



**Mancomunidad
del Noroeste**

**PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD
DEL VASO IV DEL DEPÓSITO CONTROLADO
DE RESIDUOS URBANOS DE COLMENAR VIEJO
(MADRID)**

INDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA

ANEJO Nº1: ESTUDIO DE ESTABILIDAD

ANEJO Nº2: ESTUDIO DE GENERACION DE BIOGAS

ANEJO Nº3: ESTUDIO DE GENERACION DE LIXIVIADOS

ANEJO Nº4: ESTUDIO DE PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

Nº1: SITUACION

Nº2: APERTURA

Nº3: TOPOGRAFIA FINAL DE RESIDUOS

Nº4. PROPUESTA DE RECRECIDO

Nº5: PERFILES TRANSVERSALES



PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL VASO IV
DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE RESIDUOS URBANOS
DE COLMENAR VIEJO (MADRID)



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE

1. Antecedentes.....	5
2. Objeto del proyecto.....	5
3. Legislación aplicable	6
4. Emplazamiento y situación actual	7
4.1. Situación	7
4.2. Climatología	9
4.3. Geología	10
4.4. Hidrogeología	11
4.5. Hidrología.....	13
5. Datos de partida	14
5.1. Tipo de residuos a tratar.....	14
5.2. Residuos admisibles	15
5.3. Residuos no admisibles.....	15
5.4. Composición de los residuos.....	16
5.5. Cantidad de residuos a tratar:	16
5.6. Densidad de vertido	17
6. Capacidad propuesta en la ampliación. Superficies de ocupación, volumenes y vida útil del vaso.....	18
6.1. Superficies de ocupación	18
6.2. Volumen y capacidad del vaso	19
6.3. Vida útil	19
7. Características constructivas del vertedero	24
7.1. Preparación del vaso de vertido.....	24
7.2. Impermeabilización y protección del vaso de vertido	24
7.3. Redes de drenaje, recogida y control de lixiviados	25
7.4. Drenaje profundo aguas blancas	26

7.5. Restitución tramo cauce del arroyo de la Hoyera interceptado	27
7.6. Drenaje de aguas blancas superficiales	27
7.7. Dique de contención y cierre del vaso de vertido	28
7.8. Camino de acceso, perimetral y plataformas para explotación	28
7.9. Captación y tratamiento del biogás	29
7.10. Sellado del vertedero	29
8. Estudio de estabilidad del aumento de cota.	29
9. Estudio de generación de biogas.....	30
10. Estudio de generación de lixiviados.....	30
11. Modelo de llenado y justificación de la solución adoptada	31
11.1. Antecedentes	31
11.2. Cotas máximas de vertido.	32
11.3. Modelo de llenado	32
11.4. Justificación de la solución adoptada	36
11.5. Plan de explotación	39
11.6. Control de asentamientos.....	41
11.7. Estructura y composición del vaso de vertido.....	41
12. Material de cobertura. Cuantificación y procedencia	42
13. Medidas de prevención-reducción de la contaminación.....	42
13.1. Protección de la atmósfera	42
13.1.1. Prevención nubes de polvo.....	42
13.1.2. Control de ruido ambiental	45
13.1.3. Control del biogás	47
13.1.4. Emisión de olores.....	50
13.2. Protección del suelo.....	51
13.3. Protección del sistema hídrico	53
13.3.1. Control de calidad y gestión de las aguas subterráneas	53
13.3.2. Arquetas y vías de evacuación de aguas pluviales	55

13.3.3.	Aguas pluviales	55
13.3.4.	Gestión de lixiviados	55
13.4.	Prevención de riesgos	57
13.4.1.	Prevención de incendios	57
13.4.2.	Prevención de incidentes y accidentes	62
13.5.	Protección del paisaje	65
13.6.	Protección del medio socio-económico	67
14.	Plan de explotación y control	67
14.1.	Recepción, control y pesaje de residuos	67
14.2.	Explotación del vaso de vertido y relleno de las celdas:	68
14.3.	Desgasificación:	70
14.4.	Aprovechamiento energético del biogás:	73
15.	Plan de Vigilancia Ambiental:	73
15.1. A)	plan de seguimiento y control de las aguas	74
15.2. B)	Control de emisiones a la atmósfera e inmisión	82
15.3. C)	Control del biogás a antorcha	86
15.4. D)	Control de la morfología del vertedero	86
15.5. E)	Control de vertido a cauce	87
15.6. F)	plan de seguimiento y control de los olores	88
15.7. G)	plan de seguimiento y control de los volados	89
15.8.	Presupuesto anual de vigilancia ambiental	90
16.	Procedimiento de clausura y mantenimiento posterior	91
16.1.	Sellado y restauración	91
16.2.	Revegetación de la celda	92
16.3.	Control y vigilancia posterior al cierre	93
17.	Funcionamiento de las instalaciones	96
17.1.	Tratamiento de los residuos	96

17.2. Sistema de explotación del depósito controlado	96
17.3. Gestión de lixiviados	98
17.4. Sistema de captación y gestión del biogás	104
17.5. Sistemas de control de la actividad	107
17.6. Sellado del vertedero	108
18. Índice de contenido.....	108
19. Conclusión.....	109

ANEJO Nº1: ESTUDIO DE ESTABILIDAD

ANEJO Nº2: ESTUDIO DE GENERACION DE BIOGAS

ANEJO Nº3: ESTUDIO DE GENERACION DE LIXIVIADOS

ANEJO Nº4: ESTUDIO DE PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA

1. ANTECEDENTES

El Depósito Controlado de Colmenar Viejo fue inaugurado en el año 1985. Trata los residuos urbanos de 76 municipios (33 mancomunados y 43 no mancomunados) de la zona Noroeste y atiende una población cercana a los 700.000 habitantes.

Las instalaciones ocupan una superficie de algo menos de unas 100 Ha, empleándose 54 de ellas al vertido de residuos urbanos. Esta zona habilitada para la eliminación controlada de residuos urbanos se encuentra dividida en 4 fases, de las cuales tres de ellas están clausuradas y selladas (Fases I, II y III) y una en explotación (Fase IV).

Con fecha 26 de junio de 2013, el Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, promulgo la orden 1642/2013 para la utilización privativa por la Mancomunidad del Noroeste de Las Estaciones de Transferencia de San Sebastián de los Reyes, Collado Villalba, El Molar y Lozoyuela, así como del Depósito Controlado ubicado en Colmenar Viejo afectados a la prestación de servicios de gestión de residuos domésticos, asumiendo ésta desde el 1 de julio de éste año, las labores de transferencia, tratamiento y eliminación de los residuos domésticos en el ámbito geográfico fijado en la Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid 2006/2016, relativo al Norte de la Región.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es la definición las actuaciones a realizar para aumentar la capacidad de la Fase IV del Depósito Controlado de Colmenar Viejo, actualmente en explotación.

La explotación de la ampliación se desarrollará como continuación de la que viene teniendo lugar en el depósito controlado existente, que cuenta con la correspondiente Autorización Ambiental Integrada (AAI-5018/14). El depósito dispone en la actualidad de un conjunto de instalaciones para el tratamiento de los

residuos que serán utilizadas para la ampliación en las condiciones establecidas en la citada Autorización Ambiental.

3. LEGISLACIÓN APLICABLE

El marco legal aplicable se muestra a continuación. No obstante se dará cumplimiento a toda la legislación vigente que proceda a nivel europeo, estatal, autonómico y local.

- Ley 5/2013, de 11 de Junio, por la que se modifica la Ley 16/2002, de 11 de Julio de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Resolución de la Dirección General de Evaluación ambiental de la Comunidad de Madrid, por la que se cambia la titularidad de la Autorización Ambiental Integrada, otorgada a la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, con CIF: S-7800001E, para una instalación de vertedero de residuos urbanos, en el término municipal de Colmenar Viejo, mediante resolución de la Dirección General de Evaluación Ambiental, de fecha 15 de Octubre de 2010.
- Resolución de la Dirección General de Evaluación Ambiental relativa a una nueva solicitud de Autorización Ambiental Integrada, con Evaluación de Impacto Ambiental, de la modificación sustancial del vertedero de residuos urbanos consistente en la construcción de un vaso de vertido para su ampliación, promovido por la Dirección General del Medio Ambiente de la Consejería de Medio Ambiente, vivienda y Ordenación del Territorio, en el término municipal de Colmenar Viejo.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre de Responsabilidad Medioambiental.
- Ley 22/2011, de 28 de Julio, de Residuos y Suelos Contaminados, que sustituye a la Ley 10/1998, de 21 de Abril, de Residuos.

- Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid 2006-2016, aprobada el 18 de Octubre de 2007 por Acuerdo del Consejo de Gobierno.
- Acuerdo del Consejo de Gobierno de 16 de diciembre de 2010 de rectificación de los plazos establecidos en la Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto 252/2006, de 3 de Marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997, de 24 de Abril, de Envases y Residuos de Envases, y por el que se modifica el Reglamento para su ejecución, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de Abril.
- Ley 5/2003, de 20 de Marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid.
- Ley 6/2003, de 20 de Marzo, del Impuesto sobre depósito de Residuos.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Orden AAI/661/2013, de 18 de Abril, por la que se modifican los anexos I,II, y III del Real Decreto 1481/2011, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Ley 11/1997, de 24 de Abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de Abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de Abril.

4. EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN ACTUAL

4.1. SITUACIÓN

El Depósito Controlado de Colmenar Viejo pertenece a efectos de gestión de residuos urbanos, a la Zona Noroeste de la Comunidad de Madrid. La instalación se encuentra situada en la Ctra. de San Agustín, km 13, Colmenar Viejo (Madrid).

El emplazamiento de las actuaciones se encuentran comprendidas en la parcela del proyecto primitivo: Parcela 81 del Polígono 41 de acuerdo con la información facilitada por la Dirección General del Catastro.

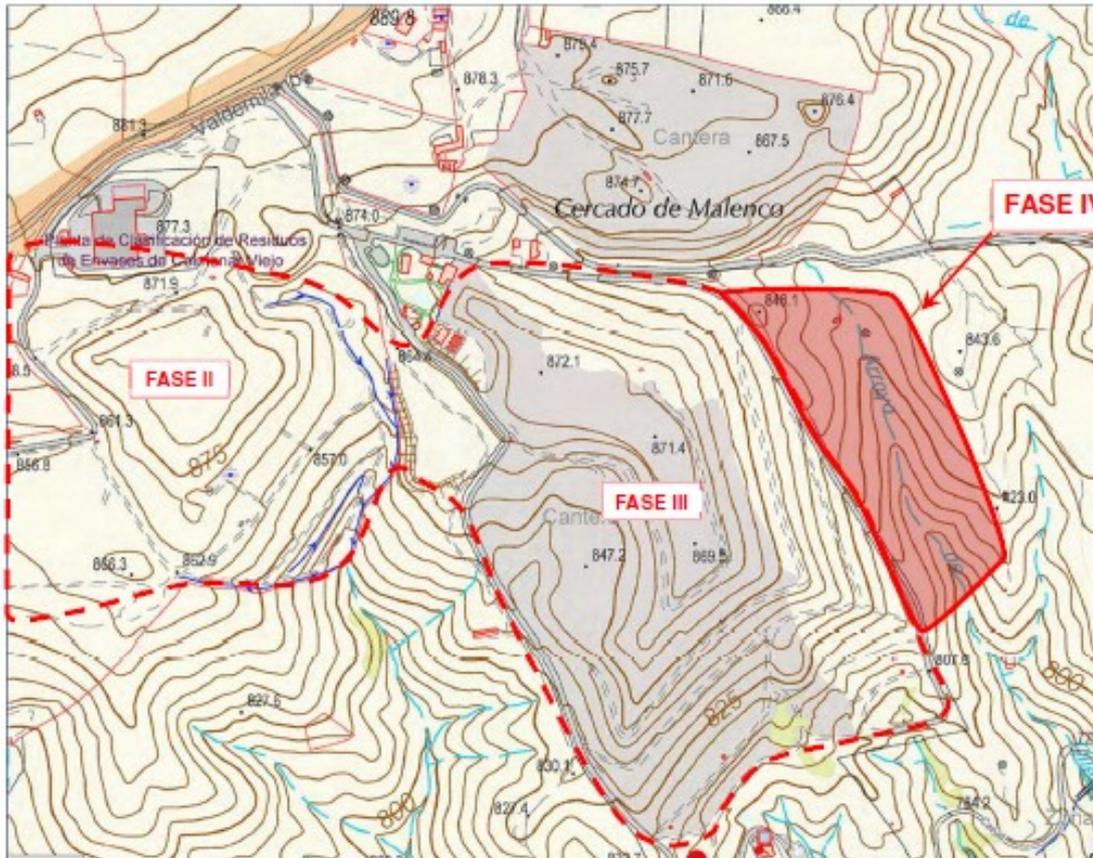
Las coordenadas de localización son:

X=438.900 m

Y= 4.501.500 m



El vaso de vertido de la Fase IV de DC Colmenar Viejo ocupa parcialmente la vaguada de orientación norte a sur, por la que avanza el denominado arroyo de la Ollera, aguas abajo del Camino de la Becerra y por encima del camino de servicio del canal de El Atazar, infraestructura lineal de abastecimiento de agua del Canal de Isabel II.



4.2. CLIMATOLOGÍA

El área en que se encuadra la zona de estudio se caracteriza por un tipo de clima Mediterráneo templado, con cierto grado de continentalidad.

El Sistema de Información Geográfico Agrario (SIGA) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino recoge los siguientes valores para el término municipal de Colmenar Viejo, los cuales han sido contrastados con las series climáticas para la estación de Colmenar Viejo, para el periodo 1981-2010 (Agencia Estatal de Meteorología - AEMET-).

Principales variables climáticas (fuente: SIGA)

Variable climática	Valor medio
Temperatura media anual	13 °C
ETP media anual	727 mm
Precipitación media anual	585 mm
Duración media del período seco anual	3 meses

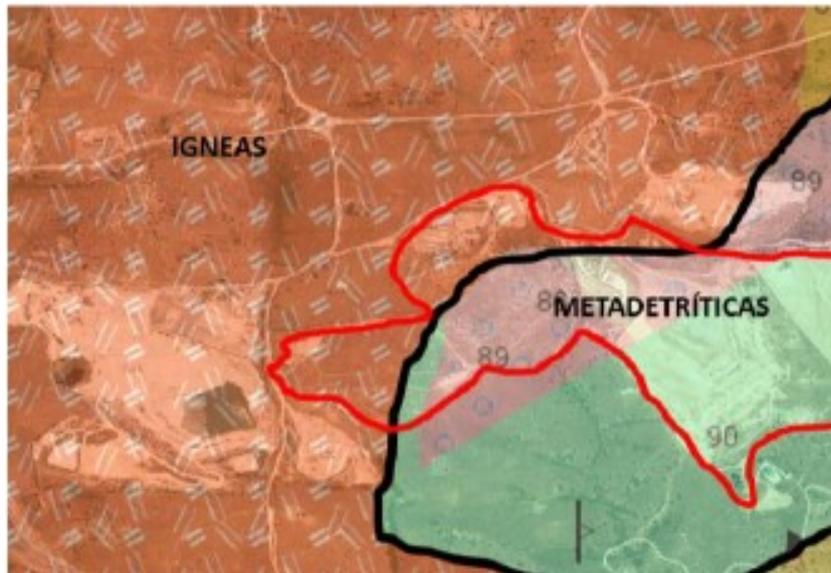
Tal y como se puede observar en la anterior tabla el clima de la zona presenta una situación general de déficit hídrico, con sequía estival. Este hecho minimiza los riesgos de movilización de contaminantes por formación de escorrentías, así como la generación de lixiviados en los vasos.

4.3. GEOLOGÍA

Según la información suministrada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), la geología de la zona está formada por tres tipos de rocas:

- Zona metadetrítica: formada por rocas ácidas metamorfozadas, de permeabilidad baja (zona de ortoneísges y zona de esquistos, metareniscas, paraneísges y silicatos cálcicos). Esta zona comprende la mayor parte de la instalación.
- Zona ígnea: formada por rocas plutónicas ácidas, hercínicas (granitos, granodioritas y cuarzodioritas). Permeabilidad baja. Comprende la zona N y NE de la instalación.
- Zona detrítica: formada por arcosas con cantos, conglomerados y arcillas. De permeabilidad media. Se sitúa al sur de la instalación, aunque fuera de los límites de ésta.

La permeabilidad de la zona es por lo general baja, aunque ésta puede aumentar localmente hasta grado medio debido a la densa fracturación de la zona.



4.4. HIDROGEOLOGÍA

Conforme al Mapa Hidrogeológico de España, no hay unidad hidrogeológica en la zona de la instalación, no obstante los numerosos piezómetros de control de los que dispone la instalación (actualmente se realizan muestreos periódicos en 20 piezómetros) muestran presencia de aguas subterráneas a una profundidad que en la mayoría de los casos no excede los 10 m, de hecho existen puntos que en épocas lluviosas muestran un nivel freático a ras de superficie.

Los materiales metamórficos que caracterizan la zona de estudio, de muy baja permeabilidad, tienen escaso interés hidrogeológico. En estos terrenos la capacidad de almacenamiento y de transmisión de las aguas subterráneas es función del grado de fisuración y de fracturación, y de la interconexión entre las fisuras y fracturas. Así, en la zona de estudio no existen unidades acuíferas de carácter regional, ni se localiza ninguna unidad hidrogeológica de las definidas por el Instituto Geológico y Minero para el conjunto de España”.

Como se puede observar en las siguientes figuras la instalación se encuentra muy próxima la Unidad hidrogeológica 03.03 “Torrelaguna-Jadraque” y a la Masa de agua subterránea 030.010 “Madrid Manzanares-Jarama”. Acuífero mixto bicarbonatado cálcico y sulfatado cálcico, con fuentes de contaminación de nitritos (agricultura) y sulfatos (natural-yesos).



Los diferentes materiales donde se ubica el D.C.R.U. de Colmenar Viejo tienen una permeabilidad que oscila entre muy baja y media. Dada la baja permeabilidad, ligada a fracturaciones del terreno, es difícil poder dilucidar una relación entre aguas subterráneas y superficiales.

En los materiales graníticos y metasedimentarios de alto grado se puede llegar a identificar tres tipos diferentes de flujos subterráneos: los superficiales o someros, que se desarrollan por la zona alterada y el nivel superior de mayor fracturación de la roca; los flujos de tipo intermedio, que se mueven por la banda de fracturación

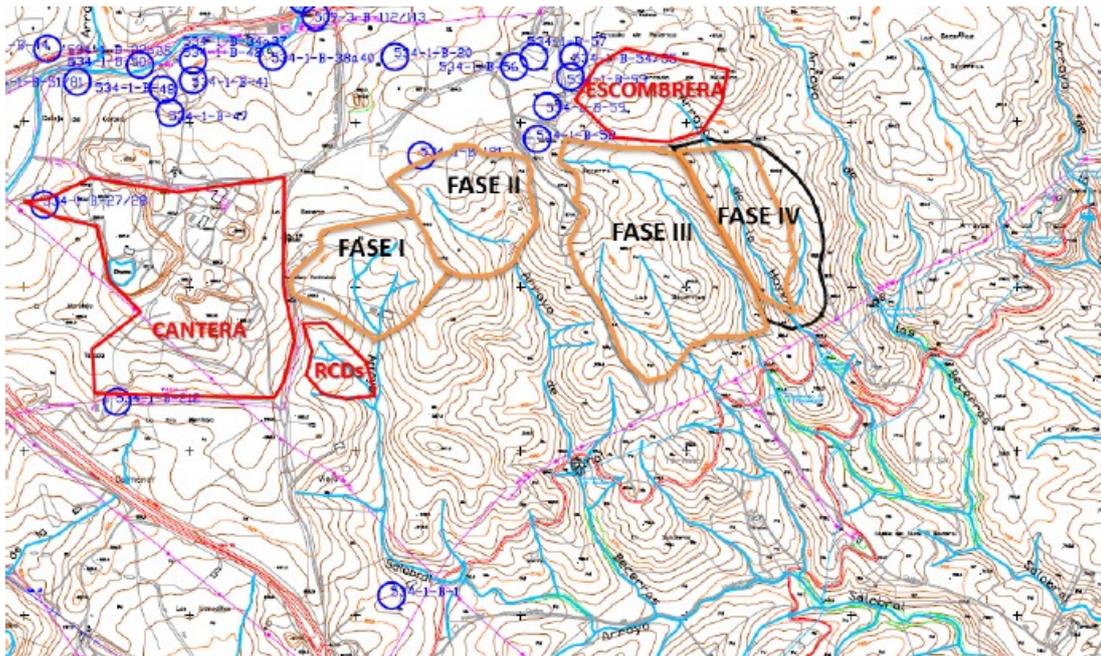
superior-media de la zona de falla (del orden del centenar de metros); y los flujos de circulación profunda, que se establecen por la red conductiva que pueden llegar a construir las grandes fallas, que son las que más alcanzan y profundizan en la masa granítica.

Se ha detectado un sistema de circulación somera de agua subterránea, en relación con los diques de cuarzo y pequeños desgarres de dirección N30°E. En todos los casos la zona de rotura asociada a estas fallas es de escaso espesor, con un limitado desarrollo vertical

4.5. HIDROLOGÍA

No existen cauces de superficiales en el interior de la instalación, tan solo se puede hablar de aguas pluviales que son recogidas y evacuadas por la red de drenaje de éstas. Los vasos clausurados presentan impermeabilización de cobertura y durante la explotación los residuos son cubiertos diariamente con material de aportación, asimismo existe una red de cunetas perimetrales en todos los vasos, por lo que no se estima que las aguas pluviales se produzcan afecciones al suelo y a las aguas superficiales.

En la siguiente figura se muestra un croquis de la red de escorrentía original, superpuesta con las actuales fases de vertido sobre el Plano de “Inventario de puntos de agua y cursos de aguas superficiales”.



Red de escorrentía original

Es importante tener en cuenta que el plano de cursos de agua superficial delimita las diferentes cuencas de drenaje de la zona, sin que este hecho implique necesariamente la presencia de cursos permanentes de agua. La red de drenaje en la zona de estudio muestra las características típicas en materiales impermeables fracturados, con una morfología de tipo dendrítico, arborescente y textura fina, de forma que los cursos intermitentes de agua se encajan notablemente en vaguadas con vertientes de pendientes acusadas.

Estos cauces intermitentes se corresponderían con los arroyos de Ollera, Becerras y del Salobral, tributarios del Arroyo del Moralejo, tributario del Arroyo de Viñuelas que desemboca en el Río Jarama (Cuenca Hidrográfica del Tajo).

Respecto a las infraestructuras hidráulicas, destacan el Canal del Atazar, que discurre transversalmente al arroyo de la Ollera unos 150 m al sureste del límite de la parcela (en el tramo más próximo), y el Canal Alto, a unos 400 m en la misma dirección, pertenecientes ambos a la red de distribución del Canal de Isabel II.

5. DATOS DE PARTIDA

5.1. TIPO DE RESIDUOS A TRATAR

En el D.C. de Colmenar Viejo, los residuos que llegan proceden de los siguientes municipios:

- Colmenar Viejo
- Manzanares del Real
- Miraflores de la Sierra
- San Agustín de Guadalix
- St^a María de la Alameda
- Soto del Real
- Tres Cantos

Asimismo, los residuos que lleguen canalizados a través de las E.T. Collado Villalba, E.T. San Sebastián de los Reyes, E.T. El Molar y E.T. Lozoyuela, procedentes de sus respectivas áreas de influencia.

Igualmente, son recibidos y tratados en el Depósito aquellos residuos sólidos asimilables a urbanos que, procedentes de empresas particulares, cuenten con la correspondiente aceptación del adjudicatario del Servicio Público, que deberá estar debidamente conformada por la Mancomunidad del Noroeste.

No obstante, y siempre que haya sido previamente autorizado por la Dirección General de Medio Ambiente de la Consejería de Medio Ambiente, y Ordenación del Territorio, podrán ser objeto de recepción y tratamiento residuos procedentes de otras Unidades Territoriales de Gestión.

5.2. RESIDUOS ADMISIBLES

Los residuos admisibles en el Depósito Controlado de Colmenar Viejo acorde a su Autorización Ambiental Integrada son los siguientes:

RESIDUOS ADMISIBLES	
Código LER	Identificación
20.03.01	Mezclas de residuos municipales
20.03.07	Residuos voluminosos
20.01.08	Residuos biodegradables de cocinas y restaurant
20 03 99	Residuos municipales no especificados en

La ampliación proyectada no plantea modificaciones respecto a los tipos de residuos admitidos en el Depósito controlado.

5.3. RESIDUOS NO ADMISIBLES

No se admitirán en el vertedero de la instalación los siguientes residuos:

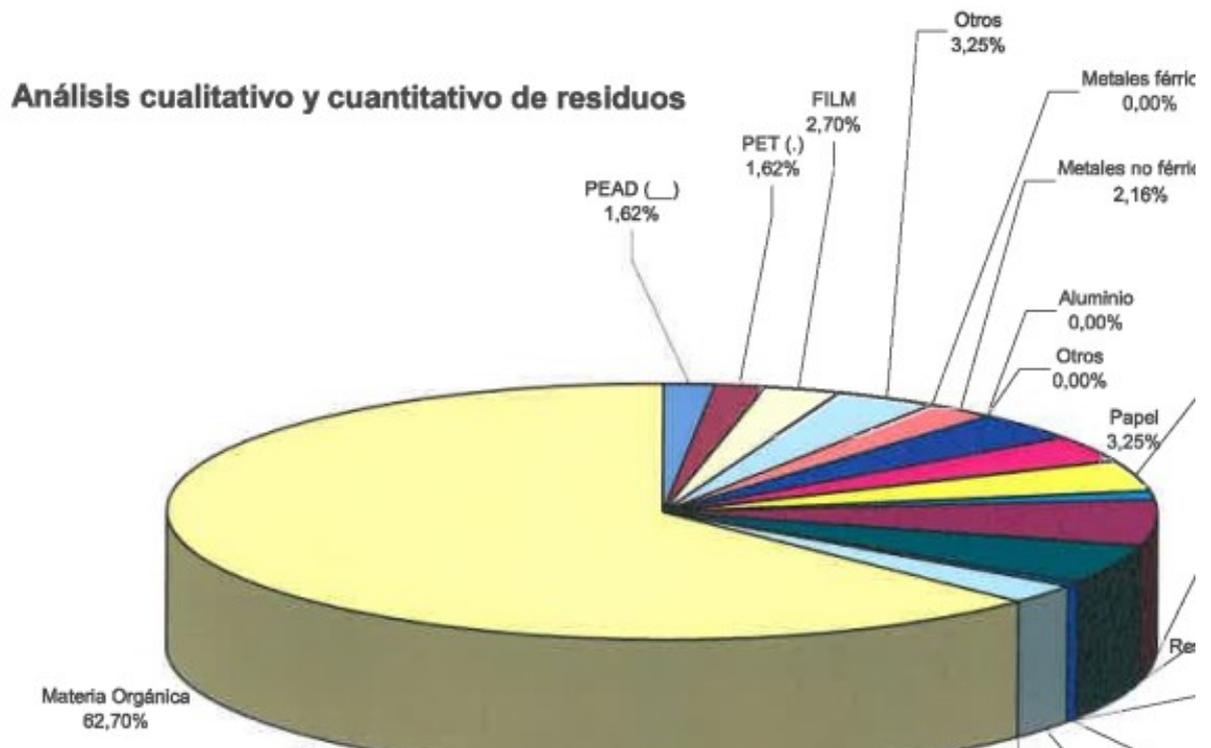
- Residuos líquidos
- Neumáticos usados
- Cualquier otro residuo que no cumpla los criterios de admisión establecidos en el anexo II del RD 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

No podrán eliminarse en el vertedero residuos procedentes de otras Comunidades Autónomas, salvo autorización expresa conforme a lo indicado en el Decreto

148/2001, de 6 de septiembre, por el que se somete a autorización la eliminación en la Comunidad de Madrid de residuos procedentes de otras partes del territorio nacional.

5.4. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

La composición general de los residuos sólidos urbanos, cuando entran en la instalación es la siguiente:



5.5. CANTIDAD DE RESIDUOS A TRATAR:

A continuación, se incluye el histórico de vertido desde 2011 indicando el total de toneladas anuales y la variación sobre el año anterior.

EVOLUCION DE R.S.U. EN D.C. COLMENAR VIEJO		
AÑOS	TOTAL TM.	
2.011	338.759,81	-
2.012	310.172,53	-8%
2.013	298.387,19	-4%
2.014	295.543,98	-1%
2.015	305.955,34	4%
2.016	312.359,63	2%
2.017	309.765,40	-1%
2.018	304.304,93	-2%

A la vista de estos datos, se considera que el vertido de residuos estimado en los próximos años en el Depósito Controlado podría crecer con una tasa interanual del 1-2%.

Es verdad que tanto el incremento de la recogida selectiva como las mejoras de los procesos implantados y en implantación, podrán reducir estas cantidades alargando la vida útil de la instalación.

5.6. DENSIDAD DE VERTIDO

La densidad aparente inicial de los residuos sin haberse sometido a ningún proceso de compactación es del orden de los 0,15 – 0,25 t/m³ para un residuo “Todo Uno” en España.

Debido a los procesos de recogida y los procesos de clasificación y reciclaje, previos al vertido de los residuos, esta densidad oscila ampliamente. Finalmente los residuos depositados en el depósito controlado son compactados mediante maquinaria móvil por lo que realmente nos importa es la densidad final con la que es depositado el material en el vertedero.

Esta densidad final depende, del tipo de maquinaria o sistema empleado para la compactación, el número de pasadas que se ejecuten, el espesor de la tongada de material, la pendiente, y la humedad de los residuos.

La densidad alcanzada por los residuos vendrá determinada por los siguientes factores:

- Composición inicial del residuo
- Las condiciones climáticas locales.
- El procedimiento de trabajo: método de vertido, equipo de compactación, y uso de cobertura diaria.
- La eficacia del sistema de recolección y evacuación de lixiviados.
- El grado de humedad producido por los procesos biológicos que ocurren dentro del vertedero.

Por todo ello, al analizar el conjunto de todo el depósito controlado en términos de cálculos de estabilidad, en su situación más desfavorable una vez lleno, el perfil de densidad de los residuos variará con la profundidad. Entonces no podemos tomar una densidad única para los residuos, sino un incremento de esta con la profundidad.

Por tanto como conclusión a lo anteriormente expuesto, concluiremos que para el presente proyecto:

- La densidad de los residuos, una vez dispuestas en vertedero, mezclados, y realizadas las tareas de compactación y vertidos, se adoptará una *densidad única final para el conjunto de la tongada de vertido de 0,9 Tn/m³*.
- La densidad del relleno evolucionará con el tiempo, debido a los procesos de consolidación. Se ha tomado como referencia el valor de densidad 1.10 Tn/m³ del último periodo, incrementándose un 0.04 % anualmente.

6. CAPACIDAD PROPUESTA EN LA AMPLIACIÓN. SUPERFICIES DE OCUPACIÓN, VOLÚMENES Y VIDA ÚTIL DEL VASO.

6.1. SUPERFICIES DE OCUPACIÓN

La Fase IV actualmente en explotación presenta una superficie de ocupación exterior de planta de aprox. 80.092 m². La superficie de ocupación de la fase IV

propiamente dicho, excluyendo los viales perimetrales, de la celda VI es de aproximadamente 58.000 m². Esta superficie no se verá modificada por la ampliación en cota. Solicitada en este proyecto.

6.2. VOLUMEN Y CAPACIDAD DEL VASO

Se propone ampliar la cota máxima de explotación de la unión de la Fase III y la Fase IV, para pasar de la cota máxima 884 metros a la cota 899 metros, aumentándose la capacidad total establecida en la AAI.

La capacidad de la fase IV alcanzando la cota establecida en la AAI es de 2.955.194 m³, al aumentar la cota máxima a 899 metros tendremos una capacidad total máxima de 3.270.661 m³. Este aumento de cota supone un incremento de 315.467 m³, aumentando 10,70 % de la capacidad total del vertedero

6.3. VIDA ÚTIL

La vida útil estimada del vertedero depende en gran medida de las toneladas recibidas en la instalación, su incremento anual, y su densidad de vertido.

La densidad final depende, del tipo de maquinaria o sistema empleado para la compactación, el número de pasadas que se ejecuten, el espesor de la tongada de material, la pendiente, y la humedad de los residuos. Como densidades de vertido de los residuos, una vez colocados y/o compactados por la maquinaria que opera en el vaso,

Para realizar la estimación de la vida útil se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Densidad media resultante del conjunto de vertido una vez dispuestas en vertedero, mezclados, y realizadas las tareas de compactación y vertidos, se adoptará una *densidad única final para el conjunto de la tongada de vertido de 0,9 Tn/m³*
- La densidad del relleno evolucionará con el tiempo, debido a los procesos de consolidación. Se ha tomado como referencia el valor de densidad 1.10 Tn/m³ del último periodo, incrementándose un 0.04 % anualmente.
- Se ha tenido en cuenta un aumento del 2 % de residuos entrantes a vertedero.

- Volumen de tierras y material de cubrición diaria 10% del volumen de vertido.

A fecha 30 de Enero de 2019, los resultados muestran lo siguiente:

- El volumen de residuos vertido, incluidas las tierras de cubrición y viales de acceso es de 2.402.910 m³.
- la capacidad total de la Fase IV es de 3.270.661.40 m³, habiéndose explotado un 73,5 % del mismo.
- la capacidad disponible es de 873.171,36 m³.
- la vida útil del llenado de la Fase IV se prevé para noviembre-diciembre de 2021

PERIODO (Fechas levantamiento)	ENTRADA	Tierras Cubrición		RESIDUO BRUTO	Volumen Medición (m3)			De
	RESIUOS		Porcentaje %	TOTAL (t)	POR PERIODO	POR PERIODO (Calculado)	A ORIGEN (medido)	PO PERIO
09 NOVIEMBRE 2011 AL 17 DICIEMBRE 2012	332.493 t	43.728 t	5,3%	376.221t	453.943	453.943	453.943	0,83
DEL 17 DICIEMBRE 2012 AL 03 JULIO 2013	159.442 t	1.760 t	0,5%	161.202 t	177.438	631.381	631.381	0,91
DEL 03 JULIO 2013 AL 18 JUNIO 2014	280.642 t	10.476 t	1,7%	291.118 t	334.397	965.778	965.778	0,87
DEL 18 JUNIO 2014 AL 15 ABRIL 2015	246.505 t	9.109 t	2,8%	255.614 t	179.463	1.145.241	1.145.241	1,42
DEL 15 ABRIL 2015 AL 26 ENERO 2016	245.937 t	64.152 t	12,4%	310.089 t	284.138	1.429.380	1.429.380	1,05
DEL 26 ENERO 2016 AL 25 ENERO 2017	313.417 t	90.072 t	14,0%	403.489 t	354.660	1.784.040	1.771.836	1,14
DEL 25 ENERO 2017 AL 22 ENERO 2018	310.055 t	137.643 t	20,9%	447.699 t	362.267	2.146.307	2.118.790	1,24
DEL 22 ENERO 2018 AL 30 ENERO 2019	312.315 t	90.938 t	16,8%	403.253 t	297.906	2.444.213	2.402.910	1,35

7. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL VERTEDERO

7.1. PREPARACIÓN DEL VASO DE VERTIDO

Las obras del vaso de la fase IV ocupan una superficie de aprox. 80.092 m². Incluyendo la ejecución del vaso, el dique, el camino perimetral de servicio, el camino de acceso al nuevo vaso, y la plataforma para vertido de residuos.

Se realizó la excavación, explanación, compactación y perfilado del fondo del vaso, creando una superficie de pendiente homogénea que garantizó el movimiento de los lixiviados hacia el lugar de captación, y sirvió de base para la instalación de las capas de impermeabilización y protección exigidas por el Real Decreto 1481/2001 por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Dicha excavación consiste en la retirada de tierras con una profundidad entre 0,00 m y 4,50 m., lo que supone un volumen máximo de desmonte de 99136,17 m³.

La tierra vegetal y el excedente del material excavado se retirarán y acopiarán separadamente, para su utilización durante la explotación y sellado del vertedero, no requiriéndose su entrega a gestor autorizado.

La profundidad máxima de residuos se produjo en la mitad norte del vaso de vertido. El terreno actual en esa zona de mayor profundidad alcanza una cota de 830 m. La meseta más elevada prevista alcanzará la cota 899 m, lo que significa que el máximo espesor de residuos se estima en 69 m.

7.2. IMPERMEABILIZACIÓN Y PROTECCIÓN DEL VASO DE VERTIDO

Se mantienen las medidas de protección establecidas en el proyecto original de acuerdo al Anexo I del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. Teniendo en cuenta los resultados del estudio geológico y geotécnico realizado sobre la permeabilidad de los terrenos, y las determinaciones del Anexo I del citado Real Decreto, se ejecutaron las siguientes medidas de impermeabilización y protección:

A) Fondo del área de vertido

- Excavación del vaso y compactación.
- Capa de 40 cm de grava silíceo natural redondeada, para drenar las aguas freáticas.

- Geotextil.
- Capa de arcilla de 50 cm.
- Manta de bentonita (5,0 kg/m² bentonita sódica natural) de 6,5 mm, protegida con geotextil.
- Geomembrana PEAD lisa, de 2 mm protegida con geotextil.
- Red de tuberías “espina de pez” de polietileno de alta densidad corrugadas y perforadas, de Ø 160, 200 y 315 mm, inmersa en una capa de 50 cm de grava para drenar los lixiviados, conducidos hasta deposito circular de 9 m³ impermeabilizado.
- Geomembrana PEAD lisa, de 2mm. protegida con geotextil.
- Red de tuberías “espina de pez” de polietileno de alta densidad corrugadas y perforadas, de Ø 160, 200 y 315 mm, dentro de 50 cm de grava para drenar los lixiviados.
- Geotextil filtro.
- Capa de 50 cm de suelo compactado.

B) Taludes de la celda de vertido:

- Excavación o relleno, compactación y refino para la formación de los taludes.
- Manta de bentonita de 6,5 mm protegida con geotextil.
- Geomembrana PEAD rugosa, de 2mm. protegida con geotextil.
- Geodrén, constituido por núcleo filtrante de PEAD entre dos geotextiles.
- Anclaje en zanja, de los elementos anteriores

Se ejecutaron bermas de anclaje en los taludes de pendiente igual o mayor a 1:1, 1.5:1, 2:1 (H:V) cuando su desarrollo sea superior a 5, 9 ó 14 m, respectivamente.

7.3. REDES DE DRENAJE, RECOGIDA Y CONTROL DE LIXIVIADOS

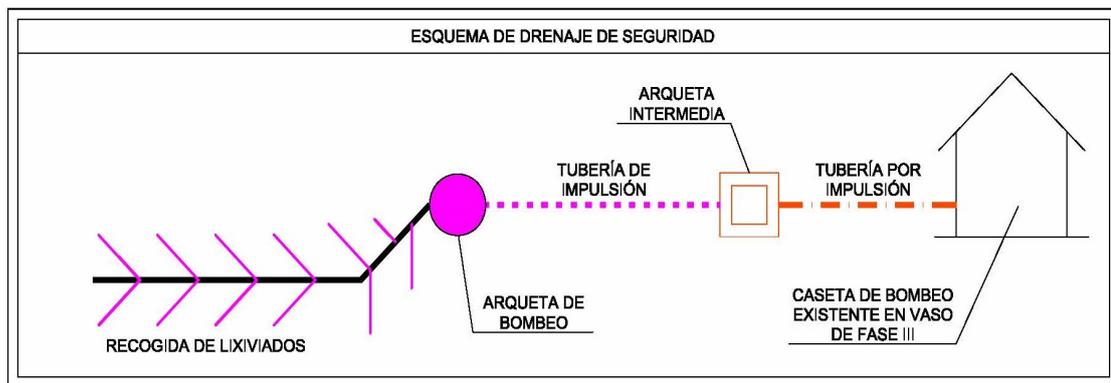
Para la captación y drenaje de lixiviados se realizaron las dos redes de drenaje superpuestas del proyecto primitivo:

- Red de Drenaje de Seguridad.

- Red de Control.

La Red de Drenaje de Seguridad se encarga de recoger todos los lixiviados producidos durante la explotación, sellado, y clausura del nuevo vaso.

Está formada por tuberías perforadas de polietileno, de diámetros 160, 200 y 315 mm, formando una red ramificada en forma de “espinas de pez”, dotada con un sistema de bombeo.



La Red de Control detecta posibles fugas en el drenaje de seguridad.

Está formada por tuberías perforadas de polietileno, de diámetros 160, 200 y 315 mm, formando una red ramificada en forma de “espinas de pez”, terminando en una arqueta de control en el trasdós del dique de cierre.

7.4. DRENAJE PROFUNDO AGUAS BLANCAS

El estudio geológico del proyecto primitivo, preveía afloramientos locales del nivel freático que una vez realizados los trabajos del movimiento de tierras, han podido ser constatados. Con objeto de evacuar estas aguas, se mantiene la ejecución de una capa filtrante, en todo el fondo del vaso, constituida por 0,40 m de espesor y 4 m de ancho de gravas para la captación de aguas naturales, impermeabilizada superiormente con una capa de arcilla de 50 cm así como por el resto de capas de impermeabilización del fondo del vaso.

Durante los trabajos de excavación del vaso se observó que se concentraba una importante acumulación de aguas freáticas justo en la cimentación del terraplén del vial perimetral, en la zona norte del vaso. Para mejorar la estabilidad de la cimentación del terraplén se estimó necesario el saneo completo del material

inestable existente y sustituirlo por un encachado, previo extendido de un geotextil que separe el terreno natural de la nueva capa.

Se ha previsto que estas aguas blancas sean evacuadas bajo el dique, mediante una tubería sin perforar, de hormigón de Ø 400 mm.

7.5. RESTITUCIÓN TRAMO CAUCE DEL ARROYO DE LA HOYERA INTERCEPTADO

Con objeto de restituir la continuidad del cauce del Arroyo de La Hoyera, interceptado por el vaso, se instaló una conducción-galería transitable de 1800 mm. El trazado discurre bajo el vaso de vertido, por el borde noreste, siguiendo aproximadamente la misma trayectoria que la conducción inicial.

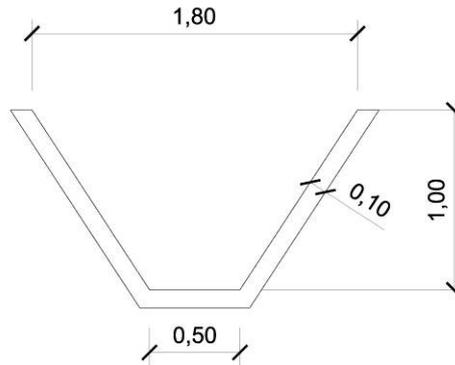
7.6. DRENAJE DE AGUAS BLANCAS SUPERFICIALES

El terreno ocupado por el vaso está formado por una vaguada con sentido Norte-Sur, correspondiente al Arroyo de la Hoyera que abandona la parcela por el punto medio de su límite Sur, cruzando posteriormente bajo la infraestructura ferroviaria del AVE.

Esta vaguada situada más hacia el oeste, recoge las aguas procedentes de la cuenca situada aguas arriba del Camino de La Becerra.

Con el fin de drenar las aguas superficiales que vienen de las parcelas limítrofes y que son interceptadas por las infraestructuras, así como las que deberán evacuarse una vez sea sellado el vertedero, se dota de una cuneta de hormigón en el perímetro del vial perimetral, así como de unas cunetas en tierras a pie de los taludes de los terraplenes proyectados.

Para el drenaje de la parte izquierda (N-O) del vaso, se aprovecha la cuneta trapezoidal existente en el camino perimetral del vertedero actualmente en uso (Fase III).



Se mantiene la misma sección y forma en la cuneta de hormigón que la proyectada originalmente:

7.7. DIQUE DE CONTENCIÓN Y CIERRE DEL VASO DE VERTIDO

El dique de contención y cierre tiene 9 m de anchura en coronación, en lugar de los 7 m previstos en el proyecto inicial, con objeto de instalar un cerramiento de 5 m de altura para evitar volados en la línea del AVE.

Su talud exterior tiene una pendiente de 3:1, con bermas de 6 m de anchura cada 6 m de altura y está revestido de tierra vegetal con la posterior hidrosiembra para mejorar su comportamiento a posibles erosiones.

7.8. CAMINO DE ACCESO, PERIMETRAL Y PLATAFORMAS PARA EXPLOTACIÓN

Se mantiene el camino perimetral de mantenimiento del vaso previsto en el proyecto primitivo, pero con un rediseño del trazado para minimizar los tramos en curva y las pendientes. La anchura se proyecta de 7 m salvo en el tramo sobre el dique, que se amplía a 9 m para poder ejecutar el vallado de contención de volados de 5 metros de altura.

Las características son:

- Longitud: 702,57 m
- Paquete de firme:
 - Entronque vial perimetral y camino de servicio existente: 30 cm de zahorra artificial + 23 cm de hormigón vibrado HP-3'5.
 - Resto: 30 cm de zahorra artificial + 21 cm de hormigón vibrado HP-3'5.

7.9. CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO DEL BIOGÁS

El sistema para la captación y extracción del biogás producido por los residuos depositados en el vaso se plantea de la misma forma que en el vertedero actual, y se irá desarrollando según avance la explotación del vertedero y relleno de las zonas de vertido durante las fases de funcionamiento.

La descripción las actuaciones previstas se recogen en el apartado 12.3 y 12.4. Desgasificación y aprovechamiento energético del biogás.

7.10. SELLADO DEL VERTEDERO

Como etapa final de la explotación del vertedero, una vez alcanzada la cota final de diseño del mismo, se procederá al sellado de la zona en la que se ha completado la explotación mientras se continúa con la explotación de la siguiente fase. El sellado del vertedero se irá realizando así según avance la explotación y el relleno de las zonas de vertido. La descripción de las actuaciones de sellado previstas se recoge en el apartado 13 Procedimiento de clausura y mantenimiento posterior.

8. ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL AUMENTO DE COTA.

El cuadro siguiente muestran los coeficientes de seguridad mínimos para perfil considerado y según los diferentes métodos de análisis aplicados y que se desarrollan en el Anejo N° 1 de la presente Memoria

CONJUNTO MASA DE VERTIDOS Y DIQUE (ESTABILIDAD GLOBAL)				
Perfil de Cálculo	Coeficiente de Seguridad de cálculo			FS mínimo
	Bishop	Jambu	Morgensten-Price	
Sección SC01: máxima altura de vertidos	1,553	1,565	1,552	1,50
Sección SC02: máxima altura de dique	1,652	1,651	1,653	
Sección SC03: línea de máxima pendiente de residuos	1,551	1,537	1,551	

9. ESTUDIO DE GENERACIÓN DE BIOGAS

En el anejo N°2 del presente proyecto, se calcula el aumento de la generación de biogás debido al aumento del volumen y se analiza si las instalaciones actuales son capaces de absorber dicho incremento, con las conclusiones son las siguientes.

El valor de biogás generado para el año 2021 teniendo en cuenta la ampliación de cota proyectada resulta un 6,72% superior al estimado en el caso de que la finalización de la fecha de vida útil de la fase IV sea 2020.

Según datos facilitados por el explotador de las instalaciones en el periodo 2012 – 2015 se gestionaron volúmenes de biogás superiores a los estimados para el máximo a alcanzar con el aumento de cota (19.519.135,00 m³ en 2021).

Se estima, por tanto, que el aumento de cota proyectado de la fase IV no debe suponer problema alguno para la gestión del biogás que se generará en el ejercicio 2021 (valor máximo) o en años posteriores.

Teniendo en consideración, que la Central de Combustión tiene la función de quemar el excedente de biogás y que consta de dos antorchas de combustión en paralelo, con una capacidad de 2000 y 1500 Nm³/h respectivamente y que la producción máxima de biogas con el recrecido es de 19.519.135,00 m³/año (2.228,21 m³/h), se concluye que la capacidad de las antorchas es muy superior a la producción máxima estima.

10. ESTUDIO DE GENERACIÓN DE LIXIVIADOS

En el anejo N°3 del presente proyecto, se calcula el aumento de la generación de lixiviados debido al aumento del volumen y se analiza si las instalaciones actuales son capaces de absorber dicho incremento, con las conclusiones son las siguientes.

A la vista de los datos meteorológicos registrados, podemos concluir que dichas condiciones meteorológicas, contribuyen a minimizar la generación de lixiviados.

Tras los cálculos teóricos, se ha comprobado una situación teórica de déficit hídrico para el periodo comprendido octubre de 2020 a septiembre de 2021. El balance hídrico teórico del sistema es negativo $PE < ETP$; por tanto, la entrada principal de agua en el sistema es debida a la humedad que contiene el propio residuo (dato extraído de las caracterizaciones realizadas en el residuo).

En el supuesto 1, para la situación de partida (a cota 884 m.s.n.m), se estimado un incremento del volumen de lixiviados debido a los residuos depositados de enero a octubre de 2020 de 16.663 m³.

A partir de aquí (supuesto 2), se ha solicitado la ampliación de uso del depósito hasta la cota 899 m (octubre 2021). Se ha calculado el incremento del volumen total de 22.439,5 m³.

Como la tipología del residuos durante todos estos años es similar, consideramos un mismo contenido en humedad y un mismo parámetro “agua de perdida” (AP), por lo que el incremento de cota supondrá únicamente un aumento del 10% del volumen total de lixiviado extraído durante los años de explotación y posterior gestión post-clausura.

Cabe reseñar que la generación de lixiviados seguirá produciéndose durante varios años una vez haya sido clausurado el vaso de vertido, dado que por compactación y asentamientos, la masa de residuos seguirá perdiendo parte de su humedad en forma de lixiviados pese a no entrar agua nueva en el sistema en forma de precipitación o contenida en nuevos residuos

11. MODELO DE LLENADO Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

11.1. ANTECEDENTES

El inicio de la explotación de la Fase IV comenzó el **25 de Noviembre de 2011**.

En el inició la explotación, el área de actuación del depósito tenía dos Fases. La Fase III estaba sellada, excepto el talud que servirá de apoyo al llenado de la Fase IV que se encontraba pre-sellado con tierras. La Fase IV contigua e independiente se encontraba parcialmente llenado de residuos.

Actualmente se está explotando las Fase IV, apoyándose sobre el talud pre-sellado en tierras de la Fase III. La cota de explotación actual es la 875 m.

Se realizó un levantamiento topográfico a fecha 15 de Abril de 2015 de la situación de los residuos de todo el área de ocupación de las Fases III y IV.

11.2. COTAS MÁXIMAS DE VERTIDO.

Como cota máxima del sellado, se toma la cota 889 m, 15 metros por encima de la cota máxima autorizada en la Autorización Ambiental Integrada de la instalación.

El incremento de capacidad obtenido en esta nueva ampliación será de 315.467 m³. La morfología cumplirá la adecuación para el correcto drenaje y explotación, cumpliéndose además el requisito de no superar el 50% del volumen total de la Fase IV ya que supone el 11 % de su capacidad total.

11.3. MODELO DE LLENADO

Las condiciones relativas al diseño del modelo de llenado de la Fase IV y su ejecución mediante el Plan de Explotación han tenido en cuenta la Autorización Ambiental Integrada (AAI) del conjunto de las instalaciones, emitida por la Comunidad de Madrid, en base al Plan de Vigilancia Ambiental de Explotación del depósito controlado.

Se mantienen los mismos criterios de modernización y mejora de la explotación de la Fase IV en base a la experiencia de Urbaser en numerosos vertederos de distinta tipología (R.S.U., Residuos Industriales Peligrosos y no peligrosos, vertederos RCD's y de cenizas).

Mediante el programa **ISTRAM**, Software de Ingeniería Civil, se ha realizado el diseño del modelo de llenado, cálculo de volúmenes y planos.

El diseño del modelo de llenado proyectado consigue:

- Asegurar la estabilidad de los taludes a la vez que la ejecución y conservación de los mismos.
- Maniobrabilidad y funcionalidad durante la explotación, sellado e inspección del vaso.
- Control de recogida y drenaje de los lixiviados durante la explotación y llenado del vaso
- Control de recogida, drenaje y evacuación de las aguas pluviales de escorrentía e infiltración una vez sellado el vaso.

- Control e inspección de la desgasificación vertical.
- Planificación de las fases/etapas de explotación y su ejecución.

El modelo de llenado proyectado tiene una superficie 3D de 157.100 m²

Sección tipo del talud perimetral

Para diseñar adecuadamente la geometría estable de los taludes de un vertedero es imprescindible tener en cuenta las propiedades mecánicas específicas del residuo. Según la mecánica de suelos clásica, la resistencia al corte de los residuos debe describirse por los parámetros de cohesión (c) y ángulo de rozamiento interno (Φ), según el criterio de rotura de Mohr-Coulomb. Estos parámetros están relacionados con las condiciones límite de rotura.

Los mecanismos de deslizamiento se han asumido en base al criterio de rotura de Mohr – Coulomb, donde la resistencia a cizalla o corte tangencial (t) a lo largo de un plano dado es función del esfuerzo normal al plano (σ_n), considerando un ángulo de fricción “aparente” (Φ) y una cohesión “aparente” (c):

$$\tau = c + \sigma_n \cdot (tg\phi)$$

La estructura de “suelo reforzado” configura a los residuos una resistencia friccional, en función de un ángulo de rozamiento dado, y una cohesión, que se deduce, no sólo analíticamente mediante ensayos, sino también empíricamente, dado que las excavaciones realizadas en vertederos muestran paredes verticales estables incluso para alturas significativas, lo que implica la existencia de una cierta componente cohesiva, aunque esta sea una entretejido entre materiales fibrosos y asimilables a granulares. Aunque esta cohesión no sea exactamente el término utilizado en mecánica de suelos, como fuerza ejercida entre partículas por atracciones y enlaces químicos, si ejerce una función semejante el entrelazado de diversos tipos de fibras sobre una matriz, permitiendo al material resistir deformaciones al corte mayores que tales deformaciones para suelos en la resistencia de pico. Es básicamente una resistencia a tracción de estos “elementos fibrosos”.

Experiencias en vertederos, donde se vierte basura bruta sin compactación, demuestran que taludes del orden 2H:1V resultan perfectamente estables, lo que supondría una resistencia al corte cuyo valor mínimo sería:

$$\operatorname{tg} \phi' = \frac{V}{H} = \frac{1}{2} \rightarrow \phi' = 26,5^\circ$$

La sección tipo es la siguiente:

- Talud 2H:1V entre bermas y altura máxima 10 m.
- Ancho de bermas 6 m y peralte interior del 4%.
- Talud medio envolvente 2,66H:1V.

El talud de los residuos está retranqueado una distancia de 3,40 m respecto a la “Cuneta Perimetral” interior del vial perimetral. Este retranqueo permitirá disponer de espacio para la colocación de todas las capas de impermeabilización del sellado.

Rampas y Bermas

El modelo de llenado tiene 8 bermas. El trazado es una secuencia de tramos rectos y curvos de radio mínimo en el interior 30 m. Anchura 6 m. Pendiente longitudinal mínima del 2 % y transversal del 4% hacia el interior que garantiza de forma controlada el drenaje y evacuación de los lixiviados dentro de la Celda y de las aguas pluviales hacia el exterior una vez sellada la Celda 3. Además, se asegura que los lixiviados en superficie no se filtran en aquellas zonas donde se producen asentamientos del residuo, o bien, no bajen por los taludes perimetrales.

Estas son las siguientes:

- Bermas 1, 2, 3 y 4: entrada/salida desde el vial perimetral del vertedero y desde las bermas de la Fase III.
- Bermas 5 y 6: entrada/salida desde la rampa principal y desde las bermas de la Fase III.

Desde el vial perimetral del vertedero se ha diseñado una rampa que permiten acceder a las bermas y alcanzar la altura en coronación. Pendiente longitudinal máxima del 8 % para garantizar la subida de camiones en las condiciones más desfavorables

El trazado es una secuencia de tramos rectos y curvos de radio mínimo en el interior 40 m y pendiente transversal del 4% hacia el interior. Explanada de 10 m de ancho con 7 m de firme en zahorras y cuneta en su lado interior.

Coronación

La plataforma de coronación de la Fase IV alcanza la cota máxima de llenado d 899 m. Pendiente longitudinal del 4 % de bajada hacia la rampa que garantiza de forma controlada el drenaje y evacuación de los lixiviados dentro de la Fase IV y de las aguas pluviales hacia el exterior una vez sellado.

De igual manera que en bermas, se asegura que los lixiviados en superficie de coronación no se filtran en aquellas zonas donde se producen asentamientos del residuo, o bien, no bajen por los taludes perimetrales.

Paquete de Impermeabilización del Sellado

En plataforma el paquete de impermeabilización de sellado en el orden de colocación de cada una de las capas es el siguiente:

- material de relleno de préstamo areno-arcilloso de cubrición y regularización de pendientes. Espesor variable, mínimo de 50 cm.
- capa drenante de gases. Grava drenante (25/40) de 25 cm de espesor entre dos geotextiles.
- lámina de impermeabilización. Geomembrana de PEAD de 1 mm de espesor y lisa
- capa drenante de aguas. Capa drenante (25/40) de 25 cm de espesor entre dos geotextiles.
- cobertura. Capa de cobertura de 80 cm de espesor compuesta de 50 cm de material inerte y 30 cm de una capa de tierra vegetal.

En taludes y bermas el paquete de impermeabilización de sellado en el orden de colocación de cada una de las capas es el siguiente:

- material de relleno de préstamo areno-arcilloso de cubrición y regularización de pendientes. Espesor variable, mínimo de 50 cm.
- capa drenante de gases. Geocompuesto drenante constituido por geored flexible (PEAD) de 6 mm de espesor situado entre dos geotextiles.
- lámina de impermeabilización. Geomembrana de PEAD lisa de 1 mm de espesor, lisa y texturizada en ambas caras.
- capa drenante de aguas. Geocompuesto drenante constituido por geored flexible (PEAD) de 5 mm de espesor.

- cobertura. Capa de cobertura de 80 cm de espesor compuesta de 50 cm de material inerte y 30 cm de una capa de tierra vegetal.

El sistema de cierre del sellado del vaso será por “embolsamiento” del residuo. Es decir, se hará el solape de las capas del paquete de impermeabilización de la excavación del vaso con respecto a las capas de impermeabilización del sellado, de tal forma, que coincidan capas de igual material y/o funcionalidad.

11.4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

La geometría definida en el modelo de llenado proporciona ventajas tanto en fase de explotación, como en el mantenimiento post-clausura una vez sellado el vertedero.

Taludes

En taludes perimetrales de menor superficie, desarrollo y altura:

- se produce menos erosión y se elimina la aparición de grietas y cárcavas, en donde se puede llegar a ver los residuos y/o la lámina.
- se mejora el acceso y funcionalidad en las labores de mantenimiento del talud durante la explotación, posterior sellado y revegetación y conservación del mismo.
- la superficie del talud es menor y la acumulación de agua superficial y/o infiltrada (lixiviados en explotación o lluvia en el sellado) es de menor cuantía y la evacuación más rápida, evitando la colmatación del propio talud en la capa de cubrición de tierras o bien en las capas de impermeabilización del sellado.
- la colocación de las tierras de cubrición y las capas del paquete de impermeabilización del sellado, se realiza de manera más rápida y segura. Se puede actuar desde el pie y/o la cabeza del talud utilizando maquinaria ligera.
- se eliminan soldaduras y solapes en la colocación de los materiales geosintéticos, al no superar el rollo del material la longitud del desarrollo del talud.
- se consigue una mejor compactación del talud mediante tierras de cubrición, quedando así la zona pre-sellada o sellada definitivamente. En taludes hasta 10-12 m de altura e inclinación máxima 2H:1V se puede trabajar con maquinaria pesada.

- se minimiza la propagación de un incendio, al poder llegar y actuar de manera más rápida y eficaz en el foco del fuego.

Bermas

El escalonamiento de los taludes mediante bermas intermedias:

- elimina la continuidad de un único talud de gran superficie, desarrollo y altura.
- permite el acceso e inspección de todo el vertedero de forma permanente y así realizar las labores de conservación de las propias bermas, taludes y redes en fase de explotación y posterior sellado
- actúa de cortafuegos en pequeños incendios, además de facilitar su acceso y extinción.
- intercepta los lixiviados que discurren por la propia berma y los que puedan llegar del talud superior durante la explotación del vertedero.
- favorece el funcionamiento de la red de lixiviados durante la fase de explotación. Las bermas tienen pendiente longitudinal $>2\%$ y transversal hacia el interior del 4% que permiten de forma controlada mediante cuneta de tierras la recogida, drenaje e infiltración de los lixiviados hacia el interior del vaso evitando así el encharcamiento de las propias bermas y la erosión de taludes inferiores.
- intercepta las aguas de lluvia de escorrentía e infiltración de la propia berma y del talud superior cuando el vertedero está sellado.
- favorece el funcionamiento de la red de pluviales cuando el vertedero está sellado y clausurado. Las bermas tienen pendiente longitudinal $>2\%$ y transversal hacia el interior del 4% que permiten de forma controlada mediante cuneta de hormigón la recogida, drenaje y evacuación de las aguas de lluvia al exterior del vaso evitando así el encharcamiento de las propias bermas y la erosión de taludes inferiores.
- elimina la utilización de bajantes en el talud sellado al poderse evacuar las aguas únicamente por las bermas y/o rampas. Estos elementos constructivos apoyados en un talud en continuo movimiento por la degradación y asentamiento de los residuos, se deterioran a lo largo del tiempo y provocan la

aparición de grietas y cárcavas. De esta manera, la red de pluviales es más sencilla, funcional y de fácil mantenimiento y conservación.

- en ocasiones, las bermas pueden actuar como viales de carril único de acceso a la plataforma de vertido en una determinada fase de explotación, favoreciendo la operatividad de los vehículos.

Rampa

Las rampas en el vertedero:

- están diseñadas con radió mínimo interior de 40 m y pendiente máxima del 7%, que permiten de forma segura la subida de los vehículos con carga hasta el frente de vertido.
- en zonas de intersección con las bermas se reduce la pendiente al 3% para facilitar la maniobra de los vehículos en la entrada/salida de las bermas.
- durante la explotación, y una vez los residuos superen en altura la rasante del vial perimetral, permiten el acceso de subida/bajada de vehículos ligeros y pesados hasta cada una de las plataformas que se van generando según se va llenando el vertedero hasta alcanzar la coronación.
- sirven como vial principal de subida/bajada a coronación y acceder a las bermas perimetrales de inspección del vertedero sellado.
- actúan de cortafuegos en pequeños incendios, además de facilitar su acceso y extinción de forma rápida y segura.
- interceptan los lixiviados que provienen de las cunetas de las bermas, los que discurren por la propia rampa y del talud superior durante la explotación del vertedero.
- favorece el funcionamiento de la red de lixiviados durante la fase de explotación. La pendiente longitudinal del 7% y transversal hacia el interior del 4%, permiten de forma controlada mediante cuneta de tierras la recogida, drenaje y evacuación de forma rápida de los lixiviados hacia el interior del vaso, evitando así el encharcamiento de las propias bermas y la erosión de taludes inferiores. En el borde e interior del vaso y perimetralmente, se deja una cuneta de guarda que recoge los lixiviados de las cunetas de las rampas y que finalmente se infiltran en el vaso.

- intercepta las aguas de lluvia de escorrentía e infiltración que provienen de las cunetas de las bermas, los que discurren por la propia rampa y del talud superior cuando el vertedero está sellado.
- favorece el funcionamiento de la red de pluviales cuando el vertedero está sellado y clausurado. La pendiente longitudinal del 8% y transversal hacia el interior del 4% permite de forma controlada mediante cuneta de hormigón la recogida, drenaje y evacuación de forma rápida de las aguas de lluvia al exterior del vaso evitando así el encharcamiento de las propias bermas y la erosión de taludes inferiores.
- al igual que en las bermas, elimina la utilización de bajantes en el talud.

Coronación

El diseño de la coronación del vertedero tiene en cuenta:

- pendiente mínima del 4%. De producirse asentamientos en la tapa, se garantiza el drenaje superficial en toda la superficie.
- dirección de evacuación de los lixiviados y/o aguas de pluviales directamente hacia las rampas de bajada y evacuación.
- cuneta perimetral en el borde de la coronación, para garantizar que no puedan bajar lixiviados/aguas de lluvia por el talud.
- anchura mínima en coronación de 25 m facilita la maniobra de los vehículos durante la explotación y posterior sellado.

11.5. PLAN DE EXPLOTACIÓN

Para garantizar el aprovechamiento máximo de los recursos destinados a las labores de explotación del vertedero se ampliará el Plan de Explotación en base al estudio y diseño del modelo de llenado.

La colocación de los residuos en el vertedero se hará conforme a los requisitos establecidos en la AAI en vigor y de tal manera que garantice la estabilidad de la masa de residuos y estructuras asociadas, en particular para evitar los deslizamientos.

Tipología del residuo

El depósito controlado solo admite residuos municipales y asimilables a urbanos procedentes de la Zona Noroeste de la Comunidad de Madrid.

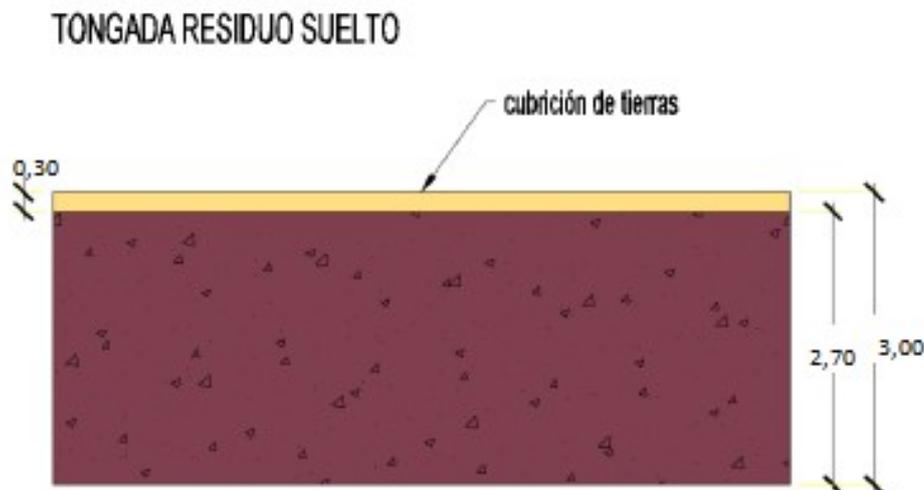
Este residuo es depositado en la Fase IV como material suelto.

Frente de avance

El método de explotación es por tongadas compactadas de residuo suelto. El espesor de tongada es de 2,70 m con 30 cm de tierras de cubrición.

El avance de la tongada en el frente de vertido se ejecuta mediante vertido y compactado de residuo suelto, en donde los últimos 30 cm corresponden a las tierras de cubrición. El vaciado de los camiones se realiza desde la plataforma superior. La maquinaria compacta el residuo desde la cabeza al pie del talud de avance que tiene una inclinación máxima de 18° y llevando en todo momento un ancho mínimo de 30 m en el frente de avance.

Según crece en altura el vertedero, el residuo suelto debe ser distribuido de forma uniforme en todas las tongadas, para así conseguir un vertedero con una densidad más homogénea.



Una vez compactado el residuo y conformada la altura de tongada se cubren diariamente los residuos con tierras.

El acceso desde el vial perimetral hasta el frente de avance es por medio de la rampa de subida y bermas perimetrales conformadas en las tongadas inferiores.

Se dispone en todo momento de una “Plataforma húmeda de descarga”, próxima a la rampa de subida y que es utilizada en época de lluvias cuando no es posible el acceso de los camiones hasta el frente de avance.

Seguimiento de la Explotación

Se llevará un seguimiento topográfico del modelo de llenado mediante el replanteo de cada una de las tongadas, incluyendo rampas de acceso, bermas y taludes perimetrales y así garantizar su correcta ejecución. De esta manera, se irá rectificando el modelo ejecutado, buscando una mayor aproximación al modelo teórico.

De forma permanente se irá comprobando los asentamientos que se vayan produciendo en el vertedero y rectificando el modelo ejecutado, buscando una mayor aproximación al modelo teórico.

Antes de la colocación de las capas del paquete de impermeabilización del sellado, y de ser necesario por asentamientos puntuales, se regularizará de nuevo el terreno mediante tierras de cubrición para conseguir las pendientes finales del modelo.

11.6. CONTROL DE ASENTAMIENTOS

De acuerdo al Plan de Vigilancia y Control de la AAI, el Plan de Explotación de la Fase IV tendrá en cuenta la implantación de puntos de control topográfico una vez sellado el vertedero para el conocimiento del asentamiento del nivel del vaso de vertido.

Los puntos de control estarán situados en el dique de contención, bermas y coronación de residuos a lo largo de una línea imaginaria perpendicular a los taludes perimetrales del vertedero. La frecuencia mínima de medición será semestral.

11.7. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL VASO DE VERTIDO

De acuerdo al Plan de Vigilancia y Control de la AAI, el Plan de Explotación de la Fase IV tiene en cuenta las mediciones y certificaciones que proporcionan datos necesarios para la descripción del vertedero, superficie ocupada por los residuos, disposición de estos en el vaso de vertido y la evolución del volumen durante la explotación del vertedero.

La frecuencia de medición es trimestral en Fase de Explotación y no exigida en Post-clausura.

12. MATERIAL DE COBERTURA. CUANTIFICACIÓN Y PROCEDENCIA

El material de cobertura diario para tapar los residuos depositados en la celda IV, se cuantifica en un 17% del volumen total, lo que significa que de los 315.467 m³ de recrecido, 45.837,09 m³ son de tierras de cobertura y 269.629,91 m³ son de residuos.

Respecto a la procedencia del material, no es posible identificar de forma concreta el origen de dicho material, ya que hasta la fecha se este material llega a vertedero de vaciados y desmontes de obras adyacentes y del acopio existente junto a la planta de envases.. Se espera que para el recrecido se proceda de la misma forma que hasta la fecha.

13. MEDIDAS DE PREVENCIÓN-REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

13.1. PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA

13.1.1. PREVENCIÓN NUBES DE POLVO

La norma de referencia será el RD 102/2011, de 28 de enero.

C. Valores límite de las partículas PM10 en condiciones ambientales para la salud

	Período de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento
1. Valor límite diario.	24 horas.	50 µg/m ³ , que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año.	50% (1).	En vigor desde 2005 (2).

Valores límite de partículas PM₁₀ del RD 102/2011

Con la intención de atenuar en todo lo posible la aparición de partículas en suspensión que deterioren la calidad del aire y evitar la presencia de polvo se adoptarán las medidas preventivas que se enumeran a continuación a lo largo de las tres etapas del proceso de gestión de los residuos para su eliminación en vertedero. Es importante observar que los criterios de operación se establecen y ajustan, según las condiciones climáticas.

Las tres principales etapas de proceso son el transporte de los residuos hasta la zona de vertido, el depósito de éstos y las operaciones de cobertura de la masa de residuos previamente compactada.

Es fundamental para minimizar las emisiones de polvo, el correcto acondicionamiento y mantenimiento de las vías de acceso y de los viales de circulación de vehículos y maquinaria. Parte de estos viales están pavimentados, a otros se le adiciona en función de las necesidades material adecuado (grava, zahorra), y otros, se procura que estén siempre bien compactados.

Otras medidas que se adoptan para reducir las emisiones de partículas en suspensión es proceder al riego de los caminos de acceso, zonas de paso y pistas de tránsito (mediante camión cuba), realizar la limpieza del material acumulado para despejar pasos y minimizar los recorridos de los equipos de trabajo y los vehículos que acceden en la instalación.

Se garantizará que el mantenimiento de los accesos es el adecuado, de forma que los caminos de acceso a las distintas zonas de vertido se mantienen, en todo momento, en condiciones adecuadas de tránsito para los vehículos que transportan los residuos. Para ello se procede regularmente a su bacheado y posterior nivelación, también en caso necesario a su compactación.

Para evitar la formación de polvo que dificulte la visibilidad se efectuará el riego con agua por medio de un camión cuba, la frecuencia aproximada de riego, se establecerá en función de las condiciones meteorológicas. Durante el periodo de verano, los riegos de las pistas y de la plataforma de vertido se efectuarán como mínimo 2 veces al día, una por la mañana y otra a mediodía, en ausencia de lluvias.

Una humedad relativa alta se correlaciona directamente con niveles bajos de polvo atmosférico, debido a la deposición de las partículas de polvo PM_{10} en suspensión en el aire, pues ganan masa por acoplamiento de partículas de agua de la atmósfera hasta acabar precipitando al suelo. Diversas publicaciones sitúan en torno al 70% el cambio más pronunciado en la curva de correlación entre las variables *Concentración en aire de partículas PM_{10} y Humedad Relativa del aire*¹.

¹ ROJANO ET AL. 2012. Effect of relative humidity in determining PM10 using a DataRam 4 in coastal region of Colombia. *Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia*. Vol. 35, Nº 2, 204 - 212.

