

## 1. OBJETIVO

Establecer las condiciones mínimas de seguridad y medidas de control para las actividades de excavación con el objetivo principal de:

Excavar sin riesgo en zonas en las que puede haber cañerías, conductores eléctricos, tuberías, etc., que puedan constituir un serio peligro para las operaciones instalaciones y equipos.

Evitar desmoronamientos en la zona de la excavación que puedan afectar directa o indirectamente la integridad de las personas y las instalaciones.

## 2. ALCANCE

El presente procedimiento se aplica a todas las excavaciones realizadas en instalaciones dependientes de la Refinería Gualberto Villarroel y Guillermo Elder Bell, incluye los trabados que sean realizados en el Ducto Refinería Aeropuerto de Cochabamba, Sumumpaya, La Palca y Oleoducto Pálmase la Viru Viru.

## 3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

### 3.1. NORMAS

### 3.2. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

### 3.3. LEGISLACIÓN

**NTS 007/17** Trabajos de excavación

**DL. 16998** Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar.

**Ley 1333** Ley del Medio Ambiente

## 4. DEFINICIONES Y SIGLAS

### 4.1. DEFINICIONES

**Acarreo:** Transporte de material excavado del lugar de la operación hasta su disposición final.

**Apuntalamiento, Barrera, Entibado, Tablestacado:** Una estructura en madera, metal, u otro material, mecánicas o hidráulicas que sostienen los lados de una excavación y las cuales se diseñan para prevenir los

derrumbes.

**Calidad de puntal:** Hace referencia a las características que debe poseer el puntal en función al material de este; los puntales de metal estarán de acuerdo a las especificaciones técnicas de seguridad de fabricante, los puntales de madera se realizará una verificación de acuerdo a un chek list, donde se inspeccione los siguientes aspectos de la madera; que no tenga defectos visibles, cortada longitudinalmente a la fibra, debe ser de nervio rectilíneo, solido y sin nudos, no debe estar podrida, carcomida, entre otros.

**Derrumbe:** Desprendimiento de una porción de suelo o roca de una excavación y su desplazamiento súbito hacia la excavación por caída o deslizamiento que pueda causar atrapamiento, o lesionar a una persona.

**Excavación:** Es el corte, cavidad, o depresión, hecha por el hombre mediante la remoción de tierra, arena, gravilla, rajón, recebo, etc, realizada en zonas localizadas del terreno en las que puede haber cañerías, conductores eléctricos, tuberías, etc con profundidades mayores de 0.30 metros de profundidad.

**Excavación mecánica o con maquina:** Es aquella que se efectúa con cualquier equipo que tenga una fuente de potencia diferente a la fuerza humana bien sea electricidad, presión de aire o líquido; un motor de combustión interna o la gravedad.

**Excavación manual:** Es aquella que efectúan los trabajadores utilizando su fuerza física, ayudados por herramientas de mano como palas, picos, etc.

**Movimiento de tierras:** conjunto de trabajos que se realizan en el terreno para modificar su superficie, prepararlo para la construcción y adaptarlo a su forma definitiva. Comprende tanto la extracción como el aporte de tierras.

**Plan de excavación:** Documento elaborado por la empresa, el cual contiene las memorias de cálculo, planificación de las etapas de la excavación y el detalle de los mecanismos de seguridad para los trabajos en excavación.

**Planos:** Los dibujos detallados para la ejecución de la obra y/o servicio a los que se hace referencia en las especificaciones, que de acuerdo a las circunstancias podrán ser modificadas por el ingeniero fiscal de obras.

**Suelo:** Es el material no consolidado o semi consolidado compuesto de la mezcla de partículas de diferentes tamaños, diferentes minerales y compuestos litológicos, y con diferentes cantidades y clases de materias orgánicas. Los cuales se encuentran sobre la corteza terrestre como: arenas, limos, arcillas, materiales de remoción, etc.

