



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de  
Junín y Ayacucho

## **ANEXO C**

### **ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**

#### **ESTUDIO GEOTÉCNICO CON FINES DE CIMENTACIÓN Y PAVIMENTACIÓN**

##### **1.0 OBJETIVO DEL ESTUDIO**

El objetivo del estudio es obtener información técnica sobre las características geotécnicas de cada uno de los estratos que conforman el perfil del suelo por cada uno de los puntos de exploración con la finalidad de caracterizar geotécnicamente el suelo de cimentación del predio, determinar la presión admisible del suelo, caracterizar dinámicamente el perfil del suelo mediante ensayos geofísicos (refracción sísmica, MASW1D, MAM y ensayos geo eléctricos – SEV y/o tomografía eléctrica, etc.), evaluar la condición de estabilidad de los taludes de corte en caso existiese desniveles en la topografía y además realizar el diseño pavimentos para estacionamientos y diseño de losas de piso y veredas internas.

Dicha información permitirá elaborar los informes de Estudios de mecánica de suelos con fines de cimentación y pavimentación, que finalmente permitirán la elaboración del Expediente Técnico para el proyecto "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION SUPERIOR TECNOLOGICA DEL IESTP ABANCAY, DISTRITO DE ABANCAY - PROVINCIA DE ABANCAY - DEPARTAMENTO DE APURIMAC", de la sede principal del IESTP, ubicado en la Avenida Huayna Cápac y la avenida Circunvalación s/n – Abancay, distrito de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac y la sede San Gabriel del IESTP Ubicado en la trocha carrozable S/N – Abancay, distrito de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac.

##### **2.0 NORMAS Y REGLAMENTOS:**

La ejecución del estudio deberá realizarse de acuerdo con las Disposiciones Legales y Normas Técnicas vigentes:

- a) Reglamento Nacional de Edificaciones y sus Normas Técnicas de Edificación vigentes
- b) Normas sobre consideraciones de Mitigación de Riesgo ante cualquier desastre en términos de organización, función y estructura.
- c) Norma N° 011-2019-TR "Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Sector Construcción"
- d) Norma E.050 "Suelos y Cimentaciones" del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente
- e) Norma E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, vigente.
- f) Norma E.060 "Concreto armado"
- g) Norma CE.020 "Estabilización de Suelos y Taludes" vigente.
- h) Norma CE.010 "Pavimentos Urbanos" vigente
- i) Norma G.050 "Seguridad en la Construcción" vigente
- j) Manual del MTC para el diseño de Caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito: Criterios de diseño de Drenaje subterráneo
- k) Normas ASTM para exploración de suelos y ensayos de laboratorio
- l) Normas ASTM, normas ACI, y demás estándares, códigos o guías complementarias.



BICENTENARIO  
PERÚ  
2024



### 3.0 COORDINACION PREVIA

El PROFESIONAL RESPONSABLE deberá obligatoriamente sostener una reunión, al inicio del servicio que permita establecer los requerimientos y detalles referidos en los TDR y de aquello requerido por la ENTIDAD para el servicio, que permita además facilitarle información existente y/o relevante sobre la estructura proyectada (arquitectura, distribución, estructuras, etc.)

La ubicación de los puntos de exploración, así como la profundidad de exploración (excavaciones, toma de muestras y prospección geofísica) deberán considerar como mínimo todo lo que establece el presente documento. Por lo tanto, en caso no se estime considerar algo especificado en estos TDR esto deberá ser aprobado **únicamente** por la Entidad.

Los ensayos de laboratorio deben ejecutarse en:

- Laboratorios de instituciones públicas o privadas de reconocido prestigio,
- Laboratorios cuyos equipos cuenten con certificados de calibración validados por laboratorios de metrología acreditados por INACAL.
- Los ensayos ejecutados y presentados cuyos equipos no cuenten con certificados de calibración y/o calidad/garantía, no serán validados,
- Los certificados tienen una vigencia de 06 meses
- Pauta normativa: Normas Técnicas Peruanas (NTP) Manual de Ensayos de Materiales MTC 2003.MTC E001 2003.

### 4.0 SEGURIDAD DURANTE LAS EXPLORACIONES

Todos los trabajos de campo realizados deberán estar bajo normativas que aseguren la seguridad de todo el personal a intervenir, tomar como referencia la Norma N°011-2019-TR "Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Sector Construcción. Considerar que cualquier eventualidad queda bajo responsabilidad del proveedor del servicio.

### 5.0 DE LOS ENSAYOS INSITU MÍNIMOS A REQUERIR

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico que nos permita definir las propiedades físicas y dinámicas del suelo, así como determinar las condiciones de cimentación y acciones a tomar para su ejecución, se deberán realizar como mínimos los siguientes estudios in situ, quedando a criterio del consultor el agregar más estudios que permitan definir con claridad las propiedades físicas y dinámicas del suelo de fundación.

Los estudios de campo mínimo a realizar son los siguientes:

- Excavación del tipo calicatas y/o perforaciones.
- Excavación del tipo auscultaciones.
- Ensayos de penetración.
- Ensayos de densidad en campo.
- Prospección Geofísicos y geoelectrónicos.

#### 5.1 EXCAVACIÓN DEL TIPO CALICATAS Y/O PERFORACIONES

##### 5.1.1 DE LA CANTIDAD DE CALICATAS Y/O PERFORACIONES:

Se deberá realizar calicatas y/o perforaciones para las edificaciones, estacionamientos y/o zonas de circulación peatonal o vehicular, muros perimétricos y/o estructuras de contención o estabilización proyectados.



BICENTENARIO  
PERÚ  
2024





*Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de  
Junín y Ayacucho*

### **PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES**

Para la estructura de cimentación de las edificaciones proyectadas, la cantidad de calicatas y/o perforaciones deberá determinarse obligatoriamente respetando lo indicado en la Norma Técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones” vigente. Considerar lo indicado en las tablas N°1 Y N°6 de la norma en mención. Información de la cantidad de calicatas realizadas deberá ser sustentada a detalle en el Informe de estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación y pavimentación. Se deberá tomar en cuenta que estructuras enterradas o elevadas, como tanques elevados o cisternas deben tener como mínimo una calicata solo para dichas estructuras.

### **PARA ESTACIONAMIENTOS Y/O ZONAS DE CIRCULACION PEATONAL Y/O VEHICULAR**

En el caso de pavimentos, las calicatas deberán ser dependiendo de la cantidad de áreas destinadas a estacionamientos y de tránsito vehicular y/o peatonal. Deberá considerarse obligatoriamente lo establecido en la Norma CE.010 “Pavimentos Urbanos” vigente, así como las normativas del MTC.

### **PARA MUROS PERIMÉTRICOS**

La cantidad de calicatas deberá determinarse obligatoriamente respetando lo indicado en la Norma Técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones” vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones. Información que deberá ser sustentada a detalle en el Informe de estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación y pavimentación. Adicionalmente se ha de tomar en cuenta que estas han de abarcar toda la longitud del perímetro. Consideran en caso los muros perimétricos sean o necesiten de un muro de contención, la cantidad de calicatas deberá ser tal que permita definir la estratigrafía en la parte superior e inferior del muro de contención.

### **PARA ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ESTABILIZACIÓN**

Se debe tomar en cuenta en caso la topografía presente desniveles o pendientes que nos lleven a necesitar estructuras de contención o estabilización dentro del proyecto, se deberá de hacer calicatas solo para este tipo de estructuras, se ha de considerar los desniveles como referencia para la determinación de la cantidad de calicatas y la Norma Técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones. Información que deberá ser sustentada a detalle en el Informe de estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación y pavimentación. Considerar que la cantidad de calicatas deberá ser tal que permita definir la estratigrafía en la parte superior e inferior del muro de contención.

## **5.1.2 DE LA UBICACIÓN DE CALICATAS Y/O PERFORACIONES:**

### **PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES Y PAVIMENTACIÓN**

En el caso de las estructuras de cimentación, la ubicación de calicatas deberá determinarse obligatoriamente respetando lo indicado en la Norma Técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones” vigente. Considerar que estas deberán de abarcar en su totalidad el área del proyecto siendo distribuidas de tal manera que la información obtenida pueda ser referenciada con los estudios geofísicos y ensayos de penetración dinámica. Información que deberá ser sustentada a detalle en el Informe de estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación y pavimentación. Se deberá tomar



BICENTENARIO  
PERÚ  
2024





en cuenta que estructuras enterradas o elevados, como tanques elevados o cisternas deberán ser ubicadas de acuerdo al planteamiento arquitectónico.

En el caso de pavimentos, las calicatas deberán estar ubicadas en las áreas destinadas a estacionamientos, y áreas de tránsito vehicular y/o peatonal, deberá considerarse obligatoriamente lo establecido en la Norma CE.010 “Pavimentos Urbanos” vigente, así como las normativas del MTC.

