mínimo lo siguiente:

- El número de serie del equipo.
- La fecha de entrada.
- Descripción del problema o razón para las modificaciones.
- Acción correctiva tomada.
- Tiempo de reparación.

14.4.2.17 Documentación final

El Contratista deberá suministrar la documentación del usuario, incluyendo:

- Manual de ingeniería del sistema.
- Manual de operadores.

Manual de ingeniería del sistema

Estos manuales los usará LA SUPERVISIÓN para el mantenimiento del sistema suministrado por El Contratista. Los manuales deberán contener la información suficiente para que puedan ser usados como manuales de capacitación del personal que va a operar los equipos.

Los manuales incluirán lo siguiente:

- Descripción general del software del sistema y sus características.
- Guías para modificar el sistema y para expansiones futuras.
- Procedimientos detallados para la generación de la base de datos y sus modificaciones.
- Procedimientos detallados para la generación de reportes y sus modificaciones.
- Procedimientos detallados para edición de archivos (ejemplo: expandir archivos y modificar parámetros).
- Procedimientos detallados para crear copias de respaldo de los diferentes programas, despliegues, etc.

Manual de operadores

Estos manuales servirán como introducción completa al sistema, como guía detallada de todos los enlaces de operación y los procedimientos necesarios para el correcto uso del sistema.

14.4.3 Procedimientos de aprobación de los planos, información y documentos técnicos entregados por el contratista

Cualquier trabajo de fabricación, montaje o instalación que se haga antes de la aprobación de los planos, información y documentos técnicos, será por cuenta del Contratista. El Contratista entonces correrá por su cuenta con los cambios que sean necesarios para obtener la aprobación de LA SUPERVISIÓN.

La aprobación de los planos, información o documentos técnicos del Contratista, no lo liberan de su obligación de cumplir con todos los requisitos establecidos en los documentos del contrato ni de su responsabilidad por el correcto funcionamiento de los equipos y del sistema.

La información técnica que se devuelva al Contratista, marcado con el sello "APROBADO EXCEPTO LO ANOTADO", lo autoriza para proceder con la fabricación o la compra del equipo incluido en ella, sujeto a las correcciones, si es que las hay. La información técnica que se devuelva al Contratista como " DEVUELTO PARA CORRECCIÓN", no lo autoriza para iniciar el trabajo.

Cuando la información técnica se devuelva al Contratista con el sello "APROBADO EXCEPTO LO ANOTADO " o " DEVUELTO PARA CORRECCIÓN", El Contratista deberá hacer las correcciones necesarias y volverlos a someter a aprobación dentro de los 20 días siguientes a la fecha de recepción, si por alguna razón los cambios indicados por LA SUPERVISIÓN no se incorporan, El Contratista deberá enviar la correspondiente explicación técnica. LA SUPERVISIÓN se reserva el derecho de aceptar o rechazar dicha explicación en todos los casos, El Contratista sólo podrá terminar la fabricación y hacer el despacho correspondiente del equipo cuando todos los planos, información y documentos técnicos sean marcados con el sello de "APROBADO EN GENERAL".

En ningún caso la aprobación libera al Contratista del cumplimiento de las especificaciones a menos que las desviaciones a las especificaciones hayan sido aprobadas explícitamente.

Si El Contratista considera necesario hacer modificaciones a un plano aprobado, deberá volverlo a someter a la aprobación de LA SUPERVISIÓN de la misma manera que lo hizo por la primera vez, junto con una explicación técnica completa de dicho cambio.

14.4.4 Pruebas y puesta en servicio

El Contratista efectuará un conjunto de pruebas para demostrar que el sistema objeto es operativo y para determinar la calidad y repetitividad de los instrumentos, para lo cual efectuará cada una de las pruebas siguiendo los procedimientos aprobados y presentando los correspondientes informes de las pruebas.

Las pruebas se efectuarán de acuerdo con protocolos establecidos por El Contratista y aprobados por LA SUPERVISIÓN, basados en normas internacionales.

14.4.4.1 Pruebas en fábrica

El Contratista deberá realizar las pruebas en fábrica a los instrumentos, equipos y programas, con base en normas reconocidas internacionalmente.