**Talud:** inclinación o pendiente de un terreno. Puede ser: "natural" o estable temporal; este último requiere un cálculo y vigilancia específica para garantizar su estabilidad.

**Trasiego:** Transporte de material excavado hasta el punto de acopio dentro del área de la obra.

**Zanja, Trinchera o fosa:** Una excavación larga y angosta realizada en el terreno y se utiliza para instalar tuberías subterráneas de agua, electricidad o gas o para construcción de fundaciones superficiales, entre otros usos, generalmente la profundidad es mayor que la anchura, pero la anchura no mide más de 4.5 m. (medida en el fondo) y su profundidad mayor a 1.25 m., estas dimensiones puede variar de acuerdo a la actividad

**Calicata:** Excavación con herramientas manuales efectuada con el fin de ubicar instalaciones enterradas existentes y con una sección transversal de hasta 1 x 1 metros y de profundidad variable.

**Sondeo:** Perforación del suelo, para constatar o verificar la profundidad y localización física

del o los ductos, líneas energizadas, cables de datos, cámaras, etc.

## 4.2. SIGLAS

**APR:** Análisis preliminar de riesgo  
**DGSMS:** Dirección de Gestión, Seguridad, Medio Ambiente, Salud y Responsabilidad Social Empresarial.  
**DRAC:** Ducto Refinería Aeropuerto de Cochabamba.  
**OPVV:** Oleoducto Palmasola Viru Viru  
**EPP:** Equipo de Protección Personal.  
**PT:** Permiso de trabajo  
**SST:** Seguridad y Salud en el Trabajo.  
**MARSE** Medio Ambiente y Responsabilidad Social  
**UE:** Unidad Ejecutora  
**USL:** Unidad de Salud Laboral  
**ING:** Ingeniería

## 5. RESPONSABILIDADES

### Ejecutor de la excavación:

- Solicitar a ING y/o UE I los equipos de escaneado para verificar la existencia de cables, tuberías u otros elementos en el trayecto a ser excavado.
- Realizar la excavación aplicando las medidas de control descritas en el presente procedimiento.
- Solicitar autorización a Gerencia de Refinería en caso de que se requiera interrumpir el tráfico en calles de Las instalaciones para llevar a cabo la excavación.

### Técnico de SST

- Participar del análisis de riesgo antes de liberar el PT para el trabajo y verificar que el ejecutor cuente con todos los materiales requeridos para implementar las medidas de control (escáner, escaleras, material de entibado, señalización, entre otros).

### Fiscal del servicio

- Participar del análisis de riesgo antes de liberar el PT para el trabajo y verificar que el ejecutor cuente con todos los materiales requeridos para implementar las medidas de control (escáner, escaleras, material de entibado, señalización).
- Solicitar a ING y/o UE los equipos de escaneado para verificar la existencia de cables, tuberías u otros elementos en el trayecto a ser excavado.
- Es responsable de que, al finalizar los trabajos, las excavaciones y zanjas sean cerradas, deberá dejar el área intervenida (suelo, capa vegetal, etc.) en las mismas o mejores condiciones que antes de la intervención.

### Ingeniero civil a cargo:

- Determinar la necesidad de un Plan de Excavación para excavaciones con profundidad mayor a 1.25 metros.
- Participar del análisis de riesgo inicial incluido en el PT específico de excavaciones

## 6. MEDIDAS DE SMS

Aspectos ambientales	Impactos	Acción (es) de bloqueo
Generación de Residuos Sólidos	Contaminación del Suelo	Aplicar el procedimiento de Gestión de Residuos
Retiro de las capas o perfiles superiores e interiores del suelo, al abrir la zanja.	Alteración de la capa superficial del suelo, donde se desarrolla la vida vegetal (flora) y el micro fauna (bacterias, hongos, etc.)	Reposición del suelo y de la capa vegetal finalizado el trabajo. Debe quedar en mismas condiciones antes de la intervención.
Generación de Gases y vapores Tóxicos	Alteración de la Calidad del Aire	Monitoreo del área, verificación de existencia de tuberías enterradas
Consumo de combustible	Alteración de la Calidad del Aire	Mantenimiento de las maquinas y/o equipos.  Monitoreo de la Calidad del Aire
Derrame de combustible, aceites. Etc.	Contaminación del Suelo	Mantenimiento de las maquinas y/o equipos.

