



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA MINERA Y DE RECURSOS ENERGÉTICOS

TRABAJO FIN DE MASTER

“DISEÑO Y CÁLCULO DE CONTENEDORES SOTERRADOS PARA RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (MATALLANA DE TORÍO)”

León, Diciembre de 2016

Autor: Jesús Gutiérrez González
Tutor: Alberto González Martínez

El presente proyecto ha sido realizado por D./Dña. Jesús Gutiérrez González , alumno/a de la [Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas](#) de la [Universidad de León](#) para la obtención del título de Máster en Ingeniería Minera y de Recursos Energéticos.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D./Dña. Alberto González Martínez, profesor/a del Máster Universitario en Ingeniería Minera y de Recursos Energéticos.

Visto Bueno

Fdo.: D./Dña. Jesús Gutiérrez González
El autor del Trabajo Fin de Máster

Fdo.: D./Dña. Alberto González Martínez
El Tutor del Trabajo Fin de Máster

RESUMEN

Este Trabajo Fin de Máster tiene como objeto definir, dimensionar y valorar las obras necesarias para la instalación de contenedores soterrados de residuos sólidos urbanos en el Barrio de la Estación en el Municipio de Matallana de Torío (León).

En este proyecto se dispondrán cinco "islas" de contenedores soterrados, dos "islas" de cinco contenedores y tres "islas" de cuatro contenedores. También se explica cómo se deben de construir las "islas", equipamientos a utilizar y cálculo del muro sobre el que se instalará el sistema de contenedores soterrados.

Se ha optado por la construcción de este tipo de recogida de Residuos en dicho Municipio para mejorar el aspecto y la estética en las vías urbanas, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos puesto que elimina los malos olores y también como medida de ahorro para el Municipio ya que disminuye los gastos de recogida por la menor frecuencia de vaciado.

ABSTRACT

This Master Thesis aims to define, measure and assess the need for installation of underground containers of municipal solid waste in the Barrio Estación in the municipality of Matallana de Torío (León) works.

In this thesis five "islands" of underground containers two "islands" of five containers and three "islands" of four containers are placed. It also explains how to build the "islands", equipment use and calculation of the wall on which the system will be installed underground containers.

It has opted for the construction of this type of collection of waste in that municipality to improve the appearance and aesthetics on urban roads, improve the quality of life of citizens since it eliminates odors and also as a cost-saving measure for the municipality as it lowers the cost of collection for less frequent emptying.

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT.....	3
ÍNDICE	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
1 ANTECEDENTES	1
2 OBJETO	1
3 EMPLAZAMIENTO	1
4 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS.....	2
5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONTENEDORES SOTERRADOS	3
5.1 GENERALIDADES.....	3
5.1.1 FOSO DE HORMIGÓN ARMADO.....	3
5.1.2 ESTRUCTURA ELEVADORA Y CONTENEDOR DE CARGA.....	4
5.2 BUZONES ó BOCAS DE LLENADO DE CONTENEDORES	4
5.2.1 BUZÓN CILÍNDRICO INDUSTRIAL	4
5.3 SISTEMA HIDRÁULICO	5
5.4 SISTEMA ELÉCTRICO	5
5.5 TRANSMISIÓN DE SEÑALES ENTRE EL CAMIÓN Y LOS CONTENEDORES SOTERRADOS	6
5.6 FUNCIONAMIENTO.....	7
5.7 MANTENIMIENTO	7
6 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO	8
6.1 FUNCIONAMIENTO DE LOS BUZONES DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS.....	8
6.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE VACIADO DE RESIDUOS	9
7 FASES DE INSTALACIÓN	10
8 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DEL FOSO DE HORMIGÓN ARMADO.....	11
8.1 TEORÍA DEL CÁLCULO. VARIABLES A CONSIDERAR:.....	11
8.1.1 DETERMINACIÓN DEL EMPUJE	11
8.1.2 ÁNGULO DE ROZAMIENTO ENTRE EL TERRENO Y EL MURO.....	13

8.1.3	EMPUJE PASIVO	13
8.1.4	EMPUJE ACTIVO	13
8.2	Estados límite	18
8.2.1	Comprobación de la seguridad al vuelco.....	19
8.2.2	Comprobación de seguridad al deslizamiento	20
8.2.3	Comprobación de las tensiones sobre el terreno.....	21
8.2.4	Comprobación del deslizamiento en profundidad	22
8.3	Cálculo estructural	23
8.4	Juntas: tipología y características	24
8.4.1	Juntas de dilatación	24
8.4.2	Juntas de retracción y de hormigonado vertical	25
8.4.3	Juntas de hormigonado horizontal	26
9	CÁLCULO DEL MURO. PROKON	26
9.1	Idoneidad de Prokon para el diseño y cálculo del muro.....	26
9.2	Descripción del método operacional	27
9.2.1	Datos de entrada	27
10	ANEXO I. ESTUDIO GEOTECNICO.....	46
11	ANEXO II. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD.....	59
12	PLANOS.....	80
12.1	Plano 1 Isleta de cinco contenedores.....	81
12.2	Plano 2 Isleta de cuatro contenedores.....	82
12.3	Plano 3 Sistema de vaciado.....	83
13	PRESUPUESTO.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de contenedores en Barrio de la Estación de Matallana de Torío.....	2
Figura 2. Usuario reciclando	9
Figura 3. Usuarios infantiles reciclando.....	9
Figura 4. Usuario con movilidad reducida reciclando	9
Figura 5. Proceso de recogida.....	10
Figura 6. Empuje activo en terrenos homogéneos.....	14
Figura 7. Empuje activo en terrenos homogéneos.....	15
Figura 8. Empuje activo sobre terrenos estratificados.....	16
Figura 9. Empuje activo en terrenos parcialmente anegados.....	17
Figura 10. : Empuje activo sobre terrenos parcialmente anegados.....	18
Figura 11. Estado de cargas de los muros de contención	19
Figura 12. Fuerzas involucradas en la comprobación de seguridad al vuelco.	20
Figura 13. Fuerzas involucradas en la comprobación de seguridad al deslizamiento	21
Figura 14. Fuerzas involucradas en la comprobación de tensiones sobre el terreno	22
Figura 15. Comprobación al deslizamiento en profundidad	23
Figura 16. Secciones críticas del muro de contención.....	23
Figura 17. Tipos de juntas de dilatación	24
Figura 18. Remate de la cara vista.....	25
Figura 19. Junta horizontal machihembrada.....	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Servicio de recogida de contenedores.....	2
Tabla 2. Recogida selectiva total.....	3
Tabla 3. Características de comunicación entre el camión y el contenedor.....	6
Tabla 4. Características empíricas de los terrenos.....	12
Tabla 5. Características de los terrenos atendiendo a su estado de humedad.....	12
Tabla 6. Distancia entre juntas de dilatación.....	24
Tabla 7. Separación recomendada para las juntas de retracción.....	25

1 ANTECEDENTES

Dentro de las actuaciones de carácter urbanístico y ambiental a realizar en el Municipio de Matallana de Torío se plantea la necesidad del soterramiento de los contenedores de residuos.

2 OBJETO

El Objeto del presente proyecto es definir, dimensionar y valorar las obras necesarias para la instalación de contenedores soterrados de residuos sólidos urbanos en el Municipio de Matallana de Torío (León).

En el mismo se presentan las instrucciones necesarias para definir el conjunto de las obras a realizar, las condiciones en que se han de ejecutar dichos trabajos, establecer los materiales y elementos a instalar que cumpliendo las exigencias de calidad establecidas en este proyecto, satisfagan la función para las que se proyectan.

Del mismo modo, se establecerán las condiciones de medición y abono de los trabajos a realizar y se valorarán las obras que constituyen la presente actuación.

Con esta implantación se pretende además de lo enunciado como antecedente, facilitar el uso del servicio a los vecinos, disminuir los actos vandálicos sobre el mobiliario urbano y reducir la contaminación acústica.

3 EMPLAZAMIENTO

Las obras objeto del presente proyecto se encuentran ubicadas en el Barrio de la Estación del Municipio de Matallana de Torío, Se dispondrán 5 “islas” de contenedores soterrados con la siguiente distribución:

2 unidades de 5 contenedores (2 RSU + 1 Vidrio + 1 Envases + 1 Papel)

3 unidades de 4 contenedores (1 RSU + 1 Vidrio + 1 Envases + 1 Papel)

La distribución de estas unidades se refleja en el esquema siguiente.

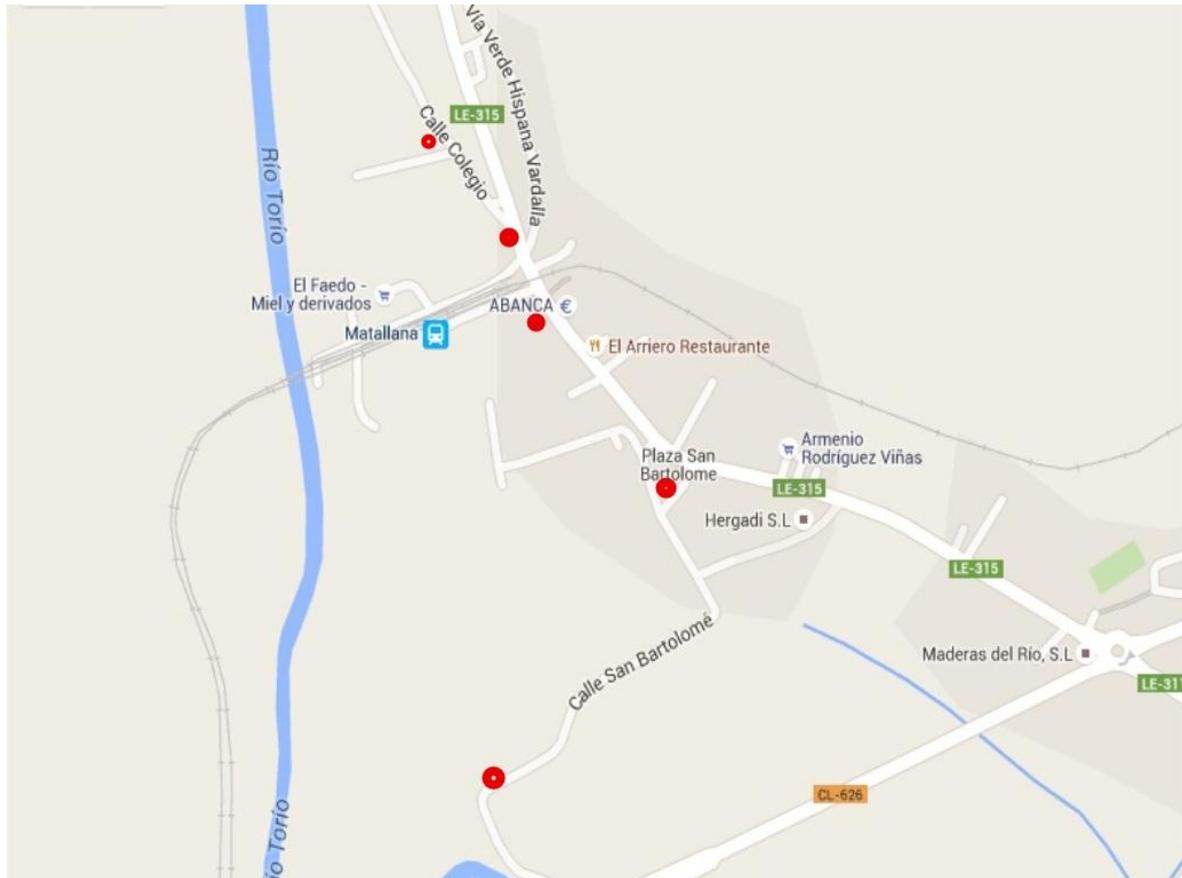


Figura 3.1.- Distribución de contenedores en Barrio de la Estación de Matallana de Torío.

4 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Datos de residuos del año 2014 en el municipio de Matallana de Torío.

Tabla 4.- Servicio de recogida de contenedores

CONTENEDORES SELECTIVOS	Nº TOTAL CONTENEDORES	Nº RECOGIDAS TOTALES	RECOGIDAS CONTENEDORES/IMES	PESO TOTAL (Kg)	PESO MEDIO/ CONTENEDOR(Kg)	Nº HABITANTES	Nº HABITANTES/ CONTENEDOR	Kg / HABITANTE
PAPEL	26	461	1,48	37.750	81,89	3.464	133,23	10,90
ENVASES	17	492	2,41	21.020	42,72	3.464	203,76	6,07
VIDRIO	17	48	0,24	26.890	560,21	3.464	203,76	7,76

Tabla 4.1.- Recogida selectiva total

CONTENEDORES SELECTIVOS	Nº TOTAL CONTENEDORES	PESO TOTAL (Kg)	Nº HABITANTES	Nº HABITANTES/ CONTENEDOR	Kg / HABITANTE
PAPEL	26	37.750	3.464	133,23	10,90
ENVASES	17	21.470	3.464	203,76	6,20
VIDRIO	17	26.890	3.464	203,76	7,76

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONTENEDORES SOTERRADOS

5.1 GENERALIDADES

Los módulos diseñados para envases y materia orgánica deberán servir también en caso necesario para alojar dos de 2.300 litros.

Dichos contenedores deben poseer un sistema de elevación que sea válido sin ningún coste añadido para una futura de recogida de los residuos y reciclados con carga lateral.

Los módulos para recoger los vidrios y papel - cartón servirán para alojar un contenedor de 3000 litros y otro contenedor de 2700 litros. El sistema de manipulación y descarga con el camión pluma de recogida dependerá del tipo de residuo.

Los contenedores soterrados constan de dos partes bien diferenciadas:

- 1.- Foso prefabricado de Hormigón Armado.
- 2.-“Jaula” ó estructura metálica que aloja el contenedor, para recogida de Residuos Sólidos Urbanos.

Sin embargo los contenedores soterrados, modelo Selectivo Mixto constan de tres partes bien diferenciadas:

- 1.- Foso prefabricado de Hormigón armado.
- 2.- Contenedor
- 3.- Marco de Cierre y Paracaídas.

5.1.1 FOSO DE HORMIGÓN ARMADO.

El primer elemento que constituye los contenedores, es el foso prefabricado de hormigón.

El foso prefabricado de hormigón, está fabricado con hormigón del tipo H-250, con una armadura formada por un marco de acero S-275-JR, con malla de 150x150x 8 mm en acero corrugado H-400.

La resistencia media del prefabricado de hormigón según control de calidad es de 418.2 Kg/cm² a los 7 días de fraguado, lo que les confiere una gran resistencia a los golpes, roturas e incluso al fuego.

Dentro del propio foso y en la parte inferior se incluye, para asegurar un correcto funcionamiento del sistema, una arqueta de líquidos. Desde dicha arqueta sale un tubo de PVC de 40 mm hasta la parte superior del foso que nos servirá para poder realizar operaciones de desagüe, conectándose, a continuación, al alcantarillado.

De este modo si fuese necesario se colocaría en la parte superior una boca de riego modelo "Barcelona" para el achique de líquidos mediante succión.

5.1.2 ESTRUCTURA ELEVADORA Y CONTENEDOR DE CARGA.

-Tipo de estructura

Tanto en el caso de los contenedores soterrados de R.S.U. como en los soterrados Selectivo Mixto la estructura deberá estar realizada en Acero S 275 JR, galvanizada en caliente según norma UNE 37-508 para evitar la corrosión de los elementos, con un recubierto mínimo garantizado de 360 gr/m² y un espesor de zinc no inferior a 85 micras. Siendo esta particularidad bastante importante ya que la situación en la que se van a instalar los contenedores, es cercana al mar.

- Acabado de la tapa

El acabado de la tapa se servirá con acero inoxidable antideslizante.

El marco y contramarco del sistema, será suministrado con una junta de neopreno, que permite un cierre similar al de la puerta de un coche; quedando, de esta forma, completamente hermético impidiendo así la salida de malos olores al exterior y entrada de líquidos al interior.

- Pendientes y aperturas

La pendiente estándar que debe soportar el sistema es del 4%, en doble inclinación permitiendo adaptarse a los desniveles de las calles.

5.2 BUZONES Ó BOCAS DE LLENADO DE CONTENEDORES

5.2.1 BUZÓN CILÍNDRICO INDUSTRIAL

Este buzón se emplea en lugares dónde el volumen de residuos sea de tipo hostelería ó comercio, teniendo una gran capacidad. Tiene forma cilíndrica en la parte superior, y de dimensiones exteriores mínimas de: 550 mm de diámetro x 1200 mm de altura. La puerta de vaciado ó boca de carga tiene forma de arco con unas dimensiones mínimas de 500 x 720 mm. Este componente se suministra sin aristas vivas para evitar el riesgo de cortes. El material será todo en acero inoxidable AISI-316, con el acabado en pulido espejo.

La apertura de la tapa es a través de un pedal, lo que lo hace más higiénico, el cierre de la tapa irá provisto de un amortiguador para que se realice de una forma más suave y segura.

Para disminuir los ruidos deberá ir provista con una junta de neopreno en todo su perímetro.

La rotulación del buzón se acordará con la dirección de obra para cada tipo de residuo, que llevará serigrafiada la identificación del tipo de residuo en la parte superior ó incluso en la puerta.

El volumen total mínimo de la boca de carga es de 240 l, para introducir bolsas industriales de hasta 120 l.

Estos tipos de buzones se pueden combinar en forma y colores según la dirección de obra ó técnico municipal, para lugares dónde se combinen residuos hosteleros ó comerciales con residuos domésticos.

5.3 SISTEMA HIDRÁULICO

Si para la elevación de los contenedores se utiliza un sistema hidráulico, este estará formado por una central electro hidráulica que acciona el / los cilindros hidráulicos de cada modelo de contenedor, junto con los latiguillos de alta presión, racores, electroválvulas, enchufe rápido de seguridad, regulador de caudal y juntas de estanqueidad.

Las características de los componentes más importantes son las siguientes:

LATIGUILLOS:

Es un tubo hidráulico del tipo DIN 20022 2SN de 3/8" ó de 1/2", negro y superficie venada.

Interior del tubo es de caucho NBR ó sintético resistente a los aceites, reforzado con dos trenzas de acero de alta resistencia (R2). Presión de Servicio: 330 bar. Presión de Rotura: 1320 bar.

VÁLVULA DE RETENCIÓN CONTRA ROTURA DE FLEXIBLES:

Esta válvula sirve como elemento de seguridad, bloqueando el sistema hidráulico en caso que exista alguna rotura de latiguillos. Tiene como características las siguientes: Caudal nominal de cierre 70 l/min. Rosca nominal: 1/2" BSP.

ENCHUFE RÁPIDO ECOLÓGICO:

Sirve para accionar el sistema en caso de fallo de suministro eléctrico. Rosca nominal: 1/2" BSP.

Presión de Trabajo Máxima: 300 bar.

CENTRAL ELECTRO - HIDRÁULICA:

Para los contenedores soterrados la central utilizada habitualmente será la siguiente: Caudal Bomba: 11,6 l/min. Potencia Motor: 3 CV. Conexión motor: Trifásico 220/380 V ó monofásico a 220 V.

CILINDRO HIDRÁULICO:

El cilindro hidráulico ha sido fabricado según los requisitos esenciales de seguridad de la Comunidad Europea recogidos en las Directivas 89/392/CEE, sobre máquinas Anexo 2B, así como las disposiciones legales que adaptan dicha Directiva a la Legislación Nacional, recogidas en el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre de 1992 y sus sucesivas modificaciones. Las características de los cilindros hidráulicos dependen del modelo de contenedor, por lo que las analizaremos por separado.

5.4 SISTEMA ELÉCTRICO

Atendiendo a la ubicación de la central electro-hidráulica y el cuadro eléctrico tendremos 2 tipos de instalaciones:

1.- La central y el cuadro eléctrico van soterrados en una arqueta blindada anti-humedad con resistencias de caldeo para evitar las posibles condensaciones. Esta instalación tiene un funcionamiento óptimo en lugares donde no hay problemas de inundación (pluviales, marítimas).

2.- Otra disposición es que la central y el cuadro eléctrico van en la superficie de la calle, pero todo en el interior de un armario eléctrico similar a los buzones de carga, al que llamamos buzón electro-hidráulico.

El sistema eléctrico está formado por la arqueta eléctrica ó por el buzón electro-hidráulico y la central electro hidráulica mencionada en el apartado anterior que se acciona mediante emisor y receptores de radiofrecuencia.

Se incluyen en este sistema los siguientes elementos:

El armario de potencia, control y maniobra.

Elementos de protección, potencia y maniobra (relés, diferencial, magnetotérmicos, etc..).

Receptores de señal de radiofrecuencia. Interruptores de accionamiento y parada manual.

Interruptor de seguridad, de parada general. Bomba de achique y aforador. Picas de tierra.

Cableado eléctrico, regletas, conectores, etc... Caja de conexiones. Tapa de arqueta y marco. Interruptor fin de carrera para descenso lento.