Bajo condiciones atmosféricas de humedad relativa superior al 70% y/o lluvias, el polvo generado por la actividad y el tráfico de pesados en la explotación se ve minimizado al ser arrastradas al suelo las partículas de polvo en suspensión por incremento de su masa mediante la condensación de agua. Este valor, obtenido diariamente de la estación meteorológica de las instalaciones entre las 12:00 y las 14:00 horas (hora local), se tomará como referencia general para aplicar la orden de riego de los viales de tránsito.

Para evitar la generación de polvo desde las cargas, los vehículos de caja cerrada con compuertas abatibles deberán circular con éstas completamente cerradas y empleando todos los mecanismos de sujeción y seguridad de que éstas dispongan.

Los vehículos de caja abierta deben llevar lonas o redes que eviten el derrame de materiales en el recorrido hasta el frente de vertido.

Otras medidas encaminadas a minimizar la generación de partículas en suspensión, que se ejecutarán durante la explotación del servicio y que afectarán al trasiego del material de cobertura con el que diariamente se cubran los residuos son las siguientes:

- Protección de los materiales de la acción del viento.
- Instalación de pantallas o barreras cortavientos naturales o artificiales cuando sea preciso por las condiciones climatológicas.
- Recubrimiento con lonas o coberturas de otro tipo.
- Reducción de la superficie expuesta al viento.
- Reducción al máximo de la altura de los acopios del material de cobertura.
- Mantenimiento del material en acopio con un grado de humedad suficiente para evitar la formación de polvo.

AL-TAAI Y COL. 2016. The Influence of Relative Humidity on Concentrations (PM₁₀, TSP) in Baghdad City. *Modern Environmental Science and Engineering*, Vol. 2, No. 2, pp. 111-122.

LOU, C. Y COL. 2017. Relationships of relative humidity with PM_{2.5} and PM₁₀ in the Yangtze River Delta, China. *Environ. Monit. Assess.* 189(11): 582.

HERNÁNDEZ, G. Y COL. 2017. Temperature and Humidity Effects on Particulate Matter Concentrations in a Sub-Tropical Climate During Winter. *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering*, Vol. 102, pp. 41-49.

- Construcción y estabilización de las pistas internas y accesos principales con materiales adecuados.
- Utilización de un sistema de retirada del barro de los neumáticos y bajos de todos los vehículos antes de acceder a las carreteras, preferentemente antes de la salida del depósito cuando las condiciones climatológicas así lo requieran.
- Adecuación de la velocidad de circulación de los vehículos por los caminos, y establecimiento de una adecuada planificación de los desplazamientos, limitándose a las áreas estrictamente necesarias.
- Riego, en los momentos que resulte preciso y con la periodicidad adecuada, de los viales que se utilizan y del material apilado antes de su carga, así como todas las superficies expuestas al viento y zona de acopio de tierras.
- Acondicionamiento de los camiones que transportan el material de manera que se impida la dispersión de dicho material por acción del viento.
- El tiempo que transcurra entre el final del vertido y el comienzo de la revegetación será el menor posible.
- Compactación de los residuos, para evitar el arrastre de partículas sólidas en el frente de vertido.
- Mantenimiento periódico de los vehículos.
- Minimización de los movimientos de vehículos.

13.1.2. CONTROL DE RUIDO AMBIENTAL

En la gestión del vertedero se controlarán las emisiones acústicas, identificando las actividades potencialmente contaminadoras, y considerando la legislación existente que aplica a nivel nacional, se establecerá un control de la presión sonora y un calendario de mediciones para conocer el nivel de ruido ambiental y verificar la conformidad con los límites fijados por la normativa en vigor de aplicación.

En cuanto al *RUIDO POR INSTALACIONES Y MAQUINARIA*:

Los equipos de trabajo utilizados en el vertedero llevarán el marcado CE y la indicación de nivel de potencia acústica garantizado y dispondrán de la declaración CE de conformidad, cumpliendo las disposiciones del Real Decreto que rige la normativa sobre el uso de máquinas al aire libre. Los vehículos de tracción mecánica usados en la explotación del servicio tendrán buenas condiciones de funcionamiento del motor, la transmisión, la carrocería, y demás elementos capaces de producir ruidos y vibraciones, y especialmente los silenciadores. Se ejecutará de

forma sistemática el Plan de Mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y se dispondrá de registros para su evidencia documental. Se controlará que los vehículos circulen en todo momento a velocidad moderada.

Por otro lado, también se verificará que los camiones y la maquinaria se encuentren en perfecto estado de puesta a punto y al día en su inspección técnica.

Los vehículos se someterán obligatoriamente a la inspección técnica periódica en los plazos señalados, en una estación ITV expresamente autorizada a tal fin por el órgano competente de la Comunidad Autónoma de Madrid. La ITV se hará de acuerdo con la siguiente frecuencia:

- Vehículos de uso privado dedicados al transporte de personas, con capacidad de hasta 9 plazas incluido el conductor (excluidas motocicletas y ciclomotores). Antigüedad hasta 4 años: exento, de 4 a 10 años: bienal, más de 10 años: anual.
- Vehículos y conjunto de vehículos dedicados al transporte de mercancías de PMA 3,5 Tm. Antigüedad hasta 2 años: exento, de 2 a 6 años: bienal, de 6 a 10 años: anual, más de 10 años: semestral.
- Vehículos dedicados al transporte de mercancías o cosas, de PMA mayor. Antigüedad hasta 10 años: anual, de más de 10 años: semestral.
- Vehículos especiales destinados a obras y servicios y maquinaria autopropulsada, con exclusión de aquellos cuya velocidad por construcción sea menor de 25 km/h. La antigüedad del vehículo será computada a partir de la fecha de matriculación que consta en el permiso de circulación.

Todos los vehículos que hayan superado favorablemente la ITV deberán llevar el distintivo indicado en el RD 1.987/85 de 24 de septiembre. Igualmente deberán llevar el último informe de inspección.

Con estas pautas se dará cumplimiento a lo establecido en el RD 212/2002, de emisiones sonoras por máquinas de uso al aire libre, arts. 2.2, 4.1, 7.1, 7.2,8 y 10, Anexos I, II y X; a la Ley 37/2003, de ruido, art.12.5; al RD 524/2006, de emisiones sonoras por máquinas de uso al aire libre, art. único.1; al RD 1.367/2007, de ruido, art. 22, al RD 1.644/2008, de máquinas, art. 12, 16 y Anexos I (1.5.8, 1.5.9., 1.5.13) y II; al Decreto 55/2012, por el que se establece el régimen legal de protección

contra la contaminación acústica en la Comunidad de Madrid (arts. 1, 2), así como la O.M. de Protección contra la contaminación acústica de Colmenar Viejo, art. 24.

En cuanto al *RUIDO POR ACTIVIDAD*:

Se realizará, con la periodicidad que se establezca en la AAI, un informe de ruido mediante mediciones in situ por parte de entidad acreditada por ENAC.

Los valores límite de referencia serán:

Tipo de área acústica	Referencia según periodo descriptor empleado L_{KAeq5s}		
	Día	Tarde	Noche
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	65	65	55

Niveles sonoros límite para actividades

Acorde con lo establecido en el RD 1.367/2007, se considerará que se respetan los valores límite de inmisión de ruido establecidos cuando ningún valor medido del índice $L_{K_{eq,Ti}}$ supere en 5 dBA los valores fijados en la correspondiente tabla anterior. Este índice considera penalizaciones de hasta +9 dBA sobre el nivel medido por componentes tonales, de baja frecuencia o impulsivos.

Los valores horarios de comienzo y fin de los distintos periodos temporales de evaluación serán: periodo día (“d”) de 7.00 a 19.00; periodo tarde (“e”) de 19.00 a 23.00 y periodo noche (“n”) de 23.00 a 7.00 (acorde con el RD 1.367/2007, anexo I.A. punto 1.b).

Se observarán y adoptarán las medidas oportunas para adecuar los niveles de ruido producidos por la maquinaria y equipos necesarios para el funcionamiento de las instalaciones con el objetivo de proteger a las explotaciones ganaderas situadas en el entorno de esta.

13.1.3. CONTROL DEL BIOGÁS

La norma de referencia para la calidad del aire es el RD 102/2011.

Fundamentalmente existen tres motivos por los que es necesario realizar un control de las inmisiones atmosféricas en un vertedero:

- La seguridad: el biogás es un gas que puede llegar a ser peligroso en determinadas condiciones, provocando asfixias, es inflamable, puede provocar explosiones e incluso situaciones de toxicidad.

- Protección medioambiental: el biogás generado en vertederos es una de las fuentes más importantes de emisiones de metano a la atmósfera, uno de los principales gases causantes del efecto invernadero. Además, su migración lateral por el subsuelo puede afectar a la vegetación de las zonas aledañas a los vertederos provocando clorosis y defoliación.
- Recuperación de energía: El biogás es una buena fuente de energía que permite la producción de electricidad.

El movimiento del biogás está afectado, principalmente, por dos fenómenos físicos:

- La difusión. Siguiendo la ley de Fick, es la tendencia de un fluido a distribuirse homogéneamente en un volumen, desplazándose de las zonas de mayor concentración a las de menor concentración.
- La convección. De acuerdo con la ley de Darcy, representa el movimiento de un fluido en respuesta a gradientes de presión.

El biogás migra preferentemente de manera vertical a través de la superficie del vertedero, debido a su permeabilidad. Cuando las coberturas de tierras y/o el sellado final del vaso impiden este movimiento vertical se pueden producir migraciones laterales del biogás aflorando a cientos de metros del vertedero, con los peligros consiguientes. Por ello, es de gran importancia un buen dimensionamiento y diseño de la red de captación de biogás, ya sea para su aprovechamiento energético o simplemente para la desgasificación de la masa de residuos.

Por estos motivos, se realizará un control semestral de inmisión en aire en los mismos puntos de control establecidos actualmente por la AAI vigente del DCR, incluyendo la zona de explotación objeto de estudio.

Los parámetros que analizar en cada una de las campañas será los siguientes: CH₄, H₂S, NH₃ y Partículas en suspensión.

Las campañas tendrán una duración de 4 días. Las medidas se realizarán a ras del suelo mediante la utilización de sensores de IR, catalíticos o electroquímicos. Se obtendrán tres muestras de 24 horas de duración en cada punto de muestreo y para cada parámetro.

Mantenimiento y control de las instalaciones de recogida de gases

La minimización en la generación de gases será ejecutada mediante:

- El mantenimiento del sistema de desgasificación consistente en el recrecido, sellado y excavación de los actuales pozos de captación. La labor de recrecido consistirá en prolongar los diferentes pozos de captación, al objeto de aumentar la cota de estos, conforme se extiendan las sucesivas capas de residuos.
- La realización de nuevos pozos si se considera necesario para la correcta extracción del biogás generado en el vertedero.
- La construcción de los pasos de carretera necesarios para las conducciones de biogás.
- Tendido de las conducciones de biogás desde el vertedero hasta la planta de aprovechamiento energético.
- Desbroce y mantenimiento de la vegetación existente alrededor de dichas conducciones.

Los pozos de recrecimiento se construirán en elevación utilizando tubería perforada montada en el interior de campanas de hierro provistas de puntos de anclaje con una altura de 4 m y 800 mm de diámetro. Dentro de la campana se colocará una tubería perforada de polietileno de alta densidad (PEAD) de 160 mm de diámetro, en torno a la cual, como material de drenaje, se incluirá grava silíceo de 50-70 mm. La estabilidad de la campana estará siempre garantizada ya que la misma se encontrará siempre enterrada por lo menos 1,5 m por debajo de los residuos.

Durante la explotación de la celda de vertido, las capas de residuos que se depositen irán aumentando en altura. El recrecido de los pozos se realizará cuando la altura de los residuos se encuentre aproximadamente a 1 metro del borde superior de la campana. En este momento se procederá a rellenar la campana con la grava silíceo comentada anteriormente y a soldar una nueva sección de tubería de PEAD.

Tras rellenar con grava se continuará con las labores de vertido de residuos y compactación. Es de especial importancia que durante el recrecido se rellene con residuo alrededor de la funda metálica por todos los lados a la vez, para que después la cabeza de captación quede vertical.

El recrecimiento de los pozos se realizará el número de veces que sea necesario hasta alcanzar la cota prevista para la cubierta final del vertedero, siguiendo los pasos anteriormente descritos. Cuando se alcance la cota final de coronación la

campana de recrecido será retirada.

Los tres últimos metros de tubería de PEAD que se coloquen no serán perforados. Una vez recrecido el pozo a la altura adecuada se procederá al sellado de este.

Se conectará la tubería de PEAD al cabezal de captación. Se tendrá especial cuidado de que la unión de la cabeza de captación y el tubo de recrecido quede unos 50 cm. por debajo de la cota final de residuo para evitar posteriores entradas de aire. Los cabezales a su vez serán conectados a la línea definitiva conectada con la estación de regulación.

13.1.4. EMISIÓN DE OLORES

Mantenimiento de las prácticas actuales

Con el fin de minimizar la generación de malos olores, los residuos se cubrirán en el menor tiempo posible desde su depósito. Para ello existirá siempre un acopio de tierras preparado para poder garantizar la cobertura diaria en cualquier época del año cerca del frente de vertido. La cobertura diaria del residuo minimizará la emisión de olores, a la vez que reducirá la infiltración de agua (con la consiguiente reducción del volumen de lixiviado) y las voladuras de plásticos y papeles.

Otra medida muy efectiva a la hora de minimizar la emisión de malos olores será realizar el sellado definitivo por etapas a medida que las zonas de la Fase IV donde se ha alcanzado la cota máxima se vayan pre-sellando con tierra y luego sellando, cumpliendo con lo indicado en la AAI vigente.

Prácticas realizadas en la actualidad:

- Cobertura diaria de los residuos vertidos, para evitar los malos olores.
- Recogida y tratamiento de los lixiviados generados.
- Recogida y tratamiento del biogás.

Igualmente, se diseñará un plan de prevención que recoja un protocolo de actuación, consistente en la activación programada de este sistema en los periodos diarios de mayor riesgo de dispersión de olores hacia las poblaciones de Colmenar Viejo y Tres Cantos.

Se realizará un seguimiento de la eficacia de la medida correctora mediante un protocolo de comunicación con las administraciones municipales afectadas. De esta comunicación se aplicarán los ajustes de las barreras de olor hasta conseguir un

funcionamiento eficaz que evite que en las poblaciones de Colmenar Viejo y Tres Cantos se lleguen a superar las $1,5 \text{ uoE/m}^3$, valor recogido en el documento *H4 Odour Management* (Agencia de Medio Ambiente de Reino Unido, 2011) para “instalaciones de tratamiento de residuos o deposición en vertederos que involucren restos biológicos”.

13.2. PROTECCIÓN DEL SUELO

Las afecciones potenciales al recurso suelo durante el desarrollo de la explotación de celda activa corresponden a la pérdida total e irreversible de suelo y a la disminución de su calidad por alteración de sus propiedades físicas o químicas. Como el proyecto consiste en la ampliación de la capacidad de la Fase IV, mediante un aumento de la cota de la explotación ya realizada, no habría lugar a la aparición de nuevos procesos geofísicos como la erosión, pero sí a movimientos de masa ligados a la estabilidad de los taludes.

Superficie alterada

La ocupación y la afección será la mínima posible, limitando la ocupación a la zona en explotación, minimizando en las tareas de gestión del proceso de eliminación de residuos los daños directos e indirectos derivados de la ocupación del suelo y evitando la degradación derivada de los trabajos diarios se extienda a zonas próximas, por lo que el área estará perfectamente delimitada.

Se realizarán inspecciones periódicas rutinarias de todos los elementos que componen las viales interiores, accesos a las bermas y a la celda en explotación, bien ocularmente, bien en caso de ser necesario por empresas especializadas.

El pavimento de los viales interiores está muy expuesto al deterioro por abrasión, rozamiento y golpes. Son materiales que necesitan un buen mantenimiento y una buena limpieza y que según las características han de substituirse con una cierta frecuencia.

Se procederá a realizar una inspección mensual de su comportamiento, extendiéndose también a cunetas, pasos, etc. En particular se inspeccionará la aparición de fisuras, grietas y asentamientos localizados.

En caso de grietas o fisuras, se procederá a su sellado con productos adecuados al tipo de pavimento en cuestión, de modo que aseguren su impermeabilidad. En el caso de asentamientos localizados se procederá al levantamiento de la zona

afectada, se saneará de manera adecuada y se repondrá el pavimento y elementos de drenaje.

Se mantendrá en correcto estado de conservación la pintura de la señalización horizontal, procediendo al repintado con periodicidad bienal.

Para la limpieza del pavimento exterior se procederá al baldeo por zonas una vez a la semana, realizando un barrido diario en las zonas más afectadas siempre que sea necesario.

Gestión de tierras

Dada la inexistencia de tierras en el interior del recinto del Depósito Controlado, la totalidad de las tierras utilizadas para la cobertura de los residuos será de procedencia externa. En la medida de lo posible se dará prioridad a la utilización para este fin, de materiales adecuados procedentes de los excedentes de las obras de infraestructura. Se conseguirá así cubrir las necesidades sin coste ni empleo a mayores de recursos naturales; a la vez que se dará salida a materiales que de otro modo serían residuo, con el consiguiente coste de depósito.

Mantenimiento de los equipos de trabajo y las instalaciones

En el día a día de la explotación del vertedero se articularán las medidas que sean precisas para garantizar la recogida sistemática de los residuos que pudieran ser arrastrados o esparcidos por el viento, así como cuantas otras contribuyan a la limpieza y ornato de las instalaciones en general. Se velará por mantener limpias las zonas de trabajo, almacenes, viales, perímetro del vertedero y zonas comunes, así como los terrenos aledaños afectados por los volados.

Se realizará un mantenimiento continuado de la obra civil y de la maquinaria, para dar cumplimiento a las condiciones contractuales.

Se realizarán campañas periódicas de desinsectación y desratización que impidan la aparición de agentes transmisores de enfermedades. Se dispondrá de copia de la autorización de la empresa contratada responsable de la desratización y desinsectación de la planta en vigor y copia del certificado en vigor de la inscripción en el Registro de Establecimientos y Servicios Plaguicidas, así como copia de las fichas de seguridad de todos los productos empleados para tal fin.

13.3. PROTECCIÓN DEL SISTEMA HÍDRICO

13.3.1. CONTROL DE CALIDAD Y GESTIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

La red de control actual está constituida por cinco piezómetros. La boca de los piezómetros está nivelada con respecto a una cota geográfica absoluta. Los piezómetros están ubicados de tal forma que permiten verificar la calidad del agua subterránea tanto aguas arriba como aguas abajo.

Trimestralmente durante la fase de explotación se realizará una toma de muestras y análisis de la calidad del agua de los pozos de control de aguas subterráneas.

Los parámetros que se medirán y las sustancias que se analizarán serán las mismas que en la actualidad:

Alcalinidad y dureza, Aluminio, Amonio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Carbono orgánico total, Cianuros, Cloruros, Cobalto, Cobre, Conductividad, Coliformes totales, Coliformes fecales, Cromo III, Cromo VI, DQO, DBO₅, Fenoles, Fluoruros, Fósforo total, Hierro, Hidrocarburos totales de petróleo, Manganeseo, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno total, pH, Potasio, Plomo, Sodio, Sulfatos, Sulfuros, Selenio, Temperatura y Zinc.

Anualmente durante la fase de explotación se realizará un análisis completo de muestras de todos los piezómetros que incluyen los parámetros indicados anteriormente y además los siguientes:

Compuestos orgánicos volátiles, Policlorobifenilos (PCB's), BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno), Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX) e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP).

En el caso de que el valor de AOX de los lixiviados sea superior a 500 µg/l, se analizarán los compuestos orgánicos clorados que determine la Consejería de Medio Ambiente.

Durante la fase de explotación, se controlará trimestralmente la medida del nivel freático en los piezómetros. Los controles de aguas subterráneas serán realizados por un organismo acreditado por ENAC para la inspección medioambiental de residuos líquidos, y los análisis por laboratorio de ensayo acreditado.

Se llevará un registro de todos los análisis realizados. Así mismo, también se registrarán las cantidades de aguas subterráneas extraídas para su tratamiento.

Se llevará a cabo el Plan de Seguimiento y Control de las Aguas Subterráneas y Superficiales cuyo contenido tiene como normativa de aplicación la Resolución en vigor de la Autorización Ambiental Integrada N° Expte. ACIC-AAI-5.018/14.

El objetivo de este Plan es detectar variaciones significativas en la calidad de las aguas. El contenido mínimo de este Plan es el que se enumera a continuación:

Antecedentes

Objetivos

- Condiciones ambientales iniciales
- Establecimiento de la red de control
- Establecimiento del programa analítico
- Periodicidad del muestreo
- Contenido de los informes periódicos de Control y Seguimiento
- Anexos y planos

Se remitirán anualmente los informes con los resultados de la ejecución de dicho Plan, además de ser archivados quedando en cualquier momento a disposición de las administraciones competentes para su consulta en el centro de trabajo.

En estos informes se especificará la fecha y los trabajos realizados, incluyendo planos de las instalaciones con la ubicación de los puntos de muestreo. Se indicarán los datos obtenidos para las operaciones y las conclusiones derivadas de su análisis, incluyendo los informes de laboratorio correspondientes a las analíticas realizadas.

En el caso de que haya una variación significativa en la calidad de las aguas, se procederá de la siguiente forma:

- Se notificará por escrito en un plazo máximo de 5 días a la Dirección General.
- Se muestrearán todos los pozos de extracción de agua situados en la zona de influencia.

- En un plazo máximo de 10 días se establecerá de acuerdo con la Dirección General un programa de estudio para el medio hídrico.
- En un plazo máximo de 30 días desde el establecimiento del programa de estudio se enviará un informe con los resultados a la Dirección General.

13.3.2. ARQUETAS Y VÍAS DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Debido a la importancia que la limpieza tiene en estos elementos a la hora de conseguir que evacuen de un modo adecuado se incluirá en el plan de limpieza la supervisión particular y constante de los mismos.

Con periodicidad mensual se procederá a la ejecución de la limpieza de la totalidad de las arquetas de evacuación de pluviales. El encargado será el peón asignado a operaciones de limpieza de exteriores.

13.3.3. AGUAS PLUVIALES

El terreno actual que está ocupado por el vaso está formado por una vaguada con sentido Norte-Sur, correspondiente al Arroyo de la Ollera que abandona la parcela por el punto medio de su límite Sur, cruzando posteriormente bajo la infraestructura ferroviaria del AVE.

Esta vaguada situada más hacia el oeste recoge las aguas procedentes de la cuenca situada aguas arriba del Camino de La Becerra.

Con el fin de drenar las aguas superficiales que vienen de las parcelas limítrofes y que son interceptadas por las infraestructuras, así como las que deberán evacuarse una vez sea sellado el vertedero, se dispone de una cuneta de hormigón en el perímetro del vial perimetral, y se ha dotado de unas cunetas en tierras a pie de los taludes de los terraplenes proyectados.

13.3.4. GESTIÓN DE LIXIVIADOS

Los lixiviados que se generan tanto en las fases antiguas ya clausuradas del Depósito Controlado de Colmenar Viejo, como en la celda en explotación se recogen mediante una red ramificada de tubería de polietileno de alta densidad (PEAD), de esta forma llegan a dos depósitos aéreos de lixiviados situados en el sur de la fase III, construidos en el año 2002.

Los depósitos de almacenamiento de lixiviados tienen aproximadamente 2.500 m³ de volumen útil cada uno. El lixiviado contenido en dichos depósitos pasa por gravedad a la planta de tratamiento de lixiviados.

Una de las cuestiones clave es que la gestión de lixiviados generados en la celda de la Fase IV debe estar continuamente bajo monitoreado y control, evacuando los mismos para no comprometer la estabilidad del depósito (ver capítulo 4.7.1 en el análisis de riesgos). La cota de lixiviados debe estar siempre por debajo de 815,80 m, que es la de la altura del dique de contención.

Analítica de lixiviado: Trimestralmente durante la fase de explotación se realizará la toma de muestras y análisis simplificado de los lixiviados antes del tratamiento y del permealado obtenido en la planta de tratamiento.

Los análisis que realizar en las muestras incluyen, los siguientes parámetros:

Alcalinidad y dureza, Aluminio, Amonio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Carbono orgánico total, Cianuros, Cloruros, Cobalto, Cobre, Conductividad, Coliformes totales, Coliformes fecales, Cromo III, Cromo VI, DQO, DBO₅, Fenoles, Fluoruros, Fósforo total, Hierro, Hidrocarburos totales de petróleo, Manganeseo, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno total, PH, Potasio, Plomo, Sodio, Sulfatos, Sulfuros, Selenio, Temperatura y Zinc.

Anualmente durante la fase de explotación se realizará un análisis completo de los lixiviados antes del tratamiento, incluyendo los parámetros indicados anteriormente y además los siguientes:

Compuestos orgánicos volátiles, PCB's, BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno), AOX y HAP.

En el caso de que el valor de AOX de los lixiviados sea superior a 10 mg/l, se analizarán los compuestos orgánicos clorados que determine la Consejería.

Durante la fase de explotación, se controlará mensualmente el nivel de los lixiviados del vertedero en el pozo de extracción de lixiviados, de cada una de las celdas. Los controles de lixiviados serán realizados por un organismo acreditado por ENAC. El muestreo será realizado por entidad acreditada para la inspección medioambiental de residuos líquidos, y los análisis por laboratorio de ensayo acreditado.

Se llevará un registro de todos los análisis realizados. Así mismo, también se registrarán las cantidades de lixiviado extraídas para su tratamiento.

13.4. PREVENCIÓN DE RIESGOS

13.4.1. PREVENCIÓN DE INCENDIOS

La prevención de incendios en el Depósito Controlado es un aspecto de la gestión al que se le debe prestar la máxima atención por los negativos efectos materiales, medioambientales y humanos que pudiera ocasionar.

La generación de estos incendios es difícilmente erradicable, ya que pueden estar originados por distintos factores, en la inmensa mayoría de los casos ajenos a la propia gestión del vertedero, como la presencia de residuos incandescentes o altamente inflamables en los vehículos que acceden al Depósito Controlado.

Huelga decir que el depósito de residuos en vertedero llevará consigo la producción de biogás por descomposición anaerobia de la materia vertida. Se trata de un gas inflamable en contacto con el oxígeno, y es por ello por lo que deben llevarse a cabo una serie de medidas de prevención contra los riesgos de incendio debidos a este factor. Al margen del biogás generado, la masa de residuos, al estar compuesta en su mayor parte por desechos orgánicos, también es altamente inflamable.

Para ello se articularán una serie de medidas preventivas con el fin de minimizar la generación de los citados incendios.

Entendiendo que la inmediatez en la detección del incendio y las primeras actuaciones de extinción son vitales para minimizar las consecuencias de este, la empresa explotadora, reforzará la vigilancia del área de vertido incluso en los periodos de cierre de las instalaciones con personal cualificado que pueda realizar tareas de aviso, evaluación de la situación, cobertura y extinción de los residuos de forma eficaz. Este retén de incendios estará conformado por un oficial maquinista y por un peón con dedicación exclusiva a esta tarea con lo que se garantizará la presencia y atención de este personal ante el mínimo síntoma de un posible incendio.

La experiencia nos demuestra que los periodos de detección, aviso y primera intervención se prolongan más allá de los 10 minutos desde que se detecta el

conato de incendio. Este tiempo es mucho más de lo que se necesita para que el conato se convierta en un incendio de considerables dimensiones.

Teniendo en cuenta que, en periodos de operación normal, siempre va a haber maquinistas operando en la zona, los periodos críticos de posible generación de incendios se centran en los cambios de turno y en los de cierre de las instalaciones.

En todo momento se dispondrá de maquinaria de vertedero operativa en las inmediaciones del frente de vertido, así como de la cisterna de agua para enfriar las máquinas que intervengan en las labores de extinción.

Se habilitará un acopio de tierras de cómo mínimo 5.000 m³ en una zona próxima a la de explotación con el fin de que las tareas de cobertura de la zona incendiada sea lo más ágil y rápida posible.

Las operaciones de extinción se podrían resumir en estos pasos:

1. Detección y valoración de la gravedad.
2. Alerta, que supondrá la puesta en acción de los equipos de intervención propios, y si fuera necesario externos, para que puedan actuar de forma rápida y eficaz.
3. Alarma, que permitirá dar órdenes al personal para la evacuación del frente de vertido y su agrupación en una zona segura, en la que se esperará a la llegada de efectivos de refuerzo.
4. Intervención, que permitirá de forma eficaz y segura el control y mitigación del incendio. Esta intervención podrá realizarse, bien aislando los residuos y arrastrándolos a zonas alejadas del frente de vertido para evitar su propagación, o en caso de no ser posible, se tratará de evitar la propagación del incendio generando cortafuegos con tierra, dentro de la misma masa de residuos.
5. Carga y/o transporte del material de cobertura para tapar la zona incendiada lo antes posible.
6. Si el conato ha sido sofocado, se procederá a la vigilancia posterior de la zona para evitar posibles reavivamientos y se enfriará la zona con agua.
7. En el caso de que el conato no haya sido controlado, y el incendio haya alcanzado dimensiones mayores, se realizarán labores de contención del mismo y se esperará a la llegada de efectivos de refuerzo.

8. Una vez controlado el incendio, se procederá a extinguir el mismo de la forma más diligente posible.
9. Ya sofocado, se procederá a la vigilancia de la zona al menos durante 24 horas y a la evaluación de daños en caso de haberlos.
10. Primeros auxilios de las personas que lo necesiten.

Como material de prevención y contra incendios se dispondrá de un acopio de tierra cercano a la zona de riesgo, para que en el caso que fuera necesario, se cubriera la zona de peligro con dicha tierra mediante la maquinaria adecuada, para sofocar de este modo el fuego y reducir así la presencia de oxígeno. Y se mantendrá preparado el camión cisterna existente en el centro de trabajo, para poder ser utilizado en caso de emergencia.

En el supuesto de producirse un incendio incontrolable se pondrá en marcha la evacuación del personal de las instalaciones y se realizará la llamada pertinente al servicio de emergencias de la Comunidad de Madrid.

Como medidas preventivas para tener en cuenta para la minimización de los incendios podemos reseñar:

- Gestión de las tareas de cobertura: Se llevará a cabo de tal forma que la superficie del vertedero descubierta se circunscriba exclusivamente al frente de avance y minimizando de esa manera el área expuesta.
- Mantenimiento del cortafuego perimetral: De forma periódica se revisará el estado del cortafuego perimetral, procediendo también a la limpieza de maleza y hojas secas en el perímetro del vallado del vertedero.
- Prohibición de fumar en el interior de las instalaciones del vertedero.
- Inspección y descarga de vehículos que sean sospechosos de transportar residuos incandescentes: Esta descarga se realizará en zona retirada del frente de vertido. En caso de efectivamente ser necesario sofocar los citados restos, con la ayuda de la pala de ruedas o de cadenas se procederá a la extinción del conato mediante la total cobertura del residuo con tierras previamente acopiadas en las cercanías de la zona de descarga a tal efecto. Una vez comprobado que el residuo ha sido apagado, se incorporará al frente de vertido. Como norma general, se establecerá un periodo mínimo de 24 horas entre las

actuaciones de extinción y la incorporación de esos residuos a la zona de descarga normal.

- De forma general, se atenderá a lo dispuesto en el RD 513/2017.
- El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio.
- Adecuado mantenimiento de vehículos/maquinaria.
- Adecuado mantenimiento de extintores en vehículos/maquinaria. Se atenderá a la norma UNE 23120 (“mantenimiento de extintores portátiles contra incendios”). Siguiendo las especificaciones establecidas en el *Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios*:
 - o Cada 3 meses y por personal de la empresa, se comprobará la accesibilidad, señalización, buen estado de conservación de todos los medios de protección contra incendios. Se realizará una inspección ocular de seguros, precintos, inscripciones, etc., se hará una comprobación del peso y presión de cada extintor, y una inspección ocular del estado externo de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera).
 - o Cada año y por parte del instalador/mantenedor autorizado se efectuará la comprobación del peso y presión de cada equipo. En el caso de extintores de polvo con botellín de gas de impulsión se comprobará el buen estado del agente extintor y el peso y aspecto externo del botellín. Y se efectuará una inspección ocular del estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas.
 - o Cada cinco años y por personal del instalador/mantenedor autorizado, a partir de la fecha de timbrado del extintor (y por tres veces) se procederá al retimbrado del mismo, de acuerdo con los RD 2.060/2008 y 513/2017. Se rechazarán aquellos extintores que, a juicio de la empresa mantenedora presenten defectos que pongan en duda el correcto funcionamiento y la seguridad del extintor o bien aquellos para los que no existan piezas originales que garanticen el mantenimiento de las condiciones de fabricación.

Actuaciones para seguir en caso de incendio en plataforma de vertido

En el caso de que las medidas preventivas mencionadas anteriormente no fueran

efectivas y, finalmente se materializase un incendio en la plataforma de vertido, las actuaciones a seguir, tanto por parte del personal como de los componentes de los Equipos de Emergencia serán las siguientes:

- 1- Evaluar la situación por parte del Equipo de Primera Intervención: rápida valoración de la gravedad de la emergencia, emergencia parcial, emergencia general, etc.
- 2- Llamada inmediata al Servicio de Bomberos, por parte del Jefe de Emergencia.
- 3- En caso de ser un foco pequeño se intentará sofocar mediante el empuje y extendido de la tierra acopiada sobre los residuos incendiados. Se prestará especial atención a la dirección del viento para decidir el acceso a dicha zona.

Previamente se habrá cortado el acceso de externos a la plataforma de vertido, indicando al personal externo que deje de realizar las operaciones de descarga y se dirijan hacia el exterior de las instalaciones

- 4- Valoración de actuación por parte del Jefe de Intervención y Equipo de Primera Intervención.
- 5- En caso de extensión del incendio o de pérdida de control de la situación, el *Jefe de Emergencia* decidirá la evacuación.
- 6- Evacuación – por parte del *Jefe de Alarma y Evacuación*.

Dar señal de alarma al resto del personal.

Dirigir al personal al punto de reunión exterior.

Recuento de personal.

- 7- En caso de heridos, el Equipo de Primeros Auxilios llevará a cabo las siguientes actuaciones:

Evacuar al lesionado del lugar del siniestro, trasladándole a un espacio con buena ventilación.

Apagar las llamas de las ropas con un mecanismo de sofocación, es decir ahogar el fuego. Se puede utilizar una manta o un abrigo que no sean de material sintético.

Rociar la zona quemada con agua fría, nunca agua helada.

Retirar la ropa de la víctima, siempre y cuando no esté adherida a la piel y retirar también anillos y pulseras que puedan comprimir las extremidades

Tratamiento local de quemaduras leves, refrescando la zona quemada sin

presionar ni friccionar. No se aplicarán pomadas. No se reventarán las ampollas, pues es una entrada de microbios.

Tratamiento de las quemaduras graves, refrescando la zona con agua fría.

En las quemaduras que afecten a los dedos hay que separar los dedos con gasas húmedas y tapando las quemaduras con gasas húmedas.

8- Trasladar a las víctimas a un centro hospitalario.

13.4.2. PREVENCIÓN DE INCIDENTES Y ACCIDENTES

Con objeto de asegurar la prevención y respuesta de la empresa que gestione el servicio ante posibles incidentes/accidentes con repercusiones ambientales o para la seguridad y salud de las personas, para minimizar el posible impacto ambiental derivado de las mismas o las posibles consecuencias para las personas de la empresa o del entorno, se dispondrá de un procedimiento específico para afrontar estas situaciones y que será de aplicación a todos los posibles incidentes/accidentes que conlleven, o se prevea puedan conllevar, repercusiones ambientales o riesgos sobre la seguridad y salud de las personas.

A partir de la identificación de aspectos ambientales potenciales, se elaborarán Fichas de Actuación y prevención de incidentes/accidentes potenciales, en las que se determinarán las acciones preventivas para evitar que ocurran incidentes o accidentes en la prestación del servicio con repercusiones ambientales, así como las acciones correctivas a tomar en el caso de que dicho accidente se produzca. De forma periódica se evaluará la eficacia de las medidas contempladas en dichas fichas, a través de simulacros o según la sistemática establecida al efecto en el procedimiento correspondiente.

Estas fichas serán un documento interno donde se identifiquen los incidentes/accidentes potenciales que se pueden producir y las medidas preventivas para evitar esas circunstancias, las actuaciones en caso de que ocurran, así como los equipos y teléfonos de emergencia. Se dispondrá de fichas para las siguientes situaciones:

- Incendio en las instalaciones
- Fuga de lixiviados
- Derrame de residuos urbanos
- Escape de gas refrigerante de la instalación de climatización

- Derrame accidental de sustancias peligrosas
- Explosión con posibilidad de posterior incendio
- Fuga de aceite del transformador
- Caídas a distinto nivel
- Electrocutación
- Volados en exterior de instalación
- Emisión de malos olores por acumulación accidental de residuos sin cubrir
- Incendio en plataforma de vertido.

Además de las fichas de actuación y prevención de incidentes/accidentes, se dispondrá de indicadores de actividad.

INDICADORES CARACTERÍSTICOS DE LA ACTIVIDAD Y SU ANÁLISIS:

A continuación, se desarrolla la sistemática que se seguirá para definir y gestionar los indicadores para el seguimiento, medición y análisis de tendencias de procesos, de comportamiento ambiental, de desempeño energético de la instalación, así como del desempeño de esta en relación con la seguridad y salud de los trabajadores.

Se utilizarán indicadores que, mediante valor absoluto o relativo expresado en cualquier magnitud, muestren información relevante para el seguimiento y análisis de procesos, del comportamiento ambiental y energético de la organización y el desempeño en la seguridad y salud en el trabajo. Los indicadores empleados serán medibles, reales, objetivos y entendibles.

Se definirán cuatro categorías de indicadores:

- Indicadores de *proceso*, aplicados al conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman entradas en salidas.
- Indicadores de *desempeño ambiental*, que aporten resultados medibles de la gestión por parte de la planta de la organización en lo que se refiere a los aspectos ambientales que la conciernen. Este conjunto de indicadores permitirá ver la tendencia de los procesos de carácter operacional y en caso necesario actuar consecuentemente en busca de una mejora de estos.
- Indicadores de *desempeño energético*, que aporten resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de energía.

- Indicadores de desempeño de *seguridad y salud en el trabajo*, con resultados medibles de la gestión en lo que se refiere a sus riesgos para la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Se emplearán para ello, unas fichas de indicadores, que serán documentos internos en el que se establecerán todos los datos necesarios para definir los indicadores (de proceso, de desempeño ambiental, de desempeño energético o de desempeño de seguridad y salud en el trabajo) sujetos a seguimiento, la sistemática para realizar la medición y el registro de seguimiento de este. Las fichas para los indicadores de desempeño ambiental permitirán suministrar información sobre el desempeño ambiental de la instalación. Su finalidad será la de aumentar la claridad, transparencia y la comparabilidad de la información proporcionada por la planta a las partes interesadas y ayudar a la gestión de la organización.

Los indicadores de comportamiento ambiental se deberán referir a los impactos en el medio ambiente más significativos y en los que se puede influir a través de las operaciones, gestión, actividades, productos y servicios y deberán ser lo suficientemente sensibles para reflejar cambios significativos en los impactos ambientales.

Las fichas empleadas para los indicadores de desempeño energético incluirán la medición de consumos y variables energéticas asociadas. Permitirán establecer la relación existente entre ambos y en consecuencia establecer para el futuro consumos energéticos esperados que posteriormente se compararán con los consumos energéticos reales. Podrán expresarse como una simple medición, un cociente o un modelo más complejo. La relación existente entre consumos y variables energéticas asociadas se revisarán a intervalos definidos ya que pueden servir para detectar desviaciones inesperadas respecto de los consumos esperados.

Las Fichas se utilizarán por tanto para establecer la sistemática de toma de datos y seguimiento y medición de cada uno de los indicados, así como para registrar los resultados de esta. Constarán de los siguientes campos: Datos generales, datos relativos a la medición (se establecerá la relación de datos necesarios para el cálculo del indicador, frecuencia de la toma de datos: cada cuanto tiempo se han de tomar los datos y aplicarlos al algoritmo para poder obtener el resultado del indicador, y se definirá el responsable de la medición: persona que realice la toma

de datos para cálculo del indicador), datos relativos al seguimiento (estándares/rango de aceptabilidad), frecuencia de seguimiento: se establecerá cada cuanto tiempo debe realizarse el seguimiento y el responsable de realizar el seguimiento: persona que realice a intervalos definidos el cálculo del indicador y su comparación con estándares/rango de aceptabilidad, registro del seguimiento del indicador (se anotará la fecha en la que se efectúa el seguimiento del indicador, valor + conclusión: resultado medio del indicador para las mediciones durante el periodo establecido en el campo de frecuencia de seguimiento). Además, se describirá una pequeña conclusión del resultado obtenido, acción correctiva (AC) o acción preventiva (AP), si procede, el responsable del seguimiento cuando active una AC/AP anotará el número de dicha acción.

En el Informe de Análisis de Datos se estudiarán los datos de seguimiento de los indicadores para analizar la evolución de estos, la bondad de los indicadores y los estándares elegidos, procediéndose a su sustitución por otros en caso de no ser adecuados.

13.5. PROTECCIÓN DEL PAISAJE

Gestión de los residuos generados

El debate social sobre el paisaje aparece en los últimos años, incitado principalmente por la preocupación que sobre las cuestiones medioambientales se libra en la sociedad, y vinculado generalmente a las prácticas de intervención territorial, actuaciones urbanísticas, grandes infraestructuras de comunicaciones e incluso instalaciones como las que son objeto de este trabajo.

El paisaje es una realidad ecológica y al mismo tiempo una realidad cultural, porque presenta un aspecto objetivo determinado por las características del territorio y un aspecto subjetivo representado por la percepción individual y social de los habitantes.

El paisaje presenta, en la percepción general de las cosas por los ciudadanos, una connotación de inestabilidad y fragilidad. Este sentimiento se acentúa en las comparaciones realizadas entre la estructura urbana e industrial y la rural del entorno. Por ello, los ciudadanos, al albur de la tutela medio ambiental, han tomado conciencia de la necesidad de implicarse en la defensa del paisaje. En respuesta de esta demanda, las administraciones públicas asumen responsabilidades en el mantenimiento y mejora de los paisajes.

En el paisaje colmenareño destacan y predominan los encinares de chaparros (*Quercus ilex* subsp. *ballota*, también conocida como *Quercus rotundifolia*) y en menor medida los retamares (*Retama sphaerocarpa*), tomillares y jarales.

Llevar a cabo una gestión sostenible de los residuos para minimizar su producción es fundamental en la gestión de vertedero.

Las actividades de jardinería generan gran cantidad de residuos, algunos peligrosos para el medio ambiente. El objetivo es reducir, reutilizar y reciclar estos residuos a través de la planta de tratamiento de los residuos de poda y jardinería proyectada en las instalaciones.

Optimizar el consumo de materiales y recursos naturales cuyo impacto ambiental sea el menor posible.

Es importante minimizar el consumo de recursos naturales y utilizar materiales de bajo impacto ambiental, respetuosos con la salud y el medio ambiente.

Proteger y fomentar la biodiversidad.

Las zonas verdes albergan una rica y diversa flora y fauna, contribuyendo al mantenimiento del patrimonio genético y a la conservación de la biodiversidad biológica.

Estos principios anteriormente definidos, se incorporan a todos y cada uno de los ámbitos, tanto al diseñar y la ejecutar las operaciones de explotación.

Revegetación de la celda (futuro proyecto de restauración)

El proyecto de explotación de la ampliación tiene limitada su capacidad de actuación en la revegetación de los terrenos, ya que es competencia del futuro proyecto de restauración, quedando fuera del alcance del proyecto de recrecido.

Vista la importancia estimada de este impacto, se apunta la necesidad de incorporar en el futuro proyecto de restauración encaminado a integrar las celdas de la unión de fases III y IV en su entorno incluir, además de una hidrosiembra, la plantación de especies leñosas que incrementen la textura de grano grueso y cuyo sistema radicular y desarrollo sea compatible con la capa de impermeabilización y no comprometa su perfecta funcionalidad aislante. La restauración deberá garantizar que estas especies dispongan de agua durante su periodo de asentamiento hasta que alcancen la plena autonomía para su supervivencia.

13.6. PROTECCIÓN DEL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO

Reducir y optimizar el consumo de energía

El consumo de energía de fuentes no renovables y la necesidad de controlar las emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero, hace preciso fomentar el ahorro y la eficiencia energética.

Fomento del empleo local

Durante la fase de explotación no se requiere una mano de obra adicional, salvo en momentos estivales para cubrir los periodos vacacionales. La plantilla cuenta con contratos indefinidos y casi la totalidad de los trabajadores del depósito controlado son residentes del término municipal de Colmenar Viejo, por lo que explotación del mismo índice de forma directa en los factores sociales locales.

14. PLAN DE EXPLOTACIÓN Y CONTROL

Se recogen a continuación las actuaciones de explotación y control desarrolladas en el vertedero actual que continuarán desarrollándose en la ampliación proyectada.

14.1. RECEPCIÓN, CONTROL Y PESAJE DE RESIDUOS

A su llegada a las instalaciones el vehículo se posiciona encima de la báscula de entrada donde el operario registra en el “Parte Diario de Entradas”, los siguientes datos:

- Matrícula
- Peso
- Volumen
- Identificación del residuo que transporta
- Código LER del residuo
- Fecha
- Hora

- Entidad responsable del residuo
- Firma del responsable de la admisión
- Firma del transportista

En el caso de tratarse de residuos asimilables a urbanos procedentes de empresas ubicadas en la Zona Noroeste de la Comunidad de Madrid, el conductor del vehículo debe entregar en la caseta de báscula la correspondiente Autorización de Vertido emitida por la Mancomunidad del Noroeste, indispensable para que le sea permitida la entrada.

Estos datos, además de ser tratados informáticamente, quedan reflejados en un comprobante de pesada, que está formado por dos ejemplares. Uno de los comprobantes es entregado al transportista de los residuos y el otro es conservado por el adjudicatario, a disposición de la Mancomunidad del Noroeste.

Asimismo, se elaboran partes diarios de recepción y de vertido en el depósito.

14.2. EXPLOTACIÓN DEL VASO DE VERTIDO Y RELLENO DE LAS CELDAS:

El vertedero se explota en tongadas cuyo espesor máximo no sobrepase los 3 m y se realiza la cobertura diaria de los residuos con un espesor mínimo de 30 cm de tierras.

La capa de 30 cm de tierra por cada tongada de 3 m (2,70 m de RU), tiene además de las funciones obvias a corto plazo, otras muy beneficiosas para toda la vida del vertedero hasta su sellado: frena el flujo vertical de drenaje de los lixiviados favoreciendo la homogeneidad en la humedad del vertedero, lo cual mantiene las capas superiores con mayor densidad, haciendo que soporten mayor carga y compacten más las capas inferiores. Lo contrario haría que estén saturadas las capas inferiores (las capas saturadas no compactan) y secas las superiores (las capas secas pesan menos y transmiten menos carga a las inferiores). Con lo cual están favoreciendo a medio y largo plazo el asentamiento con la consiguiente generación de más volumen de vertido.

Es necesario aprovechar al máximo el volumen disponible del vertedero. Para ello, es preciso realizar un modelo preciso del relleno de residuos del vaso, ajustándose a un perfil tipo teórico y considerando todos los condicionantes adicionales (rampas de acceso, bermas, desagües, etc.), definido con precisión, como si fuera una obra de tierras, y luego replantear cada tongada previamente a su relleno (no solo

levantarla topográficamente después de rellenarla, como se suele hacer), y rellenar de acuerdo al citado replanteo.

Con este sistema, entre otras ventajas, se ajusta el relleno real al teórico llevando la eficiencia del volumen relleno prácticamente al 100 %, cuando está suele estar bastante por debajo, sobre todo en vertederos con mucho metros de altura de relleno, como el de Colmenar Viejo, donde (como consecuencia de los asientos de las capas inferiores, al ser cargadas por las superiores, y otras variables) el perfil real del talud se aparta mucho del teórico con la consiguiente pérdida de aprovechamiento del volumen de relleno disponible.

Ejecución del relleno:

La forma de ejecución del relleno en la zona de explotación actual como en las nuevas celdas de vertido, será con el sistema denominado a “contra talud” o “servicio de canto de vuelco extendido (hacia abajo)”. Mediante este sistema los residuos son descargados a unos 10 metros del canto del talud. A continuación son distribuidos, incorporados y compactados en el canto de vuelco extendido mediante compactadoras, las cuales van formando la plataforma desde abajo.

Las máquinas compactadoras son de gran tonelaje, diseñadas especialmente para el extendido y compactación de los RSU, equipados con una gran hoja frontal de empuje con la que desplazan la masa de residuo hasta el frente de avance de la plataforma de vertido donde lo extienden.

Con esta mecánica van formando la tongada de residuos, a la vez que compactan los residuos.

Inmediatamente después del extendido y compactación de los residuos, se procede a su cubrición con una capa de tierra de 30 cm de espesor, para lo que se dispone de un equipo de movimiento de tierras que estará formado por bulldozer, pala retrocargadora y camión de tierras.

Relleno con compactación y cubrición diaria

Se tomarán las medidas para reducir al mínimo las molestias y riesgos procedentes del vertedero en forma de:

- Emisión de olores y polvo
- Materiales transportados por el viento

- Ruido y tráfico
- Aves, parásitos e insectos
- Formación de aerosoles
- Incendios

14.3. DESGASIFICACIÓN:

El biogás de vertedero se genera por la fermentación de residuos con componentes orgánicos. Los gases están constituidos, principalmente, por metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂).

El metano es el componente principal y es el que aporta el poder calorífico al gas y lo hace apto para ser aprovechado energéticamente mediante combustión.

El sistema de captación de biogás del Depósito Controlado de Colmenar Viejo tiene la finalidad de minimizar el efecto de las emisiones a la atmósfera, además de la valorización energética de éste.

La infraestructura de captación de biogás en el vertedero presenta una estrategia múltiple basada en cinco elementos:

- pozos de recrecimiento vertical gradual
- pozos de construcción por sondeo
- sistema de tuberías laterales de captación
- estaciones de regulación
- central de aspiración y combustión

Los pozos de recrecimiento vertical y el sistema de tuberías laterales de captación están conectados mediante tuberías de polietileno de alta densidad de 90 mm de diámetro (*tuberías secundarias*) a las Estaciones de Regulación. De estas ER salen las denominadas *tuberías primarias* (del mismo material pero de mayor diámetro que las anteriores) que conducen el biogás a la Planta de Aspiración y Combustión.

Construcción de pozos de recrecimiento

Para asegurar una captación racional y equilibrada del biogás se dispone de pozos de recrecimiento, ubicados según una red de malla de manera que cada uno tiene un radio de influencia de aproximadamente 30 m.

Estos pozos de recrecimiento se construyen en "elevación" utilizando tubería perforada montada en el interior de campanas provistas de puntos de anclaje. En el interior de la campana, alrededor de una tubería perforada, se coloca un anillo de material drenante.

Las campanas instaladas tienen una altura de 4 m y 630 mm de diámetro. En el interior de la campana se aloja una tubería perforada de polietileno de alta densidad (PEAD), en torno a la cual se colocará material de drenaje (grava silíceo de 50 a 70 mm). La tubería de PEAD es de presión nominal 10 (PN10), pero el motivo no es la presión a soportar, sino la necesidad de disponer de una tubería consistente debido a los esfuerzos que los asientos diferenciales del residuo puedan ejercer sobre la misma.

Con el proceder de la explotación del vertedero, las capas de residuos se irán depositando progresivamente en el fondo del mismo. Cuando la altura de los residuos se encuentre aproximadamente a 1 metro del borde superior de la campana, se procederá a rellenar la misma de grava silíceo, a soldar una nueva sección de tubería perforada de PEAD y finalmente, mediante una retroexcavadora, a izar la campana. La estabilidad de la campana estará siempre garantizada ya que la misma se encontrará siempre enterrada por lo menos un metro y medio por debajo del residuo. Una vez finalizada esta operación se podrá proceder a extender una nueva capa de residuos.

De este modo se procederá por fases sucesivas hasta llegar a la cota prevista para la cubierta final del vertedero. Los tres últimos metros de la tubería de PEAD no serán perforados, ya que tras el cierre del vertedero se montará el cabezal de los pozos. El cabezal consiste en una tubería ciega de PEAD, provista en el lateral superior de una salida de 90 mm de diámetro y de un codo y válvula de mariposa.

Estaciones de regulación

A las Estaciones de Regulación llegan las tuberías secundarias conectadas a los cabezales de los pozos de captación y se agrupan en una única tubería primaria que se dirige a la Central de Aspiración.

Las funciones de dichas Estaciones son:

- Regulación del caudal demandado para el correcto funcionamiento de las antorchas, tanto en cantidad como en calidad del biogás.

- Separación de los condensados generados en la red de pozos de captación de biogás y canalización hasta la red de drenaje de lixiviados.

Central de aspiración y combustión

Para conseguir el transporte del biogás a través de toda la instalación se construyó en 2001 una Central de Aspiración que consta de 3 turbo-aspiradores, dos con una capacidad nominal 1500 Nm³/h y uno de 3000 Nm³/h. Además dispone de un sistema válvulas neumáticas y llaves de mariposa que permiten regular el caudal de biogás aspirado hasta las antorchas. Estos aspiradores crean una depresión contante en el sistema de captación de biogás de los distintos vasos, lo que minimiza posibles fugas de biogás a lo largo de la red de tuberías.

A la Central llegan siete tuberías de biogás procedentes de las Estaciones de Regulación distribuidas por todo el Depósito Controlado, tanto de las fases ya clausuradas como de la fase en explotación. Antes de llegar a los aspiradores, dichas líneas se unen en una única línea general.

Etapa 1. Enfriamiento del gas mediante intercambiadores de calor y eliminación de condensado en un deshumidificador.

Etapa 2. Paso del gas a través del sistema de aspiración. A partir de este punto el sistema pasa de estar en depresión a estar en presión positiva.

Etapa 3. La línea general se divide en dos mediante una válvula de regulación: la mayor parte del caudal va a motores a una presión fija establecida y el excedente se dirige a combustión en antorcha.

Etapa 4. El gas de la línea a motores vuelve a pasar por otro intercambiador de calor y se enfría de nuevo para alcanzar la temperatura de trabajo óptima para el posterior aprovechamiento energético. Antes de llegar a los motores vuelve a pasar por otro separador de condensado.

La Central de Combustión tiene la función de quemar el excedente de biogás que no va a ser utilizado en la Planta de Aprovechamiento Energético. Dicha Central de Combustión consta de dos antorchas de combustión en paralelo, con una capacidad de 2000 y 1500 Nm³/h respectivamente.

La instalación dispone además de un sistema de análisis del biogás en continuo de las distintas líneas para asegurar que la calidad del gas se encuentre siempre dentro de los rangos de trabajo.

14.4. APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS:

La Planta de Aprovechamiento Energético fue puesta en marcha en Diciembre de 2005, con el fin de obtener energía eléctrica a partir del biogás procedente de los RU almacenados en el Depósito Controlado de Colmenar Viejo. Consta de tres motores a gas de GE Jenbacher que mediante combustión del biogás generan energía eléctrica.

La potencia eléctrica total de la instalación es de 4 MW.

Grupos generadores:

- 3 unidades GE Jenbacher / JGC 420 GS-LL
- Potencia de cada generador: 1416 kW
- Frecuencia: 50 Hz
- Voltaje: 400 voltios

A la salida de los alternadores de los tres grupos generadores, se encuentran los transformadores encargados de transformar a alta tensión para su posterior volcado a la red de distribución.

Centro de transformación:

- 3 transformadores: elevan el voltaje de 400V a 20000V.
- 1 transformador de servicios auxiliares de 630KVA que se emplea para el autoabastecimiento eléctrico de la planta.

El Centro de Transformación está dotado de un Sistema de Protección contra Incendios que dota al mismo de los medios necesarios para atajar un posible fuego en un tiempo mínimo.

15. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL:

El actual vertedero de residuos urbanos de Colmenar Viejo, objeto de la ampliación proyectada, ha sido sometido al procedimiento establecido en la *Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación*, y cuenta con su correspondiente Autorización Ambiental Integrada (AAI) en la que se determinan las condiciones de vigilancia a las que ha de ajustarse la instalación. Se propone el

mantenimiento de tales condiciones en el seguimiento de esta ampliación de capacidad.

Se recogen a continuación las actuaciones de control desarrolladas en el vertedero actual que continuarán desarrollándose en la ampliación proyectada.

- A). Plan de Seguimiento y Control de las aguas.
- B). Controles de emisiones atmosféricas e inmisión.
- C). Control del contenido de azufre en el biogás.
- D). Control morfológico de la instalación.
- E). Control del vertido autorizado a cauce.
- F). Control de olores.
- G) Control de volados.

15.1. A) PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LAS AGUAS

A.1. Control de lixiviados

Los controles de lixiviados serán realizados por un organismo acreditado por ENAC, o cualquier otra Entidad firmante de los Acuerdos de reconocimiento mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación, para las labores de inspección medioambiental y por laboratorio de ensayo acreditado.

Los resultados del control lixiviados se adjuntarán al informe anual del Plan de Control y Seguimiento de las aguas subterráneas y aguas superficiales.

A.1.1. Análisis simplificado.

Trimestralmente durante la explotación de la Fase IV recrecida y semestralmente durante el mantenimiento postclausura de las fases I, II y III y posteriormente de la Fase IV recrecida (una vez finalizada su explotación) se realizará la toma de muestras y análisis simplificado de los lixiviados antes del tratamiento.

Los análisis simplificados a realizar en las muestras incluirán los siguientes parámetros:

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------|
| 1. Alcalinidad y dureza | 15. Coliformes totales. | 29. Níquel |
| 2. Aluminio. | 16. Coliformes fecales. | 30. Nitratos |

3. Amonio.	17. Cromo III	31. Nitritos
4. Antimonio.	18. Cromo VI	32. Nitrógeno total.
5. Arsénico.	19. DQO	33. pH
6. Bario.	20. DBOs	34. Potasio.
7. Boro.	21. Fenoles	35. Plomo
8. Cadmio.	22. Fluoruros	36. Sodio
9. Carbono orgánico total.	23. Fósforo total	37. Sulfatos
10. Cianuros	24. Hierro.	38. Sulfuros
11. Cloruros.	25. Hidrocarburos totales de petróleo.	39. Selenio
12. Cobalto	26. Manganeseo	40. Temperatura
13. Cobre.	27. Mercurio	41. Zinc.
14. Conductividad	28. Molibdeno	

A.1.2. Análisis completo.

Anualmente durante la fase de explotación y bienalmente durante la fase de mantenimiento postclausura, se realizará un análisis completo de los lixiviados antes del tratamiento, incluyendo los parámetros señalados en el apartado anterior (análisis simplificado) y además los siguientes: AOX, HAP (hidrocarburos aromáticos policíclicos), BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno), compuestos orgánicos volátiles y PCBs.

En el caso de que el valor de AOX de los lixiviados sea superior a 10 mg/l, se analizarán los compuestos orgánicos clorados que determine la Dirección General de Medio Ambiente.

A.1.3. Puntos de control.

Punto	Descripción
LXe	Lixiviado entrada a planta de tratamiento
LX1-2	Lixiviado Fases I y II
LX-3	Lixiviado Fase III
LX-4 (*)	Lixiviado Fase IV

Puntos de control de calidad de lixiviado

A.2. Control de aguas subterráneas y superficiales.

La toma de muestras se realizará por entidad independiente acreditada para la inspección ambiental acreditado por ENAC, o por una Entidad de Acreditación firmante de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo establecidos a nivel internacional y el análisis de las muestras será realizado en un laboratorio de ensayo independiente acreditado por ENAC, o por una Entidad de Acreditación firmante de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo establecidos a nivel internacional, en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025, «Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración».

A.2.1 Control de las aguas subterráneas (piezómetros).

La instalación está dotada de la red de piezómetros para el control del nivel piezométrico y de la calidad de las aguas subterráneas, cuyos puntos de control son los establecidos en la AAI.

Dado que se han obtenido datos en los piezómetros desde la construcción de las diferentes fases del vertedero hasta la fecha, incluido el blanco ambiental, se llevará a cabo un estudio de la evolución de todos los parámetros analizados mediante tablas y gráficos desde el inicio del seguimiento hasta la notificación de esta Resolución. De aparecer cambios significativos, se analizarán los posibles focos contaminantes y se incluirán recomendaciones orientadas a definir medidas correctoras. Por otra parte, se determinarán valores a partir de los cuales se puede considerar un cambio significativo de la calidad de las aguas (indicadores de evolución) y, en caso de que se superasen, se notificará a la Dirección General de Medio Ambiente.

A. Análisis simplificado.

Trimestralmente para la Fase IV recrecida de explotación y semestralmente durante la de mantenimiento postclausura de las fases I, II y III y, en su caso, posteriormente en la Fase IV recrecida, se realizará la toma de muestras y análisis simplificado de la calidad del agua de los piezómetros de control de aguas subterráneas.

El análisis simplificado incluirá los siguientes parámetros:

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------|
| 1. Alcalinidad y dureza | 15. Coliformes totales. | 29. Níquel |
| 2. Aluminio. | 16. Coliformes fecales. | 30. Nitratos |
| 3. Amonio. | 17. Cromo III | 31. Nitritos |

4. Antimonio.	18. Cromo VI	32. Nitrógeno total.
5. Arsénico.	19. DQO	33. pH
6. Bario.	20. DBOs	34. Potasio.
7. Boro.	21. Fenoles	35. Plomo
8. Cadmio.	22. Fluoruros	36. Sodio
9. Carbono orgánico total.	23. Fósforo total	37. Sulfatos
10. Cianuros	24. Hierro.	38. Sulfuros
11. Cloruros.	25. Hidrocarburos totales de petróleo.	39. Selenio
12. Cobalto	26. Manganeseo	40. Temperatura
13. Cobre.	27. Mercurio	41. Zinc.
14. Conductividad	28. Molibdeno	42. AOX (*)

(*) En el caso de que el valor de AOX sea superior a 500 µg/l se analizarán los compuestos orgánicos clorados que determine la Dirección General de Medio Ambiente.

B. Análisis completo.

Anualmente (tanto durante la explotación como durante el mantenimiento postclausura de las distintas fases) se realizará un análisis completo de muestras de todos los piezómetros que incluya los parámetros señalados en el apartado anterior y además los siguientes: HPA (hidrocarburos aromáticos policíclicos), BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno), compuestos orgánicos volátiles y PCB's.

C. Control del nivel freático.

Trimestralmente durante la explotación de la Fase IV recrecida y semestralmente durante la de mantenimiento postclausura de las fases I, II y III, y posteriormente de la Fase IV recrecida, se realizará la medida del nivel freático en los piezómetros.

D. Puntos de control.

Ubicación	Punto	Descripción	Profundidad (m)
Fase I	S-28	Aguas abajo de la Fase I. Aguas arriba de la pantalla de bentonita-cemento	4,8
	S-29	Aguas abajo de la Fase I y de la pantalla de bentonita-cemento.	34,5
	S-30	Aguas abajo de la Fase I y de la pantalla de bentonita-cemento.	50

	S-32	Aguas arriba. Al norte de la Fase I.	19,5
Fase II	S-18	Aguas arriba de la Fase II y de la pantalla de bentonita cemento.	10,5
	S-23	Aguas abajo de la Fase II y de la pantalla de bentonita-cemento.	10
	S-25	Aguas abajo de la Fase II y de la zanja drenante.	10,5
	S-26	Aguas abajo. Al sur de la Fase II.	10,5
Fase III	S-1	Aguas arriba. Junto a oficinas.	17
	S-6	Aguas abajo. Al sureste de la Fase III. Entre la Fase III y S9.	9,2
	S-9	Aguas abajo. Al sureste de la Fase III	6,5
	S-11	Aguas abajo. Al sur de la Fase III y de la Planta de Lixiviados.	25
	S-13	Aguas abajo. Al sur de la Fase III. Junto a los depósitos de lixiviado.	25
	S-14	Aguas abajo. Al oeste de la Fase III.	20
	S-16	Aguas abajo de la zona de motores. Al oeste de la Fase III.	41

Fase IV	S.IV.1	Aguas abajo de los vasos. Entre las Fases III y IV.	14,9
	S.IV.2	Aguas abajo. Al sureste de la Fase IV.	14,5
	S.IV.3	Aguas Abajo. Al sureste de la Fase IV. Intermedio entre el vaso y S.IV.2	15,4
	S.IV.4	Al este de la Fase IV.	29,9
	S.IV.5	Aguas arriba. Al norte de la Fase IV.	41,2

Red de puntos de control de calidad de las aguas (piezómetros)

A.2.2. Control de las aguas superficiales.

Cada seis meses se llevará a cabo el control aguas superficiales en los cinco puntos señalados por el ACIC siempre que el caudal existente permita una toma de muestras representativa.

Los parámetros que analizar serán los establecidos para el análisis simplificado de las aguas subterráneas.

Puntos de control:

Punto	Descripción
-------	-------------

A1	Escorrentía aguas abajo entre las Fases I, II y III
A2	Escorrentía zona aguas abajo de la planta de tratamiento de lixiviados
A3	Escorrentía entre Fase III y IV
A4	Escorrentía aguas abajo Fase IV
A5	Escorrentía aguas abajo de la Fase I

Puntos de control de las aguas superficiales

A.2.3. Control del dren de seguridad de las fases III y IV.

Se llevará a cabo un control mensual del dren de seguridad de las fases III y IV, cuyo alcance será el establecido para el análisis simplificado de las aguas subterráneas.

Puntos de control:

Matriz	Punto	Descripción
Drenes de seguridad	DREN.III	Dren de seguridad bajo primera capa de impermeabilización de la Fase III.
	DREN.IV	Dren de seguridad bajo primera capa de impermeabilización de la Fase IV

Control del dren de seguridad

A.2.4. Control de los drenajes de aguas blancas subterráneas de las fases III y IV.

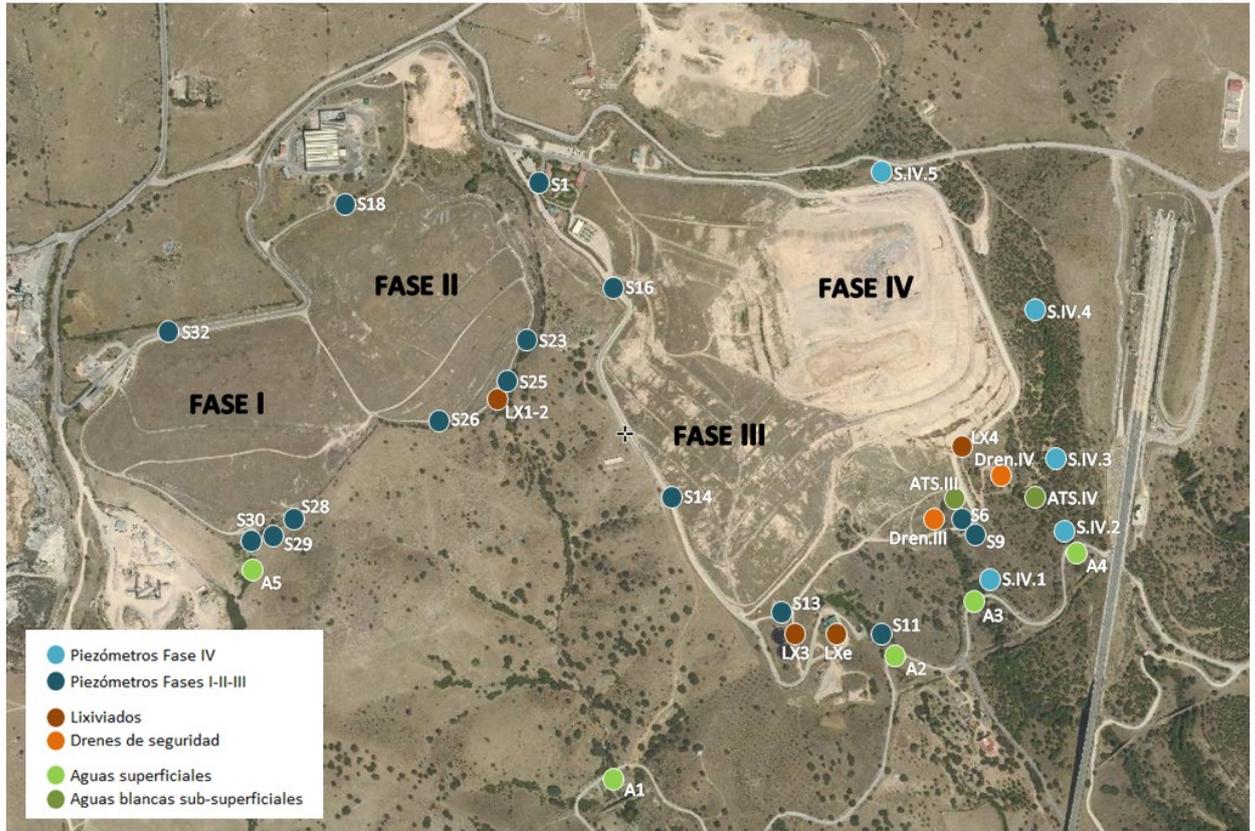
Se incluirá un control trimestral de las tuberías de salida de los drenajes subterráneos de aguas blancas que se recogen bajo la impermeabilización de las fases III y IV. El alcance de las analíticas será el establecido para el análisis completo de las aguas subterráneas.

Puntos de control:

Matriz	Ubicación	Punto	Descripción
Aguas blancas subterráneas	Fase III	ATS.III	Tubo de drenaje de las aguas blancas sub-superficiales que discurren bajo la impermeabilización de la Fase III
	Fase IV	ATS.IV	Tubo de drenaje de las aguas blancas sub-superficiales que discurren bajo la impermeabilización de la Fase IV

Puntos de control de los drenajes de aguas blancas subterráneas

A.2.5. Distribución de los puntos de la red de control.



Localización de los puntos de la red de control de calidad de aguas

A.3. Recopilación de datos meteorológicos.

La instalación cuenta con una estación meteorológica situada dentro de su propio recinto.

Los controles y registros que se realizarán diariamente durante la fase de explotación y de control post-clausura son:

- Volumen de precipitación.
- Temperatura ambiente (mínima y máxima, 14:00 h y HCE).
- Dirección y velocidad del viento dominante.
- Evaporación.
- Humedad atmosférica (14:00 h). Este parámetro determinará la necesidad de riego de viales de tierra si el valor se encuentra por debajo del 70%.

A.4. Balance hídrico del vertedero.

Anualmente se realizará un balance hídrico del vertedero para el cual se emplearán datos de caudal de lixiviados registrados y datos meteorológicos registrados en la estación meteorológica de la instalación y los planes topográficos de cambios que se produzcan en la superficie del vertedero (zonas selladas, zonas de vertido, etc.).

En el caso de las superficies aun no explotadas del vaso de vertido en explotación se detallarán en el plano y se indicará si existen sistemas temporales de recogida de pluviales limpias o por el contrario las pluviales de esta zona se incorporan al sistema de recogida de lixiviados del vertedero.

Se adjuntará foto aérea en la que se indiquen superficies selladas del vertedero y superficies del vertedero cubiertas únicamente con tierra, superficies en explotación, etc.

A.5. Revisión del plan de seguimiento de la calidad de las aguas.

Cada tres años se procederá a la revisión, en función de los datos históricos, de los niveles a los cuales se puede considerar un cambio significativo en la calidad de las aguas (indicadores de evolución).

A la hora de establecer los Indicadores de Evolución:

1. Para aquellos parámetros en los que se hayan definido Estándares de Referencia, se emplearán como indicadores dichos estándares normativos de calidad ambiental.
2. Para aquellos parámetros de los que no se disponga de estos estándares, se empleará la fórmula establecida por el ACIC en el escrito ref. 10/168412.9/15 de 31/08/2015.

$$I.E. = X_{\max} + [X_{\max} * 0,2]$$

Siendo X_{\max} el valor máximo de una serie de datos para un determinado parámetro (previa eliminación de valores atípicos).

Por lo tanto, para estos parámetros en concreto, se empleará el valor máximo de la serie histórica de resultados analíticos, previo filtrado de aquellos valores considerados como atípicos, más un incremento del 20%.