Evento no deseado	Daños	Medidas de control
Deficiencia en la calidad de aire	Intoxicación, Asfixia, Muerte	Monitoreo Constante de la Calidad del Aire, asistencia con vigía
Caída de Personas al mismo nivel	Traumatismo	Diálogos Diarios de Seguridad (DDS) Tema Ergonomía
Contactos térmicos y eléctricos	Quemadura, Arritmia Cardíaca, Paro Cardíaco	Aplicación de PT, APR, Orden y Limpieza, Uso de EPP resistente a contacto con superficies calientes y contactos eléctricos. Verificación de instalaciones subterráneas.
Esfuerzo físico	Traumas acumulativos	Diálogos Diarios de Seguridad (DDS) Tema Ergonomía
Exposición a ruido de maquinaria	Lesión Auditiva	Uso de Protector auditivo
Iluminación Inadecuada	Lesión ocular, Stress	Restringir los trabajos de noche
Caída de objetos por	Traumatismos, heridas,	Verificación de distancias de acopio

Evento no deseado	Daños	Medidas de control
desplome o derrumbamiento	raspaduras, asfixia aplastamiento.	de materiales y /o residuos
Choques y golpes contra Objetos Inmóviles	Traumatismos, fracturas	Verificación del orden y limpieza, reconocimiento del área de trabajo.
Golpes y cortes por objetos o herramientas	Heridas	Planificación del trabajo (Designación de espacios entre trabajadores)
Atrapamiento o aplastamiento	Traumatismos, Heridas	Verificación de las condiciones del trabajo, estructuras vecinas y la estabilidad del terreno

**Nota:** En toda excavación > a 30 cm, la Gerencia de Ingeniería debe dar el Visto Bueno para determinar si existen instalaciones antiguas enterradas, que pueden ser dañadas.

## 7. DESARROLLO

Toda excavación se debe realizar con un PT específico para excavaciones que incluye una etapa inicial de análisis de riesgo para definir medidas de control específicas para la excavación en curso. La 2da parte del PT de excavaciones está orientada a verificar medidas de seguridad que son necesarias en cualquier tipo de excavación.

### 1.1. PLAN DE EXCAVACIÓN

Para excavaciones menores a 1.25 metros el "Plan de excavación" será el PT específico de trabajos de excavación ya que el mismo establece la necesidad de realizar un análisis de riesgo específico y posteriormente verifica las condiciones de seguridad de la excavación.

Para excavaciones con profundidad mayor a 1.25 metros, el Ingeniero Civil puede decidir en base a la función de la excavación y profundidad la necesidad de estudio.

En caso determinarse que se requiere un plan de excavación, el contenido mínimo del mismo será el siguiente:

- Plano de planta donde se realizará la excavación
- **Estudio de suelo:** clasificación y tipo de suelo, capacidad portante, nivel freático, contenido de humedad.
- Grado sísmico del lugar de la excavación.
- **Planificación de la excavación** (especificar si se realizará en etapas) y las medidas de control en cada una de las etapas.
- Determinar si será excavación manual, mecánica o mixta.
- Posibles fuentes de vibración cercanas.
- Posibles filtraciones, cuerpos de agua o instalaciones sanitarias cercanas
- Resultados de la verificación de líneas y cables eléctricos (ver 7.2)
- Listados de capacitación que se realice al personal involucrado

### 1.2. VERIFICACIÓN DE LÍNEAS Y CABLES ELÉCTRICOS ENTERRADOS

En caso de excavaciones donde se considera que haya cables/tuberías u otro elemento enterrado en la zona a intervenir, cualquier gerencia y/o proyecto que realice excavaciones deberá realizar el sondeo una vez que se cuente con el trazo para la excavación definido.