Todo el equipo se somete a una inspección visual y de sus dimensiones, así como a las pruebas de rutina del fabricante.

El Contratista evaluará por su cuenta y cargo las pruebas en fábrica. Las evaluaciones serán sometidas a aprobación de LA SUPERVISIÓN y se presentarán junto con el reporte de prueba.

Para los computadores, las pruebas en fábrica del sistema incluirán entre otras: inventario de todos los equipos, módulos, tarjetas y programas; prueba de equipos periféricos como unidades de disco e impresoras; prueba del sistema operativo, base de datos y programas de utilidad, así como el software de aplicación; prueba de la adecuada operación de todos los equipos y protocolo de comunicación y verificación del voltaje de alimentación de los equipos y de su interconexión.

El Contratista entregará los reportes de las pruebas en fábrica a LA SUPERVISIÓN. Los reportes incluyen una descripción del ítem probado, una breve descripción del procedimiento de prueba, los valores medidos, los resultados de los cálculos y las conclusiones de los resultados de las pruebas.

14.4.4.2 Pruebas de campo

Todos los equipos e instrumentos deberán probarse individualmente en el sitio de trabajo para verificar su correcto funcionamiento.

Se tendrá instrumentación adecuada para verificar la exactitud, posición, respuesta y confiabilidad de cada instrumento o equipo.

Se verificará que cada instrumento o equipo llegue en las mismas condiciones en que salió de fábrica.

El Contratista realizará las pruebas en coordinación con LA SUPERVISIÓN, de manera de no crear inconvenientes con otras labores de instalación. Las fallas encontradas durante la realización de las pruebas serán corregidas por El Contratista a satisfacción de LA SUPERVISIÓN, sin costo adicional y de acuerdo con los cronogramas aprobados.

14.4.5 Operación del sistema de instrumentación

El Contratista deberá suministrar el personal capacitado necesario para la operación de los equipos del sistema de adquisición, almacenamiento y procesamiento de datos de la instrumentación durante la construcción de las obras civiles hasta la entrega de las mismas. LA SUPERVISIÓN designará personal para que participe en esta actividad, sin que por esto se exonere la responsabilidad del Contratista.

14.4.6 Resumen de instrumentos a automatizar

DESCRIPCION	CANTIDAD	DESTINO
Piezómetros de hilo vibrante	10	Caseta C – 3
Celdas de presión	4	Caseta C – 1
Celdas de presión	4	Caseta C – 2
Celdas de presión	2	Caseta C – 3
Celdas de asentamiento	7	Caseta C – 1
Celdas de asentamiento	8	Caseta C – 2
Celdas de asentamiento	3	Caseta C – 3
Acelerógrafos	1	Caseta Cresta de la presa
Acelerógrafos	1	Caseta galería de acceso

14.4.7 Repuestos

El Contratista deberá suministrar en el momento de la entrega de las obras civiles como mínimo el 10% del total instalado de tarjetas, conectores, terminales de cada tipo para los sistemas de instrumentación de la presa y de adquisición, almacenamiento y procesamiento de la información, incluyendo como mínimo una unidad en cualquier caso que el 10% sea inferior a la unidad. Como repuesto también se deberá incluir una unidad de lectura de los sensores.

Todas las partes de repuesto deben ser intercambiables con las partes originales y deben ser del mismo material.

Todas las partes de repuesto deben ser tratadas y puestas en caja como se requiere para preservarlas contra deterioro de almacenamiento. Las cajas deben ser claramente marcadas para identificación de las partes que contienen.

Durante el período de la construcción de obras civiles El Contratista deberá disponer de suficiente cantidad de repuestos necesarios para garantizar una disponibilidad del 100% del sistema.

14.5 MEDIDA Y PAGO

14.5.1 Generalidades

La parte de la instrumentación por llevar a cabo a los precios unitarios y globales de los Ítems 14 de la Lista de cantidades y precios, consistirá en la ejecución de todo lo requerido para llevar a cabo la instrumentación de la presa y las excavaciones subterráneas y deberá incluir el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipo y mano de obra necesarios para completar esta parte de la obra incluyendo los dispositivos de adquisición, almacenamiento y procesamiento de datos y todos los demás trabajos relacionados con la misma que no tendrá medida ni pago por separado.