Diagrama de actuación en caso de detectarse incrementos significativos aguas debajo de la instalación:

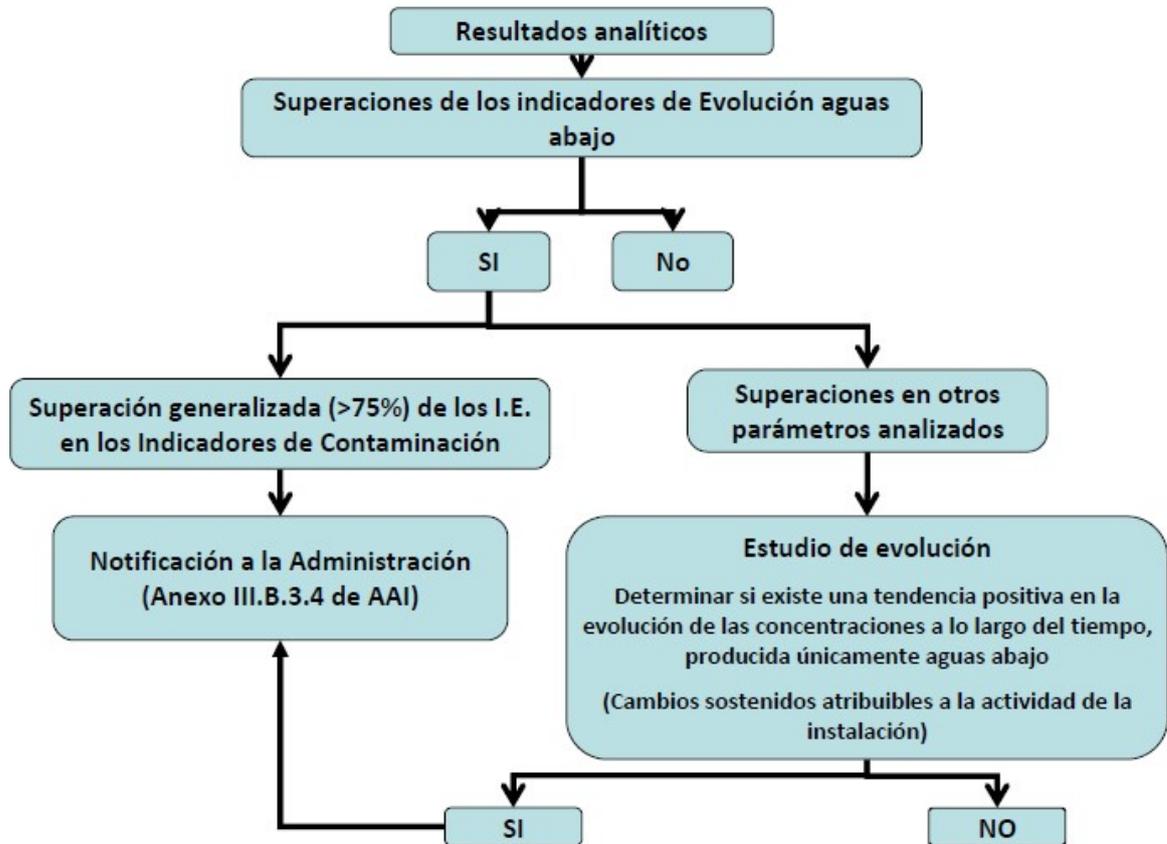


Ilustración 1. Diagrama de bloques del sistema de actuación de vigilancia de calidad de las aguas

15.2. B). CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA E INMISIÓN

B.1. Control de las emisiones atmosféricas.

B.1.1. Identificación de los focos.

Los focos por controlar dentro de la instalación son:

Id Foco	CAPCA	
	Grupo	Código
Foco 1: Motogenerador nº 1	B	09 04 01 04
Foco2: Motogenerador nº 2	B	09 04 01 04
Foco 3: Motogenerador nº 3	B	09 04 01 04

Tabla de focos APCA por controlar

B.1.2. Parámetros que controlar y periodicidad.

Se realizará un control de los focos de emisión con periodicidad **bienal** y siempre a través de organismo acreditado para las labores de inspección medioambiental en el campo de atmósfera por ENAC (o por una Entidad de Acreditación firmante de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación).

Dicho control incluirá los siguientes parámetros:

IDENTIFICACIÓN DEL FOCO	PARÁMETRO	PERIODICIDAD
Foco 1: motogenerador	Monóxido de carbono (CO)	PERIÓDICO BIENAL (3 medidas de una hora a lo largo de un día)
Foco 2 motogenerador	Óxidos de nitrógeno (NOx)	
Foco 3: motogenerador	Dióxido de azufre (SO ₂)	
	Compuestos orgánicos volátiles no metánicos	

Tabla de sustancias de control en los focos atmosféricos y periodicidad

Si fuera necesario el análisis de algún parámetro en un laboratorio permanente, este será realizado por un Laboratorio de Ensayo acreditado por ENAC o por una entidad de acreditación firmante de los acuerdos de reconocimiento mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación en la norma UNE EN ISO/IEC 17025 en el ámbito “*emisiones de fuentes estacionarias*”.

No obstante, lo indicado en el apartado anterior, en aquellos focos que se prevea que dentro del año natural vayan a emitir menos del 5% del funcionamiento total anual, se podrá prescindir de la medición de sus emisiones.

B.1.3. Valores límite de emisión.

Se cumplirán los siguientes valores límite de emisión (VLE) en los focos de emisión de gases, como valores medios diarios expresados en condiciones normales de presión y temperatura del gas seco (101'3 kPa, 273'15 K), referidos a un porcentaje de oxígeno del 5 %.

Identificación del foco	PARÁMETRO	VLE
Foco 1: Motogenerador nº 1	Monóxido de carbono (CO)	1.500 (mg /Nm ³)
	Óxidos de nitrógeno (expresados como NO ₂)	1.500 (mg/Nm ³)
Foco2: Motogenerador nº 2	Dióxido de azufre (expresados como SO ₂)	350 (mg/Nm ³)
Foco 3: Motogenerador nº 3	Compuestos orgánicos volátiles no metánicos (expresados como Carbono Orgánico Total)	150 (mg C/Nm ³)

Tabla de valores límite de emisión a la atmósfera

B.2. Control de inmisiones de gases en el vertedero.

B.2.1. Alcance de los controles.

Se realizará un control de los de inmisión con periodicidad semestral a través de organismo acreditado para las labores de inspección medioambiental en el campo “aire ambiente” por ENAC (o por una Entidad de Acreditación firmante de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación). Dicho control incluirá los siguientes parámetros:

PARÁMETROS
CH ₄
SH ₂
NH ₃

Tabla de parámetros de control de inmisiones de gases con efecto invernadero

La duración de la campana de medida será de 4 días, obteniendo 3 muestras de 24 horas de duración en cada ubicación y para cada parámetro.

Para aquellos parámetros que requieran análisis en laboratorio de ensayo permanente, los ensayos se realizarán por laboratorios de ensayo acreditados por ENAC o por una entidad de acreditación firmante de los acuerdos de reconocimiento mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación, en la norma UNE-EN 17025 en el ámbito “aire ambiente”.

B.2.2. Red de puntos de control.

El citado control de inmisión aire se realizará en los ocho puntos establecidos en la AAI:

Punto	Descripción
1	Cercano a la entrada de las instalaciones
2	Al sur de la Fase II
5	Al norte de la Fase II
6	Al sur de la Fase III
9	Al norte de la Fase III, junto a la Fase IV
12	Entre las Fases II y III
IV.1	Al noreste de la Fase IV
IV.2	Al sur de la Fase IV

Puntos de control de inmisión atmosférica



Localización de los puntos de control de inmisión atmosférica

B.2.3. Valores límite.

De acuerdo con el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire se establece el siguiente valor de referencia para la concentración de inmisión de ácido sulfhídrico (SH₂):

PARÁMETRO	VALOR DE REFERENCIA	PERIODO REFERENCIA	DE
SH ₂	40 µg/m ³	Media en 24 horas	

Tabla del valor de referencia de control de SH₂

La superación de este valor implicara la adopción de medidas complementarias para reducir las emisiones de este compuesto.

15.3. C). CONTROL DEL BIOGÁS A ANTORCHA

La antorcha de combustión de biogás será un sistema de emergencia, y solo funcionará cuando los motogeneradores estén fuera de servicio o exista excedente de biogás.

C.1. Alcance analítico y periodicidad.

Se llevará a cabo un control anual de la concentración de ácido sulfhídrico y compuestos orgánicos de azufre (expresado como azufre total) en el biogás.

C.2. Valores límite.

Respecto al contenido de azufre (sulfuro de hidrógeno y compuestos orgánicos de azufre) del biogás que se envía a la antorcha se establecerá como valor de referencia 50 ppm. En el caso de que este valor sea superior, se instalará una medida correctora, previa a la antorcha, que garantice valores por debajo de esta concentración o bien se valorarán otras soluciones alternativas dirigidas a minimizar las emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera.

15.4. D. CONTROL DE LA MORFOLOGÍA DEL VERTEDERO

D.1. Controles y periodicidad.

D.1.1. Levantamiento topográfico.

Anualmente durante la fase de explotación del vertedero, se controlará la estructura y composición de cada fase, determinando, mediante levantamiento topográfico, la superficie ocupada por los residuos y el volumen y composición de estos y calculando la capacidad restante de depósito que queda disponible en el vertedero.

D.1.2. Control de asentamientos, subsidencias y movimientos horizontales.

Trimestralmente durante la fase de explotación y semestralmente durante la fase de mantenimiento postclausura del vertedero, se controlarán los potenciales asentamientos, subsidencias y movimientos horizontales de la masa de residuos depositada, o, en su caso, la capa de sellado, mediante señalizaciones topográficas instaladas con esta finalidad.

D.1.3. Inspección para la detección de grietas, hundimientos y erosiones en la capa de sellado

Mensualmente durante la fase de explotación y trimestralmente durante la fase de mantenimiento postclausura del vertedero se realizará una inspección para la detección de grietas, hundimientos y erosiones en la capa de sellado. Los resultados de los controles serán registrados e incluidos en el informe de control de la instalación.

15.5. E). CONTROL DE VERTIDO A CAUCE

Se mantendrá la autorización de vertido a cauce del efluente de salida de la depuradora de aseo y aguas sanitarias (incluida en la AAI del centro) concedida por la Confederación Hidrográfica del Tajo el 8 de julio de 2008, siendo actualizada posteriormente el 14 de agosto de 2014 (N/Ref. 165.539/06 INY, S/Ref. ACIC-M0-AAI-5018/14).

E.1. Programa de control y seguimiento.

Según lo establecido en la AAI vigente de la explotación, se realizarán las siguientes actuaciones:

E.1.1. Declaración anual de vertido (inspección).

Declaración que acredite los parámetros y condiciones de vertido, certificados por una Entidad Colaboradora, según lo definido en el artículo 255 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico y la Orden MAM/985/2000, de 23 de marzo, y de acuerdo con el Protocolo de Inspección de Vertidos de aguas residuales destinado a las Entidades Colaboradoras de la Administración Hidráulica, aprobado por el Ministerio responsable de Medio Ambiente.

La declaración incluirá:

- Toma de muestras y análisis del efluente: se tomará una muestra al año, coincidiendo con época del año significativa de la actividad, sobre la que se determinarán los siguientes parámetros:
 1. Sólidos en suspensión
 2. DBO₅
 3. DQO
- Estimación de los caudales vertidos.
- Datos disponibles sobre la gestión de los fangos.
- Incidencias significativas o circunstancias inusuales de explotación observadas durante la toma de muestras, que pudieran afectar al

cumplimiento de las condiciones de esta autorización y, en particular, a la calidad del vertido.

E.1.2. Memoria anual de funcionamiento.

Se remitirá en el primer trimestre de cada año un resumen de los datos de seguimiento y explotación de las instalaciones de tratamiento.

Las incidencias se comunicarán de forma inmediata, indicando las actuaciones y medidas que se pongan en práctica.

E.2. Caudales y valores límite de emisión

En la autorización de vertido concedida por la CHT, se establecen los siguientes parámetros:

E.2.1. Caudales autorizados:

- Caudal medio diario: 6 m³/día
- Volumen máximo anual: 2.190 m³/año

E.2.2. Límites máximos de emisión.

Las características de emisión del vertido serán tales que resulten adecuadas para el cumplimiento de las normas de calidad ambiental del medio receptor. En todo caso, se cumplirán los siguientes límites máximos de emisión:

- Sólidos en suspensión ≤ 35 mg/l
- DBO₅ ≤ 25 mg/l
- DQO ≤ 125 mg/l

15.6. F) PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS OLORES

F.1. Control de olores

En tanto los olores no estén regulados por normativa específica, el marco de referencia será el recogido en el documento *H4 Odour Management* publicado en marzo de 2011 por la Agencia de Medio Ambiente de Reino Unido para “instalaciones de tratamiento de residuos o deposición en vertederos que involucren restos biológicos”. En dicho documento se establecen determinados valores de unidades de olor que resultan ofensivas para el ser humano en función de la fuente,

teniendo en cuenta que determinados olores resultan más lesivos que otros incluso aunque su intensidad sea menos elevada.

El valor límite de referencia será, para las zonas habitadas del entorno, de **1,5 uoE/m³**.

Se realizarán controles de olores con la periodicidad que estipule la Modificación Sustancial de Autorización Ambiental Integrada resultante de este procedimiento en curso.

Los controles de olores serán realizados por un organismo acreditado por ENAC, o cualquier otra Entidad firmante de los Acuerdos de reconocimiento mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación, para las labores de inspección medioambiental y por laboratorio de ensayo acreditado.

Los resultados del control de olores se adjuntarán al informe anual del Plan de Control y Seguimiento de la calidad atmosférica.

F.2. Coordinación con las administraciones locales

Se establecerá un convenio entre la Mancomunidad del Noroeste y las administraciones locales de Colmenar Viejo y Tres Cantos para desarrollar un protocolo de prevención del riesgo de olores, así como unos sistemas de información y de intervención.

15.7. G) PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS VOLADOS

G.1. Control de volados

Se realizará un seguimiento y control de la recogida de volados.

La vigilancia y actuación se extenderá fuera de las instalaciones en caso de que sean detectados volados en la vegetación y parcelas exteriores. Se distinguirán las actuaciones realizadas en el exterior de las del interior de la explotación.

G.2. Informe anual

Se elaborará un informe anual de volados en el que se reflejen los datos recogidos durante el control, como la ubicación de las principales concentraciones de volados, pesaje, personal y medios asignados, y horas de trabajo aplicadas. Así mismo, se archivarán las condiciones atmosféricas resultantes de los episodios de actuación por viento, con las direcciones dominantes de vientos y la duración de cada episodio, obtenidos de la estación meteorológica de las instalaciones.

15.8. PRESUPUESTO ANUAL DE VIGILANCIA AMBIENTAL

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL

CÓDIGO	RESUMEN	MEDICION	PRECIO	TOTAL
CAÍTULO C00 PRESUPUESTO DEL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL VASO IV				
01	ud COSTE ANUAL PLAN SEGUIMIENTO Y CONTROL LIXIVIADOS Coste anual del plan del seguimiento y control de lixiviados			
		1,00	5.000,00	5.000,00
02	ud COSTE ANUAL PLAN SEGUIM. Y CONTROL AGUAS SUPERF. Y SUBTERR. Coste anual del plan del seguimiento y control de aguas superficiales y subterráneas			
		1,00	4.000,00	4.000,00
03	ud COSTE ANUAL CONTROL METEOROLOGICO Y BALANCE HIDRICO Coste anual del control meteorológico y del balance hídrico			
		1,00	2.000,00	2.000,00
04	ud COSTE ANUAL CONTROL EMISIONES ATMOSFERICAS E INMISION Coste anual del control del emisiones atmosféricas e inmision			
		1,00	5.000,00	5.000,00
05	ud COSTE ANUAL CONTROL CONTENIDO AZUFRE EN BIOGAS Coste anual del control del del contenido en azufre en el biogás			
		1,00	2.500,00	2.500,00
06	ud COSTE ANUAL CONTROL MORFOLOGICO INSTALACION Coste anual del control morfológico de la intalacion			
		1,00	3.000,00	3.000,00
07	ud COSTE ANUAL CONTROL VERTIDO AUTORIZADO A CAUCE Coste anual del control del vertido autorizado a cauce			
		1,00	2.500,00	2.500,00
08	ud COSTE ANUAL CONTROL OLORES Coste anual del control de olores			
		1,00	12.000,00	12.000,00
09	ud COSTE ANUAL CONTROL VOLADOS Coste anual del control de volados			
		1,00	1.800,00	1.800,00
TOTAL CAPÍTULO C00 PRESUPUESTO DEL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL VASO IV..				37.800,00

Asciende el presupuesto del Plan de Vigilancia Ambiental a la expresada cantidad de TREINTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS EUROS

16. PROCEDIMIENTO DE CLAUSURA Y MANTENIMIENTO POSTERIOR

16.1. SELLADO Y RESTAURACIÓN

Las obras de sellado tendrán como objetivos:

- Aislar los residuos del exterior de forma permanente
- Evitar la emisión d a la atmosfera de gases responsables del efecto invernadero producidos por la descomposición de la materia orgánica.
- Asegurar el máximo aprovechamiento de biogás para generar electricidad mediante su combustión.
- Reducir la infiltración de agua de lluvia a través de la masa de residuos para minimizar la generación de lixiviados y la contaminación que causan.
- Recuperar paisajística y ambientalmente un área degradada.

A medida que el residuo alcanza las curvas de nivel previstas en el diseño es tapado por la cubierta intermedia construida por varias capas, sobre la que se sitúa la barrera impermeable de polietileno de alta densidad. Una vez que se tiene una superficie bastante extensa se procederá a terminar de construir la cubierta final. Normalmente se debe esperar a tener una superficie relativamente grande (10.000 m²).

Las capas de sellado serán similares a las utilizadas en la fase IV actualmente en explotación y cuyo sellado está formado por las siguientes capas:

En plataforma el paquete de impermeabilización de sellado en el orden de colocación de cada una de las capas es el siguiente:

- material de relleno de préstamo areno-arcilloso de cubrición y regularización de pendientes. Espesor variable, mínimo de 50 cm.
- capa drenante de gases. Grava drenante (25/40) de 25 cm de espesor entre dos geotextiles.
- lámina de impermeabilización. Geomembrana de PEAD de 1 mm de espesor y lisa

- capa drenante de aguas. Capa drenante (25/40) de 25 cm de espesor entre dos geotextiles.
- cobertura. Capa de cobertura de 80 cm de espesor compuesta de 50 cm de material inerte y 30 cm de una capa de tierra vegetal.

En taludes y bermas el paquete de impermeabilización de sellado en el orden de colocación de cada una de las capas es el siguiente:

- material de relleno de préstamo areno-arcilloso de cubrición y regularización de pendientes. Espesor variable, mínimo de 50 cm.
- capa drenante de gases. Geocompuesto drenante constituido por geored flexible (PEAD) de 6 mm de espesor situado entre dos geotextiles.
- lámina de impermeabilización. Geomembrana de PEAD lisa de 1 mm de espesor, lisa y texturizada en ambas caras.
- capa drenante de aguas. Geocompuesto drenante constituido por geored flexible (PEAD) de 5 mm de espesor.
- cobertura. Capa de cobertura de 80 cm de espesor compuesta de 50 cm de material inerte y 30 cm de una capa de tierra vegetal.

16.2. REVEGETACIÓN DE LA CELDA

El proyecto de explotación de la ampliación tiene limitada su capacidad de actuación en la restauración de los terrenos, ya que es competencia del futuro proyecto de sellado, quedando fuera del alcance del proyecto de recrecido.

No obstante, a la vista la importancia estimada de este impacto, se apunta la necesidad de incorporar en el futuro proyecto de sellado un plan de restauración encaminado a integrar las celdas de la unión de fases III y IV en su entorno incluyendo, además de una hidrosiembra, la plantación de especies leñosas que incrementen la textura de grano grueso y cuyo sistema radicular y desarrollo sea compatible con la capa de impermeabilización y no comprometa su perfecta funcionalidad aislante. La restauración deberá garantizar que estas especies dispongan de agua durante su periodo de asentamiento hasta que alcancen la plena autonomía para su supervivencia. El riego deberá hacerse por medio de instalaciones móviles y nunca mediante una red de riego con canalizaciones fijas.

Las especies leñosas que deberán utilizar en la revegetación serán matorrales autóctonos propios del lugar que no comprometan con su aparato radicular las capas de sellado. Principalmente se trata de estas especies: jara pringosa (*Cistus ladanifer*), zarza (*Rubus ulmifolius*), escoba (*Cytisus purgans*, *Cytisus scoparius*), retama (*Retama sphaerocarpa*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y cantueso (*Lavandula stoechas subsp. pedunculata*). Su plantación será manual y su distribución será al tresbolillo y en agrupaciones o rodales, imitando la configuración natural del ecosistema que rodea el vaso.

16.3. CONTROL Y VIGILANCIA POSTERIOR AL CIERRE

Se detalla a continuación la enumeración de los controles realizados durante la fase post-clausura y descritos con más detalle en el apartado 12.5. Plan de Vigilancia Ambiental.

- A). Plan de Seguimiento y Control de las aguas.
- B). Controles de emisiones atmosféricas e inmisión.
- C). Control del contenido de azufre en el biogás.
- D). Control morfológico de la instalación.

A) Plan de seguimiento y control de las aguas

A.1. Control de lixiviados.

Semestralmente durante el mantenimiento postclausura de las fases I, II y III y fase IV se realizara la toma de muestras y análisis simplificado de los lixiviados antes del tratamiento.

Bienalmente durante la fase de mantenimiento postclausura, se realizara un análisis completo de los lixiviados antes del tratamiento, incluyendo los parámetros señalados en el apartado anterior (análisis simplificado) y además los siguientes: AOX, HAP (hidrocarburos aromáticos policíclicos), BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno), compuestos orgánicos volátiles y PCBs.

En el caso de que el valor de AOX de los lixiviados sea superior a 10 mg/l, se analizaran los compuestos orgánicos clorados que determine la Dirección General de Medio Ambiente.

A.2. Control de aguas subterráneas y superficiales.

Control de aguas subterráneas

Semestralmente durante el mantenimiento postclausura de las fases I, II y III y, IV, se realizará la toma de muestras y análisis simplificado de la calidad del agua de los piezómetros de control de aguas subterráneas.

En el caso de que el valor de AOX sea superior a 500 µg/l se analizarán los compuestos orgánicos clorados que determine la Dirección General de Medio Ambiente.

Anualmente, durante el mantenimiento postclausura de las distintas fases, se realizará un análisis completo de muestras de todos los piezómetros que incluya los parámetros señalados en el apartado anterior y además los siguientes: HPA (hidrocarburos aromáticos policíclicos), 8TEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno), compuestos orgánicos volátiles y PCBs.

Semestralmente durante la de mantenimiento postclausura de las fases I, II y III, y IV, se realizará la medida del nivel freático en los piezómetros.

Control de las aguas superficiales.

Cada seis meses se llevará a cabo el control aguas superficiales en los cinco puntos señalados por el ACIC, siempre que el caudal existente permita una toma de muestras representativa. Los parámetros a analizar serán los establecidos para el análisis simplificado de las aguas subterráneas.

Control del dren de seguridad de la Fases III y IV.

Se llevará a cabo un control mensual del dren de seguridad de las fases III y IV, cuyo alcance será el establecido para el análisis simplificado de las aguas subterráneas.

Control de los drenajes de aguas blancas subterráneas de las fases III y IV.

Se realiza un control trimestral de las tuberías de salida de los drenajes subterráneos de aguas blancas que se recogen bajo la impermeabilización de las fases III y IV. El alcance de las analíticas será el establecido para el análisis completo de las aguas subterráneas.

A.3. Recopilación de datos meteorológicos.

Los controles y registros que se realizan diariamente durante el control postclausura son:

- Volumen de precipitación.
- Temperatura ambiente (mínima y máxima, 14:00 h y HCE).
- Dirección y velocidad del viento dominante.
- Evaporación.
- Humedad atmosférica (14:00 h).

A.4. Balance hídrico del vertedero.

Anualmente se realizará un balance hídrico del vertedero para el cual se emplearán datos de caudal de lixiviados registrados y datos meteorológicos registrados en la estación meteorológica de la instalación y los planes topográficos de cambios que se produzcan en la superficie del vertedero (zonas selladas, zonas de vertido, etc.).

A.5. Revisión del p.s.c de las aguas.

Cada tres años se procederá a la revisión, en función de los datos históricos, de los niveles a los cuales se puede considerar un cambio significativo en la calidad de las aguas (indicadores de evolución).

B). Control de emisiones a la atmósfera e inmisión

B.1. Control de las emisiones atmosféricas.

Se realizará un control de los focos de emisión con periodicidad bienal y siempre a través de organismo acreditado para las labores de inspección medioambiental en el campo de atmósfera por ENAC (o por una Entidad de Acreditación firmante de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación).

B.2. Control de inmisiones de gases en el vertedero.

Se realizará un control de los de inmisión con periodicidad semestral a través de organismo acreditado para las labores de inspección medioambiental en el campo "aire ambiente" por ENAC (o por una Entidad de Acreditación firmante de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación).

C). Control del biogás a antorcha.

Se llevará a cabo un control anual de la concentración de ácido sulfhídrico y compuestos orgánicos de azufre (expresado como azufre total) en el biogás.

D) Control de la morfología del vertedero.

Semestralmente durante la fase de mantenimiento postclausura del vertedero, se controlarán los potenciales asentamientos, subsidencias y movimientos horizontales de la masa de residuos depositada, o, en su caso, la capa de sellado, mediante señalizaciones topográficas instaladas con esta finalidad.

Trimestralmente durante la fase de mantenimiento postclausura del vertedero se realizará una inspección para la detección de grietas, hundimientos y erosiones en la capa de sellado. Los resultados de los controles serán registrados e incluidos en el informe de control de la instalación.

17. FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

17.1. TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Los residuos admitidos para su depósito no requieren por tanto tratamiento adicional. El depósito controlado constituye el destino final de los residuos que cumplen los criterios de admisión establecidos.

En la ampliación de la Fase IV no se admitirán otros residuos de los establecidos en la AAI.

17.2. SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DEL DEPÓSITO CONTROLADO

El funcionamiento de la ampliación se desarrollará según se viene realizando en el actual depósito de residuos urbanos de Colmenar Viejo, de la forma descrita a continuación.

En el esquema básico de funcionamiento del vertedero, los camiones procedentes de la recogida urbana o de estaciones de transferencia, una vez admitido y pesado su contenido al entrar al mismo, se trasladan al frente de vertido donde arrojan los residuos transportados. Los residuos vertidos por los camiones se extienden en tongadas de 2,7 m de potencia y, una vez compactados, adquieren una densidad media del orden de 0,9 t/m³. Sobre la capa de residuos, una vez alcanzado el espesor de 2,7 m, se dispone a continuación una capa de cubrición de tierra de 0,3 m de espesor, sobre la que vuelve a iniciarse el vertido de una nueva capa de residuos de 2,7 m y su correspondiente capa de cubrición de 0,3 m.

La extensión del residuos vertido se efectúa a lo largo de un frente de explotación que puede avanzar en diversas direcciones en función de las necesidades de la propia explotación, de las cotas y superficies autorizadas para el vertido de los residuos y de las condiciones climatológicas imperantes en cada momento.

La compactación de los residuos se efectúa mediante pasadas sucesivas de la maquinaria pesada por la misma zona de vertido, hasta que los residuos están bien dispuestos, mezclados y compactados.

Las operaciones de extendido y compactado son controladas por el responsable del control operacional, el cual supervisa también, de forma continuada.

Los residuos se tapan diariamente para evitar la proliferación de insectos y roedores, y, en general, de agentes potencialmente transmisores de enfermedades. Además, se adoptan las medidas necesarias para retener en el propio frente de vertido los plásticos, papeles o cualquier otro residuo susceptible de ser arrastrado por el viento.

Periódicamente se realizan mediciones topográficas que determinan el volumen final alcanzado por la masa de residuos y que permiten identificar los posibles asentamientos anómalos en la nada de residuos. También se comprueba que el vertido de los residuos se va realizando conforme a lo previsto.

El Plan de Explotación del Vertedero establece las recomendaciones mínimas necesarias para la explotación del vertedero. Los trabajos a realizar en el vertedero desde la recepción de las basuras descritas incluyen:

- 1) Pesaje: los camiones a su entrada en la planta serán pesados en báscula provista de sistema informático que indica para cada pesada la matrícula y el peso neto.

El programa dispondrá de base de datos para cada matrícula incluyendo origen, cliente y tara de tal forma que puedan establecerse estadísticas por origen (tanto de municipio como de zona) y por clientes.

- 2) Acceso de camiones, extensión y compactación: una vez pesados, los camiones accederán al área de vertido a través de los camiones del camino de coronación que se proyecta junto a los linderos norte y este de la parcela.

La descarga se hace en una plataforma, en la parte más baja del vaso y el extendido se hará con compactadora dotada de hoja topadora empujando y arrastrando la basura en sentido ascendente.

La densidad mínima a conseguir inicialmente será superior a 0,90 t/m³, y deberá comprobarse “in situ” periódicamente.

- 3) Repostaje de combustible: El área de repostaje existente en las instalaciones del Vertedero de Colmenar Viejo tiene afirmada una zona con hormigón, para el paso de camiones, y otra con zahorras, a la que pueden llegar las máquinas. Desde cada una de las zonas, contiguas al surtidor, se puede efectuar el repostaje de combustible.
- 4) Cubrición: La tierra de cubrición estará almacenada en las proximidades del vertido. Se cargará con pala cargadora y se transportará con camiones basculantes.
- 5) Mantenimiento de la maquinaria, instalaciones y obras: Periódicamente, y de acuerdo con las respectivas necesidades, se revisará su buen funcionamiento, realizando de forma inmediata las reparaciones tanto de las máquinas como de las obras e instalaciones.
- 6) Seguimiento y control: Serán objeto de especial seguimiento y control las salidas de los colectores de lixiviados y de los colectores de aguas limpias, tanto en sus caudales como en su composición.

La explotación de vertedero controlado de Colmenar Viejo se realiza por fases anuales, de modo que, al mantener abierto un único frente, se minimizan los impactos visuales característicos de este tipo de instalaciones. Cuando una fase ha llegado a su cota final de diseño, se procede a su sellado mientras se continúa con la explotación en la siguiente.

17.3. GESTIÓN DE LIXIVIADOS

Recogida de lixiviados

Los lixiviados producidos por los residuos depositados en el vaso (Fase IV) son recogidos por la red de drenaje de seguridad prevista en el fondo del mismo y conducidos a la arqueta de bombeo situada al pie del terraplén interior del dique de cierre en el punto de menor cota de la celda de vertido.

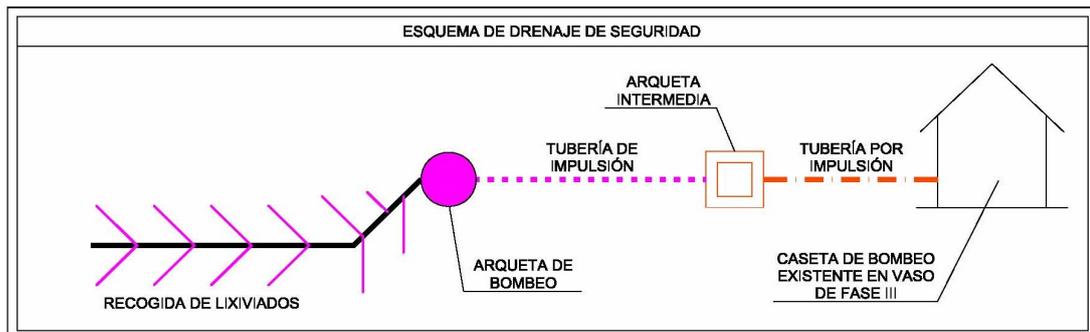
Extracción de lixiviados

Desde la arqueta de bombeo los lixiviados conducidos hasta ella se extraerán y conducirán a la arqueta de rotura situada en la coronación del dique de cierre, mediante la bomba neumática de aspiración instalada. La bomba entrará en funcionamiento cuando el nivel de lixiviados llegue a una determinada cota, procediendo a la aspiración y evacuación de los mismos hasta el borde del talud. En caso de avería de la bomba, entrará en funcionamiento la segunda bomba, instalada a tal fin.

Conducción de los lixiviados al sistema de tratamiento de lixiviados existente en el vertedero

Desde la arqueta de rotura el lixiviado circulará por gravedad por la tubería de polietileno de alta densidad proyectada, que permitirá conectar dicha arqueta con la caseta de bombeo existente sobre el dique de cierre del vaso de la Fase III, actualmente en funcionamiento. De esta forma se conecta con el sistema general de evacuación y tratamiento de lixiviados del vertedero de residuos urbanos existente actualmente.

A continuación se adjunta un esquema del sistema de recogida y conducción de los lixiviados hasta el sistema de tratamiento existente en el vertedero:



Los lixiviados serán conducidos a continuación a las dos balsas situadas al sur de la Fase III, en las que se recogen también los lixiviados generados en las otras fases del vertedero. Estas balsas de laminación, tienen aproximadamente 2.500 m³ de volumen útil cada una, de planta circular, construida en hormigón armado, y tienen capacidad suficiente para albergar aumentos de producción de lixiviados en épocas de muchas precipitaciones.

El lixiviado contenido en dichas balsas será conducido, por gravedad, a la Planta de Osmosis inversa existente, donde se efectúa el tratamiento de los lixiviados del vertedero actual, para su depuración.

Tratamiento de lixiviados

La planta de tratamiento de lixiviados existente tiene una capacidad de depuración de 140 m³/día, recibiendo actualidad una media de 60 m³/día, lo que supone un funcionamiento al 42,58 % de su capacidad. La aportación de lixiviados a la depuradora producidos por la ampliación del vaso (Fase IV) se estima semejante a la recibida actualmente en la explotación, lo que supone que la depuradora trabajará por debajo del 50 % de su capacidad.

El tratamiento de los lixiviados se realizará en las mismas condiciones de funcionamiento que en la situación actual.

El sistema de Ósmosis Inversa (en adelante OI) se basa, en la utilización de un proceso físico para separar el lixiviado en dos productos, el permeado, agua limpia que cumple con los valores de la legislación, y un concentrado que contiene los contaminantes. Este sistema se monta en un contenedor marítimo completamente automatizado de 76 m³ (12,192 x 2,438 x 2,55 m), siendo un sistema flexible que puede ser transportado con facilidad y está completamente adaptado a la necesidad del tratamiento de lixiviados generados en un vertedero de residuos urbanos.

La mayor parte del permeado obtenido se quiere destinar a operaciones de baldeo y riego de zonas impermeabilizadas, el resto irá a vertido a cauce en el mismo punto autorizado en la AAI donde se realiza el vertido de las aguas sanitarias. El concentrado se quiere recircular a vertedero tras realizar su caracterización como residuo no peligroso.

Descripción de las instalaciones:

- Instalación compacta en un contenedor marítimo de 76 m³, con un peso de 14 t, que está ventilado e impermeabilizado, y que dispone de sistema de detección de fugas, parando automáticamente la planta antes de un derrame. Está térmica y acústicamente aislado.

- Torre de lavado de gases fabricado en PED/PVC con material de relleno, ventilador y cuyo sistema de control está integrado en la estación de ósmosis inversa.
- Tuberías para interconexión de lixiviado, permeado y concentrado en PEAD/PVC hasta la salida del contenedor.

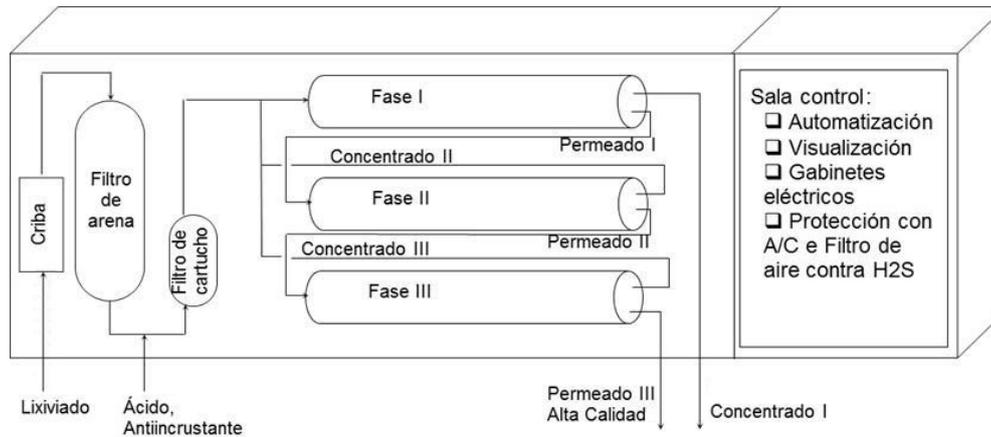
La capacidad de tratamiento de la anterior planta de tratamiento era de 168 m³ día. Tras un análisis de los datos reales de producción de lixiviado se ha observado que la planta estaba sobredimensionada, no siendo necesario tanta capacidad de tratamiento. El proceso actual ha sido optimizado y se ha reducido considerablemente la capacidad máxima de tratamiento (con la consecuente optimización de procesos, consumos, etc.), teniendo siempre un margen de seguridad suficiente entre el caudal diario a tratar y la capacidad máxima.

Descripción del proceso de tratamiento:

El lixiviado se bombeará al contenedor. La bomba sumergible de alimentación será controlada por el PLC de la estación por la señal del nivel del tanque de recepción interno. En esta estación existe una conexión eléctrica para esta bomba externa. El lixiviado entra en el contenedor al tanque de recepción de lixiviado interno equipado con dos sondas de nivel - una para controlar la bomba de alimentación y la otra para evitar derrames.

Las etapas principales de tratamiento, integradas en el contenedor son:

- Pretratamiento: criba con red de 1,5 mm y prefiltración por filtro de arena presurizado.
- Control del pH por dosificación de ácido sulfúrico.
- Microfiltración con 5 filtros de cartucho de 20" (variable 1-10 µm.)
- 1ª Fase de Ósmosis Inversa.
- 2ª Fase de Ósmosis Inversa.
- 3ª Fase de Ósmosis Inversa.



Esquema del proceso de tratamiento por ósmosis Inversa (tres etapas)

A) Prefiltración:

Como pretratamiento y para la protección de las bombas y membranas existe una criba con una red de 1,5 mm, un filtrado de arena y dos estaciones de microfiltración. La filtración por arena se realiza en filtros presurizados. La limpieza del filtro de arena se realiza con reflujó de lixiviado con un caudal elevado (automatismo incluido), el líquido de limpieza es lixiviado. La periodicidad depende de la calidad del lixiviado y es normalmente semanal.

B) Dosificación de químicos:

Los químicos utilizados en el proceso sirven principalmente para aumentar la solubilidad de las sales y evitar/disminuir la precipitación de sales poco solubles.

- Ácido para afinación del pH

- Antiscalent

La acidificación se realiza generalmente con ácido sulfúrico concentrado al 96-98%, que es la solución más económica. La bomba de transporte y dosificación integrada en el contenedor. Por motivos de seguridad, el sistema de inyección del ácido está completamente cerrado y equipado con una sonda que desconecta el sistema en caso de derrame. El pH del lixiviado antes de entrar en las membranas es controlado por el sistema de dosificación de ácido sulfúrico. El ácido es inyectado directamente en la tubería de lixiviado con una válvula de dosificación.

Del mismo modo, existe una estación de dosificación de "antiscalent" que inyecta un producto antiprecipitante (inhibidor/complejante). Dependiente de la composición del lixiviado existen productos adecuados que se añaden al proceso, para mejorar

el desempeño de la estación en términos de capacidad de tratamiento, de ciclos de lavados y del tiempo de vida útil de las membranas.

El control y supervisión del sistema de preparación/pretratamiento está integrado en el automatismo. La instrumentación consiste en sondas de presión, caudal, conductividad, temperatura y pH.

C) Microfiltración:

Después de la filtración por arena existen dos estaciones de filtrado por microfiltración, porosidad adaptable 1-10 μm . La estación tiene capacidad para 5 cartuchos cada uno de 20". Estos filtros sirven para evitar la entrada de partículas que pueden perjudicar las membranas. En caso de atasco aparece un aviso en la pantalla del sistema.

D). Sistemas de membranas (Ósmosis Inversa en tres fases):

Las tres fases del sistema de Ósmosis Inversa están equipadas con sondas de presión para el control del proceso, en caso de anomalía (exceso de presión) el proceso se desconecta automáticamente. Adicionalmente, existe una válvula de seguridad de sobrepresión para evitar daños en el sistema.

En la 1ª Fase la presión del lixiviado se aumenta con una bomba pistón en función de las características del lixiviado. Varios módulos de membranas se instalan en un tubo de alta presión formando un bloque. Además, cada bloque está equipado con una bomba de recirculación que mantiene la velocidad alta y así un flujo turbulento sobre la superficie de las membranas. La bomba de alta presión y una válvula neumática de regulación de la presión en el final de esta línea, crean y regulan la presión dentro de los bloques. El concentrado del último bloque atraviesa un medidor de caudal, la señal emitida por este medidor regula la válvula de regulación conforme a la eficiencia ajustada. Para el control y supervisión de este sistema, existen sondas de presión, caudal, conductividad y temperatura.

El permeado de la 1ª fase sigue hacia una 2ª fase para asegurar un tratamiento adecuado del lixiviado y garantizar el cumplimiento de los valores límites de descarga. El funcionamiento del proceso de la 2ª fase es igual a la 1ª fase, a diferencia de que la presión en esta fase II se reduce debido a la presión osmótica inferior (max. 25 bar). El concentrado de la 2ª fase se recircula antes de la primera fase y se trata junto con el lixiviado.

Por seguridad, para evitar eventuales problemas en los valores límites de emisión debido al aumento de concentración de algunos contaminantes en el lixiviado, este sistema de ósmosis será equipado con una tercera fase de tratamiento. En estos casos, el permeado de la 2ª fase sigue a esta 3ª fase. La presión en ésta es aún más reducida que en la 2ª fase.

E) Descarga del permeado:

El permeado es supervisado en la salida por el valor de conductividad. Se instalará también en el exterior una torre de lavado de gases para eliminar los gases disueltos en el lixiviado que atraviesan las membranas, principalmente el dióxido de carbono pero también de sulfhídrico. Tras la torre habrá un sistema para afinación final del pH. Posteriormente, el permeado podrá ser conducido al medio receptor, ser utilizado como agua de proceso, operaciones de baldeo de zonas impermeabilizadas, etc.

17.4. SISTEMA DE CAPTACIÓN Y GESTIÓN DEL BIOGÁS

La gestión del biogás generado por los residuos depositados en la ampliación de la fase IV se realizará tal como se viene realizando en la actualidad en el vertedero, y se irá desarrollando según avance la explotación del vertedero y relleno de las zonas de vertido.

A continuación se resumen las actuaciones previstas:

La infraestructura de captación de biogás prevista presente una estrategia múltiple basada en los siguientes elementos:

- Pozos de recrecimiento vertical gradual
- Pozos de construcción por sondeo
- Sistema de tuberías laterales de captación
- Estaciones de regulación Central de aspiración y combustión
- Planta de aprovechamiento energético

El sistema tiene la finalidad de minimizar el efecto de las emisiones de biogás a la atmósfera y la valorización energética de este.

Se prevé el recrecio de los pozos verticales y de un sistema de tuberías laterales de captación. Se prevé también la conexión de los elementos de captación con las estaciones de regulación mediante tuberías denominadas *secundarias*, y la

conexión de las estaciones de regulación con la planta de aprovechamiento energético mediante tuberías denominadas *primarias*.

Construcción de pozos de recrecimiento

Para asegurar una captación racional y equilibrada del biogás se realizarán pozos de recrecimiento, ubicados según una red de malla de manera que cada uno tenga un radio de influencia de aproximadamente 30 m.

Los pozos de recrecimiento se construirán en “elevación” utilizando tubería perforada montada en el interior de campanas de hierro provistas de puntos de anclaje, En el interior de la campana, alrededor de una tubería perforada, se colocará un anillo de material drenante.

En el interior de la campana se alojará una tubería perforada de polietileno de alta densidad (PEAD) de 160 mm de diámetro, en torno a la cual se colocará material de drenaje (grava silícea de 50 a 70 mm). La tubería de PEAD es de presión nominal 10 (pn10), pero el motivo no es la presión a soportar, sino la necesidad de disponer de una tubería consistente debido a los esfuerzos que los asientos diferenciales del residuo puedan ejercer sobre la misma.

En la explotación del vertedero, las capas de residuos se irán depositando progresivamente en el fondo del mismo. Cuando la altura de los residuos se encuentre aproximadamente a 1 m del borde superior de la campana, se procederá a rellenar la misma de grava silícea, a soldar una nueva sección de tubería perforada de PEAD de 160 mm de diámetro y finalmente, mediante una retroexcavadora, a izar la campana unos 3,5 m. La campana se encontrará siempre enterrada por lo menos un metro y medio por debajo del residuo. Una vez finalizada esta operación se procede a extender una nueva capa de residuos.

De este modo se procederá por fases sucesivas hasta llegar a la cota prevista para la cubierta final del vertedero. Los tres últimos metros de la tubería de PEAD no son perforados, ya que tras el cierre del vertedero se montará el cabezal de los pozos. El cabezal es una tubería ciega de PEAD d 125 mm, provista en el lateral superior de una salida de 90 mm de diámetro y de un codo y válvula de mariposa. Este cabezal es introducido en la tubería de 160 mm y un reductor flexible y estanco (Perno Flexseal Couplér) hará de unión entre ambos.

El recubrimiento de la columna de drenaje con grava se extenderá hasta la cota del residuo para luego proceder a instalar la cubierta intermedia y la final. Para asegurar aún más la estanqueidad del pozo se dispondrá sobre el sellado una lámina de PEAD alrededor del tubo de 160 mm.

Finalmente se conectarán los cabezales de los pozos definitivos a una línea definitiva que a su vez estará conectada con su respectiva estación de regulación.

En caso de que no se vaya a extender una capa de residuos por un tiempo prolongado (varios meses) la campana no es izada, en su lugar se coloca un cabezal provisional el cual es conectado provisionalmente a la red de transporte de biogás. Esta conexión provisional está formada por líneas de PEAD de 90 mm de diámetro, y enterradas en la cubierta intermedia para no entorpecer el tráfico, permiten la conexión de 3 ó 4 pozos con la estación de regulación.

Red captación perimetral

Como complemento al sistema de pozos y tuberías descrito se prevé la instalación de una red de captación de biogás perimetral constituida por tuberías perforadas colocadas sobre los taludes internos del vertedero, con una separación entre ejes de 50'm, y que están alojadas en el interior de la capa de drenaje de lixiviados, Con ellas se pretende captar del biogás que se forma en las zonas perimetrales e impedir así acumulaciones laterales.

En el borde superior de las celdas, cuando se alcance con el residuo la cota del vial perimetral, se intensificará la captación colocando horizontalmente tubería perforada de PEAD (de 110 PN 10), creando un anillo alrededor del vertedero. Dicho anillo y las tuberías perforadas de los taludes se unirán mediante grupos de regulación con un colector principal que rodee todo el perímetro de la Fase IV del vertedero y enlace con las estaciones de regulación.

Estaciones de regulación

Las estaciones de regulación dispondrán de un sistema de control y medida neumático y un sistema de recogida de condensados. Las funciones de dichas estaciones son:

- Regulación del caudal demandado desde la central de aspiración para el correcto funcionamiento de las antorchas.

- Separación de los condensados generados en la red de pozos de captación de biogás y canalización hasta la red de drenaje de lixiviados.

Central de aspiración y combustión

Mediante la central de aspiración existente en el vertedero actual, construida en 2001, se realizará el bombeo y transporte del biogás a través de toda la instalación, y en la central de combustión se quemará el excedente de biogás que no es utilizado en la planta de aprovechamiento energético.

A las antorchas de la central de combustión llegan las tuberías de gases procedentes de las estaciones de regulación de la Fase IV, junto con las tuberías procedentes de las estaciones de regulación de las fases I, II y III. La central de combustión consta de un sistema de deshumidificación para, por medio de un equipo intercambiador de calor, enfriar el gas y evitar así que el condensado llegue a los motores de generación de la planta de aprovechamiento energético.

Planta de aprovechamiento energético

El biogás extraído será aprovechado en la planta de aprovechamiento energético puesta en marcha en diciembre de 2005 con el fin de obtener energía eléctrica a partir del biogás procedente de los residuos urbanos almacenados en el vertedero..

La corriente, una vez transformada a alta tensión en los mencionados transformadores, será vertida a la red.

17.5. SISTEMAS DE CONTROL DE LA ACTIVIDAD

Los procedimientos de control y vigilancia en las fases de explotación, se basan en los determinados en el Artículo 13 y en el Anexo III del *Real Decreto 1481/2011, de 27 de septiembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero*, o los que en su día sean de aplicación. La finalidad del citado Anexo consiste en facilitar los procedimientos mínimos para el control que debe llevarse a cabo con objeto de comprobar que:

- Los residuos han sido admitidos para su eliminación de acuerdo con los criterios fijados para la clase de vertedero que se trate;
- Los procesos dentro del vertedero se producen de la forma deseada;
- Los sistemas de protección del medio ambiente funcionan plenamente como se pretende;
- Se cumplen las condiciones de autorización para el vertedero.

En el punto 12.5. Plan de Vigilancia Ambiental se establecen los controles desarrollados en la actual explotación, que continuaran desarrollándose en la ampliación proyectada.

17.6. SELLADO DEL VERTEDERO

Como etapa final de la explotación del vertedero, una vez alcanzada la cota final de diseño del mismo, se procederá al sellado de la zona en la que se ha completado la explotación mientras se continúa con la explotación de la fase siguiente. El sellado del vertedero se irá realizando así según avance la explotación del vertedero y el relleno de las zonas de vertido. La descripción de las actuaciones de sellado previstas se recoge en el apartado 13. Procedimiento de clausura y mantenimiento posterior del presente documento.

18. INDICE DE CONTENIDO

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA

ANEJO Nº1: ESTUDIO DE ESTABILIDAD

ANEJO Nº2: ESTUDIO DE GENERACION DE BIOGAS

ANEJO Nº3: ESTUDIO DE GENERACION DE LIXIVIADOS

ANEJO Nº4: ESTUDIO DE PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

Nº1: SITUACION

Nº2: APERTURA

Nº3: TOPOGRAFIA FINAL DE RESIDUOS

Nº4. PROPUESTA DE RECRECIDO

Nº5: PERFILES TRANSVERSALES

19. CONCLUSIÓN

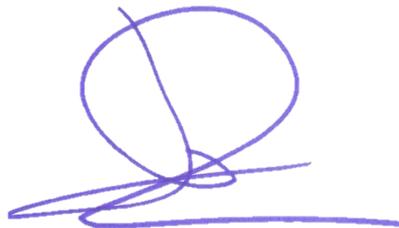
El proyecto objeto de estudio, define las actuaciones necesarias para la ampliación de cota de la fase IV del vertedero de residuos urbanos existente actualmente en Colmenar Viejo.

La explotación de la ampliación se desarrollará como continuación de la que viene teniendo lugar en el vertedero existente, que cuenta con la correspondiente Autorización Ambiental Integrada. El vertedero dispone en la actualidad de un conjunto de instalaciones para el tratamiento de los residuos que serán utilizadas para el funcionamiento de la nueva ampliación en las condiciones establecidas en la citada Autorización.

El Proyecto de Ampliación de la capacidad del vaso IV del Depósito Controlado de Colmenar Viejo, cumple los puntos que le son de aplicación de la Autorización Ambiental Integrada.

Entendemos suficientemente argumentada nuestra exposición, que se remite al Organismo competente para su consideración.

MADRID, FEBRERO DE 2020
EL INGENIERO DE CAMINOS



Fdo: Luis F. Plaza Beltrán
Colegiado 12.830



**Mancomunidad
del Noroeste**

ANEJO N°1: ESTUDIO DE ESTABILIDAD

ANEJO Nº1: ESTUDIO DE ESTABILIDAD

1. INTRODUCCIÓN	2
2. HIPÓTESIS DE CÁLCULO	3
2.1. CRITERIOS DE ESTABILIDAD.....	3
2.2. SECCIÓN CARACTERÍSTICA.....	3
2.3. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS MATERIALES.....	6
2.3.1. Terreno natural existente.....	7
2.3.2. Dique construido para la Fase IV.....	8
2.3.3. Masa de residuos:.....	8
3. SISMO	11
4. GENERALIDADES	11
5. RESUMEN DE LOS RESULTADOS	13
5.1. RESULTADOS GRÁFICOS DE LOS CÍRCULOS DE DESLIZAMIENTO. PERFIL SC01.....	13
5.2. RESULTADOS GRÁFICOS DE LOS CÍRCULOS DE DESLIZAMIENTO. PERFIL SC02.....	15
5.3. RESULTADOS GRÁFICOS DE LOS CÍRCULOS DE DESLIZAMIENTO. PERFIL SC03.....	17
5.4. CUADRO RESUMEN CON LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD OBTENIDOS EN EL CÁLCULO.....	18

APENDICE Nº1: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTECNICO

APENDICE Nº2: RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN. PERFIL SC01

APENDICE Nº3: RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN. PERFIL SC02

APENDICE Nº4: RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN. PERFIL SC03

ANEJO Nº1: ESTUDIO DE ESTABILIDAD

1. INTRODUCCIÓN

Con fecha del 17 de junio de 2019 se ha recibido en la Mancomunidad de Municipios del Noroeste un escrito con referencia en el registro 10/175524.9/19 de la Dirección General del Medio Ambiente y Sostenibilidad de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid en el que solicitan una justificación de la estabilidad de los taludes de la Fase IV del Depósito Controlado de Colmenar Viejo, puesto que el modelo de relleno de la unión de fases III y IV entregado con fecha de 4/06/2019 y referencia en el registro nº10/166377.9/2019 no coincide con el modelo de unión de las Fases III y IV presentado en el día 5 de julio de 2012 y referencia 10/246125.9/12.

Es por ello, que se ha elaborado el presente Estudio de Cálculos de estabilidad en el que se pretende dar respuesta a los requerimientos solicitados por la Dirección General del Medio Ambiente y Sostenibilidad en dicho escrito.

Se ha realizado el estudio de estabilidad del conjunto relleno de vertidos-dique con el objetivo de asegurar la estabilidad del mismo. Para ello se han comprobado los factores de seguridad frente al deslizamiento considerando la sección característica crítica del vertedero, evaluando tanto potenciales deslizamientos en la masa de residuos, como roturas traslacionales que se producirán a partir de la discontinuidad existente entre la capa de residuos y los elementos de impermeabilización.

Los coeficientes de seguridad dependerán de la morfología del conjunto vertidos-dique y de las características resistentes de cada uno de los materiales, habiéndose empleado para definir estas últimas la bibliografía existente, los datos de otros vertederos de características similares y los estudios geológicos-geotécnicos realizados para la redacción del proyecto de construcción del vaso existente (PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO VASO PARA LA AMPLIACIÓN DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE R.U. DE COLMENAR VIEJO. MADRID. (FASE IV). Octubre de 2009).

El Estudio Geotécnico Realizado para dicho Proyecto se adjunta en el Apendice Nº1 del presente Informe.

2. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

2.1. CRITERIOS DE ESTABILIDAD

Los factores de seguridad a adoptar se adoptan los coeficientes de seguridad mínimos recomendados en el Desarrollo Técnico del Real Decreto 1481/2001, y que se recogen en la tabla siguiente:

RIESGO	VERTEDERO INERTES	VERTEDERO NO PELIGROSO	VERTEDERO PELIGROSO
BAJO	1,3	1,4	1,5
MEDIO	1,4	1,5	1,6
ALTO	1,5	1,6	1,8

En nuestro caso adoptaremos como factor de seguridad mínimo $FS > 1,50$, para un vertedero de No Peligrosos de riesgo medio.

2.2. SECCIÓN CARACTERÍSTICA

La sección característica adoptada para la comprobación de la estabilidad, proviene del estudio de la geometría final del vertedero, una vez rellenado éste.

La sección crítica será aquella en la que la pendiente del relleno sea la línea de máxima pendiente del mismo y además la masa total de vertido potencialmente inestable sea máxima. De esta forma, se han adoptado las dos secciones críticas siguientes:

- SC01-Queda definida pasando por el fondo de vaso de la Fase IV (máxima altura de vertidos) y discurre según la línea de máxima pendiente de los vertidos. La sección obtenida es la siguiente:

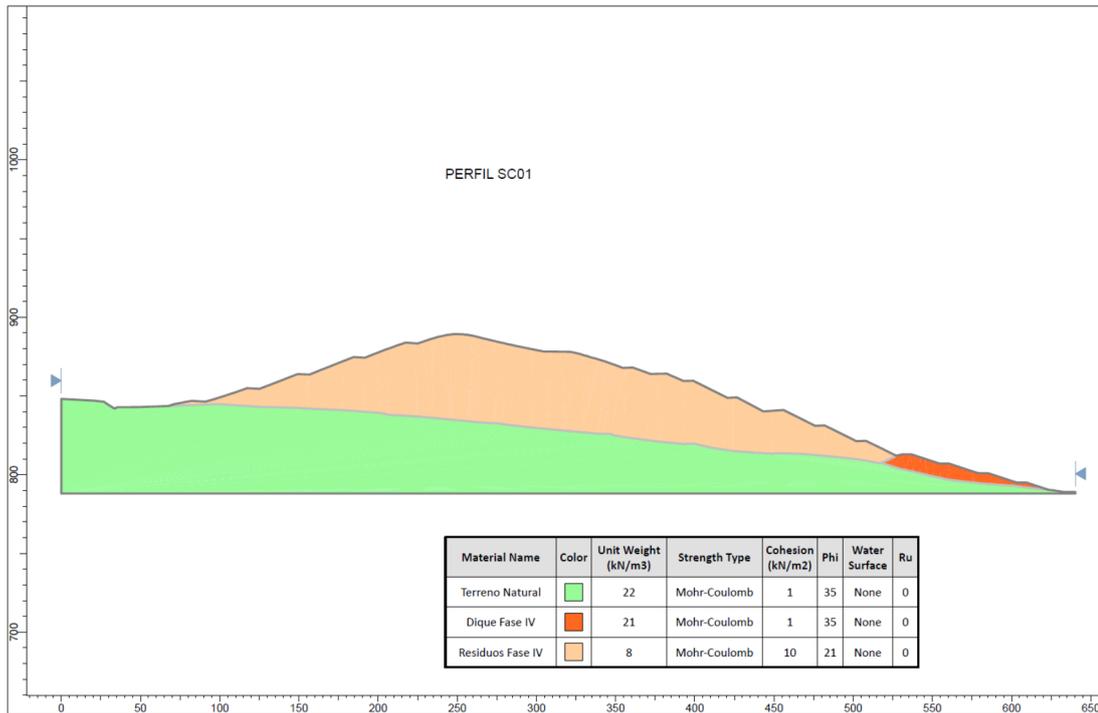


Fig 1: Modelización del Perfil SC01 considerado en el cálculo

- SC02-Queda definida pasando por la sección de máxima altura del dique de la Fase IV (así se comprueba la estabilidad del dique en dicha sección) y discurre según la línea de máxima pendiente de los vertidos. La sección obtenida es la siguiente:

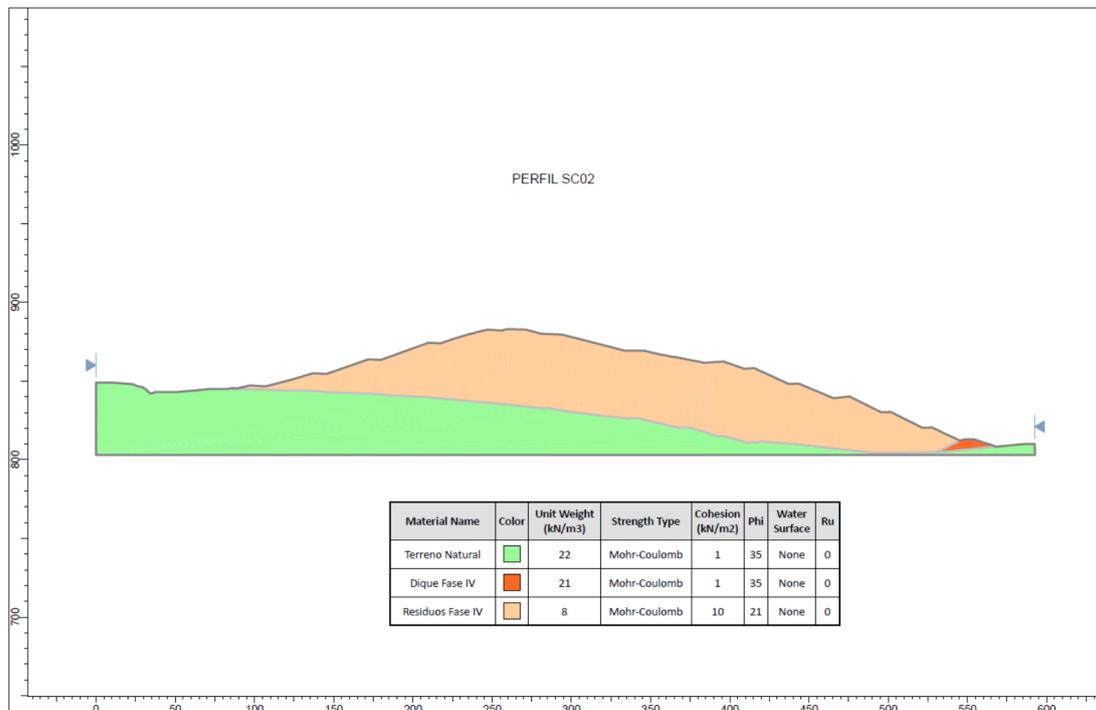


Fig 2: Modelización del Perfil SC02 considerado en el cálculo

Además del estudio de estabilidad en las anteriores secciones, también se ha estudiado la estabilidad en una sección a lo largo de la línea de máxima pendiente de la plataforma superior del relleno, en dirección oeste-este (SC03). La sección obtenida es la siguiente:

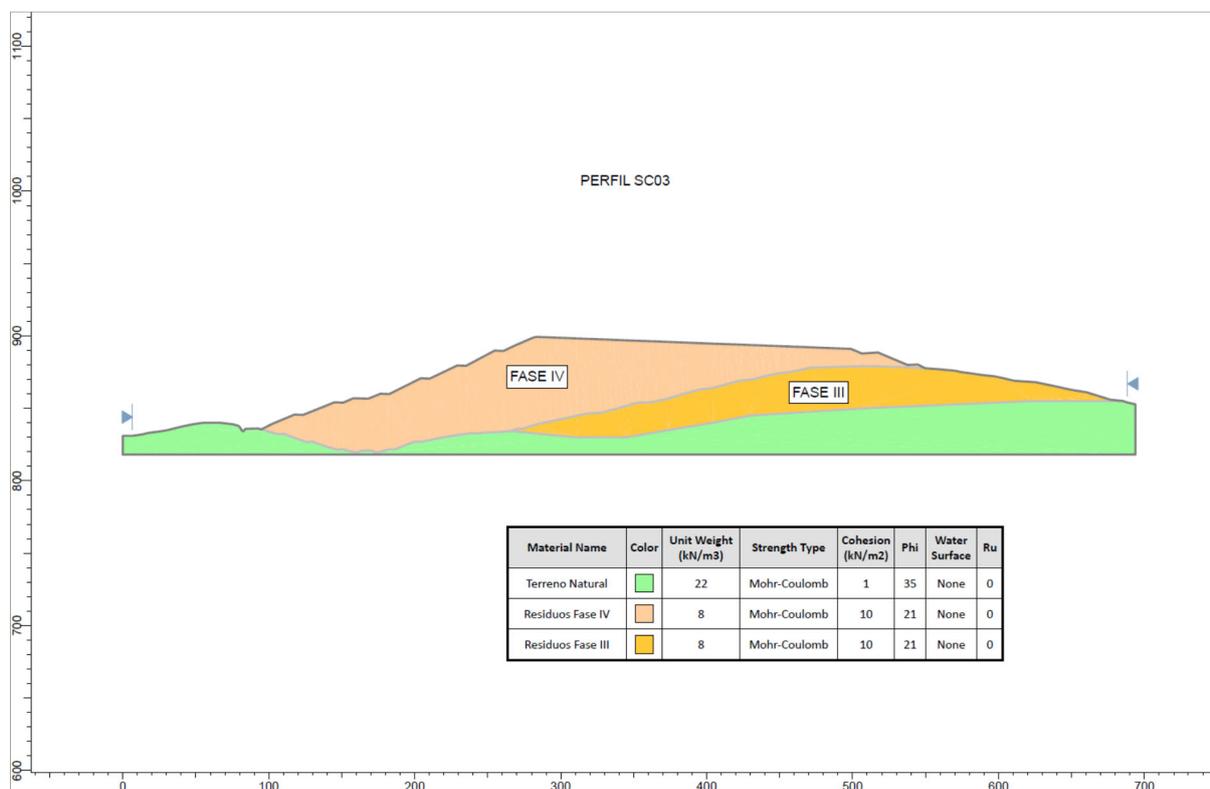


Fig 3: Modelización del Perfil SC03 considerado en el cálculo

La planta con la ubicación de los perfiles considerados se adjunta en la figura siguiente:

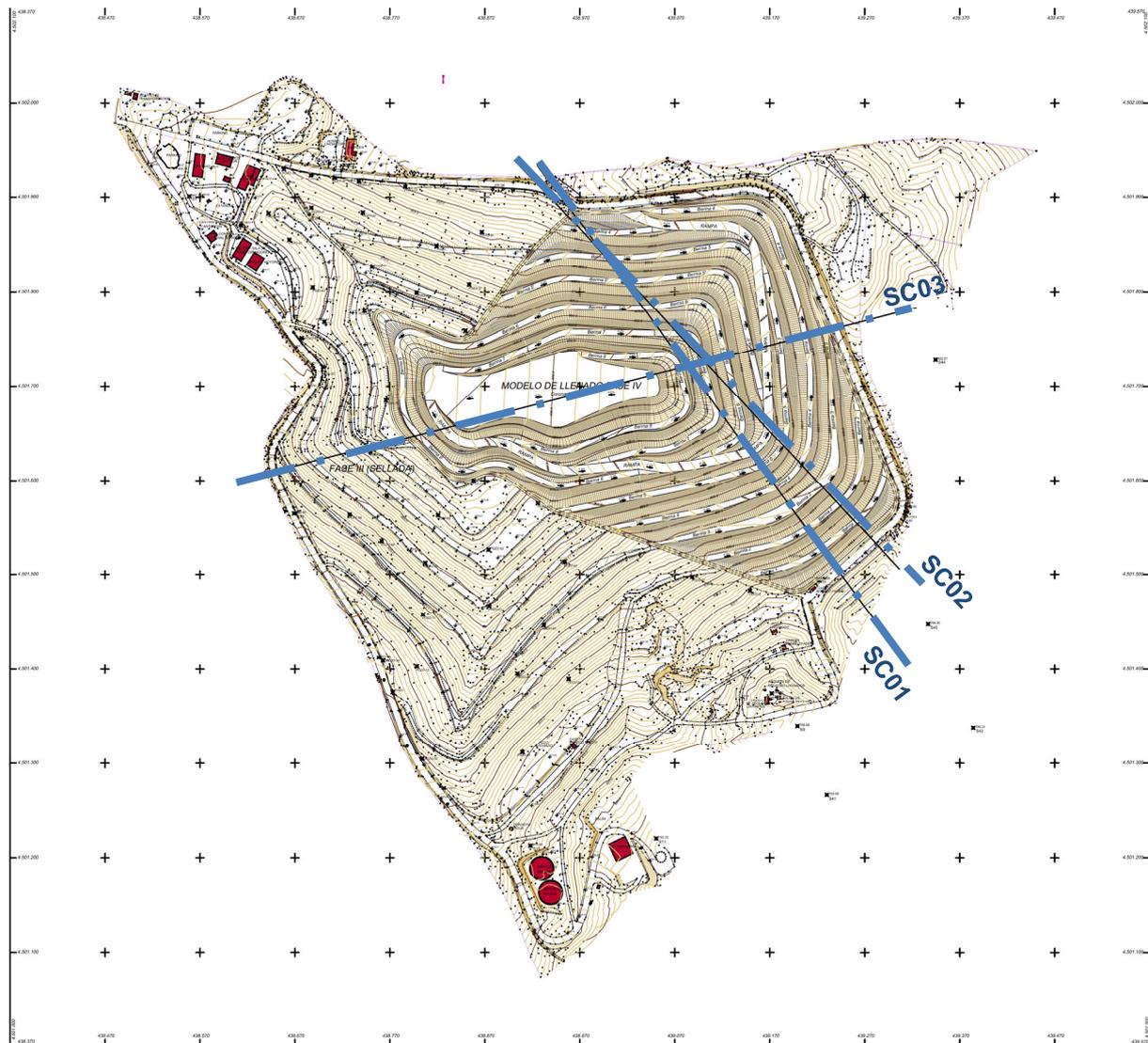


Fig 4: Planta de ubicación de Perfiles considerados en el calculo

2.3. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS MATERIALES

Los materiales que entrarán en juego en el estudio de estabilidad serán los que conforman los siguientes elementos:

- 1 Terreno natural existente.
- 2 Dique construido para la Fase IV. Este dique se construyó empleando el material procedente de la excavación del vaso de dicha fase, construyéndose como un “todo-uno”.

- 3 Relleno de residuos. Tanto los existentes de la Fase III adyacente, como los nuevos que se verterán en la Fase IV.

Las características de los materiales se han obtenido, como ya se ha expuesto, de la bibliografía existente y, fundamentalmente, de los estudios geológicos-geotécnicos realizados, adoptando además los valores más críticos de entre los posibles de dicha información. En cuanto a los vertidos, dique y láminas de impermeabilización existentes en la celda adyacente, Fase III, se han considerado de las mismas características que los de la Fase IV.

2.3.1. Terreno natural existente.

Las características del terreno natural existente sobre el que se asienta el vaso se han determinado a partir de los datos obtenidos en el Estudio Geológico-Geotécnico que se adjunta en el Apéndice N°1, y que se resume a continuación:

Dentro de las formaciones afectadas por el proyecto del nuevo vaso podemos diferenciar dos grandes unidades litogeotécnicas.

- 1 Unidad recubrimientos y depósitos cuaternarios: Dentro de esta Unidad incluimos: suelos residuales de carácter arenoso con abundantes fragmentos de roca, que son resultantes de la alteración directa del sustrato metamórfico infrayacente, mantos coluvionares de escaso espesor (1,00 a 1,50 m.) que tapizan las laderas y están constituidas por gravas arenosas y arenas con fragmentos de roca y depósitos aluviales de fondo de valle ligados al arroyo de La Hoyera.

Estas formaciones se comportan básicamente como un suelo arenoso de compacidad media a medianamente densa.

- a. Suelos residuales: Parámetros geotécnicos característicos:

Densidad aparente $\gamma_{aparente} = 18,0 - 20,0 \text{ KN/m}^3$

Cohesión $c = 5,0 - 15,0 \text{ KN/m}^2$

Ángulo de rozamiento interno $\phi = 27 - 35^\circ$

- b. Depósitos cuaternarios (gravas): Parámetros geotécnicos característicos:

Densidad aparente $\gamma_{aparente} = 17,0 - 18,0 \text{ KN/m}^3$

Cohesión $c = 0,0 - 0,5 \text{ KN/m}^2$

Ángulo de rozamiento interno $\phi = 24 - 35^\circ$

- 2 Unidad Sustrato rocoso (Metasedimentos y ortoneises)

- a. Ortoneís: Parámetros geotécnicos característicos:
Cohesión $c = 17.500 - 21.000 \text{ KN/m}^2$
Ángulo de rozamiento interno $\phi = 43^\circ$
- b. Rocas metasedimentarias: Parámetros geotécnicos característicos:
Cohesión $c = 2.000 - 14.000 \text{ KN/m}^2$
Ángulo de rozamiento interno $\phi = 27 - 54^\circ$

Se ha optado por utilizar parámetros del terreno natural conservadores para del sustrato roco el cálculo de la estabilidad de los taludes del dique y vaso del vertedero.

Por ello, según indicaciones del Estudio Geotécnico que se adjunta en el Apéndice N°1, los parámetros utilizados para las características geotécnicas del terreno natural serán:

Densidad aparente $\gamma_{\text{aparente}} = 22,0 \text{ KN/m}^3$
Cohesión $c = 1 \text{ KN/m}^2$
Ángulo de rozamiento interno $\phi = 35^\circ$

2.3.2. Dique construido para la Fase IV

El dique construido para la Fase IV se ha construido con materiales procedentes de la excavación, por lo que las características geotécnicas serán similares a las utilizadas para el terreno natural.

Se ha reducido el parámetro de la densidad aparente en un 10%, puesto que la compactación del terraplén para la formación del dique será del 90%. Por tanto los parámetros geotécnicos empleados para el cálculo de la estabilidad serán los siguientes:

Densidad aparente $\gamma_{\text{aparente}} = 21,0 \text{ KN/m}^3$
Cohesión $c = 1 \text{ KN/m}^2$
Ángulo de rozamiento interno $\phi = 35^\circ$

2.3.3. Masa de residuos:

La densidad de la masa de residuos dispuesta sobre el vertedero es de $8,0 \text{ KN/m}^3$

La determinación del resto de parámetros geotécnicos se ha obtenido a partir de bibliografía existente y de estudios realizados para vertederos de las mismas características.

