

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“PROPUESTA DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA WETLAND (HUMEDAL) PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS ÁCIDAS, PARA EL CIERRE DE MINAS DE LA UNIDAD MINERA ANABI S.A.C EN EL DISTRITO DE QUIÑOTA-CUSCO, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Liz Estela Vargas Vega

Asesor:

MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores

Lima - Perú

2021



Dedicatoria

A mis padres, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, mucho de los logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

El presente trabajo es dedicado a mi familia y amigos quienes han sido parte fundamental para escribir este proyecto de tesis.

Agradecimiento

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios y a mi madre, que en todo momento están conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez.

Al MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores, por el apoyo a lo largo de la realización de la tesis brindándome su tiempo, consejo y observaciones.

Tabla de contenidos

Dedicatoria.....	2
Agradecimiento.....	3
Índice de Tablas	5
Índice de Figuras.....	7
Índice de Ecuaciones.....	9
Resumen.....	10
Abstract.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	44
CAPÍTULO III. RESULTADOS	99
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	118
Recomendaciones	123
Referencias.....	124
Anexos	129

Índice de Tablas

Tabla 1	Clasificación de DAMs. Según acidez	16
Tabla 2	Vía de Acceso al Proyecto – Ruta 1	21
Tabla 3	Vía de Acceso al Proyecto – Ruta 2.	22
Tabla 4	Clasificación de aguas residuales de mina en función al nivel de Ph.....	26
Tabla 5	Tabla de Gumbel.....	28
Tabla 6	Comparación del cálculo de factor de seguridad	34
Tabla 7	Criterio de evaluación de la estabilidad de taludes	34
Tabla 8	Parámetros del Dique I	35
Tabla 9	Parámetros del Dique II	36
Tabla 10	Parámetros del Wetland	37
Tabla 11	Resultados del Análisis de estabilidad geoquímica	45
Tabla 12	Clasificación de aguas	46
Tabla 13	Recopilación de datos – Precipitaciones máximas 24 hr.	47
Tabla 14	Tabla de Gumbel – Modificada	49
Tabla 15	Resumen de cálculo de precipitaciones	50
Tabla 16	Sectorización en la zona tajo	52
Tabla 17	Características del sector	53
Tabla 18	Clasificación de suelo	53
Tabla 19	Descripción del uso de suelo	54
Tabla 20	Sectorización en la zona tajo	55
Tabla 21	Características del sector	56
Tabla 22	Parámetros de diseño	58
Tabla 23	Características de la estructura	59
Tabla 24	Comparación de aceleraciones sísmicas de la zona de estudio.....	64
Tabla 25	Resumen de los parámetros para los diques	66
Tabla 26	Propiedades físicas del suelo	66
Tabla 27	Secciones para el dique I	67

Tabla 28 Secciones para el dique II	70
Tabla 29 Secciones para el dique III.....	73
Tabla 30 Metrado y Presupuesto.....	92
Tabla 31 Resultados del dimensionamiento del desarenador I.....	97
Tabla 32 Resultados del dimensionamiento del desarenador II.....	98
Tabla 33 Porcentajes de reducción de pH y contenidos metálicos de operaciones mineras.....	98
Tabla 34 Resultado final de acidez y metales pesados	99
Tabla 35 Resultados del dimensionamiento del Wetland	99
Tabla 36 Caudales máximos de ingreso – Desarenador I.....	105
Tabla 37 Caudales máximos de ingreso – Desarenador II.....	106
Tabla 38 Parámetros para el cálculo del tiempo de retención.....	107
Tabla 39 Resumen de las comparaciones sísmicas	108
Tabla 40 Resultados del análisis de estabilidad física para el desarenador I – condición estática.....	109
Tabla 41 Resultados del análisis de estabilidad física para el desarenador I – condición pseudoestática	109
Tabla 42 Resultados del análisis de estabilidad física para el desarenador II – condición estática.....	110
Tabla 43 Resultados del análisis de estabilidad física para el desarenador II – condición pseudoestática	110
Tabla 44 Resultados del análisis de estabilidad física para el wetland – condición estática	111
Tabla 45 Resultados del análisis de estabilidad física para el wetland – condición pseudoestática	111
Tabla 46 Resumen de los procesos constructivos según la estructura.....	113
Tabla 47 Resumen de procesos constructivos para la U.M Antamina.....	114
Tabla 48 Resumen de procesos constructivos para la U.M La Zanja	115
Tabla 49 Resumen de procesos constructivos para la U.M Anabi.....	116

Índice de Figuras

Figura 1 Estructura del sistema en forma de serpentin	20
Figura 2 Mapa de Ubicación Unidad Minera ANABI.....	22
Figura 3 Curva de precipitaciones máximas vs periodos de retorno.	50
Figura 4 Sectorización de escorrentía	51
Figura 5 Mapa de Zonificación Sísmica	61
Figura 6 Mapa de isoaceleraciones para 50 años.....	62
Figura 7 Ubicación de la zona de evaluación de peligro sísmico	63
Figura 8 Análisis para una probabilidad de excedencia de 10%	64
Figura 9 Vista en planta del desarenador I – Dique I	67
Figura 10 Sección A-A' del dique I para condición estática	68
Figura 11 Sección A-A' del dique I para condición pseudoestática.....	68
Figura 12 Sección B-B' del dique I para condición estática	69
Figura 13 Sección B-B' del dique I para condición pseudoestática	69
Figura 14 Vista en planta del desarenador II – Dique II.....	70
Figura 15 Sección A-A' del dique II para condición estática.....	71
Figura 16 Sección A-A' del dique II para condición pseudoestática	71
Figura 17 Sección B-B' del dique II para condición estática	72
Figura 18 Sección B-B' del dique II para condición pseudoestática.....	72
Figura 19 Vista en planta del wetland – Dique III.....	73
Figura 20 Sección A-A' para el dique III en condición estática.....	74
Figura 21 Sección A-A' para el dique III en condición pseudoestática	74
Figura 22 Sección B-B' para el dique III en condición estática	75
Figura 23 Sección B-B' para el dique III en condición pseudoestática.....	75
Figura 24 Vista general del terreno antes del proyecto. Autoría propia.	76
Figura 25 Instalación de gaviones.....	78
Figura 26 Subdrenaje al pie del dique.....	79
Figura 27 Subrenaje por debajo del dique	80