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- Suministro de materiales, elaboración y colocación de hormigón convencional para la construcción de casetas terminales y vertederos, según lo especificado en el Capítulo 11 - Hormigón convencional -.
- Suministro e instalación del acero de refuerzo para la construcción de casetas terminales y vertederos, según lo especificado en el Capítulo 13 - Acero de refuerzo -.
- Suministro, colocación y compactación de los rellenos utilizados durante la instalación y para protección de los instrumentos, según lo especificado en el Capítulo 6 - Rellenos misceláneos -.
- Ejecución de la excavación para la fundación de los vertederos triangulares, según lo especificado en el Capítulo 2 – Excavaciones en corte abierto -.
- El suministro e instalación de instrumentación adicional a las cantidades tentativas que se muestran en los planos, de acuerdo con lo especificado en este capítulo.

14.5.2 Trabajos que no tendrán medida ni pago por separado

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- La colocación de tubería de conducción de cables y tuberías de protección para los instrumentos que lo necesiten y las excavaciones o perforaciones necesarias para corregir la posición o reemplazar los instrumentos defectuosos indicadas por LA SUPERVISIÓN.
- El suministro, colocación e instalación de la tubería de revestimiento, acoples, camisas, accesorios y equipo necesario para instalar y mantener todos los instrumentos.
- Las puertas, ventanas, sistemas de iluminación, accesos, acoples y elementos necesarios en las casetas terminales y el mantenimiento y aseo de las mismas durante la construcción de la presa y hasta seis meses después de terminada ésta.
- Las perforaciones en roca o material aluvial que sean necesarias para la instalación de instrumentos que así lo requieran.
- La construcción de instalaciones temporales con todos los equipos terminales y accesorios necesarios para la medición de los instrumentos durante la construcción de la fase previa a la construcción de las casetas terminadas definitivas. Tampoco tendrá medida ni pago la interferencia que esta actividad pueda crear con el avance de la construcción de la presa.
- El extracosto que pueda conllevar el suministro e instalación de cantidades de instrumentos adicionales a las cantidades tentativas mostradas en los planos.
- Los extracostos y atrasos que puedan ser causados por cualquier demora en el suministro e instalación de los instrumentos.

- La reparación, reinstalación o reemplazo de cualquier instrumento dañado por negligencia del Contratista o por acción de su equipo o de su personal, así como la instalación de cualquier instrumento que no se ajuste a lo mostrado en los planos, a lo establecido en las especificaciones o a las recomendaciones dadas por el fabricante; tampoco tendrá compensación adicional de ninguna índole por las suspensiones que ordene LA SUPERVISIÓN en la construcción del relleno hasta cuando se completen dichos cambios o reparaciones a satisfacción de la misma.
- Las pruebas en fábrica, el suministro, la instalación, las pruebas de campo, la puesta en operación y mantenimiento del equipo de adquisición, almacenamiento y procesamiento de datos relacionados con la instrumentación.
- Todos los demás trabajos que deberá ejecutar El Contratista para cumplir lo especificado en este capítulo y que no son objeto de ítems separados de pago.

14.5.3 Requisitos para medida y pago de la instrumentación de la presa

El trabajo por ejecutar a los precios unitarios y globales de los ítems 14 de la Lista de cantidades y precios deberá incluir las pruebas y lecturas iniciales, a satisfacción de LA SUPERVISIÓN, de todos los instrumentos antes de que éstos se cubran con material de relleno; la operación y mantenimiento de todos los instrumentos y tableros terminales durante el período de construcción de la presa y de las excavaciones subterráneas anexas y por un período de tiempo adicional de seis meses después de la terminación de éstas. Los instrumentos que requieran dispositivos para adquisición, almacenamiento y procesamiento de datos deberán tener incluido en el precio unitario el correspondiente costo de estos dispositivos.