5.5 TRANSMISIÓN DE SEÑALES ENTRE EL CAMIÓN Y LOS CONTENEDORES SOTERRADOS

Para el accionamiento de los contenedores es necesario incorporar en cada sistema eléctrico de cada contenedor 1 tarjeta de recepción para la interacción con los emisores ó telemandos que dispondrá el camión de recogida.

Para la comunicación entre el camión y el contenedor se utilizará un mando a distancia conforme a las normas ETSI 300 220 ETSI 300 683 con las siguientes características:

Tabla 5.5 Características de comunicación entre el camión y el contenedor

TRANSMISOR	Oscilador pierce controlado por resonado cerámico saw a la frecuencia 433.92 MHz (un-30) tolerancia +-200 khz.
RADIANTE	La propia bobina del oscilador, no se utiliza antena.
POTENCIA RADIADA	Equivalente de 4 miliwatios
TIPO MODULACIÓN	FM
SELECCIÓN DE CÓDIGOS	Cada transmisor está equipado con un interruptor de codificación que incluye 10 conmutadores de tres posiciones con los que es posible selección 59049 códigos diferentes.
ALIMENTACIÓN	Batería de 9 Voltios
CONSUMO	3.5 miliamperios
PROTECCIÓN RECEPTOR	IP 65

5.6 FUNCIONAMIENTO

En primer lugar el operario acciona el mando a distancia enviando una señal al receptor. Este pondrá en funcionamiento el motor eléctrico de la central hidráulica para que empiece a enviar aceite al cilindro hidráulico de elevación.

Estos empezarán a desplegarse elevando las tijeras del montacargas y con ellas el suelo hasta quedar la plataforma completamente elevada junto con los contenedores.

Una vez recogido el contenedor se acciona el mando a distancia en su botón de descenso, repliegándose el cilindro hidráulico y tijeras hasta la posición de descenso, estando guiada la tapa en todo momento para impedir de esta forma golpes bruscos o una caída libre.

En ambos casos, elevación y descenso, mientras esté pulsado el botón de accionamiento respectivo del mando, habrá accionamiento.

Para pararlo bastaría con soltar el pulsador y se pararía automáticamente la elevación ó descenso del montacargas.

La apertura de los contenedores hasta superficie tardará entre 15 segundos a un máximo de 30 segundos, dependiendo del modelo de contenedor.

La bajada de la plataforma al fondo del nicho y cierre de la tapa se realizará entre 10 y 30 segundos, dependiendo también del modelo de contenedor.

También cabe señalar que en este tipo de contenedores en los últimos 15– 20 cm de descenso del contenedor, la bajada se realiza más lentamente, para evitar así un posible riesgo de atrapamiento.

5.7 MANTENIMIENTO

El Mantenimiento que llevan ambos sistemas es mínimo teniendo como mayor necesidad una limpieza adecuada según se detalla, y un buen engrase de las guías. En las ofertas deberá detallarse las labores así como su periodicidad y el coste económico que supone.

Se detallan a continuación las operaciones a realizar debiéndose especificar las realizadas dentro del contrato de garantía y las correspondientes a limpieza del mecanismo.

Mensual:

- Limpieza de buzones y plataforma externa.

Trimestral:

- Limpieza de Jaula, suelo interior (previa colocación de cerrojo de seguridad)
- Limpieza de plataformas paracaídas en el modelo Mixto.
- Limpieza de marcos y juntas de cierre.
- Revisión general (comprobar funcionamiento y estado del montacargas) y de la plataforma paracaídas en el modelo selectivo mixto).
- Comprobar estado de las juntas de estanqueidad (techo).
- Comprobar nivel de aceite de la Bomba.
- Engrase de Guías de Jaula y Paracaídas.

- Comprobación de estado de amarres (cable y bulones) en los contenedores selectivo Mixto.

Bianual:

- Limpieza a presión con agua jabonosa, desinfectante e inodorizante de jaula y contenedores, succión o achique de líquidos residuales.

Anual:

Tendremos que realizar las siguientes operaciones:

- Cambio de pila del mando.
- Sustituir el aceite de las bombas.
- Limpieza del filtro de aspiración y depósito de aceite.
- Sustitución de juntas del techo.
- En los contenedores modelo Selectivo Mixto se recomienda sustituir los cables de amarre en el contenedor de vidrio.

6 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

En este anexo se ejemplifica con imágenes las dos partes relativas al funcionamiento de los contenedores soterrados. Primeramente el funcionamiento del uso de los buzones, y luego el mecanismo de vaciado de los mismos.

6.1 FUNCIONAMIENTO DE LOS BUZONES DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS

Los siguientes gráficos muestran sencillamente el mecanismo de uso de los contenedores soterrados. De esa forma se ve como los usuarios pueden acceder de forma práctica a los buzones, y eliminar los residuos fácilmente, solo accionando el tirador frontal del buzón.



Figura 6.1.1: usuario reciclando

El siguiente gráfico muestra la sencilla forma de eliminar papel o cartón en los buzones.



Figura 6.1.2: usuarios infantiles reciclando

La siguiente fotografía muestra la facilidad con que las personas con movilidad reducida pueden acceder y accionar los buzones para la eliminación de residuos en los contenedores.



Figura 6.1.2: usuario con movilidad reducida reciclando

6.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE VACIADO DE RESIDUOS

A continuación se muestra en fotografías, el trabajo completo de vaciado de los contenedores.



Figura 6.2: proceso de recogida

A continuación se procede a extraer el recipiente de contención accionándose automáticamente mediante contrapesos la verja perimetral se protección del foso para evitar la caída accidental de los peatones en el interior del mismo.

Una vez que la pluma se ha trasladado hasta la tolva del camión se acciona la apertura a distancia, y el vaso contenedor descarga los residuos en la misma.

Se cierra el colector del recipiente y se vuelve a colocar en el foso quedando cerrado mediante la placa del piso de la base de la tortea del buzón, concluyendo así la labor de vaciado de los contenedores.

Toda esta tarea se lleva a cabo por una sola persona, y en un tiempo estimado en 214 segundos, para un contenedor de 5000 L.

7 FASES DE INSTALACIÓN

1. Preparar el vaciado del terreno, realizando una excavación hasta una profundidad de 2,85 m. Las dimensiones en planta irán en función del número de contenedores, así como, de la forma de colocación, según se ha definido en el punto anterior.
2. Realizar una solera de hormigón de 25 cm. de altura, de forma que desde el acabado de la misma al remate de la acera quede una altura de 2,60 m.
3. Colocar los dados prefabricados de hormigón (prestar especial atención a que estos presenten las planchas de drenaje fijadas), centrados en la excavación, sobre la solera. Se pueden colocar totalmente adosados unos a otros, o a una distancia no superior a 150 mm. sobre el mismo plano. En los planos adjuntos se detalla, la forma de manipulación de los prefabricados, con una grúa, así como la instalación de las planchas de drenaje sobre los mismos.

4. Realizar el relleno en torno al prefabricado de hormigón, la primera fase, hasta una altura de 1,8 m. debe realizarse con grava de al menos 5 cm. con el fin de facilitar el drenaje del agua que quede sobre la plataforma externa de paisaje del contenedor. A partir de esa cota, el resto se puede realizar con material de excavación, hasta finalizar el remate con el mismo material utilizado para la acera.

5. Introducir la plataforma de seguridad.

8 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DEL FOSO DE HORMIGÓN ARMADO

8.1 TEORÍA DEL CÁLCULO. VARIABLES A CONSIDERAR:

8.1.1 DETERMINACIÓN DEL EMPUJE

El procedimiento más simple para determinar el empuje activo del terreno es el basado en la teoría de Coulomb.

Las principales variables que influyen en el cálculo del empuje están relacionadas con las características del terreno.

En muros de importancia, la norma recomienda determinar mediante ensayos programados, ejecutados e interpretados por especialistas las siguientes características del terreno:

γ = peso específico aparente

n = índice de huecos

ε = ángulo de rozamiento interno

k = cohesión

En casos más elementales aconseja suponer cohesión nula pudiendo tomarse las características del terreno de la tabla 1 de la citada norma.

Tabla 8.1.1 Características empíricas de los terrenos.

Clase de terreno	Peso específico aparente γ (t m ²)	Angulo de rozamiento interno ε grados	índice de Huecos %
Terrenos naturales:			
Grava y arena compacta	2,0	30º	30
Grava y arena suelta	1,7	30º	40
Arcilla	2,1	20º	-

Rellenos:			
Tierra vegetal	1,7	25º	40
Terrapleén	1,7	30º	40
Pedraplén	1,8	40º	35

La siguiente tabla, por su parte, proporciona los mismos valores para terrenos en distintos estados de humedad.

Tabla 8.1.2 Características de los terrenos atendiendo a su estado de humedad

CLASE DE TERRENO	Peso específico Aparente (t/m ³)	Angulo de rozamiento interior	Cohesión (t/m ³)
TIERRA VEGETAL:			
SECA	1,400	35-40	
HUMEDA	1,600	40-45	
SATURADA	1,800	25-35	
ARCILLAS:			
SECA	1,600	40-45	0,2
HUMEDA	2,000	15-25	0,3
PLASTICA	1,800	12-15	2 a 6
SECA C/ ARENA	1,800	30-40	0,25
SECA COMPACTA	1,800	40-45	0,25
SECA EN BLOQUE	2,300	35	1,00
ARENA:			
SECA	1,400-1,600	30-35	0
HUMEDA	1,800	35-40	0
GRAVAS:			
MACHAQUEO	1,800	40-45	0
RIO	1,800	30	0
LIMOS:			
SECOS	1,200-1,600	30-35	0,2
HUMEDOS	1,800	15-25	0,4
SATURADOS	2,100	5-20	0,1

Todos los valores cobrarán vital importancia en la fase de cálculo realizada, siguiendo las directrices del Eurocódigo 2, mediante el programa de diseño y cálculo de muros PROKON, cuyo manejo describiremos posteriormente.

8.1.2 ÁNGULO DE ROZAMIENTO ENTRE EL TERRENO Y EL MURO

De conformidad con dicho Eurocódigo, el ángulo de rozamiento entre terreno y muro ha de determinarse experimentalmente. En caso de imposibilidad de esta determinación, o en concurrencia de otras circunstancias similares, se pueden presentar los siguientes supuestos:

a) $\delta = 0$

En los casos más desfavorables (terrenos coherentes anegados o en muros de superficie muy lisa).

b) $\delta = \phi$

En los casos más favorables (terrenos bien drenados o en muros de superficie rugosa).

c) $\delta = \frac{2}{3}\phi$

Como valor máximo salvo justificación especial, siendo F el ángulo que el terreno forma con el muro.

8.1.3 EMPUJE PASIVO

Se recomienda despreciarlo ya que, para tenerlo en cuenta, ha de garantizarse que el terreno permanezca con sus características inalteradas, y para que actúe, es obligado se produzcan momentos en el muro.

8.1.4 EMPUJE ACTIVO

En el cálculo del empuje activo pueden considerarse cuatro posibles situaciones que a continuación procederemos a analizar:

- Que el terreno sea homogéneo.
- Que el terreno se halle estratificado.
- Que el terreno esté parcialmente anegado.
- Que el terreno esté totalmente anegado.

8.1.4.1 EMPUJE ACTIVO SOBRE TERRENOS HOMOGENEOS

Es el caso más general, en el que el muro presenta las siguientes particularidades:

- a) El trasdós del plano forma un ángulo α con la horizontal.
- b) El terreno superior tiene una pendiente β .
- c) La sobrecarga por metro cuadrado de proyección es q .

Podemos visualizar esta situación en la figura 8.1.4.1.1.:

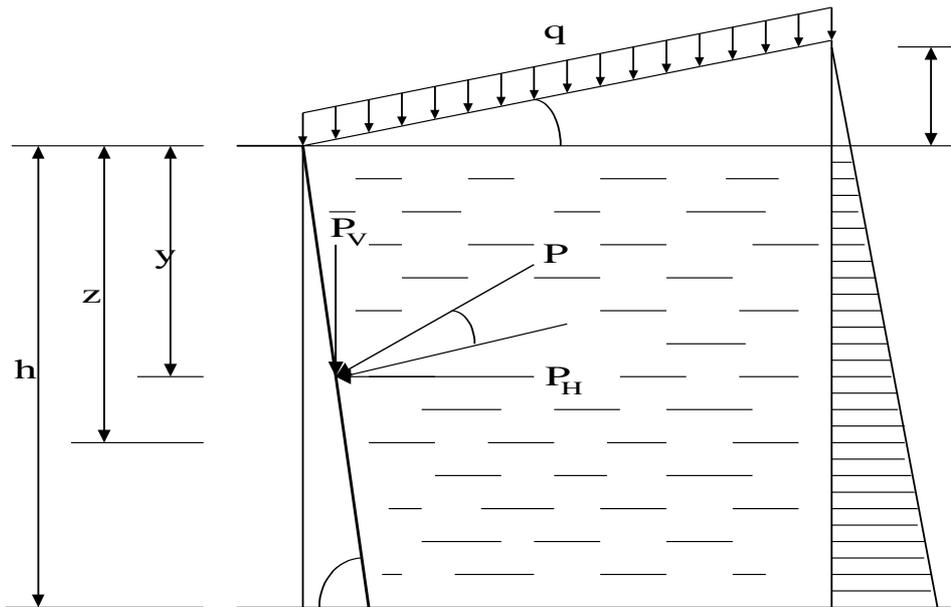


Figura 8.1.4.1.1: Empuje activo en terrenos homogéneos

Las componentes horizontal P_H y vertical P_V de la presión a la profundidad z contada a partir de la coronación del muro valen:

$$P_H = (\gamma z + q)\lambda_H$$

$$P_V = (\gamma z + q)\lambda_V$$

Siendo λ_H y λ_V los coeficientes de empuje activo de valor

$$\lambda_H = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{sen}^2 \alpha \left(1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta)\text{sen}(\phi - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \phi)\text{sen}(\alpha + \beta)}} \right)}$$

$$\lambda_V = \lambda_H \cot(\alpha - \delta)$$

Otro caso muy corriente en muros en terrenos homogéneos, es aquel con trasdós vertical ($\alpha \equiv 0$) terreno horizontal ($\beta = 0$) y rozamiento nulo entre ambos ($\delta = 0$), que podemos observar en la figura 8.1.4.2:

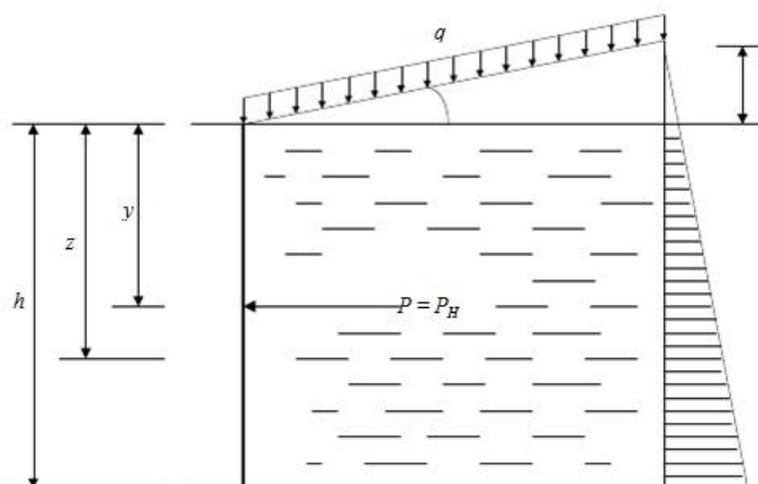


Figura 8.1.4.1.1: Empuje activo en terrenos homogéneos

En esta situación, las componentes horizontal P_H y vertical P_V del empuje total P por unidad de longitud de muro son:

$$P_H = \left(\gamma \frac{h^2}{2} + qh \right) \lambda_H$$

$$P_V = \left(\gamma \frac{h^2}{2} + qh \right) \lambda_V$$

con su punto de aplicación a una profundidad y , contada a partir de la coronación del muro de valor:

$$y = h \frac{2\gamma h + 3q}{3\gamma h + 6q}$$

8.1.4.2 EMPUJE ACTIVO SOBRE TERRENOS ESTRATIFICADOS

Cuando el terreno, en lugar de ser homogéneo, está constituido por estratos de diversas características, el empuje total es la resultante de los empujes parciales correspondientes a cada uno.

A este respecto, cada estrato se considera como un terreno homogéneo (caso anterior) sobre cuya cara superior actúa además de la sobrecarga exterior, una carga uniforme suma de los pesos situados sobre él.

Las componentes horizontal y vertical de la presión en un estrato de espesor e_3 y densidad γ_3 , situado bajo otros dos de espesores e_1 y e_2 y densidades γ_1 y γ_2 , en un punto situado a una profundidad z contada a partir de la coronación (figura 8.1.4.2) serán:

$$P_H = [\gamma_3(z - e_1 - e_2) + q + \gamma_1 e_1 + \gamma_2 e_2] \lambda_H$$

$$P_V = [\gamma_3(z - e_1 - e_2) + q + \gamma_1 e_1 + \gamma_2 e_2] \lambda_V$$

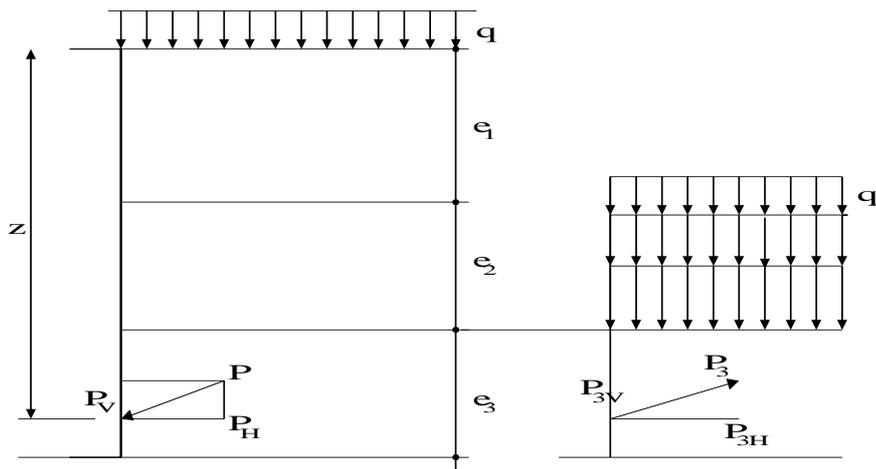


Figura 8.1.4.2.1: Empuje activo sobre terrenos estratificados

8.1.4.3 EMPUJE ACTIVO SOBRE TERRENOS TOTALMENTE ANEGADOS

Cuando el muro contenga terrenos permeables anegados, a empuje del terreno, minorado por el efecto ascensional de agua, habrá de sumarse el empuje ascensional de agua, habrá de sumarse el empuje hidrostático.

El nuevo peso vertical del terreno será:

$$\gamma' = \gamma - \left(1 - \frac{n}{100}\right) \gamma_a$$

siendo:

γ = peso específico aparente del terreno seco

γ_a = peso específico del agua

n = índice de huecos en tanto por ciento

Por consiguiente las componentes horizontal y vertical de la presión sobre el muro a una profundidad z serán (figura 8.1.4.3.1):

$$P_H = (\gamma' z + q) \lambda_H + \gamma_a z \text{ sen } \alpha$$

$$P_V = (\gamma' z + q) \lambda_V + \gamma_a z \text{ cos } \alpha$$

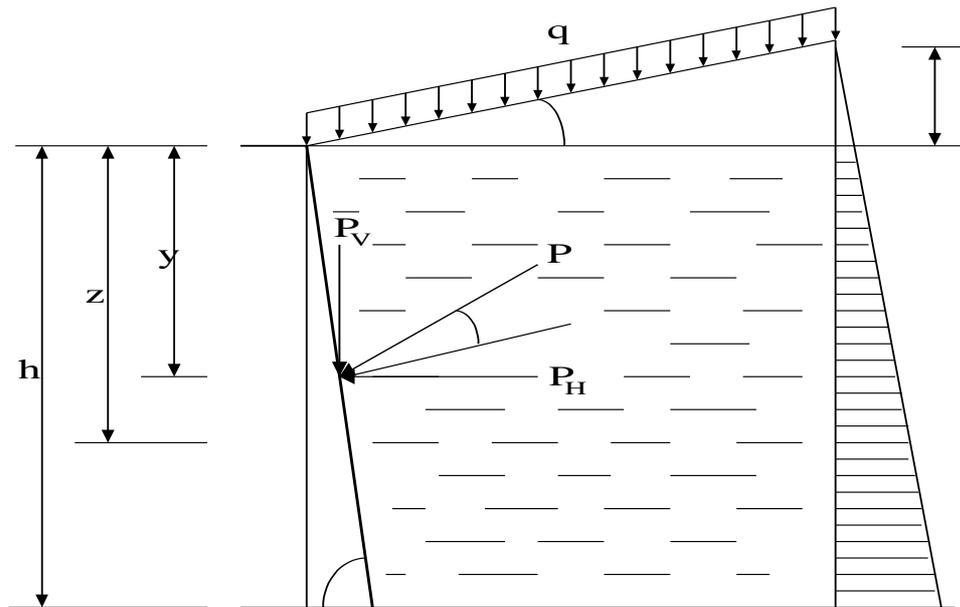


Figura 8.1.4.3.1: Empuje activo en terrenos parcialmente anegados.