Figura 28 Vista en planta del desarenador I.....	81
Figura 29 Vista en planta del desarenador II y el sistema wetland.....	82
Figura 30 Secuencia lógica de programación del desarenador I – parte I.....	83
Figura 31 Secuencia lógica de programación del desarenador I – parte II.....	84
Figura 32 Secuencia lógica de programación del desarenador II.....	85
Figura 33 Secuencia lógica de programación del desarenador wetland – parte I.....	86
Figura 34 Secuencia lógica de programación del desarenador wetland – parte II.....	87
Figura 35 Diagrama de Gantt para la construcción del sistema wetland – parte I.....	88
Figura 36 Diagrama de Gantt para la construcción del sistema wetland – parte II.....	89
Figura 37 Diagrama de Gantt para la construcción del sistema wetland – parte III.....	90
Figura 38 Diagrama de Gantt para la construcción del sistema wetland – parte IV.....	91
Figura 39 Sistema de tratamiento de aguas acidas.....	100
Figura 40 Vista en planta del desarenador II – escala 1:750.....	101
Figura 41 Vista del perfil del dique I – Escala 1:500.....	101
Figura 42 Vista en planta del desarenador II – escala 1:750.....	102
Figura 43 Vista del vertedero del dique II – escala 1:150.....	102
Figura 44 Sección del dique II - Ingreso de las aguas al wetland.....	103
Figura 45 Vista en planta de wetland – escala 1:750.....	103
Figura 46 Sección del dique III - Salida de las aguas al wetland.....	104
Figura 47 Vista de detalle del gavión.....	104
Figura 48 Caudales vs. Periodo de retorno para el Desarenador I.....	105
Figura 49 Caudales vs. Periodo de retorno para el Desarenador II.....	106
Figura 50 Comparación del Fs. en condiciones estáticas y pseudoestáticas para el dique I.....	110
Figura 51 Comparación del Fs. en condiciones estáticas y pseudoestáticas para el dique II.....	111
Figura 52 Comparación del Fs. en condiciones estáticas y pseudoestáticas para el wetland.....	112
Figura 53 Porcentaje de remoción según las Unidades Mineras.....	116

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 Media	27
Ecuación 2 Desviación estándar (S)	27
Ecuación 3 Parámetros de la función Gumbel	27
Ecuación 4 Cálculo de la variable reducida	28
Ecuación 5 Cálculo de Precipitación	28
Ecuación 6 Factor Reductor (KA)	28
Ecuación 7 Precipitación máxima corregida.....	29
Ecuación 8 Tiempo de concentración (Tc)	29
Ecuación 9 Intensidad de lluvia	29
Ecuación 10 Coeficiente de esorrentía (C).....	29
Ecuación 11 Coeficiente de uniformidad (K)	30
Ecuación 12 Caudal máximo anual (Q)	30
Ecuación 13 Carga de entrada.....	30
Ecuación 14 Superficie mínima	31
Ecuación 15 Tiempo de retención.....	31
Ecuación 16 Caudal medio (Q).....	31
Ecuación 17 Flujo de humedal.....	32

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo diseñar la propuesta estructural del sistema Wetland, para optimizar el tratamiento de aguas acidas del proceso de cierre de mina de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019.

Actualmente la Unidad Minera Anabí S.A.C ubicado en el distrito Quiñota provincia de Chumbivilca departamento de Cusco, se encuentra en estado de cierre final, por lo que busca implementar sistema wetland para el tratamiento de aguas acidas. El método de investigación empleado es de tipo descriptivo de diseño no experimental – transversal. La población se constituye por la Unidad Minera Anabi S.A.C en el distrito de Quiñota – Cusco y la muestra está constituido por la zona del Tajo Abierto Huisamarca. En conclusión, el diseño planteado para el sistema wetland consiste de un desarenador I con una capacidad de almacenamiento de 4,016.23 m³, un desarenador II con capacidad de almacenamiento de 5,138.94 m³ y también presenta un wetland con un volumen efectivo de 9,504.00 m³ además de un área de superficie útil de 13,771.21 m² que influyen en la supresión de acidez y eliminación de metales como parte del tratamiento de las aguas acidas. Obteniendo de manera teórica el porcentaje de remoción de 57.8% para la supresión de acidez y 82.7%, 75.3% para la eliminación de metales (Fe y Mn) se obtienen mediante el promedio entre los resultados presentados por las empresas mineras según la experiencia en el tratamiento de aguas acidas.

Palabras clave: Wetland, drenaje de aguas acidas y sistema de tratamientos.

Abstract

The present investigation has objective of this research is to design the structural proposal of the wetland system, to optimize the acidic water treatment of the mine closure process of the Anabi S.A.C. in the district of Quiñota department of Cusco, 2019. Currently the Unidad Minera Anabi S.A.C located in the Quiñota district, Chumbivilca province, Cusco department, is in a state of final closure, so it seeks to implement a wetland system for the treatment of acidic water. The research method used is of a descriptive type of non-experimental design - cross-sectional. The population is constituted by the Unidad Minera Anabi S.A.C in the district of Quiñota - Cusco and the sample is constituted by the Huisamarca Open Pit area. In conclusion, the design proposed for the wetland system consists of a sand trap I with a storage capacity of 4,016.23 m³, a sand trap II with a storage capacity of 5,138.94 m³ and also presents a wetland with an effective volume of 9,504.00 m³ apart from an area of useful surface of 13,771.21 m² that influence in the suppression of acidity and elimination of metals as part of the treatment of acidic waters. Obtaining in a theoretical way the removal percentage of 57.8% for the suppression of acidity and 82.7%, 75.3% for the elimination of metals (Fe and Mn) are obtained by means of the average between the results presented by mining companies according to the experience in the treatment of acidic waters.