Para todos los instrumentos se pagará el 80% del valor de aquellos instrumentos que se hayan instalado y se encuentren en perfectas condiciones de operación a satisfacción de LA SUPERVISIÓN. El 20% restante será retenido por un período mínimo de seis meses después de la terminación del proyecto o mayor hasta cuando los ensayos demuestren que los instrumentos están en buenas condiciones de trabajo. Por terminación del proyecto debe entenderse la terminación de la construcción del relleno de la presa hasta la cota final mostrada en los planos.

14.5.4 Descripción de ítems de pago

14.5.4.1 Piezómetros de observación - Ítem 14.1

- Medida

La medida para el pago de los piezómetros de observación será el número de metros aproximado al entero más cercano, de tubería instalada, ensayada y operando en perfectas condiciones a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

- Pago

El pago de los piezómetros de observación se hará al precio unitario del ítem 14.1 de la Lista de cantidades y precios. En el precio unitario deberán estar incluidos los costos de suministro e instalación de las tuberías, los elementos de protección y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento, de acuerdo con lo mostrado en los planos y lo ordenado por LA SUPERVISIÓN.

14.5.4.2 Piezómetros de hilo vibrante - Ítem 14.2

- Medida

La medida para pago de los piezómetros de hilo vibrante de la fundación y de los estribos será el número de piezómetros suministrados, instalados, ensayados y operando adecuadamente a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

- Pago

La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario del Ítem 14.2 de la Lista de cantidades y precios consistirá en el suministro, instalación, ensayos, operación, mantenimiento y reparación de piezómetros de hilo vibrante de la fundación y de los estribos en caso de que sea necesario. En el precio unitario del Ítem 14.2 deberán incluirse los costos de excavación de las zanjas para instalación de los conductos de cables desde el piezómetro hasta las casetas terminales; los costos de las actividades necesarias para el manejo provisional de los cables, mientras se construyen las casetas terminales; la conexión de los piezómetros y las unidades terminales de lectura con sistema de almacenamiento automático de datos; y la protección de los piezómetros y conexiones, todo de acuerdo con estas especificaciones.

14.5.4.3 Celdas de asentamiento de hilo vibrante - Ítem 14.3

- Medida

La medida para pago de las celdas de asentamiento de hilo vibrante será el número de estos aparatos instalados, ensayados y operando en buenas condiciones a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

- Pago

El pago de las celdas de asentamiento de hilo vibrante se hará al precio unitario del Ítem 14.3 de la Lista de cantidades y precios. En el precio unitario deberán estar incluidos los costos de suministro e instalación de las unidades terminales para la lectura de las celdas; de la instalación de conductos desde las celdas a las zanjas y de allí a las casetas terminales; de la conexión de las celdas y las unidades terminales con sistema de almacenamiento automático de datos, del sistema manual de desaireación, de la protección de las celdas y conexión, todo de acuerdo con estas especificaciones.

14.5.4.4 Celdas de presión total - Ítem 14.4

- Medida

La medida para pago de las celdas de presión total será el número de celdas suministradas, instaladas, ensayadas y operando adecuadamente a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

- Pago

La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario del Ítem 14.4 de la Lista de cantidades y precios consistirá en el suministro, instalación, ensayo, operación, mantenimiento y reparación de las celdas de presión total en caso de que sea necesario. En el precio unitario deberán estar incluidos los costos de excavación de zanjas, de la instalación de conductos desde las celdas a las zanjas principales y de allí a las casetas terminales, de la conexión de las celdas y las unidades terminales de lectura con sistema de almacenamiento automático de datos, de la protección de las celdas y conexiones, los costos de las actividades necesarias para el manejo provisional de los cables mientras se construyen las casetas terminales.

14.5.4.5 Medidores de juntas - Ítem 14.5

- Medida

La medida para el pago de los grupos de medidores de juntas de tres ejes será el número de grupos de estos aparatos, suministrados e instalados por El Contratista a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

- Pago

El pago por cada grupo de tres ejes de estos aparatos se hará al precio unitario del ítem 14.5 de la Lista de cantidades y precios. El precio unitario deberá incluir el costo del suministro e instalación de los grupos, debidamente aceptados y operando a satisfacción de LA SUPERVISIÓN, la conexión y las unidades terminales de lectura con sistema de almacenamiento automático de datos.