Esta verificación aplica también en excavaciones externas donde existe la posibilidad de interferencia de líneas eléctricas, alcantarillado, etc. Sería muy difícil considerando que es muy complejo obtener planos de estos servicios públicos, la verificación previa cobra una especial importancia.

Realizar un sondeo mediante un detector de líneas/ductos. Este sondeo se realizará de la siguiente manera y con los siguientes equipos (considerando que los equipos no son intrínsecamente seguros se deberá realizar medición de explosividad por SST en caso de ser utilizado en área industrial):

#### **Equipo RIDGID Detector de líneas energizadas:**

- Se deberá solicitar el equipo a ING con la debida anticipación para garantizar su disponibilidad. Las baterías que el mismo utiliza (4 baterías tipo C deberán ser provistas por el solicitante).
- El equipo sólo tiene la capacidad de detectar líneas con corriente alterna, permite seleccionar la frecuencia de detección en caso que se tenga una suposición del tipo de cables que se encuentren enterrados. De igual forma tiene la opción de un rango de detección de frecuencias universal.
- El equipo cuenta con el accesorio ST-510 que permite inducir una señal en el caso que un extremo de la línea/cable/tubería esté disponible. Una vez que se induce electricidad por el elemento se procede a realizar el rastreo con el equipo.

**NOTA:** Considerando que la red de botoneras de RCBA utiliza corriente continua no podrá ser detectada, por lo tanto, en excavaciones que se tenga la sospecha de la presencia de cableado de la red de botoneras se deberá proceder con mucha calma y realizar calicatas de exploración en coordinación con la gerencia de MAN-ME

- **Equipo Radar GEOSCANNER:**

- Diseñado para detectar cambios de densidad en el suelo y de esta forma detectar cualquier tipo de elemento (no solamente líneas energizadas)
- Inicialmente se debe calibrar el equipo.
- Posteriormente se ingresa el tipo de suelo (en caso de ser conocido) al software
- Se realiza el escaneado realizando un barrido en forma de grilla

El resultado del sondeo deberá ser registrado posteriormente en el Permiso de Trabajo específico de Excavaciones.

En caso de encontrar conductores eléctricos en la zona de excavación, se solicitará la presencia de los responsables del departamento eléctrico evaluando las mismas y certificando la ausencia de conectores energizados para proseguir con las excavaciones.

Dependiendo del resultado del sondeo del punto anterior y si todavía existen dudas con respecto a la posible presencia de líneas o cables eléctricos en el trazo de la excavación se debe primeramente realizar calicatas de exploración.

### **1.3. MEDIDAS PREVENTIVAS CONSTRUCTIVAS: Talud, entibado y apuntalamiento**

---

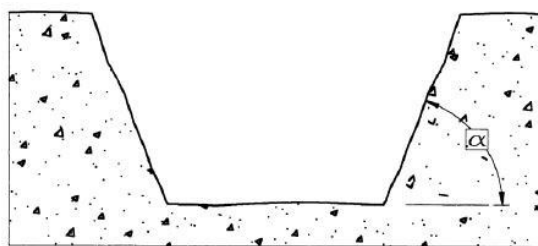
Este documento sin el sello de "COPIA CONTROLADA" se constituye en "COPIA PARA DIVULGACION"

Este documento sin el sello de "COPIA CONTROLADA" se constituye en "COPIA PARA DIVULGACION" y se debe consultar a YPFB Refinación S.A. para verificar su vigencia.

## **TALUD**

- Para excavaciones menores a 1,25 metros se permiten taludes verticales.
- Para excavaciones mayores a 1,25 metros se deben construir taludes que cumplan el ángulo establecido en la Tabla 1 (extraída del Art. 7.1 de NTS 007/17).