Keywords: Wetland, acid water drainage and treatment system.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Hoy en día una de los grandes problemas que afectan a la contaminación del medio ambiente en el mundo son los drenajes de aguas acidas, generadas por las operaciones de minas subterráneas y a cielo abierto. Estos drenajes de aguas acidas son tóxicos por el bajo nivel de pH y por la gran cantidad de metales disueltos en tal grado que pueden persistir durante varios años si no son tratadas antes de ser vertidas a los cauces naturales.

Actualmente hay sistemas de tratamientos activos que consiste en Plantas de Tratamiento de Aguas Acidas (PTAR), que demandan alto costo operativo por el uso de equipos y materiales (reactivos químicos) y además requiere de personal calificado de manera permanente para la dosificación de los reactivos químicos y mantenimiento del sistema PTAR. Cuando la empresa minera está en la etapa operativo puede sustentar estos costos y garantizar su funcionamiento, pero cuando entra a la etapa de cierre final de las operaciones mineras requiere de tratamientos que sean auto sostenibles en el tiempo por lo que optan por los tratamientos pasivos, debido a sus bajos costos, fácil de operación y no requiere de mucha demanda de personal para su tratamiento. Este sistema de tratamiento pasivo “Wetland” han sido implementadas en diversas minas a nivel nacional e internacional para el tratamiento de aguas acidas y reducción de los metales pesado, teniendo resultados positivos.

Actualmente la Unidad Minera Anabí S.A.C ubicado en el distrito Quiñota provincia de Chumbivilca departamento de Cusco, se encuentra en estado de cierre final, por lo que busca implementar sistema wetland para el tratamiento de aguas acidas y la reducción de los metales pesados producidos por el contacto de ñas aguas de escorrentía y minerales sulfurados de la zona del tajo Huisamarca.

A nivel internacional

Según (Chaparro Leal, 2015, pág. 53) en su artículo de investigación en la Universidad de Canadá titulada: “*Drenaje Acido de Mina Formación y Manejo*”. Señala que “Uno de los principales impactos generados en la minera de metales y carbón, son los Drenajes Ácidos de Mina (DAM), que se generan a partir de la oxidación de sulfuros metálicos (...) una vez han sido generados, el proceso de formación es cíclico”. Además, el mismo autor señala lo siguiente.

Debido a los problemas de los drenajes ácidos de mina solo comenzó a ser estudiado hace poco tiempo y que los trabajos mineros existen hace más de un siglo, los DAM o DAR han contaminado grandes extensiones de cuerpos hídricos en países como Estados Unidos, Australia, Canadá entre otros. Actualmente se cuenta con una gran variedad de técnicas para tratar los drenajes ácidos y neutros de mina a manera general los sistemas de tratamiento para DAM se dividen en activos y pasivos. (p.55)

Algunas minas después de su cierre presentan diversos problemas con los efluentes de los drenajes ácidos que son difíciles de controlar cuando entran en contacto con el medio “rio”, ocasionando un gran problema a las personas y a animales que depende de este medio. Según (Zamora, Zamora, & Gorritty, 2015, pág. 38) en el artículo de investigación en la Universidad Técnica de Oruro titulada, “*Propuesta de tratamiento de las aguas acidas de la mina Milluni mediante drenes anoxicos calizos*” en Bolivia. Señala que “La mina Milluni, explotó la veta Rothchild para la producción de estaño (...), después del cierre de la explotación minera subterránea, los niveles freáticos en interior mina comenzaron a ascender, para finalmente alcanzar la cota del socavón Milluni” esto generó la descarga de aguas ácidas al medio, generando un gran impacto, por lo que se vieron en la necesidad de buscar un tratamiento de aguas ácidas.

En otros países se producen toneladas de residuos mineros produciendo drenajes ácidos, muchas de estas minas se encuentran operativas o en cierre. “En la última *International Conference on Acid Rock Drainage (ICARD 2000)*, el *U.S. Department of the Interior* informo que en su Programa de Clausura se Minas tienen localizadas más de 100.000 zonas mineras en estado de abandono con problemas de aguas acidas (...)” (Lopez, Baretino, & Osvaldo, *Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina*, 2002, pág. 4). Además, los mismos autores indican, “Debido al enorme coste que supone su tratamiento (...). Una alternativa al tratamiento convencional de los drenajes ácidos de mina, tanto si las instalaciones se encuentren en operación o en abandono, lo constituyen los métodos de tratamiento pasivo, debido a su abajo coste de construcción”. (Lopez, Baretino, & Osvaldo, *Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina*, 2002, págs. 3-4).

Según (Ramírez, Coello, & Menéndez, 2017, pág. 25), en el artículo de investigación “Tratamiento por flotación del drenaje ácido de mina grande de cobre” en Cuba. Señala que “La Mina Grande del Cobre está situada a 21km al oeste de la ciudad de Santiago de Cuba. Actualmente se encuentra fuera de explotación, (...). La limitada actividad de conservación y el desarrollo de procesos erosivos dieron lugar a la formación del drenaje ácido”. Además, los mismos autores señalan lo siguiente.

Se mantiene latente el riesgo potencial de dañar el manto freático y las aguas subterráneas, lo cual implica la necesidad de buscar alternativas para el tratamiento de dichas soluciones. Para el tratamiento del drenaje ácido (...). Se realiza un estudio en columnas de flotación con la utilización de amil xantato de potasio como reactivo colector.