### **PARA MUROS PERIMÉTRICOS**

La ubicación deberá ser tal que las calicatas abarquen toda la longitud del perímetro del proyecto se deberá considerar lo indicado en la Norma Técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones. Información que deberá ser sustentada a detalle en el Informe de estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación y pavimentación.

### **PARA ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ESTABILIZACIÓN**

Se debe tomar en cuenta en caso la topografía presente desniveles o pendientes que nos lleven a necesitar estructuras de contención y estabilización, se deberá de hacer calicatas solo para este tipo de estructuras, se ha de considerar los desniveles como referencia para la determinación de la ubicación de calicatas y la Norma Técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones. Información que deberá ser sustentada a detalle en el Informe de estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación y pavimentación. La ubicación de las calicatas deberá permitirnos identificar la estratigrafía y generar perfiles estratigráficos para el análisis de talud y diseños de estructuras de contención o estabilización de talud.

#### **5.1.3 DE LA PROFUNDIDAD DE LAS CALICATAS Y/O PERFORACIONES:**

### **PARA CIMENTACIONES DE EDIFICACIONES Y PAVIMENTACIÓN**

En el caso de las estructuras de cimentación, la profundidad de calicatas deberá determinarse obligatoriamente respetando lo indicado en la Norma Técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones” vigente. Considerar que estas deberán de alcanzar profundidades que permitan determinar el perfil estratigráfico del suelo de fundación (considerar como mínimo 2 m debajo del nivel de cimentación recomendada). Considerar adicionalmente los desniveles encontrados en el terreno. Información que deberá ser sustentada a detalle en el Informe de estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación y pavimentación.

Se deberá tomar en cuenta que para estructuras enterradas como cisternas la profundidad puede llegar a ser de 5 m a más, por lo que en estos casos se considerará como profundidad de exploración hasta 2 m por debajo del nivel de base de estructura enterrada.

En el caso de pavimentos, la profundidad de las calicatas deberá considerar lo establecido en la Norma CE.010 “Pavimentos Urbanos” vigente, así como las normativas del MTC, (se recomienda 2m, por debajo del nivel de subrasante)

### **PARA MUROS PERIMÉTRICOS**

La profundidad deberá considerar lo indicado en la Norma Técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones, se recomienda, que en casos de muros perimétricos de estructuras simples estas sean profundidades mínimas de 2.5m.





Información que deberá ser sustentada a detalle en el Informe de estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación y pavimentación.

### **PARA ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ESTABILIZACIÓN**

Se ha de considerar los desniveles como referencia para la determinación de la profundidad de calicatas y la Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" del Reglamento Nacional de Edificaciones. Información que deberá ser sustentada a detalle en el Informe de estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación y pavimentación. Considerar que estas profundidades deberán permitir generar perfiles bidimensionales para posteriores análisis de estabilidad de taludes.

**Nota:** Si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad, se debe llevar a cabo una verificación de su calidad, por un método adecuado, en una longitud mínima de 3 metros.

#### **5.1.4 TOMA DE MUESTRAS Y POST EXCAVACIÓN**

En los trabajos de exploración, se deberá llevar a cabo una descripción detallada de los tipos de suelos encontrados de acuerdo con la Norma ASTM D2488-00 (Description and Identification of Soils, Visual-Manual Procedure). Así mismo, se recuperarán muestras alteradas en bolsa de plástico (Mab) que sean representativas de los estratos identificados en el perfil de cada exploración directa, las cuales deberán ser debidamente identificadas con sus etiquetas y almacenadas en bolsas de plástico gruesas para conservar su humedad natural. Las etiquetas deberán presentar los datos del proyecto, espesores del estrato y la fecha. Posteriormente, se enviarán las muestras al laboratorio designado por el consultor para ejecutar los ensayos de laboratorio correspondientes. En el caso de humedades se recomienda realizar ensayos de humedad natural in situ con el medidor de humedad tipo SPEEDY reglamentada bajo la normativa ASTM D4944; AASHTO T217.

### **5.2 EXCAVACIÓN DEL TIPO AUSCULTACIONES**

#### **5.2.1 DE LA CANTIDAD DE AUSCULTACIONES:**

La cantidad de auscultaciones se determinará de tal manera que represente a cada edificación limítrofe, intuyéndose que cada uno de estos tienen diferentes tipos de cimentación. Se considera como mínimo 2 auscultaciones por edificación o tipo de cimentación. La cantidad de auscultaciones deberá ser sustentada en el informe.

#### **5.2.2 DE LA UBICACIÓN DE AUSCULTACIONES:**

En caso el proyecto presente límites con edificaciones existentes o se proyecte mantener algunas edificaciones ya existentes en el proyecto, se deberá realizar auscultaciones a sus cimentaciones para determinar el tipo de cimentación y/o procesos constructivos de las edificaciones que limitan y se vean involucradas. Permitiendo definir tipos y profundidades de cimentación, implementación de estructuras como calzaduras, procesos constructivos de cortes y rellenos, etc.

#### **5.2.3 DE LA PROFUNDIDAD DE AUSCULTACIONES:**

La profundidad será tal que nos permita definir el tipo y dimensiones de las cimentaciones, estratos del suelo debajo del fondo de cimentación (investigar 2 m como mínimo y/o profundidad definida en base a los niveles de corte proyectados para edificación nueva) y las características del suelo de apoyo de cimentación. Siendo para este





*Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de  
Junín y Ayacucho*

último necesario la caracterización del suelo (presentar como mínimo la clasificación del suelo, humedad, ángulo de fricción, cohesión y densidad natural).

### 5.3 ENSAYOS DE PENETRACIÓN.

En caso se identifique material arenoso y/o material fino (arcillas y limos) se recomienda complementar con ensayos del tipo penetración tipo SPT o DPL u otro, que permita determinar y complementar las propiedades mecánicas del suelo. Dependiendo del tipo de suelo, la cantidad deberá ser que complemente la cantidad de calicatas y el número de tipos de suelos encontrados durante la inspección de campo. Obligatoriamente estos deberán realizarse en caso ubicar problemas de licuación de suelo, niveles freáticos y/o suelos que no permitan llegar a las profundidades mínimas de exploración, siendo en este caso necesario la extracción de muestra con los equipos de penetración.

**Nota:** En el caso de identificar roca como material de suelo de fundación, primeramente, deberá realizarse un estudio detallado de la roca matriz, macizo rocoso y la red de diaclasado.

Es muy importante caracterizar geotécnicamente bien el área rocosa sobre la que se cimentará para poder prever irregularidades o anomalías. Para ello, debería realizarse cartografías geológicas, estudios fotogeológicos, levantamientos geomecánicos, e incluso sondeos y ensayos in situ como presiómetros o cargas en placa.

También es muy importante su ensayo en laboratorio mediante ensayos de compresiones simples y ensayos triaxiales.

Se deberá caracterizar el macizo rocoso mediante la clasificación RMR o la Q de Barton. También es importante establecer el RQD de la roca ya sea mediante sondeos o sobre el afloramiento.

Deberá considerarse para la exploración de campo en rocas la perforación de núcleos de roca para la investigación de sitio normada bajo la NTP.339.173, indicado en la Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones".

### 5.4 ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO

Como parte de los trabajos de campo, también se deberá incluir ensayos de densidad de campo en el interior de las calicatas con el objetivo de obtener, en aproximación, la densidad de campo para el remoldeo para realizar ensayos de resistencia en el Laboratorio de Mecánica de Suelos.

Es relevante indicar que los ensayos de densidad de suelos se realizarán dependiendo del tipo de suelo, para lo cual se ha de tomar en cuenta lo indicado en la Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" (TABLA 2), cabe precisar que las densidades de campo deberán realizarse al estrato de apoyo de cimentación.

El profesional responsable deberá presentar el certificado de calibración de los equipos utilizados en el ensayo.

Considerar que esta información es importante, junto con la humedad natural, para el remoldeo de las muestras en laboratorio.



BICENTENARIO  
PERÚ  
2024





## 5.5 PROSPECCIÓN GEOFÍSICA Y GEOELÉCTRICA.

Como estudios complementarios para determinar las condiciones del tipo de fundación, así como determinar los parámetros sísmicos del suelo se deberá realizar ensayos geofísicos y geoeléctricos. Tomar como referencia la normativa ASTM Designation D5777 (1995): "Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation", American Society for Testing and Materials, Philadelphia, U.S.A.

Los ensayos mínimos a incluir son los siguientes:

- **Ensayo MASW: Multichannel Array of Surface Waves:** El Ensayo MASW (siglas en inglés: **Análisis de Ondas Superficiales en Arreglo Multicanal**) es un método de exploración geofísica que permite determinar la estratigrafía del subsuelo bajo un punto en forma indirecta. Este ensayo está basado en el cambio de las propiedades dinámicas de los distintos tipos de suelos que constituyen el perfil de suelo.  
  