8.1.4.4 EMPUJE ACTIVO SOBRE TERRENOS PARCIALMENTE ANEGADOS

Si el terreno está parcialmente anegado a partir de una profundidad \$f\$ (figura 8.1.4.4.1), se procede como en el caso de terrenos estratificados. Por consiguiente las presiones por encima del nivel freático a una profundidad \$z\$ tendrán componentes:

$$P_H = (\gamma z + q)\lambda_H$$

$$P_V = (\gamma z + q)\lambda_V$$

y por debajo del nivel freático

$$P_H = [\gamma'(z - f) + \gamma f + q]\lambda_H + \gamma_a(z - f)\text{sen } \alpha$$

$$P_V = [\gamma'(z - f) + \gamma f + q]\lambda_V + \gamma_a(z - f)\text{cos } \alpha$$

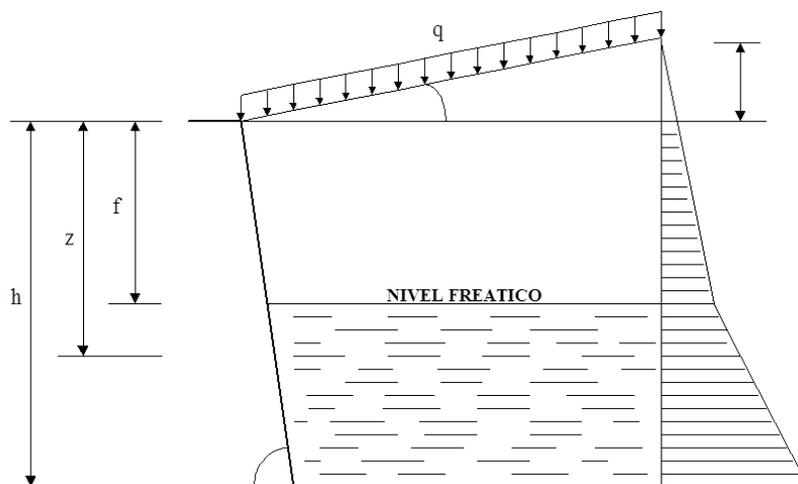


Figura 8.1.4.3.2: Empuje activo sobre terrenos parcialmente anegados

8.1.4.5 Elección del método de cálculo oportuno para el empuje activo en el presente proyecto

Una vez planteadas todas las posibilidades que se pudieran presentar de cara al cálculo del empuje activo, contrastando todas ellas con los resultados del Estudio Geotécnico anexo, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- Al no tenerse constancia de la existencia de aguas subterráneas a cota de cimentación, quedarían excluidos los fundamentos de cálculo de los apartados 8.1.1.3 (E. A. sobre terrenos totalmente anegados) y 8.1.1.4 (E. A. sobre terrenos parcialmente anegados), pues la posibilidad de tal anegación se considera trivial.
- Tras la realización de los tres sondeos pertinentes, se aprecia presencia de diferentes niveles en la estructura del terreno: una primera capa arcillo – arenosa, una segunda de arcillas y arcillas firmes y, finalmente, una tercera de conglomerados. Podríamos por tanto, hallarnos ante dos situaciones:
 - 1- Basarnos en el método expuesto en el apartado 8.1.1.2, donde se expresaría la componente horizontal, como decíamos anteriormente, mediante la expresión

$$P_H = [\gamma_3(z - e_1 - e_2) + q + \gamma_1 e_1 + \gamma_2 e_2] \lambda_H$$
 Siendo la componente vertical

$$P_V = [\gamma_3(z - e_1 - e_2) + q + \gamma_1 e_1 + \gamma_2 e_2] \lambda_V$$
 - 2- Otra manera de estudiar el cálculo del empuje activo en el caso que nos ocupa sería considerando cada estrato o capa como terreno homogéneo (según lo expuesto en el apartado 8.1.1.1), de manera que cada componente sea la suma de las correspondientes a cada capa homogénea.

Más concretamente, y debido a que se explicita que la pendiente del terreno en el trasdós del muro es 1/1, sólo se tendrían en cuenta las expresiones $P_H = (\gamma z + q) \lambda_H$ para la componente horizontal y $P_V = (\gamma z + q) \lambda_V$ para la vertical.

8.2 Estados límite

Predimensionando el muro, el cálculo se reduce en primer lugar a la comprobación de las condiciones de equilibrio geotécnico y posteriormente al cálculo estructural.

Las primeras incluyen, además de las condiciones de seguridad al vuelco y al deslizamiento y de tensiones sobre el terreno, frente al estado de cargas de la figura 8.2, la comprobación de seguridad al deslizamiento en profundidad.

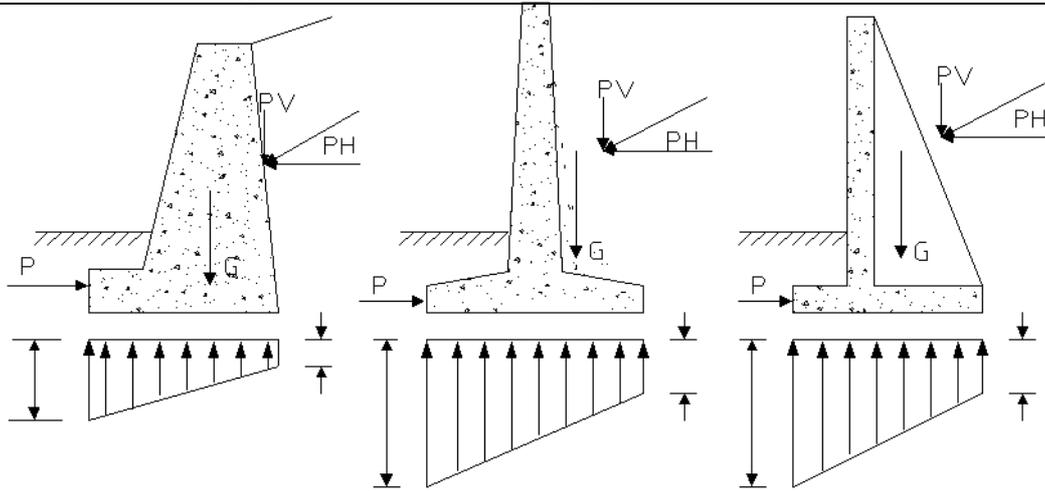


Figura 8.2.-Estado de cargas de los muros de contención

Resultan de suma importancia las siguientes acotaciones realizadas en el Eurocódigo 2-1992 en relación con los valores límite:

- Deberá verificarse que no se supera ningún estado límite.
- Deberán considerarse todas las situaciones de cálculo e hipótesis de carga significativas
- Deberán considerarse las posibles desviaciones en los valores de dirección y posición de las acciones.
- Los cálculos se realizarán según modelos adecuados (incluyendo, en su caso, ensayos), teniendo en cuenta todas las variables significativas.
- Por último, y como apreciación de mayor importancia, hacemos nuevamente hincapié en la comprobación de que, cuando se considere un estado límite de equilibrio, o de grandes movimientos o deformaciones de la estructura, se cumpla la norma básica:

$$E d, stb > E d, dst ;$$

siendo: $E d, stb$ = valor de las acciones estabilizadoras

$E d, dst$ = valor de las acciones desestabilizadoras

8.2.1 Comprobación de la seguridad al vuelco

La seguridad al vuelco debe ser tal que el momento de las fuerzas estabilizadoras sea igual o mayor a dos veces las fuerzas volcadoras, es decir (figura 8.2.1.):

$$n = \frac{M_{estabilizadoras}}{M_{volcadoras}} = \frac{Ga + P_v c + pd}{P_H b} \geq 2$$

Siendo G la resultante del peso del muro y de las tierras que descansan sobre él.

El coeficiente de seguridad puede rebajarse a 1,5, para terrenos de características perfectamente conocidas y que no cambia con el tiempo.

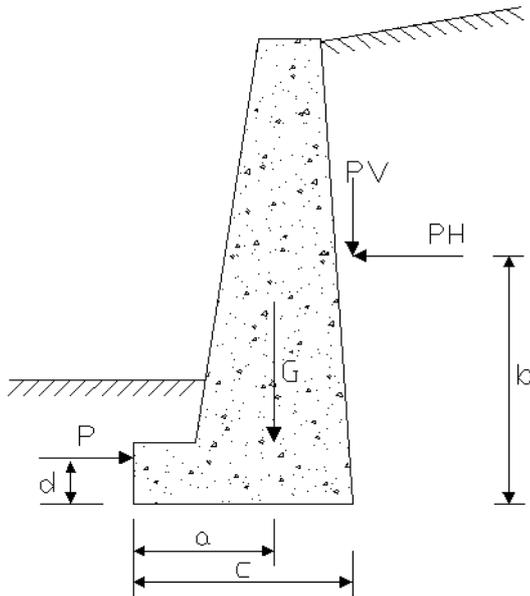


Figura 8.2.1.-Fuerzas involucradas en la comprobación de seguridad al vuelco.

8.2.2 Comprobación de seguridad al deslizamiento

La seguridad al deslizamiento exige que las fuerzas estabilizadoras superen en dos o más veces las fuerzas que provocan el deslizamiento. Es decir, siendo G el peso de muro y tierras, se tiene (figura 8.2.2).

$$n = \frac{(G + P_v) \operatorname{tg} \delta + P}{P_H}$$

Como en el caso anterior, el coeficiente de seguridad puede rebajarse a 1,5, para terrenos de características perfectamente conocidas e inmutables.

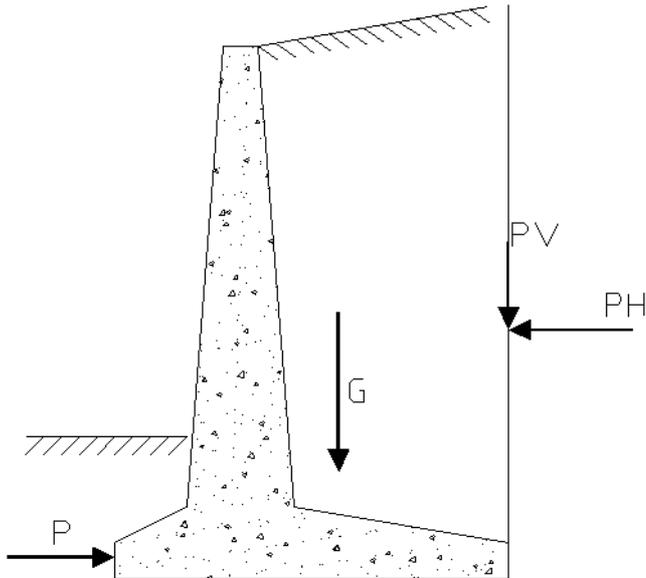


Figura 8.2.2.-Fuerzas involucradas en la comprobación de seguridad al deslizamiento

8.2.3 Comprobación de las tensiones sobre el terreno

Las tensiones máximas σ_M en el terreno (bajo el extremo de la puntera) no deben superar el 25% de la admisible, es decir:

$$\sigma_M \leq \frac{5}{4} \sigma_{adm}$$

Los valores extremos σ_M y σ_m de dichas tensiones tienen como valor (figura 8.2.3):

$$\sigma = \frac{N}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{b} \right)$$

Siendo N la componente vertical de la resultante R, siempre y cuando corte a la base de la zapata en el tercio central.

La distancia f de dicho punto al vértice A puede obtenerse tomando momentos con respecto a él, y así se tiene (figura 8.2.3):

$$f = \frac{P_V c + G a - P_H b}{G + P_V}$$

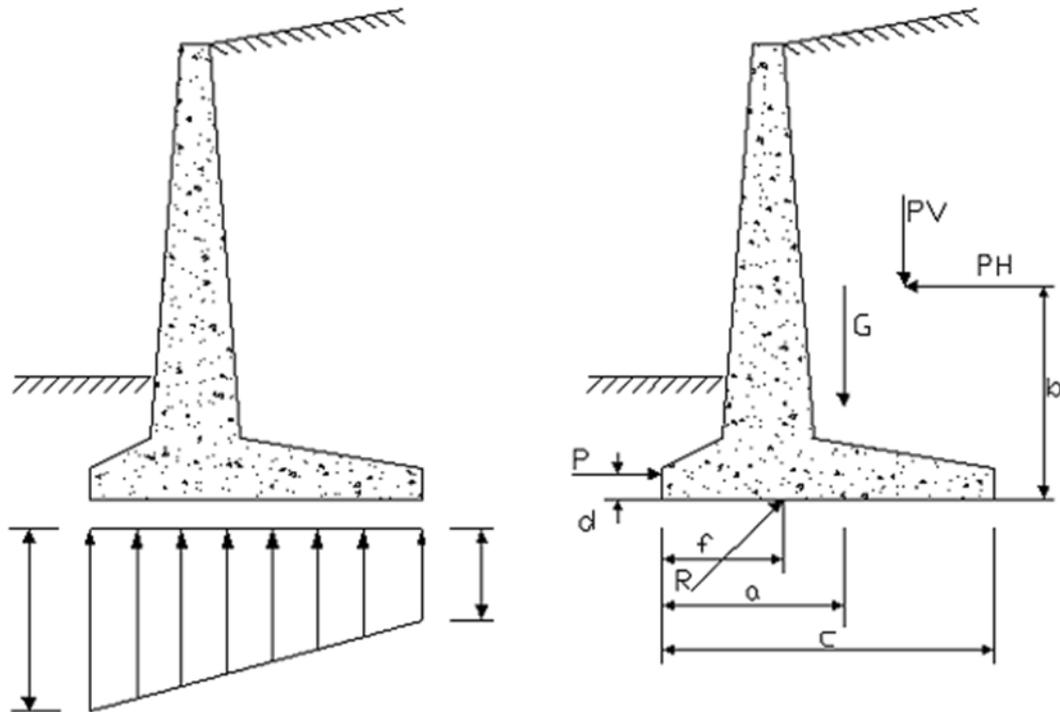


Figura 8.2.3: Fuerzas involucradas en la comprobación de tensiones sobre el terreno

8.2.4 Comprobación del deslizamiento en profundidad

Cuando en profundidad existe un estrato de cohesión inferior a la del terreno de contacto directo entre terreno y muro, es necesario comprobar la seguridad al deslizamiento en profundidad de todo el conjunto.

Dicha seguridad exige que el momento de las fuerzas que se oponen al deslizamiento (la cohesión a lo largo de la curva crítica) supere en 1,5 veces el momento de las fuerzas G y G_1 que lo provocan. Es decir, (figura 8.2.4):

$$n = \frac{G \cdot L \cdot r}{G \cdot a + G_1 \cdot b}$$

Siendo:

c = cohesión del terreno

L = longitud de la curva crítica

r = radio de la misma

G = peso del muro

G_1 = peso de las tierras situadas a la derecha del centro.

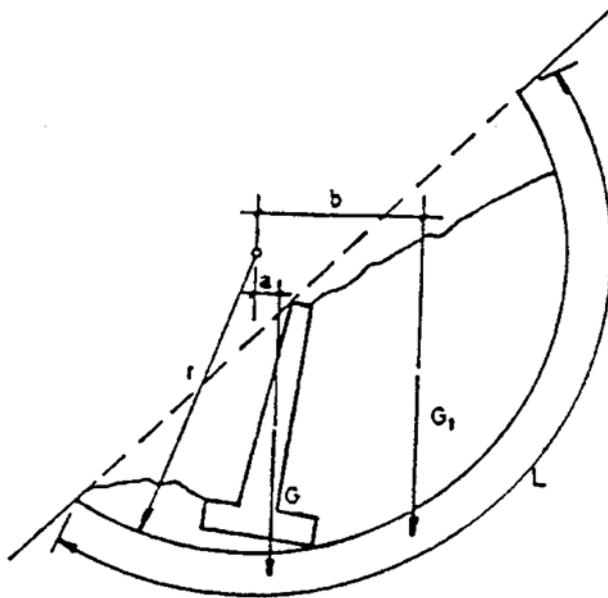


Figura 8.2.4.-Comprobación al deslizamiento en profundidad

8.3 Cálculo estructural

Comprobadas las condiciones de equilibrio geotécnicas, se obtiene las armaduras correspondientes a las secciones más críticas (A-A, B-B y C-C de la figura 5.3.1) realizando las correspondientes comprobaciones de adherencia, anclaje y fisuración.

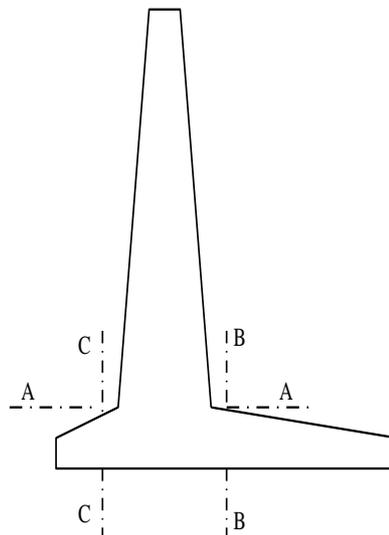


Figura 8.3.-Secciones críticas del muro de contención.

8.4 Juntas: tipología y características

Para evitar, o al menos reducir, la fisuración debida a variaciones térmicas y reológicas, así como cambios de tonalidad en la cara vista por tongadas diferentes, conviene cortar el muro con juntas de dilatación, retracción y de hormigonado.

8.4.1 Juntas de dilatación

Se aconseja que la distancia entre juntas de dilatación no supere los valores consignados en la tabla adjunta. No obstante deben disponerse, además, en los cambios de dirección y de altura de muro, solicitaciones sobre éste y de terreno.

Tabla 8.4.1.-Distancia entre juntas de dilatación.

DISTANCIA ENTRE JUNTAS DE DILATACIÓN	
Material componente del muro	Distancia (m)
Piedra con Mortero bastardo	40
Piedra con mortero de cemento	30
Ladrillo con mortero bastardo	30
Ladrillo con mortero de cemento	15
Hormigón en masa	5-10
Hormigón armado	15-25

Las juntas pueden ser libres (figura 8.4.1.a.), selladas (figura. 8.4.1.b.) a media madera (figura. 8.4.1.c), machiembradas (figura 8.4.1.d) y estancas.

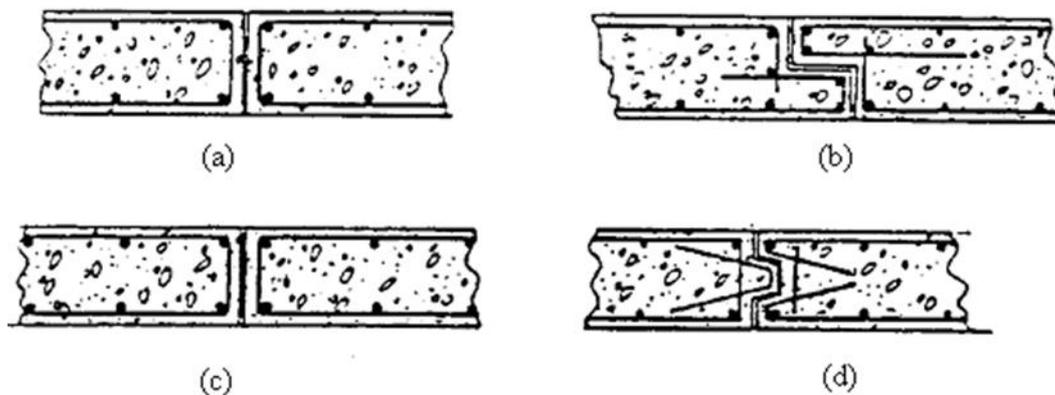


Figura 8.4.1.-. Tipos de juntas de dilatación

Esta última es la recomendada en la norma NFE.CCM, formándose con la ayuda de un perfil de neopreno resistente a la tracción (>100 kp/cm²) a los agentes químicos y al envejecimiento, y con dos tapajuntas de porex que posteriormente se sellan.

La junta machihembrada, indicada para transmitir esfuerzos de una parte a otra de la misma, puede también construirse estanca.

8.4.2 Juntas de retracción y de hormigonado vertical

Aunque de objetivos distintos, la construcción de juntas de retracción y de hormigonado vertical es idéntica por lo que suelen hacerse coincidir.

La separación recomendada para las primeras es la indicada en la tabla adjunta (8.4.2), por lo que los tajos de hormigonado deben en lo posible adaptarse a ellas.

Tabla 8.4.2.-Separación recomendada para las juntas de retracción.

SEPARACIÓN ENTRE JUNTAS DE RETRACCIÓN (m)		
ESTACIÓN	CLIMA	
	SECO	HUMEDO
VERANO	7	9
INVIERNO	10	12

Para su construcción se disponen retenidas transversales que dejen paso a las armaduras rematándose en la cara vista con un berenjeno (figura 8.4.2). Y aunque aquéllas puedan retirarse a día siguiente, conviene no hormigonar un nuevo tramo hasta pasados, al menos tres días, o mejor organizarlos a tresbolillo.