Algunos ángulos de **talud** con respecto a la horizontal recomendados para diferentes tipos de terreno son los que se indican en el cuadro siguiente:

**Tabla 1: Ángulos para talud dependiendo el tipo de suelo**

Naturaleza del terreno	Angulo $\alpha$ (grados)	
	Terreno seco	Terreno húmedo
Roca dura	80 a 90	80
Roca blanda	55	55
Trozos de roca	45	40
Terreno vegetal	45	30
Mezcla de arena y arcilla	45	30
Arcilla	40	20
Gravilla	35	30
Arena fina	30	20

- Se podría construir taludes verticales en excavaciones mayores a 1,25 metros, sólo en el caso que se haya determinado la Altura crítica de excavación – Hc, que corresponde a la máxima altura que se puede excavar en forma vertical sin entibación. La fórmula es la siguiente:

$$H_c = 1,3 \text{ qu}$$

Donde:

qu = corresponde a la resistencia al corte de una muestra inalterada de suelo en el ensayo de compresión simple (Mono axial), kg/m<sup>2</sup>;

$\gamma$  = corresponde a la densidad natural del terreno, kg/m<sup>3</sup>

- Considerando que los datos para calcular Hc son limitados, y no se pueda calcular este valor se debe optar por taludes de acuerdo a la Tabla 1 o entibado.
- Las excavaciones con profundidad menor a 1,25 metros también deben ser protegidas de esta forma, cuando exista la posibilidad de deslizamiento de tierra.

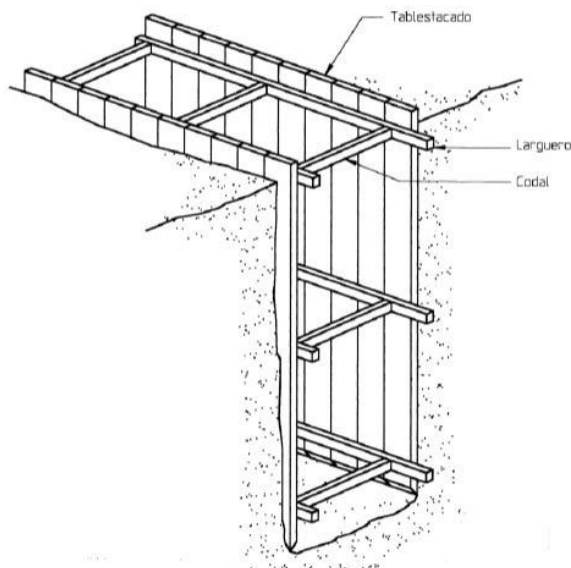
## ENTIBADO

- El entibado debe cumplir las dimensiones y especificaciones establecidas en la Tabla 2 (extraída del Art. 14.3 de NTS 007/17).
- El material usado en el entibado debe estar en buenas condiciones de uso. La instalación debe cubrir los lados de la excavación hasta el fondo de la misma



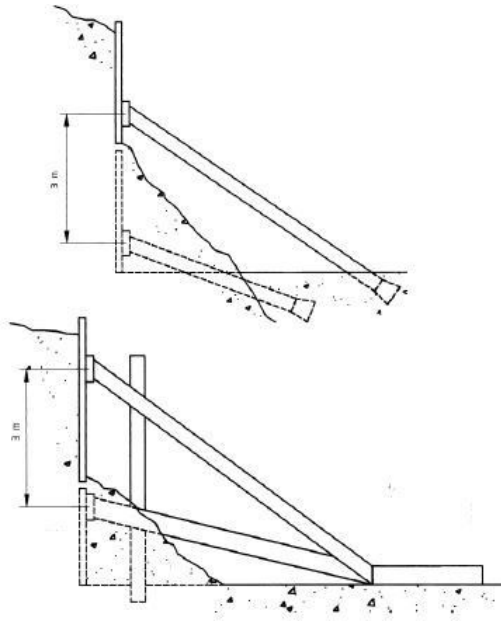
**Tabla 2:** Dimensiones de los elementos para el entibado