Según menciona (Aduviere, 2006). En su investigación “*Drenaje Acido de Mina Generación y Tratamiento*” en Madrid. Señala lo siguiente.

Las explotaciones mineras provocan ciertos efectos hidrológicos sobre las aguas subterráneas o superficiales, tales como: Disminución de la calidad del agua haciéndola inadecuada para el consumo humano y otros usos; Causar daños ecológicos alterando o eliminando las comunidades biológicas naturales existentes en los cursos de agua y el deterioro del paisaje, por lo que la restauración de las áreas afectadas debe abarcar todos los elementos del medio físico incluido el agua.

La determinación de la acidez de los drenajes de mina tiene gran importancia debido a la capacidad corrosiva que tienen estas aguas y, al costo que supone la remoción y el control de las sustancias que producen corrosión. (p.53)

A nivel nacional

Ante los grandes problemas de contaminación mediante los drenajes de aguas acidas, se optaron por emplear tratamientos activos y pasivos (humedales artificiales o wetland).

“Actualmente en nuestro país predominan los tratamientos activos, sin embargo, algunas empresas mineras han manifestado un interés por los métodos pasivos para el tratamiento de efluentes” (Denegri & Jose, 2020). Además, los mismos autores señalan lo siguiente.

El tratamiento pasivo mediante humedales artificiales es una alternativa eficaz para el tratamiento del drenaje ácido de mina. Los sistemas de humedal artificial de flujo superficial son sugeridos para un tratamiento eficiente del DAM.

Tabla 1
Clasificación de DAMs. Según acidez

Tipo	Descripción	Rango de Acidez o Alcalinidad
1	Muy ácido	Acidez Neta > 300 mg/l como CaCO ₃
2	Moderadamente ácido	100 ≤ Acidez Neta ≤ 300 mg/l como CaCO ₃
3	Débilmente ácido	0 ≤ Acidez Neta < 100 mg/l como CaCO ₃
4	Débilmente alcalino	Alcalinidad Neta < 80 mg/l como CaCO ₃
5	Fuertemente alcalino	Alcalinidad Neta ≥ 80 mg/l como CaCO ₃

Fuente: Tomado de Tratamiento de Aguas Acidas de Mina (pg. 54), por Aduvire Osvaldo, 2006.

En la tabla 1 se observa la clasificación de drenaje de mina teniendo en consideración la acidez o alcalinidad del DAM.

Según (Denegri & Jose, 2020, pág. 1) en el artículo “*Tratamiento de Drenaje Acido de minas Mediante Humedales Artificiales*” en Lima, menciona que, “El drenaje de mina constituye una poderosa fuente de contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Para el tratamiento del drenaje acido de mina, existen métodos activos y pasivos, estos últimos comprenden los humedales artificiales”.

Antecedentes

En las últimas dos décadas se han empleado tecnologías utilizadas en la descontaminación de ADM, pueden dividirse en dos enfoques genéricos, sistemas de tratamiento activos (convencionales) o pasivos.

A nivel internacional.

Según (Espinoza, Hidalgo, & Delgado, 2016) en su artículo de investigación “*Diseño de un sistema de tratamiento para el drenaje acido de mina basado en el proceso de lodos de alta densidad (HDS)*” en México. Ante uno de los principales problemas de la industria minera, se enfoca en la generación de drenaje acido debido a las tareas propias de explotación y desarrollo

de una mina, “La Guitarra”. Se realizaron varias pruebas, como resultado global se logró el diseño total de la planta para el drenaje ácido, siendo el proceso HDS (proceso de lodos de alta densidad).

Según (Jage, 2011, págs. 5-6) el artículo “Passive Treatment of Acid-Mine Drainage” en Virginia, la piedra caliza es Colocados de modo que las aguas deben moverse a través de lo orgánico Sustrato previo a su contacto, lo que permite que las bacterias. Este proceso ayuda a la armadura de la piedra caliza, para el revestimiento de Fe en las superficies de piedra caliza, un proceso que hace que esas superficies sean menos reactivas. Los humedales anaerobios son capaces de eliminar ácidos solubles. rieles, especialmente Fe y Alabama, y productor alcalinidad.

Según (Macias, Rotting, Nieto, Ayora, & Caraballo, 2010, pág. 111) en el artículo de investigación “*Tratamiento pasivo con un sustrato alcalino disperso de drenajes ácidos de mina con alta carga metálica en la cuenca del rio Odiel (Faja Pirítica Ibérica, SO España)*” en España. Muchos de los sistemas de tratamiento pasivo que tratan el drenaje ácido de minas (ADM) se han centrado en tratar ADM con concentraciones de metales de baja a muy baja (...). Los mismo autores (Macias, Rotting, Nieto, Ayora, & Caraballo, 2010). Señala que.

Este sistema estuvo en funcionamiento durante un periodo de 20 meses tratando un aporte medio de 0.5 l/s. El sistema elimino una acidez neta media de 1500 mg/l como CaCO₃ del agua de entrada y logro una eliminación de 100% de Al, As, Cu, Pb, Cd y V, 40% de Fe y 15% de SO₄.

Según (Sobolewski, 1996, págs. 259-271), el libro de “*Ecological Engineering*” en Canadá, se viene aplicando sistemas pasivos en el tratamiento de drenajes ácidos. Entre 1990 y 1993 se construyeron dos diseños de humedales anaerobios experimentales para tratar las aguas

ácidas de la mina de cobre Bell Copper (British Columbia). En los dos sistemas se incrementó el pH desde 3 hasta 6-8 y se lograron reducciones del 40 % y del 80 % de Cu con un tiempo de retención de 12 y 23 días, respectivamente.