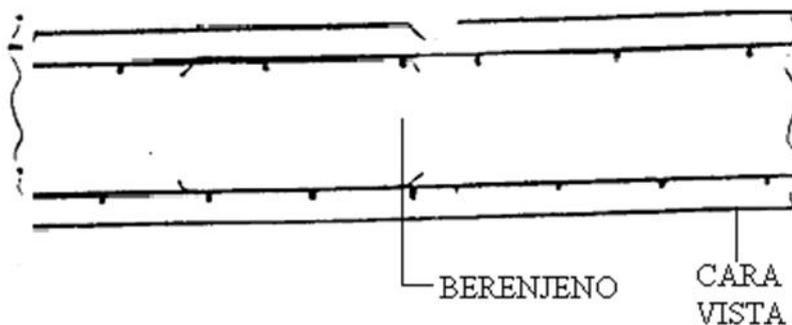


Figura 8.4.2.-Remate de la cara vista

Una vez cerrada la junta debe regarse durante la primera semana para reducir los efectos de la retracción.

El berenjeno se encarga de disimular la fisura (si aparece), así como los cambios de tonalidad por hormigones diferentes. Por otra parte rompe la monotonía del intradós plano proporcionándole un cierto movimiento de luces y sombras.

8.4.3 Juntas de hormigonado horizontal

Se tratan de la misma forma que las de hormigonado vertical, salvo que se trate de tensiones rasantes superiores a 3 kg/cm^2 en cuyo caso conviene proyectarlas machihembradas, caso típico del enlace ménsula pilar (figura 8.4.3).

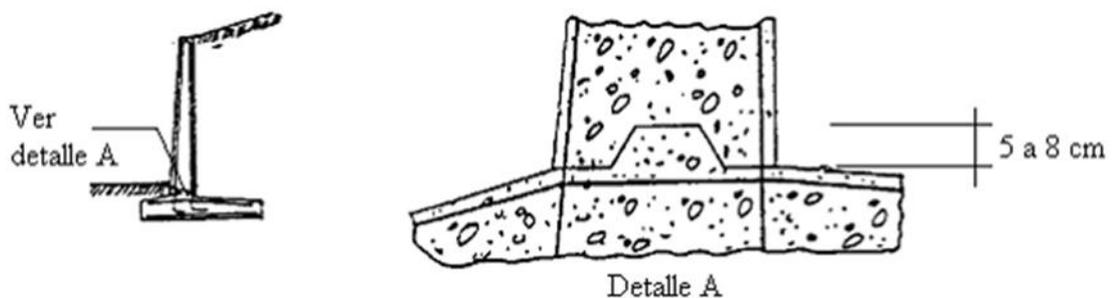


Figura 8.4.3.- Junta horizontal machihembrada

9 CÁLCULO DEL MURO. PROKON

Para el cálculo del muro se ha utilizado la herramienta informática PROKON.

9.1 Idoneidad de Prokon para el diseño y cálculo del muro

El Eurocódigo 2 establece el programa Prokon como método de cálculo para muros de contención de hormigón armado.

El citado programa permite realizar análisis de estabilidad, diseñar y detallar las condiciones estructurales de muros de contención de hormigón armado, teniendo en cuenta las cargas ejercidas por las tierras, cargas adicionales y las condiciones sísmicas supuestas para el terreno. Cuenta con una gran variedad de parámetros que permiten el diseño de muros de geometrías muy diversas.

En cuanto al fundamento teórico del cálculo, contamos en esta aplicación con la posibilidad de elegir entre las teorías de Coulomb y Rankine, pudiendo incluso efectuar una vista de seguimiento del análisis.

Podemos también especificar las condiciones referentes a la humedad del terreno, empleando los modelos adjuntos para cada tipo de tierras.

Se comprueba pues, a partir de estos datos de entrada, la estabilidad del muro a vuelco y deslizamiento, así como su estabilidad global. Se obtienen también los datos de flexión y esfuerzos cortantes a los que el muro se ve sometido en distintos puntos de cuerpo y base.

El uso más común de Prokon es el análisis de muros con dimensiones dadas. No obstante, existen algunas funciones destinadas a optimizar algunas de ellas como, por ejemplo, la profundidad de cimentación necesaria para obtener una adecuada resistencia a deslizamiento. El programa emplea los momentos calculados en muro y base para determinar las dimensiones de la armadura. Estos datos pueden ser utilizados posteriormente para generar una tabla (bending schedule) que podemos editar mediante la función Padds.

Por último, en cuanto al diseño de las zapatas, el programa las puede diseñar introduciendo los puntos de aplicación de las cargas; cada uno de ellos, a su vez, con múltiples opciones en función de la tipología de las mismas.

El diseño obtenido (design output) incluye diagramas de distribución de tensiones, los índices de seguridad para deslizamientos, vuelcos y el armado necesario para las zapatas.

En conclusión, la elección de este programa para el diseño y cálculo de esta estructura objeto del presente proyecto se justifica no sólo por su validación en el Eurocódigo 2, sino por tratarse un programa que simplifica sumamente el trabajo de cálculo, otorga un grado de detalle suficiente en los resultados y minimiza el error operacional.

9.2 Descripción del método operacional

El programa calcula el armado necesario de los muros a partir de unos datos de entrada que hay que introducir. Los datos que se deben conocer para proceder al cálculo son los siguientes: dimensiones del muro, recubrimiento de las armaduras, cargas aplicadas y su posición, características del terreno, características del hormigón y del acero de armaduras, factores de seguridad y tensión admisible del terreno.

El programa PROKON tiene un módulo para el cálculo de estructuras de hormigón (concrete), y dentro de éste, uno más específico para el cálculo de muros (Wall → Retaining Wall Design). Este módulo consta de las siguientes opciones:

File, Input, Design Diagram, Moments and Reinforcement, Calcsheets, Bending schedule, Help.

9.2.1 Datos de entrada

La introducción de los valores necesarios para el cálculo se realiza mediante la opción INPUT.

A continuación, se van a describir brevemente las entradas necesarias.

9.2.1.1 Dimensiones del muro (Wall dimensions)

Los valores que se introducen en este apartado se basan en el predimensionamiento realizado en el apartado de tipologías y dimensiones.

H1 [m] : Altura total del muro.

H2 [m] : Altura del terreno en la parte frontal del muro.

H3 [m] : Altura desde la coronación del muro hasta el nivel del terreno en la parte de atrás del muro.

Hw [m] : Altura del nivel freático, medida desde la coronación del muro.

Hr [m] : Altura del punto de apoyo desde la coronación del muro. Siguiendo lo expuesto en el Eurocódigo 2, se consideran 0.36 m.

B [m] : Longitud de la base horizontal en la parte frontal del muro.

D [m] : Longitud de la base horizontal en la parte posterior del muro.

C [m] : Espesor de la base.

F [m] : Altura del tacón. Sólo se va a considerar en el caso de muros con tacón.

xf [m] : Posición del tacón. También se va a considerar únicamente en muros con tacón.

At [m] : Espesor del muro en la coronación.

Ab [m] : Espesor del muro en la unión con la base.

Cov wall [mm] : Recubrimiento de las armaduras en la ménsula. Siguiendo lo expuesto en el Eurocódigo 2, se consideran 50 mm.

Cov base [mm]: Recubrimiento de las armaduras en la zapata. Se consideran 50 mm, de acuerdo con el Eurocódigo 2.

9.2.1.2 Cargas (Unfactored live loads)

W [KN/m²] : Carga uniformemente distribuida detrás del muro.

P [KN] : Carga puntual encima o detrás del muro.

xp [m] : Posición de la carga puntual.

L [KN/m] : Carga lineal encima o detrás del muro.

xl [m] : Posición de la carga lineal.

Lh [KN/m] : Carga lineal horizontal en la parte superior del muro.

x [m] : Inclinación del muro.

9.2.1.3 Parámetros generales (General parameters)

Soil frict ϕ [°] : Ángulo de rozamiento interno.

Fill slope α [°] : Ángulo del talud de la superficie libre del terreno.

Wall frict δ [°] : Ángulo de rozamiento entre muro y terreno. Depende del contenido en agua del suelo y de la rugosidad del paramento. En este proyecto se calculan los muros para $\delta = 0$ (en los casos más desfavorables, es decir, en terrenos coherentes, anegados o en muros de superficie muy lisa) y para $\delta = 2/3 \phi$ (es el valor máximo que se emplea, salvo justificación especial).

ρ_{conc} [KN/m³] : Densidad del hormigón. Según la norma, se considera 24.5 KN/m³ la densidad del hormigón armado.

ρ_{soil} [KN/m³] : Peso específico aparente del terreno de relleno.

f_{cu} [MPa] : Resistencia a la compresión del hormigón (19 Mpa).

f_y [Mpa] : Límite elástico de las armaduras (500 Mpa). En el cálculo de los muros se ha empleado un hormigón del tipo C 25/30, con $f_{ck} = 25$ Mpa.

En cuanto al acero utilizado en las armaduras, se ha optado por B500, con $f_{yk} = 500$ Mpa, que es un acero de alto límite elástico, para reducir así el número y diámetro de los redondos a colocar.

9.2.1.4 Parámetros de diseño (Design parameters)

SF Overt: Coeficiente de seguridad al vuelco para el estado límite de servicio. En todos los casos se considera 1.5.

SF Slip: Coeficiente de seguridad al deslizamiento para el estado límite de servicio. En todos los casos se considera 1.5.

DL Factor: Coeficiente de mayoración de cargas muertas. Siguiendo las recomendaciones de la norma, se considera el valor 1.35.

LL Factor: Coeficiente de mayoración de cargas vivas. De acuerdo con la norma se considera el valor 1.6.

Pmax [Kpa]: Tensión admisible del terreno.

Análisis sísmico (Seismic Analysis)

En este proyecto no se consideran cargas sísmicas para el cálculo de los muros.

9.2.1.5 Coeficientes de presión del terreno (User defined design values)

El programa calculará los coeficientes de presión del terreno por defecto, como ocurre en los casos estudiados.

No obstante, se podrían usar unos coeficientes propios seleccionando esta opción.

9.2.1.6 Permitir filtración (Allow seepage)

Cuando se hace un modelo con nivel freático, la filtración se puede permitir por debajo del muro. La presión hidrostática se modela de diferente forma según se permita o no la filtración.

Como en los muros estudiados no existe nivel freático, es indiferente considerar el modelo con o sin filtración.

9.2.1.7 Teorías para el cálculo del empuje (Theory)

El empuje del terreno sobre los muros se puede calcular aplicando dos posibles teorías: Coulomb, que es la teoría recomendada y la que se va a utilizar, y Rankine, que es la teoría no recomendada.

9.2.1.8 Elección del tipo de muro (Wall Type)

El muro considerado es del tipo cantilever, en el que la base está fija contra rotación, con el muro en voladizo sobre ella.

9.2.1.9 Optimización de las dimensiones del muro (Optimize)

Se puede seleccionar alguno de los siguientes modelos, si se quisieran optimizar las dimensiones del muro.

B: optimiza las dimensiones de la base horizontal en la parte frontal del muro. El valor menor de B se calcula para no exceder la carga de flexión límite y el coeficiente de seguridad al vuelco. Si se propone un valor que no se pueda calcular, aparece un mensaje de precaución.

D: optimiza las dimensiones de la base horizontal detrás del muro. El valor más pequeño de D se calcula para satisfacer las necesidades impuestas por la carga de flexión límite y el coeficiente de seguridad al vuelco.

F: el valor de F se optimiza usando el coeficiente de seguridad al deslizamiento como único criterio.

De todos modos, en este proyecto, los muros ya están predimensionados en un apartado anterior, por lo tanto, no se hará ninguna optimización.

9.2.1.10 Normas, materiales y unidades

La selección se realiza mediante la opción FILE, que presenta entre otras, las siguientes opciones dentro de su menú.

9.2.1.11 Código de diseño (Design Code).

Dentro de los posibles códigos o normas para el cálculo de estructuras de hormigón (Concrete Code of Practice), se selecciona Eurocode 2-1992.

9.2.1.12 Unidades (Units).

Como sistema de unidades se selecciona el sistema métrico.

9.2.1.13 Preferencias (Preferences).

Existen dos subapartados dentro de esta opción.

En General se permite seleccionar las normas, unidades, parámetros para el diseño en hormigón y parámetros para el diseño de estructuras de acero. Atendiendo únicamente a las estructuras de hormigón, que son las que aquí conciernen, se seleccionará:

Hormigón: Eurocode 2-1992

Unidades: Métrico

Fy – Barras de alto límite elástico [Mpa]: 500

Designación de las barras de alto límite elástico: T.

En Connections (uniones) se puede hacer la selección de las características para las uniones atornilladas y las uniones soldadas.

A continuación se recogen los listados de resultados obtenidos mediante el programa PROKON.

 Software Consultants (Pty) Ltd internet: http://www.prokon.com E-Mail : mail@prokon.com	Job Number		Sheet
	Job Title		
	Client		
	Calcs by	Checked by	Date

Retaining Wall Design : Ver W2.6.01
Title : Cantilever wall example

Input Data



Wall Dimensions				Unfactored Live Loads			General Parameters		Design Parameters	
H1 (m)	5.5	C	(m)	0.5	W (kN/m ²)	1	Soil frict φ (°)	27	SF Overt.	1.5
H2 (m)	1	F	(m)	0.00	P (kN)	10	Fill slope β (°)	-0.01	SF Slip	1.5
H3 (m)	0.00	xf	(m)	3.05	xp (m)	1.30	Wall frict δ (°)	20	ULS DL Factor	1.4
Hw (m)	0	At	(m)	0.5	L (kN/m)	10	ρ Conc kN/m ³	25	ULS LL Factor	1.6
Hr (m)	0.36	Ab	(m)	0.5	xl (m)	2.60	ρ Soil kN/m ³	18	Pmax (kPa)	400
B (m)	0.55	Cov wall	mm	50	Lh (kN/m)		fcu (MPa)	19	Soil Poisson ν	0.5
D (m)	2.5	Cov base	mm	50	x (m)	0.00	fy (MPa)	450	DLFac Slider/Ovt	0.9

Seepage allowed
 Active pressure applied on back of shear key for sliding

Theory : Coulomb
 Wall type : Cantilever

SEISMIC ANALYSIS SETTINGS:

Seismic Analysis ON/OFF:ON

Hor Accel. (g)	0.02
Vert Accel. (g)	0.01
Include LL's	Y

VALUES OF PRESSURE COEFFICIENTS:

Active Pressure coefficient Ka :0.332
 Passive Pressure coefficient Kp :5.136
 Seismic Active Pressure coefficient Kas :0.349
 Seismic Passive Pressure coefficient Kps :4.986
 Base frictional constant μ :0.510

FORCES ACTING ON THE WALL AT SLS:

All forces/moments are per m width

Description	FORCES (kN) and their LEVER ARMS (m)			
	F Horizontal left (+)	Lever arm	F Vertical down (+)	Lever arm
Destabilizing forces:				
Total Active pressure Pa	89.375	1.905	32.530	1.050
Seismic component of Pa	4.365	3.300	1.589	1.050
As a result of surcharge w	1.787	2.750	0.651	1.050
As a result of Point load P	0.286	4.307	0.000	1.050
As a result of Line Load L	3.063	3.239	0.000	1.050
Seismic wall inertia	2.116	1.858		
Stabilizing forces:				
Passive pressure on base Pp	-44.871	0.325		
Seismic component of Pp	1.353	0.600		
Weight of the wall + base			105.806	1.205
Weight of soil on the base			227.641	2.256
Point load of 10.00 kN on backfill			0.909	1.850
Line load of 10.00 kN/m on backfill			10.000	3.150
UDL of 1.0 kPa			2.475	2.300

EQUILIBRIUM CALCULATIONS AT SLS

All forces/moments are per m width

1.Moment Equilibrium



Software Consultants (Pty) Ltd
 Internet: <http://www.prokon.com>
 E-Mail: mail@prokon.com

Job Number		Sheet
Job Title		
Client		
Calcs by	Checked by	Date

Point of rotation: bottom front corner of base.

For Overturning moment M_o calculate as follows:
 $M_o = \text{Sum}(\text{hor. forces} \times \text{l.a.}) - \text{Sum}(\text{vert. forces} \times \text{l.a.})$
 For Stabilizing moment M_r calculate as follows:
 $M_r = -\text{Sum}(\text{hor. forces} \times \text{l.a.}) + \text{Sum}(\text{vert. forces} \times \text{l.a.})$
 where l.a. = lever arm of each force.

Stabilizing moment M_r : 694.26 kNm
 Destabilizing moment M_o : 155.42 kNm

Safety factor against overturning = $M_r/M_o = 4.467$

2. Force Equilibrium at SLS

Sum of Vertical forces P_v : 379.90 kN
 Frictional resistance P_{fric} : 193.57 kN
 Passive Pressure on shear key : 0.00 kN
 Passive pressure on base : 44.87 kN
 => Total Horiz. resistance P_r : 238.44 kN

Horizontal sliding force on wall F_{hw} : 96.63 kN
 Horizontal sliding force on shear key F_{ht} : 0.00 kN
 => Total Horizontal sliding force F_h : 96.63 kN

Safety factor against overall sliding = $P_r/F_h = 2.468$

FORCES ACTING ON THE WALL AT ULS:
 All forces/moments are per m width

Description	FORCES (kN) and their LEVER ARMS (m)			
	F Horizontal left (+)	Lever arm	F Vertical down (+)	Lever arm
Destabilizing forces:				
Total Active pressure P_a	126.522	1.914	45.542	1.050
Siesmic component of P_a	6.984	3.300	2.542	1.050
As a result of surcharge w	2.860	2.750	1.041	1.050
As a result of Point load P	0.458	4.307	0.000	1.050
As a result of Line Load L	4.901	3.239	0.000	1.050
Siesmic wall inertia	3.386	1.858		
Stabilizing forces:				
Passive pressure on base P_p	-40.384	0.325		
Siesmic component of P_p	1.217	0.600		
Weight of the wall + base			95.226	1.205
Weight of soil on the base			204.877	2.256
Point load of 9.00 kN on backfill			0.818	1.850
Line load of 9.00 kN/m on backfill			9.000	3.150
UDL of 0.9 kPa			2.228	2.300

EQUILIBRIUM CALCULATIONS AT ULS
 All forces/moments are per m width

1. Moment Equilibrium

Point of rotation: bottom front corner of base.

For Overturning moment M_o calculate as follows:
 $M_o = \text{Sum}(\text{hor. forces} \times \text{l.a.}) - \text{Sum}(\text{vert. forces} \times \text{l.a.})$
 For Stabilizing moment M_r calculate as follows:
 $M_r = -\text{Sum}(\text{hor. forces} \times \text{l.a.}) + \text{Sum}(\text{vert. forces} \times \text{l.a.})$
 where l.a. = lever arm of each force.