El profesional responsable debe presentar el certificado de calibración del equipo geofísico o algún documento técnico que acredite el buen funcionamiento del mismo.  
  
Para el procesamiento de los registros de ondas superficiales de los ensayos MASW se hará uso del software Surface Wave Analysis Wizard y Waveq.  
  
Respecto a los ensayos MASW-1D, la profundidad máxima de investigación será de 30 metros. Por ello, se tendría que usar una comba de 20 lb, geófonos de 4.5 Hz, la longitud de tendido entre el geófono 1 y geófono 24 tendría que ser de 20 a 30 metros.
- **Refracción Sísmica:** El ensayo de refracción sísmica es un método de exploración geofísica que permite determinar la estratigrafía del subsuelo en forma indirecta, basándose en el cambio de las propiedades dinámicas de los materiales que lo conforman. Este método consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas de compresión (Ondas P) y algunas veces de las ondas de corte (Ondas S) generadas por una fuente de energía impulsiva a unos puntos localizados a distancias predeterminadas a lo largo de un eje sobre la superficie del terreno.
- **Sondaje Eléctrico Vertical (SEV):** Consiste en separar sucesivamente los electrodos de corriente A y B del punto central, siguiendo una línea recta, y medir la resistividad en cada disposición. La resistividad aparente calculada será, por tanto, la correspondiente a mayores espesores según se van separando los electrodos. Se emplea generalmente la configuración Schlumberger. El resultado que se obtiene del SEV es la variación de la resistividad  $\rho$  con la profundidad en el punto central del perfil investigado.

Los ensayos descritos líneas deberán ayudar a determinar los parámetros sísmicos descritos en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente. En caso las condiciones del terreno requieran de mayor información que nos son determinados con los ensayos mínimos requeridos se deberán realizar ensayos adicionales como los descritos a continuación.

- **Ensayo MAM: Multichannel Microtremor Array:** El ensayo MAM o Análisis de Microtrepidaciones en Arreglos Multicanales consiste en monitorear las vibraciones ambientales en arreglos predeterminados. Se determina el perfil de velocidades de onda S mediante el análisis de dispersión de estas. La combinación de los métodos

MASW y MAM permiten obtener perfiles de ondas S hasta profundidades promedio de 60 m a 100 m, cuya profundidad investigación dependerá de la longitud de tendido, tipo de arreglo ejecutable en campo y ruido sísmico en el entorno. Nota: El consultor podrá realizar el arreglo MAM según las características de la superficie del terreno, las estructuras existentes, el espacio disponible y los objetivos del presente estudio.

- Ensayo de tomografía eléctrica: El objetivo de este método se basa en obtener una sección 2-D de resistividades reales del subsuelo, modelo a partir del cual podremos determinar la presencia o no de filtraciones de agua en profundidad, mediante la localización de áreas en donde tengamos una disminución anómala del valor de la resistividad del terreno.

## 6.0 DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio deberán estar normados bajo la Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente, Norma E.060 “Concreto armado”, Norma CE.010 “Pavimentos Urbanos” y normativa MTC.

Los ensayos deberán contener como mínimo:

- Análisis granulométrico NTP 339.128. Realizar a cada estrato identificado en las calicatas, excavaciones y/o auscultaciones.
- Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite Plástico e índice de plasticidad de suelos NTP 339.129. Realizar a cada estrato identificado en las calicatas, excavaciones y/o auscultaciones.
- Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). NTP 339.134. Realizar a cada estrato identificado en las calicatas, excavaciones y/o auscultaciones.
- Clasificación AASHTO NTP 339.135. Realizar a cada estrato identificado en las calicatas, excavaciones y/o auscultaciones.
- Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo NTP 339.127. Realizar a cada estrato identificado en las calicatas, excavaciones y/o auscultaciones.
- Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo NTP 339.131. Realizar al suelo de apoyo de cimentación y/o en caso de taludes y estructuras de contención o estabilización a los estratos involucrados para el análisis de estabilidad. Considerar el número de ensayos triaxial realizados.
- Determinación del peso volumétrico de suelo cohesivo NTP 339.139 (para suelos cohesivos). Realizar a todos los estratos de suelos cohesivos.
- Método de ensayo normalizado de compresión triaxial (dependerá del tipo de suelo) CU, CD, UU. NTP 339.164, NTP 339.166, NTP 339.167. Realizar como mínimo a los suelos encontrados al nivel de fondo de cimentación, y para el caso de taludes o estructuras de contención o estabilización proyectados a los estratos que se involucren en el análisis. Se deberá considerar adicionalmente el área del proyecto, siendo necesario que la ubicación de las muestras usadas para los ensayos triaxiales abarque en su totalidad al área del proyecto.
- Método de ensayo para densidades máxima y mínimas (dependerá del tipo de suelo) NTP 339.137. Realizar como mínimo a los suelos encontrados al nivel de fondo de cimentación, y para el caso de taludes o estructuras de contención o estabilización proyectados a los estratos que se involucren en el análisis, considerar la cantidad de ensayos triaxiales realizados.





*Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de  
Junín y Ayacucho*

- Método normalizado de ensayo para propiedades de consolidación unidimensional de suelos (para suelos cohesivos) NTP 339.154. Realizar a los suelos encontrados al nivel de fondo de cimentación, considerar la cantidad de ensayos triaxiales realizados.
- Método normalizado para la determinación del hinchamiento unidimensional de suelos cohesivos NTP 339.170. Realizar a los suelos encontrados al nivel de fondo de cimentación, considerar la cantidad de ensayos triaxiales realizados.
- Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea NTP 339.169. Realizar a los suelos encontrados al nivel de fondo de cimentación y la cantidad de calicatas.
- Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea. NTP 339.177. Realizar a los suelos encontrados al nivel de fondo de cimentación y la cantidad de calicatas.
- Método de ensayo para determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea NTP 339.152. Realizar a los suelos encontrados al nivel de fondo de cimentación y la cantidad de calicatas.
- Ensayo de CBR (Relación de soporte de California) NTP 339.145. Realizar a los suelos de apoyo de estructura de pavimentación o de nivel de subrasante. Se deberá considerar adicionalmente el área del proyecto, siendo necesario que la ubicación de las muestras usadas para el ensayo abarque en su totalidad las áreas que requieren pavimentación y/o pisos internos.
- Método de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando una energía modificada (Ensayo Proctor modificado) NTP 339.141. Realizar a los suelos de apoyo de estructura de pavimentación o de nivel de subrasante. Se deberá considerar adicionalmente el área del proyecto, siendo necesario que la ubicación de las muestras usadas para el ensayo abarque en su totalidad las áreas que requieren pavimentación y/o pisos internos.
- Método de ensayo para resistencia de compresión no confinada de especímenes de núcleo de roca ASTM D2938. Realizar en caso se ubique suelo rocoso como suelo de fundación. La cantidad de ensayos deberá ser tal que represente al área del proyecto.
- Métodos de prueba estándar para Resistencia a la compresión y módulos elásticos de roca intacta Muestras centrales bajo diferentes estados de estrés y Temperaturas (Ensayo triaxial para roca). ASTM D7012. Realizar en caso se ubique suelo rocoso como suelo de fundación. La cantidad de ensayos deberá ser tal que represente al área del proyecto.

**Nota:**

- En caso las condiciones topográficas y del proyecto requieran determinar parámetros adicionales, se han de realizar los ensayos correspondientes, estando prohibido asumir valores o usar relaciones para su cálculo.
- Considerar lo establecido en la norma E.050 "Suelos y Cimentaciones" del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente, Norma E.060 "Concreto armado", Norma CE.010 "Pavimentos Urbanos" y normativa MTC, para los ensayos de laboratorio a realizar, tomar en cuenta el tipo de suelo identificado en las exploraciones.



BICENTENARIO  
PERÚ  
2024





## 7.0 DEL INFORME

El informe deberá contener como mínimo lo indicado a continuación, sin embargo, queda a criterio del consultor aumentar más ítems que permitan detallar con claridad las características del suelo de fundación para las cimentaciones y para la estructura de pavimentos o pisos. Considerar que en caso se encuentre material rocoso se podrá modificar los ítems, con la finalidad de permitir caracterizar el suelo rocoso.