Según (Ordoñez, 1994) el libro de “*A successive alkalinity producing system (RAPS) as operational unit in a hybrid passive treatment system for acid mine drainage*” en la Universidad de Oviedo España, se experimentó con diseños a escala en laboratorio, con un sistema combinado de RAPS y un humedal con caliza (wetland), compost y plantas (*Typha latifolia*), en el que se lograron reducciones de cerca del 65 % para la acidez, 100 % de Al 27 % de Mn y 99,5 % de Fe.

A nivel nacional.

Según (Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, 2018) en la revista “Minería” en la sección Técnico Científica , “*Tratamiento de drenajes ácidos de mina a escala industrial vía Wetlands en planes de cierre en operaciones mineras a tajo abierto y subterráneas*” menciona que.

Los sistemas convencionales para el tratamiento de aguas acidas, suelen acarrear elevados costos de operación y mantenimiento, que, si bien durante la vida de mina son económicamente viables, pueden llegar a ser difícilmente sostenibles una vez abandonada la actividad productiva. Según las reacciones evaluadas los resultados obtenidos demostraron que las celdas anaeróbicas (contienen substratos orgánicos) remueven efectivamente los metales pesados por efecto del tratamiento con bacterias sulfato reductoras. (pp. 66-71)

Según (Huaranga & Rimaranchin, 2015) en su artículo de investigación “*Tratamiento de aguas de efluentes minero – metalúrgico utilizando, métodos pasivos en sistemas experimentales*”. En Trujillo, donde señalan lo siguiente.

Los relaves mineros son la principal fuente de contaminación debido a la presencia de metales pesados (...), teniendo en cuenta este problema; de allí que el objetivo fue tratar las aguas de efluentes mineros-metalúrgicos aplicando métodos activos y pasivos.

Según los resultados muestran que, la remoción de los metales pesados en todos los sistemas implicados (compost, humus y membrana), está por encima del 98% de efectividad a excepción del cobre con porcentajes menores de 90%. (pg.26).

Según (Denegri & Jose, 2020) en el artículo “*Tratamiento de drenaje acido de minas mediante humedales artificiales*” en Lima, “Es importante conocer las características, tipos, procesos físicos, químicos y biológicos; elección, diseño de los humedales artificiales, (...) Se realizó la revisión de 119 publicaciones, organizándolas por temas comunes” Los mismos autores indican que.

El objetivo fue revisar la información respecto al tratamiento de drenaje acido de minas mediante humedales artificiales. Concluye que el tratamiento pasivo mediante humedales artificiales es una alternativa eficaz para el tratamiento eficaz para el tratamiento del drenaje acido de mina, (...) existen empresas mineras como Yanacocha, Antamina y la Mina Orcopampa que tiene en proyecto el uso de tratamientos pasivos para la remediación de sus DAM.(p.363)

Según (Jurado Garayar, 2016, pág. 8) en su trabajo de Master con el título “*Diseño Piloto del sistema de tratamiento pasivo de infiltraciones provenientes del depósito de material inadecuado de minera La Zanja, Perú*” en la mina La zanja en Perú indica “Tiene como objetivo evaluar y seleccionar un piloto de sistema de tratamiento pasivo utilizando como método de investigación (cualitativo y descriptivo)”. El mismo autor indica que.

Como resultado la calidad de las infiltraciones del DMI Este y el caudal generado, deben ser tratados según los criterios de Gusek, por dos unidades de tratamiento en serie. En primera instancia por un sistema de producción sucesivo de alcalinidad (SAPS) y finalmente por un humedal aeróbico o wetland.

Según (Rey, 2007) en la investigación del “*Tratamiento de agua por medio de humedales artificiales (wetland)*” en Tucush, establece que el humedal se construyó en la quebrada de Tucush. El humedal contaba con 30 celdas con diferentes funciones las especies utilizadas fueron juncos y perla de río. Para el diseño del humedal, se construyó una poza de sedimentación de 6887 m³ que reducía la velocidad del flujo donde sedimenta partículas grandes como arenas; la segunda estructura fue en forma de serpentín y tuvo 12,683m² la cual sirvió para disminuir aún más el flujo y sedimentar partículas más finas como son los limos. En la última celda el humedal tuvo de 4.2Ha y allí se realizaban los procesos de oxidación, reducción, precipitación, absorción y adsorción. Los resultados fueron favorables ya que la remoción del nitrato del sistema fue de 23% y del amonio 57.9% a abril de 2007. (pgs. 18-19)



Figura 1 Estructura del sistema en forma de serpentín. Tomada del Tratamiento de agua por medio de humedales artificiales (wetland) – Antamina (2007, p. 10)

Nociones Teóricas

Ubicación y acceso.

Se encuentra ubicado en el distrito de Quiñota, provincia de Chumbivilcas, en el departamento del Cuzco. Dentro del distrito de Quiñota, está considerada como área de influencia directa del proyecto la comunidad de Pumallacta; las comunidades de Ccollana y Quiñota como capital de distrito se consideran en el área de influencia indirecta.

El proyecto geográficamente se encuentra ubicada en las inmediaciones del Cerro Huisamarca, en la margen derecha y curso medio de la quebrada Chonta, a una altitud comprendida entre 4 200 y 4 800 msnm, localizada en la zona oriental de la Cordillera Occidental Andina.

La ruta de acceso al área, se inicia partiendo desde la ciudad de Lima, en el cuadro siguiente se detalla las distancias para acceder al Proyecto por las vías y rutas que se muestran en los cuadros siguientes.