Stabilizing moment M_r : 624.84 kNm
 Destabilizing moment M_o : 225.29 kNm

Safety factor against overturning = $M_r/M_o = 2.773$

 <p>Software Consultants (Pty) Ltd Internet: http://www.prokon.com E-Mail: mail@prokon.com</p>	Job Number		Sheet	
	Job Title			
	Client			
	Calcs by	Checked by	Date	

2. Force Equilibrium at ULS

Sum of Vertical forces Pv : 341.91 kN
 Frictional resistance Pfric : 174.21 kN
 Passive Pressure on shear key : 0.00 kN
 Passive pressure on base : 40.38 kN
 => Total Horiz. resistance Fr : 214.60 kN

Horizontal sliding force on wall Fhw : 138.13 kN
 Horizontal sliding force on shear key Fht : 0.00 kN
 => Total Horizontal sliding force Fh : 138.13 kN

Safety factor against overall sliding = Fr/Fh = 1.554

SOIL PRESSURES UNDER BASE AT SLS

Maximum pressure : 171.52 kPa
 Minimum pressure : 42.51 kPa
 Maximum pressure occurs at left hand side of base

WALL MOMENTS (ULS) AND REINFORCEMENT TO Eurocode 2 - 2004

Position from base top (m)	Moment (kNm)	Front Reinforcing (mm ² /m)	Back Reinforcing (mm ² /m)	Nominal (0.13%) (mm ² /m)
0.00	200.04	0.00	1243.25	650.00
0.10	190.49	0.00	1179.67	650.00
0.20	180.82	0.00	1115.79	650.00
0.30	171.15	0.00	1052.38	650.00
0.40	161.60	0.00	990.21	650.00
0.50	152.28	0.00	931.01	650.00
0.60	143.30	0.00	876.08	650.00
0.70	134.66	0.00	823.27	650.00
0.80	126.36	0.00	772.54	650.00
0.90	118.39	0.00	723.84	650.00
1.00	110.75	0.00	677.12	650.00
1.10	103.43	0.00	632.35	650.00
1.20	96.42	0.00	589.48	650.00
1.30	89.71	0.00	548.47	650.00
1.40	83.30	0.00	509.26	650.00
1.50	77.17	0.00	471.83	650.00
1.60	71.33	0.00	436.11	650.00
1.70	65.77	0.00	402.08	650.00
1.80	60.47	0.00	369.68	650.00
1.90	55.43	0.00	338.87	650.00
2.00	50.64	0.00	309.61	650.00
2.10	46.10	0.00	281.85	650.00
2.20	41.80	0.00	255.55	650.00
2.30	37.73	0.00	230.67	650.00
2.40	33.88	0.00	207.15	650.00
2.50	30.25	0.00	184.96	650.00
2.60	26.83	0.00	164.05	650.00
2.70	23.62	0.00	144.39	650.00
2.80	20.59	0.00	125.91	650.00
2.90	18.06	0.00	110.41	650.00
3.00	15.90	0.00	97.19	650.00
3.10	13.91	0.00	85.03	650.00
3.20	12.08	0.00	73.88	650.00
3.30	10.42	0.00	63.71	650.00
3.40	8.91	0.00	54.47	650.00
3.50	7.54	0.00	46.11	650.00
3.60	6.31	0.00	38.59	650.00
3.70	5.21	0.00	31.87	650.00
3.80	4.24	0.00	25.90	650.00
3.90	3.38	0.00	20.64	650.00
4.00	2.67	0.00	16.31	650.00
4.10	2.06	0.00	12.62	650.00
4.20	1.55	0.00	9.50	650.00

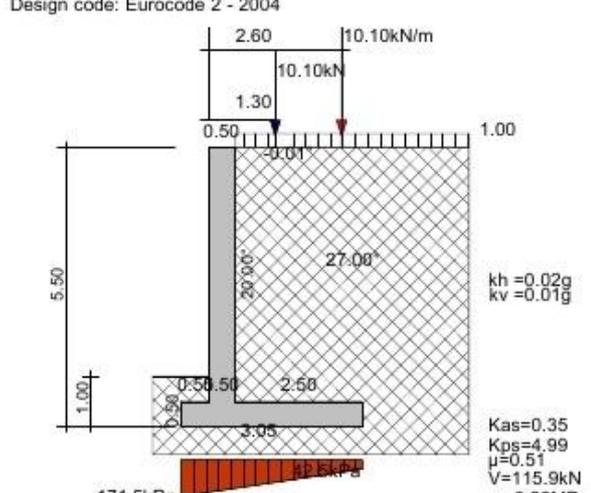
 <p>PROKON Software Consultants (Pty) Ltd Internet: http://www.prokon.com E-Mail: mail@prokon.com</p>	Job Number			Sheet	
	Job Title				
	Client				
	Calcs by		Checked by		Date
4.30	1.13	0.00	6.91	650.00	
4.40	0.79	0.00	4.81	650.00	
4.50	0.52	0.00	3.16	650.00	
4.60	0.31	0.00	1.90	650.00	
4.70	0.16	0.00	1.00	650.00	
4.80	0.07	0.00	0.42	650.00	
4.90	0.02	0.00	0.10	650.00	
5.00	0.00	0.00	0.00	650.00	
BASE MOMENTS (ULS) AND REINFORCEMENT TO Eurocode 2 - 2004					
Position from left (m)	Moment (kNm)	Top Reinforcing (mm ² /m)	Bot Reinforcing (mm ² /m)	Nominal (0.13%) (mm ² /m)	
0.00	0.00	0.00	0.00	650.00	
0.07	-0.49	0.00	2.97	650.00	
0.14	-1.95	0.00	11.89	650.00	
0.21	-4.38	0.00	26.76	650.00	
0.28	-7.78	0.00	47.58	650.00	
0.35	-12.16	0.00	74.34	650.00	
0.43	-17.51	0.00	107.05	650.00	
0.50	-23.83	0.00	145.70	650.00	
0.57	-31.13	0.00	190.30	650.00	
0.64	-39.40	0.00	240.85	650.00	
0.71	-48.64	0.00	0.00	650.00	
0.78	-58.85	0.00	0.00	650.00	
0.85	-64.24	0.00	0.00	650.00	
0.92	177.07	0.00	0.00	650.00	
0.99	163.82	0.00	0.00	650.00	
1.06	155.31	949.53	0.00	650.00	
1.14	147.03	898.90	0.00	650.00	
1.21	138.97	849.65	0.00	650.00	
1.28	131.15	801.79	0.00	650.00	
1.35	123.54	755.32	0.00	650.00	
1.42	116.17	710.24	0.00	650.00	
1.49	109.02	666.54	0.00	650.00	
1.56	102.10	624.23	0.00	650.00	
1.63	95.41	583.31	0.00	650.00	
1.70	88.94	543.78	0.00	650.00	
1.77	82.70	505.63	0.00	650.00	
1.85	76.69	468.87	0.00	650.00	
1.92	70.90	433.50	0.00	650.00	
1.99	65.35	399.51	0.00	650.00	
2.06	60.01	366.91	0.00	650.00	
2.13	54.91	335.70	0.00	650.00	
2.20	50.03	305.87	0.00	650.00	
2.27	45.38	277.44	0.00	650.00	
2.34	40.95	250.39	0.00	650.00	
2.41	36.76	224.72	0.00	650.00	
2.48	32.79	200.45	0.00	650.00	
2.56	29.04	177.56	0.00	650.00	
2.63	25.53	156.06	0.00	650.00	
2.70	22.24	135.94	0.00	650.00	
2.77	19.17	117.22	0.00	650.00	
2.84	16.34	99.88	0.00	650.00	
2.91	13.73	83.92	0.00	650.00	
2.98	11.34	69.36	0.00	650.00	
3.05	9.19	56.18	0.00	650.00	
3.12	7.26	44.39	0.00	650.00	
3.19	5.56	33.99	0.00	650.00	
3.27	4.08	24.97	0.00	650.00	
3.34	2.84	17.34	0.00	650.00	
3.41	1.82	11.10	0.00	650.00	
3.48	1.02	6.24	0.00	650.00	
3.55	0.45	2.77	0.00	650.00	
SHEAR CHECK AT WALL-BASE JUNCTION TO Eurocode 2 - 2004					
Shear force at bottom of wall V = 115.9 kN					

 <p>Software Consultants (Pty) Ltd Internet: http://www.prokon.com E-Mail: mail@prokon.com</p>	<i>Job Number</i>	<i>Sheet</i>
	<i>Job Title</i>	
	<i>Client</i>	
	<i>Calcs by</i>	<i>Checked by</i>

Shear stress at bottom of wall $v = 0.26$ MPa OK
 Allowable shear stress $vc = 0.41$ MPa (based on Wall tensile reinf.)

Sketch of Wall

Design code: Eurocode 2 - 2004



$kh = 0.02g$
 $kv = 0.01g$

$Kas = 0.35$
 $Kps = 4.99$
 $\mu = 0.51$
 $V = 115.9kN$
 $v = 0.26MPa$
 $vc = 0.41MPa$

Wall type: Cantilever
Theory: Coulomb

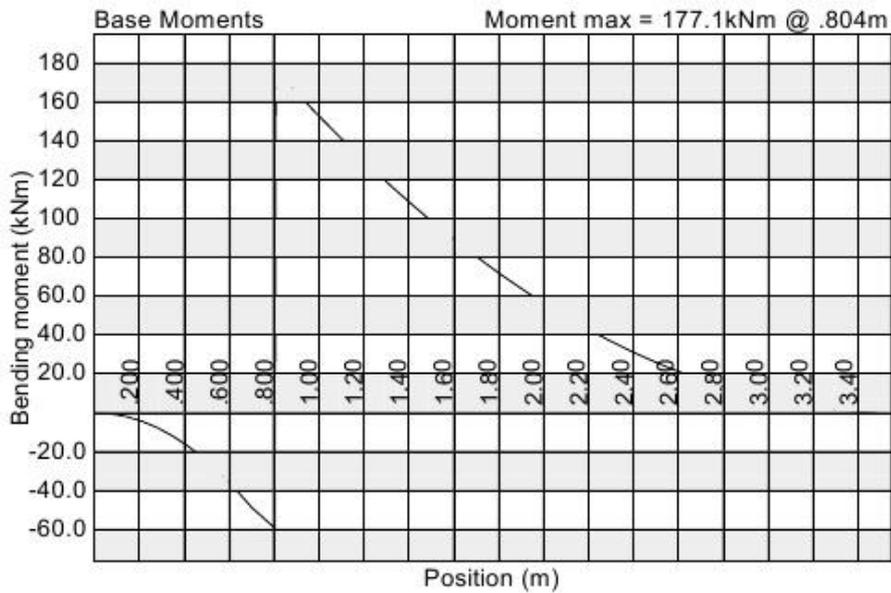
SFslip = 2.47
 SFslip (ULS) = 1.55
 SFovt = 4.47
 SFovt (ULS) = 2.77

 <p>Software Consultants (Pty) Ltd Internet: http://www.prokon.com E-Mail: mail@prokon.com</p>	Job Number		Sheet
	Job Title		
	Client		
	Calcs by	Checked by	Date

Wall Bending Moments

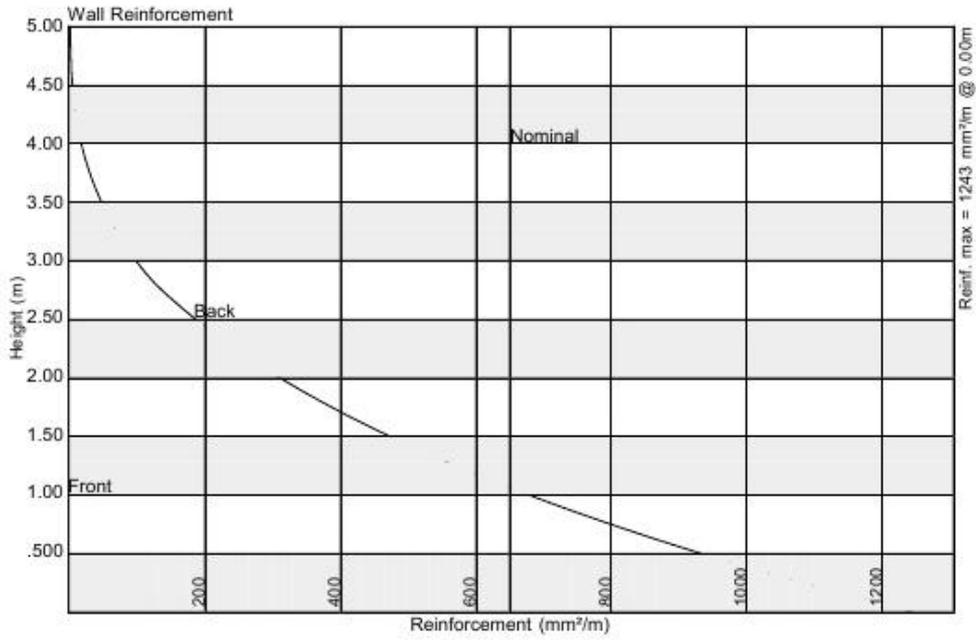


Base Bending Moments

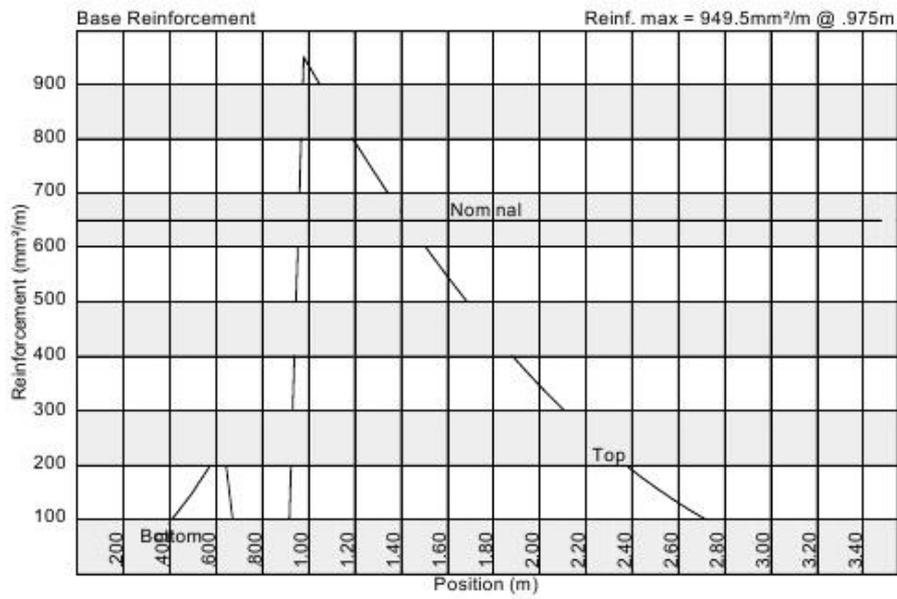


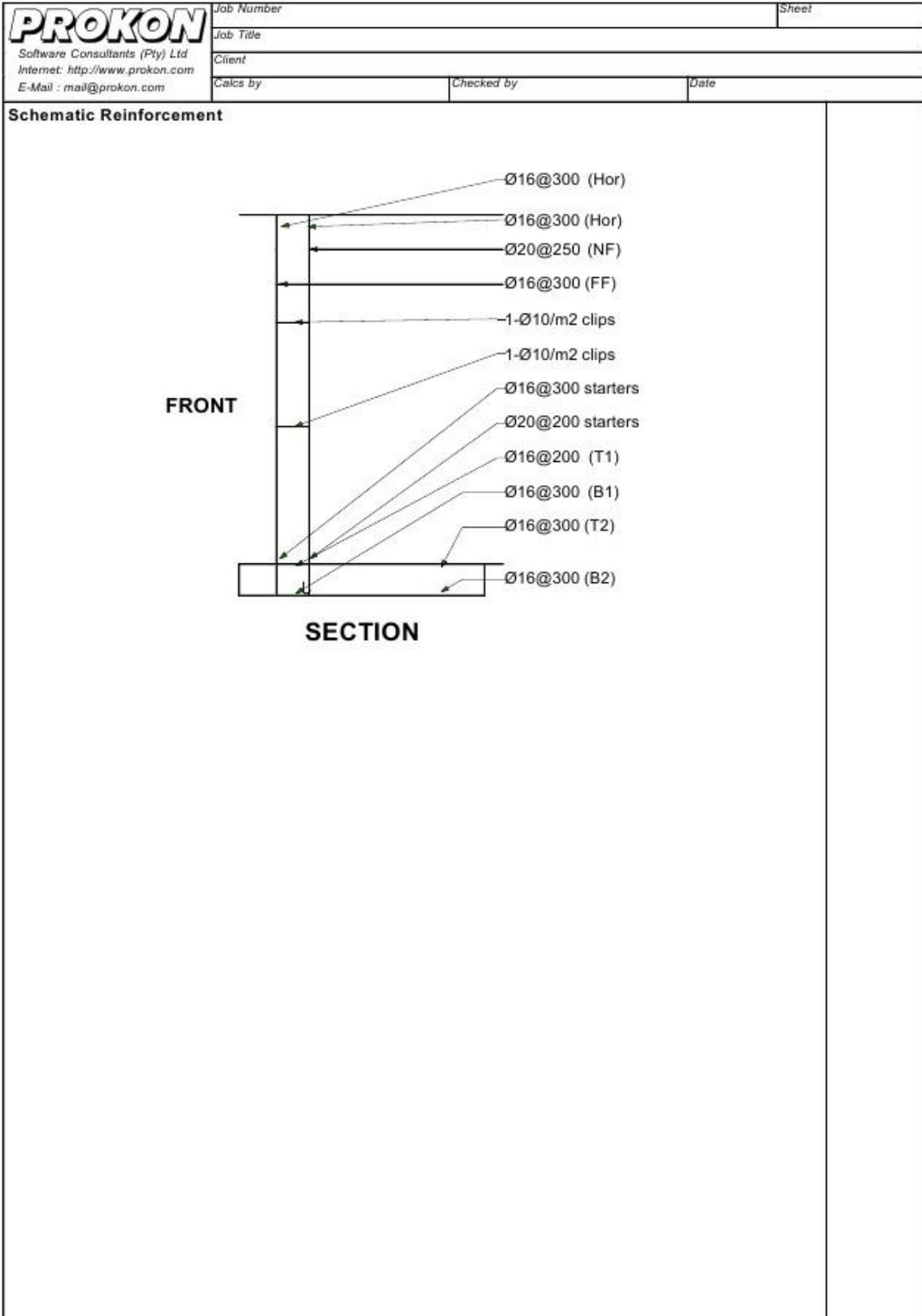
PROKON Software Consultants (Pty) Ltd Internet: http://www.prokon.com E-Mail: mail@prokon.com	Job Number		Sheet
	Job Title		
	Client		
	Calcs by	Checked by	Date

Wall Reinforcement



Base Reinforcement







Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA MINERA Y DE RECURSOS ENERGÉTICOS

TRABAJO FIN DE MASTER

ANEXO I. ESTUDIO GEOTÉCNICO

ÍNDICE

ÍNDICE	I
ÍNDICE DE TABLAS.....	II
1 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO DE CAMPO.....	1
1.1 ALTERNATIVA 1	1
1.2 ALTERNATIVA 2	2
2 EMPLAZAMIENTO Nº 1. TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO DE CAMPO	3
2.1 GEOLOGÍA DE LA PARCELA.....	3
2.2 CALICATAS	3
2.2.1 Ensayos de campo y resultados.....	4
2.2.2 Ensayos de penetración estática	4
2.3 SONDEOS.....	5
2.4 ENSAYOS DE LABORATORIO Y RESULTADOS.....	6
3 INFORME GEOTÉCNICO	6
3.1 ESTABILIDAD GENERAL.....	6
3.2 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS E HIDROGEOLÓGICAS.....	6
3.3 NIVEL DE CIMENTACIÓN	7
3.4 TENSIÓN DE APOYO ADMISIBLE (Q_{ADMS}). ASIENTOS.....	7
3.5 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.....	9
3.5.1 EXCAVABILIDAD	9
3.5.2 CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA	9
3.5.3 AGRESIVIDAD DE LOS TERRENOS.....	9
4 RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	9
4.1 ESTABILIDAD GENERAL.....	9
4.2 TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN	9
4.3 TENSIÓN ADMISIBLE DE CÁLCULO (q_{adms}).....	9
4.4 ASIENTOS.....	9
4.5 AGRESIVIDAD DE LAS AGUAS Y DE LOS TERRENOS.....	9
4.6 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.....	10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ensayos SPT.....	2
Tabla 2. Ensayos SPT.....	2
Tabla 3. Ensayos SPT.....	4
Tabla 4. Resultados de ensayos de corte “in situ”	5

1 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO DE CAMPO

En principio se han barajado dos emplazamientos alternativos para la ubicación del muro, de ahí que en primer lugar se hayan realizado dos sondeos geotécnicos con recuperación de testigo y ensayos in situ, para determinar las características de cada emplazamiento. Una vez estudiados los resultados, se profundizó en el estudio del emplazamiento que presenta mejores condiciones geotécnicas mediante la realización de 2 sondeos más y 3 calicatas con ensayos in situ en las calicatas.

1.1 ALTERNATIVA 1

Se realizó un sondeo geotécnico de 12m de longitud con recuperación de testigo. La descripción detallada de los materiales atravesados y sus fotografías se pueden ver en el anejo

correspondiente. En síntesis se cortaron los siguientes niveles de características geotécnicas diferentes:

- SONDEO S-1:

- N1 – de 0,00 a 0,60m Constituido por pavimento y relleno de la caja del camino de acceso.
- N2 – de 0,60 a 4,10m Constituido por arenas limosas amarillentas de consistencia compacta.
- N3 – de 4,10 a 6,00m Constituido por arenas limosas rojizas con intercalaciones de cantos y bolos de arenisca.
- N4 – de 6,00 a 12,00m Constituido por margas rojizas ligeramente meteorizadas (grado II).

- ENSAYOS DE CAMPO.

Ensayos SPT.

Tabla 2.1.- Ensayos SPT

Nº	PROFUNDIDAD	Nº DE GOLPES	Qadms
1	2,60 a 3,20m	12-19-20-29	2Kg/cm ²
2	4,10m	Rechazo	>2Kg/cm ²
3	6,00m	Rechazo	>2Kg/cm ²

Carga admisible 2Kg/cm²

1.2 ALTERNATIVA 2

En este lugar se realizó un sondeo geotécnico de 12m de longitud con recuperación de testigo. La descripción detallada de los materiales atravesados y sus fotografías se pueden ver en el anejo correspondiente. En síntesis se cortaron los siguientes niveles de características geotécnicas diferentes:

- SONDEO S-2
 - N1 – de 0,00 a 0,60m Constituido por tierra vegetal.
 - N2 – de 0,60 a 3,20m Constituido por arenas arcillosas de compacidad media.
 - N3 – de 3,20 a 5,80m Constituido por arenas finas sueltas.
 - N4 – de 5,80 a 12,00m Constituido por arcillas y arcillas arenosas firmes.
- ENSAYOS DE CAMPO.