### 7.1 CONTENIDO

1. RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN (COLOCAR EL FORMATO OBLIGATORIO DE LA HOJA DE RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN INDICADO EN LA NORMA E 0.50).
2. GENERALIDADES.
  - 2.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO.
  - 2.2 NORMATIVIDAD.
  - 2.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.
  - 2.4 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO.
  - 2.5 CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA.
3. CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS, GEOMORFOLÓGICAS Y SÍSMICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.
  - 3.1 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO.
  - 3.2 GEOMORFOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO.
  - 3.3 SISMICIDAD.
4. ESTUDIOS GEOFÍSICOS.
  - 4.1 FUNDAMENTO TEÓRICO DE ENSAYOS GEOFÍSICOS Y GEOELÉCTRICOS REALIZADOS.
  - 4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CAMPO DE ENSAYOS GEOFÍSICOS Y GEOELÉCTRICOS REALIZADOS.
  - 4.3 PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE ENSAYOS GEOFÍSICOS Y GEOELÉCTRICOS REALIZADOS.
5. INVESTIGACIÓN DE CAMPO.
  - 5.1 EXCAVACIONES Y/O PERFORACIONES.
  - 5.2 AUSCULTACIONES.
  - 5.3 REGISTRO DE CALICATAS Y/O PERFORACIONES.
  - 5.4 REGISTRO DE AUSCULTACIONES.
  - 5.5 ENSAYOS DE DENSIDAD EN CAMPO.
  - 5.6 ENSAYOS DE SPT, DPL, ETC.
    - 5.6.1 DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS.
    - 5.6.2 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS.
    - 5.6.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.
6. ENSAYOS DE LABORATORIO.
  - 6.1 ENSAYOS ESTÁNDAR.
  - 6.2 ENSAYOS ESPECIALES.
  - 6.3 ENSAYOS QUÍMICOS.





## 7. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

- 7.1 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS UNIDIMENSIONALES
- 7.2 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS BIDIMENSIONALES

## 8. PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACIONES.

- 8.1 SUELOS COLAPSABLES.
- 8.2 SUELOS LICUABLES.
- 8.3 SUELOS EXPANSIVOS.
- 8.4 SUELOS ORGÁNICOS.
- 8.5 PRESENCIA DE NIVELES FREÁTICOS.
- 8.6 ANÁLISIS DE PRESENCIA DE SALES, CLORUROS Y SULFATOS.

## 9. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN.

- 9.1 PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN.
- 9.2 TIPO DE CIMENTACIÓN.
- 9.3 CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA.
- 9.4 CÁLCULO DE ASENTAMIENTO.
  - 9.4.1 ASENTAMIENTO INMEDIATO.
  - 9.4.2 ASENTAMIENTO DIFERENCIAL.
- 9.5 PLANTEAMIENTO DE MEJORAMIENTO DEL SUELO DE FUNDACIÓN (EN CASO SE CONSIDERE).

## 10. DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA ESTACIONAMIENTOS Y/O DISEÑO DE VEREDAS Y/O PISOS INTERNOS.

- 10.1 PARÁMETROS USADOS.
- 10.2 CONDICIONES DE SUELO NATURAL.
- 10.3 CÁLCULO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLE Y RÍGIDO.
- 10.4 VEREDAS Y PATIOS INTERNOS.
- 10.5 TRATAMIENTO DEL SUELO DE SUBRASANTE (MEJORAMIENTO EN CASO SE REQUIERA).

## 11. EMPUJE LATERAL DE TIERRAS, MÓDULO DE BALASTO, EXCAVACIONES Y RELLENOS.

- 11.1 COEFICIENTES EN REPOSO, ACTIVO Y PASIVO.
- 11.2 MÓDULO DE BALASTO.
- 11.3 CARACTERÍSTICAS DE RELLENOS DE INGENIERÍA (GRADO DE COMPACTACIÓN Y ESPESORES RECOMENDADOS).
- 11.4 RECOMENDACIONES PARA TRATAMIENTO Y CORTES DE SUELO (INDICAR ÁNGULOS DE CORTES PARA TALUDES A USAR EN LA CONSTRUCCIÓN).

## 12. EVALUACION DE LA CONDICION DE ESTABILIDAD DE TALUDES (TALUDES NATURALES Y/O EXTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ESTABILIZACIÓN).

- 12.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS QUE INVOLUCREN TALUDES Y /O ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ESTABILIZACIÓN.
- 12.2 DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DE LOS TALUDES (TIPOS DE SUELO, NIVEL FREÁTICO, CARGAS ACTUANTES, ETC).
- 12.3 SECCIONES DE ANÁLISIS.
- 12.4 FACTORES DE SEGURIDAD ADMISIBLES.





*Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de  
Junín y Ayacucho*

## 12.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD (USAR PROGRAMAS COMO SLIDE, GEO5, ETC).

## 13. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL PROYECTO (INCLUYE MATERIAL PARA PAVIMENTACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUELO).

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

## 15. BIBLIOGRAFÍA.

## 16. ANEXOS.

ANEXO I:	HOJAS DE CÁLCULO.
ANEXO II:	UBICACIÓN DE CALICATAS Y/O PERFORACIONES.
ANEXO III:	PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.
ANEXO IV:	ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO.
ANEXO V:	REGISTRO FOTOGRÁFICO.
ANEXO VI:	ENSAYO GEOFÍSICO.
ANEXO VII:	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD.
ANEXO VIII:	PLANOS DE PAVIMENTOS, PISOS INTERNOS Y VEREDAS.
ANEXO VII:	OTROS.

## 7.2 PRESENTACIÓN DEL INFORME Y RECOMENDACIONES

A continuación, se describe la información requerida a presentar en función al índice mínimo requerido, se podrá adicionar mayor información en caso se considere necesario para cumplir las necesidades del proyecto.

### 7.2.1. INFORMACIÓN EN “GENERALIDADES”

Se ha de colocar con claridad los objetivos generales y específicos del EMS.

Se ha de colocar de manera general la normatividad considerada para la elaboración del EMS, las cuales van desde la ejecución de ensayos e inspecciones de campo, ensayos de laboratorio, consideraciones para cálculos de capacidades portantes, asentamiento, etc., diseño de cimentaciones, taludes y estructuras de contención o estabilización, diseño de pisos y pavimentos, etc.

Se deberá de indicar la ubicación y una breve descripción del proyecto en estudio, siendo necesario indicar en una imagen y de forma literal la ubicación exacta, en la que se observe e indique los límites, así como vías principales cercanas o instituciones públicas o privadas que sirvan como referencia. Adicionalmente, se ha de colocar una descripción que detalles las condiciones actuales del proyecto.

Se ha de indicar el acceso al área de estudio, cuya información mínima deberá incluir, tipo y nombre de vías de acceso, referencias de vías principales o grandes y tipo de vehículos a usar para el acceso, es opcional presentar imagen como ayuda.

Se deberá indicar la condición climática y altitud de la zona de estudio, en el que se indique obligatoriamente las fuentes de dicha información, se deberá considerar fuentes de entidades como SENAMHI, CISMID, CENEPRED, etc. Se puede considerar Tesis o Libros publicados en los últimos 4 años.



BICENTENARIO  
PERÚ  
2024





### 7.2.2. INFORMACIÓN EN “CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS, GEOMORFOLÓGICAS Y SÍSMICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO”.

Se deberá indicar la geología del área de estudio, la cual deberá tener como base el Mapa Geológico de la Red Geológica Nacional y/o información brindada por el INGEMMET, deberá presentar una imagen del mapa geológico en el que se indique la ubicación el área de estudio. Toda información brindada (tabla, imagen, tofo, etc.) deberá tener su referencia.

Se deberá indicar la geomorfología del área de estudio la cual deberá tener como base el Mapa de unidades geomorfológicas y/o información brindada por el INGEMMET, deberá presentar una imagen del mapa de unidades geomorfológicas en el que se indique la ubicación el área de estudio. Toda información brindada (tabla, imagen, tofo, etc.) deberá tener su referencia.

La información brindada de la sismicidad deberá basarse en lo establecido en la norma E.030 Diseño Sismorresistente vigente y lo identificado en los estudios geofísicos. Indicándose con claridad los siguientes factores: Perfil del suelo, factor de zona (Z), factor de suelo (S), Período TP y Período TL. De preferencia colocar toda la información y tabla tomadas de referencia de la norma E.030. En caso se desee presentar otra información que el proveedor considere necesario, para identificar mejor las características sísmicas del suelo de fundación, esta deberá ser de instituciones como el CISMID, INDECI, IGP, etc. Información a tomar en cuenta no deberá tener una antigüedad mayor a 10 años.

### 7.2.3. INFORMACIÓN EN “ESTUDIOS GEOFÍSICOS”.

Se deberá describir el fundamento teórico de los ensayos geofísicos y geoelectrónicos realizados, en el que se detalle en que consiste el método usado, los equipos utilizados, como es la interpretación de resultados y las ventajas y desventajas del estudio. Para cada información brindada en este punto se ha de indicar su referencia.

Se deberá de indicar la descripción de campo de los ensayos geofísicos y geoelectrónicos realizados Indicándose, la longitud y/o cantidad, así como las coordenadas y cotas de cada uno de los ensayos realizados. Esta información será presentada en tablas similares o que describan la información indicadas en las tablas mostradas a continuación.