A continuación se representan datos de parámetros resistentes en residuos recopilados de la bibliografía especializada (Hernández Sánchez, 2002):

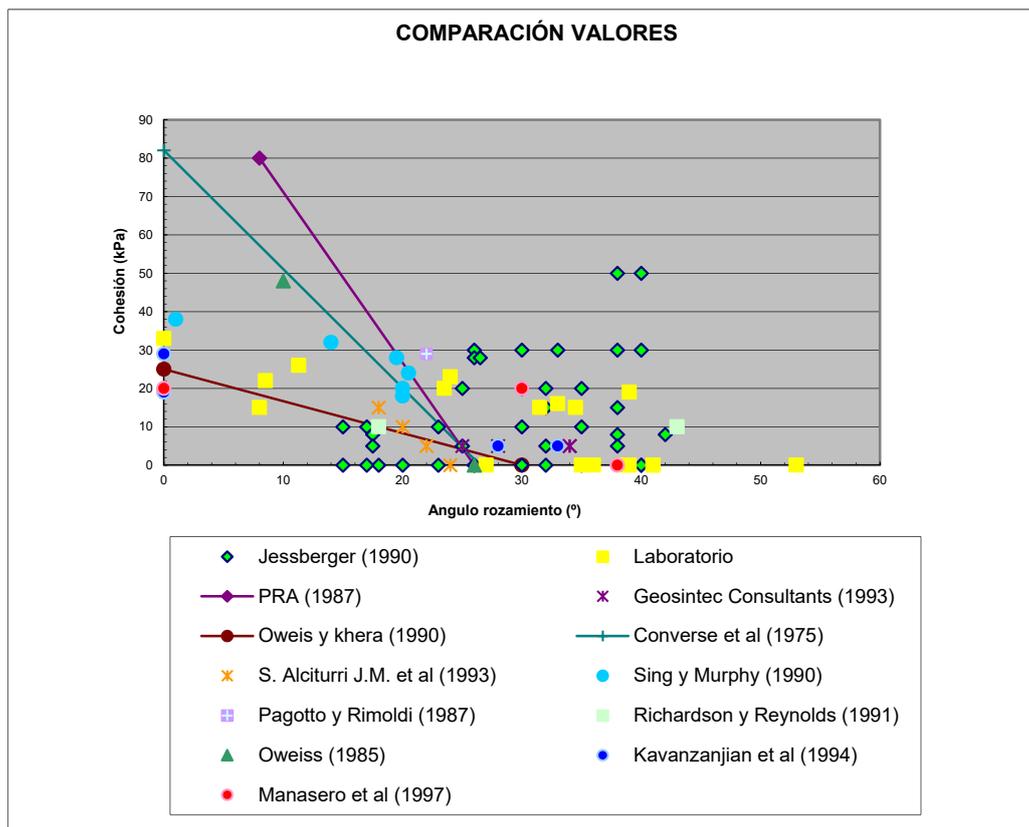


Fig 5: Comparación valores de ensayos *in situ* y de laboratorio sobre residuos (Hernández Sánchez, 2002)

Kavanzanjan et al (1994) a partir de los datos relativos al análisis a posteriori de cuatro vertederos en E.E.U.U., junto con datos de laboratorio y campo de otros autores, proponen un criterio de rotura de la siguiente forma:

Para $\sigma_n < 30$ kPa: Parámetros mínimos razonables: $\phi = 0^\circ$ y $c = 19$ kPa

Estimación óptima: $\phi = 0^\circ$ y $c = 29$ kPa

Para $\sigma_n > 30$ kPa: Parámetros mínimos razonables: $\phi = 28^\circ$ y $c = 5$ kPa

Estimación óptima: $\phi = 33^\circ$ y $c = 5$ kPa

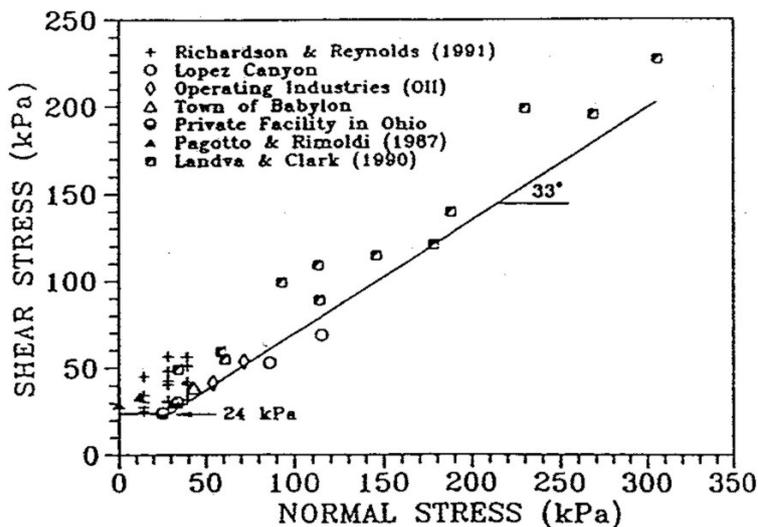


Fig 6: Criterio de rotura para residuos, Kavazanjian et al (1994)

Otro criterio significativo es el desarrollado por Sánchez y Alciturri et al (1993), dentro del equipo de investigadores de la Universidad de Cantabria que han realizado los estudios en el vertedero de El Meruelo. Estos autores en base a las recopilaciones, junto con los datos de su análisis de estabilidad del dicho vertedero, elaboran la siguiente gráfica:

- Límite superior: $\phi = 20^\circ$ y $c = 20$ kPa
- $\phi = 26^\circ$ y $c = 0$ kPa
- Límite inferior: $\phi = 22^\circ$ y $c = 0$ kPa
- $\phi = 16^\circ$ y $c = 10$ kPa
- Valor medio: $\phi = 21^\circ$ y $c = 10$ kPa

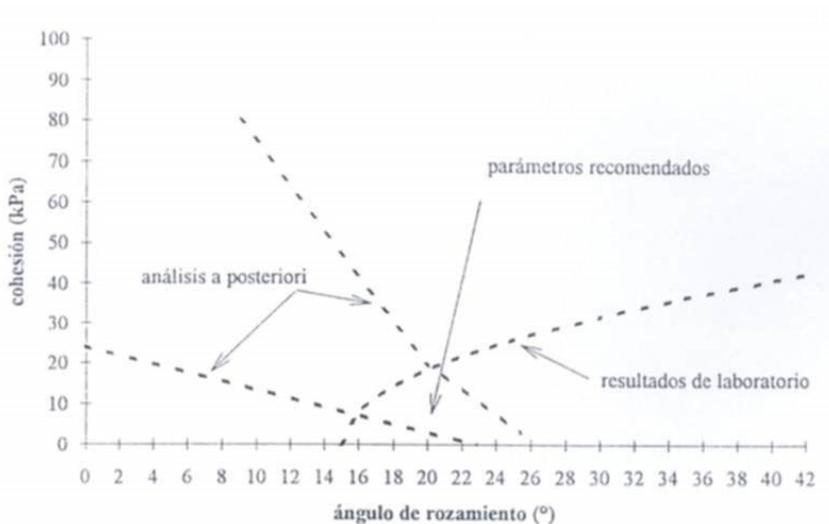


Fig 7: Criterio de rotura para residuos, Sánchez y Alciturri et al (1993)

A efectos de cálculo se considerará por tanto para la masa de residuos los siguientes parámetros geotécnicos:

Densidad aparente $\gamma_{\text{aparente}} = 8,0 \text{ KN/m}^3$

Cohesión..... $c = 10 \text{ KN/m}^2$

Ángulo de rozamiento interno..... $\phi = 21^\circ$

3. SISMO

Según el mapa de peligrosidad sísmica de la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02), la zona donde se ubica el Depósito Controlado se encuentra fuera de las zonas de riesgo y por tanto su efecto no debe ser tenido en cuenta.

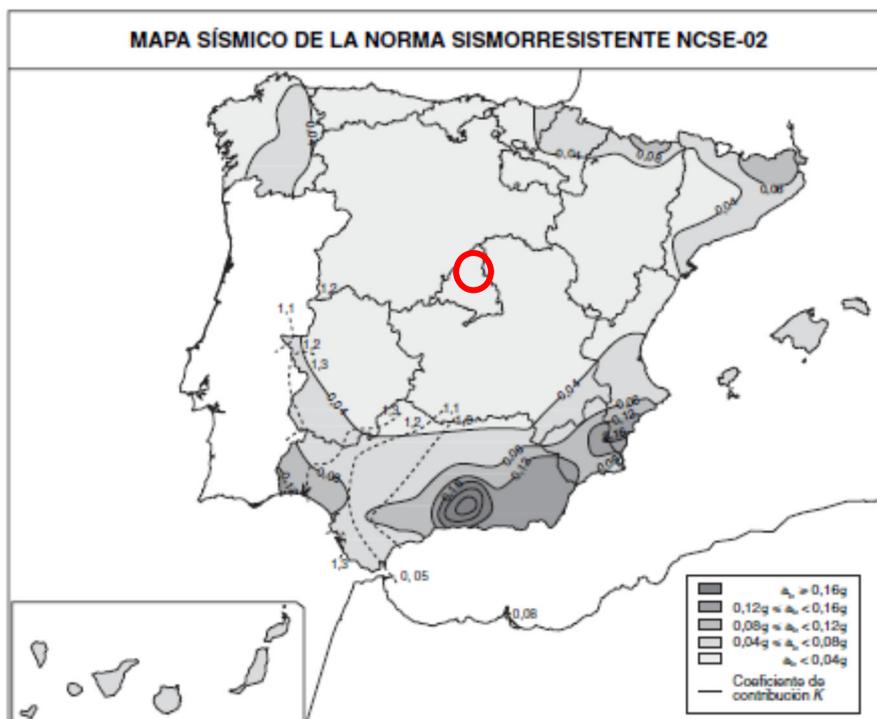


Figura 2.1 Mapa de Peligrosidad Sísmica

4. GENERALIDADES

El estudio de estabilidad se ha realizado a partir de la aplicación informática SLIDE 6.005, software para el análisis de la estabilidad de taludes que proporciona el factor de seguridad más bajo de los depósitos de residuos, es decir, el factor de seguridad de la rotura menos estable y por tanto

de la rotura más probable, empleando para ello los métodos de Bishop, Jambu y Morgensten-Price, para el caso que nos ocupa.

- MÉTODO BISHOP: Este método considera los esfuerzos normales entre las rebanadas de la superficie de deslizamiento, pero no considera los tangenciales. Satisface el equilibrio de momentos, pero no el de fuerzas.
- MÉTODO DE JAMBU: Este método se basa en la suposición de que las fuerzas entre las dovelas son horizontales y no tienen en cuenta las fuerzas de cortante.
- MÉTODO DE MORGENSTERN-PRICE: Este método considera tanto los esfuerzos normales, como los tangenciales entre rebanadas y satisface el equilibrio tanto de fuerzas como de momentos.

Estableciendo las condiciones de equilibrio límite, SLIDE ofrece la posibilidad de modelizar distintos tipos de suelos y materiales, empleando parámetros determinísticos o probabilísticos de entrada.

El programa realiza el cálculo mediante análisis probabilístico, permitiendo asignar distribuciones estadísticas a casi todos los parámetros de entrada, incluyendo las propiedades de los materiales, cargas, y nivel freático, La probabilidad de fallo es calculada y proporciona una medida objetiva del riesgo de fallo asociados con el talud de diseño. La sensibilidad del análisis permite determinar el efecto de variables individuales en el factor de seguridad del talud.

Se recuerda que el análisis se efectúa en términos de tensiones totales, por lo que, a lo largo de la superficie de deslizamiento actúan empujes hidráulicos en dirección normal hacia ella, y el peso de las rocas está formado por el peso de volumen saturado de la parte sumergida, mientras que se desprecian los empujes causados por el movimiento de filtración del agua.

Se observa también que se presupone la simulación de superficies de deslizamiento con el fin de garantizar la presencia únicamente de componentes positivos (compresión) en las fuerzas intercambiadas entre las rocas, por lo que se aconseja no utilizar superficies de deslizamiento con concavidades dirigidas hacia abajo, que puedan tal vez generar componentes negativos.

5. RESUMEN DE LOS RESULTADOS

Los resultados finales obtenidos en cada perfil, son los que a continuación se relacionan, quedando reflejados en los gráficos al final del capítulo y adjuntados en los Apéndices correspondientes al final del presente informe.

5.1. RESULTADOS GRÁFICOS DE LOS CÍRCULOS DE DESLIZAMIENTO. PERFIL SC01

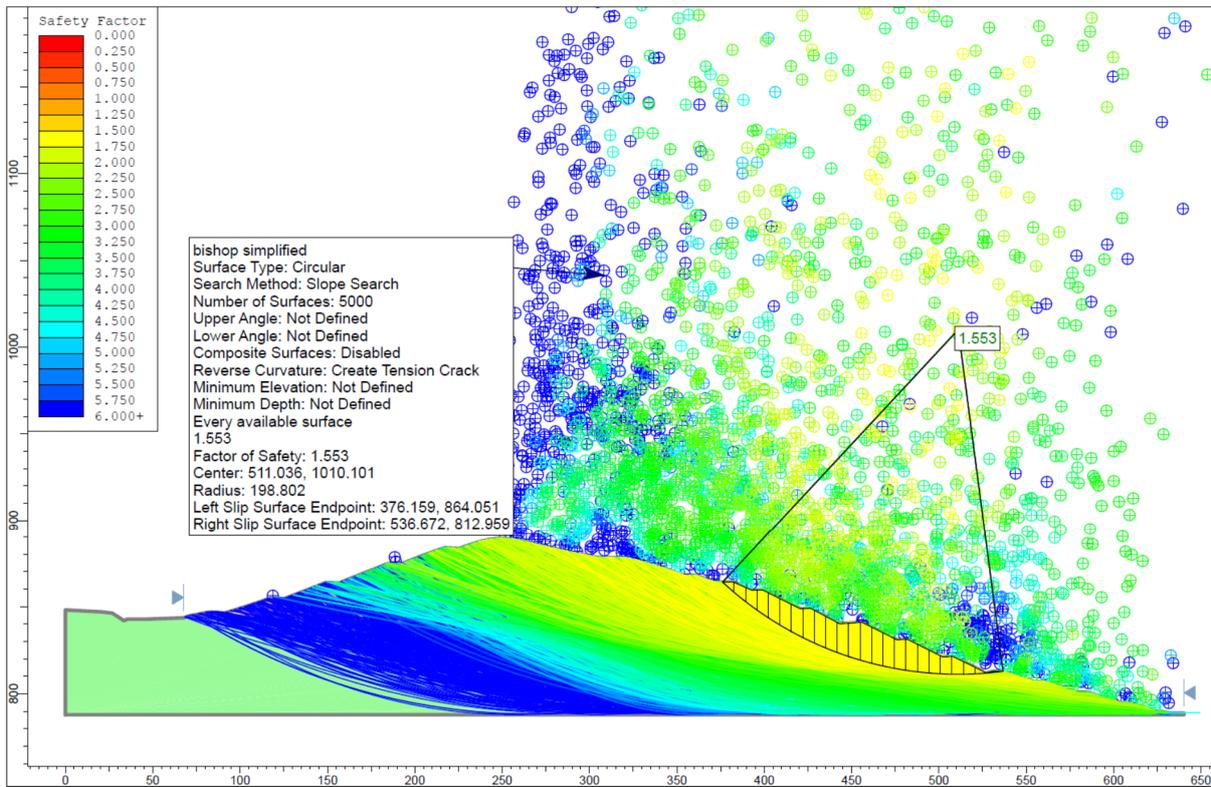


Fig 8: Perfil SC01: Círculos de deslizamiento más desfavorables según método de Bishop

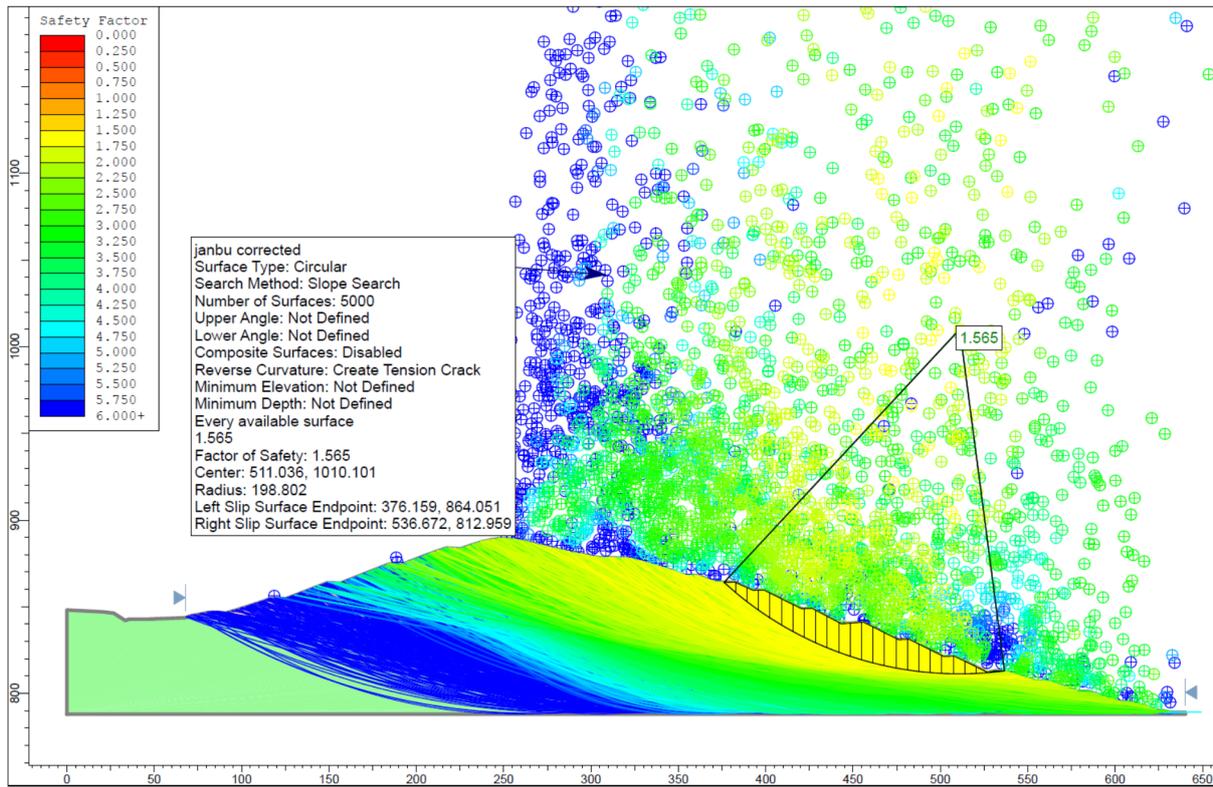


Fig 9: Perfil SC01: Círculos de deslizamiento más desfavorables según método de Jambu

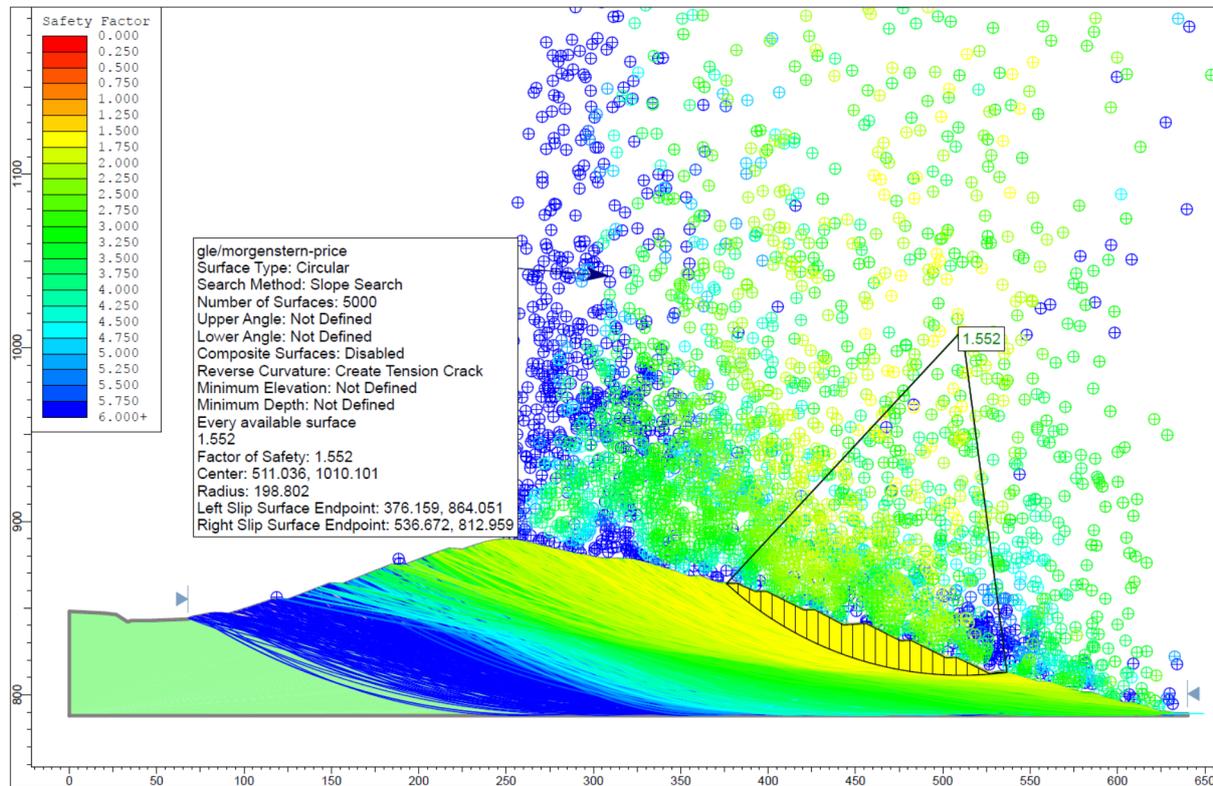


Fig 10: Perfil SC01: Círculos de deslizamiento más desfavorables según método de Morgenstern-Price

5.2. RESULTADOS GRÁFICOS DE LOS CÍRCULOS DE DESLIZAMIENTO. PERFIL SC02

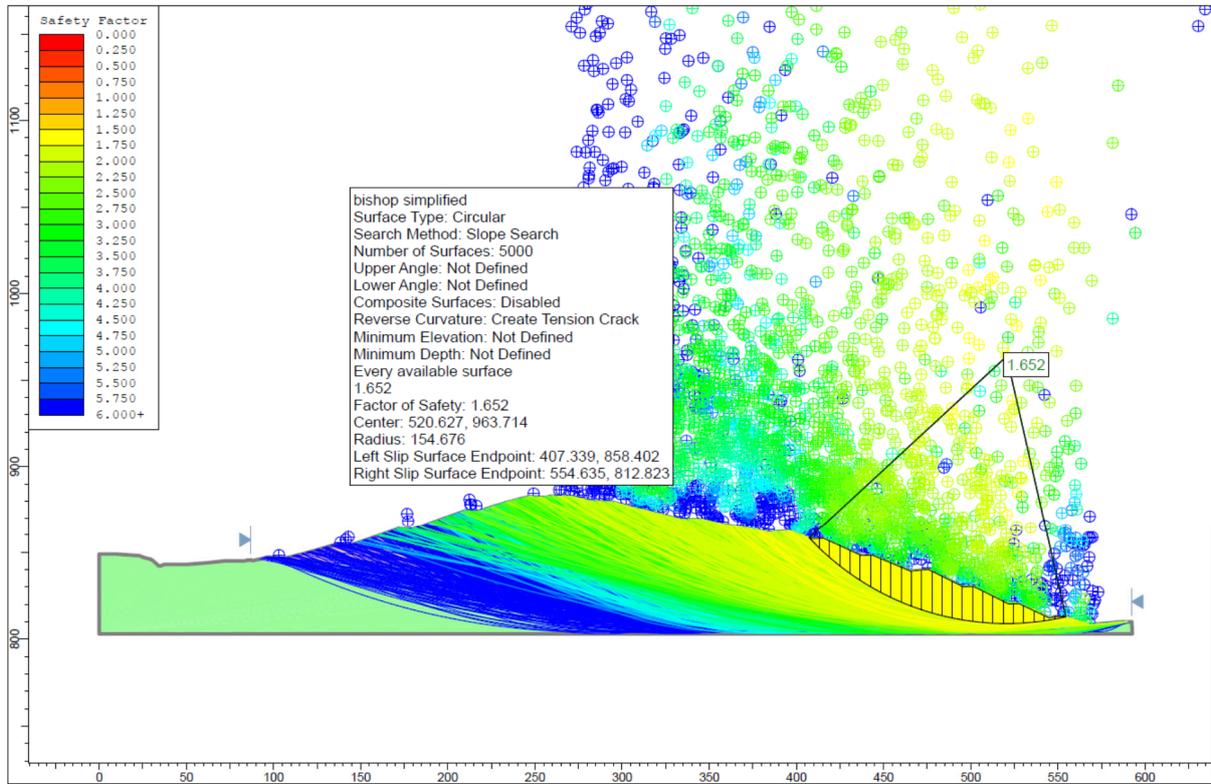


Fig 11: Perfil SC02: Círculos de deslizamiento más desfavorables según método de Bishop

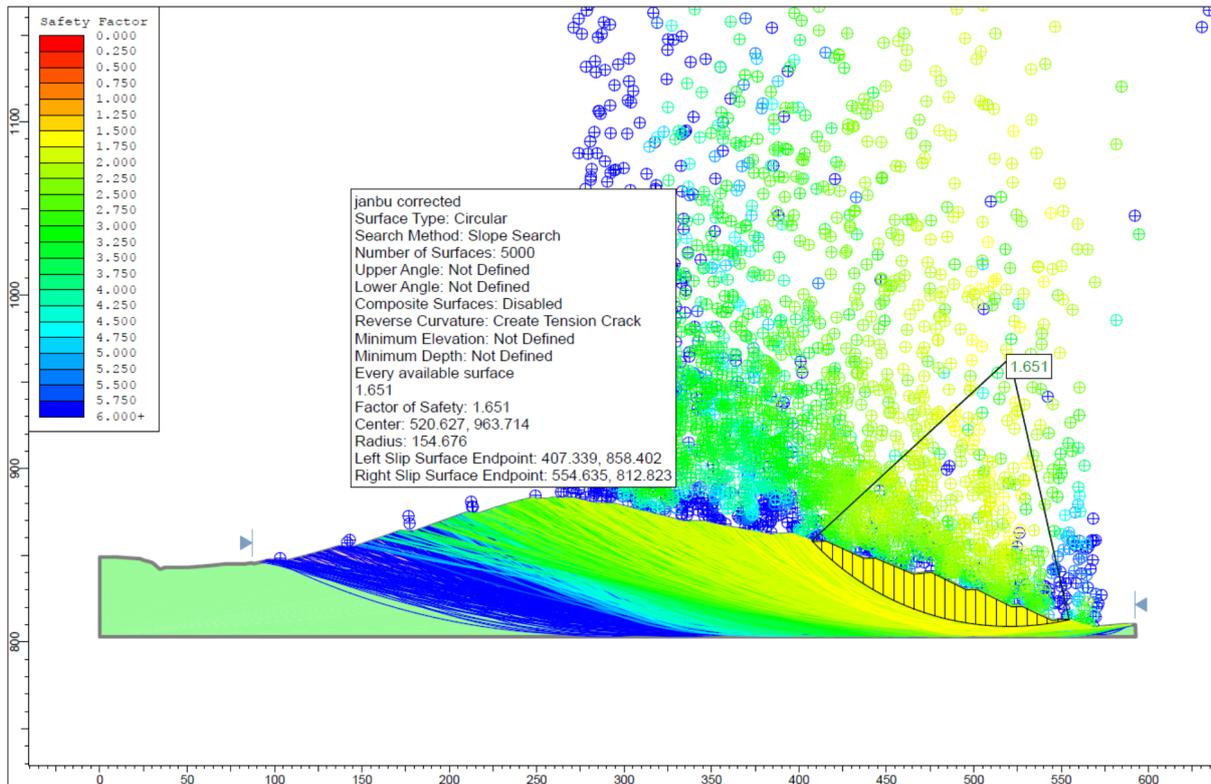


Fig 12: Perfil SC02: Círculos de deslizamiento más desfavorables según método de Janbu

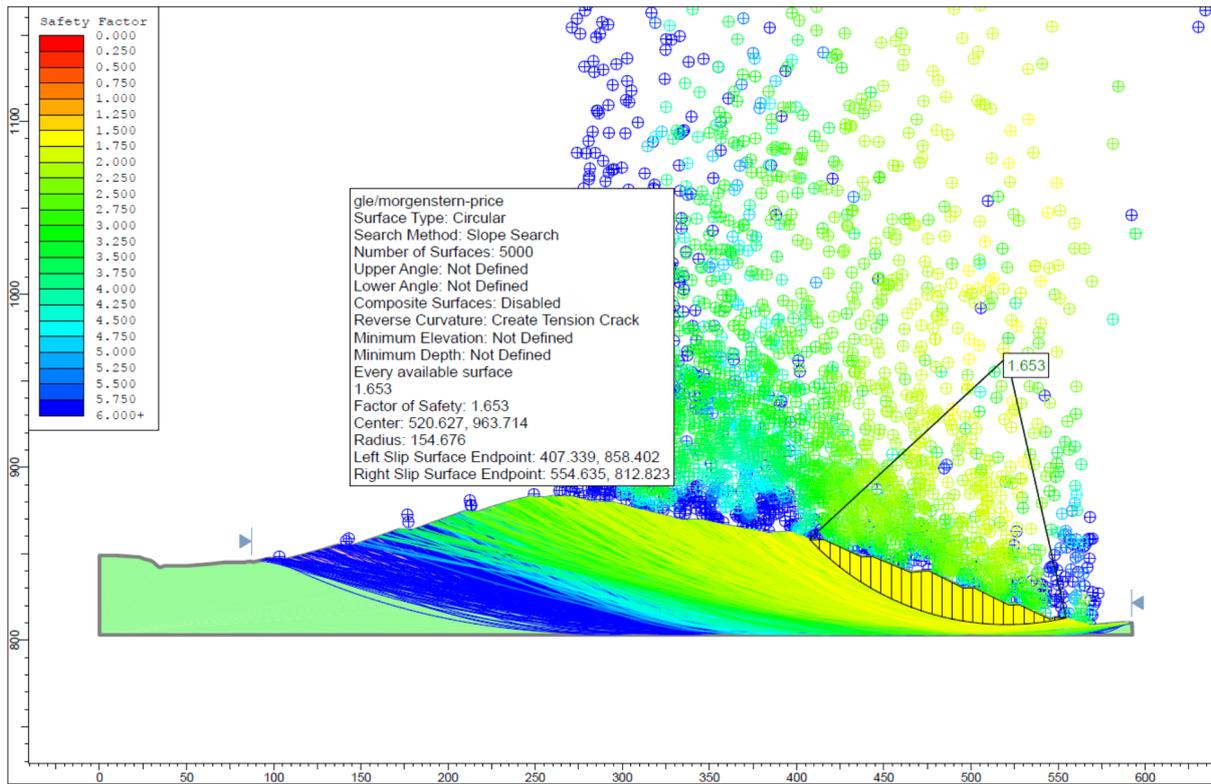


Fig 13: Perfil SC02: Círculos de deslizamiento más desfavorables según método de Morgenstern-Price

5.3. RESULTADOS GRÁFICOS DE LOS CÍRCULOS DE DESLIZAMIENTO. PERFIL SC03

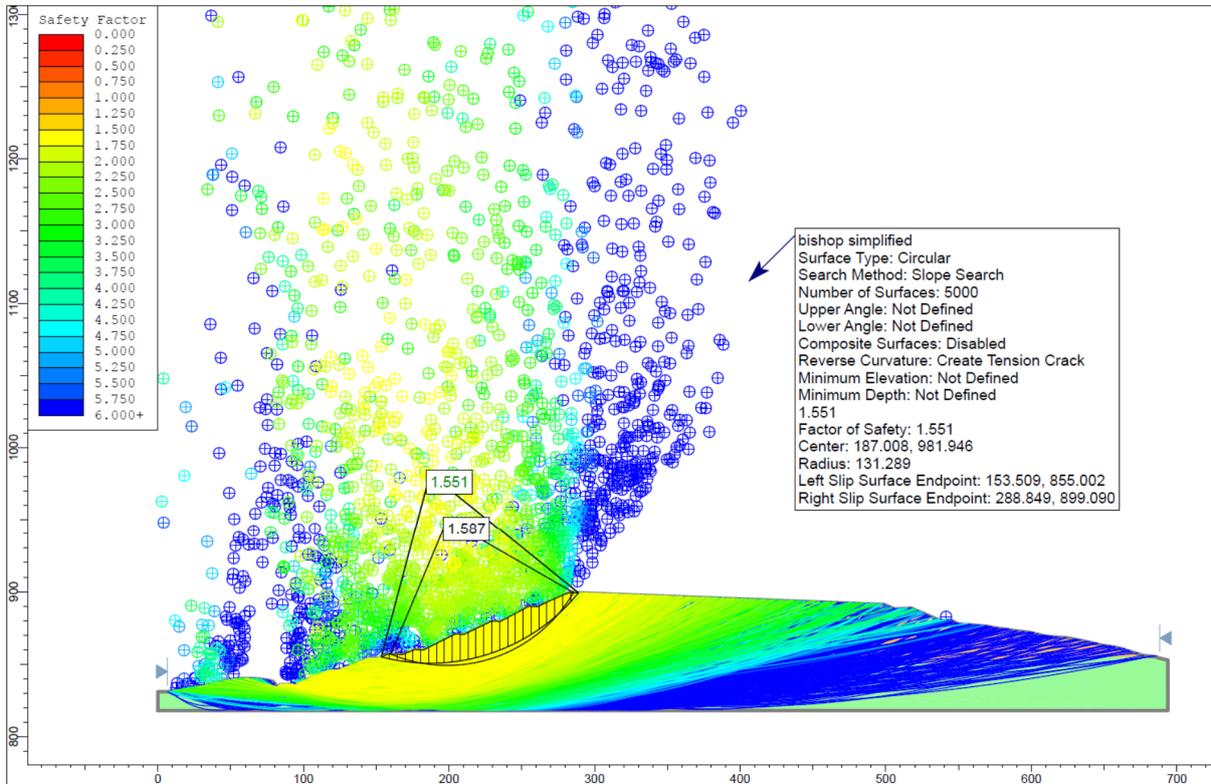


Fig 14: Perfil SC03: Círculos de deslizamiento más desfavorables según método de Bishop

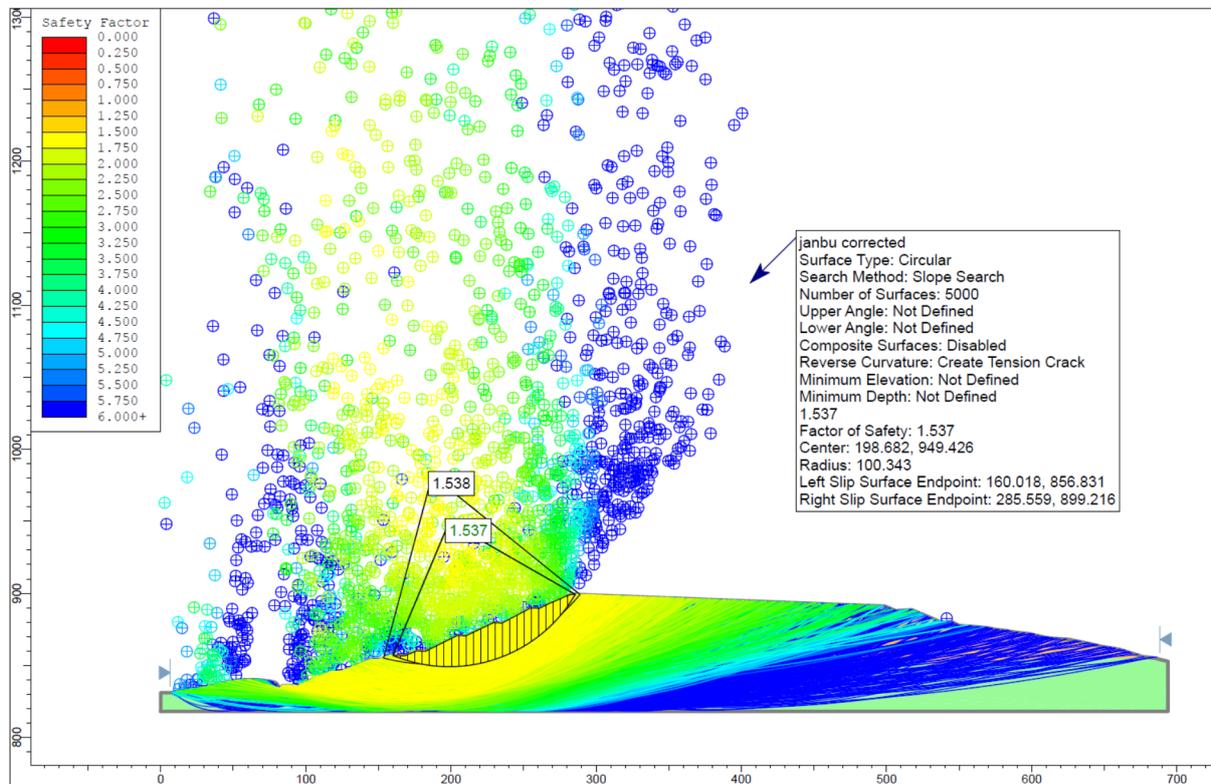


Fig 15: Perfil SC03: Círculos de deslizamiento más desfavorables según método de Jambu

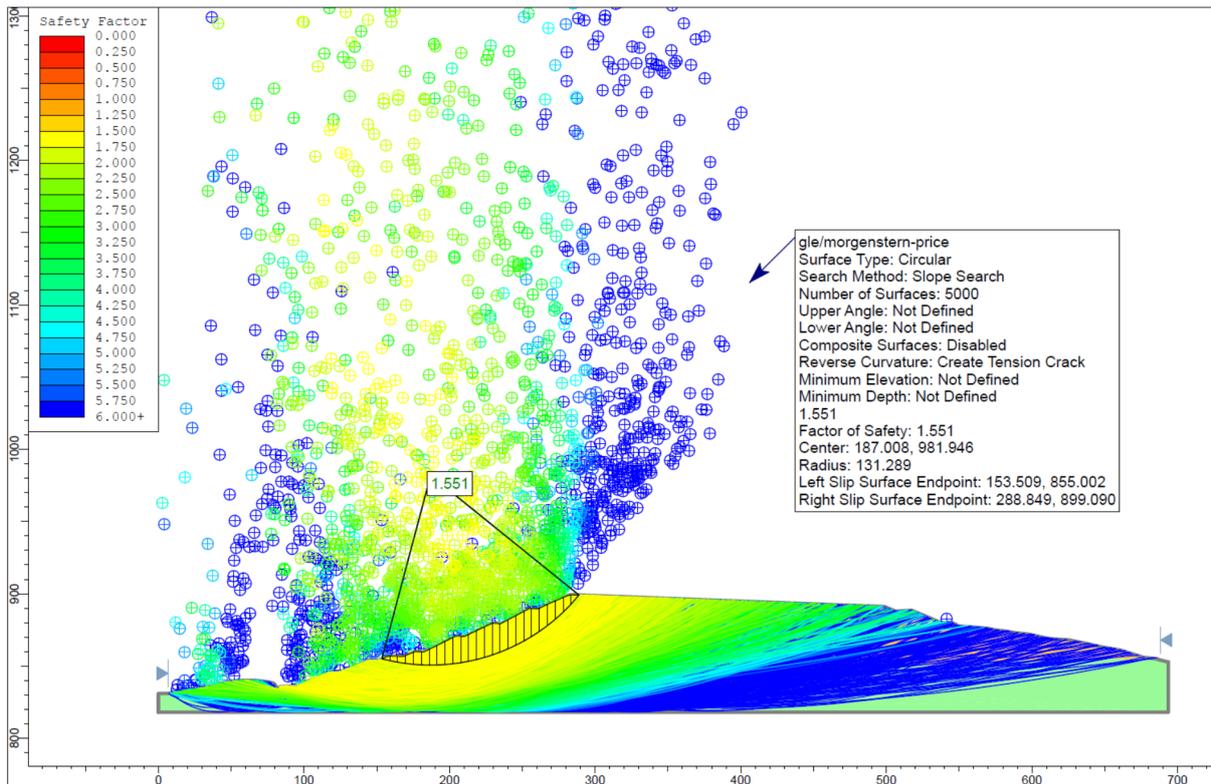


Fig 16: Perfil SC03: Círculos de deslizamiento más desfavorables según método de Morgenstern-Price

5.4. CUADRO RESUMEN CON LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD OBTENIDOS EN EL CÁLCULO

El cuadro siguiente muestran los coeficientes de seguridad mínimos para perfil considerado y según los diferentes métodos de análisis aplicados

CONJUNTO MASA DE VERTIDOS Y DIQUE (ESTABILIDAD GLOBAL)				
Perfil de Cálculo	Coeficiente de Seguridad de cálculo			FS mínimo
	Bishop	Jambu	Morgenstern-Price	
Sección SC01: máxima altura de vertidos	1,553	1,565	1,552	1,50
Sección SC02: máxima altura de dique	1,652	1,651	1,653	
Sección SC03: línea de máxima pendiente de residuos	1,551	1,537	1,551	

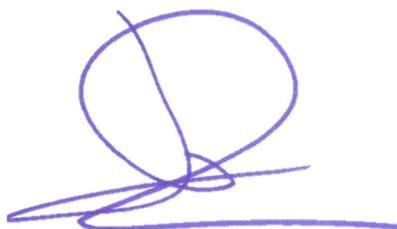
Como se puede observar, el coeficiente de seguridad obtenido es superior en todas las situaciones a los valores de 1,50 establecidos en el RD 1481/2001.

En todos estos casos se ha estudiado el conjunto total vertidos-dique, incluyendo el dique dentro del modelo.

Los factores de seguridad (FS) para potenciales roturas del dique serán superiores a las que se obtengan con el conjunto completo, por ser este modelo más desfavorable.

Se puede concluir por tanto, que **la nueva conformación de relleno diseñada es suficientemente estable frente al deslizamiento**

MADRID, AGOSTO DE 2019
EL INGENIERO DE CAMINOS



Fdo: Luis F. Plaza Beltrán
Colegiado 12.830

APENDICE N°1: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTECNICO



SERGEYCO, S.A.

Servicio de Geotécnica y
Control de Calidad

INFORME REF^a N^o: 10/428

CÓDIGO: G-10-05-047

**ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE UN NUEVO VASO EN EL
VERTEDERO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE
COLMENAR VIEJO. MADRID**



Pinto, mayo de 2010



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**



Cod: G-10-05-043

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

2.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA.

- *Encuadre geológico general del ámbito del Proyecto*
- *Caracterización litológica del entorno*
- *Climatología e Hidrología*
- *Hidrogeología*
- *Sísmica*
- *Ripabilidad*

3.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.

- *Parámetros geotécnicos características de los materiales aflorantes y recubrimientos.*

4.- ESTABILIDAD DE TALUDES.

- *Estabilidad del dique de contención y cierre del nuevo vaso*
- *Estabilidad del vaso del vertedero*

5.- ESTABILIDAD DEL GEOSINTÉTICO EN EL TALUD.



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**

Cod: G-10-05-043



1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

El presente estudio ha sido realizado por **SERGEYCO, S.A.** (*Laboratorio acreditado por la Comunidad de Madrid en las áreas técnicas EHA-GTC-GTL-VSG-EAP-EAS-AFC-AFH-ACC-ACH-APC-APH-AMC*) a petición de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid.

El objetivo del estudio se centra en analizar las características geológico-geotécnicas del subsuelo existente en los terrenos que ocupará el nuevo vaso, proyectado el Vertedero de Residuos Sólidos Urbanos de Colmenar Viejo, Madrid.

La finalidad del estudio es poder definir un modelo geológico-geotécnico representativo del terreno en el ámbito del Proyecto, evaluando las características geotécnicas del terreno investigado y evaluando sus parámetros geotécnicos.



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO

Cod: G-10-05-043



2.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA.

La zona de estudio se localiza en el Macizo Hercínico, muy cerca del límite entre el Sistema Central y la Depresión del Tajo. Pertenece a la Zona Centroibérica, caracterizada por rocas precámbricas y paleozoicas intensamente deformadas, metamorfozadas e intruidas por diversos granitoides.

El Sistema Central es una cadena montañosa con una longitud de 300 Km cuyas mayores cotas se localizan en el centro de la Península Ibérica. Se extiende desde la Sierra de Gata cerca de Portugal hasta la Sierra del Alto Rey en la provincia de Guadalajara, delimitando el noroeste de la Comunidad de Madrid.

Se trata de una importante alineación orográfica de más de 2.000 m de altitud de dirección SO-NE cuyo sector oriental corresponde a las sierras de Guadarrama y Somosierra que individualizan además las cuencas del Duero y Tajo. Conviene advertir que los conceptos orográfico y geológico del Sistema Central son algo diferentes, ya que el primero de ellos se refiere al conjunto de relieves que destacan sobre las áreas adyacentes más bajas y el segundo concepto lo es para al territorio formado por las rocas más antiguas que el de las áreas limítrofes (García Quintana, A., 2008).

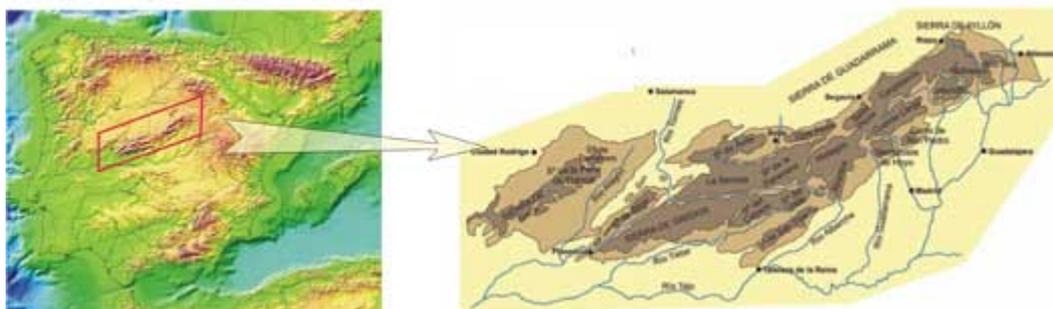


fig 1.



ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO

Cod: G-10-05-043

El Sistema Central esta dividido en tres grandes complejos estructurales denominados de Oeste a este como Complejo de Gredos, (dominio occidental) Complejo de Guadarrama (dominio Central) y Complejo de Somosierra-Ayllón (dominio oriental) , siendo sus límites cabalgamientos.

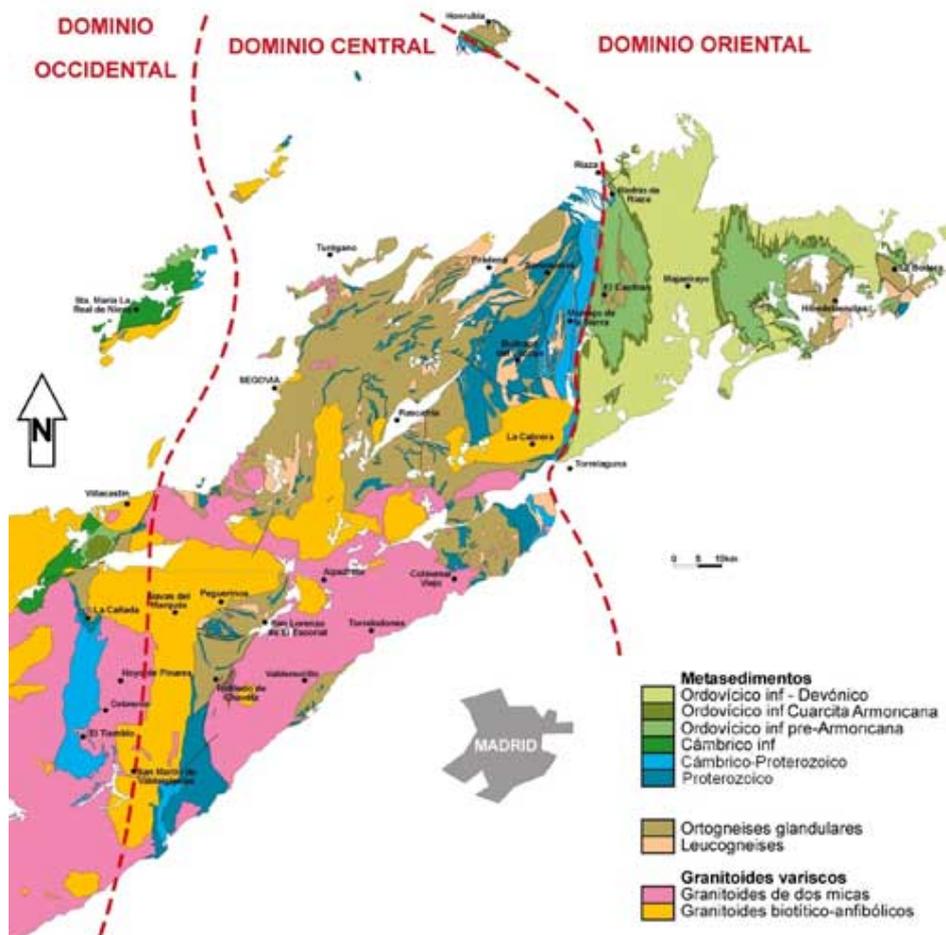


fig. 2



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO



Cod: G-10-05-043

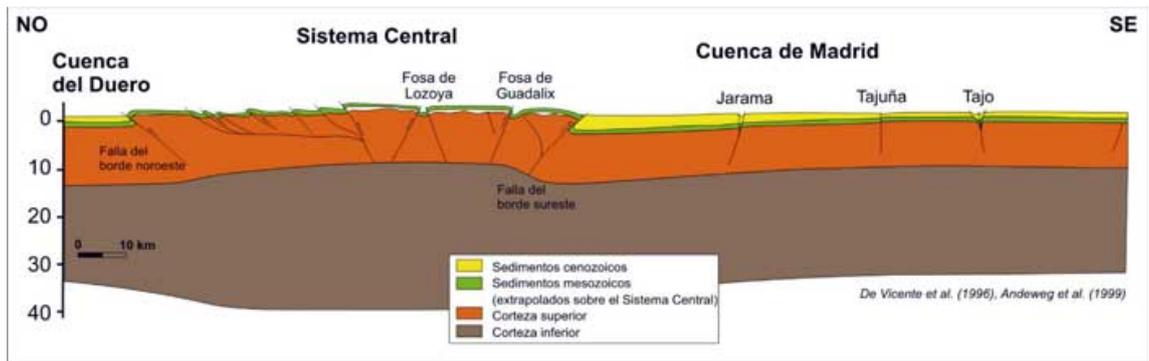


fig 3

El nuevo vaso se proyecta en el Complejo de Guadarrama, que se caracteriza por:

-Presencia exclusiva de series preordovícicas, compuestas de paraneises, rocas de silicatos cálcicos, anfíbolitas y mármoles, sobre neises oclares diversos.

- Metamorfismo regional intenso
- Menor frecuencia de cuerpos granitoide que en complejo situado al O (Complejo de Gredos)
- Estructura interna con pliegues tumbados y cabalgamientos menores.

La Orogenia Hercínica es la responsable de los primeros eventos tectónicos, metamórficos e igneos que afectan a los materiales precámbricos. Estos se enclavan dentro de la Zona Galaico-Castellana de LOTZE (1945) o también dentro de la zona Centro-Ibérica de JULIVERT et al. (1972).



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**



Cod: G-10-05-043

La tectónica hercínica es polifásica, generando la consiguiente superposición de estructuras. Las primeras etapas son de carácter dúctil, dando lugar a pliegues vergentes y a cabalgamientos . A estas se asocian hasta tres esquistosidades penetrativas. Las últimas etapas tienen un carácter más frágil, provocando pliegues más abiertos, subverticales y fracturación en conjunto

En cuanto a la litología de la roca aflorante en la zona investigada existe un predominio de formaciones metamórficas paraderivadas, que aparecen incluidas en un afloramiento extenso de ortoneis glandular.

Todos los afloramientos de este tipo de formaciones presentan unas características similares , lo que hace suponer la existencia de una única serie metasedimentaria que estaría constituida por esquistos micáceos y cuarzos, paraneises, metareniscas feldespáticas y cuarcíticas principalmente. En esta serie se encuentran frecuentes intercalaciones de rocas de silicatos cálcicos de poco espesor , posiblemente derivadas de antiguas rocas carbonatadas , delgados niveles lenticulares de mármoles, así como, alguna intercalación de pocos centímetros de espesor de rocas grafitosas, como la situada al O de Predezuela en la carretera que baja al río Guadalix.

Los **materiales esquistosos** son los más abundantes, tienen colores oscuros y muestran un bandeo tectónico caracterizado por la alternancia de capas milimétricas, de tonos gris claro, constituidas por cuarzo y feldespato, con otras más finas formadas por biotita y en menor proporción, sillimanita.



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO



Cod: G-10-05-043

Poseen una textura granolepidoblástica, y al microscopio se distinguen cuarzo, feldespatos, sillimanita, andalucita, biotita y moscovita, como minerales principales. Como minerales accesorios se encuentran: magnetita, ilmenita, turmalina, circón y más raramente esfena. Los minerales secundarios más abundantes son la clorita y sericita

Las relaciones del conjunto metasedimentario con todos los tipos de ortoneis parece de carácter intrusivo, hecho al que apuntan la existencia de enclaves metasedimentarios en los ortoneis, así como turmalinizaciones de contacto formadas por las principales etapas deformativas hercínicas, la existencia de diques de leuconeis aplitoides y de pegmatita foliadas intruyendo en los metasedimentos.

MAPA GEOLOGICO: 534

E: 1:50.000

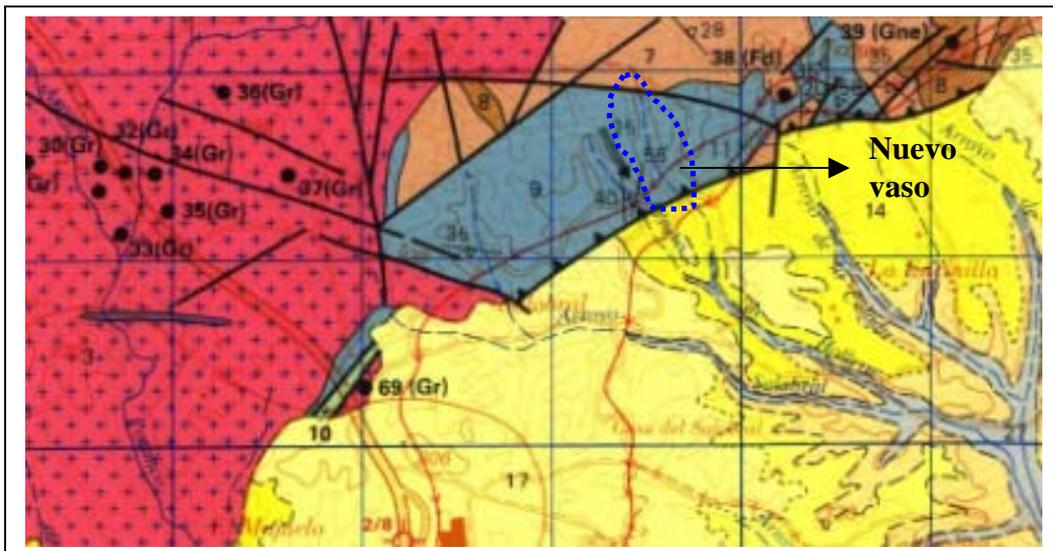


Fig. 4



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**



Cod: G-10-05-043

La potencia de esta formación resulta complejo determinarla debido a la intensa deformación que se produjeron en el hercínico, estando afectados por pliegues reaplastados con generación de bandas de cizallas dúctil y posteriormente replegadas.

En algunas zonas podrían aparecer **ortoneises**, que se trata de rocas de carácter granular, en general, con una marcada bimodalidad, presentando glándulas gruesas de feldespatos potásicos, en general superiores a 3 cm., llegando a alcanzar hasta 8 y 12 cm y una población de glándulas entre 0,5 y 2 cm, predominantemente de plagioclasa y en ocasiones de cuarzo.

La matriz es cuarzo-feldespatítica con abundante biotita, lo que le da tonos oscuros.

En general están afectados por un metamorfismo regional de alto grado

Recubriendo todo este complejo metamórfico aparecen suelos residuales, depósitos aluviales de fondo de valle y coluviones.

Los coluviones están constituidos por granulometría variada y sus espesores no son muy significativos en las zona de ubicación del nuevo vaso, limitándose a veces a un escaso manto de removilización o manto edáfico.



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE
Comunidad de Madrid



Comunidad de Madrid

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO

Cod: G-10-05-043

Por lo que respecta a los depósitos aluviales cabe destacar los asociados al arroyo de la Hoyera, que se trata de un fondo de cauce plano por el que existen circulaciones con una corriente estacional más definida y tramos algo más activos y mejor definidos. Su naturaleza está ligada al área madre y por tanto, pueden aparecer gravas poligénicas (granitos, neises, cuarzo etc.) y granulometría muy heterogénea.

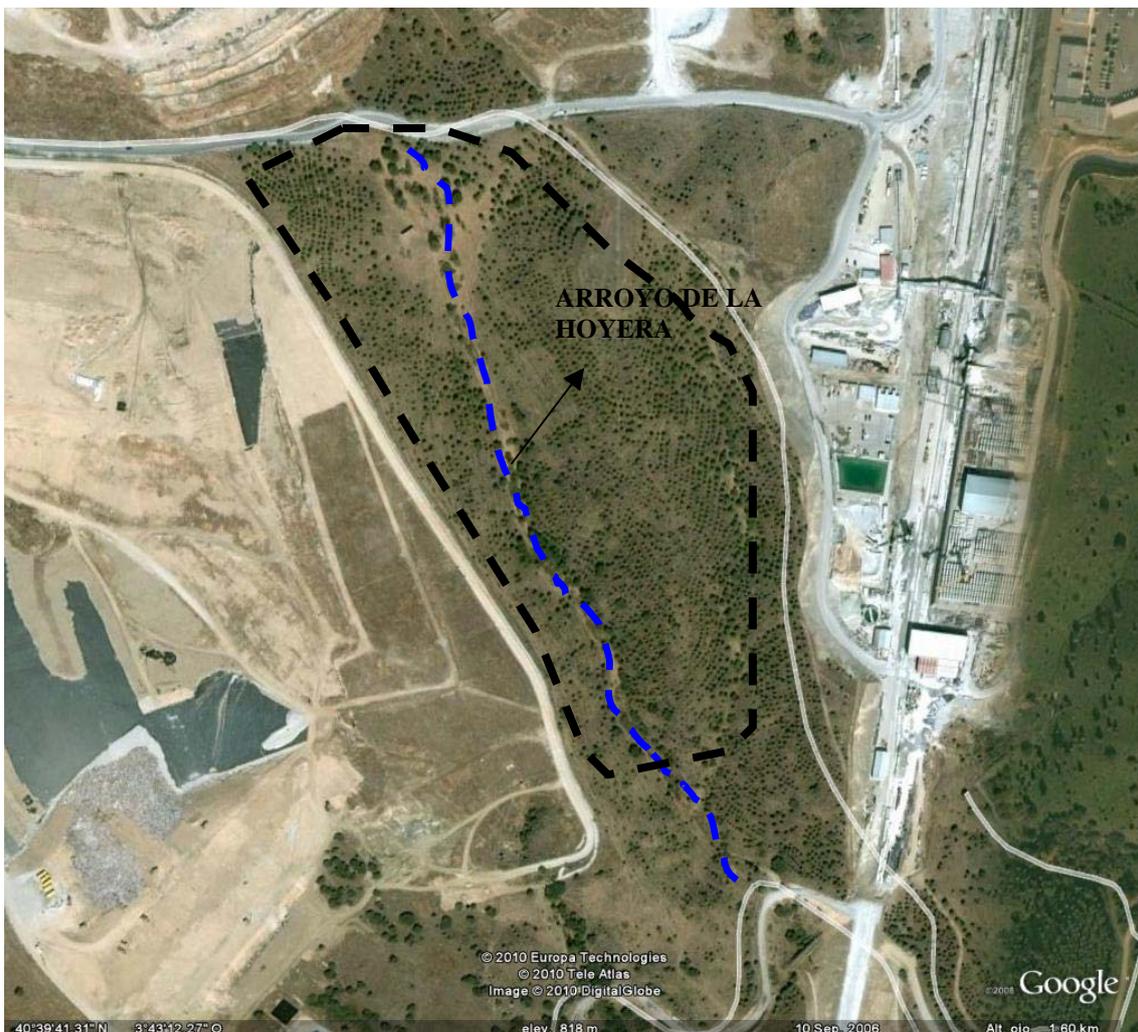


foto 1



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO

Cod: G-10-05-043



CLIMATOLOGÍA Y HIDROLOGÍA

La zona presenta un clima Mediterráneo templado, con una pluviometría media anual de 500 y 700 mm, la evapotranspiración potencial media anual se halla entre los 700 mm y los 750 mm, y temperatura media anual entre los 10,5° C y 12° C.

Las precipitaciones son estacionales con una mayor pluviosidad entre los meses de Noviembre y febrero. Existe una importante variación térmica y la insolación anual es bastante elevada, con el máximo anual en julio y el mínimo en Diciembre.

El curso de agua que atraviesa la zona es el arroyo de la Hoyera, arroyo que en periodos de estiaje disminuye su cauce o es inexistente. La zona se halla en la Cuenca Hidrográfica del Tajo más concretamente en la subcuenca del Río Manzanares

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

Las formaciones que se encuentran representadas en la zona investigada están incluidas en las denominadas Unidad 1 y Unidad 2 del Sistema hidrogeológico de la Sierra de Madrid.

En estos materiales se localizan los recursos hídricos subterráneos a favor de fracturas, que se conectan entre sí en áreas en las que el proceso de alteración de las rocas ha producido importantes zonas con porosidad suficiente, y en depósitos de arenas y gravas dejados por ríos y arroyos

En general el funcionamiento de estos acuíferos es sencillo: a partir de la infiltración del agua de lluvia o de la escorrentía superficial en las zonas elevadas, el agua circula a través de fracturas y zonas amenizadas hasta descargar en los valles.



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**

Cod: G-10-05-043

Entrando más en detalle podemos comentar que dentro de los complejos metasedimentarios se pueden identificar tres tipos de flujos subterráneos, los más superficiales que circulan por la zona de mayor alteración de la roca y zona más fracturada, la segunda que abarca una banda del orden de un centenar de metros y la más profunda que se produce a través de grandes fracturas derivadas de las fallas

La permeabilidad es muy baja $6,75 \cdot 10^{-10}$ cm/seg y no presenta variaciones importantes y esta asociada al diaclasado y a la fracturación. Son los depósitos cuaternarios aluviales y coluvinares los que presentan una mayor permeabilidad, si bien, sus potencias son escasa y por tanto, los aportes de agua son pequeños y estacionales.



fig 6



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad

CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE
Comunidad de Madrid



Comunidad de Madrid

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO

Cod: G-10-05-043

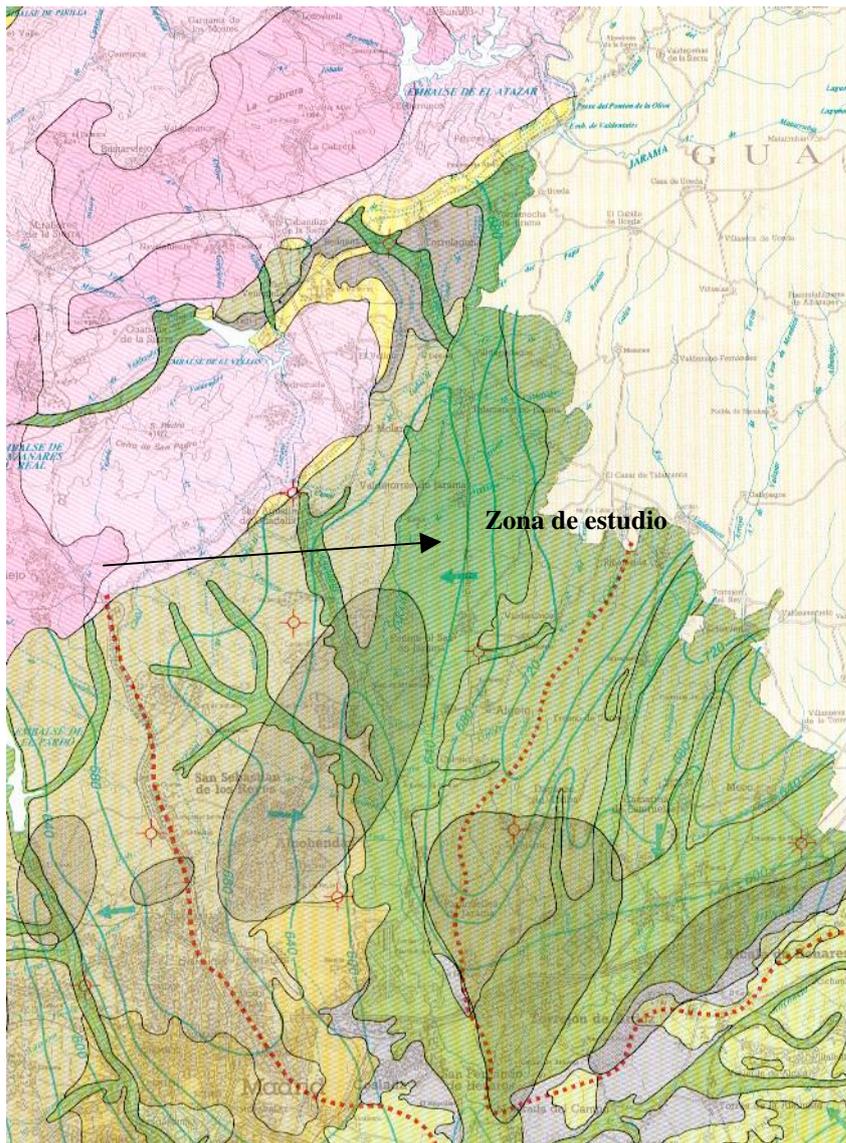


fig 7



ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO

Cod: G-10-05-043

SISMICIDAD

Una vez revisada la normativa española sobre efectos sísmicos, y los diferentes trabajos publicados a este respecto, el área de la sierra se encuentra enclavada en una zona de *riesgo bajo* (IV). Un terremoto de tal intensidad produce unas aceleraciones máximas de 0.03 g (horizontales) y 0.02 g (verticales); valores pequeños y que se pueden considerar incluidos en los coeficientes de seguridad ordinarios N.T.E. Cargas Sísmicas.

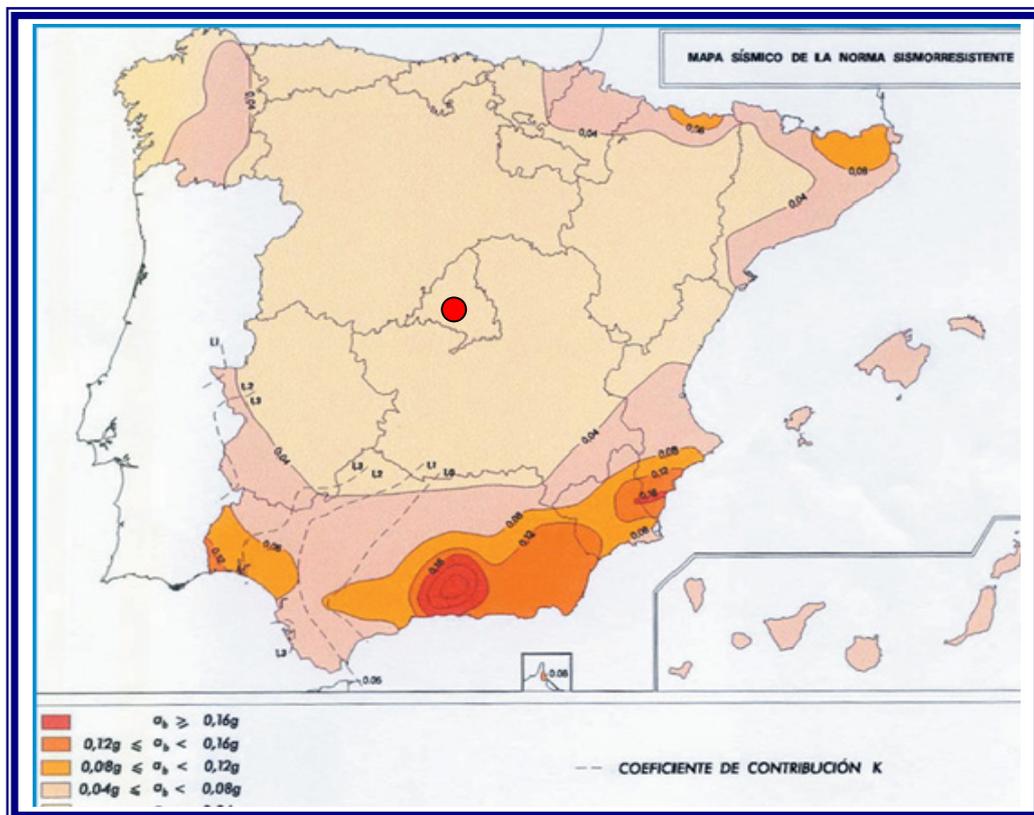


fig 8



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**



Cod: G-10-05-043

RIPABILIDAD

<i>VELOCIDAD DE LAS ONDAS P EN LAS LITOLOGIAS MAS COMUNES</i>			
<i>Terreno Vegetal</i>	<i>250 – 400 m/s</i>	<i>Pizarras</i>	<i>2500 - 4500 m/s</i>
<i>Limos y arenas flojas</i>	<i>350 - 500 m/s</i>	<i>Margas</i>	<i>2500 -4500 m/s</i>
<i>Arenas y Gravas sueltas</i>	<i>400 - 900 m/s</i>	<i>Calizas</i>	<i>300 - 5500 m/s</i>
<i>Arenas y Gravas saturadas</i>	<i>1500 - 1800 m/s</i>	<i>Areniscas</i>	<i>2000 - 4500 m/s</i>
<i>Arcillas</i>	<i>900 - 2500 m/s</i>	<i>Rocas metamórficas y plutónicas</i>	<i>3500 - 5500 m/s</i>
<i>Agua</i>	<i>1450 – 1600 m/s</i>	<i>Sal</i>	<i>400 - 5000 m/s</i>

Tabla 1

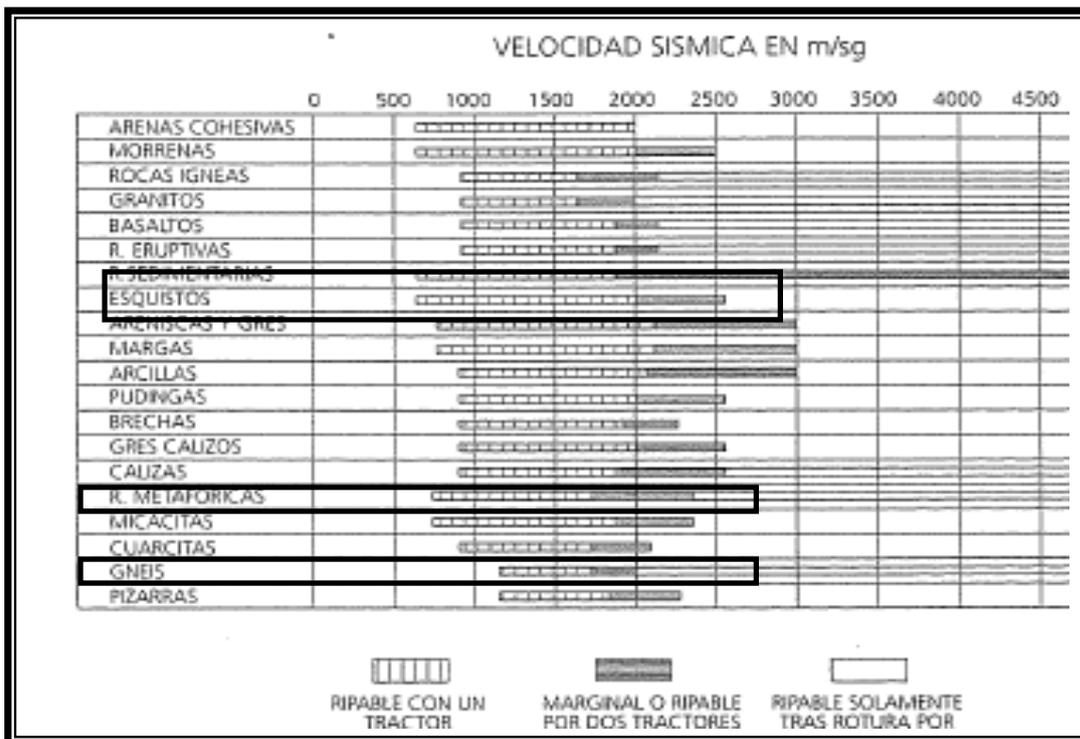


fig. 9



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**

Cod: G-10-05-043



Comunidad de Madrid

Los suelos residuales y depósitos cuaternarios pueden movilizarse con pala, mientras que la roca metamórfica algo meteorizados y sana, sobre todo esta última requieren el empleo de maquinas muy potentes o sistemas de voladura o cementos expansivos. Existen actualmente métodos de excavación en roca mediante sistemas hidráulicos (fracturación hidráulica), que se vienen utilizando con resultados muy satisfactorios y que pueden sustituir a los métodos de voladuras y los cementos expansivos, dado que estos resultan complicados por los permisos y limitaciones en el caso de las voladuras y por los tiempos de espera sin garantía de resultados en los cementos expansivos.