Tabla 2.2.- Ensayos SPT

Nº	PROFUNDIDAD	Nº DE GOLPES	Qadms
1	2,60 a 3,20m	16-11-14-22	1,2Kg/cm ²
2	6,50 a 7,10m	14-16-17-15	2,2Kg/cm ²
3	8,00 a 8,60m	16-16-16-18	2,2Kg/cm ²

En el sondeo S-1 los rechazos que se producen en los ensayos de penetración a partir de 6m de profundidad se deben a la presencia de roca de naturaleza margosa, de carga admisible superior a 2,5Kg/cm² mientras que en S-2 no se alcanza la roca en todo el sondeo. Además la naturaleza arcillosa del terreno atravesado en el S-2 es susceptible de sufrir asentamientos mayores que los materiales cortados en el S-1, por lo que se muestra claramente más favorable el emplazamiento nº 1.

1 a 011a

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDARD (SPT) (SANGLERAT, 1967)

Tubo de 2" x 1 3/8"

Maza de 140 libras (63,6 kg) y 30" (76,2 cm.) de caída

3

Suelo	Designación	N.º de golpes	Carga que se puede aplicar en kg/cm ²
Arena y limo	Muy suelta	0-4	0,2
	Suelta	4-10	0,2-1,1
	Media	11-30	1,1-2,9
	Compacta	31-50	2,9-5,1
	Muy compacta	más de 50	5,1-6,3
Arcilla	Muy blanda	0-2	0,27
	Blanda	3-5	0,27-0,55
	Media	6-15	0,55-2,2
	Firme	16-25	2,2 -4
	Dura	más de 25	4 -8,8

Figura 2.2.- Correcciones entre número de golpes del STP y la carga admisible

2 EMPLAZAMIENTO Nº 1. TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Una vez decidido el emplazamiento del muro en la alternativa nº 1, se realizó un reconocimiento del terreno en base a la información geotécnica proporcionada por (3) calicatas mecánicas, dos sondeos geotécnicos y los correspondientes ensayos de campo. Estas prospecciones cubren en extensión y en profundidad los cambios litológicos del subsuelo y la zona de afección de cargas de la estructura.

2.1 GEOLOGÍA DE LA PARCELA

A escala de la parcela en estudio, en los desmontes de los caminos colindantes, se observa una cobertera de suelo vegetal, mezclada con arenas y cantos rodados. No existen afloramientos por lo que todos los datos proceden de las calicatas y sondeos.

2.2 CALICATAS

Se realizaron (3) calicatas mecánicas con retroexcavadora, distribuidas de tal modo (ver plano de situación) que la información que aportasen fuera representativa del conjunto de la parcela y su entorno. La profundidad alcanzada osciló entre los 4 y 4,5m, en ninguna de ellas se alcanzó el sustrato rocoso. Su columna estratigráfica y fotografía se adjuntan en las fichas del anejo correspondiente.

CALICATA C-1

Se cortaron tres niveles diferentes:

- T1 - (0,3m) Constituido por tierra vegetal arcillo-arenosa, marrón oscura, de consistencia floja.
- T2 - (1,2m) Constituido por arcillas y arcillas arenosas de consistencia firme. En este nivel a cota -1,5m se realizó la estación de ensayos E-1.
- T3 - (2,7m) Constituido por un conglomerado de cantos y bolos areniscosos con un fuerte empaquetamiento, en matriz areno-arcillosa firme.

CALICATA C-2

Se cortaron tres niveles:

- T1 – (0,3m) Constituido por tierra vegetal arcillo-arenosa, marrón oscura, de consistencia floja.
- T2 – (2,2m) Constituido por arcillas y arcillas arenosas de consistencia firme. En este nivel a cota –2,0m se realizó la estación de ensayos E-2.
- T3 – (2,0m.) Constituido por un conglomerado de cantos y bolos areniscosos con un fuerte empaquetamiento, en matriz areno-arcillosa firme.

CALICATA C-3

Se cortaron tres niveles:

- T1 – (0,5m) Constituido por tierra vegetal arcillo-arenosa, marrón oscura, de consistencia floja.
- T2 – (2,7m) Constituido por arcillas y arcillas arenosas de consistencia firme.
- T3 – (1,2m) Constituido por un conglomerado de cantos y bolos areniscosos con un fuerte empaquetamiento, en matriz areno-arcillosa firme.

2.2.1 Ensayos de campo y resultados.

En el nivel de arcillas y arcillas arenosas de consistencia firme, cortado en las tres calicatas en disposición similar, se realizaron los siguientes ensayos de campo:

Ensayos de penetración estática con penetrómetro de mano. El aparato empleado ha sido un ETI - ST 308 con capacidad de medida de 0 - 6 Kp/cm².

Ensayos de corte in situ Vane Test. Realizados con un Vane Test con aspas ETI-20.0313 de alta capacidad (0,0 – 2,5Kp/cm²).

2.2.2 Ensayos de penetración estática

Se han realizado (20) ensayos de penetración estática en el interior de cada calicata, obteniéndose las siguientes tensiones admisibles medias.

Tabla 3.2.2.- Tensiones admisibles medias.

Estación nº	Cota de ensayo	Resultados (Kp/cm ²)
E-1 (calicata)	-1,5m	2,6
E-2 (calicata)	-2,0m	2,4

Valor medio 2,5 Kp/cm²

Carga admisible en función de los ensayos de penetración $\leq 2,5$ Kp/cm².

2.2.2.1 Ensayos "Vane Test"

Como complemento a los ensayos de penetración, en los mismos materiales se han realizado (2) ensayos de corte "in situ" Vane Test, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 3.2.2.1.- Resultados de ensayos de corte "in situ".

Estación nº	Cota de ensayo	Cohesión (Su) Kp/cm ²
E-1 (calicata)	-1,5m	1,6
E-2 (calicata)	-2,0m	1,8

Valor medio de Su resistencia a corte sin drenaje 1,7 Kp/cm²

Valor de cálculo de la cohesión (c) 1,7 Kp/cm².

2.3 SONDEOS

Sobre la planta del muro proyectado se realizaron dos sondeos geotécnicos de 6m de longitud con recuperación de testigo. La descripción detallada de los materiales atravesados y sus fotografías se pueden ver en el anejo correspondiente. En síntesis se cortaron los siguientes niveles de características geotécnicas diferentes:

SONDEO S-3

- N1 – de 0,00 a 0,50m. Constituido por tierra vegetal marrón de consistencia floja.
- N2 – de 0,50 a 3,10m. Constituido por arenas limosas y arcillosas, marrones y amarillentas de consistencia compacta.
- N₃ – de 3,10 a 6,00m. Constituido por arenas limosas amarillentas con cantos redondeados y bolos de arenisca.

SONDEO S-4

- N1 – de 0,00 a 0,50m. Constituido por tierra vegetal marrón de consistencia floja.
- N2 – de 0,50 a 1,70m. Constituido por arenas limosas y arcillosas, marrones de consistencia compacta
- N3 – de 1,70 a 4,50m. Constituido por arenas limosas amarillentas con cantos redondeados y bolos de arenisca.
- N4 – de 4,50 a 6,00m. Constituido por margas rojizas ligeramente meteorizadas (grado II-III) saneando en profundidad.

2.4 ENSAYOS DE LABORATORIO Y RESULTADOS

En el nivel (N2) del sondeo S-1, compuesto por arenas limosas y arcillosas, equivalente al mismo nivel cortado en los sondeos S-3 y S-4, se tomó una muestra inalterada de testigo y otra remodelada procedente del SPT, para ensayar en laboratorio. Los ensayos que se realizaron fueron: contenido en sulfatos, densidad aparente, granulometría por tamizado y corte directo. Además se tomó una muestra de las margas del sustrato rocoso para ensayar a compresión simple. El resultado de los ensayos, cuyas fichas originales se pueden consultar en el anejo correspondiente, ha sido el siguiente:

Arenas limo-arcillosas

CONTENIDO EN SULFATOS: Indicios

DENSIDAD: 1,82gr/cm³.

GRANULOMETRIA: Arenas medias-finas, con un 35% de limo-arcilla.

COHESION: 0,32 Kp/cm².

ANGULO DE ROZAM. INT. (Ø): 31,4º

Margas rojizas

RESIST. A COMPRESION: 6,8kp/cm².

3 INFORME GEOTÉCNICO

3.1 ESTABILIDAD GENERAL

No se han detectado problemas de estabilidad general de la parcela donde se proyecta construirse muro, ni por su pendiente (<10º) ni por la existencia de depósitos coluvionares o de otro tipo inestable, que entrañen riesgo de deslizamientos.

Tampoco son previsibles excavaciones anexas que pudieran inducir a patologías en la estructura. No existen cavidades kársticas ni de otro tipo.

3.2 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS E HIDROGEOLÓGICAS

La parcela está constituida por cuatro niveles con características litológicas y geotécnicas muy diferenciadas.

- Nivel nº 1.

Constituido por el suelo vegetal de naturaleza areno-arcillosa de consistencia floja.

Su espesor es de unos 0,5m en todo el conjunto de la parcela.

Su carga admisible es < 1,0 Kp/cm². Debe ser eliminado ya que no es apto para el apoyo de ninguna cimentación.

- Nivel nº 2.

Constituido por arenas limosas y arcillosas de consistencia firme.

Su espesor varía entre 1,2 y 3,5m, se ha cortado en todos los sondeos y calicatas.

Su carga admisible mínima es de 2 Kp/cm².

- Nivel nº 3.

Constituido por un conglomerado de cantos y bolos areniscosos en matriz areno-arcillosa firme.

Su espesor varía entre 1,9m y 2,9m habiéndose cortado igualmente en todas las prospecciones en posición estratigráfica similar.

Su carga admisible mínima es de 2 Kp/cm².

- Nivel nº 4.

Constituido por margas rojizas ligeramente meteorizadas en el primer metro, saneando en profundidad.

Su espesor es indeterminado, se trata del sustrato rocoso.

Su carga admisible se ha establecido en 3 Kp/cm².

Características hidrogeológicas

En las calicatas no apareció agua y en los sondeos se produjo la pérdida del agua utilizada en la perforación al cabo de 24 horas, lo que quiere decir que el nivel freático se encuentra muy por debajo de la cota de cimentación.

3.3 NIVEL DE CIMENTACIÓN

Se han confeccionado tres perfiles geotécnicos entre los sondeos S-1, S-3 y S-4, quedando incluido en uno de ellos también la calicata C-3.

Como se puede apreciar, a cota 93,20m que es la prevista de apoyo de la cimentación en proyecto, aparecerán las arenas arcillosas del denominado Nivel nº 2 y los conglomerados de matriz areno-arcillosa del Nivel nº 3.

En el perfil 3 que se ha realizado en sentido longitudinal siguiendo la implantación del muro en la zona más baja de la ladera, se aprecia como en la zona más próxima al camino de acceso al depósito actual, la cimentación descansará sobre el nivel nº 2 mientras que en la más alejada lo hará sobre el nº 3.

3.4 TENSIÓN DE APOYO ADMISIBLE (Q_{ADMS}). ASIENTOS

Los cálculos se han realizado sobre los datos obtenidos en el nivel 2 que es el único que permite la realización de ensayos in situ y toma de muestras. No obstante los resultados se pueden extrapolar al nivel 3 dado que la matriz del conglomerado, tiene una composición semejante y unas características geotécnicas equivalentes

Nivel 2 arenas limo-arcillosas de consistencia firme

Tensión admisible (q_{adms}):

Se efectúa el cálculo de carga de hundimiento considerando el caso más desfavorable, que sería aquel en que la cohesión fuera nula (arenas limpias) y no existiese empotramiento de las zapatas:

La tensión de hundimiento (Q_h) obtenida de la expresión general de Terzaghi será:

$$Q_h = c N_c + q N_q + 1/2 (Y B N_\gamma)$$

Para un ángulo de rozamiento interno (ϕ) = 31,4°; Un ancho de zapata de 2,8m. y una densidad (γ) = 1,82 gr/cm³.

$$(Q_h) = \frac{1}{2} (0,18 \times 2,8 \times 25,99) = 6,54 \text{ kp/cm}^2.$$

Aplicando un coeficiente de seguridad $F = 3$ la carga admisible será:

$$Q_{adms.} = 2,18 \text{ kp/cm}^2.$$

De las tres mediciones o cálculos de tensión de hundimiento realizadas:

Penetrómetro de mano: (2,5 Kp/cm².)

Cálculo en función de (ϕ): (2,18 Kp/cm².)

Valores en función de N del ensayo estándar (SPT): (2 Kp/cm².)

Se toma la más conservadora poniéndose del lado de la seguridad, por lo que la carga admisible de cálculo será:

$$Q_{adms.} = 2,0$$

- Asiento

Semi-espacio elástico (Steinbrenner)

Zapata bajo muro perimetral

$$S = \frac{2 a q (1 - \gamma^2)}{K_o}$$

Siendo:

E = módulo Young (arenas arcillosas) = 300 Kp/cm²

γ = coeficiente de Poisson = 0,3

Q = tensión admisible (2 Kp/cm²)

$m = b/a$

Siendo:

b = longitud máxima entre pilares 6,5 m.

a = sección de la zapata 2,80 m.

$m = 6,5 / 2,8 = 2,32.$

Sí $m = 2,32 \rightarrow K_o = 1,3$ (valor medio)

El asiento (s) será = 2,1

3.5 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

3.5.1 EXCAVABILIDAD

Las litologías hasta la cota de cimentación, tanto, al alcanzar la rasante de solera, como los cajeos, son excavables con medios mecánicos convencionales (retroexcavadora).

La pendiente del talud de la excavación estable a corto plazo será 1H/1V.

3.5.2 CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA

La cimentación de la estructura se realizará en las arenas limosas y conglomerados, que no permiten un buen tallado del cajeo de las zapatas, por lo que no se recomienda el hormigonado contra terreno sino el encofrado a dos caras.

3.5.3 AGRESIVIDAD DE LOS TERRENOS

No existen aguas subterráneas, ni los terrenos son agresivos hacia los hormigones no existiendo yesos, anhidrita y/o cualquier otra sustancia agresiva, por lo que no será necesario el empleo de hormigones sulfatorresistentes.

4 RESUMEN Y CONCLUSIONES

El terreno donde se apoyará la cimentación del depósito está constituido por arenas limo-arcillosas y conglomerados areniscosos en matriz areno-limo-arcillosa. Este nivel es uniforme para toda la superficie a edificar.

4.1 ESTABILIDAD GENERAL

La situación del muro en relación con el subsuelo no tiene ningún riesgo que afecte a la estabilidad general. No se aprecian indicios de deslizamiento, erosión, ni de ningún otro riesgo geológico.

4.2 TIPOLOGÍA DE CIMENTACIÓN

Las características resistentes del terreno permiten efectuar una cimentación directa (superficial) mediante zapatas individuales bajo pilar, zapatas corridas bajo muro perimetral o losa de cimentación.

4.3 TENSIÓN ADMISIBLE DE CÁLCULO (q_{adms})

La cimentación se podrá dimensionar para una tensión admisible de cálculo (q_{adms}) $\leq 2,0$ Kp/cm².

4.4 ASIENTOS

Para la tensión de cálculo prevista de 2 Kp/cm² se producirán asientos máximos de 2,1cm en la zapata corrida.

4.5 AGRESIVIDAD DE LAS AGUAS Y DE LOS TERRENOS

No existen aguas subterráneas a cota de cimentación. Los terrenos de apoyo de la cimentación no son agresivos hacia los hormigones.

4.6 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

- La excavación se podrá realizar con retroexcavadora.
- El hormigonado de las zapatas se realizará mediante encofrado. No se recomienda el hormigonado contra terreno.



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA MINERA Y DE RECURSOS ENERGÉTICOS

TRABAJO FIN DE MASTER

ANEXO II. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

INDICE

INDICE	I
ÍNDICE DE TABLAS.....	III
1 OBJETO DE ESTE ESTUDIO	1
2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	1
2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y SITUACIÓN	1
2.2 PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA	1
2.3 INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS	1
2.4 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA	1
2.5 JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	2
3 RIESGOS	2
3.1 RIESGOS PROFESIONALES	2
3.1.1 En Excavaciones	2
3.1.2 En Sostenimiento	2
3.1.3 En Desescombros, Transporte y Vertido	2
3.1.4 En Obras de Fábrica, Zanja y Conducciones	3
3.1.5 En Subbase, Base, Aglomerado y Reposición de Caminos	3
3.1.6 En Hormigones.....	3
3.2 RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.....	3
4 MEDIDAS PREVENTIVAS.....	4
4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	4
4.1.1 Normas de Seguridad.....	4
4.1.2 Protecciones Colectivas	5
4.1.3 Protecciones Individuales	5
4.2 ESTRUCTURAS	6
4.2.1 Normas de Seguridad.....	6
4.2.2 Protecciones Colectivas	6
4.2.3 Protecciones Individuales	7
4.3 CUBIERTAS.....	7
4.3.1 Protecciones Colectivas	7
4.3.2 Protecciones Individuales	7

4.4	TERMINACIONES	8
4.4.1	Protecciones Colectivas	8
4.4.2	Protecciones Individuales	8
4.5	CONDUCCIONES Y OBRAS DE FÁBRICA ENTERRADAS	9
4.5.1	Normas de Seguridad.....	9
4.5.2	Protecciones Colectivas	11
4.5.3	Protecciones Individuales	11
4.6	EN FIRMES Y EXPLANACIONES	12
4.6.1	Normas De Seguridad	12
4.6.2	Protecciones Colectivas	12
4.6.3	Protecciones Individuales	12
4.7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y OTRAS	12
4.7.1	Protecciones Colectivas	12
4.7.2	Protecciones Individuales	13
4.8	PREVENCIÓN DE INCENDIOS	13
4.8.1	Normas de Seguridad.....	13
5	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	14
6	ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	14
6.1	SERVICIO DE PREVENCIÓN	14
6.2	REPRESENTANTES DE LOS TRABAJADORES.....	14
6.3	INSTALACIONES MÉDICAS.....	15
6.4	LIBRO DE INCIDENCIAS.....	15
6.5	FORMACIÓN Y REUNIONES.....	16
7	INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.....	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Primeros auxilios y asistencia sanitaria.....	16
--	----

1 OBJETO DE ESTE ESTUDIO

Este Estudio de Seguridad y Salud, establece para la obra “DISEÑO Y CÁLCULO DE CONTENEDORES SOTERRADOS PARA RESIDUOS (MATALLANA DE TORÍO)”, las previsiones respecto a prevención de riesgos en accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, mantenimiento y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los Proyectos de edificación y obras públicas.

2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

Las obras a las que se refiere este estudio se encuentran ubicadas en León (España), en el barrio de La Estación en el concejo de Matallana de Torío.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y SITUACIÓN

Las obras consisten en el diseño y cálculo de contenedores soterrados de residuos urbanos, tanto de residuos orgánico como de residuos destinados al reciclaje. Su ubicación será en el barrio de La Estación en el concejo de Matallana de Torío.

2.2 PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

El Plazo de ejecución que se propone en el proyecto para los trabajos es de 6 meses.

Basándonos en este programa y en que la repercusión del coste de la mano de obra media, viene a suponer en torno al 30% del presupuesto de ejecución material de la misma.

2.3 INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Para la realización de las obras objeto de este Estudio, se prevé la afección y la solicitud de los siguientes permisos:

- Ayuntamiento de Matallana de Torío.
- Afección a Viales y Servicios Municipales.
- Particulares afectados por las obras.

2.4 UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

Las unidades que componen la obra son las siguientes:

- Movimiento de tierras.
- Posibles desvíos de líneas y conducciones.
- Obras de hormigón.

2.5 JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Según el apartado 2 del artículo 4 del mencionado Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de Seguridad en las obras de Construcción, es obligatoria la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Proyecto cuando se cumplan algunos de los requisitos siguientes:

Presupuesto de ejecución por contrata superior a 450.000 €.

Duración de la obra superior a 30 días o cuando se emplea en algún momento más de 20 trabajadores de forma simultánea.

El volumen de mano de obra es superior a 500 trabajadores-día.

La obra corresponde a túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

3 RIESGOS

3.1 RIESGOS PROFESIONALES

3.1.1 En Excavaciones

Desprendimientos y proyecciones.

Caídas de personas al mismo y a distinto nivel.

Golpe de, o contra objetos.

Vuelcos de vehículos y máquinas.

Atropellos y colisiones.

Explosiones e incendios.

Atrapamientos.

Ruido.

Polvo.

Emanaciones.

3.1.2 En Sostenimiento

Golpes de, o contra objetos.

Atrapamientos.

Sobreesfuerzos.

Caídas de personas al mismo y a distinto nivel.

Salpicaduras.

Proyecciones.

3.1.3 En Desescombros, Transporte y Vertido

Caídas de personas al mismo y a distinto nivel.

Atrapamientos.

Golpes de, o contra personas.

Atropellos y colisiones.

Caída de material.

Polvo.

3.1.4 En Obras de Fábrica, Zanja y Conducciones

Golpes contra objetos.

Caídas a distinto nivel.

Caída de objetos.

Heridas punzantes en pies y manos.

Salpicaduras de hormigón en ojos.

Erosiones y contusiones en manipulación.

Atropellos por maquinaria.