Adicionalmente deberá indicarse la geometría del tendido y el espaciamiento de los geófonos, indicando si la geomorfología y accesibilidad a la zona de estudio influyeron.

LÍNEA DE REFRACCIÓN SÍSMICA	LONGITUD (M)	COORDENADA INICIAL *		COORDENADA FINAL *		COTA (m.s.n.m)
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	
LS1						

TABLA N°1: UBICACIÓN DE LÍNEAS DE REFRACCIÓN SÍSMICA

Fuente: Elaboración propia





Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de  
Junín y Ayacucho

ENSAYOS MASW 1D	LONGITUD (M)	COORDENADA*		COTA (m.s.n.m)
		ESTE	NORTE	
MASW 1D-1				

TABLA N°2: UBICACIÓN DE ENSAYOS MASW 1D

Fuente: Elaboración propia

ENSAYO SEV	LONGITUD ENTRE A Y B (M)	COORDENADA INICIAL		COTA (m.s.n.m)
		ESTE	NORTE	
SEV1				

TABLA N°3: UBICACIÓN DE ENSAYO DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA (SEV)

Fuente: Elaboración propia

Para el procesamiento de información de los ensayos geofísicos y geoelectrónicos realizados se ha de indicar que software se usa, así como que tipo de gráficas o parámetros se obtiene, y como es que se interpretan estos.

La interpretación de resultados luego del procesamiento de los registros, deberá permitirnos como mínimo definir los estratos y sus espesores caracterizando el área de estudio respecto a sus velocidades sísmicas ( $V_p$  y  $V_s$ ) y resistividades eléctricas, presencia de niveles freáticos, parámetros como relación de poisson, módulo de Young, módulo de Bulk, etc, información que pueda ser usada en el EMS.

Se deberán presentar como mínimo las siguientes tablas, pudiendo ser ampliadas bajo consideración.

LÍNEA DE REFRACCIÓN SÍSMICA	ESTRATO SÍSMICO	VP (M/S)	ESPESOR (M)	DESCRIPCIÓN
LS1				

TABLA N°4: RESUMEN DE LOS PERFILES DE VELOCIDAD DE LA ONDA P OBTENIDOS A  
PARTIR DEL ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA

Fuente: Elaboración propia

ENSAYO MASW	ESTRATO SÍSMICO	VS (M/S)	PROFUNDIDAD (M)	DESCRIPCIÓN
MASW 1D				

TABLA N°5: RESUMEN DE LOS ENSAYOS MASW 1D

Fuente: Elaboración propia



BICENTENARIO  
PERÚ  
2024







ENSAYO MASW	$V_{s30}$ (M/S)	TIPO DE SUELO IBC (2018)	TIPO DE SUELO NORMA E.030 (2018)
MASW 1D			

TABLA N°6: RESUMEN DEL  $V_{s30}$  Y SU CLASIFICACIÓN DE SITIO DE ACUERDO CON EL IBC (2018) Y LA NORMA TÉCNICA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE (2018)

Fuente: Elaboración propia

ENSAYO MASW	$T_{30}$ (S)
MASW 1D	

TABLA N°7: RESUMEN DEL PERÍODO FUNDAMENTAL DEL SUELO

Fuente: Elaboración propia

ENSA YO MAS W	CAPA	PROFU NDIDA D DE CAPA	VELOCID AD DE CAPA VP	VELOCID AD DE CAPA VS	RELACIÓ N DE POISSON	MÓDUL O DE YOUNG	MÓDUL O DE BULK	MÓDUL O DE CORTE
MASW								

TABLA N°8: PARÁMETROS DINÁMICOS MASW

Fuente: Elaboración propia

ENSAYO SEV	HORIZONTE	RESISTIVIDAD ( $\Omega$ .M)	PROFUNDIDAD (M)	DESCRIPCIÓN
SEV1				

TABLA N°9: RESUMEN DEL ENSAYO SEV

Fuente: Elaboración propia

#### 7.2.4. INFORMACIÓN EN “INVESTIGACIÓN DE CAMPO”.

Como los trabajos serán realizados en espacios confinados, se sugiere que el consultor tome todas las medidas de seguridad necesarios como protocolos, procedimientos de trabajo, IPERC, etcétera para ejecutar y loguear las excavaciones en cuyas actividades deberá tener particular cuidado con los rellenos no controlados. La Norma G.050 “Seguridad en la Construcción” debe ser tomada como referencia para ejecutar las exploraciones.

Se deberá indicar el sustento de la cantidad de exploración de cada calicata y/o perforaciones, así como de las auscultaciones considerando lo establecido en la Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente y la normativa CE.010 “Pavimentos Urbanos” vigente, este último complementado a lo especificado por el MTC para estacionamientos.





Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho

Para la profundidad de las calicatas se tomará en cuenta lo establecido en el punto c) Profundidad “p” mínima a alcanzar en cada punto de exploración, c-1) Cimentación superficial, Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente, así como la Norma CE.010 “Pavimentos Urbanos” vigente. Toda esta información será sustentada en el informe.

En los trabajos de exploración, se deberá llevar a cabo una descripción detallada de los tipos de suelos encontrados de acuerdo con la Norma ASTM D2488-00 (Description and Identification of Soils, Visual-Manual Procedure). Información que será complementada con los resultados de laboratorio y mostradas en los registros de las exploraciones.

Así mismo, se recuperarán muestras alteradas en bolsa de plástico (Mab) que sean representativas de los estratos identificados en el perfil de cada exploración directa, las cuales deberán ser debidamente identificadas con sus etiquetas y almacenadas en bolsas de plástico gruesas para conservar su humedad natural. Las etiquetas deberán presentar los datos del proyecto, espesores del estrato y la fecha. Posteriormente, se enviarán las muestras al laboratorio designado por el consultor para ejecutar los ensayos de laboratorio correspondientes.

Es obligatorio la presentación de las siguientes fotografías: fotografía panorámica (se observe la ubicación de la calicata), fotografía del interior de las calicatas, fotografía con el rotulo de identificación y vista de estratos, fotografía que muestre el material de cada calicata o cada estrato después de la excavación y fotografía que muestre la reposición de losas en caso sea necesario.

El rótulo de las calicatas deberá tener obligatoriamente, número de calicata, nombre del proyecto, fecha, y profundidad alcanzada. Pudiéndose adicionar información bajo criterio del proveedor.

La información presentada en los ensayos de densidad de campo, deberá indicar una breve descripción de la metodología usada, indicando el porqué de su uso (tipo de suelo identificado en campo). Adicionalmente se deberá indicar la ubicación y profundidad de cada ensayo realizado en una tabla resumen (indicar coordenadas y cotas), y otra tabla con el resumen de la información ya procesada. A continuación, se muestra una tabla que puede ser usada como referencia.

CALICATA	DENSIDAD HÚMEDA TON/M3	DENSIDAD SECA TON/M3	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	SUELO	PROFUNDIDAD (m)
C1					

TABLA N°10: RESUMEN DE DENSIDAD IN SITU

Fuente: Elaboración propia

La información presenta de los ensayos de SPT, DPL, etc. Deberá indicar un breve resumen del fundamento teórico de cada ensayo, describiendo el porqué de su uso y los parámetros que se obtienen. Adicionalmente se indicará una tabla resumen de la ubicación de estas, así como la profundidad alcanzada (indicar coordenadas). Los resultados de los ensayos deberán guardar relación con lo identificado en las exploraciones a cielo abierto (correlación entre los parámetros y propiedades del suelo) y estas serán presentadas de forma clara y concisa en tablas resumen. Si para la interpretación de resultados se



BICENTENARIO  
PERÚ  
2024





hacen uso de fórmulas o relaciones estas deberán estar sustentadas indicando la fuente de información usada. Considerar lo indicado en la Norma E.050 "Suelos y Cimentaciones" del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente.

### 7.2.5. INFORMACIÓN EN "ENSAYOS DE LABORATORIO".

Se deberá indicar un resumen de los ensayos de laboratorio realizados, indicando la normativa considerada. Adicionalmente se indicará resúmenes de todos los ensayos de laboratorio realizados.

Se presentan algunas tablas de referencia las cuales serán incluidas en el informe.