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**



Cod: G-10-05-043

4.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.

Dentro de las formaciones afectadas por el proyecto del nuevo vaso podemos diferenciar dos grandes unidades litogeotécnicas.

Unidad recubrimientos y depósitos cuaternarias

Dentro de esta Unidad incluimos: suelos residuales de carácter arenoso con abundantes fragmentos de roca, que son resultantes de la alteración directa del sustrato metamórfico infrayacente, mantos coluvionares de escaso espesor (1.00 a 1,50 m.) que tapizan las laderas y están constituidas por gravas arenosas y arenas con fragmentos de roca y depósitos aluviales de fondo de valle ligados al arroyo de La Hoyera.

Estas formaciones se comportan básicamente como un suelo arenoso de compacidad media a medianamente densa.

Suelos residuales

Parámetros geotécnicos característicos:

$$\gamma \text{ aparente} = 1.80-2.00 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Angulo de rozamiento interno } F = 27^\circ-35^\circ$$

$$\text{Cohesión} = 0.5 - 1.5 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Módulo de Young (E)} = 200-300 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Coeficiente de Poisson (v)} 0.35$$

$$\text{Coeficiente de Balasto } 8-20 \text{ kg/cm}^3$$





SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**



Cod: G-10-05-043

Depósitos cuaternarios

Parámetros geotécnicos característicos:

γ aparente = 1.70-1.80 t/m³

Angulo de rozamiento interno $F = 24^\circ$ - 35° (gravas)

Cohesión = 0 - 0,05 t/m²

Módulo de Young (E) = 150 kg/cm²

Coefficiente de Poisson (ν) 0.35

Coefficiente de Balasto 3-5 kg/cm³

En cuanto a la tensión admisible de estos materiales, podemos diferenciar a los suelos residuales que pueden alcanzar tensiones admisible por encima de 2,50 kp/cm² de los depósitos coluvionares y aluviales, que no se les debe atribuir tensiones admisibles por encima de 1.00-1.50 kp/cm², siendo en general heterogénea en los depósitos coluvionares variando en función del grado de consolidación de estos.



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**



Cod: G-10-05-043

Unidad Sustrato rocoso (Metasedimentos y ortoneises)

Parámetros característicos de las roca aflorantes en el ámbito del proyecto

Resistencia a compresión simple:

Rocas metasedimentarias 100 – 2300 kp/cm²

Ortoneis 400-2500 kp/cm²

Valores típicos de los parámetros efectivos en probetas de roca para presiones normales positivas y no muy elevadas

Ortoneis c' kp/cm²: 175-210

φ : 43°

Rocas metasedimentarias c' kp/cm²: 20 - 140

φ : 54°-27°

Valores del módulo de deformación lineal y del coeficiente de Poisson.

Rocas metasedimentarias: E: 70000-800000 kp/cm²

Y: 0.02 –0.20

Ortoneis: E: 220000-810000 kp/cm²

Y: 0.09 –0.34



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**

Cod: G-10-05-043



5.- ESTABILIDAD DE TALUDES.

Se proyecta la construcción de un dique de contención que permitirá el cierre del nuevo vaso. Este dique se construirá a base de material tipo “todo uno”, es decir, con material procedente de la propia excavación sin clasificar

El dique estará compuesto por tres partes bien diferenciadas y se ejecutarán de acuerdo a las especificaciones técnicas del PG-3/75

Cimiento – núcleo – Coronación

El dique proyectado presenta una coronación con una longitud total de 104.53 m.

El volumen de tierras estimado para la ejecución del dique se estima en 31.985.50 m³

El espaldón del dique de cierre del vaso se hidrosiembrará para favorecer el tapizado herbáceo y su protección frente a la escorrentía del agua de lluvia.

A continuación se ha realiza el cálculo de estabilidad para el dique proyectado y el vaso de vertido





SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**

Cod: G-10-05-043



Interpretación de los resultados.

El método utilizado se basa en la hipótesis de deslizamiento circular. Es un método de cálculo por dovelas o rebanadas: se supone la masa dividida en n fajas verticales. Estableciendo el equilibrio de momentos de toda la masa deslizante respecto al centro del círculo de deslizamiento se obtiene el coeficiente de seguridad.

Para el cálculo de los taludes del dique y vaso del vertedero se han utilizado parámetros del terreno conservadores (cohesión 1 kPa y ángulo de rozamiento interno de 35°). En el cálculo de estabilidad del dique, el factor de seguridad más bajo obtenido es 2,6 y en el cálculo de estabilidad del vaso de vertido completo el factor de seguridad más bajo es 1,5.

Los coeficientes de seguridad obtenidos van disminuyendo en las familias de círculos que inciden solo en la parte más alta del dique y tienen mayor desarrollo en el vertido, siendo claramente superiores en el cálculo individualizado de estabilidad del dique.

Se considera un talud estable cuando el coeficiente de seguridad está por encima de 1,3, por tanto, en los dos supuestos de cálculo, los taludes considerados serán estables con factores de seguridad moderados y altos.



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE
Comunidad de Madrid



Comunidad de Madrid

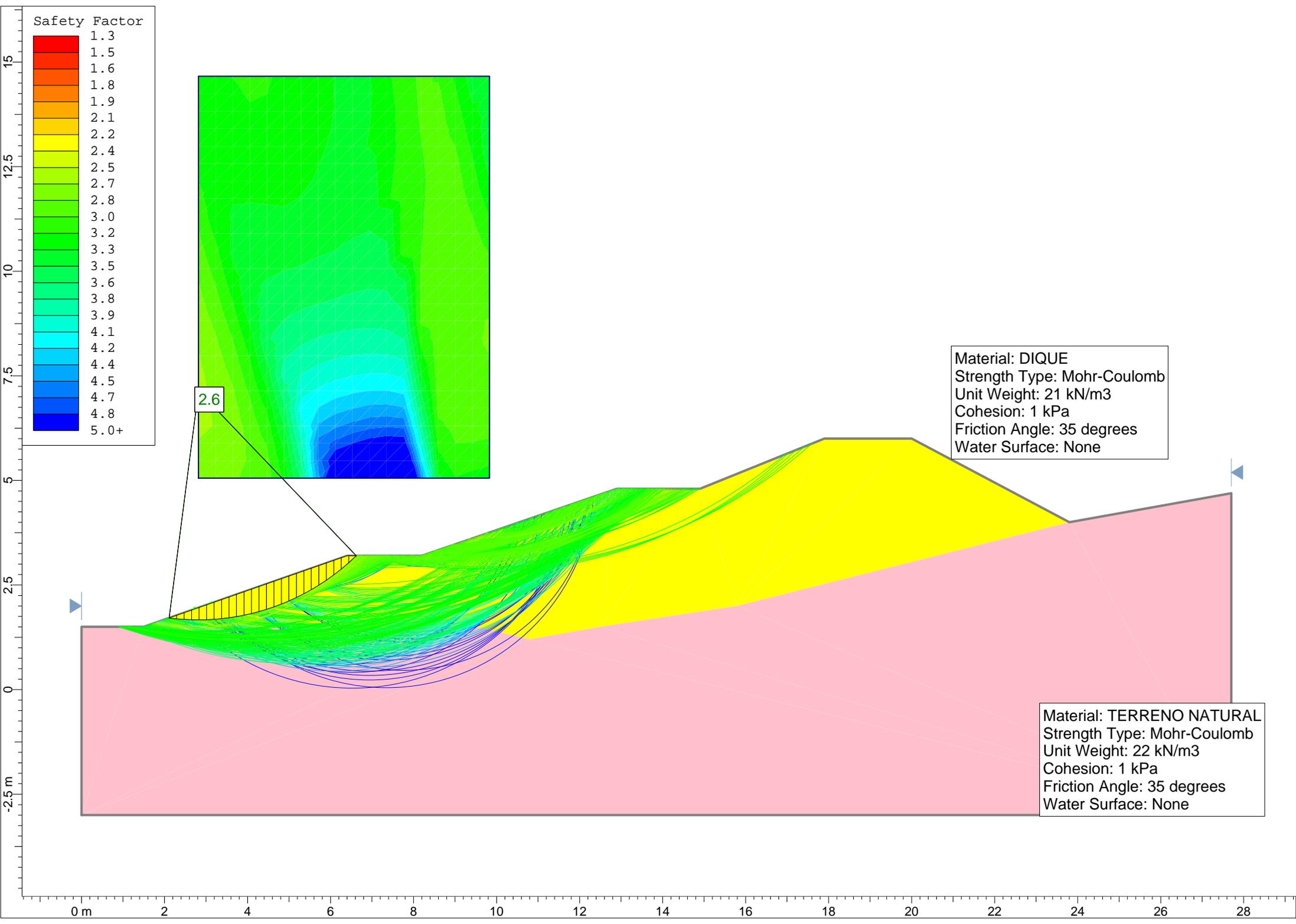
**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**

Cod: G-10-05-043

Estabilidad del dique de contención



SERGEYCO, S.A.
C.I.F. A-78931490
Servicio de Geotecnia
y control de calidad





SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**



Cod: G-10-05-043

Slide Analysis Information

ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DIQUE DE CONTENCIÓN EN EL
VERTEDERO RU – FASE IV COLMENAR VIEJO (MADRID)

Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
Janbu simplified
Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined



SERGEYCO, S.A
Servicio de Geotecnia y
Control de Calidad



**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
DE UN NUEVO VASO EN EL VERTEDERO
DE R.S.U. DE COLMENAR VIEJO**



Cod: G-10-05-043

Material Properties

Material: DIQUE

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21 kN/m³

Cohesion: 1 kPa

Friction Angle: 35 degrees

Water Surface: None

Material: TERRENO NATURAL

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 22 kN/m³

Cohesion: 1 kPa

Friction Angle: 35 degrees

Water Surface: None

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 2.592240

Center: 2.041, 8.634

Radius: 7.145

Left Slip Surface Endpoint: 1.521, 1.507

Right Slip Surface Endpoint: 6.681, 3.200

Resisting Moment=262.657 kN-m

Driving Moment=101.325 kN-m

Method: janbu simplified

FS: 2.486060

Center: 2.522, 6.719

Radius: 5.304

Left Slip Surface Endpoint: 1.526, 1.509

Right Slip Surface Endpoint: 6.490, 3.200

Resisting Horizontal Force=38.684 kN

Driving Horizontal Force=15.5604 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 3000

Number of Invalid Surfaces: 1950

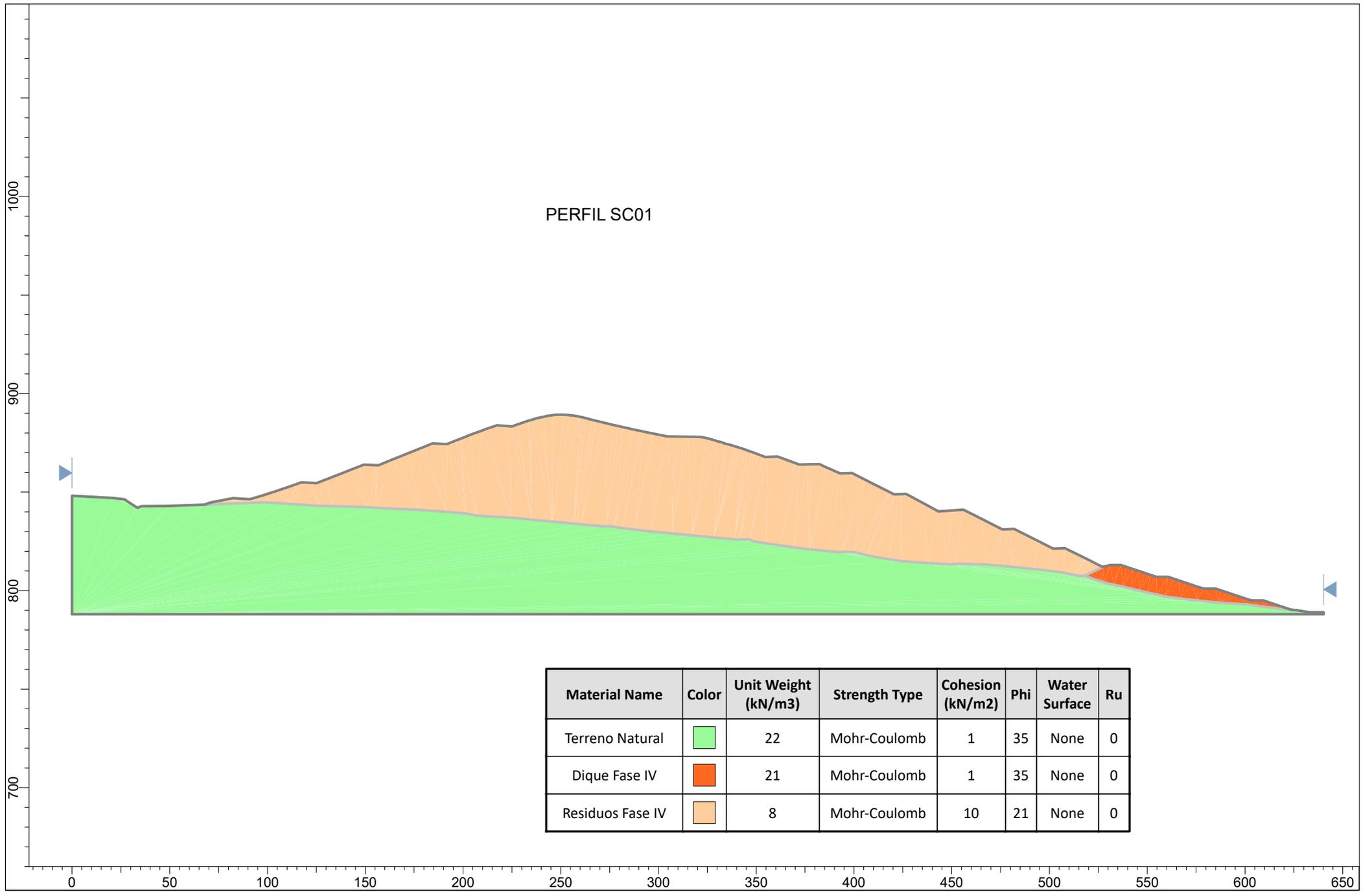
Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 2859

Number of Invalid Surfaces: 2091



**APENDICE Nº2: RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN.
PERFIL SC01**



Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: Perfil SC01.slim
Slide Modeler Version: 6.005
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 10/08/2019, 12:44:00

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search

Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Terreno Natural	Dique Fase IV	Residuos Fase IV
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	22	21	8
Cohesion [kPa]	1	1	10
Friction Angle [deg]	35	35	21
Water Surface	None	None	None
Ru Value	0	0	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.552760
Center: 511.036, 1010.101
Radius: 198.802
Left Slip Surface Endpoint: 376.159, 864.051
Right Slip Surface Endpoint: 536.672, 812.959
Resisting Moment=1.57153e+006 kN-m
Driving Moment=1.01208e+006 kN-m

Method: janbu corrected

FS: 1.565160
Center: 511.036, 1010.101
Radius: 198.802
Left Slip Surface Endpoint: 376.159, 864.051
Right Slip Surface Endpoint: 536.672, 812.959
Resisting Horizontal Force=7680.95 kN
Driving Horizontal Force=4907.46 kN

Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.552290
Center: 511.036, 1010.101
Radius: 198.802
Left Slip Surface Endpoint: 376.159, 864.051
Right Slip Surface Endpoint: 536.672, 812.959
Resisting Moment=1.57105e+006 kN-m
Driving Moment=1.01208e+006 kN-m
Resisting Horizontal Force=7375.17 kN
Driving Horizontal Force=4751.15 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 3460
Number of Invalid Surfaces: 1540

Error Codes:

Error Code -103 reported for 1495 surfaces
Error Code -106 reported for 32 surfaces
Error Code -107 reported for 10 surfaces
Error Code -108 reported for 3 surfaces

Method: janbu corrected

Number of Valid Surfaces: 3442
Number of Invalid Surfaces: 1558

Error Codes:

Error Code -103 reported for 1495 surfaces
Error Code -106 reported for 32 surfaces
Error Code -107 reported for 10 surfaces
Error Code -108 reported for 21 surfaces

Method: gle/morgenstern-price

Number of Valid Surfaces: 3437
Number of Invalid Surfaces: 1563

Error Codes:

Error Code -103 reported for 1495 surfaces
Error Code -106 reported for 32 surfaces
Error Code -107 reported for 10 surfaces
Error Code -108 reported for 24 surfaces
Error Code -111 reported for 2 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 103 = Two surface / slope intersections, but one or more surface / nonslope external polygon intersections lie between them. This usually occurs when the slip surface extends past the bottom of the soil region, but may also occur on a benched slope model with two sets of Slope Limits.
- 106 = Average slice width is less than $0.0001 \times$ (maximum horizontal extent of soil region). This limitation is imposed to avoid numerical errors which may result from too many slices, or too small a slip region.
- 107 = Total driving moment or total driving force is negative. This will occur if the wrong failure direction is specified, or if high external or anchor loads are applied against the failure direction.
- 108 = Total driving moment or total driving force < 0.1 . This is to limit the calculation of extremely high safety factors if the driving force is very small (0.1 is an arbitrary number).
- 111 = safety factor equation did not converge

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.55276

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
Residuos										

			Fase IV							
2	6.55816	361.972	Residuos Fase IV	10	21	16.7405	25.994	41.6658	0	41.6658
3	6.55816	493.975	Residuos Fase IV	10	21	21.1794	32.8866	59.6216	0	59.6216
4	6.55816	699.569	Residuos Fase IV	10	21	28.0867	43.6119	87.5621	0	87.5621
5	6.55816	772.13	Residuos Fase IV	10	21	30.794	47.8157	98.5134	0	98.5134
6	6.55816	805.662	Residuos Fase IV	10	21	32.2495	50.0757	104.401	0	104.401
7	6.55816	827.509	Residuos Fase IV	10	21	33.3238	51.7438	108.746	0	108.746
8	6.55816	948.713	Residuos Fase IV	10	21	37.7503	58.6171	126.652	0	126.652
9	6.55816	969.688	Residuos Fase IV	10	21	38.8331	60.2985	131.032	0	131.032
10	6.55816	928.634	Residuos Fase IV	10	21	37.7874	58.6748	126.802	0	126.802
11	6.55816	934.79	Residuos Fase IV	10	21	38.3449	59.5404	129.057	0	129.057
12	6.55816	1067.64	Residuos Fase IV	10	21	43.3324	67.2848	149.232	0	149.232
13	6.55816	1123.56	Residuos Fase IV	10	21	45.6804	70.9307	158.73	0	158.73
14	6.55816	1042.63	Residuos Fase IV	10	21	43.1871	67.0592	148.645	0	148.645
15	6.55816	946.599	Residuos Fase IV	10	21	40.1007	62.2668	136.16	0	136.16
16	6.55816	896.453	Residuos Fase IV	10	21	38.6164	59.962	130.156	0	130.156
17	6.55816	887.297	Residuos Fase IV	10	21	38.5975	59.9326	130.079	0	130.079
18	6.55816	757.478	Residuos Fase IV	10	21	34.1369	53.0064	112.035	0	112.035
19	6.55816	614.53	Residuos Fase IV	10	21	29.1142	45.2073	91.7181	0	91.7181
20	6.55816	522.947	Residuos Fase IV	10	21	25.9277	40.2595	78.8286	0	78.8286
21	6.55816	465.127	Residuos Fase IV	10	21	23.9605	37.2049	70.871	0	70.871
22	6.55816	292.621	Residuos Fase IV	10	21	17.6046	27.3357	45.1612	0	45.1612
23	6.55816	106.002	Residuos Fase IV	10	21	10.6033	16.4644	16.8402	0	16.8402
24	4.83741	42.38	Dique Fase IV	1	35	4.79517	7.44575	9.20549	0	9.20549
25	4.83741	33.0396	Dique Fase IV	1	35	3.93219	6.10574	7.29176	0	7.29176

Query 1 (bishop simplified) - Safety Factor: 1.55276

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	6.55816	155.731	Residuos Fase IV	10	21	10.1064	15.6929	14.8304	0	14.8304

2	6.55816	361.972	Residuos Fase IV	10	21	16.7405	25.994	41.6658	0	41.6658
3	6.55816	493.975	Residuos Fase IV	10	21	21.1794	32.8866	59.6216	0	59.6216
4	6.55816	699.569	Residuos Fase IV	10	21	28.0867	43.6119	87.5621	0	87.5621
5	6.55816	772.13	Residuos Fase IV	10	21	30.794	47.8157	98.5134	0	98.5134
6	6.55816	805.662	Residuos Fase IV	10	21	32.2495	50.0757	104.401	0	104.401
7	6.55816	827.509	Residuos Fase IV	10	21	33.3238	51.7438	108.746	0	108.746
8	6.55816	948.713	Residuos Fase IV	10	21	37.7503	58.6171	126.652	0	126.652
9	6.55816	969.688	Residuos Fase IV	10	21	38.8331	60.2985	131.032	0	131.032
10	6.55816	928.634	Residuos Fase IV	10	21	37.7874	58.6748	126.802	0	126.802
11	6.55816	934.79	Residuos Fase IV	10	21	38.3449	59.5404	129.057	0	129.057
12	6.55816	1067.64	Residuos Fase IV	10	21	43.3324	67.2848	149.232	0	149.232
13	6.55816	1123.56	Residuos Fase IV	10	21	45.6804	70.9307	158.73	0	158.73
14	6.55816	1042.63	Residuos Fase IV	10	21	43.1871	67.0592	148.645	0	148.645
15	6.55816	946.599	Residuos Fase IV	10	21	40.1007	62.2668	136.16	0	136.16
16	6.55816	896.453	Residuos Fase IV	10	21	38.6164	59.962	130.156	0	130.156
17	6.55816	887.297	Residuos Fase IV	10	21	38.5975	59.9326	130.079	0	130.079
18	6.55816	757.478	Residuos Fase IV	10	21	34.1369	53.0064	112.035	0	112.035
19	6.55816	614.53	Residuos Fase IV	10	21	29.1142	45.2073	91.7181	0	91.7181
20	6.55816	522.947	Residuos Fase IV	10	21	25.9277	40.2595	78.8286	0	78.8286
21	6.55816	465.127	Residuos Fase IV	10	21	23.9605	37.2049	70.871	0	70.871
22	6.55816	292.621	Residuos Fase IV	10	21	17.6046	27.3357	45.1612	0	45.1612
23	6.55816	106.002	Residuos Fase IV	10	21	10.6033	16.4644	16.8402	0	16.8402
24	4.83741	42.38	Dique Fase IV	1	35	4.79517	7.44575	9.20549	0	9.20549
25	4.83741	33.0396	Dique Fase IV	1	35	3.93219	6.10574	7.29176	0	7.29176

Global Minimum Query (janbu corrected) - Safety Factor: 1.56516

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	6.55816	155.731	Residuos Fase IV	10	21	9.95654	15.5836	14.5457	0	14.5457
2	6.55816	361.972	Residuos Fase IV	10	21	16.5003	25.8256	41.227	0	41.227

3	6.55816	493.975	Residuos Fase IV	10	21	20.885	32.6883	59.1049	0	59.1049
4	6.55816	699.569	Residuos Fase IV	10	21	27.708	43.3674	86.925	0	86.925
5	6.55816	772.13	Residuos Fase IV	10	21	30.391	47.5667	97.8644	0	97.8644
6	6.55816	805.662	Residuos Fase IV	10	21	31.8395	49.8339	103.771	0	103.771
7	6.55816	827.509	Residuos Fase IV	10	21	32.9121	51.5127	108.144	0	108.144
8	6.55816	948.713	Residuos Fase IV	10	21	37.2971	58.3759	126.024	0	126.024
9	6.55816	969.688	Residuos Fase IV	10	21	38.38	60.0708	130.439	0	130.439
10	6.55816	928.634	Residuos Fase IV	10	21	37.3589	58.4726	126.276	0	126.276
11	6.55816	934.79	Residuos Fase IV	10	21	37.9223	59.3545	128.573	0	128.573
12	6.55816	1067.64	Residuos Fase IV	10	21	42.8685	67.0961	148.74	0	148.74
13	6.55816	1123.56	Residuos Fase IV	10	21	45.2055	70.7539	158.27	0	158.27
14	6.55816	1042.63	Residuos Fase IV	10	21	42.7514	66.9128	148.263	0	148.263
15	6.55816	946.599	Residuos Fase IV	10	21	39.7084	62.15	135.855	0	135.855
16	6.55816	896.453	Residuos Fase IV	10	21	38.2503	59.8679	129.91	0	129.91
17	6.55816	887.297	Residuos Fase IV	10	21	38.2432	59.8568	129.881	0	129.881
18	6.55816	757.478	Residuos Fase IV	10	21	33.834	52.9556	111.903	0	111.903
19	6.55816	614.53	Residuos Fase IV	10	21	28.8648	45.178	91.6417	0	91.6417
20	6.55816	522.947	Residuos Fase IV	10	21	25.7136	40.2459	78.7932	0	78.7932
21	6.55816	465.127	Residuos Fase IV	10	21	23.7702	37.2041	70.869	0	70.869
22	6.55816	292.621	Residuos Fase IV	10	21	17.4704	27.3439	45.1825	0	45.1825
23	6.55816	106.002	Residuos Fase IV	10	21	10.5259	16.4747	16.8672	0	16.8672
24	4.83741	42.38	Dique Fase IV	1	35	4.76533	7.4585	9.22369	0	9.22369
25	4.83741	33.0396	Dique Fase IV	1	35	3.90959	6.11914	7.31089	0	7.31089

Query 1 (janbu corrected) - Safety Factor: 1.56516

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	6.55816	155.731	Residuos Fase IV	10	21	9.95654	15.5836	14.5457	0	14.5457
2	6.55816	361.972	Residuos Fase IV	10	21	16.5003	25.8256	41.227	0	41.227
3	6.55816	493.975	Residuos Fase IV	10	21	20.885	32.6883	59.1049	0	59.1049

4	6.55816	699.569	Residuos Fase IV	10	21	27.708	43.3674	86.925	0	86.925
5	6.55816	772.13	Residuos Fase IV	10	21	30.391	47.5667	97.8644	0	97.8644
6	6.55816	805.662	Residuos Fase IV	10	21	31.8395	49.8339	103.771	0	103.771
7	6.55816	827.509	Residuos Fase IV	10	21	32.9121	51.5127	108.144	0	108.144
8	6.55816	948.713	Residuos Fase IV	10	21	37.2971	58.3759	126.024	0	126.024
9	6.55816	969.688	Residuos Fase IV	10	21	38.38	60.0708	130.439	0	130.439
10	6.55816	928.634	Residuos Fase IV	10	21	37.3589	58.4726	126.276	0	126.276
11	6.55816	934.79	Residuos Fase IV	10	21	37.9223	59.3545	128.573	0	128.573
12	6.55816	1067.64	Residuos Fase IV	10	21	42.8685	67.0961	148.74	0	148.74
13	6.55816	1123.56	Residuos Fase IV	10	21	45.2055	70.7539	158.27	0	158.27
14	6.55816	1042.63	Residuos Fase IV	10	21	42.7514	66.9128	148.263	0	148.263
15	6.55816	946.599	Residuos Fase IV	10	21	39.7084	62.15	135.855	0	135.855
16	6.55816	896.453	Residuos Fase IV	10	21	38.2503	59.8679	129.91	0	129.91
17	6.55816	887.297	Residuos Fase IV	10	21	38.2432	59.8568	129.881	0	129.881
18	6.55816	757.478	Residuos Fase IV	10	21	33.834	52.9556	111.903	0	111.903
19	6.55816	614.53	Residuos Fase IV	10	21	28.8648	45.178	91.6417	0	91.6417
20	6.55816	522.947	Residuos Fase IV	10	21	25.7136	40.2459	78.7932	0	78.7932
21	6.55816	465.127	Residuos Fase IV	10	21	23.7702	37.2041	70.869	0	70.869
22	6.55816	292.621	Residuos Fase IV	10	21	17.4704	27.3439	45.1825	0	45.1825
23	6.55816	106.002	Residuos Fase IV	10	21	10.5259	16.4747	16.8672	0	16.8672
24	4.83741	42.38	Dique Fase IV	1	35	4.76533	7.4585	9.22369	0	9.22369
25	4.83741	33.0396	Dique Fase IV	1	35	3.90959	6.11914	7.31089	0	7.31089

Global Minimum Query (gle/morgenstern-price) - Safety Factor: 1.55229

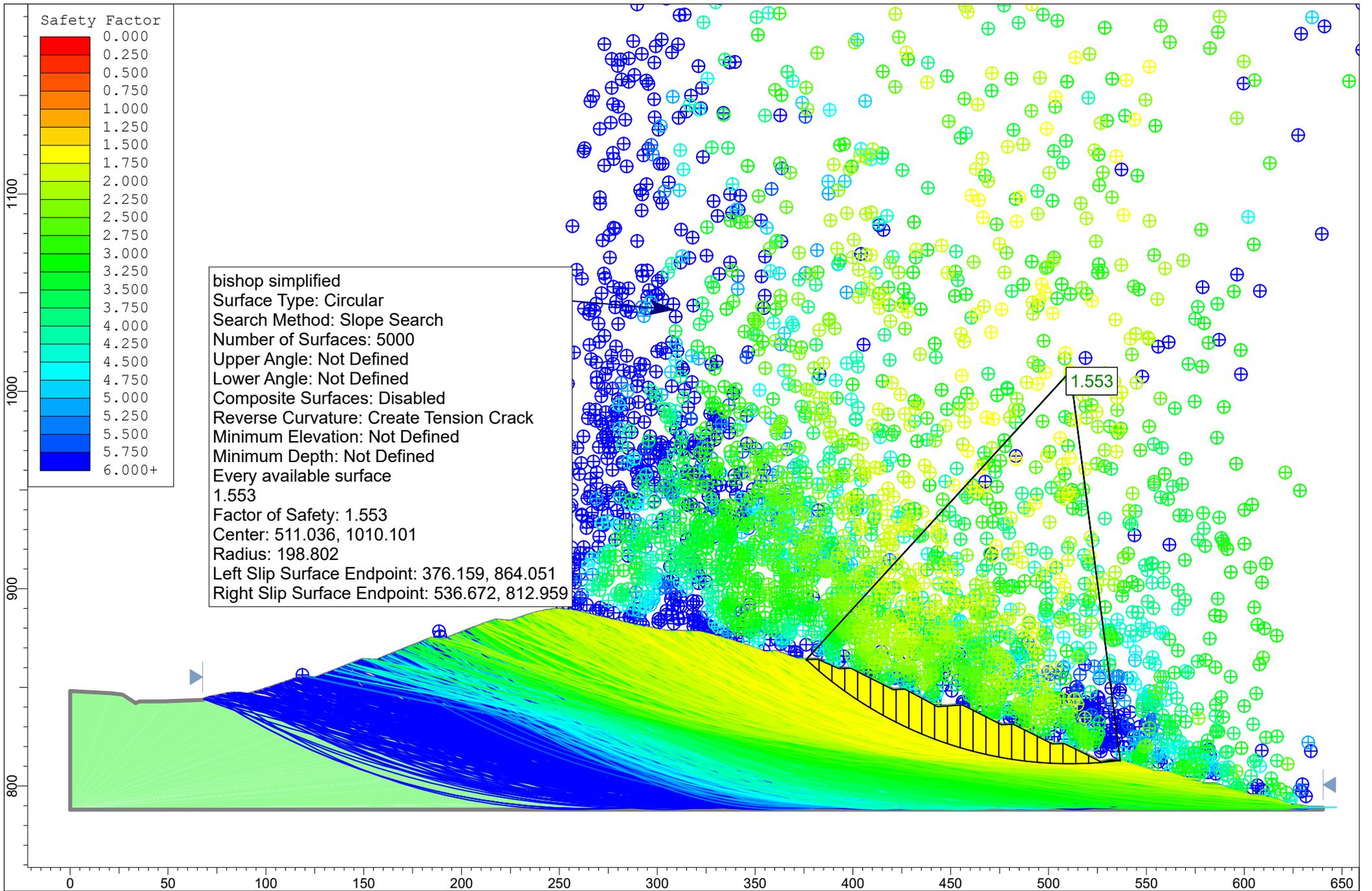
Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	6.55816	155.731	Residuos Fase IV	10	21	10.0778	15.6437	14.7024	0	14.7024
2	6.55816	361.972	Residuos Fase IV	10	21	16.3975	25.4536	40.258	0	40.258
3	6.55816	493.975	Residuos Fase IV	10	21	20.3746	31.6273	56.3411	0	56.3411
4	6.55816	699.569	Residuos Fase IV	10	21	26.6058	41.2999	81.5391	0	81.5391

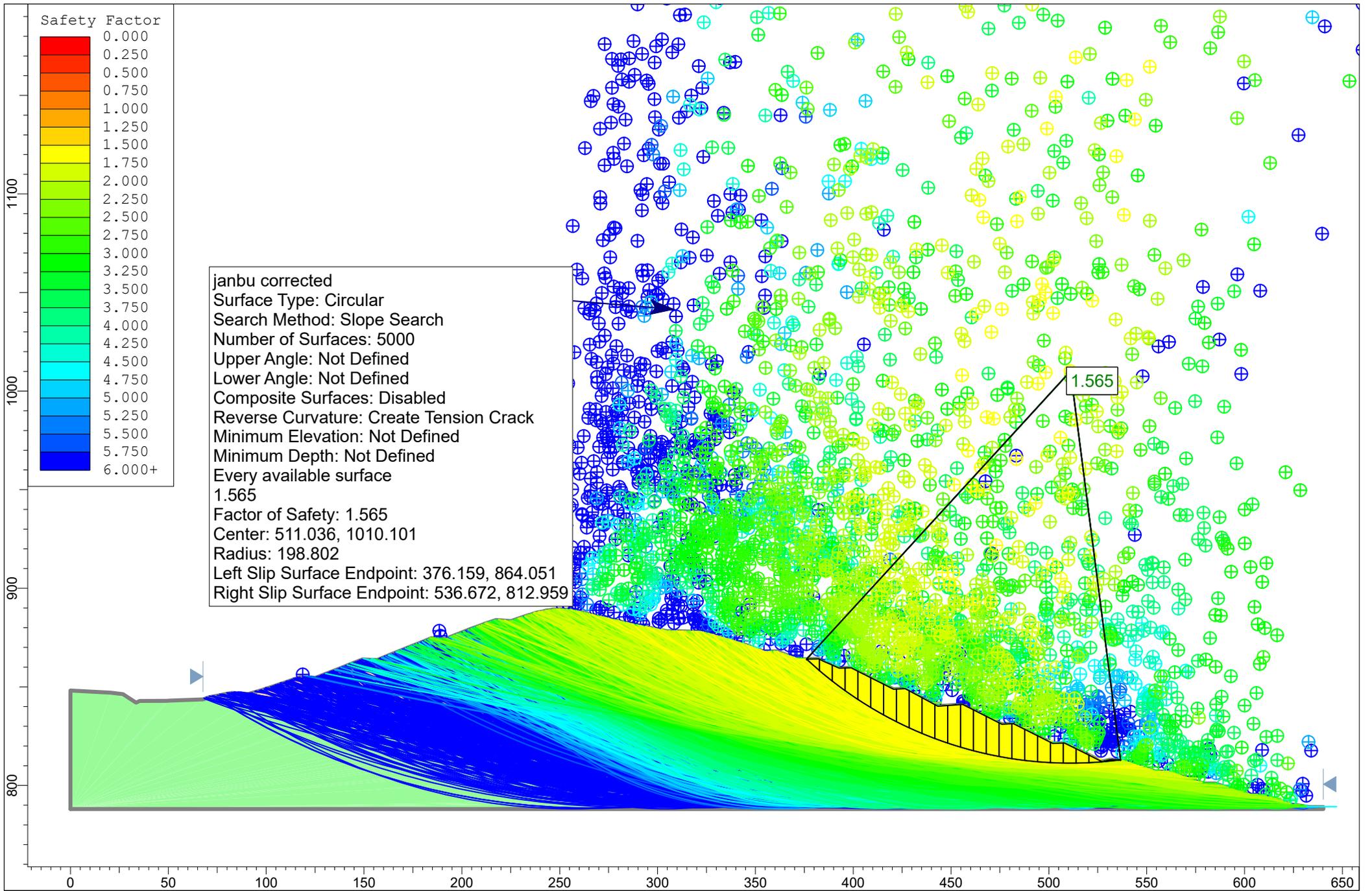
5	6.55816	772.13	Residuos Fase IV	10	21	28.8832	44.8351	90.7485	0	90.7485
6	6.55816	805.662	Residuos Fase IV	10	21	30.1122	46.7428	95.7183	0	95.7183
7	6.55816	827.509	Residuos Fase IV	10	21	31.1329	48.3273	99.8461	0	99.8461
8	6.55816	948.713	Residuos Fase IV	10	21	35.4502	55.029	117.305	0	117.305
9	6.55816	969.688	Residuos Fase IV	10	21	36.7844	57.1001	122.7	0	122.7
10	6.55816	928.634	Residuos Fase IV	10	21	36.237	56.2503	120.486	0	120.486
11	6.55816	934.79	Residuos Fase IV	10	21	37.3289	57.9453	124.902	0	124.902
12	6.55816	1067.64	Residuos Fase IV	10	21	42.8423	66.5037	147.197	0	147.197
13	6.55816	1123.56	Residuos Fase IV	10	21	45.9088	71.2637	159.597	0	159.597
14	6.55816	1042.63	Residuos Fase IV	10	21	44.1832	68.5852	152.62	0	152.62
15	6.55816	946.599	Residuos Fase IV	10	21	41.746	64.8019	142.764	0	142.764
16	6.55816	896.453	Residuos Fase IV	10	21	40.7846	63.3095	138.876	0	138.876
17	6.55816	887.297	Residuos Fase IV	10	21	41.1692	63.9066	140.432	0	140.432
18	6.55816	757.478	Residuos Fase IV	10	21	36.7489	57.0449	122.556	0	122.556
19	6.55816	614.53	Residuos Fase IV	10	21	31.5161	48.9221	101.396	0	101.396
20	6.55816	522.947	Residuos Fase IV	10	21	28.0221	43.4985	87.2666	0	87.2666
21	6.55816	465.127	Residuos Fase IV	10	21	25.661	39.8333	77.7184	0	77.7184
22	6.55816	292.621	Residuos Fase IV	10	21	18.6527	28.9544	49.3779	0	49.3779
23	6.55816	106.002	Residuos Fase IV	10	21	11.0768	17.1944	18.742	0	18.742
24	4.83741	42.38	Dique Fase IV	1	35	5.11616	7.94177	9.91388	0	9.91388
25	4.83741	33.0396	Dique Fase IV	1	35	4.05927	6.30116	7.57083	0	7.57083

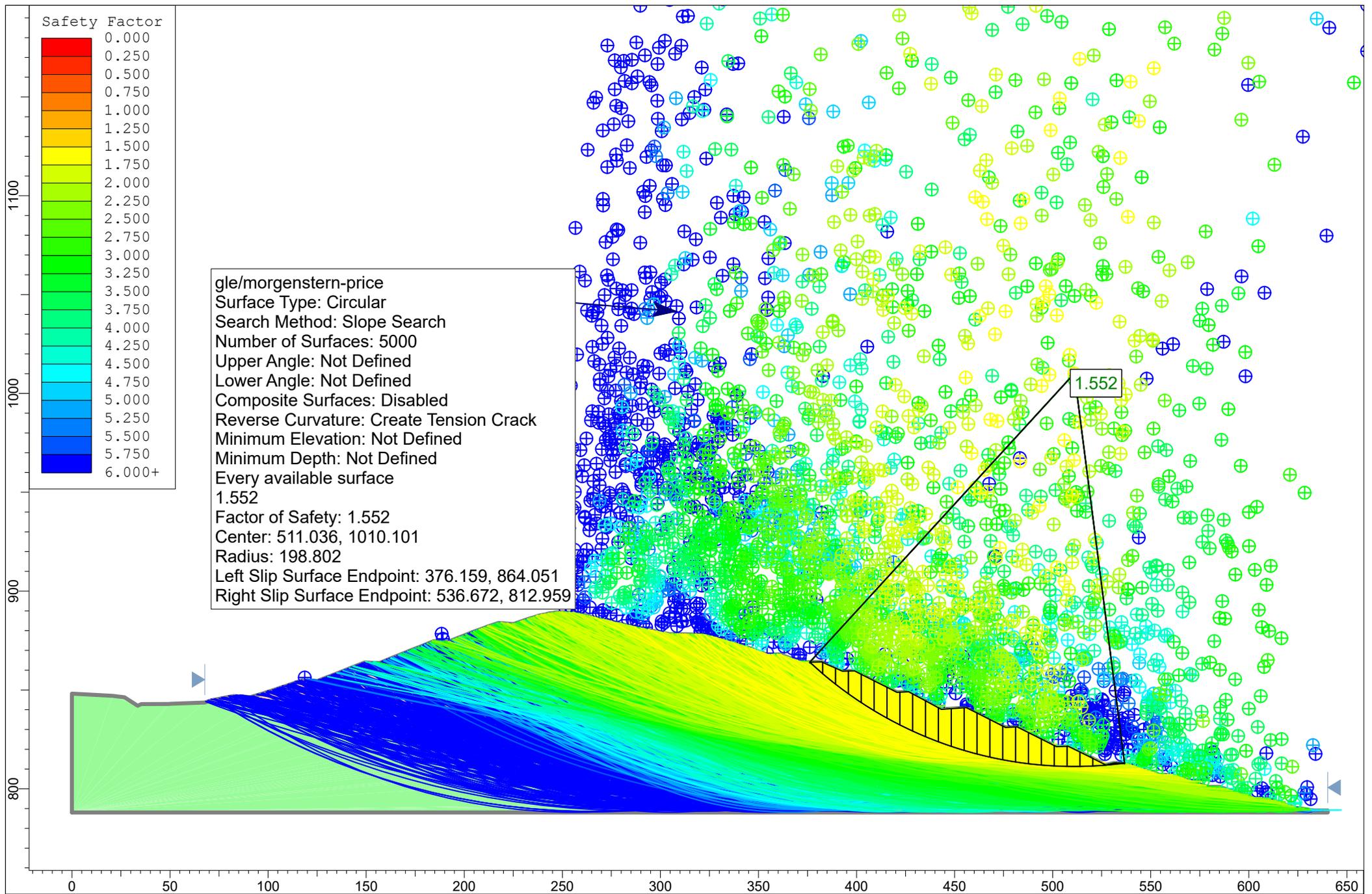
Query 1 (gle/morgenstern-price) - Safety Factor: 1.55229

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	6.55816	155.731	Residuos Fase IV	10	21	10.0778	15.6437	14.7024	0	14.7024
2	6.55816	361.972	Residuos Fase IV	10	21	16.3975	25.4536	40.258	0	40.258
3	6.55816	493.975	Residuos Fase IV	10	21	20.3746	31.6273	56.3411	0	56.3411
4	6.55816	699.569	Residuos Fase IV	10	21	26.6058	41.2999	81.5391	0	81.5391
5	6.55816	772.13	Residuos Fase IV	10	21	28.8832	44.8351	90.7485	0	90.7485

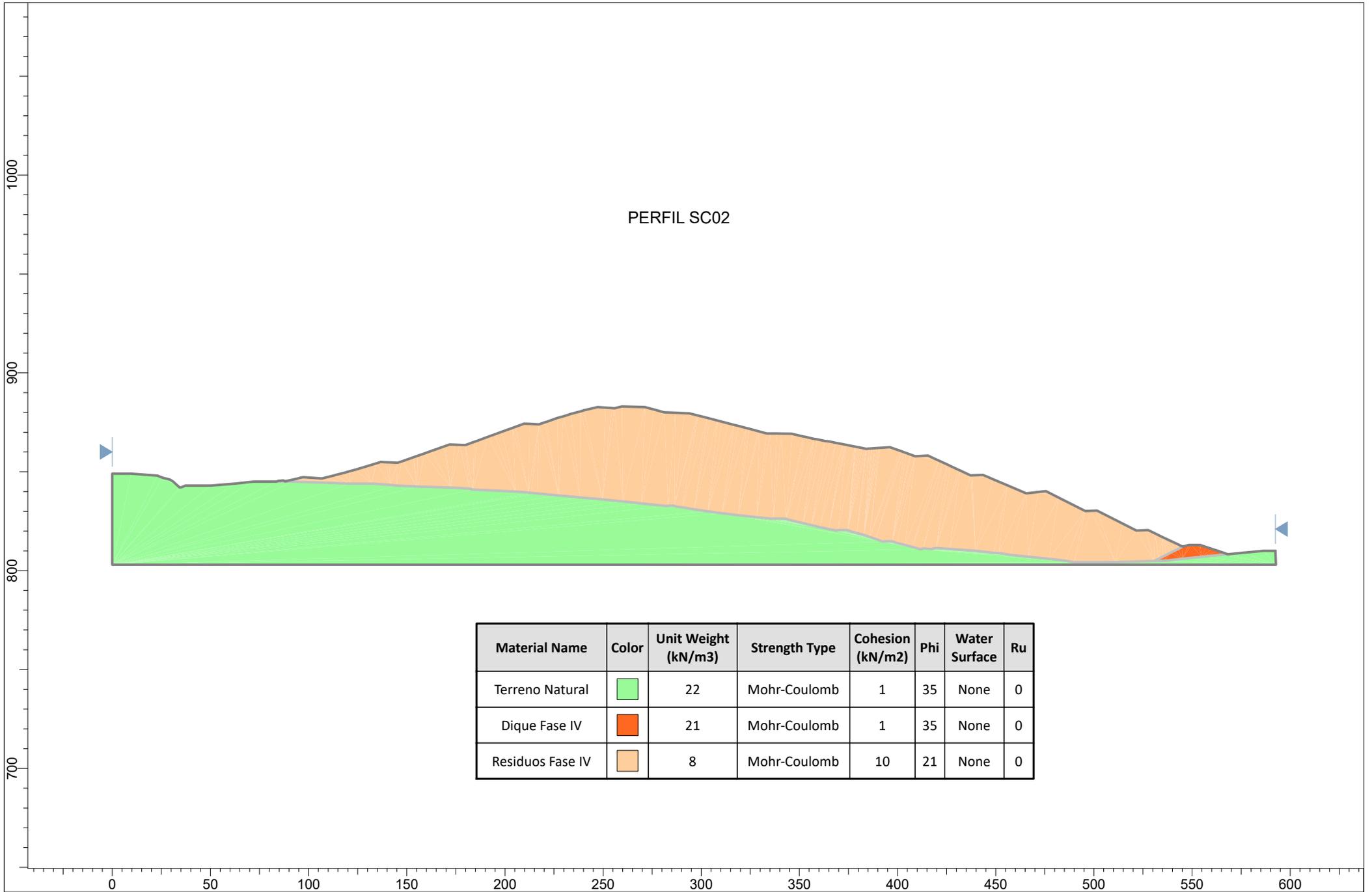
6	6.55816	805.662	Residuos Fase IV	10	21	30.1122	46.7428	95.7183	0	95.7183
7	6.55816	827.509	Residuos Fase IV	10	21	31.1329	48.3273	99.8461	0	99.8461
8	6.55816	948.713	Residuos Fase IV	10	21	35.4502	55.029	117.305	0	117.305
9	6.55816	969.688	Residuos Fase IV	10	21	36.7844	57.1001	122.7	0	122.7
10	6.55816	928.634	Residuos Fase IV	10	21	36.237	56.2503	120.486	0	120.486
11	6.55816	934.79	Residuos Fase IV	10	21	37.3289	57.9453	124.902	0	124.902
12	6.55816	1067.64	Residuos Fase IV	10	21	42.8423	66.5037	147.197	0	147.197
13	6.55816	1123.56	Residuos Fase IV	10	21	45.9088	71.2637	159.597	0	159.597
14	6.55816	1042.63	Residuos Fase IV	10	21	44.1832	68.5852	152.62	0	152.62
15	6.55816	946.599	Residuos Fase IV	10	21	41.746	64.8019	142.764	0	142.764
16	6.55816	896.453	Residuos Fase IV	10	21	40.7846	63.3095	138.876	0	138.876
17	6.55816	887.297	Residuos Fase IV	10	21	41.1692	63.9066	140.432	0	140.432
18	6.55816	757.478	Residuos Fase IV	10	21	36.7489	57.0449	122.556	0	122.556
19	6.55816	614.53	Residuos Fase IV	10	21	31.5161	48.9221	101.396	0	101.396
20	6.55816	522.947	Residuos Fase IV	10	21	28.0221	43.4985	87.2666	0	87.2666
21	6.55816	465.127	Residuos Fase IV	10	21	25.661	39.8333	77.7184	0	77.7184
22	6.55816	292.621	Residuos Fase IV	10	21	18.6527	28.9544	49.3779	0	49.3779
23	6.55816	106.002	Residuos Fase IV	10	21	11.0768	17.1944	18.742	0	18.742
24	4.83741	42.38	Dique Fase IV	1	35	5.11616	7.94177	9.91388	0	9.91388
25	4.83741	33.0396	Dique Fase IV	1	35	4.05927	6.30116	7.57083	0	7.57083







**APENDICE Nº3: RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN.
PERFIL SC02**



Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: Perfil SC02.slim
Slide Modeler Version: 6.005
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 10/08/2019, 12:44:00

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Left to Right
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search

Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Terreno Natural	Dique Fase IV	Residuos Fase IV
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	22	21	8
Cohesion [kPa]	1	1	10
Friction Angle [deg]	35	35	21
Water Surface	None	None	None
Ru Value	0	0	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.652010
Center: 520.627, 963.714
Radius: 154.676
Left Slip Surface Endpoint: 407.339, 858.402
Right Slip Surface Endpoint: 554.635, 812.823
Resisting Moment=1.24274e+006 kN-m
Driving Moment=752259 kN-m

Method: janbu corrected

FS: 1.651370
Center: 520.627, 963.714
Radius: 154.676
Left Slip Surface Endpoint: 407.339, 858.402
Right Slip Surface Endpoint: 554.635, 812.823
Resisting Horizontal Force=7831.55 kN
Driving Horizontal Force=4742.47 kN

Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.652910
Center: 520.627, 963.714
Radius: 154.676
Left Slip Surface Endpoint: 407.339, 858.402
Right Slip Surface Endpoint: 554.635, 812.823
Resisting Moment=1.24341e+006 kN-m
Driving Moment=752259 kN-m
Resisting Horizontal Force=7482.08 kN
Driving Horizontal Force=4526.62 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 3307
Number of Invalid Surfaces: 1693

Error Codes:

Error Code -103 reported for 1637 surfaces
Error Code -105 reported for 1 surface
Error Code -106 reported for 39 surfaces
Error Code -107 reported for 13 surfaces
Error Code -108 reported for 3 surfaces

Method: janbu corrected

Number of Valid Surfaces: 3286
Number of Invalid Surfaces: 1714

Error Codes:

Error Code -103 reported for 1637 surfaces
Error Code -105 reported for 1 surface
Error Code -106 reported for 39 surfaces
Error Code -107 reported for 13 surfaces
Error Code -108 reported for 24 surfaces

Method: gle/morgenstern-price

Number of Valid Surfaces: 3286
Number of Invalid Surfaces: 1714

Error Codes:

Error Code -103 reported for 1637 surfaces
Error Code -105 reported for 1 surface
Error Code -106 reported for 39 surfaces
Error Code -107 reported for 13 surfaces
Error Code -108 reported for 24 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 103 = Two surface / slope intersections, but one or more surface / nonslope external polygon intersections lie between them. This usually occurs when the slip surface extends past the bottom of the soil region, but may also occur on a benched slope model with two sets of Slope Limits.
- 105 = More than two surface / slope intersections with no valid slip surface.
- 106 = Average slice width is less than $0.0001 \cdot$ (maximum horizontal extent of soil region). This limitation is imposed to avoid numerical errors which may result from too many slices, or too small a slip region.
- 107 = Total driving moment or total driving force is negative. This will occur if the wrong failure direction is specified, or if high external or anchor loads are applied against the failure direction.
- 108 = Total driving moment or total driving force < 0.1 . This is to limit the calculation of extremely high safety factors if the driving force is very small (0.1 is an arbitrary number).

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.65201

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion	Base Friction Angle	Shear Stress	Shear Strength	Base Normal Stress	Pore Pressure	Effective Normal Stress
--------------	-----------	-------------	---------------	---------------	---------------------	--------------	----------------	--------------------	---------------	-------------------------

				[degrees]				[kPa]			[kPa]
1	5.85681	120.029	Residuos Fase IV	10	21	8.7472	14.4505	11.5939	0	11.5939	
2	5.85681	369.329	Residuos Fase IV	10	21	17.0737	28.2059	47.428	0	47.428	
3	5.85681	493.669	Residuos Fase IV	10	21	21.5057	35.5276	66.5017	0	66.5017	
4	5.85681	583.684	Residuos Fase IV	10	21	24.8803	41.1025	81.0249	0	81.0249	
5	5.85681	652.185	Residuos Fase IV	10	21	27.5786	45.5601	92.6373	0	92.6373	
6	5.85681	758.997	Residuos Fase IV	10	21	31.6452	52.2782	110.139	0	110.139	
7	5.85681	886.609	Residuos Fase IV	10	21	36.5125	60.319	131.086	0	131.086	
8	5.85681	918.092	Residuos Fase IV	10	21	38.0476	62.855	137.692	0	137.692	
9	5.85681	933.118	Residuos Fase IV	10	21	38.9986	64.4261	141.785	0	141.785	
10	5.85681	934.414	Residuos Fase IV	10	21	39.4482	65.1689	143.72	0	143.72	
11	5.85681	1005.03	Residuos Fase IV	10	21	42.4278	70.0911	156.543	0	156.543	
12	5.85681	1115.7	Residuos Fase IV	10	21	46.9305	77.5296	175.92	0	175.92	
13	5.85681	1092.44	Residuos Fase IV	10	21	46.4996	76.8178	174.067	0	174.067	
14	5.85681	1022.66	Residuos Fase IV	10	21	44.2942	73.1744	164.575	0	164.575	
15	5.85681	941.663	Residuos Fase IV	10	21	41.6114	68.7424	153.029	0	153.029	
16	5.85681	914.148	Residuos Fase IV	10	21	40.9242	67.6072	150.072	0	150.072	
17	5.85681	898.211	Residuos Fase IV	10	21	40.6669	67.1821	148.964	0	148.964	
18	5.85681	785.579	Residuos Fase IV	10	21	36.6256	60.5058	131.572	0	131.572	
19	5.85681	661.833	Residuos Fase IV	10	21	32.073	52.9849	111.979	0	111.979	
20	5.85681	545.294	Residuos Fase IV	10	21	27.7254	45.8026	93.269	0	93.269	
21	5.85681	513.948	Residuos Fase IV	10	21	26.7153	44.134	88.9223	0	88.9223	
22	5.85681	384.178	Residuos Fase IV	10	21	21.7079	35.8616	67.3717	0	67.3717	
23	5.85681	226.692	Residuos Fase IV	10	21	15.4794	25.5722	40.567	0	40.567	
24	6.29442	158.653	Dique Fase IV	1	35	12.1135	20.0116	27.1513	0	27.1513	
25	6.29442	107.126	Dique Fase IV	1	35	8.55636	14.1352	18.759	0	18.759	

Query 1 (bishop simplified) - Safety Factor: 1.65201

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]

1	5.85681	120.029	Residuos Fase IV	10	21	8.7472	14.4505	11.5939	0	11.5939
2	5.85681	369.329	Residuos Fase IV	10	21	17.0737	28.2059	47.428	0	47.428
3	5.85681	493.669	Residuos Fase IV	10	21	21.5057	35.5276	66.5017	0	66.5017
4	5.85681	583.684	Residuos Fase IV	10	21	24.8803	41.1025	81.0249	0	81.0249
5	5.85681	652.185	Residuos Fase IV	10	21	27.5786	45.5601	92.6373	0	92.6373
6	5.85681	758.997	Residuos Fase IV	10	21	31.6452	52.2782	110.139	0	110.139
7	5.85681	886.609	Residuos Fase IV	10	21	36.5125	60.319	131.086	0	131.086
8	5.85681	918.092	Residuos Fase IV	10	21	38.0476	62.855	137.692	0	137.692
9	5.85681	933.118	Residuos Fase IV	10	21	38.9986	64.4261	141.785	0	141.785
10	5.85681	934.414	Residuos Fase IV	10	21	39.4482	65.1689	143.72	0	143.72
11	5.85681	1005.03	Residuos Fase IV	10	21	42.4278	70.0911	156.543	0	156.543
12	5.85681	1115.7	Residuos Fase IV	10	21	46.9305	77.5296	175.92	0	175.92
13	5.85681	1092.44	Residuos Fase IV	10	21	46.4996	76.8178	174.067	0	174.067
14	5.85681	1022.66	Residuos Fase IV	10	21	44.2942	73.1744	164.575	0	164.575
15	5.85681	941.663	Residuos Fase IV	10	21	41.6114	68.7424	153.029	0	153.029
16	5.85681	914.148	Residuos Fase IV	10	21	40.9242	67.6072	150.072	0	150.072
17	5.85681	898.211	Residuos Fase IV	10	21	40.6669	67.1821	148.964	0	148.964
18	5.85681	785.579	Residuos Fase IV	10	21	36.6256	60.5058	131.572	0	131.572
19	5.85681	661.833	Residuos Fase IV	10	21	32.073	52.9849	111.979	0	111.979
20	5.85681	545.294	Residuos Fase IV	10	21	27.7254	45.8026	93.269	0	93.269
21	5.85681	513.948	Residuos Fase IV	10	21	26.7153	44.134	88.9223	0	88.9223
22	5.85681	384.178	Residuos Fase IV	10	21	21.7079	35.8616	67.3717	0	67.3717
23	5.85681	226.692	Residuos Fase IV	10	21	15.4794	25.5722	40.567	0	40.567
24	6.29442	158.653	Dique Fase IV	1	35	12.1135	20.0116	27.1513	0	27.1513
25	6.29442	107.126	Dique Fase IV	1	35	8.55636	14.1352	18.759	0	18.759

Global Minimum Query (janbu corrected) - Safety Factor: 1.65137

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	5.85681	120.029	Residuos Fase IV	10	21	8.66097	14.3025	11.2083	0	11.2083

2	5.85681	369.329	Residuos Fase IV	10	21	16.9197	27.9407	46.737	0	46.737
3	5.85681	493.669	Residuos Fase IV	10	21	21.3279	35.2203	65.7012	0	65.7012
4	5.85681	583.684	Residuos Fase IV	10	21	24.6919	40.7754	80.1728	0	80.1728
5	5.85681	652.185	Residuos Fase IV	10	21	27.3874	45.2267	91.7687	0	91.7687
6	5.85681	758.997	Residuos Fase IV	10	21	31.4448	51.927	109.223	0	109.223
7	5.85681	886.609	Residuos Fase IV	10	21	36.302	59.948	130.119	0	130.119
8	5.85681	918.092	Residuos Fase IV	10	21	37.8487	62.5022	136.773	0	136.773
9	5.85681	933.118	Residuos Fase IV	10	21	38.815	64.0979	140.93	0	140.93
10	5.85681	934.414	Residuos Fase IV	10	21	39.2823	64.8696	142.94	0	142.94
11	5.85681	1005.03	Residuos Fase IV	10	21	42.2699	69.8033	155.793	0	155.793
12	5.85681	1115.7	Residuos Fase IV	10	21	46.7783	77.2482	175.188	0	175.188
13	5.85681	1092.44	Residuos Fase IV	10	21	46.3706	76.575	173.434	0	173.434
14	5.85681	1022.66	Residuos Fase IV	10	21	44.1917	72.9769	164.06	0	164.06
15	5.85681	941.663	Residuos Fase IV	10	21	41.5342	68.5884	152.628	0	152.628
16	5.85681	914.148	Residuos Fase IV	10	21	40.8671	67.4867	149.758	0	149.758
17	5.85681	898.211	Residuos Fase IV	10	21	40.6288	67.0931	148.733	0	148.733
18	5.85681	785.579	Residuos Fase IV	10	21	36.6081	60.4536	131.436	0	131.436
19	5.85681	661.833	Residuos Fase IV	10	21	32.0726	52.9638	111.924	0	111.924
20	5.85681	545.294	Residuos Fase IV	10	21	27.7382	45.806	93.2779	0	93.2779
21	5.85681	513.948	Residuos Fase IV	10	21	26.7406	44.1586	88.9862	0	88.9862
22	5.85681	384.178	Residuos Fase IV	10	21	21.739	35.8992	67.4697	0	67.4697
23	5.85681	226.692	Residuos Fase IV	10	21	15.5096	25.6121	40.6709	0	40.6709
24	6.29442	158.653	Dique Fase IV	1	35	12.1663	20.0911	27.2649	0	27.2649
25	6.29442	107.126	Dique Fase IV	1	35	8.60358	14.2077	18.8625	0	18.8625

Query 1 (janbu corrected) - Safety Factor: 1.65137

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	5.85681	120.029	Residuos Fase IV	10	21	8.66097	14.3025	11.2083	0	11.2083
2	5.85681	369.329	Residuos Fase IV	10	21	16.9197	27.9407	46.737	0	46.737

3	5.85681	493.669	Residuos Fase IV	10	21	21.3279	35.2203	65.7012	0	65.7012
4	5.85681	583.684	Residuos Fase IV	10	21	24.6919	40.7754	80.1728	0	80.1728
5	5.85681	652.185	Residuos Fase IV	10	21	27.3874	45.2267	91.7687	0	91.7687
6	5.85681	758.997	Residuos Fase IV	10	21	31.4448	51.927	109.223	0	109.223
7	5.85681	886.609	Residuos Fase IV	10	21	36.302	59.948	130.119	0	130.119
8	5.85681	918.092	Residuos Fase IV	10	21	37.8487	62.5022	136.773	0	136.773
9	5.85681	933.118	Residuos Fase IV	10	21	38.815	64.0979	140.93	0	140.93
10	5.85681	934.414	Residuos Fase IV	10	21	39.2823	64.8696	142.94	0	142.94
11	5.85681	1005.03	Residuos Fase IV	10	21	42.2699	69.8033	155.793	0	155.793
12	5.85681	1115.7	Residuos Fase IV	10	21	46.7783	77.2482	175.188	0	175.188
13	5.85681	1092.44	Residuos Fase IV	10	21	46.3706	76.575	173.434	0	173.434
14	5.85681	1022.66	Residuos Fase IV	10	21	44.1917	72.9769	164.06	0	164.06
15	5.85681	941.663	Residuos Fase IV	10	21	41.5342	68.5884	152.628	0	152.628
16	5.85681	914.148	Residuos Fase IV	10	21	40.8671	67.4867	149.758	0	149.758
17	5.85681	898.211	Residuos Fase IV	10	21	40.6288	67.0931	148.733	0	148.733
18	5.85681	785.579	Residuos Fase IV	10	21	36.6081	60.4536	131.436	0	131.436
19	5.85681	661.833	Residuos Fase IV	10	21	32.0726	52.9638	111.924	0	111.924
20	5.85681	545.294	Residuos Fase IV	10	21	27.7382	45.806	93.2779	0	93.2779
21	5.85681	513.948	Residuos Fase IV	10	21	26.7406	44.1586	88.9862	0	88.9862
22	5.85681	384.178	Residuos Fase IV	10	21	21.739	35.8992	67.4697	0	67.4697
23	5.85681	226.692	Residuos Fase IV	10	21	15.5096	25.6121	40.6709	0	40.6709
24	6.29442	158.653	Dique Fase IV	1	35	12.1663	20.0911	27.2649	0	27.2649
25	6.29442	107.126	Dique Fase IV	1	35	8.60358	14.2077	18.8625	0	18.8625

Global Minimum Query (gle/morgenstern-price) - Safety Factor: 1.65291

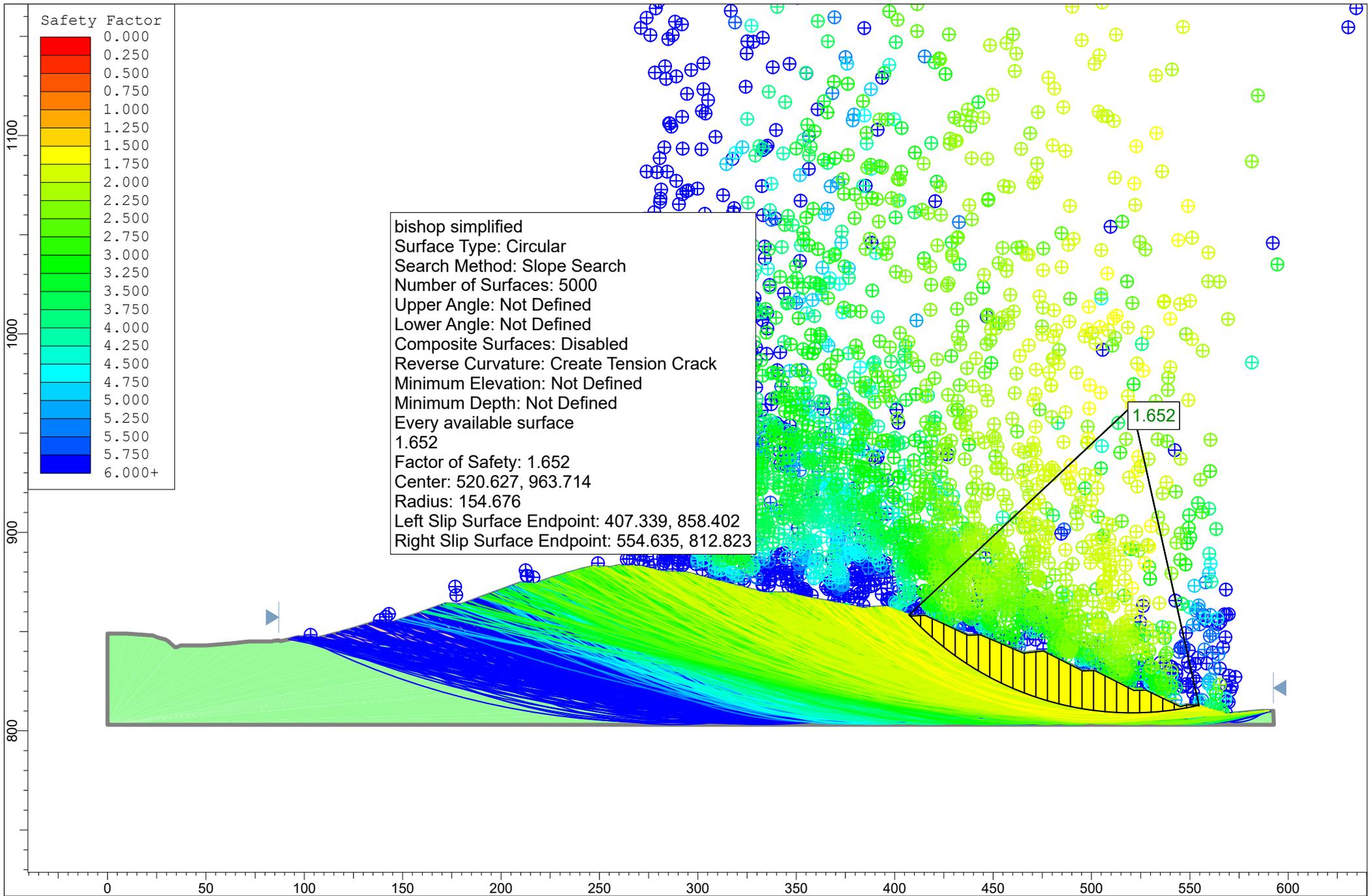
Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	5.85681	120.029	Residuos Fase IV	10	21	8.71722	14.4088	11.4853	0	11.4853
2	5.85681	369.329	Residuos Fase IV	10	21	16.6202	27.4717	45.5155	0	45.5155
3	5.85681	493.669	Residuos Fase IV	10	21	20.4876	33.8642	62.1682	0	62.1682

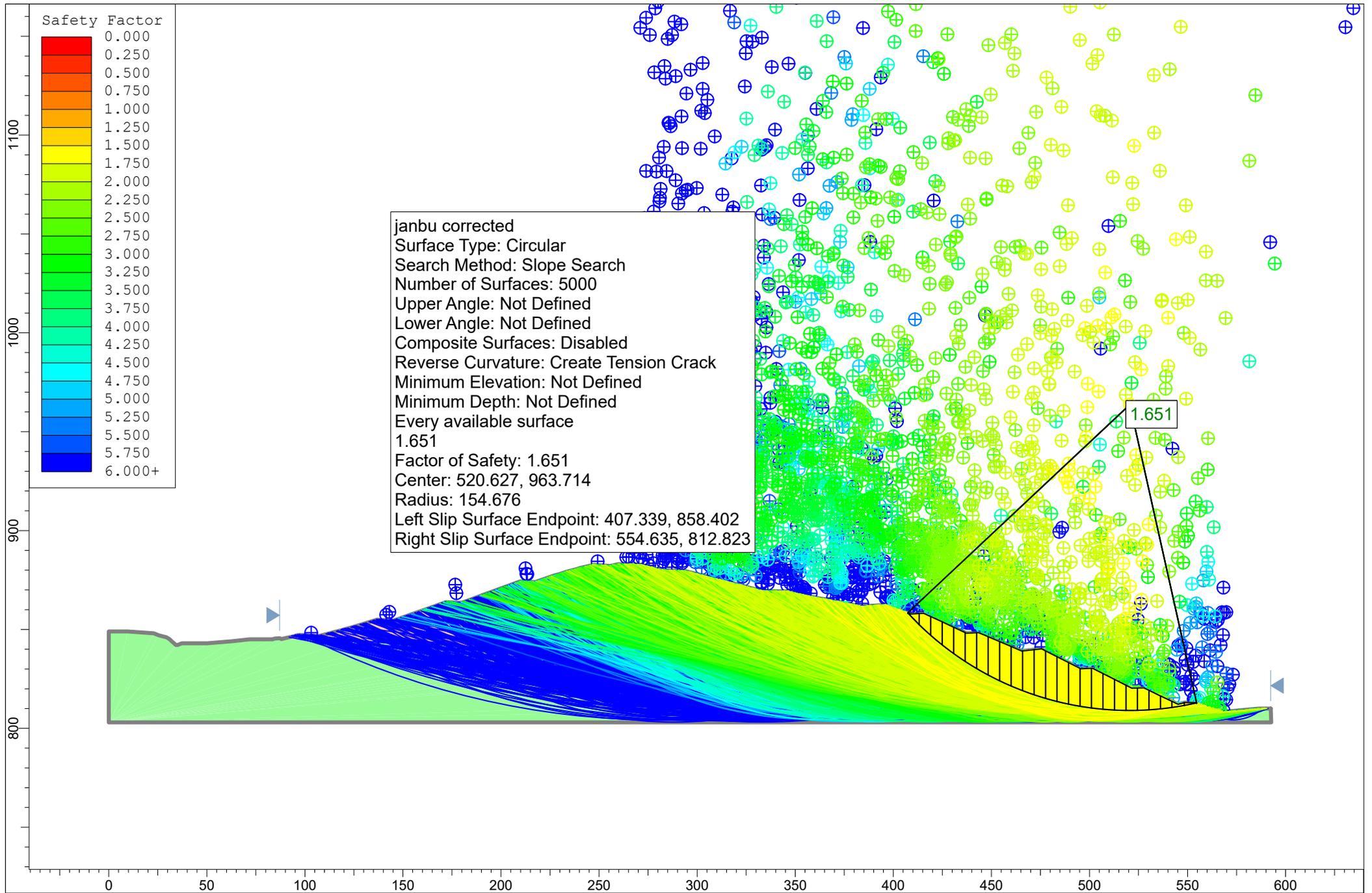
4	5.85681	583.684	Residuos Fase IV	10	21	23.3232	38.5512	74.3784	0	74.3784
5	5.85681	652.185	Residuos Fase IV	10	21	25.586	42.2914	84.122	0	84.122
6	5.85681	758.997	Residuos Fase IV	10	21	29.2221	48.3015	99.7788	0	99.7788
7	5.85681	886.609	Residuos Fase IV	10	21	33.7298	55.7523	119.189	0	119.189
8	5.85681	918.092	Residuos Fase IV	10	21	35.3025	58.3518	125.961	0	125.961
9	5.85681	933.118	Residuos Fase IV	10	21	36.5064	60.3418	131.145	0	131.145
10	5.85681	934.414	Residuos Fase IV	10	21	37.4001	61.819	134.993	0	134.993
11	5.85681	1005.03	Residuos Fase IV	10	21	40.8651	67.5463	149.913	0	149.913
12	5.85681	1115.7	Residuos Fase IV	10	21	45.9873	76.0128	171.97	0	171.97
13	5.85681	1092.44	Residuos Fase IV	10	21	46.4267	76.7391	173.861	0	173.861
14	5.85681	1022.66	Residuos Fase IV	10	21	45.1041	74.5531	168.167	0	168.167
15	5.85681	941.663	Residuos Fase IV	10	21	43.2088	71.4202	160.005	0	160.005
16	5.85681	914.148	Residuos Fase IV	10	21	43.2111	71.4241	160.015	0	160.015
17	5.85681	898.211	Residuos Fase IV	10	21	43.5081	71.9149	161.294	0	161.294
18	5.85681	785.579	Residuos Fase IV	10	21	39.6598	65.5541	144.724	0	144.724
19	5.85681	661.833	Residuos Fase IV	10	21	35.0228	57.8895	124.756	0	124.756
20	5.85681	545.294	Residuos Fase IV	10	21	30.3792	50.2141	104.761	0	104.761
21	5.85681	513.948	Residuos Fase IV	10	21	29.0753	48.0589	99.1468	0	99.1468
22	5.85681	384.178	Residuos Fase IV	10	21	23.4237	38.7173	74.8111	0	74.8111
23	5.85681	226.692	Residuos Fase IV	10	21	16.5034	27.2786	45.0122	0	45.0122
24	6.29442	158.653	Dique Fase IV	1	35	13.1352	21.7113	29.5788	0	29.5788
25	6.29442	107.126	Dique Fase IV	1	35	8.83212	14.5987	19.4209	0	19.4209