Tabla 2
Vía de Acceso al Proyecto – Ruta 1

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (Km)	Tiempo (Hr)
Lima - Nazca	Aérea	580	01:00
Cuzco- Santo Tomas	Carretera Afirmada	237	06:00
Santo Tomas - Quiñota	Carretera Afirmada	45	01:30
Quiñota – Acoito	Trocha Carrozable	20	00:50
Acoito – Unidad Minera	Trocha Carrozable	15	00:60
TOTAL		897	9:40

Fuente: Tomado de la Segunda Modificación del Plan de Cierre de Minas Unidad Minera Anabi (2019, pg. 18)

Tabla 3

Vía de Acceso al Proyecto – Ruta 2.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (Km)	Tiempo (Hr)
Lima - Nazca	Carretera Afirmada	1534	18:00
Cuzco- Santo Tomas	Carretera Afirmada	237	06:00
Santo Tomas - Quiñota	Carretera Afirmada	45	01:30
Quiñota – Acoito	Trocha Carrozable	20	00:50
Acoito – Unidad Minera	Trocha Carrozable	15	00:60
TOTAL		1851	26:40

Fuente: Tomado de la Segunda Modificación del Plan de Cierre de Minas Unidad Minera Anabi (2019, pg. 18)

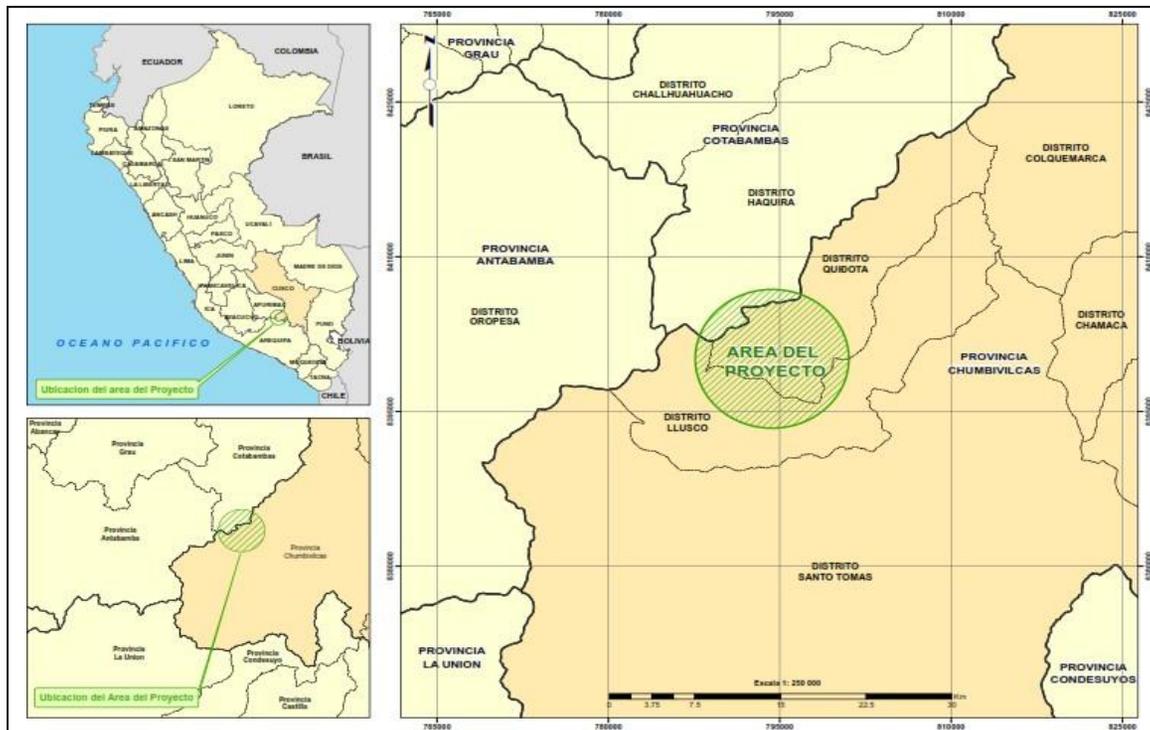


Figura 2 Mapa de Ubicación Unidad Minera ANABI. Tomado de Segunda Modificación del Plan de Cierre de Minas Unidad Minera Anabi (2019, pg. 19)

Geología local.

El distrito de Quiñota se encuentra representado geomorfológicamente por una superficie moderadamente irregular donde destacan como sub-unidades la cadena de cerros, valles glaciares, lomadas, mesetas, quebradas y laderas. El territorio donde se encuentra la mina está constituido por unidades litoestratigráficas, cuyas edades varían desde el jurásico hasta

el reciente constituido por rocas del Grupo Puno, Grupo Tacaza, Grupo Alpbamba y Grupo Barroso, que se hallan cubiertos por los depósitos cuaternarios.

Peligros sísmicos.

Sismicidad.

De acuerdo al mapa de Zonificación Sísmica del Perú del Reglamento Nacional de Edificaciones, para el caso de la zona presentada como área del proyecto, está ubicada en la zona sísmica 3. Según el mapa de Intensidades Sísmicas elaborado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), que toma como base la Escala Modificada de Mercalli, el área de estudio se encuentra en una zona que puede presentar sismos de grado VI con isoaceleración de 0.30 a 0.40g

Componente de la mina.

El Tajo abierto.

se realiza cuando los yacimientos son de gran tamaño, presentan una forma regular, y están ubicados en la superficie o cerca de estas. El tajo abierto se ve como un gran tazón y este se va construyendo en la medida en que la operación va avanzando, tanto lateralmente como en profundidad. A medida que se va trabajando, se genera una especie de anfiteatro (por su forma escalonada) cuya forma puede ir cambiando en la medida en que avanza la operación. (Estudios Mineros del Perú, 2011, pág. 2)

Selección del área de construcción.