CALICATAS	MUESTRA	PROFUNDIDAD (M)	HUMEDAD NATURAL (%)	L L	L P	I P	SUCS	AASHTO
CIMENTACIONES								
MURO PERIMÉTRICO								
PAVIMENTOS								

TABLA N°11: RESUMEN DE ENSAYOS ESTÁNDAR

Fuente: Elaboración propia

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	SUCS	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA $\Phi$ (°)	COHESION (KG/CM2)

TABLA N°12: RESUMEN DE ENSAYOS TRIAXIALES

Fuente: Elaboración propia

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	PH DEL SUELO	CLORUROS SOLUBLES (PPM)	SULFATOS SOLUBLES (PPM)	SALES SOLUBLES (PPM)

TABLA N°13: RESUMEN DE ENSAYOS QUÍMICOS

Fuente: Elaboración propia



### 7.2.6. INFORMACIÓN EN “PERFILES ESTRATIGRÁFICOS”.

Se han de presentar los perfiles estratigráficos unidimensionales en el que se detalle la ubicación de la calicata, la clasificación SUCS y AASHTO, la descripción de las estratigrafías del suelo, etc. En el caso de auscultaciones se han de graficar las estructuras de cimentación u otras identificadas durante la exploración. Considerar lo especificado en la Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente. Estos perfiles se han de presentar en los anexos. En el informe se deberá hacer una descripción literal de cada una de las calicatas, presentando en los anexos los perfiles unidimensionales.

Se deberá presentar los siguientes perfiles bidimensionales en los que se observará la topografía actual, la estratigrafía del terreno con sus niveles de terreno actual y fondo de exploración, estructuras encontradas de cimentación u otros. Adicionalmente deberá indicarse el nivel de cimentación recomendada, información que servirá para observar los movimientos de corte y rellenos necesarios en el proyecto. Considerar lo especificado en la Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente.

Se recomienda realizar planos y presentarlos en los anexos.

### 7.2.7. INFORMACIÓN EN “PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACIÓN”.

Considerando las condiciones del suelo identificado en las exploraciones, ensayos de campo y resultado de ensayos de laboratorio, se han de presentar y sustentar los problemas especiales identificados en los suelos de cimentación (suelos colapsables, licuación de suelos, suelos expansivos, etc.) Siendo esta información necesaria para considerar en el análisis de cimentación. Toda la información deberá ser referenciada. (Presentar fuentes bibliográficas).

### 7.2.8. INFORMACIÓN EN “ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN”.

**Tipo de cimentación:** Se deberá definir el tipo de cimentación a recomendar para la cimentación de las estructuras principales, muros perimétricos, cisternas y/o tanques, estructuras de contención o estabilización, toda estructura proyectada. Tomar como referencia lo especificado en la Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente.

**Profundidad de cimentación:** Se deberá definir la profundidad de cimentación para la cimentación de las estructuras principales, muros perimétricos, cisternas y/o tanques, estructuras de contención o estabilización y toda estructura proyectada. Tomar como referencia lo especificado en Artículo 26.- Profundidad de cimentación de la Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente.

**Cálculo y análisis de la capacidad admisible de carga:** Se detallará la metodología de diseño que se hará uso para el cálculo de la capacidad de carga, se propone la ecuación general de capacidad de carga propuesto por Meyerhof (1963) a partir del desarrollo de Terzaghi (1943), mejorada por Vesic (1973). También puede considerarse lo establecido en la normativa E.050. Sustentar el porqué de la ecuación a considerar.

El profesional deberá presentar el cálculo para la determinación de la capacidad admisible de carga mostrando sustento teórico, fuentes de información, parámetros y valores

numéricos que se están empleando, según sea el caso, fundamentando los criterios para el empleo de la formulación propuesta. El factor de seguridad mínimo a emplear será de 3 salvo que el profesional responsable sustente tomar un mayor valor. Los valores usados en estos cálculos deberán guardar relación directa con los resultados obtenidos en los laboratorios, no se aceptarán cálculos teóricos para la obtención de la capacidad admisible de carga. Se deberá considerar lo establecido en la norma E.050 Suelos y Cimentaciones y en estos términos de referencia.

Se deberá realizar los cálculos para diferentes dimensiones de cimentación, considerando la profundidad recomendada, para cada una de las estructuras proyectadas en la I.E.

Se deberán mostrar los cálculos y resultados de capacidad de carga en la hoja de cálculo o memoria de cálculo (colocarse en los anexos) en el que se desarrollen las ecuaciones/variables de la fórmula considerada para la determinación de capacidad admisible de las cimentaciones.

**Cálculo de asentamientos instantáneos:** El profesional deberá presentar el cálculo que sustente la estimación de los asentamientos producidos por la presión inducida según los resultados del cálculo y análisis de la capacidad admisible de carga, y se señalarán explícitamente los valores utilizados y la fuente de información. Se detallará y se sustentará los parámetros empleados en los cálculos de asentamientos de las fundaciones. Presentar la Memoria de Cálculo o hoja de cálculo en el anexo.

El asentamiento total ST en las cimentaciones es la suma del asentamiento elástico y el asentamiento por consolidación de considerarse necesario ( $ST = Se + Sc$ ). Donde Se es el asentamiento elástico y Sc es el asentamiento por consolidación.

Para la estimación de los asentamientos elástico Se, los cálculos pueden basarse en el método de Steinbrenner (1934) considerando los tipos de cimentación recomendados.

ASENTAMIENTO ELASTICO (Se)	$q_o B' \frac{1 - \mu^2}{E_s} \left( I_1 + \frac{1 - 2\mu}{1 - \mu} I_2 \right) I_F$
----------------------------	--

Donde:

$q_o$ : Presión vertical actuante en fondo de cimentación.

B: Dimensión efectiva que contribuye a la deformación.

$L'$ : Dimensión efectiva considerando efectos de cargas excéntricas del lado más largo de la cimentación.

H: Altura de estrato susceptible a deformarse.

Factores de influencia que dependen de dimensiones de la cimentación, módulo de Poisson, espesor de estrato de suelo deformable y altura de empotramiento:

$I_1 = \frac{1}{\pi} \left[ M \ln \frac{(1 + \sqrt{M^2 + 1}) \sqrt{M^2 + N^2}}{M(1 + \sqrt{M^2 + N^2 + 1})} + \ln \frac{(M + \sqrt{M^2 + 1}) \sqrt{1 + N^2}}{M + \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} \right]$	$I_2 = \frac{N}{2\pi} \tan^{-1} \left( \frac{M}{N \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} \right)$
Con $M = L'/B'$ , $N = H/B'$	

El Factor de profundidad IF (también denominado F<sub>3</sub>) se obtiene de la siguiente gráfica:

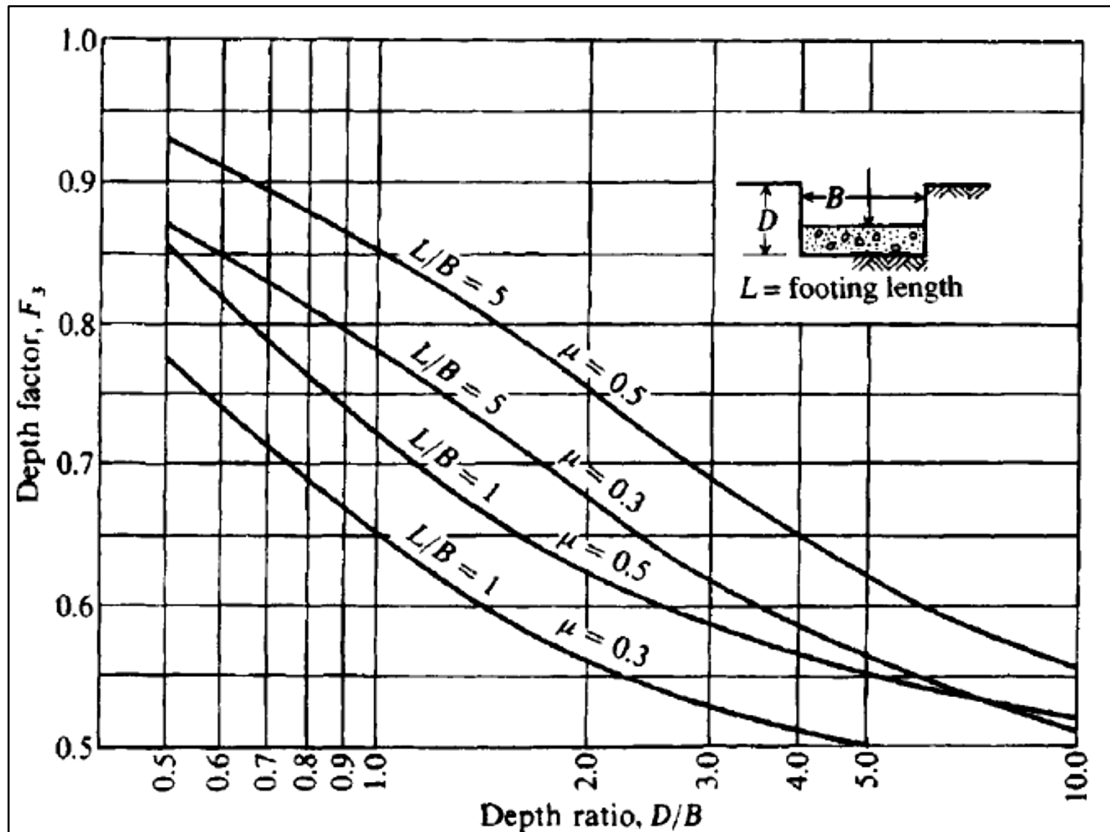


FIGURA 1 FACTOR DE PROFUNDIDAD IF.