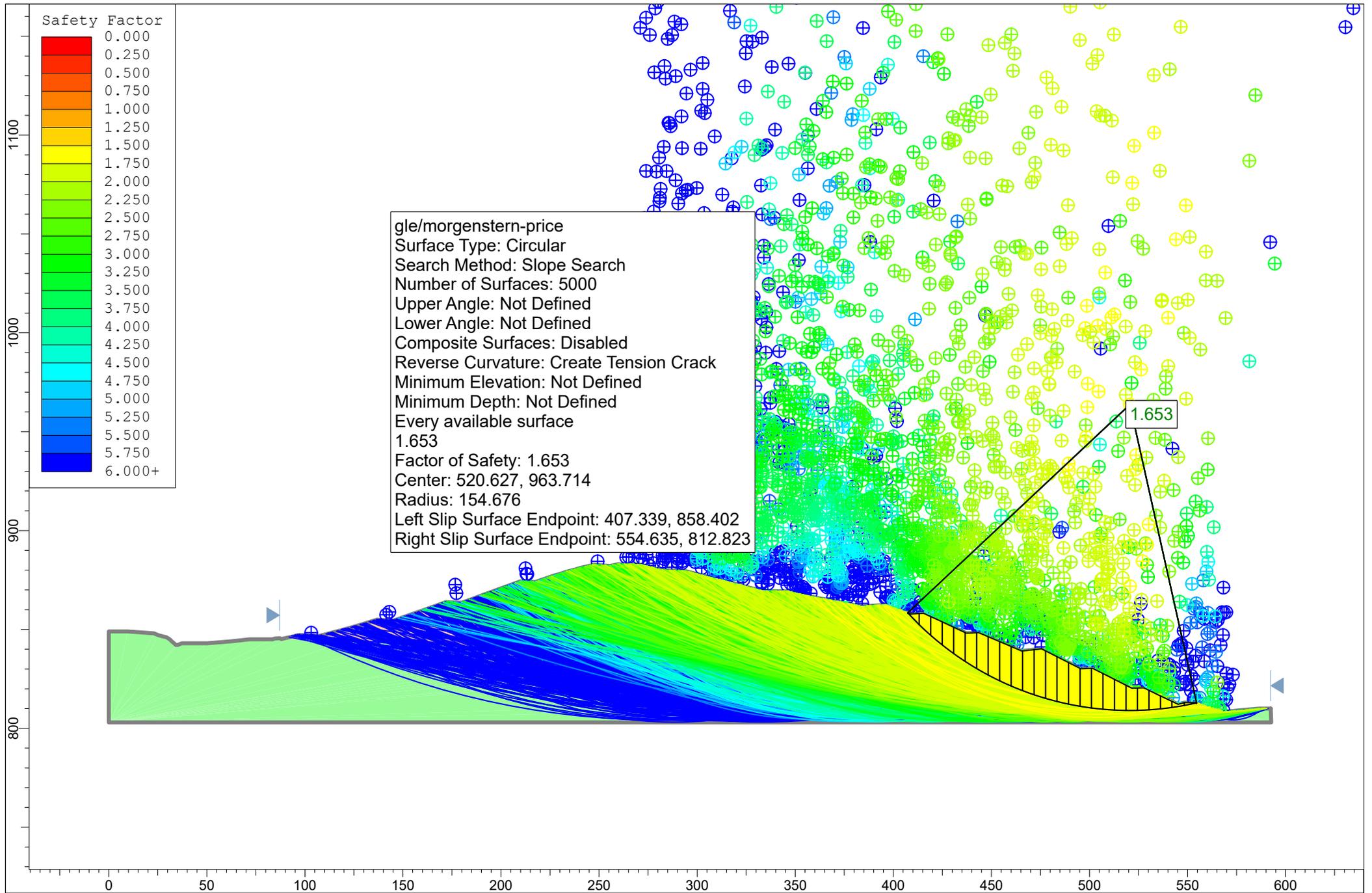
Query 1 (gle/morgenstern-price) - Safety Factor: 1.65291

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	5.85681	120.029	Residuos Fase IV	10	21	8.71722	14.4088	11.4853	0	11.4853
2	5.85681	369.329	Residuos Fase IV	10	21	16.6202	27.4717	45.5155	0	45.5155
3	5.85681	493.669	Residuos Fase IV	10	21	20.4876	33.8642	62.1682	0	62.1682
4	5.85681	583.684	Residuos Fase IV	10	21	23.3232	38.5512	74.3784	0	74.3784

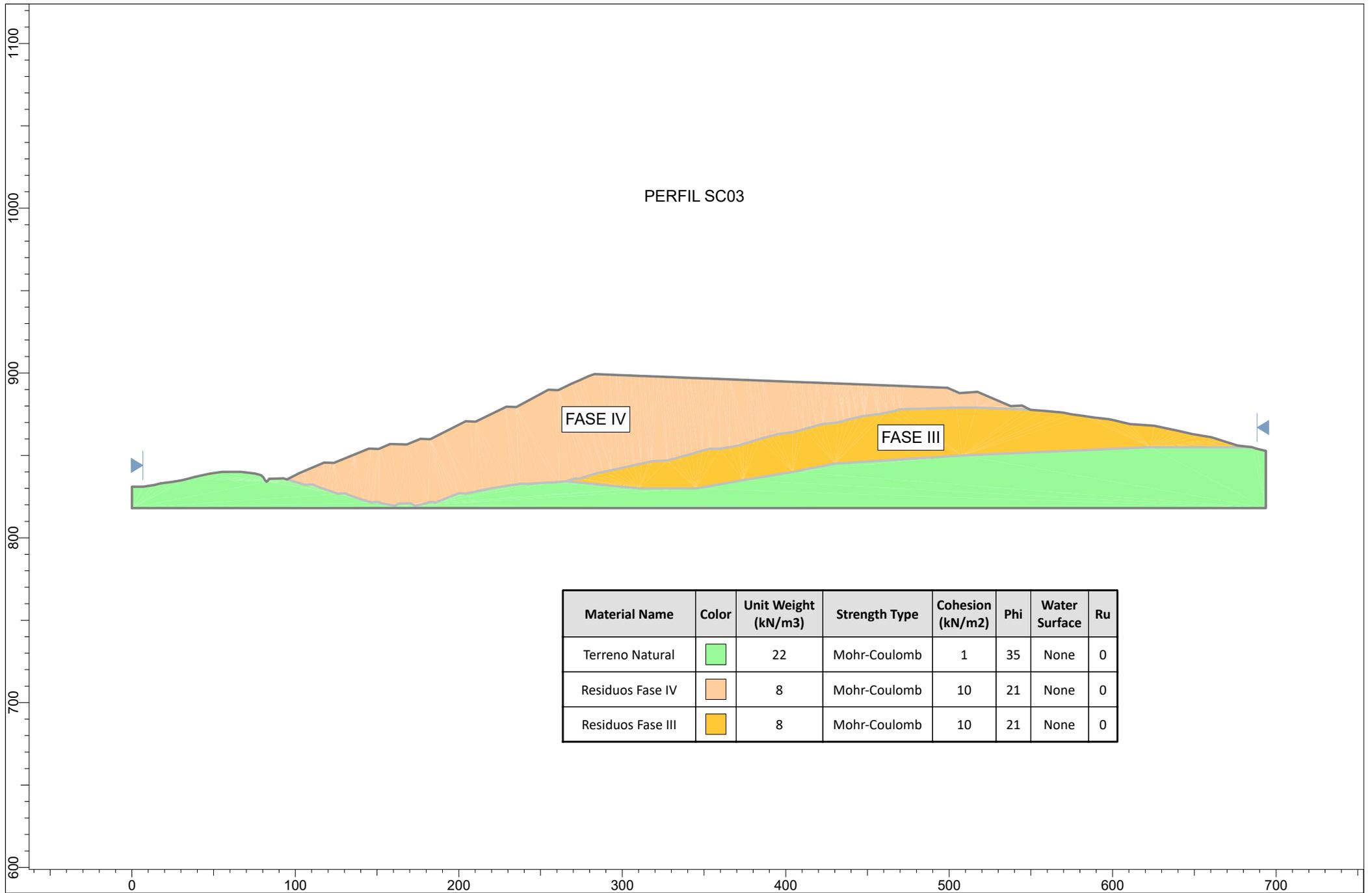
5	5.85681	652.185	Residuos Fase IV	10	21	25.586	42.2914	84.122	0	84.122
6	5.85681	758.997	Residuos Fase IV	10	21	29.2221	48.3015	99.7788	0	99.7788
7	5.85681	886.609	Residuos Fase IV	10	21	33.7298	55.7523	119.189	0	119.189
8	5.85681	918.092	Residuos Fase IV	10	21	35.3025	58.3518	125.961	0	125.961
9	5.85681	933.118	Residuos Fase IV	10	21	36.5064	60.3418	131.145	0	131.145
10	5.85681	934.414	Residuos Fase IV	10	21	37.4001	61.819	134.993	0	134.993
11	5.85681	1005.03	Residuos Fase IV	10	21	40.8651	67.5463	149.913	0	149.913
12	5.85681	1115.7	Residuos Fase IV	10	21	45.9873	76.0128	171.97	0	171.97
13	5.85681	1092.44	Residuos Fase IV	10	21	46.4267	76.7391	173.861	0	173.861
14	5.85681	1022.66	Residuos Fase IV	10	21	45.1041	74.5531	168.167	0	168.167
15	5.85681	941.663	Residuos Fase IV	10	21	43.2088	71.4202	160.005	0	160.005
16	5.85681	914.148	Residuos Fase IV	10	21	43.2111	71.4241	160.015	0	160.015
17	5.85681	898.211	Residuos Fase IV	10	21	43.5081	71.9149	161.294	0	161.294
18	5.85681	785.579	Residuos Fase IV	10	21	39.6598	65.5541	144.724	0	144.724
19	5.85681	661.833	Residuos Fase IV	10	21	35.0228	57.8895	124.756	0	124.756
20	5.85681	545.294	Residuos Fase IV	10	21	30.3792	50.2141	104.761	0	104.761
21	5.85681	513.948	Residuos Fase IV	10	21	29.0753	48.0589	99.1468	0	99.1468
22	5.85681	384.178	Residuos Fase IV	10	21	23.4237	38.7173	74.8111	0	74.8111
23	5.85681	226.692	Residuos Fase IV	10	21	16.5034	27.2786	45.0122	0	45.0122
24	6.29442	158.653	Dique Fase IV	1	35	13.1352	21.7113	29.5788	0	29.5788
25	6.29442	107.126	Dique Fase IV	1	35	8.83212	14.5987	19.4209	0	19.4209







**APENDICE N°4: RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN.
PERFIL SC03**



Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: Perfil SC03.slim
Slide Modeler Version: 6.005
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 10/08/2019, 12:44:00

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Right to Left
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search

Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Material Properties

Property	Terreno Natural	Residuos Fase IV	Residuos Fase III
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	22	8	8
Cohesion [kPa]	1	10	10
Friction Angle [deg]	35	21	21
Water Surface	None	None	None
Ru Value	0	0	0

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.551480
Center: 187.008, 981.946
Radius: 131.289
Left Slip Surface Endpoint: 153.509, 855.002
Right Slip Surface Endpoint: 288.849, 899.090
Resisting Moment=949335 kN-m
Driving Moment=611891 kN-m

Method: janbu corrected

FS: 1.536890
Center: 198.682, 949.426
Radius: 100.343
Left Slip Surface Endpoint: 160.018, 856.831
Right Slip Surface Endpoint: 285.559, 899.216
Resisting Horizontal Force=7494.33 kN
Driving Horizontal Force=4876.3 kN

Method: gle/morgenstern-price

FS: 1.551190
Center: 187.008, 981.946
Radius: 131.289
Left Slip Surface Endpoint: 153.509, 855.002
Right Slip Surface Endpoint: 288.849, 899.090
Resisting Moment=949157 kN-m
Driving Moment=611891 kN-m
Resisting Horizontal Force=6639.27 kN
Driving Horizontal Force=4280.13 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 2512
Number of Invalid Surfaces: 2488

Error Codes:

Error Code -101 reported for 1 surface
Error Code -103 reported for 2302 surfaces
Error Code -105 reported for 1 surface
Error Code -106 reported for 26 surfaces
Error Code -107 reported for 151 surfaces
Error Code -108 reported for 7 surfaces

Method: janbu corrected

Number of Valid Surfaces: 2495
Number of Invalid Surfaces: 2505

Error Codes:

Error Code -101 reported for 1 surface
Error Code -103 reported for 2302 surfaces
Error Code -105 reported for 1 surface
Error Code -106 reported for 26 surfaces
Error Code -107 reported for 151 surfaces
Error Code -108 reported for 24 surfaces

Method: gle/morgenstern-price

Number of Valid Surfaces: 2484
Number of Invalid Surfaces: 2516

Error Codes:

Error Code -101 reported for 1 surface
Error Code -103 reported for 2302 surfaces
Error Code -105 reported for 1 surface
Error Code -106 reported for 26 surfaces
Error Code -107 reported for 151 surfaces
Error Code -108 reported for 33 surfaces
Error Code -111 reported for 2 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 101 = Only one (or zero) surface / slope intersections.
- 103 = Two surface / slope intersections, but one or more surface / nonslope external polygon intersections lie between them. This usually occurs when the slip surface extends past the bottom of the soil region, but may also occur on a benched slope model with two sets of Slope Limits.
- 105 = More than two surface / slope intersections with no valid slip surface.
- 106 = Average slice width is less than $0.0001 * (\text{maximum horizontal extent of soil region})$. This limitation is imposed to avoid numerical errors which may result from too many slices, or too small a slip region.
- 107 = Total driving moment or total driving force is negative. This will occur if the wrong failure direction is specified, or if high external or anchor loads are applied against the failure direction.
- 108 = Total driving moment or total driving force < 0.1 . This is to limit the calculation of extremely high safety factors if the driving force is very small (0.1 is an arbitrary number).
- 111 = safety factor equation did not converge

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.55148

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	5.41362	76.6251	Residuos Fase IV	10	21	10.5781	16.4117	16.7031	0	16.7031
2	5.41362	156.976	Residuos Fase IV	10	21	14.3167	22.2121	31.8136	0	31.8136
3	5.41362	196.351	Residuos Fase IV	10	21	16.0286	24.8681	38.7328	0	38.7328
4	5.41362	299.074	Residuos Fase IV	10	21	20.684	32.0908	57.5485	0	57.5485
5	5.41362	387.014	Residuos Fase IV	10	21	24.5565	38.0989	73.2	0	73.2
6	5.41362	418.895	Residuos Fase IV	10	21	25.7709	39.983	78.1083	0	78.1083
7	5.41362	530.571	Residuos Fase IV	10	21	30.5968	47.4703	97.6134	0	97.6134
8	5.41362	640.442	Residuos Fase IV	10	21	35.2436	54.6798	116.395	0	116.395
9	5.41362	740.579	Residuos Fase IV	10	21	39.3605	61.067	133.034	0	133.034
10	5.41362	805.292	Residuos Fase IV	10	21	41.8247	64.8902	142.994	0	142.994
11	5.41362	783.952	Residuos Fase IV	10	21	40.4674	62.7844	137.508	0	137.508
12	5.41362	835.322	Residuos Fase IV	10	21	42.2767	65.5915	144.821	0	144.821
13	5.41362	889.931	Residuos Fase IV	10	21	44.1752	68.5369	152.494	0	152.494
14	5.41362	933.739	Residuos Fase IV	10	21	45.5597	70.685	158.09	0	158.09
15	5.41362	902.239	Residuos Fase IV	10	21	43.737	67.8571	150.723	0	150.723
16	5.41362	858.222	Residuos Fase IV	10	21	41.4127	64.2509	141.328	0	141.328
17	5.41362	879.081	Residuos Fase IV	10	21	41.7721	64.8086	142.781	0	142.781
18	5.41362	887.306	Residuos Fase IV	10	21	41.5791	64.5092	142.001	0	142.001
19	5.41362	875.863	Residuos Fase IV	10	21	40.5668	62.9386	137.91	0	137.91
20	5.41362	756.553	Residuos Fase IV	10	21	35.2936	54.7573	116.597	0	116.597
21	5.41362	665.852	Residuos Fase IV	10	21	31.2332	48.4577	100.186	0	100.186
22	5.41362	594.382	Residuos Fase IV	10	21	27.9791	43.409	87.0334	0	87.0334
23	5.41362	494.349	Residuos Fase IV	10	21	23.7104	36.7862	69.7804	0	69.7804
24	5.41362	365.04	Residuos Fase IV	10	21	18.4726	28.6599	48.6107	0	48.6107
25	5.41362	139.66	Residuos Fase IV	10	21	9.98418	15.4903	14.3026	0	14.3026

Query 1 (bishop simplified) - Safety Factor: 1.55148

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	5.41362	76.6251	Residuos Fase IV	10	21	10.5781	16.4117	16.7031	0	16.7031
2	5.41362	156.976	Residuos Fase IV	10	21	14.3167	22.2121	31.8136	0	31.8136
3	5.41362	196.351	Residuos Fase IV	10	21	16.0286	24.8681	38.7328	0	38.7328
4	5.41362	299.074	Residuos Fase IV	10	21	20.684	32.0908	57.5485	0	57.5485
5	5.41362	387.014	Residuos Fase IV	10	21	24.5565	38.0989	73.2	0	73.2
6	5.41362	418.895	Residuos Fase IV	10	21	25.7709	39.983	78.1083	0	78.1083
7	5.41362	530.571	Residuos Fase IV	10	21	30.5968	47.4703	97.6134	0	97.6134
8	5.41362	640.442	Residuos Fase IV	10	21	35.2436	54.6798	116.395	0	116.395
9	5.41362	740.579	Residuos Fase IV	10	21	39.3605	61.067	133.034	0	133.034
10	5.41362	805.292	Residuos Fase IV	10	21	41.8247	64.8902	142.994	0	142.994
11	5.41362	783.952	Residuos Fase IV	10	21	40.4674	62.7844	137.508	0	137.508
12	5.41362	835.322	Residuos Fase IV	10	21	42.2767	65.5915	144.821	0	144.821
13	5.41362	889.931	Residuos Fase IV	10	21	44.1752	68.5369	152.494	0	152.494
14	5.41362	933.739	Residuos Fase IV	10	21	45.5597	70.685	158.09	0	158.09
15	5.41362	902.239	Residuos Fase IV	10	21	43.737	67.8571	150.723	0	150.723
16	5.41362	858.222	Residuos Fase IV	10	21	41.4127	64.2509	141.328	0	141.328
17	5.41362	879.081	Residuos Fase IV	10	21	41.7721	64.8086	142.781	0	142.781
18	5.41362	887.306	Residuos Fase IV	10	21	41.5791	64.5092	142.001	0	142.001
19	5.41362	875.863	Residuos Fase IV	10	21	40.5668	62.9386	137.91	0	137.91
20	5.41362	756.553	Residuos Fase IV	10	21	35.2936	54.7573	116.597	0	116.597
21	5.41362	665.852	Residuos Fase IV	10	21	31.2332	48.4577	100.186	0	100.186
22	5.41362	594.382	Residuos Fase IV	10	21	27.9791	43.409	87.0334	0	87.0334
23	5.41362	494.349	Residuos Fase IV	10	21	23.7104	36.7862	69.7804	0	69.7804
24	5.41362	365.04	Residuos Fase IV	10	21	18.4726	28.6599	48.6107	0	48.6107
25	5.41362	139.66	Residuos Fase IV	10	21	9.98418	15.4903	14.3026	0	14.3026

Global Minimum Query (janbu corrected) - Safety Factor: 1.53689

Slice	Width	Weight	Base	Base Cohesion	Base Friction	Shear Stress	Shear Strength	Base Normal	Pore	Effective Normal
-------	-------	--------	------	---------------	---------------	--------------	----------------	-------------	------	------------------

Number	[m]	[kN]	Material	[kPa]	Angle [degrees]	[kPa]	[kPa]	Stress [kPa]	[kPa]	Stress [kPa]
1	5.02165	36.1985	Residuos Fase IV	10	21	9.26369	14.2373	11.0385	0	11.0385
2	5.02165	109.202	Residuos Fase IV	10	21	13.0793	20.1015	26.3152	0	26.3152
3	5.02165	235.93	Residuos Fase IV	10	21	19.6576	30.2115	52.6529	0	52.6529
4	5.02165	344.566	Residuos Fase IV	10	21	25.0863	38.5549	74.3881	0	74.3881
5	5.02165	393.192	Residuos Fase IV	10	21	27.2447	41.8721	83.0295	0	83.0295
6	5.02165	509.757	Residuos Fase IV	10	21	32.833	50.4607	105.404	0	105.404
7	5.02165	628.311	Residuos Fase IV	10	21	38.3745	58.9774	127.591	0	127.591
8	5.02165	736.676	Residuos Fase IV	10	21	43.2629	66.4903	147.162	0	147.162
9	5.02165	832.737	Residuos Fase IV	10	21	47.4171	72.8749	163.795	0	163.795
10	5.02165	846.488	Residuos Fase IV	10	21	47.4614	72.9429	163.972	0	163.972
11	5.02165	868.025	Residuos Fase IV	10	21	47.8691	73.5696	165.604	0	165.604
12	5.02165	931.029	Residuos Fase IV	10	21	50.2135	77.1727	174.991	0	174.991
13	5.02165	983.343	Residuos Fase IV	10	21	51.9772	79.8832	182.052	0	182.052
14	5.02165	1021.75	Residuos Fase IV	10	21	53.0263	81.4956	186.252	0	186.252
15	5.02165	977.575	Residuos Fase IV	10	21	50.2654	77.2524	175.199	0	175.199
16	5.02165	952.473	Residuos Fase IV	10	21	48.3945	74.377	167.708	0	167.708
17	5.02165	967.867	Residuos Fase IV	10	21	48.31	74.2471	167.37	0	167.37
18	5.02165	969.249	Residuos Fase IV	10	21	47.5582	73.0917	164.359	0	164.359
19	5.02165	954.375	Residuos Fase IV	10	21	46.062	70.7923	158.369	0	158.369
20	5.02165	852.015	Residuos Fase IV	10	21	40.8829	62.8325	137.633	0	137.633
21	5.02165	731.603	Residuos Fase IV	10	21	35.0694	53.8978	114.358	0	114.358
22	5.02165	647.274	Residuos Fase IV	10	21	30.8247	47.3742	97.3632	0	97.3632
23	5.02165	527.991	Residuos Fase IV	10	21	25.3017	38.886	75.2506	0	75.2506
24	5.02165	374.785	Residuos Fase IV	10	21	18.6836	28.7146	48.7532	0	48.7532
25	5.02165	152.044	Residuos Fase IV	10	21	9.93175	15.264	13.7132	0	13.7132

Query 2 (janbu corrected) - Safety Factor: 1.53689

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]

1	5.02165	36.1985	Residuos Fase IV	10	21	9.26369	14.2373	11.0385	0	11.0385
2	5.02165	109.202	Residuos Fase IV	10	21	13.0793	20.1015	26.3152	0	26.3152
3	5.02165	235.93	Residuos Fase IV	10	21	19.6576	30.2115	52.6529	0	52.6529
4	5.02165	344.566	Residuos Fase IV	10	21	25.0863	38.5549	74.3881	0	74.3881
5	5.02165	393.192	Residuos Fase IV	10	21	27.2447	41.8721	83.0295	0	83.0295
6	5.02165	509.757	Residuos Fase IV	10	21	32.833	50.4607	105.404	0	105.404
7	5.02165	628.311	Residuos Fase IV	10	21	38.3745	58.9774	127.591	0	127.591
8	5.02165	736.676	Residuos Fase IV	10	21	43.2629	66.4903	147.162	0	147.162
9	5.02165	832.737	Residuos Fase IV	10	21	47.4171	72.8749	163.795	0	163.795
10	5.02165	846.488	Residuos Fase IV	10	21	47.4614	72.9429	163.972	0	163.972
11	5.02165	868.025	Residuos Fase IV	10	21	47.8691	73.5696	165.604	0	165.604
12	5.02165	931.029	Residuos Fase IV	10	21	50.2135	77.1727	174.991	0	174.991
13	5.02165	983.343	Residuos Fase IV	10	21	51.9772	79.8832	182.052	0	182.052
14	5.02165	1021.75	Residuos Fase IV	10	21	53.0263	81.4956	186.252	0	186.252
15	5.02165	977.575	Residuos Fase IV	10	21	50.2654	77.2524	175.199	0	175.199
16	5.02165	952.473	Residuos Fase IV	10	21	48.3945	74.377	167.708	0	167.708
17	5.02165	967.867	Residuos Fase IV	10	21	48.31	74.2471	167.37	0	167.37
18	5.02165	969.249	Residuos Fase IV	10	21	47.5582	73.0917	164.359	0	164.359
19	5.02165	954.375	Residuos Fase IV	10	21	46.062	70.7923	158.369	0	158.369
20	5.02165	852.015	Residuos Fase IV	10	21	40.8829	62.8325	137.633	0	137.633
21	5.02165	731.603	Residuos Fase IV	10	21	35.0694	53.8978	114.358	0	114.358
22	5.02165	647.274	Residuos Fase IV	10	21	30.8247	47.3742	97.3632	0	97.3632
23	5.02165	527.991	Residuos Fase IV	10	21	25.3017	38.886	75.2506	0	75.2506
24	5.02165	374.785	Residuos Fase IV	10	21	18.6836	28.7146	48.7532	0	48.7532
25	5.02165	152.044	Residuos Fase IV	10	21	9.93175	15.264	13.7132	0	13.7132

Global Minimum Query (gle/morgenstern-price) - Safety Factor: 1.55119

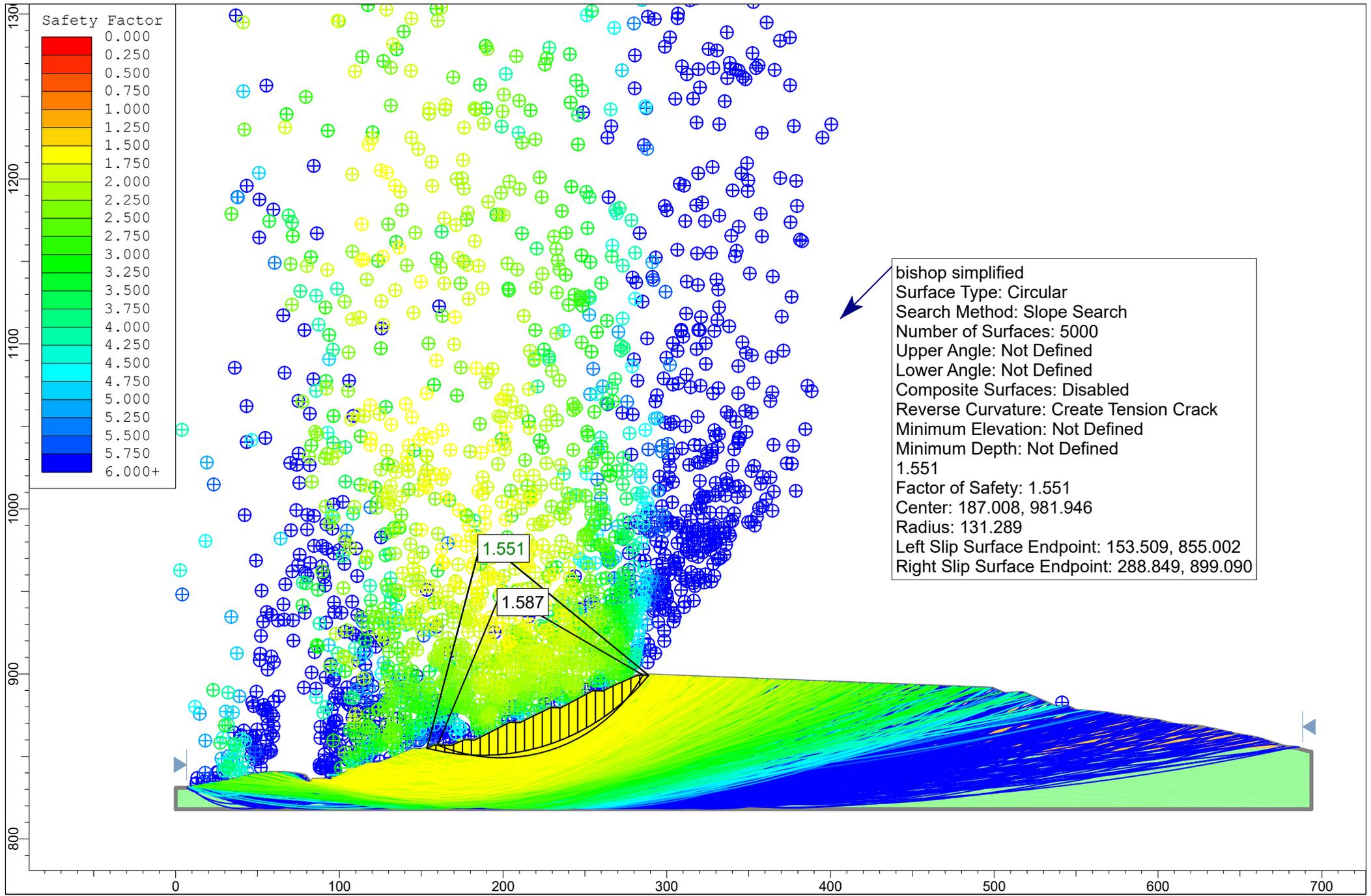
Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	5.41362	76.6251	Residuos Fase IV	10	21	10.7662	16.7005	17.4553	0	17.4553

2	5.41362	156.976	Residuos Fase IV	10	21	15.0303	23.3149	34.6867	0	34.6867
3	5.41362	196.351	Residuos Fase IV	10	21	17.3083	26.8485	43.892	0	43.892
4	5.41362	299.074	Residuos Fase IV	10	21	22.7232	35.248	65.7733	0	65.7733
5	5.41362	387.014	Residuos Fase IV	10	21	27.3008	42.3487	84.2714	0	84.2714
6	5.41362	418.895	Residuos Fase IV	10	21	28.8951	44.8218	90.714	0	90.714
7	5.41362	530.571	Residuos Fase IV	10	21	34.1541	52.9795	111.965	0	111.965
8	5.41362	640.442	Residuos Fase IV	10	21	38.9705	60.4506	131.428	0	131.428
9	5.41362	740.579	Residuos Fase IV	10	21	42.9276	66.5888	147.419	0	147.419
10	5.41362	805.292	Residuos Fase IV	10	21	44.8611	69.5881	155.232	0	155.232
11	5.41362	783.952	Residuos Fase IV	10	21	42.6409	66.1441	146.26	0	146.26
12	5.41362	835.322	Residuos Fase IV	10	21	43.5465	67.5489	149.92	0	149.92
13	5.41362	889.931	Residuos Fase IV	10	21	44.4404	68.9355	153.532	0	153.532
14	5.41362	933.739	Residuos Fase IV	10	21	44.7932	69.4828	154.958	0	154.958
15	5.41362	902.239	Residuos Fase IV	10	21	42.0978	65.3017	144.066	0	144.066
16	5.41362	858.222	Residuos Fase IV	10	21	39.0982	60.6488	131.945	0	131.945
17	5.41362	879.081	Residuos Fase IV	10	21	38.8277	60.2292	130.851	0	130.851
18	5.41362	887.306	Residuos Fase IV	10	21	38.2242	59.293	128.413	0	128.413
19	5.41362	875.863	Residuos Fase IV	10	21	37.0747	57.5099	123.767	0	123.767
20	5.41362	756.553	Residuos Fase IV	10	21	32.2024	49.952	104.079	0	104.079
21	5.41362	665.852	Residuos Fase IV	10	21	28.6255	44.4036	89.6243	0	89.6243
22	5.41362	594.382	Residuos Fase IV	10	21	25.9334	40.2276	78.7456	0	78.7456
23	5.41362	494.349	Residuos Fase IV	10	21	22.3788	34.7138	64.3817	0	64.3817
24	5.41362	365.04	Residuos Fase IV	10	21	17.8729	27.7243	46.1734	0	46.1734
25	5.41362	139.66	Residuos Fase IV	10	21	9.92548	15.3963	14.0579	0	14.0579

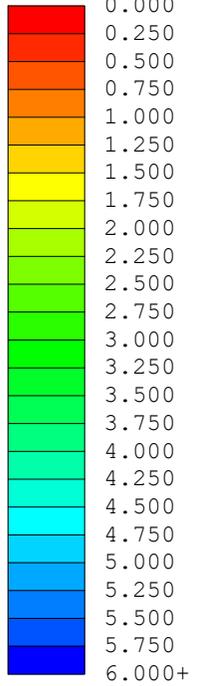
Query 1 (gle/morgenstern-price) - Safety Factor: 1.55119

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	5.41362	76.6251	Residuos Fase IV	10	21	10.7662	16.7005	17.4553	0	17.4553
2	5.41362	156.976	Residuos Fase IV	10	21	15.0303	23.3149	34.6867	0	34.6867

3	5.41362	196.351	Residuos Fase IV	10	21	17.3083	26.8485	43.892	0	43.892
4	5.41362	299.074	Residuos Fase IV	10	21	22.7232	35.248	65.7733	0	65.7733
5	5.41362	387.014	Residuos Fase IV	10	21	27.3008	42.3487	84.2714	0	84.2714
6	5.41362	418.895	Residuos Fase IV	10	21	28.8951	44.8218	90.714	0	90.714
7	5.41362	530.571	Residuos Fase IV	10	21	34.1541	52.9795	111.965	0	111.965
8	5.41362	640.442	Residuos Fase IV	10	21	38.9705	60.4506	131.428	0	131.428
9	5.41362	740.579	Residuos Fase IV	10	21	42.9276	66.5888	147.419	0	147.419
10	5.41362	805.292	Residuos Fase IV	10	21	44.8611	69.5881	155.232	0	155.232
11	5.41362	783.952	Residuos Fase IV	10	21	42.6409	66.1441	146.26	0	146.26
12	5.41362	835.322	Residuos Fase IV	10	21	43.5465	67.5489	149.92	0	149.92
13	5.41362	889.931	Residuos Fase IV	10	21	44.4404	68.9355	153.532	0	153.532
14	5.41362	933.739	Residuos Fase IV	10	21	44.7932	69.4828	154.958	0	154.958
15	5.41362	902.239	Residuos Fase IV	10	21	42.0978	65.3017	144.066	0	144.066
16	5.41362	858.222	Residuos Fase IV	10	21	39.0982	60.6488	131.945	0	131.945
17	5.41362	879.081	Residuos Fase IV	10	21	38.8277	60.2292	130.851	0	130.851
18	5.41362	887.306	Residuos Fase IV	10	21	38.2242	59.293	128.413	0	128.413
19	5.41362	875.863	Residuos Fase IV	10	21	37.0747	57.5099	123.767	0	123.767
20	5.41362	756.553	Residuos Fase IV	10	21	32.2024	49.952	104.079	0	104.079
21	5.41362	665.852	Residuos Fase IV	10	21	28.6255	44.4036	89.6243	0	89.6243
22	5.41362	594.382	Residuos Fase IV	10	21	25.9334	40.2276	78.7456	0	78.7456
23	5.41362	494.349	Residuos Fase IV	10	21	22.3788	34.7138	64.3817	0	64.3817
24	5.41362	365.04	Residuos Fase IV	10	21	17.8729	27.7243	46.1734	0	46.1734
25	5.41362	139.66	Residuos Fase IV	10	21	9.92548	15.3963	14.0579	0	14.0579



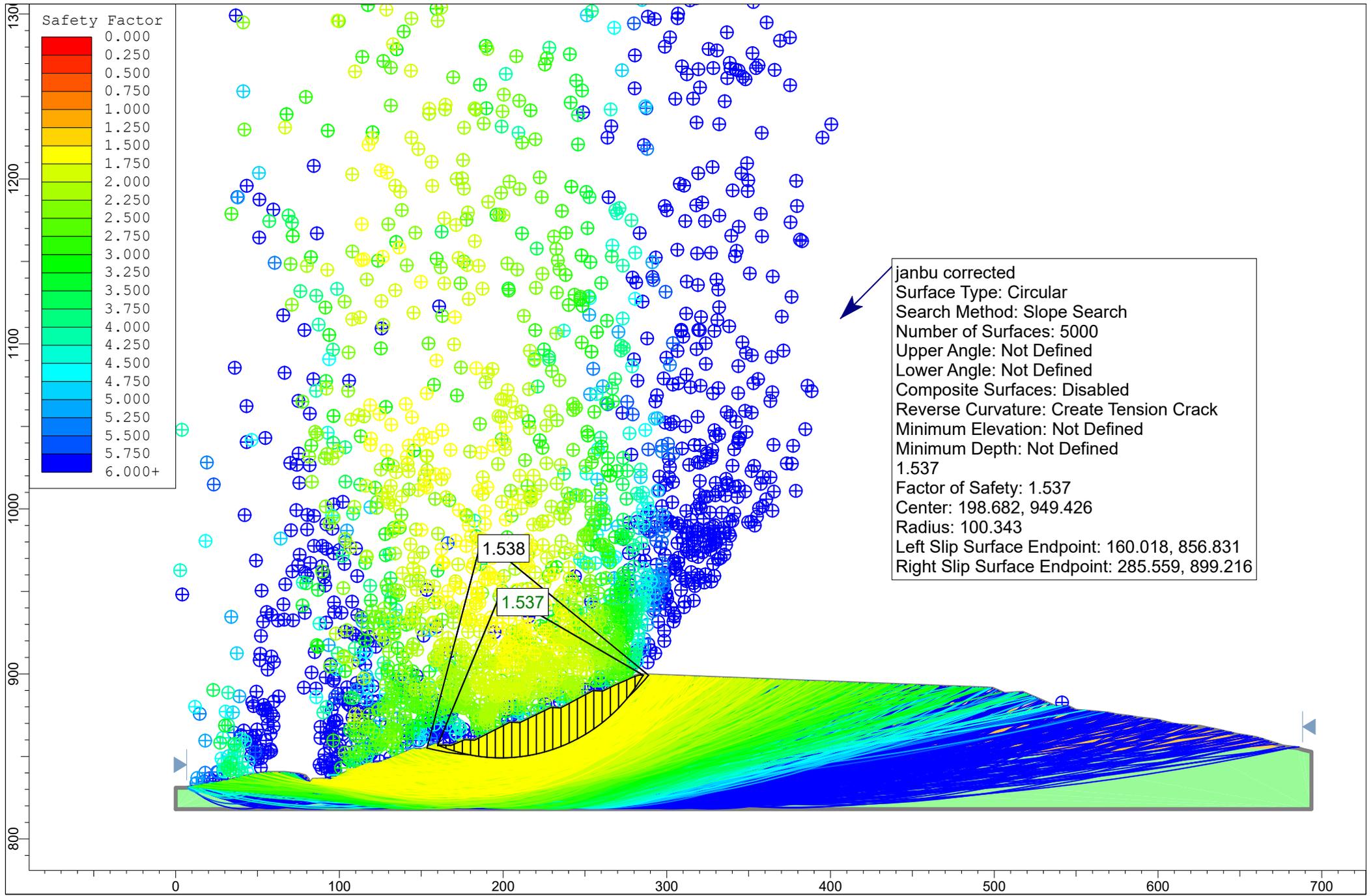
Safety Factor



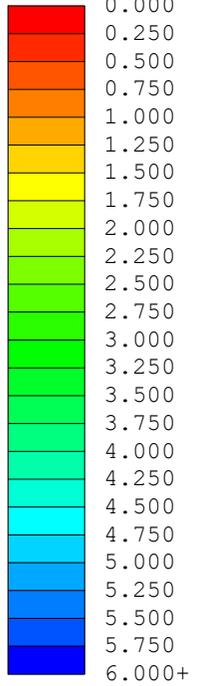
bishop simplified
Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
1.551
Factor of Safety: 1.551
Center: 187.008, 981.946
Radius: 131.289
Left Slip Surface Endpoint: 153.509, 855.002
Right Slip Surface Endpoint: 288.849, 899.090

1.551

1.587



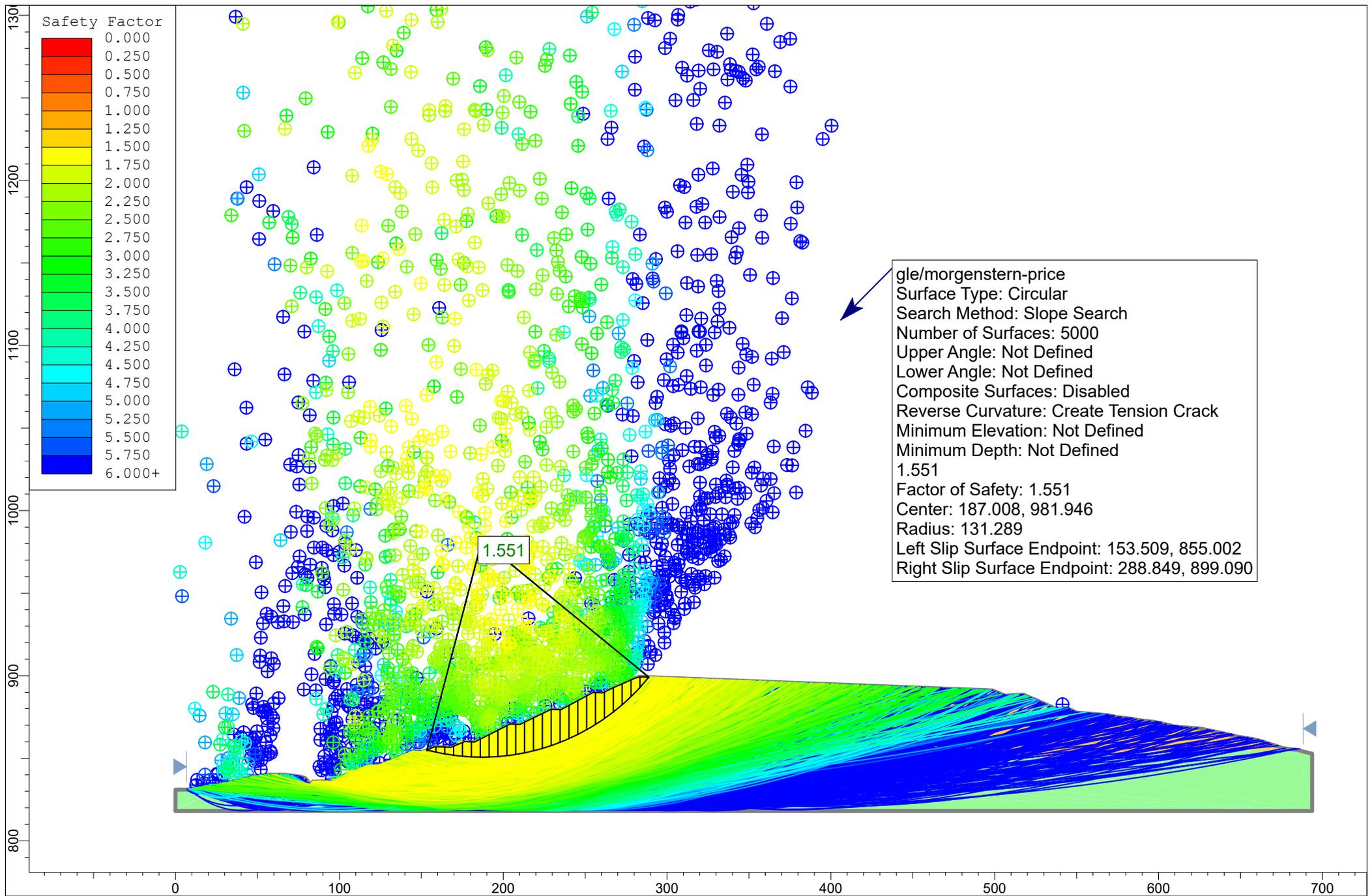
Safety Factor



janbu corrected
Surface Type: Circular
Search Method: Slope Search
Number of Surfaces: 5000
Upper Angle: Not Defined
Lower Angle: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
1.537
Factor of Safety: 1.537
Center: 198.682, 949.426
Radius: 100.343
Left Slip Surface Endpoint: 160.018, 856.831
Right Slip Surface Endpoint: 285.559, 899.216

1.538

1.537





**Mancomunidad
del Noroeste**

ANEJO Nº2: ESTUDIO DE GENERACIÓN DE BIOGAS

ANEJO Nº2: ESTUDIO DE GENERACIÓN DE BIOGAS

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. PARAMETROS DE BIOGAS.....	2
3. SOBRE EL CÁLCULO DE EMISIONES	3
4. METODOLOGÍA APLICADA EN EL CÁLCULO DE BIOGÁS	3
5. RESULTADOS	6
6. CONCLUSIONES.....	9

ANEJO Nº2: ESTUDIO DE GENERACION DE BIOGAS

1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones objeto de estudio ocupan una superficie de 85 ha, empleándose 54 de ellas al vertido de residuos urbanos en cuatro fases, estando las Fases I, II y III clausuradas y la Fase IV en explotación.

Existen pozos de captación de biogás en las diferentes fases de vertido conectados a una central de aspiración, para su aprovechamiento energético mediante tres motogeneradores. El biogás sobrante es quemado en antorcha.

En este informe se pretende realizar una estimación de generación de biogás teniendo en cuenta el incremento de la Fase IV, del Depósito Controlado de Residuos Urbanos (D.C.R.U.) de Colmenar Viejo, hasta la cota 899 m.s.n.m.

2. PARAMETROS DE BIOGAS

De acuerdo a la publicación *Integrated solidwastemanagement. Engineering principles and management issues* (Tchobanoglous, G., Theisen H., Vigil, S. 1994. McGraw-Hill). Se puede conceptuar un vertedero de residuos sólidos como un reactor bioquímico, con residuos y agua como entradas principales, y con biogás de vertedero y lixiviado como principales salidas. El material almacenado en el vertedero incluye: material orgánico parcialmente biodegradado y otros materiales inorgánicos de los residuos inicialmente depositados en el vertedero. Se emplean los sistemas de control de los gases de vertedero para prevenir el movimiento indeseable hacia la atmósfera de los gases de vertedero. Se puede utilizar el gas recuperado del vertedero para producir energía, o se puede quemar bajo condiciones controladas.

El biogás de vertedero está compuesto de varios gases que están presentes en grandes cantidades (gases principales) y de varios gases que están presentes en pequeñas cantidades (oligogases). Los gases principales del gas de vertedero son el metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂) y sus propiedades pueden agruparse en la siguiente tabla:

Tabla 1 Constituyentes principales del gas de vertedero

Componente	% (base volumen seco)*	Peso molecular (g/mol)	Densidad (kg/m ³)
CH ₄	45-60	16,03	0,717
CO ₂	40-60	44,00	1,977
Biogás de vertedero			1,02-1,06

*La distribución porcentual exacta variará según la antigüedad del vertedero

3. SOBRE EL CÁLCULO DE EMISIONES

Según la Decisión 2000/479/CE, el cálculo de las emisiones puede realizarse de tres formas distintas:

Datos Medidos (M): Los datos proceden de mediciones realizadas utilizando métodos normalizados o aceptados.

Datos Calculados (C): Los datos proceden de cálculos realizados utilizando métodos de estimación y factores de emisión aceptados en los ámbitos nacionales e internacionales y representativos de los sectores industriales.

Datos Estimados (E): Los datos proceden de estimaciones no normalizadas fundamentadas en hipótesis óptimas o en las previsiones de expertos.

Los valores han de expresarse en kg/año con tres dígitos significativos, acompañados de las letras M, C o E según sean medidos, calculados o estimados respectivamente.

Dada la existencia de factores de emisión de reconocido prestigio, disponibles a nivel internacional, característicos para el proceso productivo y de fácil utilización, se consideran éstos como una herramienta útil para la determinación de las emisiones en ausencia de otro tipo de datos de mayor fiabilidad.

Las principales fuentes bibliográficas consultadas para la selección de los factores de emisión han sido:

- EPA: Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos.
- IPCC: Grupo Intergubernamental para el Cambio Climático.
- NAEI: Inventario Nacional de Emisiones Atmosféricas del Reino Unido.
- NPI-Australia: Inventario Nacional de Emisiones Contaminantes.
- Comisión Europea

4. METODOLOGÍA APLICADA EN EL CÁLCULO DE BIOGÁS

Existen en la bibliografía consultada diferentes metodologías de medición desarrolladas para evaluar las emisiones gaseosas asociadas a los vertederos como son: método de cámara de flujo, método de balance de masas (MBM), método de la pluma estacionaria (SPM), método de la pluma móvil (TDL) etc.

De todos los métodos consultados, para el caso de los gases, el cálculo de las emisiones la vamos a llevar a cabo mediante el empleo de métodos aceptados nacional o internacionalmente.

En concreto se ha empleado el modelo AP-42 “Municipal Solid Waste Landfill” (AP-42, 5ª EDICIÓN, VOL. 1, CAP. 2.4. VERTEDEROS DE RESIDUOS NO PELIGROSOS) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA)”, siguiendo la metodología recomendada en la Guía de apoyo para la notificación de las emisiones a las actividades de gestión de residuos (Versión: Diciembre 2017) desarrollada por la Junta de Andalucía (considerada en la web PRTR-España como documento de referencia).

La metodología se basa en el cálculo de las emisiones de metano a partir de un modelo (Landfill Air Emission Estimation Model) mediante una ecuación cinética de primer orden:

$$Q_{CH_4} = 1,3 \times L_0 \times R \times (e^{-k \cdot c} - e^{-k \cdot t})$$

Q_{CH_4} = Metano generado en el año expresado en m³/año

L_0 = Potencial de generación de metano por tonelada de residuo depositado en vertedero, m³ CH₄/t residuo.

R = Media anual de entrada de basura en el vertedero, t/año.

k = constante de generación de metano, año⁻¹.

c = años desde que se clausuró el vertedero ($c=0$ para los activos), año.

t = años desde el inicio de actividad, año.

Es necesario definir de manera exacta los tiempos desde el inicio de la actividad, de la clausura y el año de base de cálculo.

La constante 1,3 se incluye para compensar el factor L_0 , el cual se determina según la cantidad de gas recogido por el sistema de evacuación de los gases del vertedero.

La capacidad potencial de generación de metano L_0 depende de la humedad y del contenido de materia orgánica en el residuo.

Si no se conoce R , se puede estimar dividiendo el total de residuos acumulados en el vertedero por el número de años que lleva en funcionamiento. Si algunas celdas se destinan a almacenar residuos no biodegradables (de la construcción, plásticos, metales, vidrios), estas cantidades se excluyen para el cálculo de R .

Por lo tanto, el parámetro R , será el promedio de residuos depositados desde el inicio de la explotación, exceptuando los voluminosos. Se ha empleado el valor medio de residuos depositados desde el inicio de la explotación hasta el año 2019 (291.382 Tm / año), empleando para los años 2020 y 2021 las toneladas de entrada estimadas.

El coeficiente k determina la rapidez de generación del biogás y de agotamiento del vertedero. Es función de la humedad del residuo, tipo de residuo, disponibilidad de nutrientes para el proceso anaeróbico, pH y temperatura.

En la tabla siguiente se muestran los valores que, por defecto, propone la EPA.

Tabla 1 Valores por defecto (Ref- EPA AP-42).

Pluviometría	> 635 L/m ²	< 635 L/m ²	Vertederos húmedos*
K	0,04	0,02	0,3
L0	100 m ³ /t	100 m ³ /t	100 m ³ /t

***NOTA: Se consideran vertederos húmedos aquéllos que añaden grandes cantidades de agua a los residuos.**

En nuestro caso, emplearemos la constante “k” de 0,02, ya que en la serie histórica de estaciones meteorológicas consultadas en la zona, nunca se ha superado el valor de 635 L/m² de precipitación anual.

La ecuación anteriormente indicada, fue inicialmente concebida para la estimación de la generación de metano y no para la estimación de emisiones, pues parte del metano en su migración al exterior es captado y degradado en las capas de terreno más superficiales. No obstante, dada la dificultad en evaluar este punto y adoptando un criterio conservador, se considera que todo el metano generado es emitido a la atmósfera.

La composición del biogás es variable con el tiempo, si bien a partir del primer o segundo año la composición es prácticamente constante durante un largo periodo de tiempo (10-30 años) con la siguiente composición típica: iguales cantidades en volumen de metano y dióxido de carbono (47,5 %(v)), 5 %(v) (nitrógeno y otros gases, como SH₂) y trazas de otros elementos. Por tanto se puede estimar el metano, dióxido de carbono y biogás emitido a la atmósfera en m³/año asumiendo la composición típica antes indicada.

Considerando la composición típica, la emisión de CO₂ en m³ vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$Q_{CO_2} = Q_{CH_4} \cdot (47,5/47,5); \text{ por tanto } Q_{CO_2} = Q_{CH_4}$$

Para conocer los kg/año del contaminante i emitido se emplean las fórmulas:

$$Q_i = (1 + (C_i\% / C_{CH_4})) \cdot Q_{CH_4} \cdot (C_i\% / 100)$$

$$U_{Mi} = Q_i \cdot [(P_{Mi} \cdot 1 \text{ atm}) / 8,205 \cdot 10^{-5} \cdot 1000 \cdot (273 + T)]$$

Dónde:

U_{Mi} = emisión anual del contaminante i, kg/año.

Q_i = emisión anual del contaminante i (ecuación 2), $m^3/año$. Q_{CH_4} = emisión anual de metano (ecuación 1), $m^3/año$.

PM_i = peso molecular contaminante i , $g/gmol$.

$C_i\%$ = concentración del contaminante i , %.

T = temperatura del biogás, $^{\circ}C$ (se asume $25^{\circ}C$). $8,205 \cdot 10^{-5}$ = constante gases, $m^3 atm/gmol$
K.

1000 = g/kg .

5. RESULTADOS

Se ha partido del resultado generado por el modelo anteriormente descrito para el año 2019. A partir de este resultado se han estudiado las dos posibilidades, que el vertido de residuos en el vaso finalice al término de 2020 (cota aceptada actualmente) o que finalice en el año 2021 (ampliación de cota según proyecto, 899 m.s.n.m.).

De este modo se ha estimado el volumen de biogás que se generará en estas condiciones, considerando la clausura del vaso a partir del momento en que se alcance la cota final en cada uno de los dos supuestos (en el primer supuesto el vaso se clausura a la finalización del ejercicio 2020; en el segundo supuesto la clausura se realiza a la finalización del ejercicio 2021).

Los cálculos para el punto de partida han consistido en estimar una tasa de entrada de residuos constante ($291.382 Tm/año$) durante todo el periodo de explotación (1985-actualidad). Se ha separado el cálculo en 4 partes, tantas como fases de explotación, considerando los años de clausura de cada fase correspondiente (Fase I – año 1997; Fase II – año 2001; Fase III – año 2011).

Del mismo modo se ha seguido este procedimiento para el periodo de explotación de la celda IV hasta el año 2018. Los valores de residuos depositados en el D.C.R.U. de Colmenar Viejo utilizados para el estudio del periodo 2019 – 2021 son los siguientes:

Residuos depositados ($Tm/año$).

Evolución de R.S.U. en Depósito Controlado de Colmenar Viejo	
Año explotación	Cantidad residuos (T.m.)
2019	307.655,00 *
2020	310.732,00 **
2021	313.839,00 **

* El dato facilitado para el año 2019 aun no es definitivo.

** Los datos empleados para 2020 y 2021 son estimaciones realizadas por la titularidad de las instalaciones

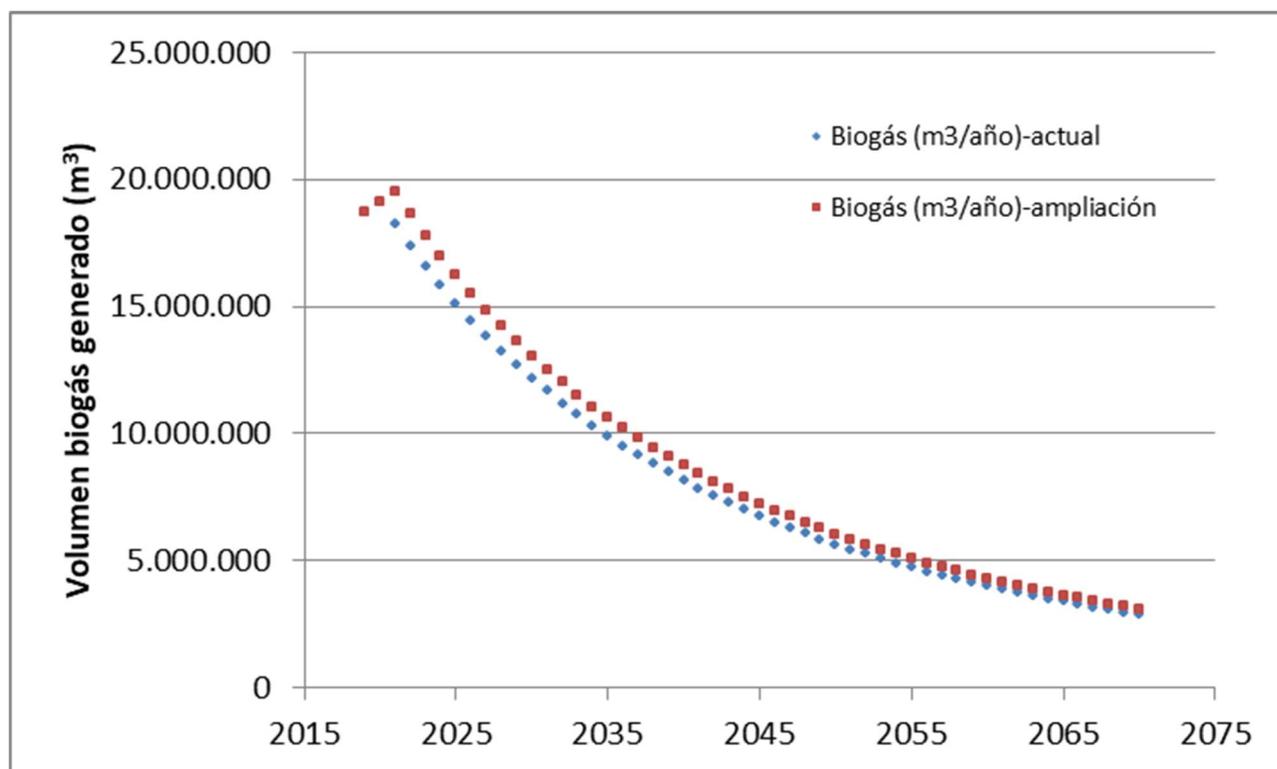
A partir de estos valores podemos obtener el volumen de biogás que se generara en las instalaciones en los siguientes años. Se ha extendido el estudio hasta 50 años después de la clausura del vaso en la situación actual (2070). Los resultados de los dos supuestos (clausura año 2020 según situación actual y clausura año 2021 en caso de aprobación de aumento de cota) se recogen en la 0:

Biogás generado (m3/año).

Año explotación	Biogás (m3/año) estado actual	Biogás (m3/año) aumento cota	Año explotación	Biogás (m3/año) estado actual	Biogás (m3/año) aumento cota
2019	18.689.181,00	18.689.181,00	2045	6.759.658,38	7.246.869,90
2020	19.105.359,00	19.105.359,00	2046	6.517.188,37	6.986.923,54
2021	18.206.851,46	19.519.135,00	2047	6.285.104,89	6.738.112,33
2022	17.363.998,36	18.615.532,03	2048	6.062.863,35	6.499.852,43
2023	16.572.268,99	17.766.737,70	2049	5.849.954,20	6.271.597,56
2024	15.827.600,28	16.968.395,99	2050	5.645.900,16	6.052.836,05
2025	15.126.337,98	16.216.589,25	2051	5.450.253,78	5.843.088,20
2026	14.465.186,75	15.507.784,65	2052	5.262.595,24	5.641.903,91
2027	13.841.167,41	14.838.788,28	2053	5.082.530,21	5.448.860,45
2028	13.251.580,12	14.206.705,69	2054	4.909.688,07	5.263.560,48
2029	12.693.972,59	13.608.907,84	2055	4.743.720,17	5.085.630,22
2030	12.166.112,53	13.043.001,55	2056	4.584.298,24	4.914.717,74
2031	11.665.963,73	12.506.803,84	2057	4.431.113,01	4.750.491,48
2032	11.191.665,10	11.998.319,50	2058	4.283.872,86	4.592.638,79
2033	10.741.512,47	11.515.721,51	2059	4.142.302,62	4.440.864,69
2034	10.313.942,47	11.057.333,82	2060	4.006.142,48	4.294.890,61
2035	9.907.518,47	10.621.616,26	2061	3.875.146,91	4.154.453,37
2036	9.520.918,10	10.207.151,15	2062	3.749.083,81	4.019.304,10
2037	9.152.922,22	9.812.631,47	2063	3.627.733,56	3.889.207,36

Año explotación	Biogás (m3/año) estado actual	Biogás (m3/año) aumento cota	Año explotación	Biogás (m3/año) estado actual	Biogás (m3/año) aumento cota
2038	8.802.405,20	9.436.850,46	2064	3.510.888,23	3.763.940,25
2039	8.468.326,16	9.078.692,22	2065	3.398.350,89	3.643.291,63
2040	8.149.721,30	8.737.123,49	2066	3.289.934,85	3.527.061,35
2041	7.845.696,97	8.411.186,19	2067	3.185.463,07	3.415.059,63
2042	7.555.423,48	8.099.990,85	2068	3.084.767,56	3.307.106,35
2043	7.278.129,59	7.802.710,63	2069	2.987.688,81	3.203.030,53
2044	7.013.097,50	7.518.575,99	2070	2.894.075,33	3.102.669,73

En la 0 puede observarse la curva de evolución de generación de biogás para los años 2019-2070 bajo los dos supuestos objeto de estudio.



Evolución biogás generado 2019 – 2070.

6. CONCLUSIONES

El valor de biogás generado para el año 2021 teniendo en cuenta la ampliación de cota proyectada resulta un 6,72% superior al estimado en el caso de que la finalización de la fecha de vida útil de la fase IV sea 2020.

Según datos facilitados por el explotador de las instalaciones en el periodo 2012 – 2015 se gestionaron volúmenes de biogás superiores a los estimados para el máximo a alcanzar con el aumento de cota (19.519.135,00 m³ en 2021).

Se estima, por tanto, que el aumento de cota proyectado de la fase IV no debe suponer problema alguno para la gestión del biogás que se generará en el ejercicio 2021 (valor máximo) o en años posteriores.

Teniendo en consideración, que la Central de Combustión tiene la función de quemar el excedente de biogás y que consta de dos antorchas de combustión en paralelo, con una capacidad de 2000 y 1500 Nm³/h respectivamente y que la producción máxima de biogas con el recocado es de 19.519.135,00 m³/año (2.228,21 m³/h), se concluye que la capacidad de las antorchas es muy superior a la producción máxima estima.



**Mancomunidad
del Noroeste**

ANEJO N°3: ESTUDIO DE GENERACIÓN DE LIXIVIADOS

ANEJO Nº3: ESTUDIO DE GENERACIÓN DE LIXIVIADOS

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ESTIMACIÓN GENERACION DE LIXIVIADOS	3
2.1. DEFINICIÓN	3
2.2. OBTENCIÓN DE DATOS	4
2.3. PARÁMETROS DE CÁLCULO.....	4
2.4. SUPUESTOS PLANTEADOS	6
2.5. DATOS DE PARTIDA.....	6
2.6. BALANCE HÍDRICO PARA LA GENERACIÓN DE LIXIVIADO	8
3. CONCLUSIONES	10

ANEJO Nº3: ESTUDIO DE GENERACION DE LIXIVIADOS

1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones objeto de estudio ocupan una superficie de 85 ha, empleándose 54 de ellas al vertido de residuos urbanos en cuatro fases, estando las Fases I, II y III clausuradas y la Fase IV en explotación.

Existen pozos de captación de biogás en las diferentes fases de vertido conectados a una central de aspiración, para su aprovechamiento energético mediante tres motogeneradores. El biogás sobrante es quemado en antorcha.

En este informe se pretende realizar una estimación de generación de biogás teniendo en cuenta el incremento de la Fase IV, del Depósito Controlado de Residuos Urbanos (D.C.R.U.) de Colmenar Viejo, hasta la cota 899 m.s.n.m.

2. ESTIMACIÓN GENERACION DE LIXIVIADOS

2.1. DEFINICIÓN

La estimación de generación de lixiviados, se deriva del concepto de balance en contabilidad, es decir, que es el equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado.

Sintéticamente puede expresarse por la fórmula:

$$Estado_{t+1} = Estado_t + \sum_{i=1}^N Entradas_i - \sum_{j=1}^M Salidas_j$$

El lixiviado es el líquido que percola a través de los residuos, lavando sustancias y materiales que pueden ser posteriormente transportados en solución o suspensión. Tiene sus orígenes en el agua intrínseca de los propios residuos y en la infiltración por precipitaciones, ya que la escorrentía superficial es controlada mediante cunetas perimetrales.

La producción de lixiviados está ligada a diversos factores que dependen fundamentalmente de la meteorología e hidrología de la zona en la que se proyecta el vertedero, y de las condiciones de realización y de explotación del propio vertedero.

La cantidad de lixiviados que se forma está relacionada con el balance hídrico de la masa de residuos, resultante de los flujos de agua de entrada y de salida en la zona de residuos, además de la propia producción interna de humedad de los mismos.

El flujo de agua de entrada principal lo constituyen la pluviometría y la humedad del propio residuo, mientras que una parte de esta agua, volverá a la atmósfera, a causa de fenómenos de evaporación.

En cuanto al balance final de aguas, habrá que tener también en consideración las variaciones del contenido de humedad que se producen por absorción en materiales más secos que son usados como capa de cubrición de residuos en el vertedero y en la propia masa de residuos depuestos.

El agua retenida puede experimentar dos movimientos: hacia la superficie, como consecuencia de la evaporación, o hacia el fondo por efecto gravitatorio.

2.2. OBTENCIÓN DE DATOS

Para la estimación de generación de lixiviados, se cree que más preciso emplear el promedio de los datos meteorológicos los últimos cinco años.

Por tanto, para la precipitación mensual y evapotranspiración (ETP), se han empleado los datos suministrados el Sistema de Información Geográfico Agrario (SIGA) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino recoge los valores para el término municipal de Colmenar Viejo.

2.3. PARÁMETROS DE CÁLCULO

El conjunto de movimientos hídricos de una masa de agua viene determinado por la siguiente ecuación teórica:

$$L = PE + (I_s + I_{ss} + I_e) + H_r - ETP - A_f - (A_{Mr} + A_{Rs})$$

Dónde:

- L = Cantidad de lixiviados producidos.
- PE = Pluviometría útil a efectos de percolación: P-Es.
- P=Pluviometría caída en la zona de vertido.
- Es=Escorrentía superficial.
- Is=Infiltración de aguas subterráneas procedentes de flujos locales.
- I_{ss}=Infiltración de aguas subterráneas procedentes de flujos regionales.
- I_e=Infiltración de aguas procedentes de escorrentías de zonas limítrofes al vertedero.
- H_r = Contenido de agua del residuo.
- E = Evaporación.

- T = Transpiración.
- ETP = Evapotranspiración potencial: $E + T$.
- Af = Agua de fermentación.
- AMr = Absorción de la capa de materiales de recubrimiento.
- Ars = Absorción de la masa de residuos vertidos.
- Ti = Tasa de Infiltración del agua de lluvia.

En la práctica, habrán de tenerse en cuenta ciertas consideraciones en los siguientes factores que, hacen variar la ecuación y adecuarla al emplazamiento cuestión de estudio:

- Las aguas de escorrentía superficial (I_e) procedentes de zonas adyacentes. La masa de residuos y las propias zonas adyacentes están protegidas de por medio de un sistema de drenaje superficial (cuneta perimetral del vaso de vertido), por lo tanto (I_e) será cero.
- La escorrentía superficial del vaso de vertido, no será cero, puesto que la estructura del vaso y las pendientes dadas durante su relleno, producen la salida de las aguas hacia el exterior del vaso, haciendo que una gran parte el agua que se recoge en la superficie quede dentro del sistema. Por lo tanto la precipitación efectiva (PE), será igual a la precipitación registrada (P) multiplicado por un porcentaje, denominado tasa de infiltración, estimado en un 80%.
- La infiltración de aguas subterráneas procedentes de flujos locales (I_s) y flujos regionales (I_{ss}), se eliminan por medio de la impermeabilización del vaso del vertedero. Por lo tanto (I_s) y (I_{ss}) será cero.
- Al no existir vegetación en el vaso de vertido, no existirá la transpiración, por lo que la evapotranspiración (ETP) será asimilable tan sólo a la evaporación (E).
- A efecto de cálculo, y por las caracterizaciones realizadas a residuos, vamos a considerar un porcentaje medio de humedad de los residuos del 55%.
- El agua de la absorción de la masa de residuos (Ars) guarda relación con el tamaño de los residuos, con su grado de compactación y con el contenido en humedad original, sin olvidar la proporción de sus diversos componentes.
- Del contenido en humedad del residuo, por saturación o compresión de las capas superiores, una parte condensa y da lugar a lixiviados, y otra se queda retenida en la propia matriz del residuo y en las tierras de cubrición o se pierde como agua de fermentación (Af). Para ello, disponemos de un parámetro denominado agua de pérdida (AP), que es la fracción de la humedad del residuo que condensa y contribuye a la generación de lixiviados. En este caso, AP será del 13%.

- El agua absorbida por las distintas capas de cubrición (AMr) se ha tenido en cuenta en el porcentaje aplicado en el agua de pérdida.
- La evaporación real (ER) que se ha producido en el vertedero no coincide con la evaporación potencial en los meses secos del año, puesto que la cantidad de agua existente en el sistema por la precipitación no genera suficiente cantidad como para evaporar lo esperado. Por lo tanto, en épocas de déficit hídrico, la evaporación real, coincidirá con la precipitación. No se tendrá en cuenta para este parámetro el agua del residuo, ya que el residuo es cubierto por tierras inmediatamente, impidiendo que se produzca esta evaporación.
- Por lo tanto, para la realización del cálculo, emplearemos el dato de evaporación real, en lugar de EP.

Tras todas estas consideraciones, la ecuación definitiva que explicaría la generación de lixiviados en el caso cuestión de estudio, sería la siguiente:

$$L = [(P - ER) \cdot Ti + (Hr \cdot AP)].$$

2.4. SUPUESTOS PLANTEADOS

Para la estimación de la generación de lixiviados vamos a tener en cuenta dos supuestos:

- Un primero (1) en el que vamos a calcular el lixiviado que se generaran en el interior del vaso por las toneladas incorporadas desde enero a octubre de 2020.
- Un segundo (2) en el que se calcula el lixiviado que se generaran en el interior del vaso por las toneladas incorporadas desde octubre de 2020 hasta septiembre de 2021, que es el periodo comprendido en la solicitud de incremento de depósito.

2.5. DATOS DE PARTIDA

El cálculo de los lixiviados generados a futuro en la ampliación de la cota de la celda IV, se basa en los datos meteorológicos recogidos de los últimos cinco años; también usaremos la superficie de la celda en coronación y la cantidad de residuos que han entrado a lo largo del año.

En las siguientes tablas se muestran los datos de partida empleados para la realización del balance hídrico.

Figura 1 Promedio de datos meteorológicos de los últimos cinco años.

	P	ETP	PE-ETP	ETR	Déficit	Reserva	Excedentes
ene	26,4	44,3	-17,9	26,4	17,91	0,0	0,0
feb	29,9	57,5	-27,6	29,9	27,61	0,0	0,0
mar	52,3	82,3	-30,0	52,3	29,96	0,0	0,0
abr	62,1	106,1	-44,1	62,1	44,05	0,0	0,0
may	39,5	150,7	-111,2	39,5	111,16	0,0	0,0
jun	19,0	183,6	-164,6	19,0	164,56	0,0	0,0
jul	16,6	212,7	-196,1	16,6	196,14	0,0	0,0
ago	9,4	189,9	-180,5	9,4	180,49	0,0	0,0
sep	13,0	137,4	-124,3	13,0	124,32	0,0	0,0
oct	41,7	85,6	-43,8	41,7	43,83	0,0	0,0
nov	45,3	46,6	-1,3	45,3	1,28	0,0	0,0
dic	33,7	39,6	-5,8	33,7	5,82	0,0	0,0
TOTAL	389,01	1336,14	-947,13	389,0	947,13	-	0,0

Figura 2 Otros parámetros empleados para el cálculo.