14.5.4.6 Acelerógrafos - Ítem 14.6

- Medida

No se hará medida para pago por los dos acelerógrafos que se deberán instalar en el área de la presa.

- Pago

La parte de la instrumentación por llevar a cabo al precio global del Ítem 14.6 de la Lista de cantidades y precios consistirá en el suministro, instalación, ensayo, operación e interconexión de dos acelerógrafos. En el precio global deberán quedar incluidas, las excavaciones y rellenos necesarios para la instalación, el hormigón y los elementos metálicos que se requieran para las estructuras en donde se instalen los acelerógrafos, conforme a lo mostrado en los planos, a lo establecido en estas especificaciones o indicado por LA SUPERVISIÓN y la comunicación con el computador central.

14.5.4.7 Puntos de control superficial - Ítem 14.7

Puntos superficiales sobre el relleno de la presa - Ítem 14.7.1

- Medida

La medida para pago de los puntos superficiales de referencia sobre el relleno de la presa, para medida de movimientos horizontales y verticales será el número de estos puntos que sean construidos a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

- Pago

El pago por los puntos superficiales de referencia sobre el relleno de la presa, para medida de movimientos horizontales y verticales se hará al precio unitario del Ítem 14.7.1 de la Lista de cantidades y precios. En el precio unitario deberán quedar incluidos los trabajos de perforación, excavación, vaciado de hormigón y/o lechada de cemento, acero de refuerzo, barras de acero galvanizado para el extremo expuesto, acoples para prismas, software para adquisición y procesamiento de datos vía PC nivelación de precisión y alineamiento de los puntos, todo conforme a lo mostrado en los planos, establecido en estas especificaciones y a las indicaciones de LA SUPERVISIÓN.

Puntos superficiales sobre la cara de hormigón - Ítem 14.7.2

- Medida

La medida para pago de los puntos superficiales de referencia sobre la cara de hormigón para medida de movimientos horizontales y verticales será el número de estos puntos que sean construidos a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

- Pago

El pago por los puntos superficiales sobre la cara de hormigón para medida de movimientos horizontales y verticales se hará al precio unitario del ítem 14.7.2 de la Lista de cantidades y precios. En el precio unitario deberán estar incluidos los trabajos de adecuación, preparación, vaciada de hormigón y/o lechada de cemento, o resina, suministro de barras de acero galvanizado expuestas al aire, acoples para prismas, localización y nivelación topográfica de precisión, todo de acuerdo con lo mostrado en los planos, lo establecido en estas especificaciones y lo ordenado por LA SUPERVISIÓN.

14.5.4.8 Mojones de referencia - Ítem 14.8

- Medida

La medida para pago de los mojones superficiales de referencia, sobre roca, será el número de estos mojones que sean construidos a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

- Pago

El pago de los mojones superficiales de referencia, sobre roca, se hará al precio unitario del ítem 14.8 de la Lista de cantidades y precios. En el precio unitario deberán quedar incluidos los trabajos de excavación en material suelto y en roca, el suministro y colocación de hormigón, acero de refuerzo, varilla galvanizada expuesta al aire, localización y nivelación topográfica de precisión, todo de acuerdo con lo mostrado en los planos, lo establecido en estas especificaciones y lo ordenado por LA SUPERVISIÓN.

14.5.4.9 Extensómetro de cinta en excavaciones subterráneas - Ítem 14.9

Extensómetros de cinta - Ítem 14.9.1

- Medida

La medida para el pago de los extensómetros de cinta será el número de estos instrumentos nuevos suministrados por El Contratista y operando a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

- Pago

El pago por cada extensómetro de cinta operando a satisfacción de LA SUPERVISIÓN se hará al precio unitario Ítem 14.10.1 de la Lista de cantidades y precios.