Según (Lopez & Baretino, 2002, págs. 1-19) en su artículo denominado “*Tratamiento pasivos de drenaje ácidos de mina*” en España, establece que el lugar de construcción de un sistema humedal es frecuentemente determinado por la ubicación de las fuentes de agua ácida. El proceso de investigación del área incluye la selección del lugar; diseño de ingeniería temporal y

permanente análisis de los efectos ambientales, evaluación de la construcción, ajustes en el diseño de la obra y/o estructura, finalmente la verificación e inspección durante la construcción y operación del Humedal.

Según (Perez & Patricia, 2008, págs. 41-50) en el artículo denominado “*Índices de alcalinidad para el control del tratamiento anaeróbico de aguas residuales fácilmente acidificable*” en Colombia, determina que la geología, geotecnia, hidrología y otros factores ambientales son considerados en el proceso de selección del área requerida. Durante la investigación y selección del área requerida se debe tener en cuenta lo siguiente:

Consideraciones en el uso de tierra; Estudios hidrológicos; Estudios geológicos; Consideraciones ambientales.

Según (Barrie & Hallberg, 2003, págs. 213-220) en el artículo “*Passive mine water treatment at the former Wheal*” en el Reino Unido, especifica la selección del área requerida por la construcción de un Humedal las consideraciones más importantes usualmente son: el uso de tierra y/o área designada y los accesos al Humedal. Los drenajes ácidos de mina a ser tratados deberían ser accesibles al área elegida para la construcción del Humedal y preferentemente que capten los flujos ácidos por gravedad. El lugar elegido debe ser accesible para la construcción y equipamiento del Humedal, para el tránsito del personal de operación y para el transporte de los substratos a utilizarse en el Humedal.

Requisitos del diseño.

Según (Perez & Patricia, 2008) en el artículo denominado “*Índices de alcalinidad para el control del tratamiento anaeróbico de aguas residuales fácilmente acidificable*” en Colombia, determina que el sistema Humedal de drenajes ácidos de mina, el tipo de diseño básico es de flujo superficial. Un sistema de flujo superficial consiste en una o varias celdas donde el efluente

ácido de mina es encaminado a profundidades bajas o poco profundas sobre una vegetación que suministra substratos.

Según (Nuttall & Paul, 2000, págs. 1262-1268) en el libro “ *Zinc Removal From Hard, Circum-Nuetral Mine Waters Using a Novel Closed-Bed Limestone Reactor*” , establece que el transporte de flujo ácido es controlado por las celdas de profundidad bajas a través de compuertas del uso de velocidad de bajo flujo y mediante la población de plantas acuáticas emergentes. La configuración de un sistema Humedal influye factores hidrobiológicos como: velocidad del agua, fluctuaciones, tiempo de resistencia, circulación y patrón de distribución, turbulencias y ondulación del agua.

La configuración del Humedal debería aumentar la distribución de las aguas ácidas de mina, minimizando el efecto de cortocircuito entre las celdas que contienen a diferentes tipos de substratos. En el diseño de la configuración del sistema Humedal se debe considerar los siguientes factores:

- Grado de pre-tratamiento del agua acida
- Requerimiento del área
- La forma del terreno seleccionado
- Pendiente adecuada
- Necesidad de efectuar excavación
- Tipos de sustratos
- Compuertas internas de las celdas.

Dimensionamiento del wetland.

- Caracterización geoquímica

Ensayos ABA para medir el nivel de acides según, (Guzman Borie, 2015, págs. 1-2) en el artículo “Test ABA, potencial de neutralización” en Chile. El test ABA (Acid-Base Accounting), sigue siendo uno de los ensayos geoquímicos más utilizados como elemento predictor del potencial de generación de drenaje ácido. En su concepto más básico, el test ABA consiste en establecer el potencial de generación de ácido (PA) y el potencial de neutralización (PN) de una determinada muestra para finalmente, en función de ambos, PA y PN, determinar el potencial neto de neutralización (NNP) y la ratio PN/PA. Ambos resultados pueden ser comparados con valores referenciales, con el objeto desclasificar las muestras como potenciales o no potenciales generadoras de drenaje ácido.

Tabla 4
Clasificación de aguas residuales de mina en función al nivel de Ph.

Clasificación	Nivel pH
Altamente Acida	1.5 a 4.5
Blandas, ligeramente acidas	5.0 a 7.0
Duras, neutras a alcalinas	7.0 a 8.5
Blandas, alcalinas	7.5 a 11.0
Muy salinas	6.0 a 9.0
Blandas acidas	3.5 a 5.5

Fuente: Tomado de “*Drenaje acido de mina generación y tratamiento*”, por Dr. Ing. de minas Osvaldo Aduvire (2006, p. 2).

- Elección del tipo de sistema

Los Humedal aeróbico son construidos simulando las condiciones de un humedal natural, la diferencia está en que pueden llegar a tener mejores resultados que un humedal natural ya que son construidos específicamente para que cumplan la función de purificador de agua. (Denegri & Jose, 2020)(p.351)

Los humedales anaeróbicos, en este tipo de humedal el agua de mina fluye por gravedad y el incremento del pH hasta niveles cercanos al neutro. (Aduviere, 2006)(p.100)

- Cálculo de precipitaciones

El cálculo de precipitaciones es un proceso de recopilación de las aguas pluviométricas dando como resultado el caudal, para ello es necesario aplicar las siguientes formulas.