PARÁMETROS	OCTUBRE 2020	OCTUBRE 2021
SUPERFICIE VASO DE VERTIDO	25.550 m ²	12.900 m ²
RESIDUOS ESTIMADOS AL AÑO	310.732 Tm	313.839 Tm
HUMEDAD RESIDUO	55 %	55 %
TASA DE INFILTRACIÓN	80%	80%
% DE AGUAS DE PÉRDIDA	13%	13%

A continuación, se realiza el cálculo para la producción de lixiviados de la ampliación de la fase nº IV en el Centro de Colmenar Viejo.

2.6. BALANCE HÍDRICO PARA LA GENERACIÓN DE LIXIVIADO

Figura 1 Datos de cálculo de generación de lixiviados por los residuos incorporados entre enero 2020- octubre 2020.

		ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	
P	l/m²	26,4	29,9	52,3	62,1	39,5	19,0	16,6	9,4	13,0	
VOL. P	m³	673,7	762,9	1.337,1	1.585,6	1.010,2	486,5	423,6	241,2	333,1	
RESIDUOS (PROMEDIO)	Tm	25.894	25.894	25.894	25.894	25.894	25.894	25.894	25.894	25.894	
CONTENIDO EN AGUA RES	m³	14.242	14.242	14.242	14.242	14.242	14.242	14.242	14.242	14.242	
AGUA DE PÉRDIDA	m³	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	
ETP	l/m²	44,3	57,5	82,3	106,1	150,7	183,6	212,7	189,9	137,4	
VOL. ETP	m³	1.131	1.468	2.103	2.711	3.850	4.691	5.435	4.853	3.509	
VOL. ETR	m³	674	763	1.337	1.586	1.010	486	424	241	333	
BALANCE PLUVIOMÉTRICO	m³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TOTAL
INFILTRACIÓN	m³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL LIXIVIADO	m³	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	1.851	16.663

Figura 2 Datos de cálculo de generación de lixiviados por la nueva incorporación de residuos al vaso entre octubre 2020-septiembre 2021.

		oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	Sep-21	
P	l/m²	26,4	29,9	52,3	62,1	39,5	19,0	16,6	9,4	13,0	41,7	45,3	33,7	
VOL. P	m³	340,1	385,2	675,1	800,6	510,1	245,6	213,9	121,8	168,2	538,5	584,1	435,1	
RESIDUOS (PROMEDIO)	Tm	26.153	26.153	26.153	26.153	26.153	26.153	26.153	26.153	26.153	26.153	26.153	26.153	
CONTENIDO EN AGUA RES	m³	14.384	14.384	14.384	14.384	14.384	14.384	14.384	14.384	14.384	14.384	14.384	14.384	
AGUA DE PÉRDIDA	m³	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	
ETP	l/m²	44,3	57,5	82,3	106,1	150,7	183,6	212,7	189,9	137,4	85,6	46,9	39,6	
VOL. ETP	m³	571	741	1.062	1.369	1.944	2.368	2.744	2.450	1.772	1.104	605	511	
VOL. ETR	m³	340	385	675	801	510	246	214	122	168	538	584	435	
BALANCE PLUVIOMÉTRICO	m³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TOTAL
INFILTRACIÓN	m³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL LIXIVIADO	m³	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	22.440

*Los datos están calculados en relación a la superficie de la ampliación de la celda de vertido.

3. CONCLUSIONES

En primer lugar el lixiviado calculado en las gráficas anteriores es el generado en el interior del vaso, que se suma al existente originado por los residuos depositados anteriormente, ya que la producción no es instantánea sino que se realiza durante un periodo de tiempo y viene condicionada por la presión de la capas superiores y la compactación del residuo.

Para una mayor representatividad, en el cálculo de generación de lixiviado se ha utilizado la media de la precipitación y evapotranspiración de los últimos cinco años. Se ha calculado un promedio de la precipitación de 389,01 L/m² de lluvia, mientras que la evapotranspiración potencial ha sido de 1.336,14 L/m². Por tanto, según estos datos, se tendrá una situación teórica de déficit hídrico. A la vista de los datos registrados, podemos concluir que las condiciones meteorológicas que se pueden prever, teniendo en cuenta el cálculo del promedio de los últimos cinco años, contribuyen a minimizar la generación de lixiviados.

Tras los cálculos teóricos, se ha comprobado una situación teórica de déficit hídrico para el periodo comprendido octubre de 2020 a septiembre de 2021. El balance hídrico teórico del sistema es negativo PE<ETP; por tanto, la entrada principal de agua en el sistema es debida a la humedad que contiene el propio residuo (dato extraído de las caracterizaciones realizadas en el residuo).

En el supuesto 1, (ver punto 2.6 del presente Informe), para la situación de partida (a cota 884 m.s.n.m), se estimado un incremento del volumen de lixiviados debido a los residuos depositados de enero a octubre de 2020 de 16.663 m³.

A partir de aquí (supuesto 2), se ha solicitado la ampliación de uso del depósito hasta la cota 899 m (octubre 2021). Se ha calculado el incremento del volumen total de 22.439,5 m³.

Como la tipología del residuos durante todos estos años es similar, consideramos un mismo contenido en humedad y un mismo parámetro “agua de perdida” (AP), por lo que el incremento de cota supondrá únicamente un aumento del 10% del volumen total de lixiviado extraído durante los años de explotación y posterior gestión post-clausura.

Cabe reseñar que la generación de lixiviados seguirá produciéndose durante varios años una vez haya sido clausurado el vaso de vertido, dado que por compactación y asentamientos, la masa de residuos seguirá perdiendo parte de su humedad en forma de lixiviados pese a no entrar agua nueva en el sistema en forma de precipitación o contenida en nuevos residuos.



**Mancomunidad
del Noroeste**

**ANEJO Nº4: ESTUDIO DE PLAN DE VIGILANCIA
AMBIENTAL**

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
2. PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LAS AGUAS	4
2.1 CONTROL DE LIXIVIADOS	4
2.1.1 ANÁLISIS SIMPLIFICADO	4
2.1.2 ANÁLISIS COMPLETO	5
2.1.3 PUNTOS DE CONTROL	5
2.2 CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES	6
2.2.1 CONTROL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (PIEZÓMETROS).....	6
2.2.2 CONTROL DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	8
2.2.3 CONTROL DEL DREN DE SEGURIDAD DE LAS FASES III Y IV.....	9
2.2.4 CONTROL DE LOS DRENAJES DE AGUAS BLANCAS SUBTERRÁNEAS DE LAS FASES III Y IV.	9
2.2.5 DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE LA RED DE CONTROL.....	10
2.3 RECOPIACIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS	10
2.4 BALANCE HÍDRICO DEL VERTEDERO	11
2.5 REVISIÓN DEL PLAN DE SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS	11
3. CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA E INMISIÓN	12
3.1 Control de las emisiones atmosféricas	12
3.1.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS FOCOS.....	12
3.1.2 PARÁMETROS QUE CONTROLAR Y PERIODICIDAD	13
3.1.3 VALORES LÍMITE DE EMISIÓN.....	14
3.2 Control de inmisiones de gases en el vertedero	14
3.2.1 ALCANCE DE LOS CONTROLES	14
3.3 Red de puntos de control	15
3.3.1 VALORES LÍMITE	15
4. CONTROL DEL BIOGÁS A ANTORCHA	16
4.1 Alcance analítico y periodicidad	16
4.1.1 VALORES LÍMITE	16

5. CONTROL DE LA MORFOLOGÍA DEL VERTEDERO.	16
5.1 Controles y periodicidad.....	16
5.1.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	16
5.1.2 CONTROL DE ASENTAMIENTOS, SUBSIDENCIAS Y MOVIMIENTOS HORIZONTALES.....	16
5.1.3 INSPECCIÓN PARA LA DETECCIÓN DE GRIETAS, HUNDIMIENTOS Y EROSIONES EN LA CAPA DE SELLADO	17
6. CONTROL DE VERTIDO A CAUCE.....	17
6.1 PROGRAMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO.....	17
6.1.1 DECLARACIÓN ANUAL DE VERTIDO (INSPECCIÓN).....	17
6.1.2 MEMORIA ANUAL DE FUNCIONAMIENTO.....	18
6.2 CAUDALES Y VALORES LÍMITE DE EMISIÓN.....	18
6.2.1 CAUDALES AUTORIZADOS:	18
6.2.2 LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIÓN.	18
7. PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS OLORES.....	18
7.1 CONTROL DE OLORES.....	18
7.2 COORDINACIÓN CON LAS ADMINISTRACIONES LOCALES.....	19
8. PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS VOLADOS	19
8.1 CONTROL DE VOLADOS	19
8.2 INFORME ANUAL	19

ANEJO Nº 4: ESTUDIO DE PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

1. INTRODUCCIÓN

Se recogen a continuación las actuaciones de control desarrolladas en el vertedero actual que continuarán desarrollándose en la ampliación proyectada.

- A). Plan de Seguimiento y Control de las aguas.
- B). Controles de emisiones atmosféricas e inmisión.
- C). Control del contenido de azufre en el biogás.
- D). Control morfológico de la instalación.
- E). Control del vertido autorizado a cauce.
- F). Control de olores.
- G) Control de volados.

2. PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LAS AGUAS

2.1 CONTROL DE LIXIVIADOS

Los controles de lixiviados serán realizados por un organismo acreditado por ENAC, o cualquier otra Entidad firmante de los Acuerdos de reconocimiento mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación, para las labores de inspección medioambiental y por laboratorio de ensayo acreditado.

Los resultados del control lixiviados se adjuntarán al informe anual del Plan de Control y Seguimiento de las aguas subterráneas y aguas superficiales.

2.1.1 ANÁLISIS SIMPLIFICADO

Trimestralmente durante la explotación de la Fase IV recrecida y semestralmente durante el mantenimiento postclausura de las fases I, II y III y posteriormente de la Fase IV recrecida (una vez finalizada su explotación) se realizará la toma de muestras y análisis simplificado de los lixiviados antes del tratamiento.

- i) Los análisis simplificados a realizar en las muestras incluirán los siguientes parámetros:

1. Alcalinidad y dureza	15. Coliformes totales.	29. Níquel
2. Aluminio.	16. Coliformes fecales.	30. Nitratos
3. Amonio.	17. Cromo III	31. Nitritos
4. Antimonio.	18. Cromo VI	32. Nitrógeno total.
5. Arsénico.	19. DQO	33. pH
6. Bario.	20. DBOs	34. Potasio.
7. Boro.	21. Fenoles	35. Plomo
8. Cadmio.	22. Fluoruros	36. Sodio
9. Carbono orgánico total.	23. Fósforo total	37. Sulfatos
10. Cianuros	24. Hierro.	38. Sulfuros
11. Cloruros.	25. Hidrocarburos totales de petróleo.	39. Selenio
12. Cobalto	26. Manganeseo	40. Temperatura
13. Cobre.	27. Mercurio	41. Zinc.
14. Conductividad	28. Molibdeno	

2.1.2 ANÁLISIS COMPLETO

Anualmente durante la fase de explotación y bienalmente durante la fase de mantenimiento postclausura, se realizará un análisis completo de los lixiviados antes del tratamiento, incluyendo los parámetros señalados en el apartado anterior (análisis simplificado) y además los siguientes: AOX, HAP (hidrocarburos aromáticos policíclicos), BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno), compuestos orgánicos volátiles y PCBs.

En el caso de que el valor de AOX de los lixiviados sea superior a 10 mg/l, se analizarán los compuestos orgánicos clorados que determine la Dirección General de Medio Ambiente.

2.1.3 PUNTOS DE CONTROL

Punto	Descripción
LXe	Lixiviado entrada a planta de tratamiento
LX1-2	Lixiviado Fases I y II
LX-3	Lixiviado Fase III
LX-4 (*)	Lixiviado Fase IV

Puntos de control de calidad de lixiviado

2.2 CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES.

La toma de muestras se realizará por entidad independiente acreditada para la inspección ambiental acreditado por ENAC, o por una Entidad de Acreditación firmante de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo establecidos a nivel internacional y el análisis de las muestras será realizado en un laboratorio de ensayo independiente acreditado por ENAC, o por una Entidad de Acreditación firmante de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo establecidos a nivel internacional, en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025, «Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración».

2.2.1 CONTROL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (PIEZÓMETROS).

La instalación está dotada de la red de piezómetros para el control del nivel piezométrico y de la calidad de las aguas subterráneas, cuyos puntos de control son los establecidos en la AAI.

Dado que se han obtenido datos en los piezómetros desde la construcción de las diferentes fases del vertedero hasta la fecha, incluido el blanco ambiental, se llevará a cabo un estudio de la evolución de todos los parámetros analizados mediante tablas y gráficos desde el inicio del seguimiento hasta la notificación de esta Resolución. De aparecer cambios significativos, se analizarán los posibles focos contaminantes y se incluirán recomendaciones orientadas a definir medidas correctoras. Por otra parte, se determinarán valores a partir de los cuales se puede considerar un cambio significativo de la calidad de las aguas (indicadores de evolución) y, en caso de que se superasen, se notificará a la Dirección General de Medio Ambiente.

A. Análisis simplificado.

Trimestralmente para la Fase IV recrecida de explotación y semestralmente durante la de mantenimiento postclausura de las fases I, II y III y, en su caso, posteriormente en la Fase IV recrecida, se realizará la toma de muestras y análisis simplificado de la calidad del agua de los piezómetros de control de aguas subterráneas.

El análisis simplificado incluirá los siguientes parámetros:

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| 1. Alcalinidad y dureza | 15. Coliformes totales. | 29. Níquel |
| 2. Aluminio. | 16. Coliformes fecales. | 30. Nitratos |
| 3. Amonio. | 17. Cromo III | 31. Nitritos |
| 4. Antimonio. | 18. Cromo VI | 32. Nitrógeno total. |

5. Arsénico.	19. DQO	33. pH
6. Bario.	20. DBOs	34. Potasio.
7. Boro.	21. Fenoles	35. Plomo
8. Cadmio.	22. Fluoruros	36. Sodio
9. Carbono orgánico total.	23. Fósforo total	37. Sulfatos
10. Cianuros	24. Hierro.	38. Sulfuros
11. Cloruros.	25. Hidrocarburos totales de petróleo.	39. Selenio
12. Cobalto	26. Manganeseo	40. Temperatura
13. Cobre.	27. Mercurio	41. Zinc.
14. Conductividad	28. Molibdeno	42. AOX (*)

(*) En el caso de que el valor de AOX sea superior a 500 µg/l se analizarán los compuestos orgánicos clorados que determine la Dirección General de Medio Ambiente.

B. Análisis completo.

Anualmente (tanto durante la explotación como durante el mantenimiento postclausura de las distintas fases) se realizará un análisis completo de muestras de todos los piezómetros que incluya los parámetros señalados en el apartado anterior y además los siguientes: HPA (hidrocarburos aromáticos policíclicos), BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno), compuestos orgánicos volátiles y PCB's.

C. Control del nivel freático.

Trimestralmente durante la explotación de la Fase IV recrecida y semestralmente durante la de mantenimiento postclausura de las fases I, II y III, y posteriormente de la Fase IV recrecida, se realizará la medida del nivel freático en los piezómetros.

D. Puntos de control.

Ubicación	Punto	Descripción	Profundidad (m)
Fase I	S-28	Aguas abajo de la Fase I. Aguas arriba de la pantalla de bentonita-cemento	4,8
	S-29	Aguas abajo de la Fase I y de la pantalla de bentonita-cemento.	34,5
	S-30	Aguas abajo de la Fase I y de la pantalla de bentonita-cemento.	50
	S-32	Aguas arriba. Al norte de la Fase I.	19,5
Fase II	S-18	Aguas arriba de la Fase II y de la pantalla de bentonita cemento.	10,5

	S-23	Aguas abajo de la Fase II y de la pantalla de bentonita-cemento.	10
	S-25	Aguas abajo de la Fase II y de la zanja drenante.	10,5
	S-26	Aguas abajo. Al sur de la Fase II.	10,5
Fase III	S-1	Aguas arriba. Junto a oficinas.	17
	S-6	Aguas abajo. Al sureste de la Fase III. Entre la Fase III y S9.	9,2
	S-9	Aguas abajo. Al sureste de la Fase III	6,5
	S-11	Aguas abajo. Al sur de la Fase III y de la Planta de Lixiviados.	25
	S-13	Aguas abajo. Al sur de la Fase III. Junto a los depósitos de lixiviado.	25
	S-14	Aguas abajo. Al oeste de la Fase III.	20
	S-16	Aguas abajo de la zona de motores. Al oeste de la Fase III.	41

Fase IV	S.IV.1	Aguas abajo de los vasos. Entre las Fases III y IV.	14,9
	S.IV.2	Aguas abajo. Al sureste de la Fase IV.	14,5
	S.IV.3	Aguas Abajo. Al sureste de la Fase IV. Intermedio entre el vaso y S.IV.2	15,4
	S.IV.4	Al este de la Fase IV.	29,9
	S.IV.5	Aguas arriba. Al norte de la Fase IV.	41,2

Red de puntos de control de calidad de las aguas (piezómetros)

2.2.2 CONTROL DE LAS AGUAS SUPERFICIALES.

Cada seis meses se llevará a cabo el control aguas superficiales en los cinco puntos señalados por el ACIC siempre que el caudal existente permita una toma de muestras representativa.

Los parámetros que analizar serán los establecidos para el análisis simplificado de las aguas subterráneas.

Puntos de control:

Punto	Descripción
A1	Escorrentía aguas abajo entre las Fases I, II y III
A2	Escorrentía zona aguas abajo de la planta de tratamiento de lixiviados
A3	Escorrentía entre Fase III y IV
A4	Escorrentía aguas abajo Fase IV
A5	Escorrentía aguas abajo de la Fase I

Puntos de control de las aguas superficiales

2.2.3 CONTROL DEL DREN DE SEGURIDAD DE LAS FASES III Y IV.

Se llevará a cabo un control mensual del dren de seguridad de las fases III y IV, cuyo alcance será el establecido para el análisis simplificado de las aguas subterráneas.

Puntos de control:

Matriz	Punto	Descripción
Drenes de seguridad	DREN.III	Dren de seguridad bajo primera capa de impermeabilización de la Fase III.
	DREN.IV	Dren de seguridad bajo primera capa de impermeabilización de la Fase IV

Control del dren de seguridad

2.2.4 CONTROL DE LOS DRENAJES DE AGUAS BLANCAS SUBTERRÁNEAS DE LAS FASES III Y IV.

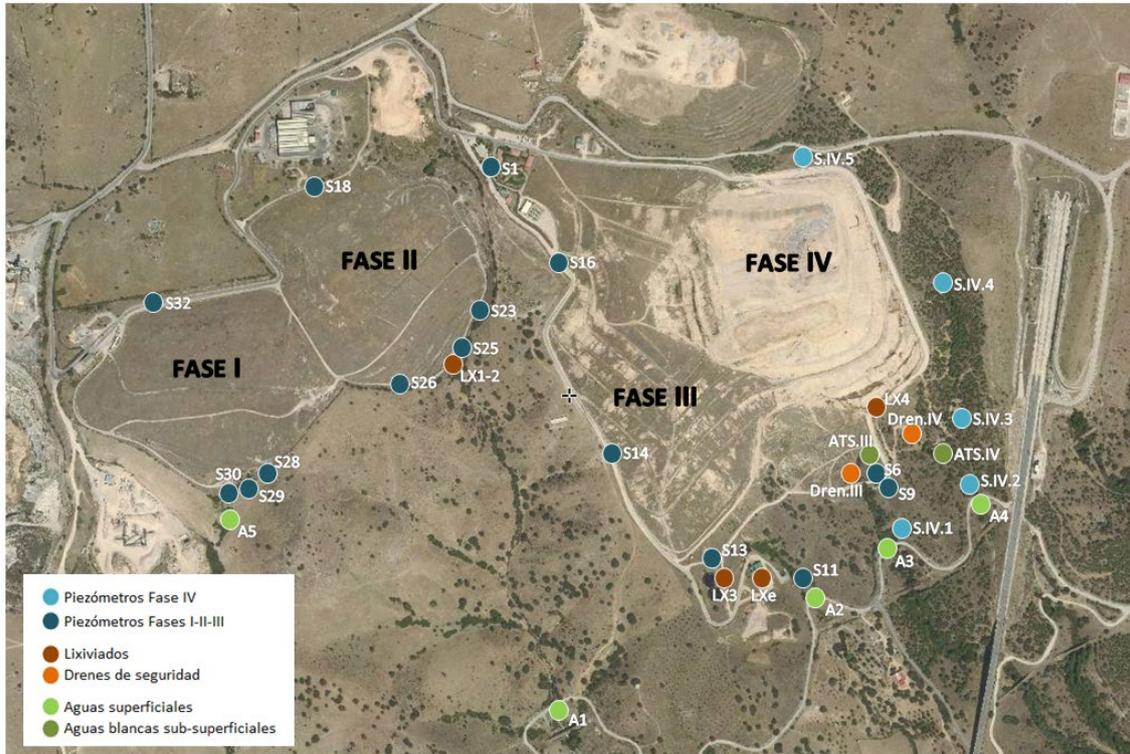
Se incluirá un control trimestral de las tuberías de salida de los drenajes subterráneos de aguas blancas que se recogen bajo la impermeabilización de las fases III y IV. El alcance de las analíticas será el establecido para el análisis completo de las aguas subterráneas.

Puntos de control:

Matriz	Ubicación	Punto	Descripción
Aguas blancas subterráneas	Fase III	ATS.III	Tubo de drenaje de las aguas blancas sub-superficiales que discurren bajo la impermeabilización de la Fase III
	Fase IV	ATS.IV	Tubo de drenaje de las aguas blancas sub-superficiales que discurren bajo la impermeabilización de la Fase IV

Puntos de control de los drenajes de aguas blancas subterráneas

2.2.5 DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE LA RED DE CONTROL.



Localización de los puntos de la red de control de calidad de aguas

2.3 RECOPIACIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS.

La instalación cuenta con una estación meteorológica situada dentro de su propio recinto.

Los controles y registros que se realizarán diariamente durante la fase de explotación y de control post-clausura son:

- Volumen de precipitación.
- Temperatura ambiente (mínima y máxima, 14:00 h y HCE).
- Dirección y velocidad del viento dominante.
- Evaporación.
- Humedad atmosférica (14:00 h). Este parámetro determinará la necesidad de riego de viales de tierra si el valor se encuentra por debajo del 70%.

2.4 BALANCE HÍDRICO DEL VERTEDERO.

Anualmente se realizará un balance hídrico del vertedero para el cual se emplearán datos de caudal de lixiviados registrados y datos meteorológicos registrados en la estación meteorológica de la instalación y los planes topográficos de cambios que se produzcan en la superficie del vertedero (zonas selladas, zonas de vertido, etc.).

En el caso de las superficies aun no explotadas del vaso de vertido en explotación se detallarán en el plano y se indicará si existen sistemas temporales de recogida de pluviales limpias o por el contrario las pluviales de esta zona se incorporan al sistema de recogida de lixiviados del vertedero.

Se adjuntará foto aérea en la que se indiquen superficies selladas del vertedero y superficies del vertedero cubiertas únicamente con tierra, superficies en explotación, etc.

2.5 REVISIÓN DEL PLAN DE SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS.

Cada tres años se procederá a la revisión, en función de los datos históricos, de los niveles a los cuales se puede considerar un cambio significativo en la calidad de las aguas (indicadores de evolución).

A la hora de establecer los Indicadores de Evolución:

1. Para aquellos parámetros en los que se hayan definido Estándares de Referencia, se emplearán como indicadores dichos estándares normativos de calidad ambiental.
2. Para aquellos parámetros de los que no se disponga de estos estándares, se empleará la fórmula establecida por el ACIC en el escrito ref. 10/168412.9/15 de 31/08/2015.

$$I.E. = X_{\max} + [X_{\max} * 0,2]$$

Siendo X_{\max} el valor máximo de una serie de datos para un determinado parámetro (previa eliminación de valores atípicos).

Por lo tanto, para estos parámetros en concreto, se empleará el valor máximo de la serie histórica de resultados analíticos, previo filtrado de aquellos valores considerados como atípicos, más un incremento del 20%.

Diagrama de actuación en caso de detectarse incrementos significativos aguas debajo de la instalación:

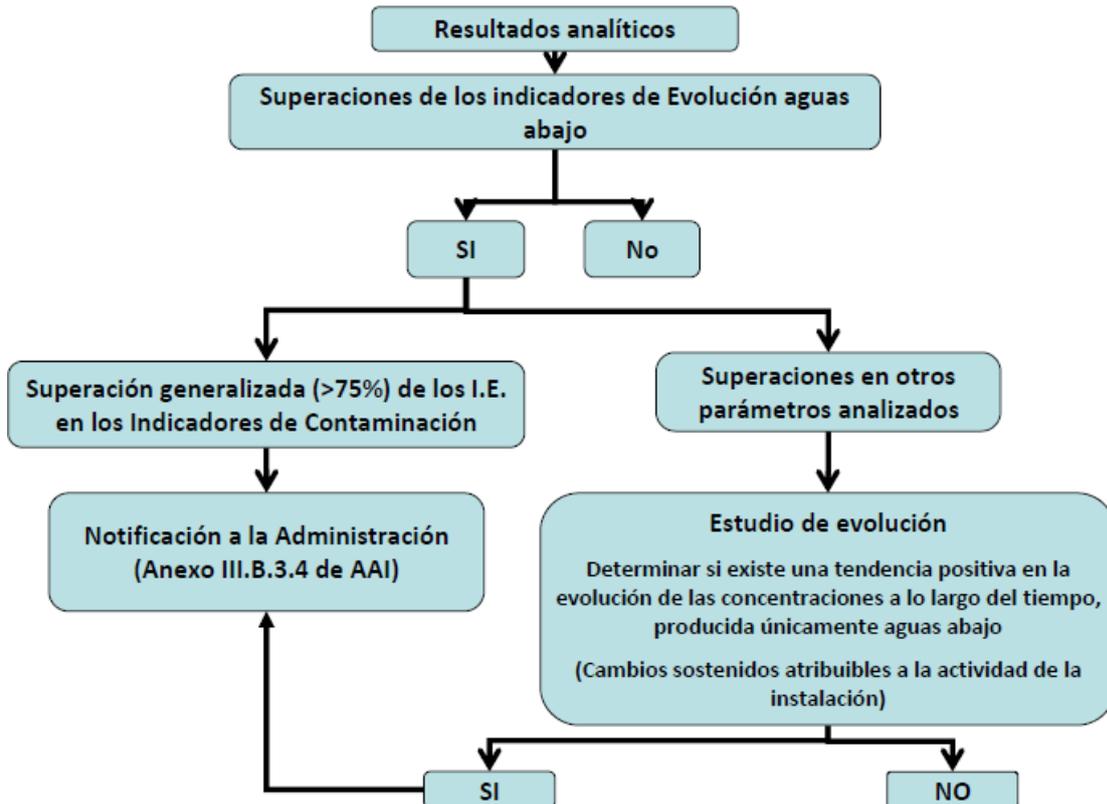


Diagrama de bloques del sistema de actuación de vigilancia de calidad de las aguas

3. CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA E INMISIÓN

3.1 CONTROL DE LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS.

3.1.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS FOCOS.

Los focos por controlar dentro de la instalación son:

Id Foco	CAPCA	
	Grupo	Código
Foco 1: Motogenerador nº 1	B	09 04 01 04
Foco2: Motogenerador nº 2	B	09 04 01 04
Foco 3: Motogenerador nº 3	B	09 04 01 04

Tabla de focos APCA por controlar

3.1.2 PARÁMETROS QUE CONTROLAR Y PERIODICIDAD.

Se realizará un control de los focos de emisión con periodicidad **bienal** y siempre a través de organismo acreditado para las labores de inspección medioambiental en el campo de atmósfera por ENAC (o por una Entidad de Acreditación firmante de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación).

Dicho control incluirá los siguientes parámetros:

IDENTIFICACIÓN DEL FOCO	PARÁMETRO	PERIODICIDAD
Foco 1: motogenerador	Monóxido de carbono (CO)	PERIÓDICO BIENAL (3 medidas de una hora a lo largo de un día)
Foco 2: motogenerador	Óxidos de nitrógeno (NOx)	
Foco 3: motogenerador	Dióxido de azufre (SO ₂)	
Foco 3: motogenerador	Compuestos orgánicos volátiles no metánicos	

Tabla de sustancias de control en los focos atmosféricos y periodicidad

Si fuera necesario el análisis de algún parámetro en un laboratorio permanente, este será realizado por un Laboratorio de Ensayo acreditado por ENAC o por una entidad de acreditación firmante de los acuerdos de reconocimiento mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación en la norma UNE EN ISO/IEC 17025 en el ámbito “*emisiones de fuentes estacionarias*”.

No obstante, lo indicado en el apartado anterior, en aquellos focos que se prevea que dentro del año natural vayan a emitir menos del 5% del funcionamiento total anual, se podrá prescindir de la medición de sus emisiones.

3.1.3 VALORES LÍMITE DE EMISIÓN.

Se cumplirán los siguientes valores límite de emisión (VLE) en los focos de emisión de gases, como valores medios diarios expresados en condiciones normales de presión y temperatura del gas seco (101'3 kPa, 273'15 K), referidos a un porcentaje de oxígeno del 5 %.

Identificación del foco	PARÁMETRO	VLE
Foco 1: Motogenerador nº 1	Monóxido de carbono (CO)	1.500 (mg /Nm ³)
	Óxidos de nitrógeno (expresados como NO ₂)	1.500 (mg/Nm ³)
Foco2: Motogenerador nº 2	Dióxido de azufre (expresados como SO ₂)	350 (mg/Nm ³)
Foco 3: Motogenerador nº 3	Compuestos orgánicos volátiles no metánicos (expresados como Carbono Orgánico Total)	150 (mg C/Nm ³)

Tabla de valores límite de emisión a la atmósfera

3.2 CONTROL DE INMISIONES DE GASES EN EL VERTEDERO.

3.2.1 ALCANCE DE LOS CONTROLES.

Se realizará un control de los de inmisión con periodicidad semestral a través de organismo acreditado para las labores de inspección medioambiental en el campo "aire ambiente" por ENAC (o por una Entidad de Acreditación firmante de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación). Dicho control incluirá los siguientes parámetros:

PARÁMETROS
CH ₄
SH ₂
NH ₃

Tabla de parámetros de control de inmisiones de gases con efecto invernadero

La duración de la campana de medida será de 4 días, obteniendo 3 muestras de 24 horas de duración en cada ubicación y para cada parámetro.

Para aquellos parámetros que requieran análisis en laboratorio de ensayo permanente, los ensayos se realizarán por laboratorios de ensayo acreditados por ENAC o por una entidad de acreditación firmante de los acuerdos de reconocimiento mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación, en la norma UNE-EN 17025 en el ámbito "aire ambiente".

3.3 RED DE PUNTOS DE CONTROL.

El citado control de inmisión aire se realizará en los ocho puntos establecidos en la AAI:

Punto	Descripción
1	Cercano a la entrada de las instalaciones
2	Al sur de la Fase II
5	Al norte de la Fase II
6	Al sur de la Fase III
9	Al norte de la Fase III, junto a la Fase IV
12	Entre las Fases II y III
IV.1	Al noreste de la Fase IV
IV.2	Al sur de la Fase IV

Puntos de control de inmisión atmosférica



Localización de los puntos de control de inmisión atmosférica

3.3.1 VALORES LÍMITE.

De acuerdo con el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire se establece el siguiente valor de referencia para la concentración de inmisión de ácido sulfhídrico (SH₂):

PARÁMETRO	VALOR DE REFERENCIA	PERIODO REFERENCIA	DE
SH ₂	40 µg/m ³	Media en 24 horas	

Tabla del valor de referencia de control de SH₂

La superación de este valor implicara la adopción de medidas complementarias para reducir las emisiones de este compuesto.

4. CONTROL DEL BIOGÁS A ANTORCHA.

La antorcha de combustión de biogás será un sistema de emergencia, y solo funcionará cuando los motogeneradores estén fuera de servicio o exista excedente de biogás.

4.1 ALCANCE ANALÍTICO Y PERIODICIDAD.

Se llevará a cabo un control anual de la concentración de ácido sulfhídrico y compuestos orgánicos de azufre (expresado como azufre total) en el biogás.

4.1.1 VALORES LÍMITE.

Respecto al contenido de azufre (sulfuro de hidrógeno y compuestos orgánicos de azufre) del biogás que se envía a la antorcha se establecerá como valor de referencia 50 ppm. En el caso de que este valor sea superior, se instalará una medida correctora, previa a la antorcha, que garantice valores por debajo de esta concentración o bien se valorarán otras soluciones alternativas dirigidas a minimizar las emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera.

5. CONTROL DE LA MORFOLOGÍA DEL VERTEDERO.

5.1 CONTROLES Y PERIODICIDAD.

5.1.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Anualmente durante la fase de explotación del vertedero, se controlará la estructura y composición de cada fase, determinando, mediante levantamiento topográfico, la superficie ocupada por los residuos y el volumen y composición de estos y calculando la capacidad restante de depósito que queda disponible en el vertedero.

5.1.2 CONTROL DE ASENTAMIENTOS, SUBSIDENCIAS Y MOVIMIENTOS HORIZONTALES.

Trimestralmente durante la fase de explotación y semestralmente durante la fase de mantenimiento postclausura del vertedero, se controlarán los potenciales asentamientos, subsidencias y movimientos horizontales de la masa de residuos depositada, o, en su caso, la capa de sellado, mediante señalizaciones topográficas instaladas con esta finalidad.

5.1.3 INSPECCIÓN PARA LA DETECCIÓN DE GRIETAS, HUNDIMIENTOS Y EROSIONES EN LA CAPA DE SELLADO

Mensualmente durante la fase de explotación y trimestralmente durante la fase de mantenimiento postclausura del vertedero se realizará una inspección para la detección de grietas, hundimientos y erosiones en la capa de sellado. Los resultados de los controles serán registrados e incluidos en el informe de control de la instalación.

6. CONTROL DE VERTIDO A CAUCE.

Se mantendrá la autorización de vertido a cauce del efluente de salida de la depuradora de aseo y aguas sanitarias (incluida en la AAI del centro) concedida por la Confederación Hidrográfica del Tajo el 8 de julio de 2008, siendo actualizada posteriormente el 14 de agosto de 2014 (N/Ref. 165.539/06 INY, S/Ref. ACIC-M0-AAI-5018/14).

6.1 PROGRAMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO.

Según lo establecido en la AAI vigente de la explotación, se realizarán las siguientes actuaciones:

6.1.1 DECLARACIÓN ANUAL DE VERTIDO (INSPECCIÓN).

Declaración que acredite los parámetros y condiciones de vertido, certificados por una Entidad Colaboradora, según lo definido en el artículo 255 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico y la Orden MAM/985/2000, de 23 de marzo, y de acuerdo con el Protocolo de Inspección de Vertidos de aguas residuales destinado a las Entidades Colaboradoras de la Administración Hidráulica, aprobado por el Ministerio responsable de Medio Ambiente.

La declaración incluirá:

- Toma de muestras y análisis del efluente: se tomará una muestra al año, coincidiendo con época del año significativa de la actividad, sobre la que se determinarán los siguientes parámetros:
 1. Sólidos en suspensión
 2. DBO₅
 3. DQO
- Estimación de los caudales vertidos.
- Datos disponibles sobre la gestión de los fangos.

- Incidencias significativas o circunstancias inusuales de explotación observadas durante la toma de muestras, que pudieran afectar al cumplimiento de las condiciones de esta autorización y, en particular, a la calidad del vertido.

6.1.2 MEMORIA ANUAL DE FUNCIONAMIENTO.

Se remitirá en el primer trimestre de cada año un resumen de los datos de seguimiento y explotación de las instalaciones de tratamiento.

Las incidencias se comunicarán de forma inmediata, indicando las actuaciones y medidas que se pongan en práctica.

6.2 CAUDALES Y VALORES LÍMITE DE EMISIÓN

En la autorización de vertido concedida por la CHT, se establecen los siguientes parámetros:

6.2.1 CAUDALES AUTORIZADOS:

- Caudal medio diario: 6 m³/día
- Volumen máximo anual: 2.190 m³/año

6.2.2 LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIÓN.

Las características de emisión del vertido serán tales que resulten adecuadas para el cumplimiento de las normas de calidad ambiental del medio receptor. En todo caso, se cumplirán los siguientes límites máximos de emisión:

- Sólidos en suspensión ≤ 35 mg/l
- DBO₅ ≤ 25 mg/l
- DQO ≤ 125 mg/l

7. PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS OLORES

7.1 CONTROL DE OLORES

En tanto los olores no estén regulados por normativa específica, el marco de referencia será el recogido en el documento *H4 Odour Management* publicado en marzo de 2011 por la Agencia de Medio Ambiente de Reino Unido para “instalaciones de tratamiento de residuos o deposición en vertederos que involucren restos biológicos”. En dicho documento se establecen determinados valores de unidades de olor que resultan ofensivas para el ser humano en función de la fuente, teniendo en

cuenta que determinados olores resultan más lesivos que otros incluso aunque su intensidad sea menos elevada.

El valor límite de referencia será, para las zonas habitadas del entorno, de **1,5 uo_E/m³**.

Se realizarán controles de olores con la periodicidad que estipule la Modificación Sustancial de Autorización Ambiental Integrada resultante de este procedimiento en curso.

Los controles de olores serán realizados por un organismo acreditado por ENAC, o cualquier otra Entidad firmante de los Acuerdos de reconocimiento mutuo establecidos a nivel internacional entre entidades de acreditación, para las labores de inspección medioambiental y por laboratorio de ensayo acreditado.

Los resultados del control de olores se adjuntarán al informe anual del Plan de Control y Seguimiento de la calidad atmosférica.

7.2 COORDINACIÓN CON LAS ADMINISTRACIONES LOCALES

Se establecerá un convenio entre la Mancomunidad del Noroeste y las administraciones locales de Colmenar Viejo y Tres Cantos para desarrollar un protocolo de prevención del riesgo de olores, así como unos sistemas de información y de intervención.

8. PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LOS VOLADOS

8.1 CONTROL DE VOLADOS

Se realizará un seguimiento y control de la recogida de volados.

La vigilancia y actuación se extenderá fuera de las instalaciones en caso de que sean detectados volados en la vegetación y parcelas exteriores. Se distinguirán las actuaciones realizadas en el exterior de las del interior de la explotación.

8.2 INFORME ANUAL

Se elaborará un informe anual de volados en el que se reflejen los datos recogidos durante el control, como la ubicación de las principales concentraciones de volados, pesaje, personal y medios asignados, y horas de trabajo aplicadas. Así mismo, se archivarán las condiciones atmosféricas resultantes de los episodios de actuación por viento, con las direcciones dominantes de vientos y la duración de cada episodio, obtenidos de la estación meteorológica de las instalaciones.

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL

CÓDIGO	RESUMEN	MEDICION	PRECIO	TOTAL
CAPÍTULO C00 PRESUPUESTO DEL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL VASO IV				
01	ud COSTE ANUAL PLAN SEGUIMIENTO Y CONTROL LIXIVIADOS Coste anual del plan del seguimiento y control de lixiviados			
		1,00	5.000,00	5.000,00
02	ud COSTE ANUAL PLAN SEGUIM. Y CONTROL AGUAS SUPERF. Y SUBTERR. Coste anual del plan del seguimiento y control de aguas superficiales y subterráneas			
		1,00	4.000,00	4.000,00
03	ud COSTE ANUAL CONTROL METEOROLOGICO Y BALANCE HIDRICO Coste anual del control meteorológico y del balance hídrico			
		1,00	2.000,00	2.000,00
04	ud COSTE ANUAL CONTROL EMISIONES ATMOSFERICAS E INMISION Coste anual del control del emisiones atmosféricas e inmisión			
		1,00	5.000,00	5.000,00
05	ud COSTE ANUAL CONTROL CONTENIDO AZUFRE EN BIOGÁS Coste anual del control del del contenido en azufre en el biogás			
		1,00	2.500,00	2.500,00
06	ud COSTE ANUAL CONTROL MORFOLOGICO INSTALACION Coste anual del control morfológico de la intalacion			
		1,00	3.000,00	3.000,00
07	ud COSTE ANUAL CONTROL VERTIDO AUTORIZADO A CAUCE Coste anual del control del vertido autorizado a cauce			
		1,00	2.500,00	2.500,00
08	ud COSTE ANUAL CONTROL OLORES Coste anual del control de olores			
		1,00	12.000,00	12.000,00
09	ud COSTE ANUAL CONTROL VOLADOS Coste anual del control de volados			
		1,00	1.800,00	1.800,00
TOTAL CAPÍTULO C00 PRESUPUESTO DEL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL VASO IV..				37.800,00

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAP.	RESUMEN	EUROS
C00	PRESUPUESTO DEL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL VASO IV.....	37.800,00
TOTAL PRESUPUESTO VIGILANCIA AMBIENTAL		37.800,00

Asciede el presupuesto del Plan de Vigilancia Ambiental a la expresada cantidad de TREINTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS EUROS

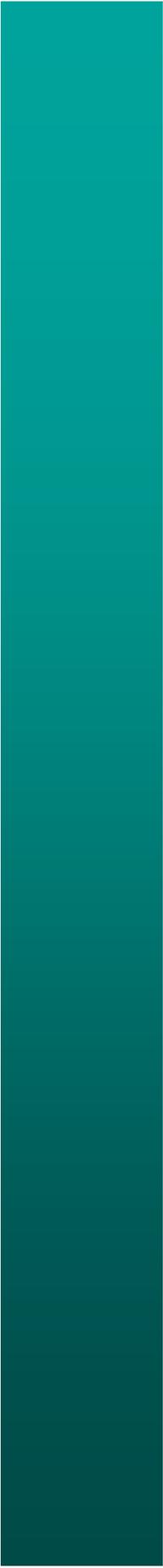
MADRID, ENERO 2020

EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO



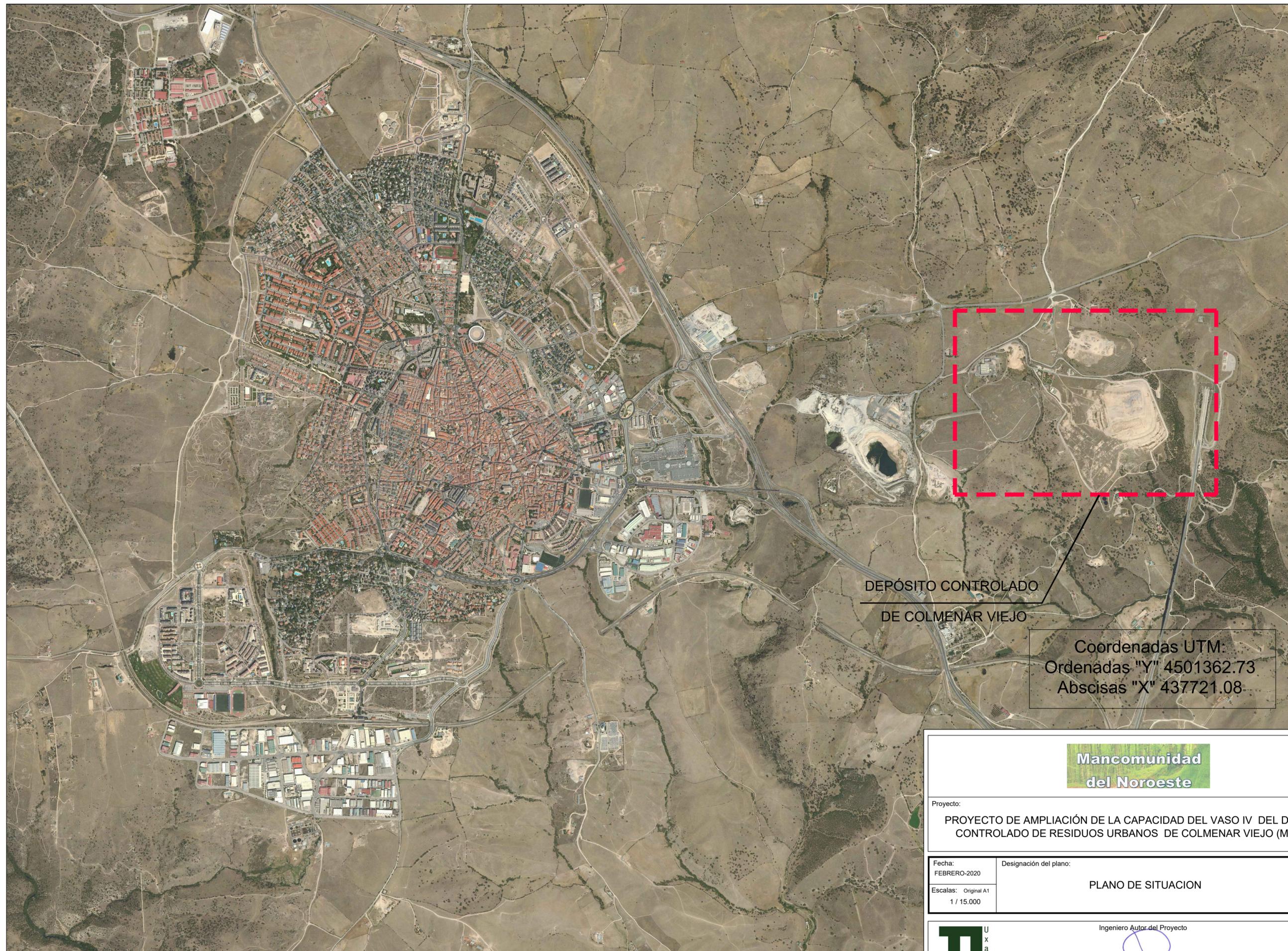
Fdo.: LUIS FCO. PLAZA BELTRAN

Nº COL: 12.830



**Mancomunidad
del Noroeste**

DOCUMENTO N°2: PLANOS



DEPÓSITO CONTROLADO
DE COLMENAR VIEJO

Coordenadas UTM:
Ordenadas "Y" 4501362.73
Abcisisas "X" 437721.08

**Mancomunidad
del Noroeste**

Proyecto:
PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL VASO IV DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE RESIDUOS URBANOS DE COLMENAR VIEJO (MADRID)

Fecha: FEBRERO-2020	Designación del plano: PLANO DE SITUACION	PLANO Nº 1
Escalas: Original A1 1 / 15.000		



Ingeniero Autor del Proyecto


Fdo: Luis F. Plaza Beltrán



Bases

Punto	X	Y	Z
GI-ALIX	438757.929	4501457.808	878.230
GI-0	438758.749	4501496.449	877.700
GI-1	438498.332	4501758.002	865.510
GI-2	438435.992	4501724.562	868.740
GI-3	438416.542	4501742.902	869.890
GI-4	439203.666	4501366.804	814.600
GI-5	439091.920	4501661.496	838.550
GI-6	438938.840	4501695.227	840.800
GI-7	439183.476	4501336.294	812.930
STA-01	438842.831	4501711.088	848.280
STA-1001	439150.418	4501527.915	835.820
STA-1002	439187.987	4501440.374	826.800
STA-1003	439206.766	4501359.444	816.420
STA-2006	439108.636	4501282.525	814.030

Enlace a las Estaciones Permanente de EL MOLAR, GUADARRAMA, MER2 e IGNE.
 Modelo Geoid EGM2008 - REDNAP
 Sistema de Referencia ETRS-89
 Sistema de Representación en Proyección UTM Huso 30
 Equidistancia de curvas de nivel 1 m

Simbolo	Relieve y vegetación
	Curvas de nivel normales
	Curva de nivel maestras
	Cabeza de talud
	Pie de talud
	Ruption intermedia en talud
	Base de replanteo
	Punto topográfico
	Punto singular con cota

Simbolo	Viales e infraestructura
	Vial asfaltado
	Vial en tierras/camino
	Almbrada
	Muro de contención
	Bordillo y/o acera
	Vial-solera de hormigón
	Edificación

Simbolo	Pluviales
	Fondo cuneta de hormigón
	Borde exterior de la cuneta de hormigón
	Tubo bajo vial
	Pozo de pluviales
	Piezometro de control (cota tapa)

Simbolo	Lixiviados
	Arqueta/lave de lixiviados

Simbolo	Electricidad
	Torre metálica electricidad
	Armario de luz

Simbolo	Biogas
	Pozo captación de Biogas



Mancomunidad del Noroeste

Proyecto: **PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL VASO IV. DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE RESIDUOS URBANOS DE COLMENAR VIEJO (MADRID)**

Fecha: FEBRERO-2020	Designación del plano:	PLANO Nº
Escalas: Original A1 1/1500	PLANO DE APERTURA	02

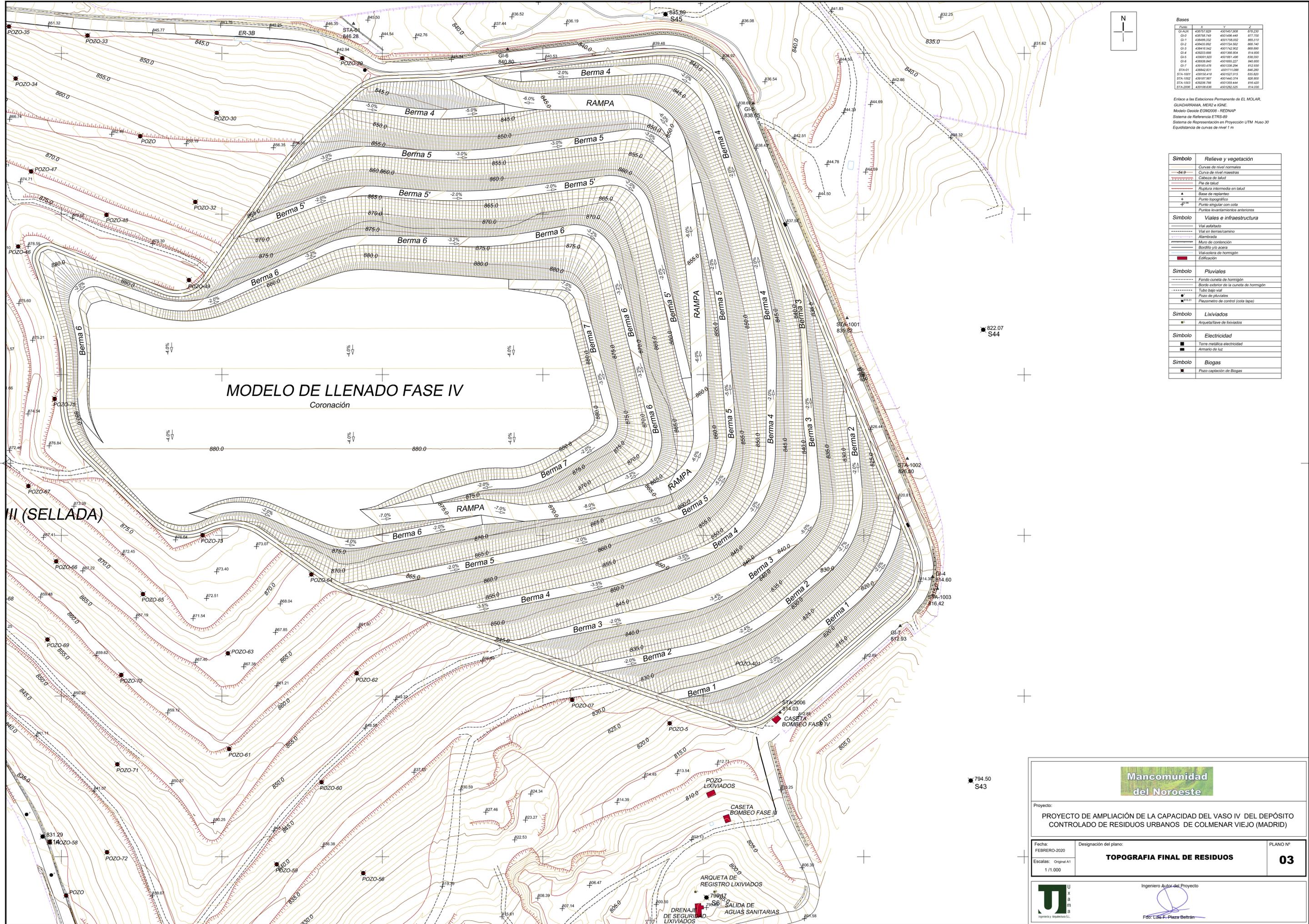


Ingeniería y Arquitectura S.L.

Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo: Luis F. Plaza Beltrán



Punto	x	y	z
GI-AUX	43875.629	4501457.208	879.230
GI-1	43876.749	4501468.448	877.700
GI-2	43849.332	4501758.002	855.510
GI-3	43845.902	4501724.562	869.740
GI-4	438416.542	4501742.902	869.880
GI-5	43903.668	4501764.804	874.000
GI-6	43909.620	4501681.498	838.560
GI-7	43898.840	4501695.227	840.800
GI-8	43914.478	4501633.294	872.830
STA-01	43882.831	4501711.088	846.280
STA-1001	43910.618	4501623.915	825.600
STA-1002	43917.887	4501440.374	828.800
STA-1003	43926.798	4501359.444	816.420
STA-2006	43928.658	4501522.525	814.030

Enlace a las Estaciones Permanente de EL MOLAR, GUADARRAMA, MERZ e IGNE. Modelo Geode ECOM008 - REDNAP. Sistema de Referencia ETRS-89. Sistema de Representación en Proyección UTM Huso 30. Equidistancia de curvas de nivel 1 m

Simbolo	Relieve y vegetación
—	Curvas de nivel normales
—	Curva de nivel maestra
—	Cabeza de talud
—	Pie de talud
—	Placeta intermedia en talud
—	Base de replanteo
+	Punto topográfico
+	Punto singular con cota
+	Puntos levantados anteriores
Simbolo	Viales e infraestructura
—	Vial asfaltado
—	Vial en terracamino
—	Almadraba
—	Muro de contención
—	Bordillo y/o acera
—	Vial-calle de hormigón
—	Edificación
Simbolo	Pluviales
—	Fondo cuneta de hormigón
—	Borde exterior de la cuneta de hormigón
—	Tubo bajo vial
—	Pozo de pluviales
—	Piezómetro de control (cota tapa)
Simbolo	Lixiviados
—	Arqueta/llave de lixiviados
Simbolo	Electricidad
—	Torre metálica electricidad
—	Arreglo de luz
Simbolo	Biogas
—	Pozo captación de Biogas



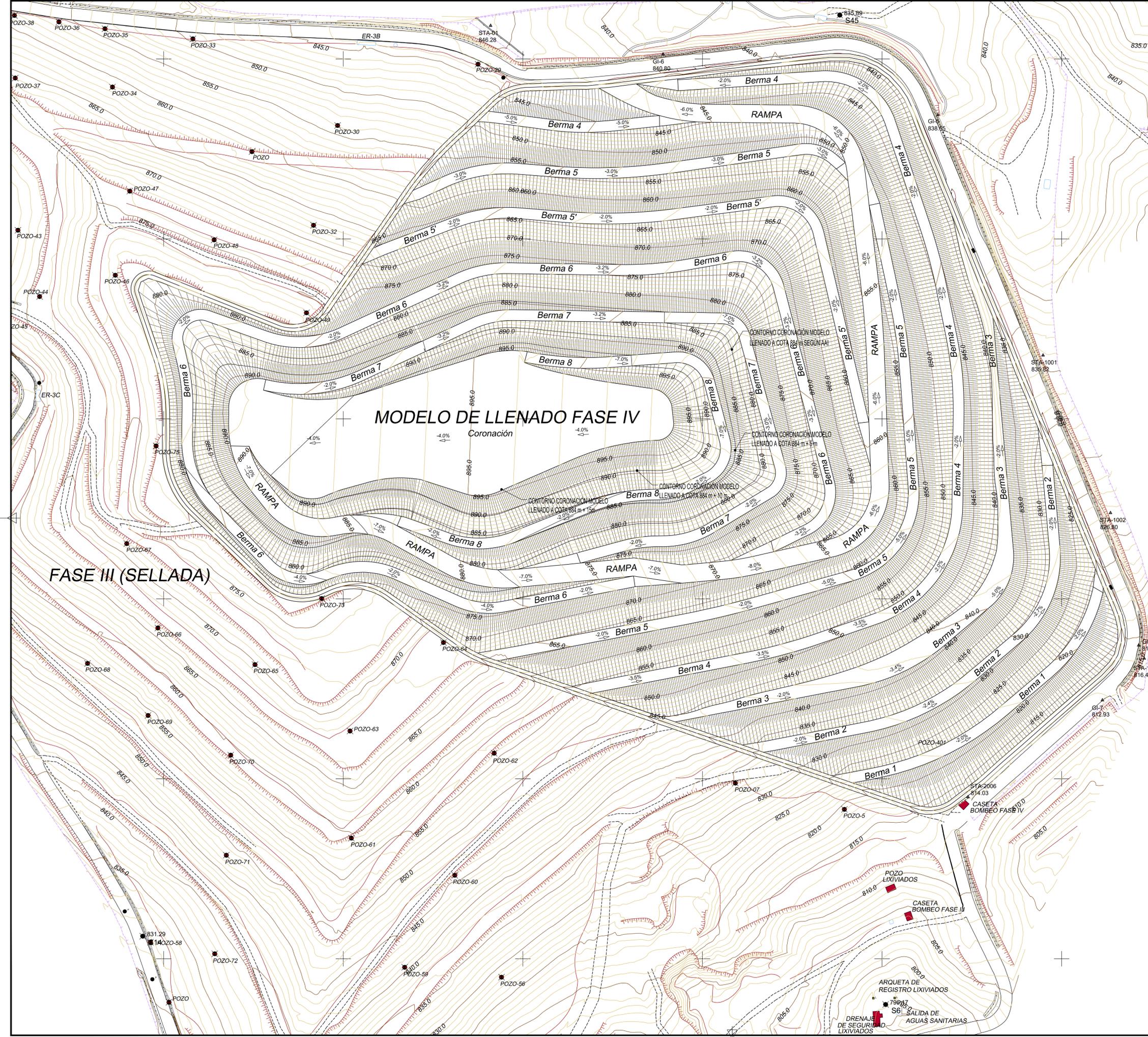
Mancomunidad del Noroeste

Proyecto: **PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL VASO IV. DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE RESIDUOS URBANOS DE COLMENAR VIEJO (MADRID)**

Fecha: FEBRERO-2020 Designación del plano: **TOPOGRAFIA FINAL DE RESIDUOS** PLANO Nº **03**

Escala: Original A1 1/1.000



Bases

Punto	X	Y	Z
GAUX	43873.529	4501457.808	878.230
GI-0	43893.819	4501488.449	877.740
GI-1	43849.332	4501758.002	885.510
GI-2	43843.992	4501724.562	888.740
GI-3	43846.542	4501742.902	889.890
GI-4	43820.686	4501386.804	874.600
GI-5	43809.630	4501691.996	888.500
GI-6	43838.840	4501695.227	845.800
GI-7	43916.476	4501386.294	872.900
STA-01	43882.251	4501711.088	886.390
STA-1001	43970.418	4501527.915	835.820
STA-1002	43917.587	4501440.374	826.800
STA-1003	43926.768	4501358.444	816.420
STA-2006	43918.630	4501282.325	814.030

Estación # en Estaciones Permanente de EL MCLAR.
 CUADRAMA MERQ # ICNE
 Modelo Geod. EGMO08 - REDNAP
 Sistema de Referencia ETRS89
 Sistema de Representación y Proyección UTM Huso 30
 Equivalencia de curvas de nivel 1 m

Simbolo	Relieve y vegetación
—54 p	Curvas de nivel normales
—	Curva de nivel manuscrita
TTTTTTTTTT	Cabeza de talud
—	Pie de talud
—	Ruptura intermedia en talud
▲	Base de replanteo
+	Punto topográfico
⊕	Punto singular con cota
⊕	Puntos levantamientos anteriores
Simbolo Viales e infraestructura	
—	Vial asfaltado
—	Vial en tierra/camino
—	Alameda
—	Muro de contención
—	Bordillo y/o acera
—	Vial-solera de hormigón
—	Edificación
Simbolo Pluviales	
—	Fondo cuneta de hormigón
—	Borde exterior de la cuneta de hormigón
—	Tubo bajo vial
●	Pozo de pluviales
■	Placometo de control (cota tapa)
Simbolo Lixiviados	
■	Arqueta/fleje de lixiviados
Simbolo Electricidad	
■	Torre metálica electricidad
■	Armatario de luz
Simbolo Biogas	
■	Pozo captación de Biogas

FASE III (SELLADA)

MODELO DE LLENADO FASE IV
 Coronación

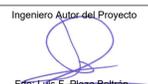


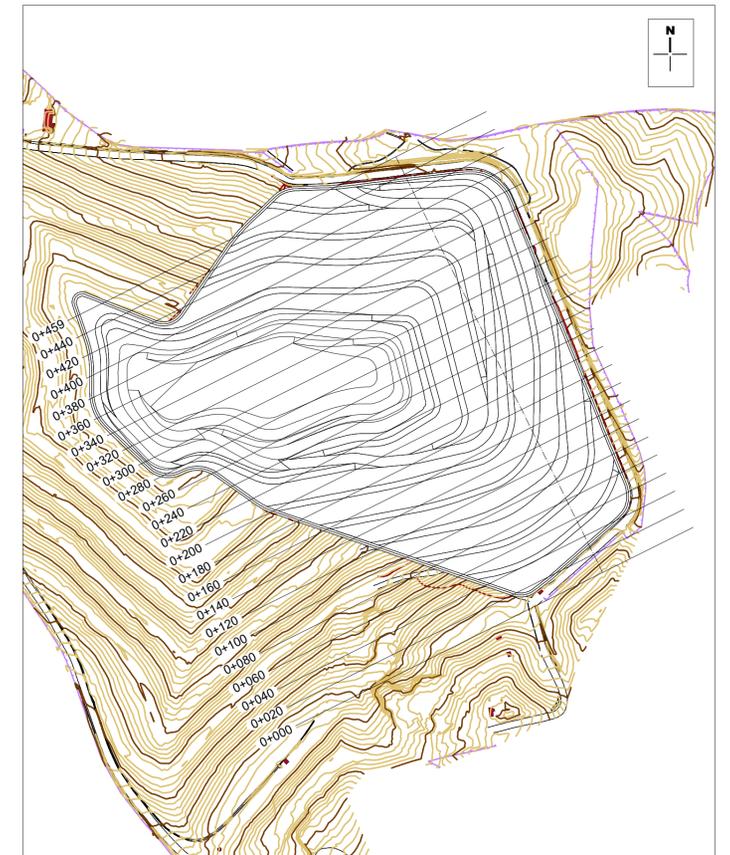
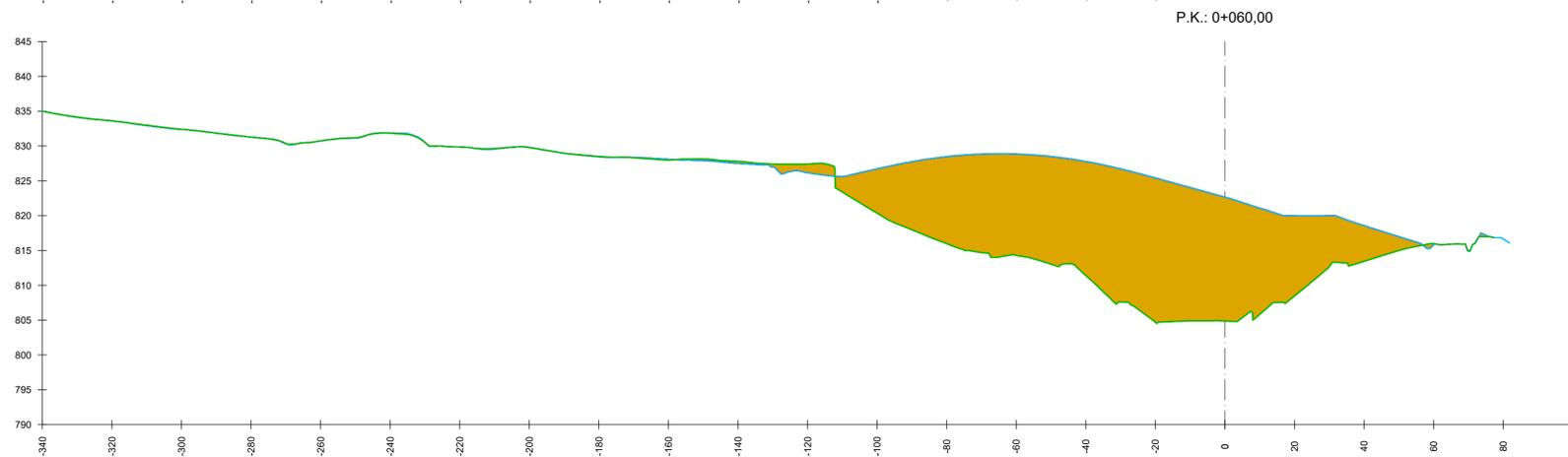
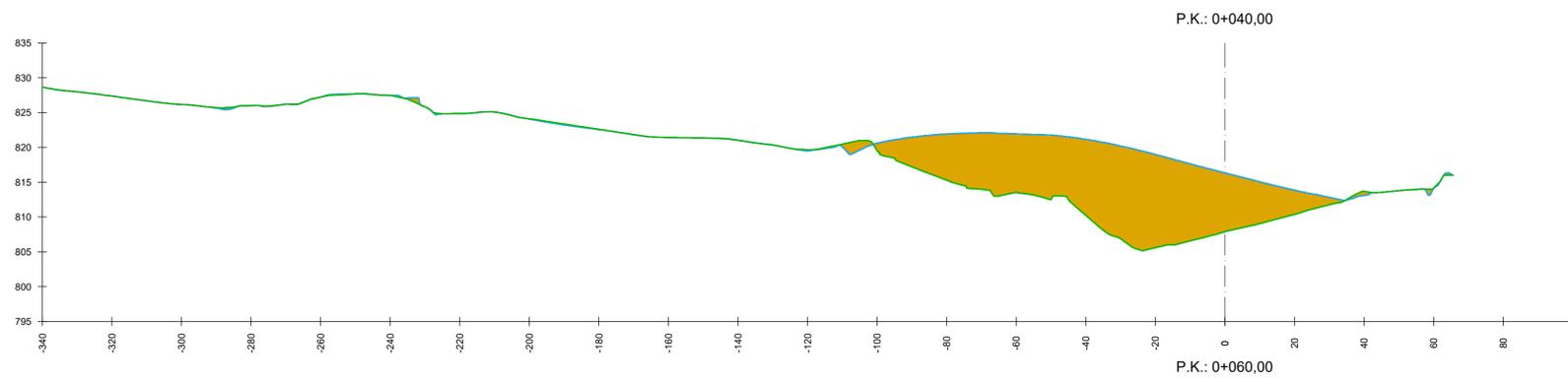
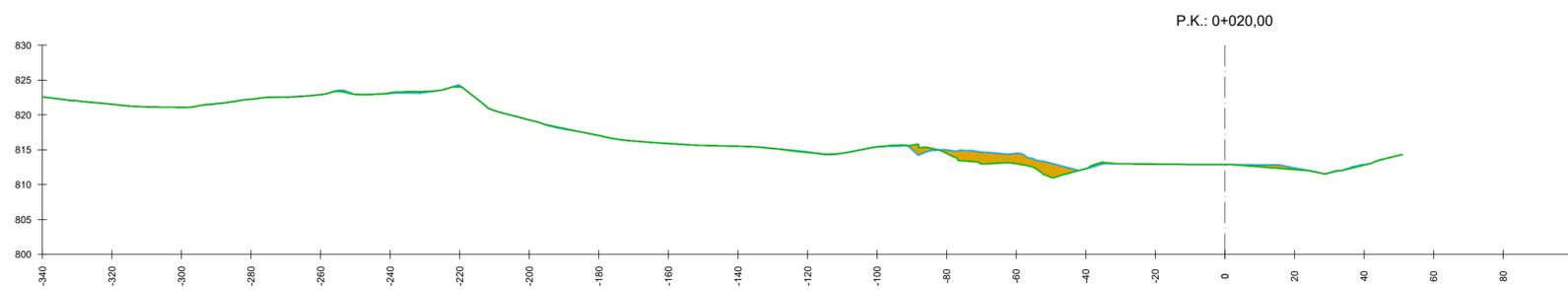
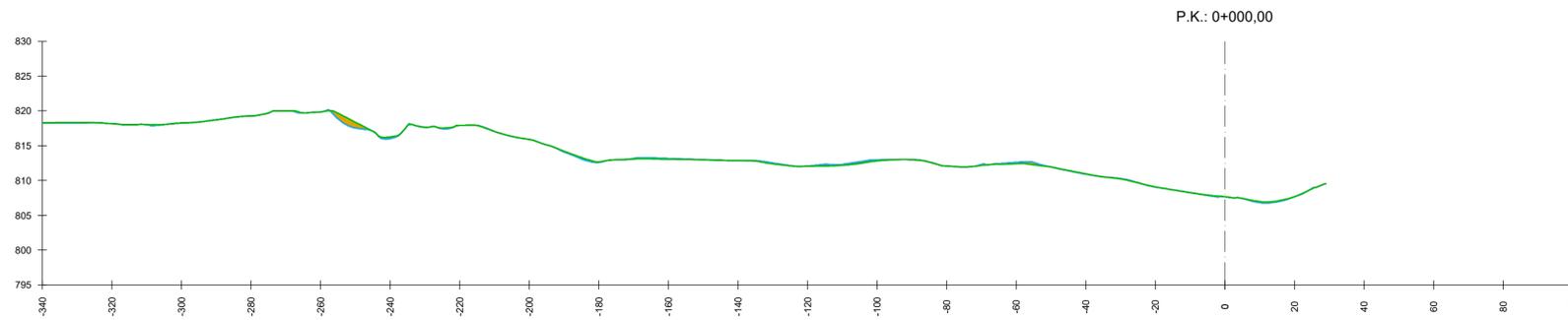
Mancomunidad del Noroeste

Proyecto: **PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL VASO IV. DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE RESIDUOS URBANOS DE COLMENAR VIEJO (MADRID)**

Fecha: FEBRERO-2020	Designación del plano:	PLANO Nº
Escala: Original A1 1 / 1.000	PROPUESTA RECRECIDO	4



Ingeniero Autor del Proyecto

 Fdo: Luis F. Plaza Beltrán



- TERRENO ACTUAL
- TERRENO FINAL RESIDUOS
- TERRENO RECRECIDO
- VOLUMEN RECRECIDO
- TERREPLEN



Mancomunidad del Noroeste

Proyecto:
PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL VASO IV. DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE RESIDUOS URBANOS DE COLMENAR VIEJO (MADRID)

Fecha: FEBRERO-2020	Designación del plano: APERTURA FASE 4. PERFILES TRANSVERSALES	PLANO Nº 5 hoja 1 de 8
Escala: Original A1 V: 1 / 200 H: 1 / 1.000		



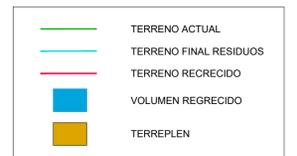
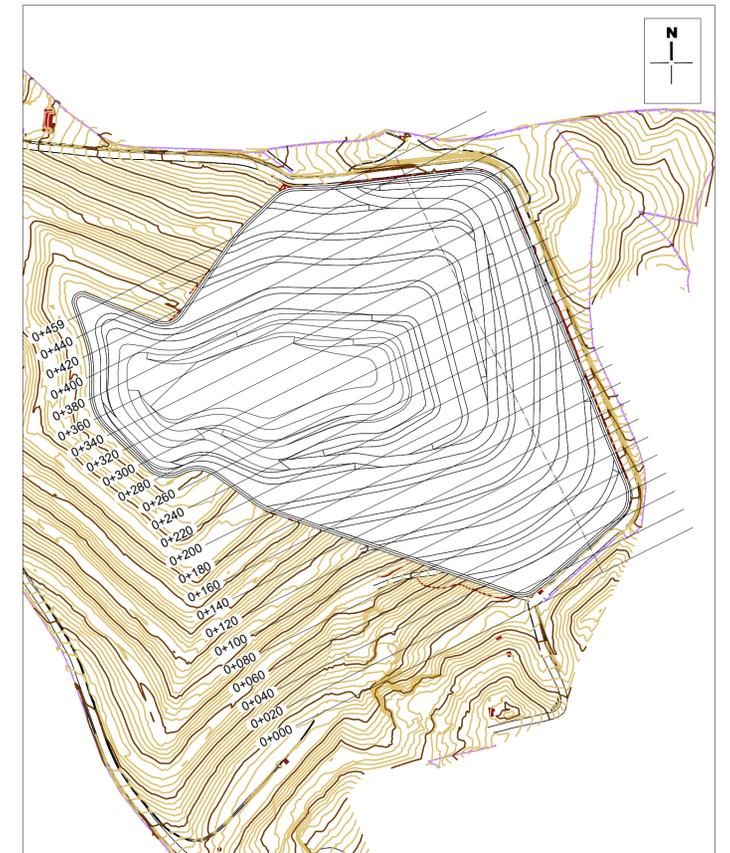
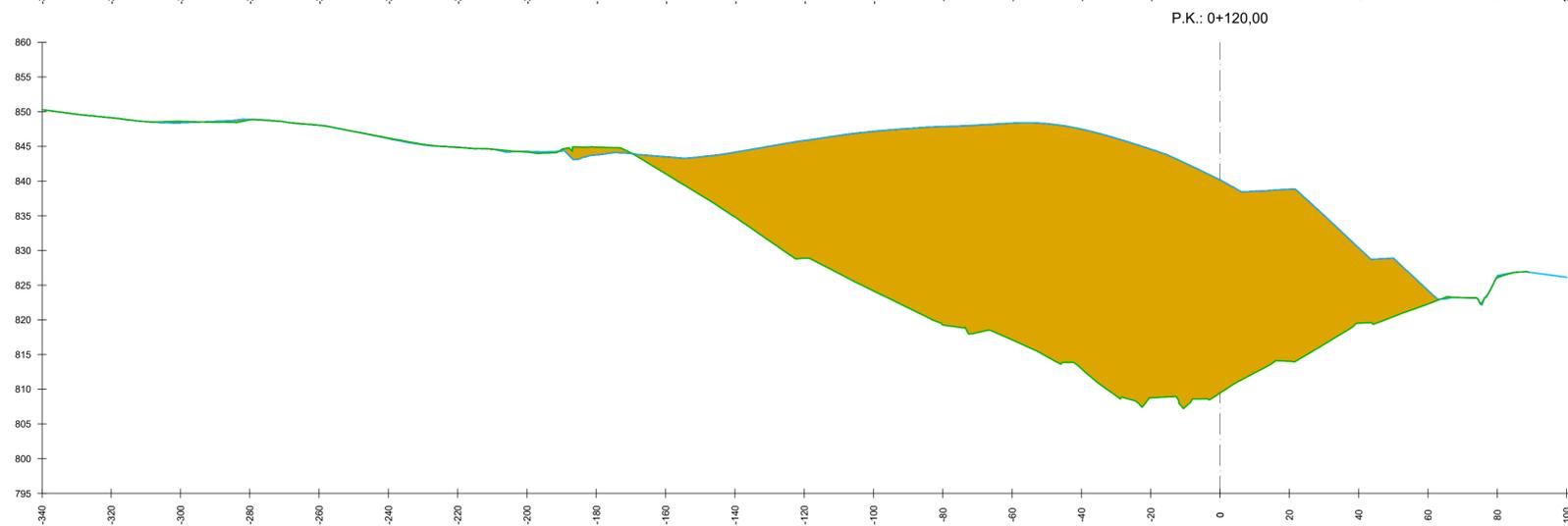
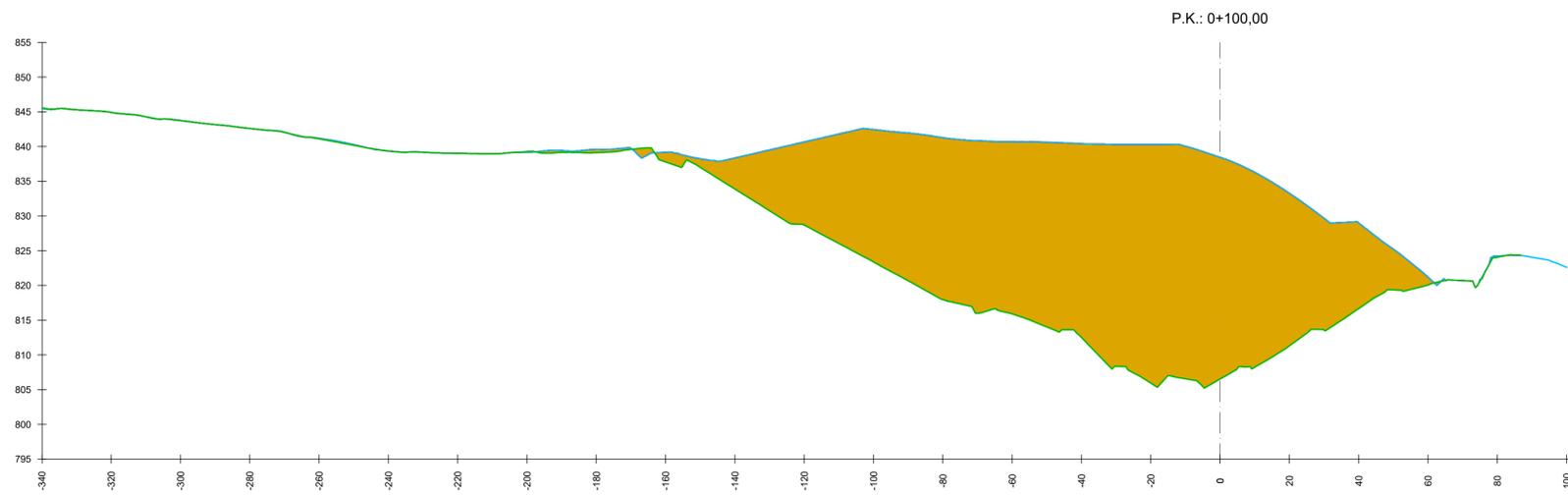
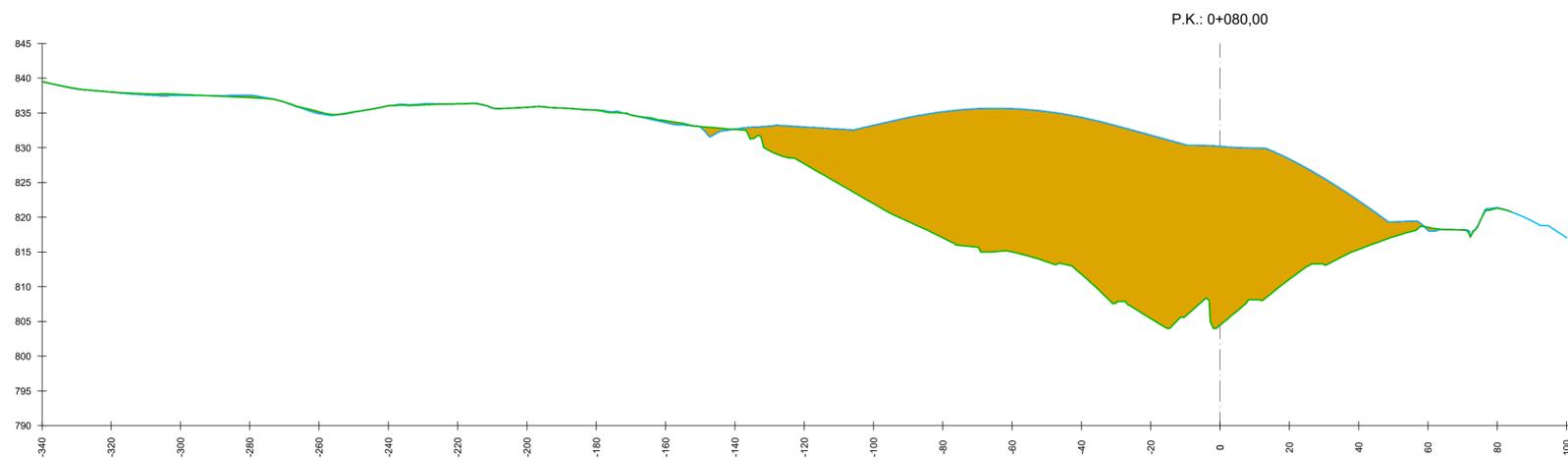
U
x
a
m
a

Ingeniería y Arquitectura S.L.