Atrapamiento por maquinaria.

Heridas por máquinas cortadoras.

3.1.5 En Subbase, Base, Aglomerado y Reposición de Caminos

Atropello por maquinaria y vehículos.

Atrapamiento por maquinaria y vehículos.

Colisiones y vuelcos.

Golpe contra objetos.

Por utilización de productos bituminosos.

Caídas de material.

3.1.6 En Hormigones

Caídas de personas al mismo y a distinto nivel.

Caída de materiales.

Electrocuciones.

Dermatitis por cemento.

Cortes y golpes.

Salpicaduras.

Proyección de partículas a los ojos.

Heridas producidas por objetos punzantes y cortantes.

Atropellos por máquinas o vehículos.

3.2 RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Estos riesgos se presentan en las proximidades de las obras, debido a la circulación de personas ajenas, una vez iniciados los trabajos de apertura de zanjas y pozos.

4 MEDIDAS PREVENTIVAS

A continuación y para los diferentes grupos de riesgos no evitables se propondrán sus medidas correctivas agrupándolas en tres niveles:

- Normas de Seguridad en la obra.
- Protecciones colectivas.
- Protecciones individuales.

4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

4.1.1 Normas de Seguridad

Se instruirá al personal sobre la forma de ejecución a llevar a cabo, así como también sobre los posibles riesgos que se deriven de dicha ejecución.

Antes de comenzar los trabajos se acometerán las medidas previas de Seguridad en cada tajo y se dispondrá en la obra de los siguientes elementos:

- Bombas de achique con sus accesorios.
- Carteles informativos y de prohibición.
- Pasarelas para cruces de zanjas.
- Señalización para los viales afectados.

Con respecto a las Normas de Seguridad en los trabajos con maquinaria como el movimiento de tierras es importante disponer de unas directrices básicas con respecto a la señalización:

Su finalidad será la de advertir a las personas y vehículos, que puedan verse afectados, de la existencia de una zona de obras, y de los peligros que puedan derivarse de la misma. También regulará la circulación dentro de la obra de los vehículos, maquinaria y personal encargado de la ejecución.

Todas las maniobras de la maquinaria que puedan representar un peligro, serán guiadas por una persona, y el tránsito de las mismas se hará por sentidos constantes y previamente estudiados.

Cuando se tenga que desviar y detener momentáneamente el tráfico por estrechamiento o supresión de un carril, se equipará al personal encargado de ello con la señalización correspondiente.

Al término de la jornada se reforzará la señalización por medio de balizas luminosas. Serán de colores visibles y llamativos e indicarán todo el perímetro delimitado por las vallas. Se reforzará mediante elementos reflectantes que aumente la visibilidad al ser iluminadas por un vehículo.

Se revisarán diariamente todas las señales acústicas y luminosas de los vehículos que trabajen en la obra.

No se empezará ningún trabajo sin que el Encargado o Capataz haya revisado la correcta señalización.

Antes de abandonar un trabajo el Encargado o Capataz revisará la señalización o se asegurará que ha sido revisada si el trabajado ha finalizado

También es importante sentar normativa con respecto a los trabajos con maquinaria:

El Encargado de Obra controlará que los maquinistas se encuentren en perfecto estado y no hayan ingerido bebidas alcohólicas, tranquilizantes, etc.

Se prohibirá expresamente realizar bromas y carreras con la maquinaria así como su uso como elemento de transporte de los trabajadores en la obra.

Encenderán los faros con la suficiente antelación para asegurar siempre la buena visibilidad de la maquinaria e irán dotados de avisador acústico de marcha atrás.

En caso de levantar polvo, se regará con frecuencia.

El maquinista mantendrá una distancia adecuada de seguridad a las zanjas y evitará bajar las pendientes de lado o en diagonal.

Se usará en todo momento calzado de seguridad y utilizará el casco al abandonar la máquina en la zona de obra.

Al repostar, queda prohibido fumar.

Se bajará de la máquina utilizando las empuñaduras y peldaños diseñados al efecto.

Se prohibirá la circulación de personal en el entorno de trabajo de la máquina siempre que no sea estrictamente necesario.

4.1.2 Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección que eviten la entrada de personal ajeno a la obra (en zanjas, para posibles demoliciones, en zonas a distinto nivel, etc.).
- Señales de tráfico en viales, accesos y salidas de obra.
- Señales de seguridad en los tajos según los riesgos.
- Cintas de balizamiento.
- Balizas luminosas.
- Jalones de señalización.
- Topes para desplazamiento de camiones en trabajos juntos a desniveles, excavaciones, etc.
- Extintores para almacenes, locales, zonas con combustible, etc.
- Señales marcha atrás vehículos.

4.1.3 Protecciones Individuales

- Botas de agua, para trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Mono de trabajo, para todos los trabajadores.
- Impermeables para casos de lluvia o con proyección de agua.
- Gafas y mascarilla antipolvo.
- Cinturón antivibratorio para trabajadores con martillos maquinistas.
- Chalecos reflectantes para señalistas y trabajadores en vías con tráfico o próximos a maquinaria móvil.
- Topes para desplazamiento de camiones en trabajos juntos a desniveles, excavaciones, etc.

- Extintores para almacenes, locales, zonas con combustible, etc.
- Señales marcha atrás vehículos.

4.2 ESTRUCTURAS

4.2.1 Normas de Seguridad

Los trabajos se encontrarán señalizados.

Se limitará el acceso bajo las zonas de trabajo elevadas y se indicará el riesgo de caídas de objetos.

Se prohibirá el acceso al tajo de personal que no se encuentre en perfecto estado de sobriedad.

Se taparán con tablonces todos los orificios que a distinto nivel se requieran durante el desarrollo de los trabajos.

Se protegerán especialmente, cuando los trabajos se realicen a una altura igual o superior a dos metros, en:

Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones supongan riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares. La protección no será obligatoria, sin embargo, si la altura de caída es inferior a 2 metros.

Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. Los lados cerrados tendrán unos pasamanos, a una altura mínima de 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

Las barandillas serán de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de rodapiés que impidan el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

Los andamios, cimbras y plataformas elevadoras estarán apoyadas convenientemente y sobre durmientes de madera en caso de terreno irregular, y estarán dotados en cualquier caso de rodapié y barandilla, así como de escalera de acceso. Si el terreno estuviera húmedo nunca se utilizara madera.

Con respecto a la puesta en obra del hormigón es importante hacer las siguientes consideraciones:

Se dispondrán pasillos de seguridad para que los trabajadores no trabajen de forma expuesta a las caídas y se pondrán cinturones de seguridad en caso de ser necesario. Los pasillos irán dotados de las correspondientes barandillas y si los riesgos persisten se dispondrán redes y lonas de protección.

Se evitará el acercamiento de personas ajenas con vallas de protección y balizamiento.

Los operarios trabajarán con su equipo correspondiente, botas, guantes, casco y siempre con camiseta, para evitar las salpicaduras.

4.2.2 Protecciones Colectivas

Vallas de limitación y protección (en zanjas, para posibles demoliciones, en zonas a distinto nivel, etc.).

Señales de seguridad en los tajos según los riesgos.

Cintas de balizamiento.

Tapas para pequeños huecos y arquetas mientras no dispongan de la definitiva.

Anclajes para cinturones de seguridad en cubreras de cubiertas y puntos donde sea necesario su uso.

Disposición de andamios o plataformas elevadoras.

Barandillas.

4.2.3 Protecciones Individuales

Casco. Para todos los trabajadores en las obras y visitantes.

Guantes de uso general.

Botas de seguridad antideslizantes.

Mono de trabajo, para todos los trabajadores.

Impermeables para casos de lluvia o con proyección de agua.

Cinturón de seguridad en aquellos trabajos de altura que careciesen de protección colectiva.

4.3 CUBIERTAS

4.3.1 Protecciones Colectivas

- Marquesinas rígidas.
- Barandillas.
- Pasos o pasarelas.
- Redes verticales.
- Redes horizontales.
- Andamios de seguridad.
- Mallazos.
- Tableros o planchas en huecos horizontales.
- Escaleras auxiliares adecuadas.
- Escalera de acceso peldañeada y protegida.
- Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
- Plataformas de descarga de material.
- Evacuación de escombros.
- Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito.
- Habilitar caminos de circulación.
- Andamios adecuados.

4.3.2 Protecciones Individuales

- Casco de seguridad.

- Botas o calzado de seguridad.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Mascarillas con filtro mecánico.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Botas, polainas, mandiles y guantes de cuero para impermeabilización.

4.4 TERMINACIONES

4.4.1 Protecciones Colectivas

- Marquesinas rígidas.
- Barandillas.
- Pasos o pasarelas.
- Redes verticales.
- Redes horizontales.
- Andamios de seguridad.
- Mallazos.
- Tableros o planchas en huecos horizontales.
- Escaleras auxiliares adecuadas.
- Escalera de acceso peldañeada y protegida.
- Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
- Plataformas de descarga de material.
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.

4.4.2 Protecciones Individuales

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Pantalla de soldador.

4.5 CONDUCCIONES Y OBRAS DE FÁBRICA ENTERRADAS

4.5.1 Normas de Seguridad

Estudiaremos las normas a seguir en obra desde cada una de las fases que componen el trabajo.

4.5.1.1 Excavación en zanja o pozo

La vigilancia de la separación de los trabajadores en el fondo de la zanja.

La vigilancia de frente de la excavación, por el Encargado o capataz, como mínimo dos veces cada jornada.

El acopio de materiales y tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1,25 m del borde de la zanja.

En zanja o pozos siempre que haya operarios trabajando en el interior, se mantendrá uno de retén en el exterior.

Se comprobará que el tipo de terreno y nivel freático se ajustan a los previstos.

Se vigilará que el bombeo, si es necesario achique, no arrastre finos, para evitar el sifonamiento en los terrenos circundantes que pudieran perjudicar la estabilidad de las construcciones colindantes.

Los cables eléctricos, que pudieran aparecer durante la excavación, no serán tocados con las manos ni con herramientas, ni se intentará desplazarlos con las máquinas.

La maquinaria que efectúe la excavación se asentará en lugar seguro, y en fase de trabajo, deberá tener sus brazos hidráulicos totalmente extendidos y firmemente apoyados.

4.5.1.2 Sostenimientos

Son el conjunto de elementos destinados a contener el empuje de tierras en las excavaciones en zanjas, con objeto de evitar desprendimientos, proteger a los operarios que trabajan en el interior y limitan los movimientos del terreno colindante.

Independientemente del sistema de sostenimiento que vaya a ser empleado en la obra, se cumplirán, entre otras cosas, las siguientes condiciones:

Soportarán las acciones descritas anteriormente y permitirán su puesta en obra de forma que el personal no tenga necesidad de entrar en la zanja hasta que las paredes de la misma estén correctamente soportadas.

Eliminarán el riesgo de asientos inadmisibles en las edificaciones próximas.

Será obligatorio, antes de comenzar las excavaciones, la presentación a la Dirección de Obra de un proyecto de sostenimiento en el que se analice el sistema adoptado, la forma de ejecución y la puesta en obra.

La puesta en obra del sostenimiento no implicará consecuencias molestas ni peligrosas motivadas por el sistema de colocación o hinca.

Las conducciones que intervienen en la zanja, caso de no poderse desviar, se apuntarán convenientemente de forma que se garantice totalmente su funcionamiento y no pueda existir ningún riesgo de rotura o caída que pueda afectar a los operarios que estén trabajando dentro de la zanja.

Al comenzar la jornada se revisarán los sostenimientos.

Se cumplirán, en lo referente a las protecciones, las siguientes normas de actuación:

Se utilizarán testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga la existencia de un peligro.

La zanja estará completamente circundada por vallas, y caso de interferir caminos de tránsito peatonal se colocarán pasarelas a distancias no superiores a 50 m.

Las vallas de protección distarán no menos de un (1) m del borde de la zanja cuando se prevea paso de peatones paralelo a la dirección de la misma y no menos de dos (2) m cuando se prevea paso de peatones paralelo a la dirección de la misma y no menos de dos (2) m cuando se prevea paso de vehículos.

Cuando los vehículos circulen en sentido normal al eje de la zanja, la zona acotada en ese punto, siendo la anchura mínima de cuatro (4) m., limitándose la velocidad en cualquier caso.

Al finalizar la jornada o en interrupciones largas, se protegerán las zanjas y pozos de profundidad mayor de 1,25 m con red o elemento equivalente.

Durante el uso continuado de martillos neumáticos se utilizarán auriculares acústicos, cinturón antivibratorio y pantalla anti-impacto. Los grupos compresores y electrógenos deberán situarse lo suficientemente alejados del borde de la zanja, para evitar su accidental caída y las molestias de gases y ruidos en el lugar de trabajo.

Las zonas de construcción de obras singulares, como pozos de registro, incorporaciones, etc., estarán completamente valladas. Las vallas de protección de estas obras serán opacas, de altura mínima de 2,00 m y se mantendrá el vallado hasta que finalicen los trabajos en la zona afectada.

4.5.1.3 Colocación de la conducción

Antes de la llegada de la conducción a la obra se habrán acondicionado las áreas previstas para su recepción en acopio.

La descarga y colocación se hará por medios mecánicos, y tanto éstos como el personal que intervenga deberán observar las normas de seguridad.

El acopio y colocación de los tubos se hará prestando especial atención a que en la posición que se coloquen no tengan posibilidad de moverse y/o deslizarse, se les calzará con cuñas del material apropiado y se tendrá en cuenta la altura máxima aconsejada por el fabricante.

Tanto para la descarga como en la colocación del tubo en la zanja, no se permitirá que los cables o eslingas vayan forrados, de forma que se pueda observar antes de proceder a suspender las cargas, y en todo momento, su estado frente a la rotura.

Al colocar la conducción en la zanja no se permanecerá en el radio de acción de la máquina y no se tocará, con excepción del personal encargado de conducirlo, hasta que esté totalmente apoyado.

Durante las operaciones de bajada del tubo, el área de la zanja afectada estará libre de personal y herramientas.

No se permitirá utilizar el elemento instalado como punto de apoyo para entrar y salir de la zanja, aunque esté totalmente inmovilizado; se usarán las escaleras dispuestas al efecto.

4.5.1.4 Rellenos de la zanja

La ejecución del relleno en las zanjas solamente se comenzará una vez que la conducción esté montada totalmente.

Si la aportación de material de relleno a la zanja se hace por medios mecánicos, se situarán en los bordes de la excavación a una distancia prudencial, los correspondientes topes de limitación. Pueden estar formados por dos tablonces embridados y anclados fuertemente al terreno.

El personal que se encuentre en el fondo de la zanja estará alejado de la zona de vertido durante dicha operación.

La zona a rellenar estará totalmente libre de cuerpos extraños y herramientas.

Cuando la zanja esté protegida con cualquier sistema de sostenimiento, no se retirará éste hasta la total compactación de la tongada correspondiente, y siempre por debajo de la cota de rasante de dicha tongada.

4.5.2 Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección (en zonas a distinto nivel, etc.).
- Señales de seguridad en los tajos según los riesgos.
- Cintas de balizamiento.
- Balizas luminosas.
- Topes para desplazamiento de camiones en trabajos juntos a desniveles, excavaciones, etc.
- Tacos para acopio de tubos.
- Señales marcha atrás vehículos.
- Barandillas.
- Escaleras para facilitar la subida y bajadas a las zanjas
- Pasos de madera sobre las zanjas

4.5.3 Protecciones Individuales

Casco. Para todos los trabajadores en las obras y visitantes.

Guantes de uso general para manejo de materiales agresivos mecánicamente (cargas y descargas, tubos, etc.).

Botas de agua, para trabajos en zonas húmedas o mojadas.

Botas de seguridad para los trabajos de carga y descarga, manejo de materiales, etc.

Mono de trabajo, para todos los trabajadores.

Impermeables para casos de lluvia o con proyección de agua.

Chalecos reflectantes para señalistas y trabajadores en vías con tráfico o próximos a maquinaria móvil.

4.6 EN FIRMES Y EXPLANACIONES

4.6.1 Normas De Seguridad

Se pueden considerar las medidas propuestas para el movimiento de tierras y trabajos con maquinaria.

4.6.2 Protecciones Colectivas

- Vallas de limitación y protección (en zanjas, para posibles demoliciones, en zonas a distinto nivel, etc.).
- Señales de tráfico en viales, accesos y salidas de obra.
- Señales de seguridad en los tajos según los riesgos.
- Cintas de balizamiento.
- Balizas luminosas.
- Jalones de señalización.
- Topes para desplazamiento de camiones en trabajos juntos a desniveles, excavaciones, etc.
- Extintores para almacenes, locales, zonas con combustible, etc.
- Señales marcha atrás vehículos.

4.6.3 Protecciones Individuales

- Casco. Para todos los trabajadores en las obras y visitantes.
- Guantes de uso general para manejo de materiales agresivos mecánicamente (cargas y descargas, piezas prefabricadas y tubos, etc.).
- Botas de agua, para trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Impermeables para casos de lluvia o con proyección de agua.
- Gafas y mascarilla antipolvo
- Cinturón antivibratorio para trabajadores con maquinistas.
- Chalecos reflectantes para señalistas y trabajadores en vías con tráfico o próximos a maquinaria móvil.
-

4.7 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y OTRAS

4.7.1 Protecciones Colectivas

- Escaleras auxiliares adecuadas.
- Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
- Tomas de tierra.
- Cuadros de protección.
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Evacuación de escombros.

- Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito.
- Herramientas protegidas frente a contactos eléctricos.
- Empleo de polipastos.
- Escala fija de bajada a la arqueta de bombeo.

4.7.2 Protecciones Individuales

- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridades impermeables.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes dieléctricos.

4.8 PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Se han de contemplar unas normas de seguridad mínimas para minimizar dicho riesgo en la obra y que puede surgir como causa de múltiples motivos no correlacionados directamente con ninguna actividad de la obra.

4.8.1 Normas de Seguridad

Las áreas de trabajo y de almacenaje han de mantenerse libres de basura y desperdicios.

Los trapos o elementos impregnados de grasa se situarán en contenedores o cubos cerrados.

No se suministrará combustible a aparatos que se encuentren a levada temperatura y éstos se mantendrán en elementos herméticos que serán inspeccionados periódicamente alejados de fuentes de calor o chispas y siempre en zonas bien ventiladas.

Se sustituirán los cables eléctricos y las piezas deterioradas de forma inmediata.

Se mantendrán limpios y en buen estado los motores y equipos, para evitar consecuencias en caso de desprendimiento de chispas.

No sobrecargar los enchufes y las tomas de tensión.

No combatir el fuego individualmente si se ha esparcido del lugar donde empezó, si no se dispone del equipo adecuado o si no existe una forma fácil de salida.

En caso de resultar envuelto en llamas, se evitará correr y se ha de rodar por el suelo.

Los extintores estarán colocados cerca del lugar donde pueda producirse el incendio, con un acceso perfectamente despejado y señalizado y se utilizarán siguiendo sus instrucciones.

En caso de incendio al aire libre, es importante colocarse con el extintor de espaldas al viento.

En caso de incendio en instalación eléctrica o en sus proximidades, se intentará dejar la instalación sin tensión.

Siempre que se use un extintor ha de ser inmediatamente reemplazado.

Los equipos contra incendios deben de estar en todo momento en perfecto estado de uso y habrán pasado las oportunas inspecciones.

5 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

La obra dispondrá de locales para vestuario y servicios higiénicos.

El vestuario y aseos, tendrá como mínimo dos metros cuadrados por persona y el primero dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos e iluminación.

Se ventilarán oportunamente los locales, manteniéndose además en buen estado de limpieza y conservación por medio de un trabajador que podrá compatibilizar este trabajo con otros de la obra.

Por el tamaño de la obra y la duración no será necesaria la instalación de comedores.

6 ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

6.1 SERVICIO DE PREVENCIÓN

La empresa adjudicataria, dispondrá de asesoramiento en materia de prevención laboral bien por medios propios, mancomunados, o concertado con una entidad homologada por el Ministerio de Trabajo. Dispondrá además del correspondiente servicio médico.

6.2 REPRESENTANTES DE LOS TRABAJADORES

Según el artículo 35.2 de La Ley 31/1995 de 8 de noviembre, al preverse en la obra un número máximo de 6 trabajadores habrá que nombrar un único Delegado de Prevención entre los Delegados de Personal, no siendo necesaria la creación de un Comité de Seguridad según el artículo 38.2 de la misma Ley al no haber más de 50 trabajadores.

El Delegado de Prevención tendrá los siguientes cometidos:

- Promover el interés y cooperación de los operarios en orden a la prevención de la salud laboral.
- Comunicar por orden jerárquico o en su caso, directamente al empresario, las situaciones de peligro que puedan producirse en cualquier puesto de trabajo, así como proponer las medidas que, a su juicio, deban adoptarse.
- Examinar las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones, máquinas, herramientas y procesos laborales en la obra y comunicar al empresario la existencia de riesgos que puedan afectar a la vida o salud de los trabajadores con objeto de que sean puestas en práctica las oportunas medidas de protección.
- Prestar, como cualquier monitor de prevención o socorrista los primeros auxilios a los accidentados y proveer cuanto fuera necesario para que reciban la inmediata asistencia sanitaria que el estado o situación de los mismos, pudiera requerir.