Profundidad de la zanja	Calidad o condiciones del suelo	Dimensiones y espaciamiento de los elementos								
		Vertical		Larguero horizontal		Sección de los codales			Espaciamiento máximo	
		Dimensiones mínimas	Espaciamiento máximo	Dimensiones mínimas	Espaciamiento máximo	Ancho de la zanja				
						Hasta 1,0 m	1,0 a 2,0 m	2,0 a 3,2 m	Vertical	Horizontal
m		cm	m	cm	m	cm	cm	cm	m	m
1,5 a 3,0	Duro, compacto	7,5 x 10	2,4	2,5 x 1,5	0,5 bajo el borde superior	7,5 x 7,5	10 x 10	10 x 10	1,5	2,5
	Poco conglomerado	7,5 x 10	0,9	10 x 15	1,2	7,5 x 7,5	10 x 10	10 x 10	2,0	2,5
	Blando, arenoso, o de relleno	5 x 15	Tablestacado	10 x 10	1,0	10 x 10	10 x 15	15 x 15	1,0	1,0
3,0 a 4,5	Duro, compacto	7,5 x 10	1,2	2,5 x 15	"1)	10 x 10	10 x 10	10 x 10	1,5	2,5
	Poco conglomerado	7,5 x 10	0,6	10 x 15	1,0	10 x 10	10 x 15	10 x 15	1,5	2,5
	Blando, arenoso, o de relleno	7,5 x 10	Tablestacado	10 x 15	1,0	10 x 10	15 x 15	15 x 20	1,5	2,5



## APUNTALAMIENTO

- En las excavaciones en donde sea necesario colocar puntales para soportar el empuje del suelo, éstos en ningún caso deben estar distanciados más de 2,5 metros entresí.
- Los macizos de anclajes de los tirantes deben enterrarse.
- Cuando se coloque sólo una hilera de puntales, éstos no deben formar un ángulo mayor de 40º con la horizontal.
- En excavaciones de profundidad mayor de 3 m. se deben colocar apuntalamientos que apoyen la defensa a distancias no superiores a 3 m.



#### 1.4. MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES

- Cuando se realice excavaciones cerca de ductos que se encuentran apoyados al piso que es removido, **este debe ser apuntalado para evitar que sufra esfuerzos de flexión y posterior ruptura del mismo.**
- En los casos de riesgo de caída de árboles, líneas de transmisión, deslizamiento, rocas u objetos de otra naturaleza, es necesario realizar la limpieza y retiro de estos objetos **extraños** para no causar obstrucciones ni situaciones de emergencia.
- Se **deberán** tomar medidas de precaución adicionales, cuando las excavaciones se hagan en lugares sujetos a vibraciones, como consecuencia de proximidad de calles, caminos, maquinarias y otras fuentes y también por efecto de posibles fuertes lluvias ocasionando ablandamiento de terreno.
- El proceso de **excavación** debe ser monitoreado en todo momento, observando zonas de inestabilidad, deformaciones en edificaciones, etc.
- Cuando por razones de urgencia o del tipo de trabajo, deben ser empleadas excavadoras mecánicas para realizar las tareas, se **deberá** tener especial **precaución** a las maniobras en las proximidades de líneas aéreas y subestaciones transformadoras, por el riesgo que **significaría** el corte de una **alimentación** de alta **tensión** o la **electrificación** de la **excavadoramecánica**.
- En las excavaciones se **deberán** colocar las **señalizaciones** de advertencia como barreras de advertencias. Las más comúnmente usadas son las siguientes:
  - a) Conos;
  - b) Cintas;
  - c) Caballetes;
  - d) Pedestal con iluminación;
  - e) Letreros de señalización;
  - f) Banderolas
- Cuando haya personal dentro de la excavación, el material retirado de la misma debe ser amontonado en función a la profundidad de la excavación, excepto que se lo contenga con una barricada continua y firme.