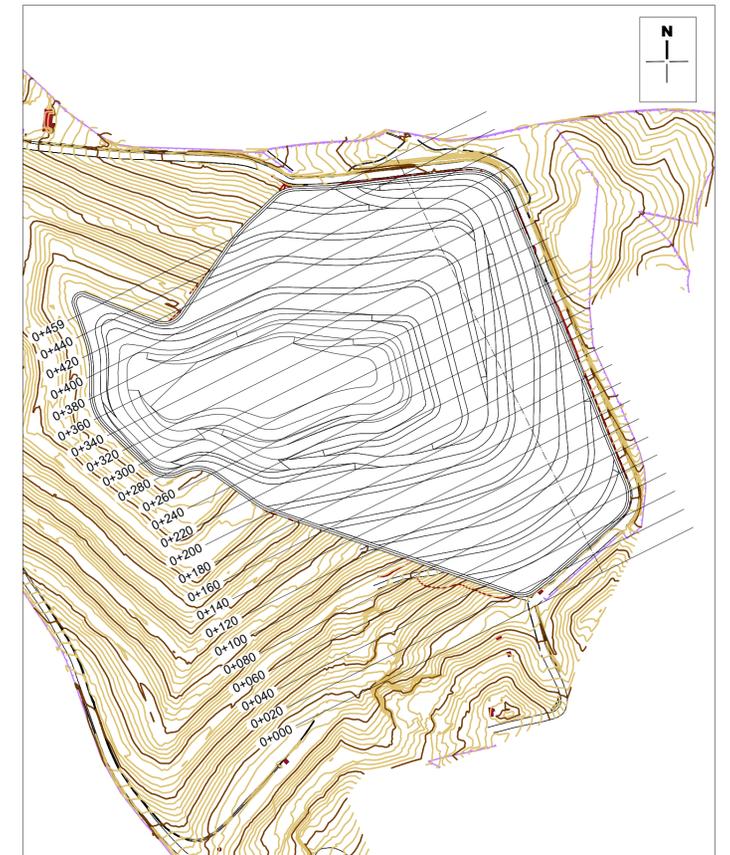
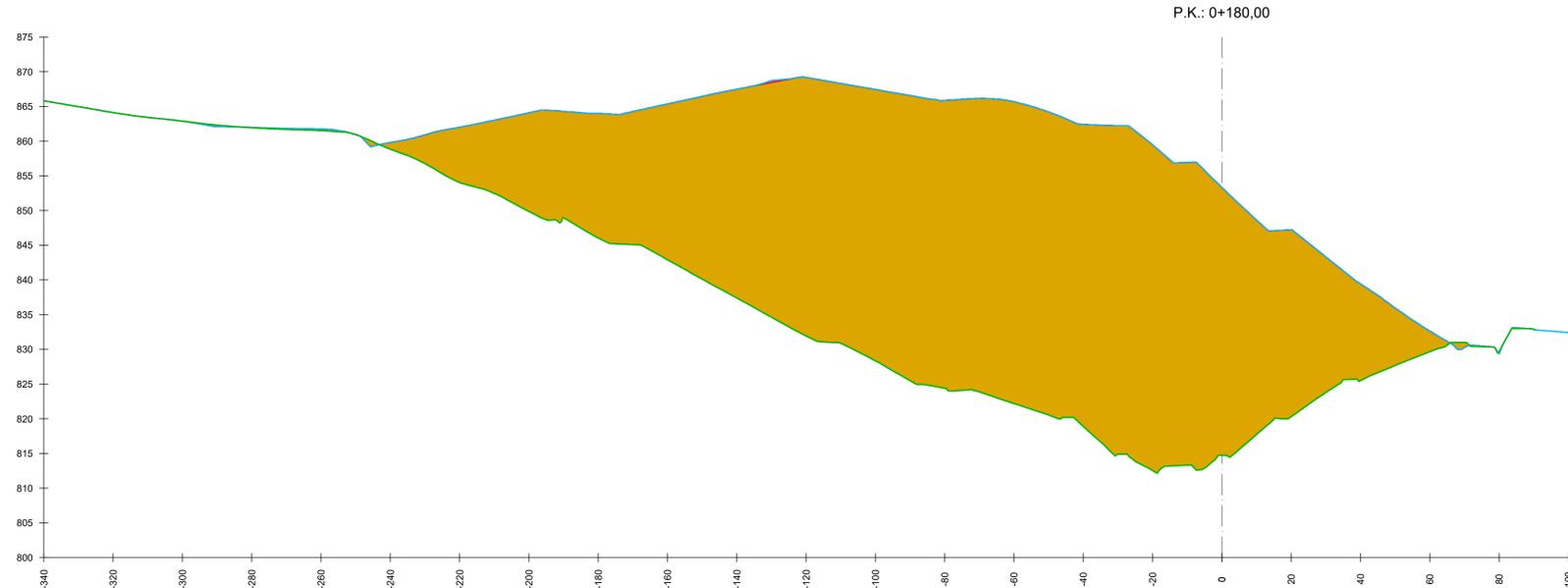
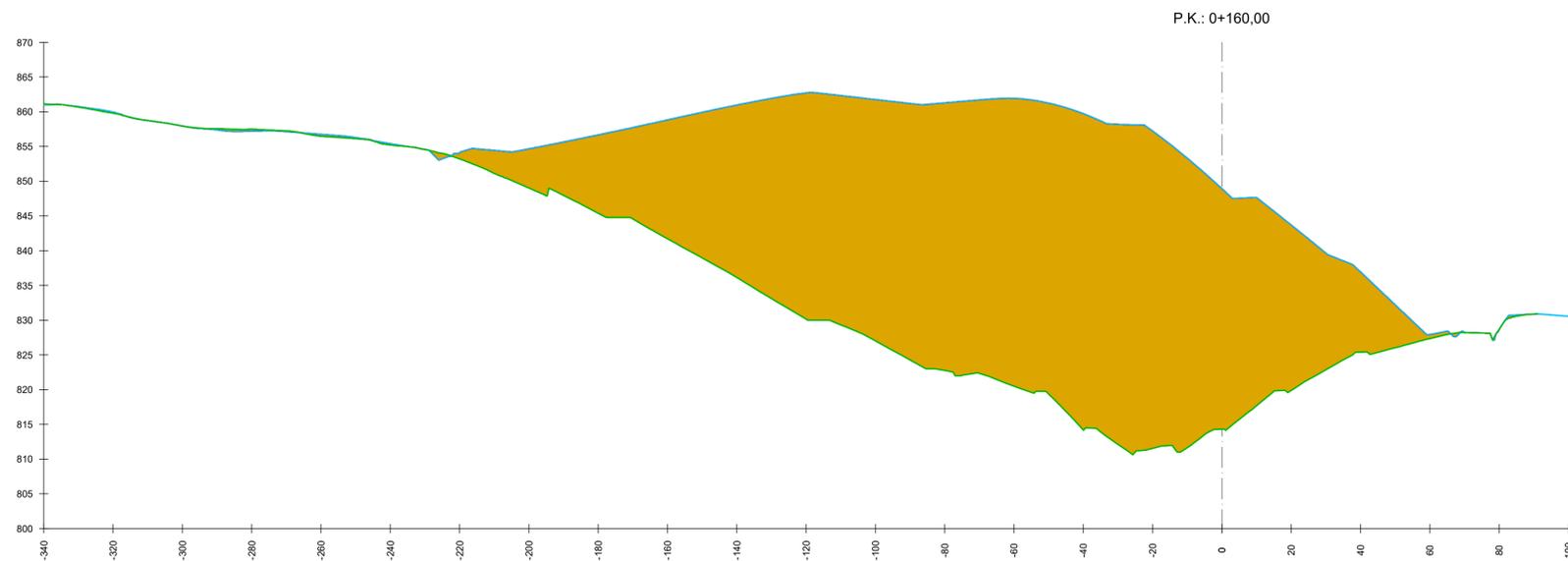
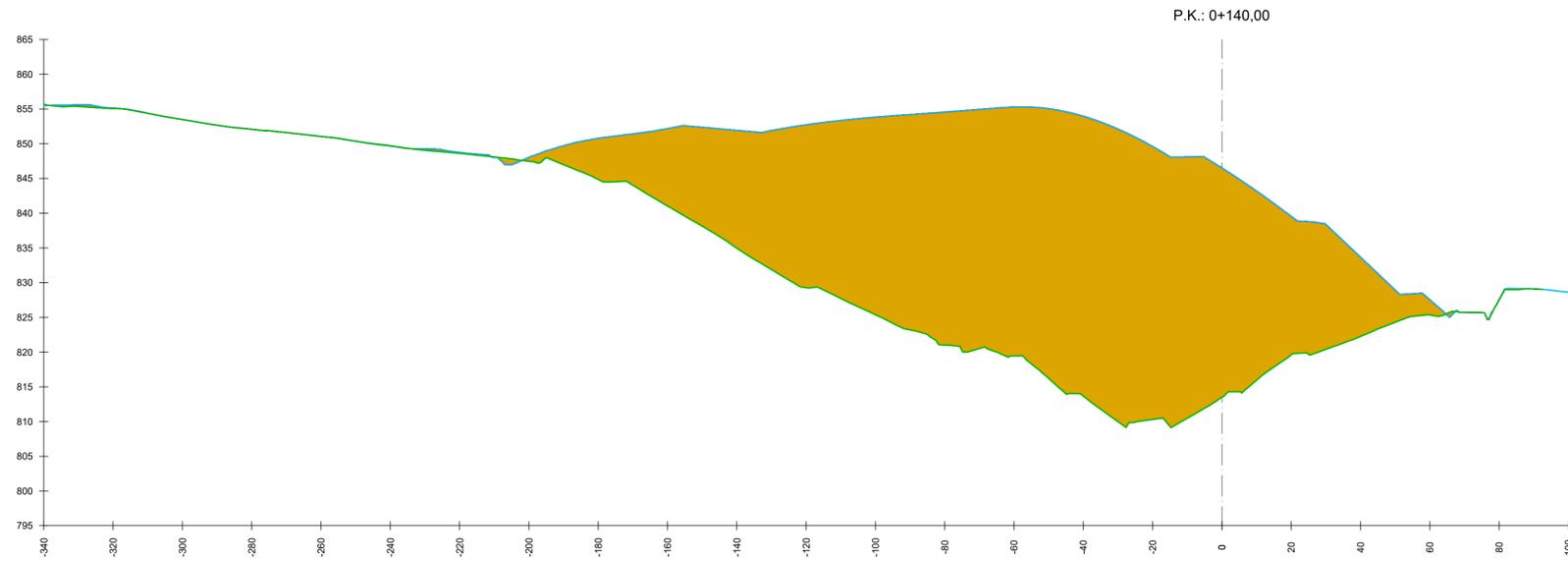
Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo: Luis F. Plaza Beltrán



Mancomunidad del Noroeste		
Proyecto: PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL VASO IV. DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE RESIDUOS URBANOS DE COLMENAR VIEJO (MADRID)		
Fecha: FEBRERO-2020	Designación del plano: APERTURA FASE 4. PERFILES TRANSVERSALES	PLANO Nº 5 hoja 2 de 8
Escala: Original A1 V: 1 / 200 H: 1 / 1.000	 Ingeniería y Arquitectura S.L. Ingeniero Autor del Proyecto  Fdo: Luis F. Plaza Beltrán	



- TERRENO ACTUAL
- TERRENO FINAL RESIDUOS
- TERRENO RECRECIDO
- VOLUMEN RECRECIDO
- TERREPLEN



Mancomunidad del Noroeste

Proyecto:
PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL VASO IV. DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE RESIDUOS URBANOS DE COLMENAR VIEJO (MADRID)

Fecha: FEBRERO-2020	Designación del plano: APERTURA FASE 4. PERFILES TRANSVERSALES	PLANO Nº 5 hoja 3 de 8
Escala: Original A1 V: 1 / 200 H: 1 / 1.000		



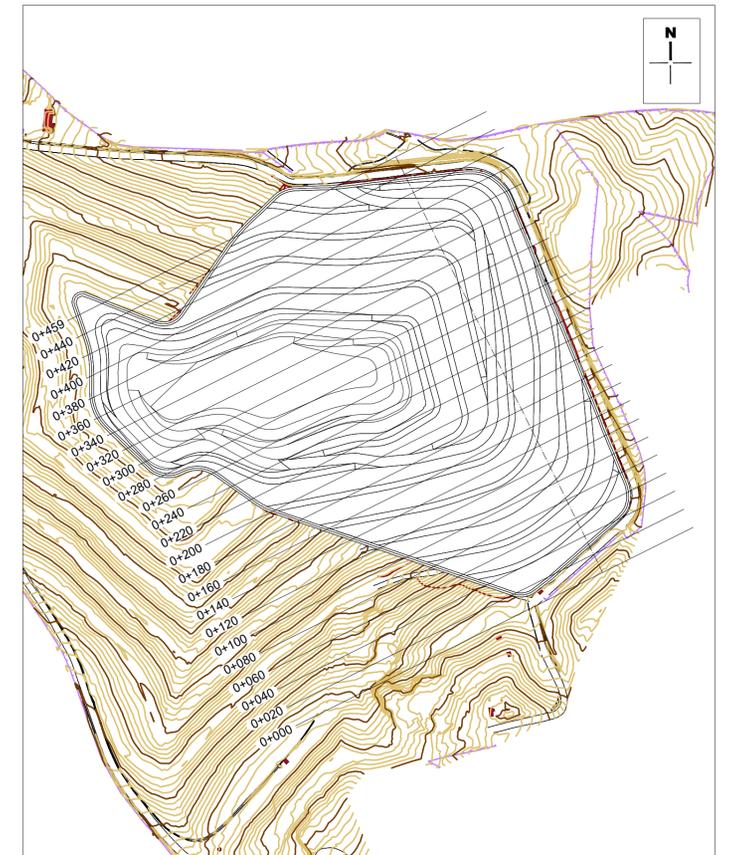
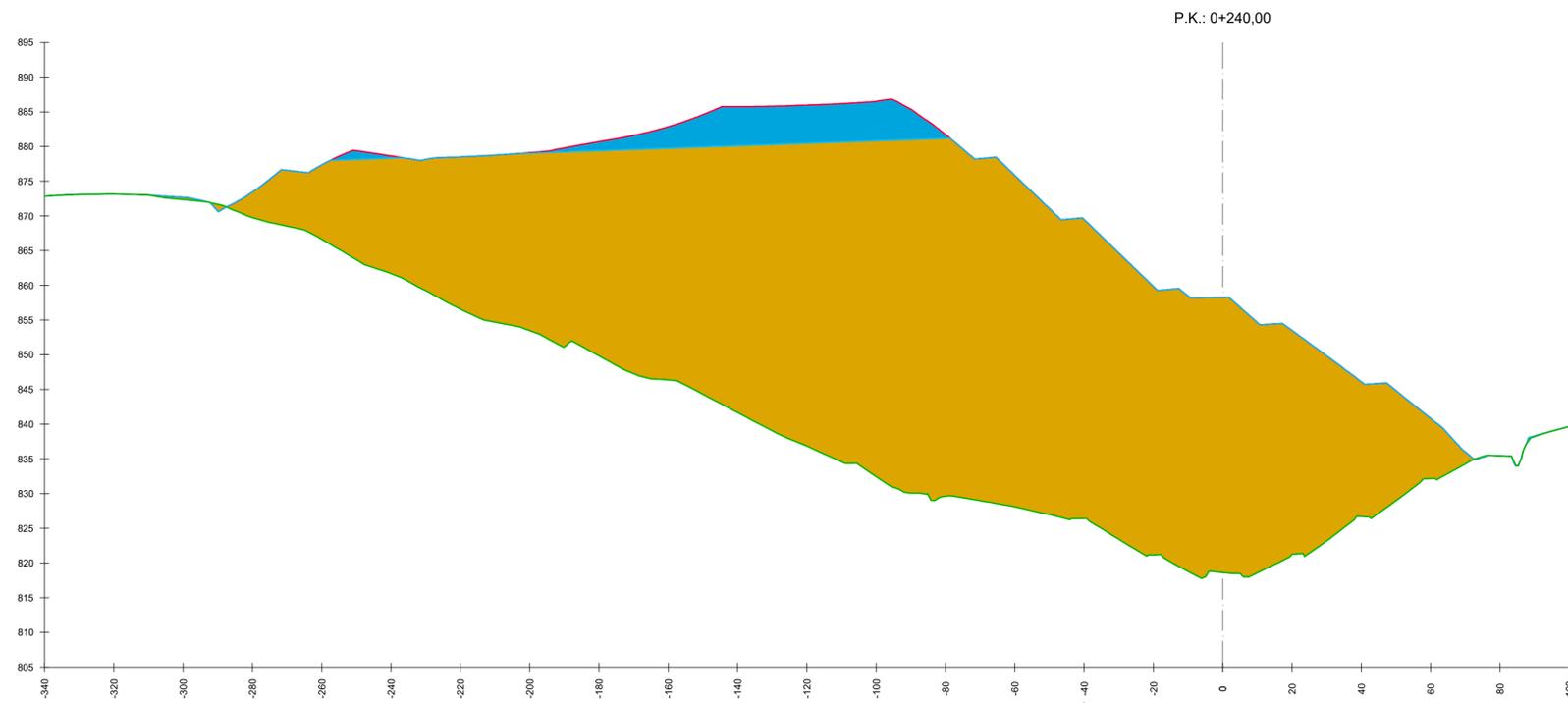
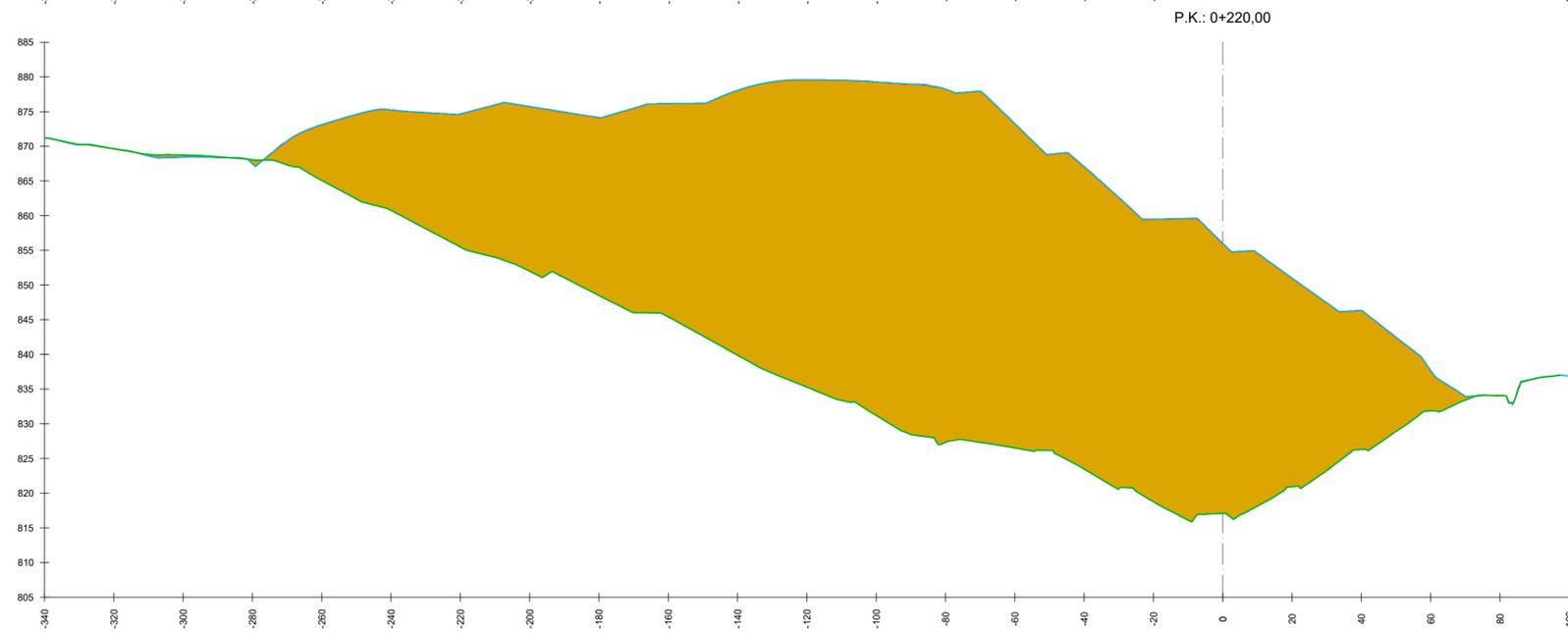
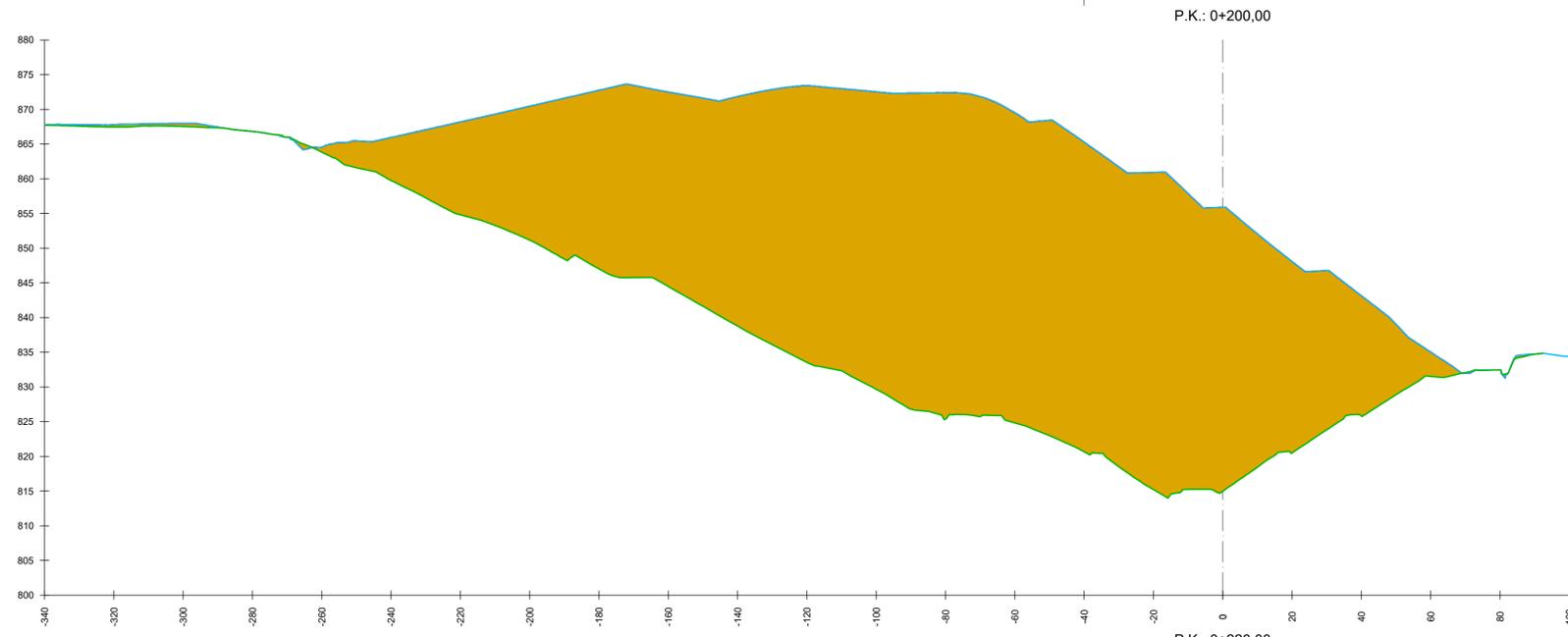
U
x
a
m
a

Ingeniería y Arquitectura S.L.

Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo: Luis F. Plaza Beltrán



- TERRENO ACTUAL
- TERRENO FINAL RESIDUOS
- TERRENO RECRECIDO
- VOLUMEN RECRECIDO
- TERREPLEN



Mancomunidad del Noroeste

Proyecto:
PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL VASO IV. DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE RESIDUOS URBANOS DE COLMENAR VIEJO (MADRID)

Fecha: FEBRERO-2020	Designación del plano: APERTURA FASE 4. PERFILES TRANSVERSALES	PLANO Nº 5 hoja 4 de 8
Escala: Original A1 V: 1 / 200 H: 1 / 1.000		



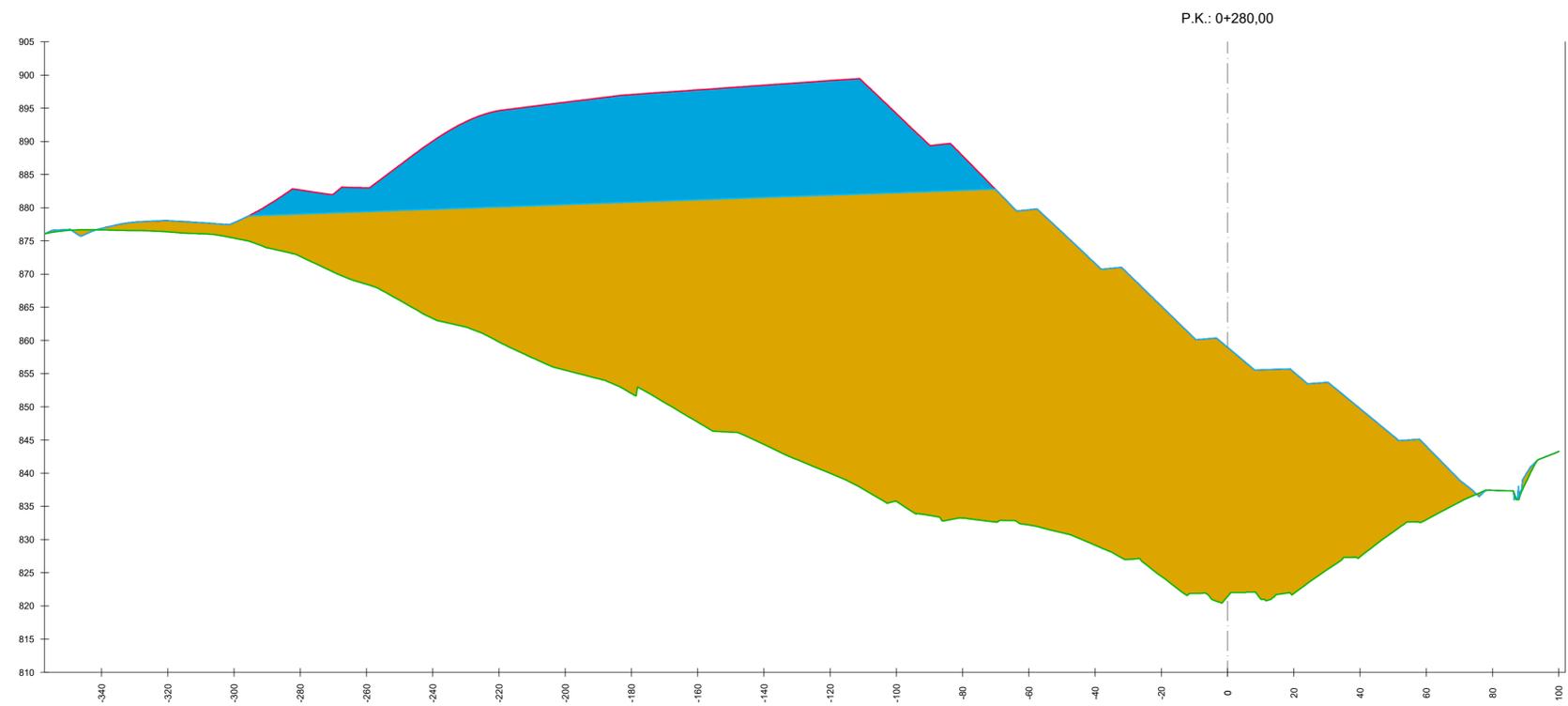
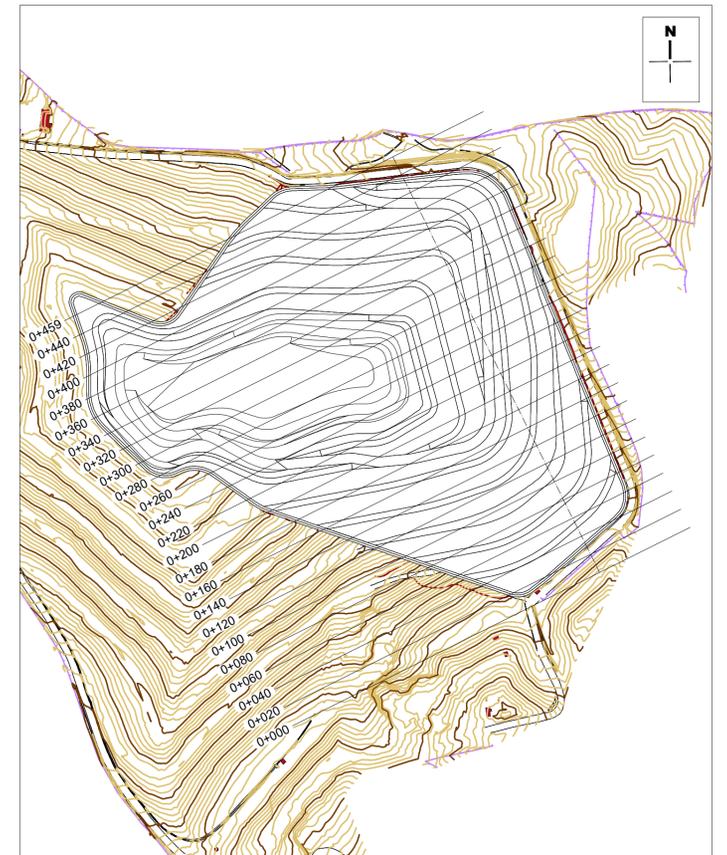
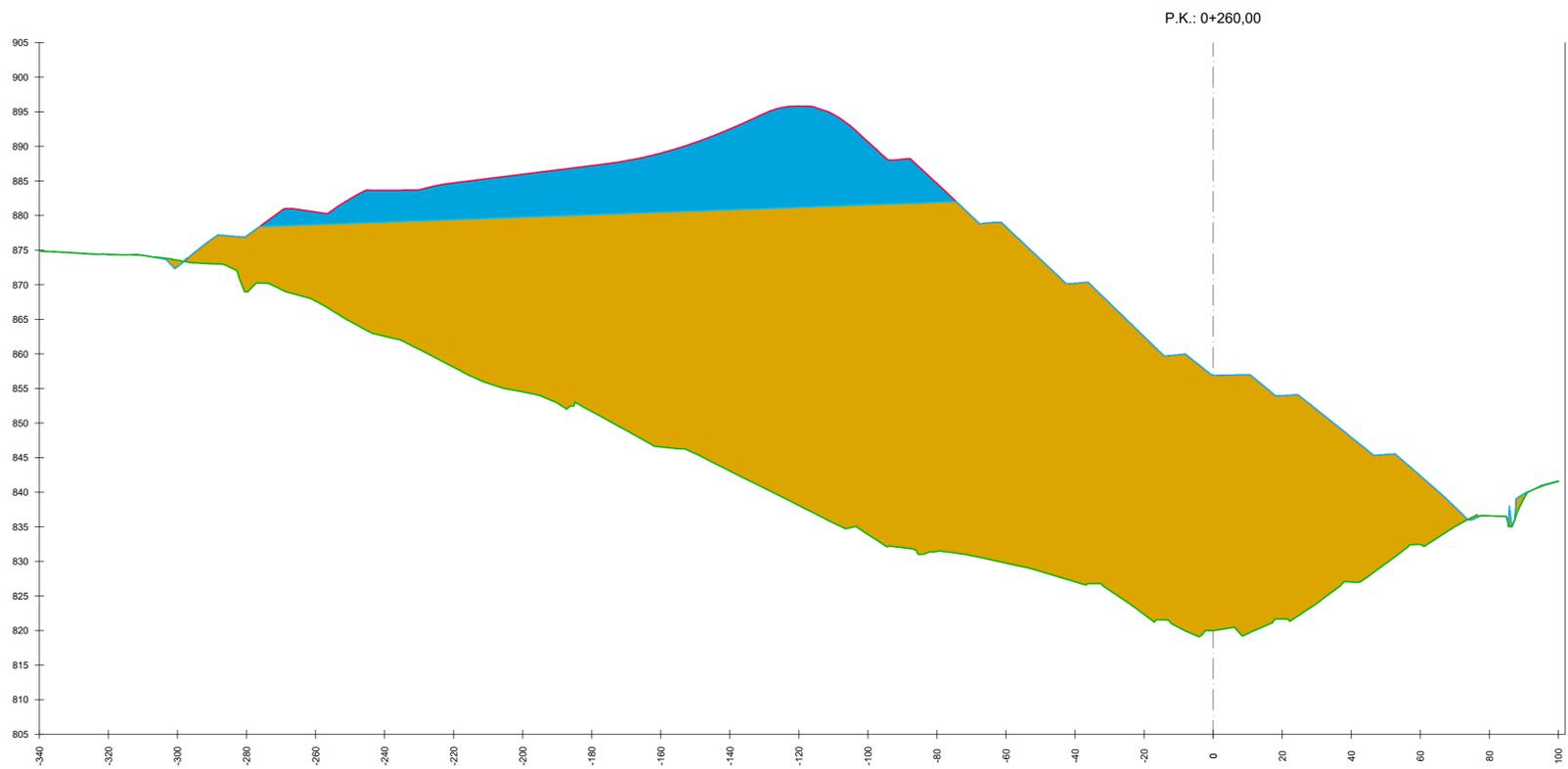
U
x
a
m
a

Ingeniería y Arquitectura S.L.

Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo: Luis F. Plaza Beltrán



- TERRENO ACTUAL
- TERRENO FINAL RESIDUOS
- TERRENO RECRECIDO
- VOLUMEN RECRECIDO
- TERREPLEN



Mancomunidad del Noroeste

Proyecto: **PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL VASO IV. DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE RESIDUOS URBANOS DE COLMENAR VIEJO (MADRID)**

Fecha: FEBRERO-2020	Designación del plano: APERTURA FASE 4. PERFILES TRANSVERSALES	PLANO Nº 5 hoja 5 de 8
Escala: Original A1 V: 1 / 200 H: 1 / 1.000		



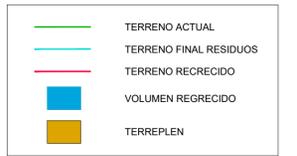
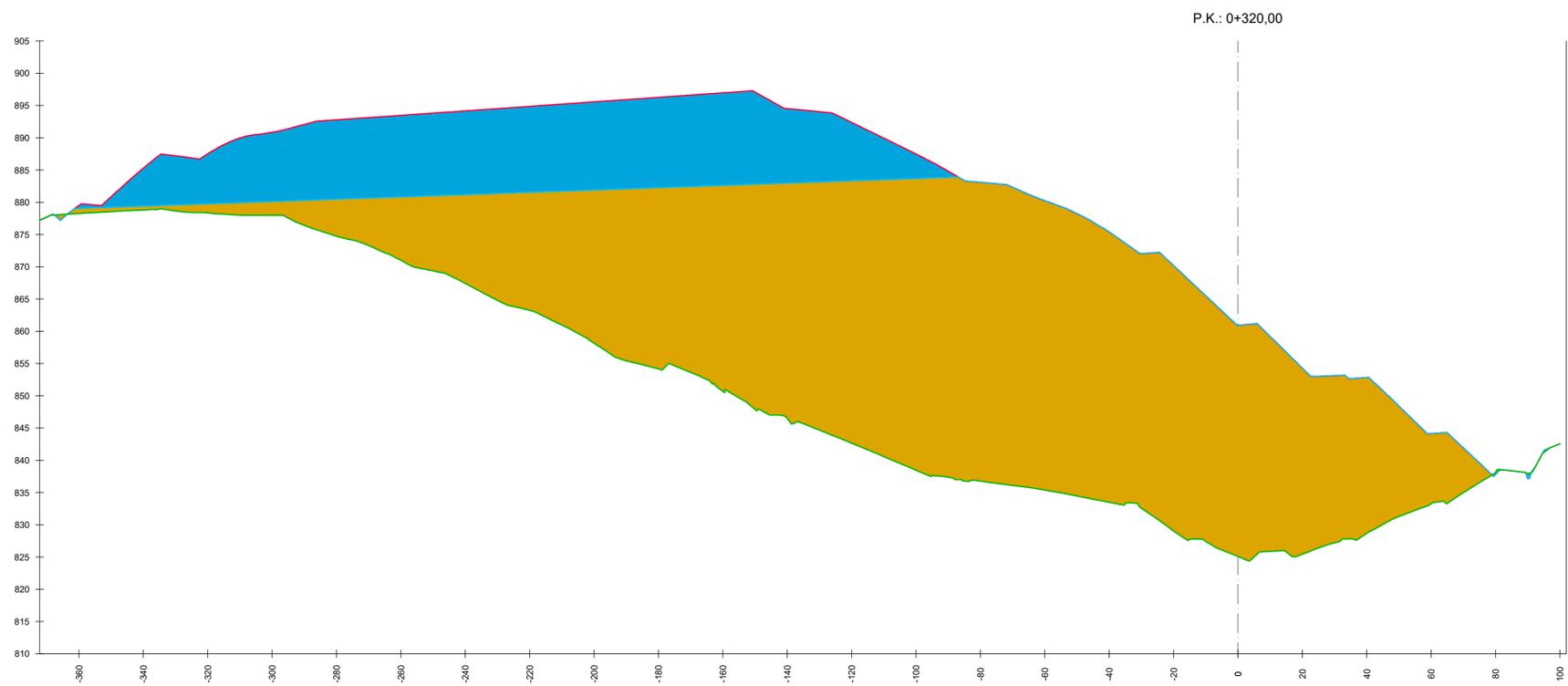
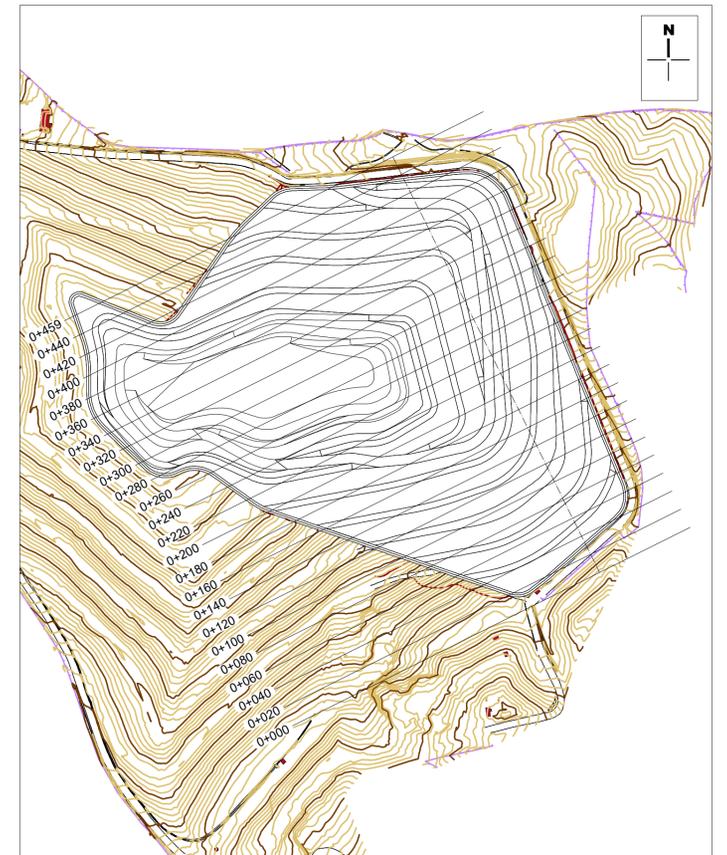
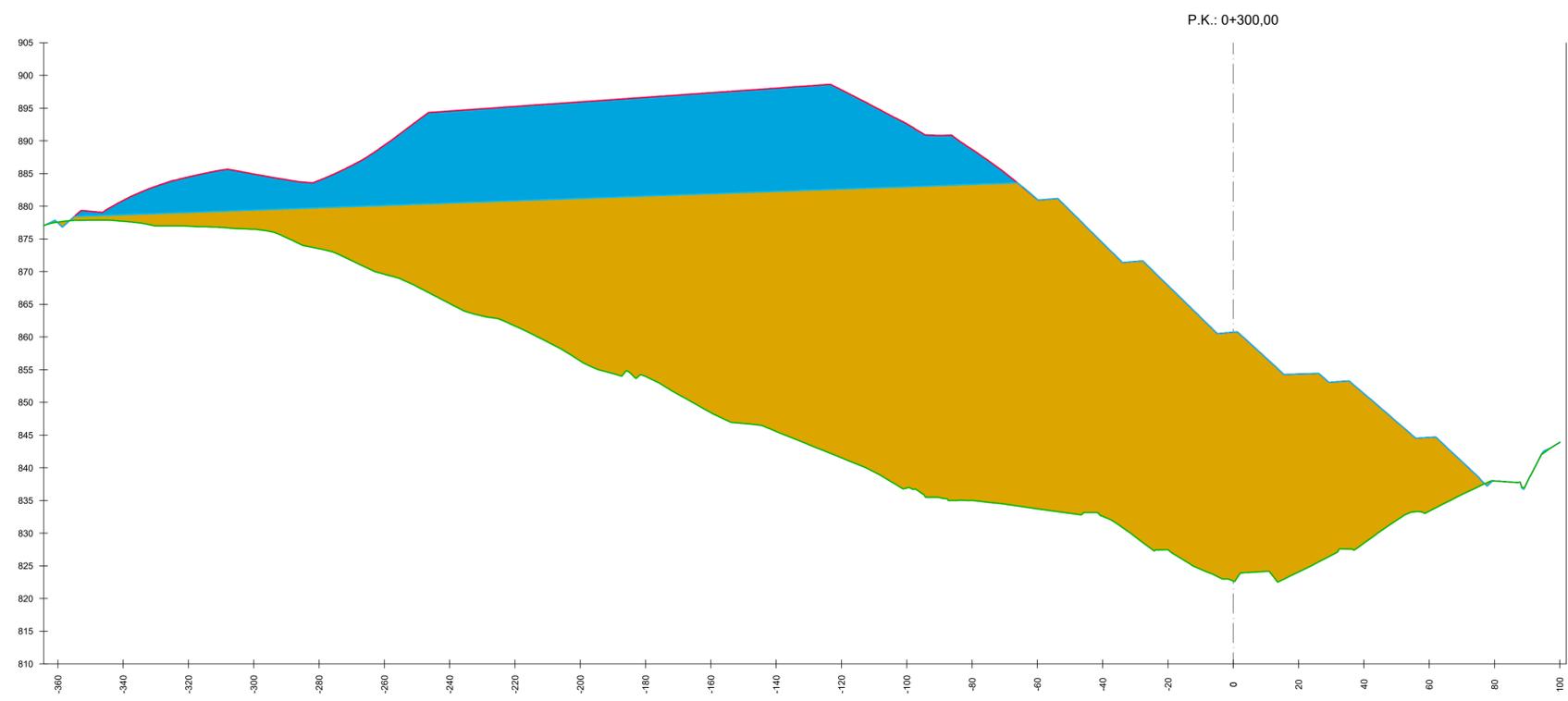
U
x
a
m
a

Ingeniería y Arquitectura S.L.

Ingeniero Autor del Proyecto



Fco. Luis F. Plaza Beltrán



Mancomunidad del Noroeste

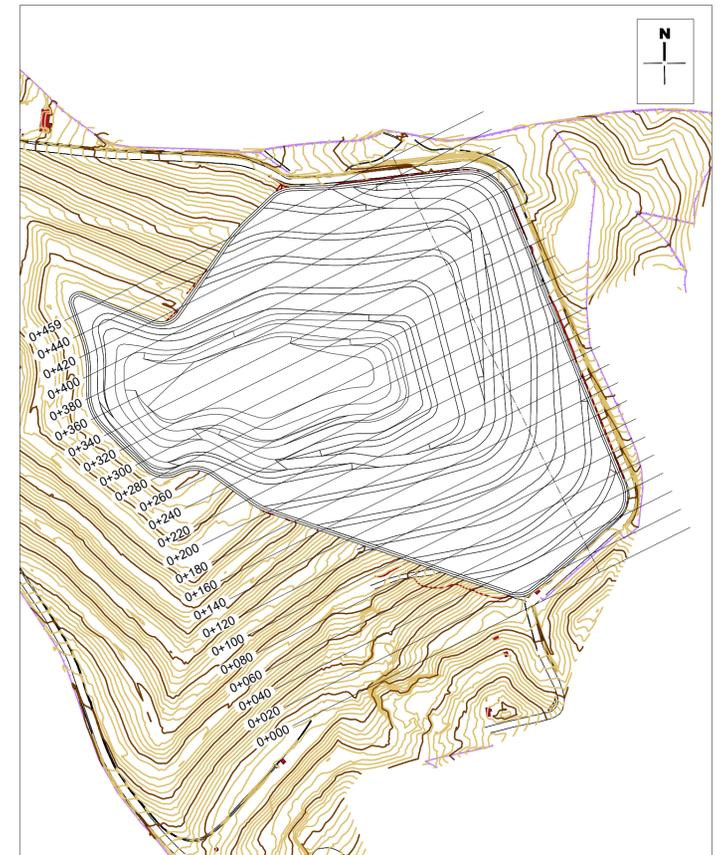
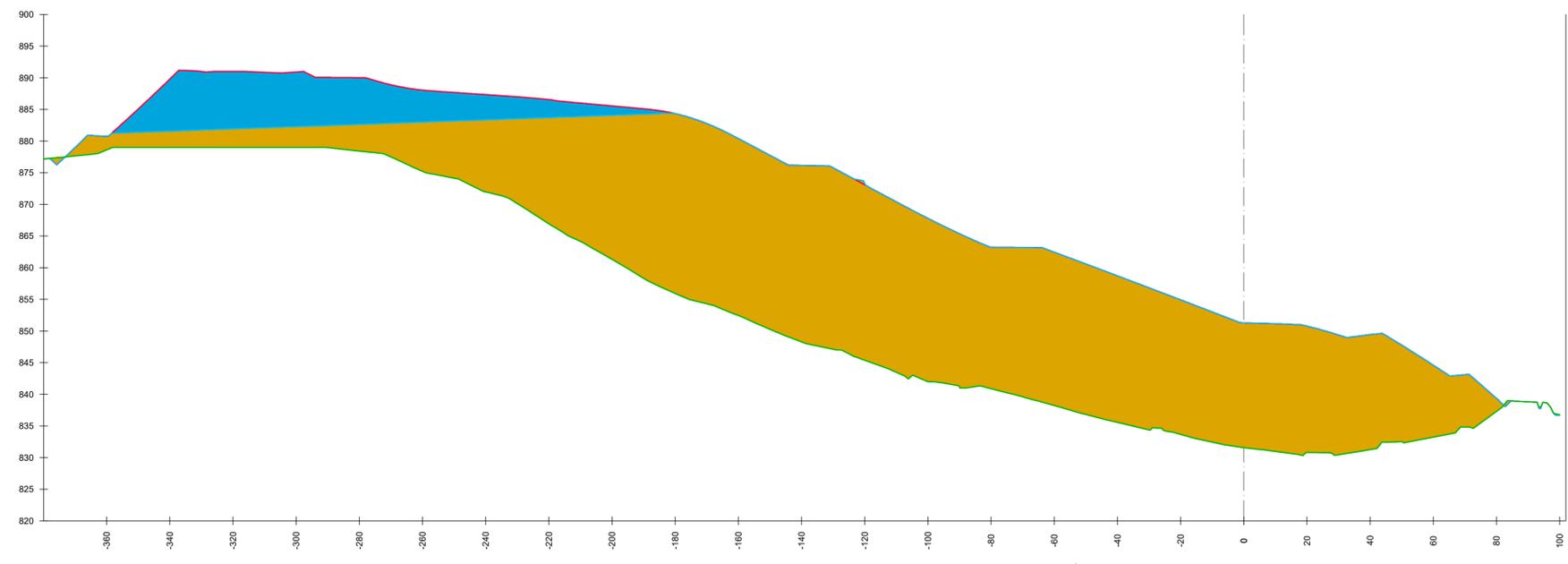
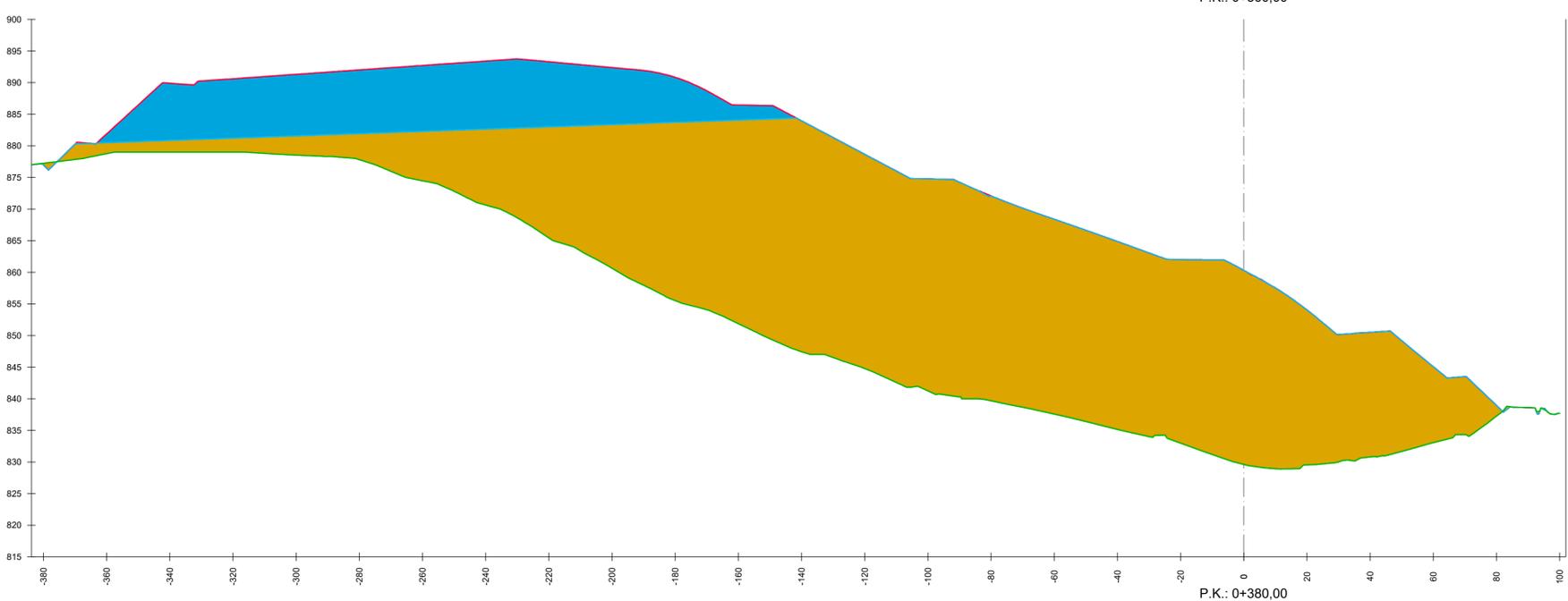
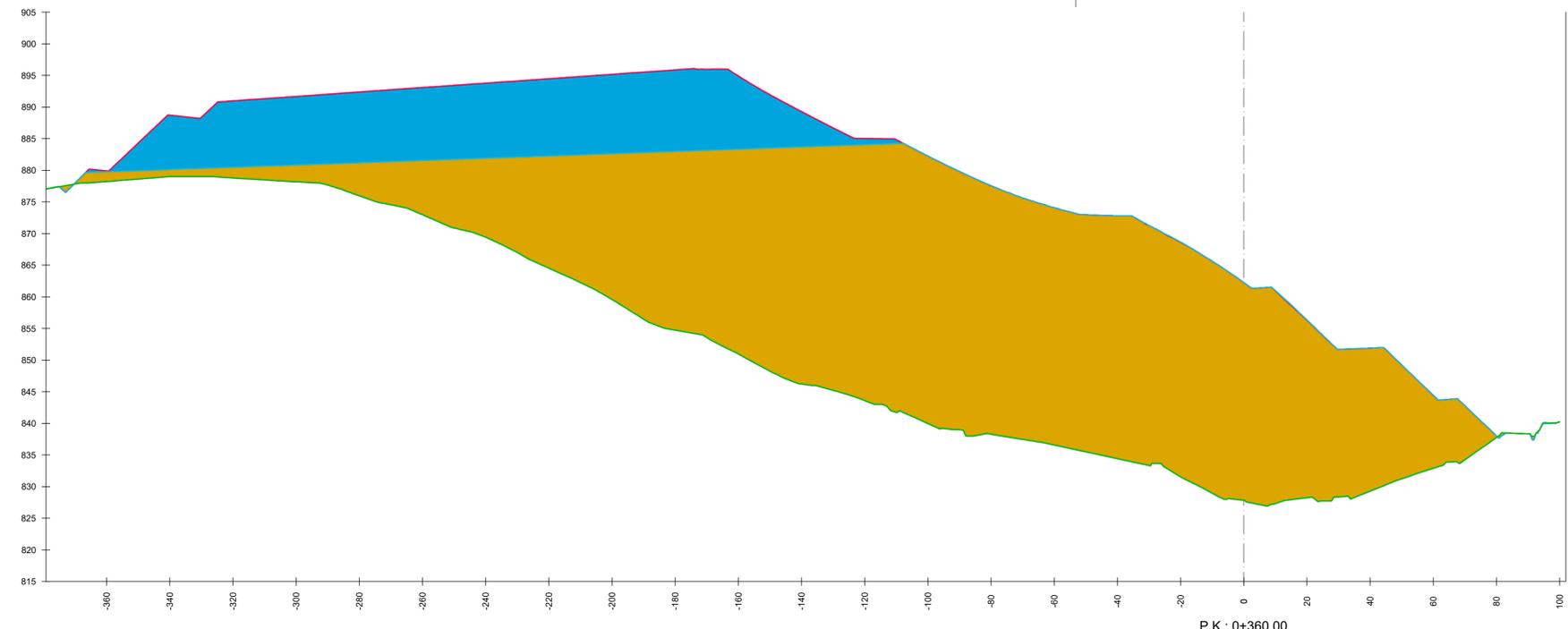
Proyecto: **PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL VASO IV. DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE RESIDUOS URBANOS DE COLMENAR VIEJO (MADRID)**

Fecha: FEBRERO-2020 Designación del plano: **APERTURA FASE 4. PERFILES TRANSVERSALES** PLANO Nº **5**

Escala: Original A1 H: 1 / 1.000 **hoja 6 de 8**

Ingeniero Autor del Proyecto

 Fdo: Luis F. Plaza Beltrán

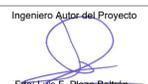


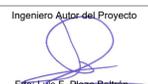
- TERRENO ACTUAL
- TERRENO FINAL RESIDUOS
- TERRENO REGRECIDO
- VOLUMEN REGRECIDO
- TERREPLEN

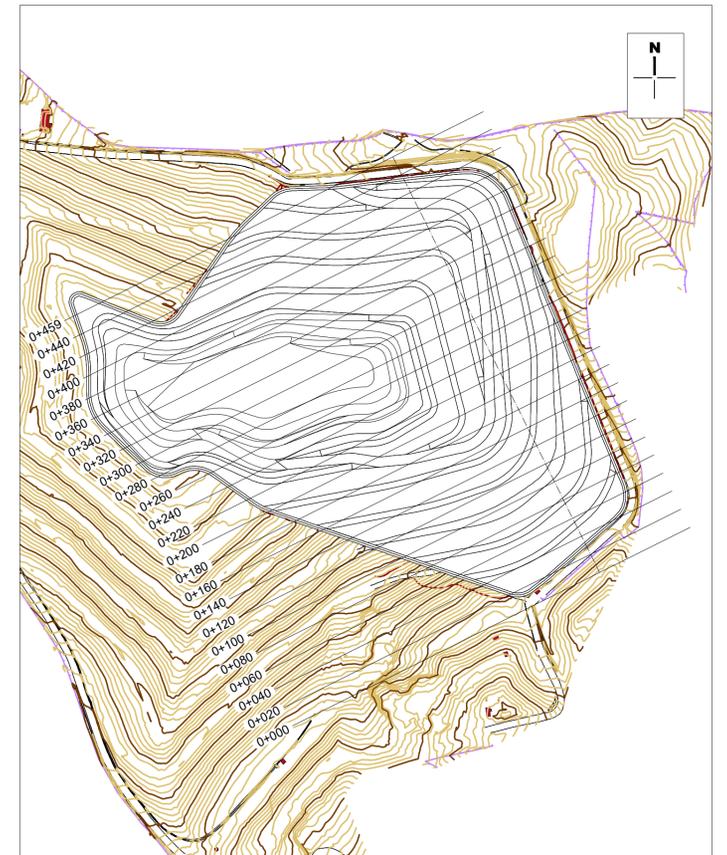
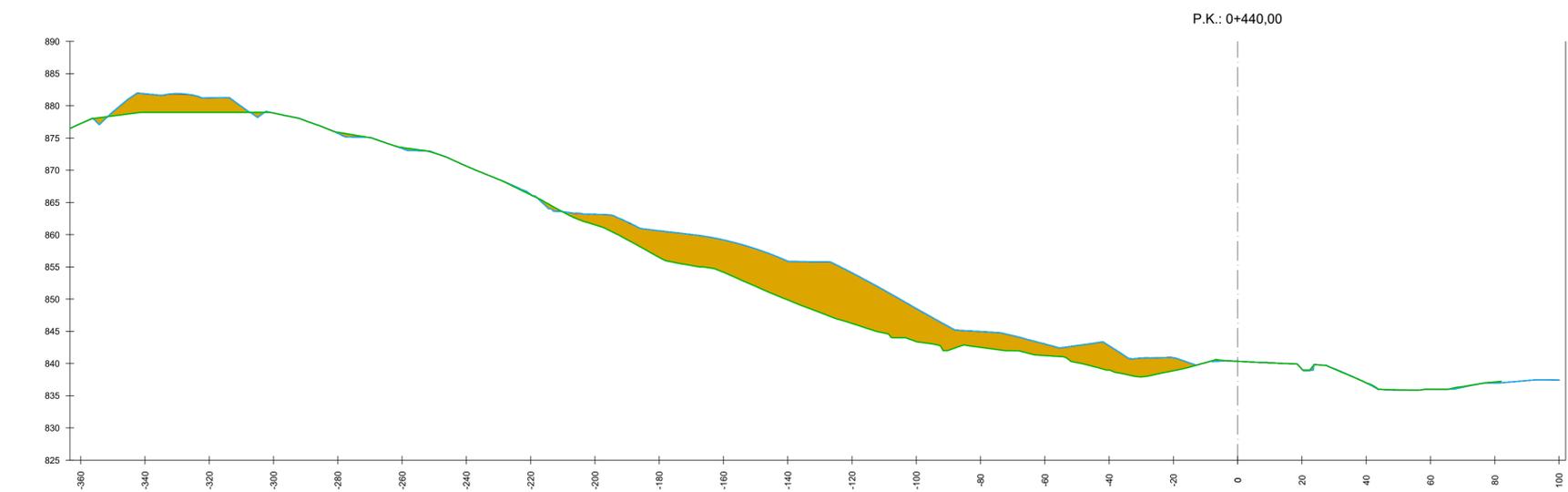
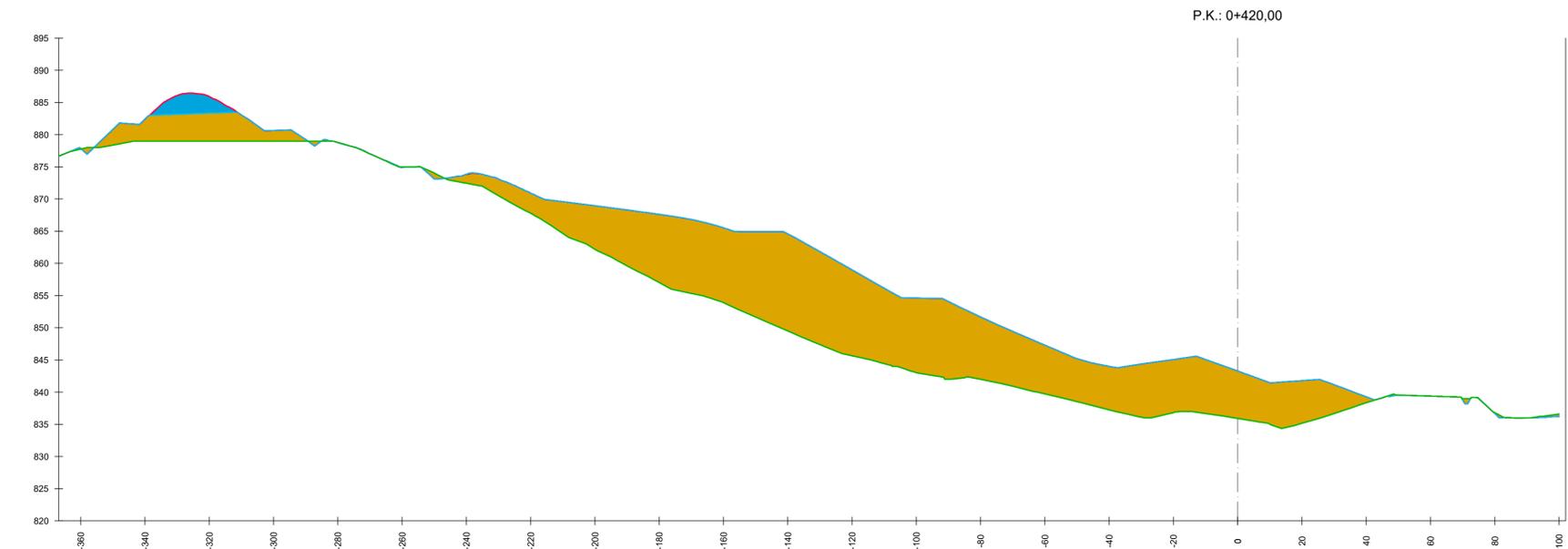
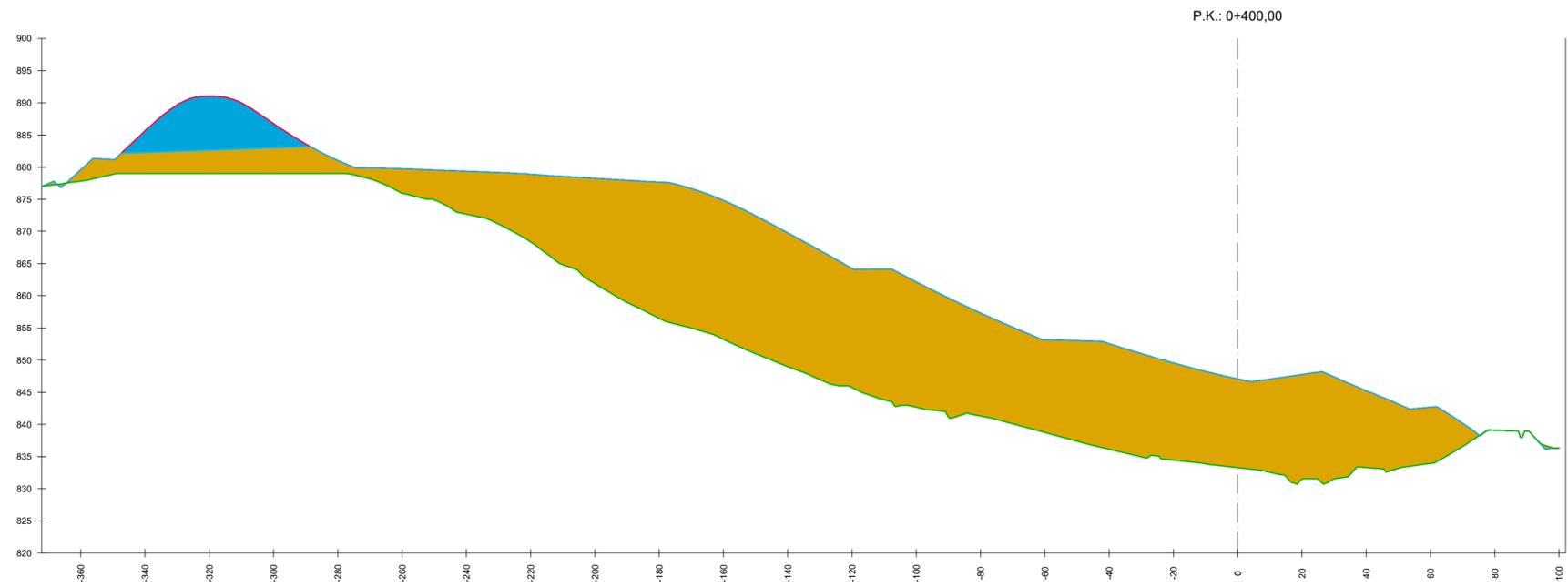


Mancomunidad del Noroeste

Proyecto: **PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL VASO IV. DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE RESIDUOS URBANOS DE COLMENAR VIEJO (MADRID)**

Fecha: FEBRERO-2020	Designación del plano: APERTURA FASE 4. PERFILES TRANSVERSALES	PLANO Nº 5 hoja 7 de 8
Escala: Original A1 V: 1 / 200 H: 1 / 1.000	 Ingeniero Autor del Proyecto Fdo: Luis F. Plaza Beltrán	



- TERRENO ACTUAL
- TERRENO FINAL RESIDUOS
- TERRENO REGRECIDO
- VOLUMEN REGRECIDO
- TERREPLEN



Mancomunidad del Noroeste

Proyecto: PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL VASO IV. DEL DEPÓSITO CONTROLADO DE RESIDUOS URBANOS DE COLMENAR VIEJO (MADRID)		
Fecha: FEBRERO-2020	Designación del plano: APERTURA FASE 4. PERFILES TRANSVERSALES	PLANO Nº 5 hoja 8 de 8
Escalas: Original A1 V: 1 / 200 H: 1 / 1.000		
		Ingeniero Autor del Proyecto  Fdo: Luis F. Plaza Beltrán