Fuente: Steinbrenner (1934)

El asentamiento por consolidación  $S_c$  se verifica utilizando la teoría de consolidación de Terzaghi (1920's) a partir de estas expresiones:

SUELOS NORMALMENTE CONSOLIDADOS	$S_c =$	$\frac{C_c H}{1 + e_o} \log \frac{p'_o + \Delta p}{p'_o}$	Cuando $p'_o + \Delta p > p_c$
SUELOS SOBRECONSOLIDADOS	$S_c =$	$\frac{C_c H}{1 + e_o} \log \frac{p'_o + \Delta p}{p'_o}$	Cuando $p'_o + \Delta p < p_c$

Donde:

$p'_o$ : Presión geoestática vertical efectiva

$\Delta p$ : Incremento de presión en estrato susceptible a consolidación por acción de la cimentación.

$p_c$ : Presión de preconsolidación, presión a la que estuvo sometida el estrato susceptible a consolidación en el pasado.

$H$ : Espesor efectivo de estrato susceptible a consolidación.

$e_o$ : Índice de vacíos inicial, antes del incremento de presión.



**Cálculo de asentamientos diferencial:** En concordancia con la normatividad vigente, los asentamientos diferenciales permisibles deberán ser evaluados tomando en cuenta el tipo de estructura proyectada, se deberá respetar lo establecido en la norma E.050 Suelos y Cimentaciones. Un esquema de la distorsión angular y los límites permisibles según el tipo de estructura se presenta a continuación:

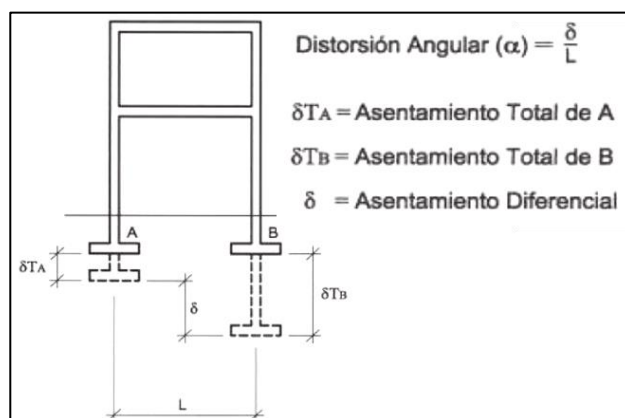


FIGURA 2: ESQUEMA DE ASENTAMIENTO DIFERENCIAL  
Fuente: Norma E.050

DISTORSIÓN ANGULAR = $\alpha$	
$\alpha = d/L$	DESCRIPCIÓN
1/150	Limite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Limites en que la perdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Limite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Limite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Limites seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límites para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentado sobre un solado con espesor aproximado de 1.20 m.
1/750	Limite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

TABLA N°14: DISTORSIÓN ANGULAR  
Fuente: Norma E.050

**Planteamiento de mejoramiento de suelo:** En ese punto se ha de indicar las recomendaciones del tratamiento al suelo de cimentación, si se plantea un mejoramiento se ha de indicar las características de este, dimensiones, tipo, y sustento del porqué de su selección sobre otras metodologías. En el punto especificaciones se detallará con mayor amplitud las características, consideraciones y el proceso constructivo de los planteamientos.

#### **7.2.9. INFORMACIÓN EN “DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA ESTACIONAMIENTOS Y/O DISEÑO DE VEREDAS Y/O PISOS INTERNOS”.**

Considerando la consideración de estacionamientos, zonas de circulación vehicular y peatonal dentro del proyecto, se deberá de realizar el cálculo de la estructura del pavimento rígido y/o flexible. Se debe tomar en cuenta la ubicación del proyecto para el planteamiento del tipo de pavimentos, considerando la accesibilidad de los materiales, o para tal efecto presentar dos tipos de propuestas.

Se ha de considerar para el diseño lo especificado en la normativa CE 010 Pavimentos Urbanos, así como lo establecido en las normativas del MTC, debiendo indicarse con claridad todos los parámetros usados, tales como tráfico considerado (número de estacionamiento), soporte de subrasante (Proctor y CBR del suelo de subrasante), propiedades de los materiales de la estructura del pavimento, etc.

En caso de pavimentos rígidos se deberá indicar si se plantearan uso de dowels, y detalle de juntas. Se deberá presentar un plano de detalles de los pavimentos rígidos y flexibles en el que se indique los espesores y las características de la estructura de pavimento (base, sub base, asfalto, losa, juntas, dowels, etc).

Se deberá presentar hojas de cálculo de las estructuras de pavimentos, en las cuales estarán especificadas y sustentadas los parámetros usados.

Se deberá indicar los espesores de las estructuras de veredas y patios internos, indicando detalles como espesores de la estructura, así como sus características. Todo parámetro deberá ser sustentado indicando su referencia. Tomar como base lo establecido en la normativa CE 010 Pavimentos Urbanos, así como lo establecido en las normativas del MTC.

Se deberá presentar un plano de detalles de la estructura de veredas y losas de patios internos en el que se indique los espesores y las características de su estructura (capa de sub-base, capa de base, detalle de losa de concreto, juntas, etc.)

#### **7.2.10. INFORMACIÓN EN “EMPUJE LATERAL DE TIERRAS, MÓDULO DE BALASTO, EXCAVACIONES Y RELLENOS”.**

Se deberá incluir en el informe los parámetros que nos permita analizar las futuras obras de sostenimiento (estructuras de contención o estabilización), por lo que será necesario mostrar los siguientes parámetros para su análisis:

- Peso unitario ( $\gamma_{nat}$ )
- Cohesión (c)
- Ángulo de fricción ( $\emptyset$ )
- Coeficiente activo estático ( $K_a$ )
- Coeficiente en reposo estático ( $K_o$ )
- Coeficiente pasivo estático ( $K_p$ )
- Ángulo de fricción del suelo – muro ( $\delta$ )
- Coeficiente de fricción debajo de la cimentación ( $\tan\delta$ )



*Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de  
Junín y Ayacucho*

Estos parámetros deberán ser sustentados considerando las características físicas y mecánicas del suelo.

Proponer metodologías de excavación para el movimiento de tierras que se realizarán para las cimentaciones o estructuras enterradas (cisternas) para alcanzar el nivel de piso terminado y nivel de fondo de cimentación, respectivamente. Se deberá incluir ángulos de corte recomendados para la construcción.

Todos los parámetros y fórmulas consideradas por el proveedor deberán ser sustentadas, indicando fuentes confiables. Considerar lo establecido en la Norma CE.020 “Estabilización de Suelos y Taludes.

Se ha de presentar los valores de módulo de balasto para el diseño de plateas de cimentación, en caso se considere este tipo de estructuras como cimentación. Toda información brindada en este punto, ya sea relaciones y/o fórmulas deberán ser sustentadas (indicar referencias bibliográficas).

#### **7.2.11. INFORMACIÓN EN “EVALUACION DE LA CONDICION DE ESTABILIDAD DE TALUDES (TALUDES NATURALES Y/O ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ESTABILIZACIÓN PROPUESTOS)”.**

Considerando las condiciones de diseño del proyecto se ha de indicar las zonas que cuenten con taludes naturales o taludes por corte que posiblemente necesiten de estructuras de contención o estabilización.

Para definir la estabilidad de un talud en términos de un factor de seguridad (FS), obtenido de un análisis matemático de estabilidad. El modelo debe tener en cuenta la mayoría de los factores que afectan la estabilidad. Estos factores incluyen geometría del talud, parámetros geológicos, presencia de grietas de tensión, cargas dinámicas por acción de sismos, flujo de agua, propiedades de los suelos, etc. Todos los factores que afectan la estabilidad del talud que se pueden cuantificar para incluirlos en un modelo. Estos modelos o perfiles deberán ser presentado considerando las exploraciones y resultado de ensayos de laboratorio.

En caso el proyecto presente taludes o requiera de cortes de taludes, que podría implicar el uso de estructuras de contención, se realizará primero el análisis de estabilidad de taludes (corte natural o corte planteado), con ayuda de softwares se permitirá determinar la estabilidad actual o el método a aplicar para la estabilidad del talud. En caso se planteen estructuras de contención o de estabilización se deberá también realizar el análisis de estabilidad del talud con la propuesta brindada. Considerar que se requiere al menos el análisis de dos propuestas de contención o estabilización de los taludes, sustentando el porqué de la recomendación o la prioridad de usar uno de ellos.

Para el análisis de estabilidad considerar lo establecido en la Norma CE.020 “Estabilización de Suelos y Taludes” vigente, Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente u otros que se considere.