PROFUNDIDAD (m)	DISTANCIA
	(entre borde de excavación y acopio de tierra en metros)
De 0 a 0,5	0,3
De 0,5 a 1	0,5
De 1 a 1,5	0,7
De 1,5 a 2	1
De 2 a 3	1,5
De 3 a 4	2

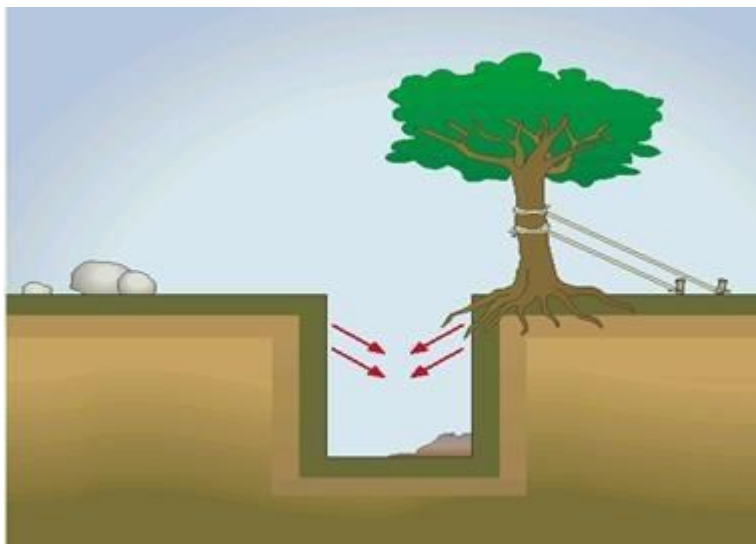
- Ante cualquier signo de deslizamiento del material, el personal debe ser evacuado de inmediato.
- Se debe contar con una escalera, en toda excavación de más de 1,25 mts. de profundidad
- El responsable del trabajo debe verificar en los alrededores del lugar donde se efectuará la excavación, que las tapas de cloacas u otros puntos potenciales de descarga o purga de gases o vapores, se encuentren perfectamente sellados o bloqueados. Ante cualquier anomalía, relacionada con ruptura de conductos, cámaras, que origine escape de gases u olores, se evacuará la excavación inmediatamente y se requerirá el asesoramiento del ente responsable.
- Cuando la excavación se efectúa mediante pala mecánica o retroexcavadora, se debe establecer una zona de seguridad alrededor de la máquina superior en 1,5 m. al radio de giro del brazo de ésta, en la cual se prohíbe el tránsito de personas.
- Se debe contar con banderillero que dirija los desplazamientos de la maquinaria pesada mediante banderas o paletas de colores, el cual debe estar en todo momento visible por el operador de la máquina y así advertir a éste y a peatones cualquier posible peligro.
- Todo pasillo público, acera o vía que se encuentre a menos de 1,5 m. de distancia, o pase a través de una excavación, debe estar provisto de un cerco de 1,80 m. de altura, de estructura resistente, con dos barandas a doble altura, la más alta colocada entre 0,80 m. y 1 m. de alto y la otra a la mitad de ésta. Además, debe estar revestida de malla metálica tipo gallinero en todo su alto.



Este do

SACION"

y se debe consultar a YPF-B Refinación S.A. para verificar su vigencia.





## ANEXOS

NRO	ANEXO	TITULO DEL ANEXO
1	ANEXO A	<a href="#">ANEXO 1-NTS-007-TRABAJOS-DE-EXCAVACION.PDF</a>
2	ANEXO B	<a href="#">ANEXO 1-NTS-007-TRABAJOS-DE-EXCAVACION.PDF</a>

## REGISTROS

No Aplica.

## REGISTROS COMPLEMENTARIOS

No Aplica.

## SUMARIO DE REVISIONES

REVISION	FECHA	DESCRIPCION
A	20/12/2022	Emisión original

## LISTA DE DISTRIBUCION

DGSMS/SSTSC, DGSMS/SSTCB, GGL/DGSMS

## FECHA DE ANALISIS CRITICO

La próxima fecha de análisis crítico es **16/12/2023**