Por su parte, en caso de la presencia en obra de subcontratas o trabajadores autónomos, será necesario el nombramiento de un Coordinador de Seguridad y Salud, cuyas funciones desempeñará el Director de Obra.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el/los contratista/s y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.
- El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

6.3 INSTALACIONES MÉDICAS

Se realizarán los reconocimientos médicos reglamentarios al empezar a trabajar en la obra y serán repetidos en el período de un año.

Se dotará a la obra de botiquines estratégicamente distribuidos y debidamente dotados, que se revisarán periódicamente, reponiéndose lo consumido.

Deberá haber en los distintos tajos algún trabajador que conozca las técnicas de socorrismo y primeros auxilios, impartiendo cursillos en caso necesario.

Se expondrá la dirección y el teléfono del centro o centros asignado para urgencias, ambulancias, médicos, etc., para garantizar un rápido transporte y atención a los posibles accidentados.

6.4 LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud o por la Oficina de Supervisión de Proyectos u Órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones Públicas.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

6.5 FORMACIÓN Y REUNIONES

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra, una formación sobre los métodos de trabajo y sus riesgos, así como las medidas de seguridad que deberá emplear.

Se impartirá información en materia de prevención de riesgos laborales, al personal de la obra, mediante la distribución de las guías escritas al efecto.

Se mantendrá asimismo y con la periodicidad que determine el Plan de Seguridad, reuniones informativas y formativas, en las que se expliquen a los trabajadores los riesgos que asumen y en las que éstos aporten sugerencias sobre sus puestos de trabajo y las medidas a adoptar para minimizar los riesgos inherentes.

La periodicidad mínima de las reuniones será trimestral

7 INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA

De acuerdo con el apartado 15 del anexo 4 del Real Decreto 1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos siguientes:

- Vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave.
- Lavabos con agua fría y caliente provistos de espejo.
- Duchas con agua fría y caliente.
- Retretes.

De acuerdo con el apartado A3 del anexo 6 del Real Decreto 486/97, la obra dispondrá de los servicios sanitarios siguientes

Tabla 8.- Primeros auxilios y asistencia sanitaria

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DIST. APROX. (Km)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En obra
Asist. Primaria	Centro de Salud	Aprox. 6 Km.
Asist. Especializada (Hospital)	Hospital General	15 Km



Universidad de León

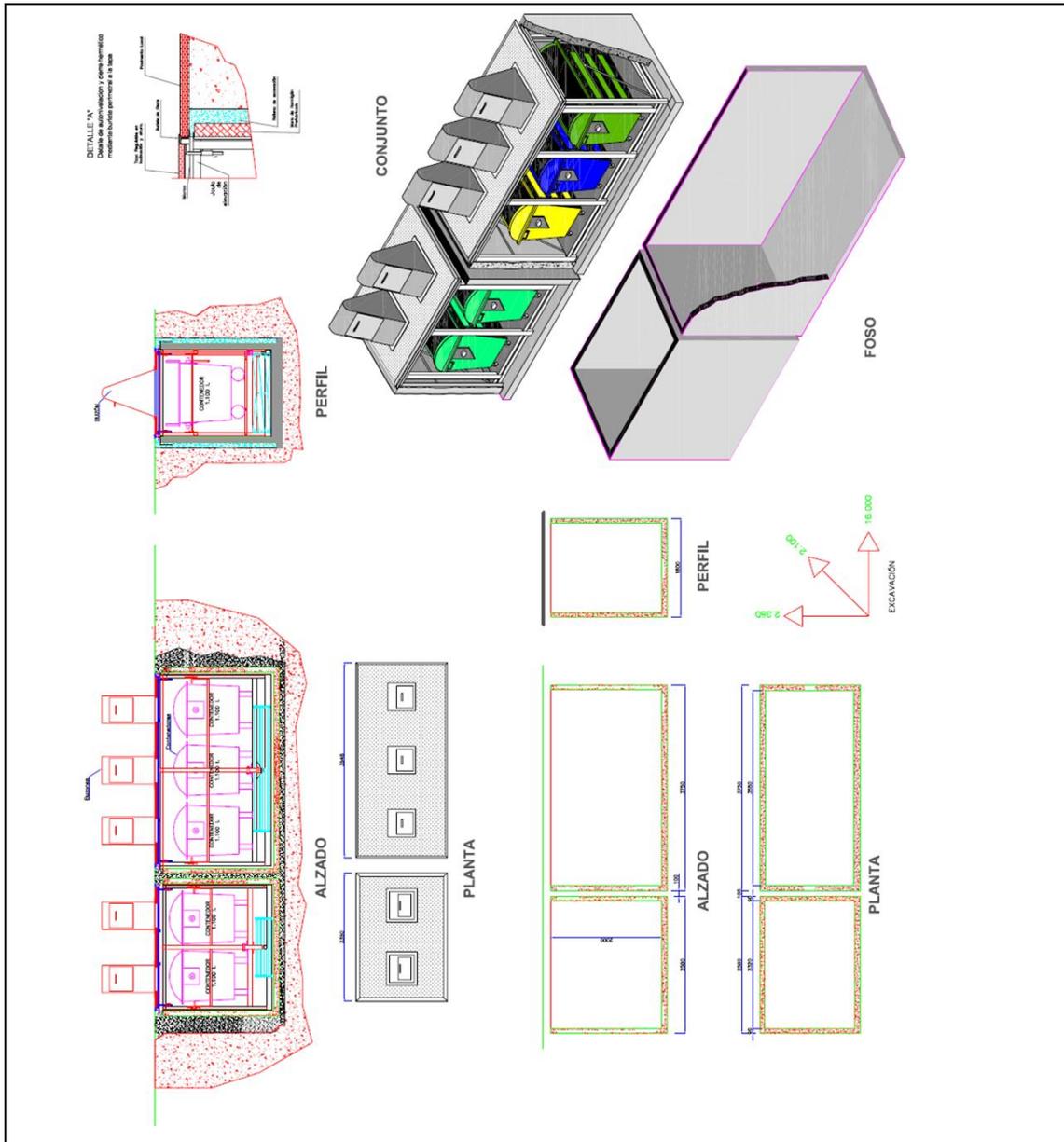


Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA MINERA Y DE RECURSOS ENERGÉTICOS

TRABAJO FIN DE MASTER

PLANOS



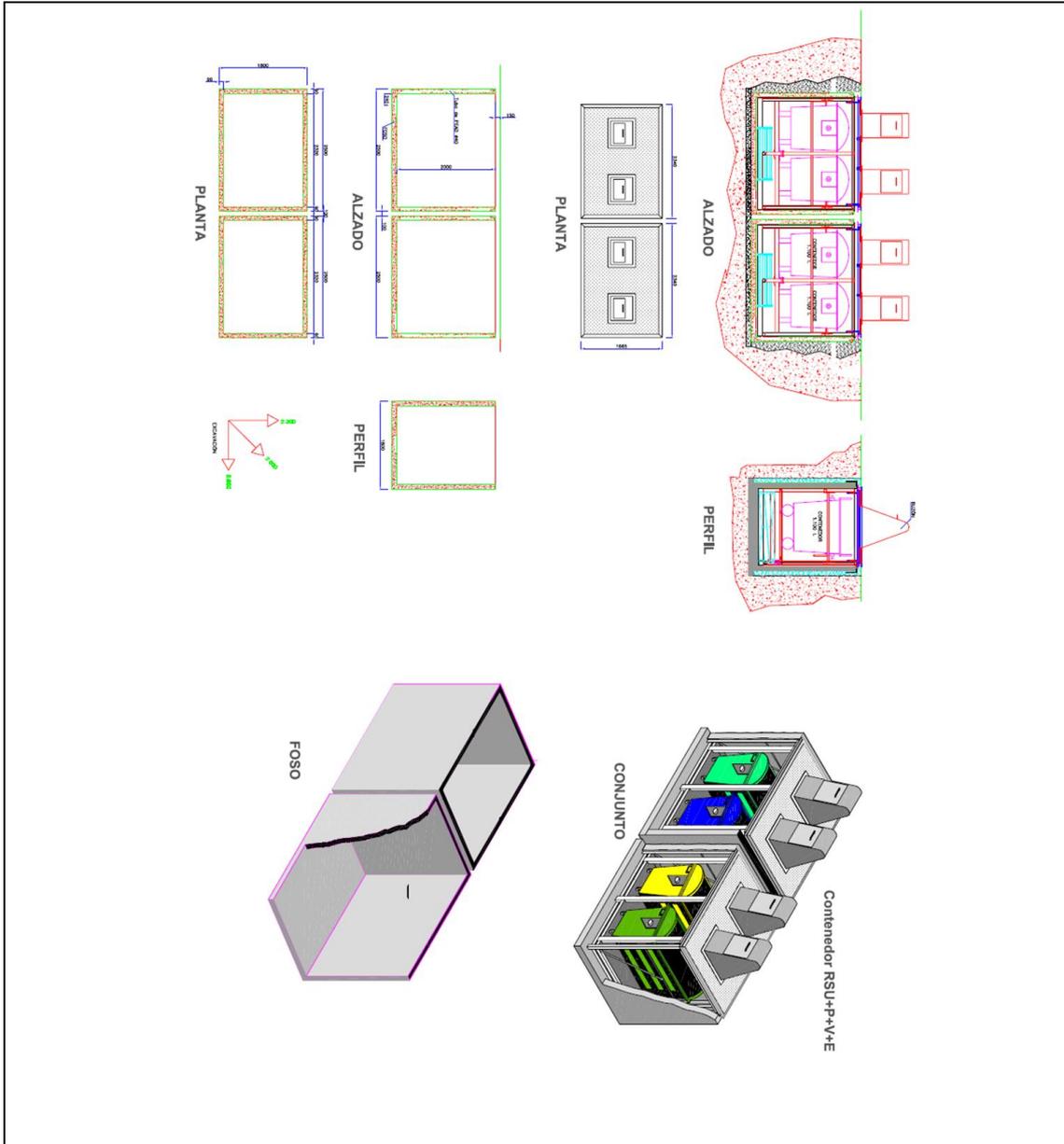
UNIVERSIDAD DE LEÓN

ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS

PROYECTO DE:
DISEÑO Y CÁLCULO DE CONTENEDORES SOTERRADOS PARA RESIDUOS (MATALLANA DE TORÍO)"

EMPLAZAMIENTO	MUNICIPIO DE MATALLANA DE TORIO	
TITULAR	JESÚS GUTIERREZ GONZÁLEZ	
	FECHA	JUNIO 2016
Proyectado	JUNIO 2016	JESÚS GUTIERREZ GONZÁLEZ
Dibujado	JUNIO 2016	JESÚS GUTIERREZ GONZÁLEZ
Comprobado	JUNIO 2016	JESÚS GUTIERREZ GONZÁLEZ

ESCALAS: V 1:500 H 1:2000	ISLETA DE CINCO CONTENEDORES	N PLANO 1
---------------------------------	-------------------------------------	---



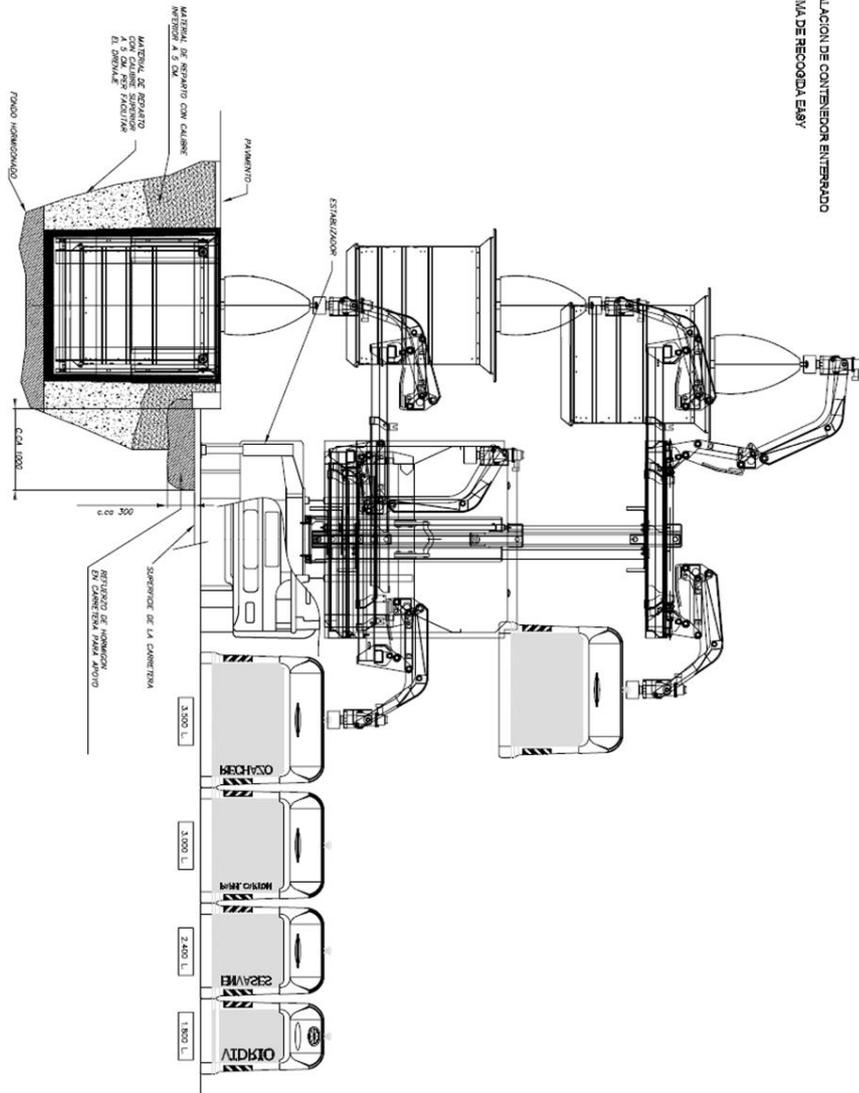

UNIVERSIDAD DE LEÓN

ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS

PROYECTO DE:
DISEÑO Y CÁLCULO DE CONTENEDORES SOTERRADOS PARA RESIDUOS (MATALLANA DE TORÍO)"

EMPLAZAMIENTO	MUNICIPIO DE MATALLANA DE TORIO	
TITULAR	JESÚS GUTIERREZ GONZÁLEZ	
	FECHA	JUNIO 2016
Proyectado	JUNIO 2016	JESÚS GUTIERREZ GONZÁLEZ
Dibujado	JUNIO 2016	JESÚS GUTIERREZ GONZÁLEZ
Comprobado	JUNIO 2016	JESÚS GUTIERREZ GONZÁLEZ

ESCALAS: V 1:500 H 1:2000	ISLETA DE CUATRO CONTENEDORES	N PLANO 2
---------------------------------	--------------------------------------	---------------------



UNIVERSIDAD DE LEÓN



ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS

PROYECTO DE:

DISEÑO Y CÁLCULO DE CONTENEDORES SOTERRADOS PARA RESIDUOS (MATALLANA DE TORÍO)"

EMPLAZAMIENTO

MUNICIPIO DE MATALLANA DE TORIO

TITULAR

JESÚS GUTIERREZ GONZÁLEZ

FECHA

JUNIO 2016

Proyectado

JUNIO 2016

JESÚS GUTIERREZ GONZÁLEZ

Dibujado

JUNIO 2016

JESÚS GUTIERREZ GONZÁLEZ

Comprobado

JUNIO 2016

JESÚS GUTIERREZ GONZÁLEZ

ESCALAS:

V 1:500

H 1:2000

SISTEMA DE VACIADO

N PLANO

3



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA MINERA Y DE RECURSOS ENERGÉTICOS

TRABAJO FIN DE MASTER

PRESUPUESTO

SOTERRAMIENTO DE CUBOS					
PRESUPUESTO					
Ref.	Nº Uds.	Concepto	Precio Ud.	Importes (€)	
				Parcial	Total
1		<u>EXPLANACIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>			
1.1	347,03	m ² desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	0,45	156,16	
1.2	347,03	m ² retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	0,76	263,74	
1.3	746,05	m ³ excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares (si procede).	2,31	1723,38	
1.4	746,05	m ³ carga de tierras procedentes de excavaciones, sobre camión basculante, con retroexcavadora, y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.	3,22	2402,28	
1.5	746,05	m ³ transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, con camión basculante y canon de vertedero y con p.p. de	2,90	2163,55	

		medios auxiliares, sin incluir la carga.			
				TOTAL	6709,11
SOTERRAMIENTO DE CUBOS					
PRESUPUESTO					
Ref.	Nº Uds.	Concepto	Precio Ud.	Importes (€)	
				Parcial	Total
2		<u>CIMENTACIÓN</u>			
2.1	34,70	m ³ hormigón de limpieza f _{ck} 10 N/mm ² , elaborado en obra para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado.	76	2637,2	
2.2	166,2	m ³ hormigón armado HA-25/P/40, tamaño máx. árido 40mm, en muros, elaborado en central, incluso armadura B 500 S(40 kg/m ³), vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocación.Según normas NTE-CSZ y EHE.	145.96	24258,55	
2.3	123,95	m ² encofrado y desencofrado con tablero de madera de pino para zapatas de cimentación, vigas de atado y centradoras, incluido desencofrante, fijaciones y colocado. Según NTE-EME.	13,28	1646,06	
				TOTAL	28541,81
SOTERRAMIENTO DE CUBOS					

PRESUPUESTO					
Ref.	Nº Uds.	Concepto	Precio Ud.	Importes (€)	
				Parcial	Total
3		<u>CONTENEDORES SOTERRADOS</u>			
3.1	1	partida alzada de control de calidad de la obra, así como las indicaciones dadas en el pliego de Condiciones del presente Proyecto	1500,00	1500,00	
3.2	7	<p>Contenedor soterrado orgánico de carga lateral un elemento.</p> <p>Conjunto de un contenedor de carga lateral enterrado en foso, incluida excavación y posterior relleno perimetral, respetando las unidades incluidas en las mediciones auxiliares, colocación de fosos prefabricados de hormigón armado de las dimensiones necesarias para alojamiento de 1 contenedor de 3200 L de capacidad mínima y 4000 L de capacidad máxima, suministro y montaje de los contenedores y mecanismo de izado, totalmente terminado y colocado en vía pública, transporte y descarga y acopio en obra incluso estación hidráulica necesaria para su funcionamiento incluyendo la acometida del mismo a un armario de trifásica, mediante un armario independiente, perteneciente al alumbrado público del ayuntamiento de Matallana de Torio, utilizando en la medida de lo posible las conducciones de alumbrado existentes hasta 250 M y una conducción en zanja</p>	5200,00	36400,00	

		completamente ejecutada hasta 25 M.			
3.3	15	<p>Contenedor soterrado doble gancho.</p> <p>Conjunto de contenedor soterrado de doble gancho de 4 M3 para recogida selectiva, plataforma superior de chapa lagrimada de acero galvanizado, con boca adaptada para recogida selectiva, con boca adaptada para recogida de papel/carton, envases o vidrio a determinar en cada ubicación con sistema de seguridad que impida la caída a su interior durante las labores de recogida incluido el vaso de hormigón requerido por el fabricante para la colocación del contenedor soterrado completamente terminado, rematado y colocado en la vía pública.</p>	5630,25	84453,75	
				TOTAL	122353,75

SOTERRAMIENTO DE CUBOS					
PRESUPUESTO					
Ref.	Nº Uds.	Concepto	Precio Ud.	Importes (€)	
				Parcial	Total
4		<u>Seguridad y salud</u>			
4.1	1	partida alzada de los honorarios del coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra para los trabajos de control de la prevención, material y equipos que prevea el coordinador y los trabajadores consignados para cumplir la prevención y formación de trabajadores y material de oficina necesario para la planificación y control preventivo.	3000,00	3000,00	
				TOTAL	3000, 00

SOTERRAMIENTO DE CUBOS					
PRESUPUESTO					
Ref.	Nº Uds.	Concepto	Precio Ud.	Importes (€)	
				Parcial	Total
5		<u>Presupuesto de ejecución material</u>			
5.1		Explanación y movimiento de tierras			6709,11
5.2		Cimentación			28541,81
5.3		Contenedores soterrados			122353,75
5.4		Seguridad y salud			3000,00
				TOTAL	160604,67

SOTERRAMIENTO DE CUBOS					
PRESUPUESTO					
Ref.	Nº Uds.	Concepto	Precio Ud.	Importes (€)	
				Parcial	Total
6		<u>Presupuesto de ejecución por contrata</u>			
6.1		Presupuesto de ejecución material (E.P.M.)		160604,67	
6.2		Gastos generales	15 % P.E.M.	24090,71	
6.3		Beneficio industrial	6 % P.E.M.	9636,28	
6.4		Total parcial		194331,66	
6.5		IVA (21%)		40809,65	
6.6		Total presupuesto de ejecución por contrata			235141,31