Todos los resultados de los análisis se han de presentar en los anexos, esto incluye, memorias de cálculo, resultado de softwares, planos, etc.



BICENTENARIO  
PERÚ  
2024





#### **7.2.12. INFORMACIÓN EN “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL PROYECTO (INCLUYE MATERIAL PARA PAVIMENTACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUELO, ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ESTABILIZACIÓN, ETC.)”.**

En este punto se deberá indicar las especificaciones técnicas para el suelo de fundación, indicándose desde el tratamiento al suelo (grados de compactación, taludes de excavación, etc.), características del material a usar como mejoramiento (en caso se plantee), acciones a tomar antes y durante la construcción de las cimentaciones.

Recomendaciones en caso se encuentren materiales de relleno contaminado.

Si se recomendase el remplazo de material para rellenos, deberá indicarse las características físicas y mecánicas de este. Considerar planteamientos de uso del material natural encontrado en las calicatas, para lo cual deberá especificarse el tratamiento a este material, los requerimientos mínimos y su conformación.

Deberá indicarse las especificaciones de los materiales recomendados para la estructura de pavimentación, veredas y patios internos definidos en el diseño estructural.

Deberá indicarse las especificaciones para las estructuras de contención o estabilización de los taludes existentes, como el material usado, la conformación, etc.

Se debe tener en cuenta la ubicación del proyecto para la recomendación de los materiales siendo necesario que estos se puedan adquirir con facilidad o con menores contratiempos. Considerar lo especificado en el artículo 25: Rellenos de la norma E.050 Suelos y cimentaciones, el manual del MTC (Ministerios de transportes y Comunicaciones) para el diseño de Caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito u otras que se considere necesario.

#### **7.2.13. INFORMACIÓN EN “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”.**

Se procederá a indicar con claridad y de forma resumida, toda la información que involucre los trabajos de campo, parámetros encontrados en campo y laboratorio, así como su interpretación, los planteamientos de diseño de cimentaciones, de pavimentación, de estructuras de contención o estabilización y toda información requerida en los puntos anteriores o que se considere necesario indicar.

#### **7.2.14. INFORMACIÓN EN “REFERENCIAS”.**

Se ha de indicar todas las referencias usadas para la elaboración del Estudio, se recomienda colocarlas considerando el método APA.

En el desarrollo del informe se deberán hacer citas a las referencias indicadas en este punto, el formato recomendado es el método APA, queda a consideración del Proveedor usar otra metodología.





PERÚ

Ministerio  
de Educación

Viceministerio de  
Gestión Institucional

Programa Nacional de  
Infraestructura Educativa

*Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de  
Junín y Ayacucho*

### ANEXO 3.1

#### FORMATOS A CONSIDERAR



BICENTENARIO  
PERÚ  
2024



[www.gob.pe/pronied](http://www.gob.pe/pronied)

Jr. Carabaya N.° 341  
Cercado de Lima, Lima01  
Central: (01) 680 6777









Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de  
Junín y Ayacucho

**FORMATO OBLIGATORIO DE LA HOJA DE RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE  
CIMENTACIÓN INDICADO EN LA NORMA E 0.50**

De conformidad con la Norma Técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones” la siguiente información deberá transcribirse literalmente en los planos de cimentación. Esta información no es limitativa, deberá cumplir con todo lo especificado en el presente Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	
Profesional Responsable (PR):	Ing. Civil CIP:
Tipo de Cimentación:	
Estrato de apoyo de la cimentación:	
Profundidad de la Napa Freática:	Fecha:
<b>Parámetros de Diseño de la Cimentación</b> Profundidad de Cimentación: Presión Admisible: Factor de Seguridad por Corte (Estático, Dinámico) Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable:	
<b>Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)</b> Zona Sísmica: Tipo de perfil del suelo: Factor del suelo (S): Periodo TP(s): Periodo TL(s):	
<b>Agresividad del Suelo a la Cimentación:</b> (En caso de suelos agresivos se debe indicar tipo de agresión, tipo de cemento portland, relación a/c y $f'_c$ mínimo, recubrimiento mínimo y otros)	
<b>Problemas Especiales de cimentación</b> Licuación: Colapso: Expansión:	
Indicaciones Adicionales:	

Fecha:

Nombre del PR

Nº de registro CIP



BICENTENARIO  
PERÚ  
2024





### **FORMATO DE PRESENTACION DE ESTUDIOS**

Se presentará el expediente técnico en 2 originales y 1 copia a COLOR (los ensayos de laboratorio deben ser en formato ORIGINAL), debidamente selladas y firmadas por el profesional responsable o los profesionales que intervienen, deberán estar foliado siendo el tamaño de presentación en formato A-4.

Asimismo, deberá estar digitalizado y grabado en un CD el cual se entregará en forma integral incluyendo gráficos, formatos de ensayos de laboratorio, fotografías, planos, todo en un archivo del programa Microsoft Word Windows 7.

Requisitos para la presentación del estudio básico.

**TEXTOS:** El tipo a usar será el que a continuación se describe:

<b>Tipo</b>	<b>Elemento</b>	<b>Fuente</b>	<b>Estilo de fuente</b>	<b>Tamaño</b>
<b>T1</b>	Títulos	Arial	Negrita-sub rayado	14
<b>T2</b>	Sub-Títulos	Arial	Negrita	11
<b>T3</b>	Contenido	Arial	Normal	11
<b>T4</b>	Encabezado y Pie de página	Arial	Normal	08

Se debe utilizar programa Windows 7 a un espacio, de acuerdo al presente formato.

Los reportes en general de informes y documentación deben ser en impresora tipo Laser, en papel bond Tipo A de 80 gr., formato A4.

**FOTOGRAFIAS:** Serán tamaño Jumbo, escaneadas e impresas a color en alta resolución, con leyenda respectiva en la parte inferior con texto tipo T3. En caso de vistas panorámicas podrán ser pegadas en forma sucesiva.

**PLANOS:** Los planos serán digitales trabajados en programa AutoCAD 2006, en formatos A1 los mismos que deben respetar los parámetros del Anexo No 1 (Parámetros adoptados para dibujar en AutoCAD).

La entrega será de la siguiente manera:

Planos originales. - Digitalizada en un CD.  
En papel xerox, formato A-1.





Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho

## **PARAMETROS PARA DIBUJOS EN AutoCAD** **CAPAS A UTILIZAR PARA DIBUJOS TOPOGRAFICOS**

<b>Nombre de Capa</b>	<b>Color</b>	<b>Tipo de Línea</b>
Coordenadas-01	9	Continua
Cotas-01	Rojo	Continua
Curvas Maestras-02	31	Continua
Curvas Secundarias	35	Continua
Ejes	8	Center2
Membrete	Blanco	Continua
Muros-02	Blanco	Continua
Muros-05	Azul	Continua
Norte-Magnético	Amarillo	Continua
Poligonal-Perímetro	30	Dashdotx2
Postes-Alumbrado	223	Continua
Postes-Cpt	226	Continua
Proyecciones	Red	Hidden
Red-De-Agua-03	150	Dashdot
Red-De-Alumbrado	120	Hiddenx2
Red-De Desagüe-05	203	Continua
T-Achurados -01	8	Continua
T-Textos-Chicos-03 (R-80, R-10)	Verde	Continua
T-Textos-Curvas (R-60)	Blanco	Continua
T-Textos-Medianos-04 (R-120, R-140)	Cyan	Continua
T-Textos-Grandes-06 (R-175, R-200)	Magenta	Continua
T-Textos-Nivel-Cota	Amarillo	Continua
T-Textos-02	Amarillo	Continua
Veredas	62	Continua

### **COLORES vs. ESPESOR DE LINEA (LAPICEROS)**

<b>Color</b>	<b>Espesor Línea</b>
Rojo	0.15
Amarillo	0.20
Verde, 223, 226, 150	0.30
Cyan, 120	0.40
Azul, 203	0.50
Magenta, 30	0.60
Blanco, 62	0.25
8, 9, 31	0.12

Nombre de Archivo: ACAD-TOP.DWG



BICENTENARIO  
PERÚ  
2024



**PERÚ**Ministerio  
de EducaciónViceministerio de  
Gestión InstitucionalPrograma Nacional de  
Infraestructura Educativa

*Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres  
Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de  
Junín y Ayacucho*

### **PARAMETROS PARA SCANEO DE TEXTO Y/O GRAFICOS**

El escaneo debe efectuarse de acuerdo al tipo de documento, la parte textual en blanco y negro, mientras que las fotografías deben escanearse a color, ambos con una resolución de salida mínima, cuidando de que la información sea capturada con nitidez, y que los archivos ocupen espacio en disco para que la visualización de los mismos sea rápida.

Se da como alcance la cantidad de Kb sugerido en el escaneo por hoja de:

1 texto en blanco y negro = 100 Kb

1 fotografía a color = 150 Kb

BICENTENARIO  
PERÚ  
2024