Argollas para medida con extensómetros de cinta - Ítem 14.9.2

- Medida

La medida para el pago de las argollas para medida con los extensómetros de cinta será el número de pares de estas argollas suministradas e instaladas por El Contratista a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

- Pago

El pago por el par de argollas para medida con extensómetro de cinta se hará al precio unitario del Ítem 14.9.2 de la Lista de cantidades y precios. El precio unitario deberá incluir el costo total por suministro y colocación de cada par de argollas a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

14.5.4.10 Interrogadores Portátiles con memoria o consola - Ítem 14.10

- Medida

La medida para pago de las unidades de lectura para la instrumentación del tipo Hilo Vibrante y para piezómetros de observación será igual al número de unidades suministradas, instaladas, ensayadas y operando a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

- Pago

El pago por las unidades de lectura se hará a los siguientes precios unitarios del Ítem 14.10 de la Lista de cantidades y precios:

Ítem 14.10	Interrogadores portátiles con memoria o consola.
Ítem 14.10.1	Unidades de adquisición y almacenamiento de datos para instrumentación tipo hilo vibrante
Ítem 14.10.2	Unidades de lectura para los piezómetros de observación.

14.5.4.11 Equipo y programas para automatización y evaluación de la información - Ítem 14.11

- Medida

La medida para el pago de los computadores será el número de computadores tipo PC laptop o tipo escritorio con sus respectivos programas e impresoras gráficas a color, suministrados por El Contratista a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

- Pago

El pago de los computadores portátiles, fijos y las impresoras gráficas a color, se hará a los siguientes precios unitarios del Ítem 14.11 de la Lista de cantidades y precios:

Ítem 14.11	Equipos y programas para automatización y evaluación de la Información
Ítem 14.11.1	Microcomputador PC tipo "Laptop"
Ítem 14.11.2	Microcomputador PC tipo escritorio
Ítem 14.11.3	Impresora gráfica a color

Ítem 14.11.3 Software básico y desarrollo de aplicación para evaluación de la información de la instrumentación.

14.5.4.12 Casetas de instrumentación Ítem 14.12

- Medida

La medida para el pago de las casetas de instrumentación será el número de casetas, suministrados e instaladas por El Contratista a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

- Pago

El pago por cada caseta se hará al precio unitario del ítem 14.12 de la Lista de cantidades y precios. El precio unitario deberá incluir el costo del suministro y colocación de todos los elementos necesarios para llevar a cabo la instalación de la caseta a satisfacción de LA SUPERVISIÓN.

En el precio unitario deberán quedar incluidas, las excavaciones y rellenos necesarios para la instalación, el hormigón y los elementos metálicos que se requieran para las casetas de instrumentación, conforme al numeral 14.4.2 de estas especificaciones, o indicado por LA SUPERVISIÓN.

14.6 ÍTEMS DE PAGO

Ítem	Descripción	Unidad de Medida
14.1	Piezómetros de observación	m
14.2	Piezómetros de hilo vibrante	un
14.3	Celdas de asentamiento de hilo vibrante	un
14.4	Celdas de presión total	un
14.5	Medidores de juntas	un
14.6	Acelerógrafos	S.G.
14.7	Puntos de control superficial	
14.7.1	Puntos superficiales sobre el relleno de la presa	un
14.7.2	Puntos superficiales sobre la cara de hormigón	un
14.8	Mojones de referencia	un
14.9	Extensómetros de cinta	
14.9.1	Extensómetros de cinta	un
14.9.2	Argollas para medidas con extensómetro	Par
14.10	Interrogadores Portátiles con Memoria o Consolas	Un
14.10.1	Unidades de adquisición y almacenamiento de datos para instrumentación tipo hilo vibrante.	un
14.10.2	Unidades de lectura para los piezómetros de observación.	un
14.11	Equipo y Programas para Automatización, transmisión y Evaluación de la Información	
14.11.1	Microcomputador PC tipo "Laptop"	un
14.11.2	Computador PC tipo escritorio	un
14.11.3	Impresora gráfica a color	un
14.11.4	Software básico y desarrollo de aplicación para evaluación de la información de la Instrumentación	S.G.
14.12	Casetas de Instrumentación	un
14.13	Electroniveles	un
14.14	Medidores triortogonales de junta mecánica	un
14.15	Reloj comparador tipo multitoyo o similar	un
14.16	Grupo de 3 medidores junta de hilo vibrante	un
14.17	Extensómetros de barra	un
14.18	Barras para extensómetros	un