Ecuación 1 Media

$$K = \frac{\sum X_i}{n}$$

Ecuación 2 Desviación estándar (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{y})^2}{n - 1}}$$

Ecuación 3 Parámetros de la función Gumbel

- Para muestras grandes: $N > 100$

$$\alpha = \frac{1,2825}{S} \quad \beta = Q_m - 0.45S$$

- Para muestras pequeñas: $N < 100$

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S} \quad \beta = Q_m - \frac{\mu_y}{\alpha}$$

Tabla 5
Tabla de Gumbel

N° datos	μ_y	σ_y
10	0.4952	0.9496
15	0.5128	1.0206
20	0.5236	1.0628
25	0.5309	1.0914
30	0.5362	1.1124
35	0.5403	1.1285
40	0.5436	1.1413
45	0.5463	1.1518
50	0.5485	1.1607
55	0.5504	1.1682
60	0.5521	1.1747
65	0.5535	1.1803
70	0.5548	1.1854
75	0.5559	1.1898
80	0.5569	1.1938
85	0.5578	1.1974
90	0.5586	1.2007
95	0.5593	1.2037
100	0.5600	1.2065

Fuente: *Tomado de Distribuciones Estadísticas, por Sánchez San Román, F. del Dpto. Geología – Univ. Salamanca España.(2020, p.8)*

Ecuación 4 Cálculo de la variable reducida

$$Y_t = -\ln\left(\ln\left(\frac{T_r}{T_r - 1}\right)\right)$$

Ecuación 5 Cálculo de Precipitación

$$X_{t'} = \beta + (\alpha \times b)$$

Ecuación 6 Factor Reductor (KA)

Coficiente corrector de las precipitaciones máximas anual por área de la cuenca, aplicado a cuencas de área superior 1 km², calculado como:

$$K_A = 1 - \left(\log_{10} \frac{A}{15}\right) = 2.914 \quad \text{para } 1\text{km}^2 \leq A \leq 3 \text{ km}^2$$

$$K_A = 1$$

para $A \leq 1 \text{ km}^2$

A = Área de la cuenca en (km²)

Log(A) = Logaritmo decimal de la superficie A (km²)

Ecuación 7 Precipitación máxima corregida

$$P = K_A \times P_d$$

KA= Factor reductor

Pd = Precipitación máxima diaria (mm)

Ecuación 8 Tiempo de concentración (Tc)

Empleado para cuencas con periodos de concentración pequeñas

$$T_c = 0.3 \times \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}}$$

L= Longitud del cauce mayor en (km)

S = Pendiente promedio del cauce mayor (m/m)

Tc = Tiempo de concentración

Ecuación 9 Intensidad de lluvia

Se emplea para la estimación de los caudales de referencia a partir de la siguiente formula:

$$I = \left(\frac{P}{24}\right)$$

Ecuación 10 Coeficiente de escorrentía (C)

El valor de los coeficientes de escorrentía para cada cuenca se obtiene de la siguiente expresión recomendada:

$$C = \frac{(P_d - P_o) \times (P_d + 23 \times P_o)}{(P_d + 11 \times P_o)^2} \quad \text{para } P_d > P_o$$

$$C=0 \quad \text{para } P_d < P_o$$

Donde:

P_d = Precipitación máxima diaria (mm)

P_o = Umbral de escorrentía = $\left(\frac{5000}{CN}\right) - 50$

Ecuación 11 Coeficiente de uniformidad (K)

Calculado a partir del tiempo de concentración como:

$$K = 1 + \left(\frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}\right)$$

Ecuación 12 Caudal máximo anual (Q)

Presente en el punto de desagüe de la cuenca, obtenido a partir de la siguiente formula:

$$Q = \frac{C \times I \times A \times K}{3.6}$$

- Cálculo de carga de entrada

La principal variable a tener en cuenta es la carga de entrada en el humedal, que lleva el agua de mina a tratar, se puede determinar mediante la siguiente expresión:

Ecuación 13 Carga de entrada

$$Carga (g/dia) = Q(L/min) \times C_m(mg/L) \times \left(\frac{1g}{10^3mg}\right) \times \left(\frac{1440 min}{1 dia}\right)$$

Donde:

Q= Caudal de entrada

C_m =Concentración metálica de Fe y Mn

- Cálculo de la superficie

Según (Aduvire, 2006) el estudio de “Drenaje Acido de Mina Generación y Tratamiento” en Madrid. El criterio más utilizado para determinar la superficie mínima de un humedal se determina en función a la eliminación de hierro y manganeso por unidad de superficie y día.

Para eliminar el Mn se necesita una superficie mucho mayor que para eliminar el Fe, ya que la velocidad de oxidación e hidrólisis del Mn es de entre 20 y 40 veces más lenta que la del Fe. Además, la eliminación de estos dos metales en los humedales se produce de forma secuencial y no simultánea, si el humedal se construye con el objetivo de eliminar Fe y Mn, para que sea efectiva su superficie total, ésta debe ser igual a la suma de las superficies parciales necesarias para eliminar cada uno de ellos.

Ecuación 14 Superficie mínima

$$Superficie (m^2) = \frac{(g Fe / dia)}{7 g/m^2. dia} + \frac{(g Mn / dia)}{7 g/m^2. dia}$$

- Cálculo del tiempo de retención

Según (Lopez & Baretino, 2002, pág. 10) en el artículo “Tratamiento pasivo de drenaje ácidos en mina” en España, establece que la permanencia o de tratamiento en el humedal, se define como:

Ecuación 15 Tiempo de retención

$$t = \frac{L \times W \times y \times n}{Q}$$

Donde (L) largo de la celda del humedal en m; (W) ancho de la celda del humedal en m; (y) profundidad de la celda del humedal en m; (n) es la porosidad o espacio disponible para el flujo del agua a través del humedal, porcentaje expresado como decimal (Q) caudal medio a través del humedal en m³/día.

Ecuación 16 Caudal medio (Q)

Según (Zambrano, 2009, pág. 190) en el capítulo 5 “Modelo general de diseño para humedales” menciona “Para compensar las pérdidas o ganancias de agua causadas por

infiltración o precipitación a lo largo del flujo del agua (...), puede ser necesario calcular el caudal medio”. Además, el mismo autor menciona que.

Un diseño conservador debe asumir que no existen pérdidas por filtración y adoptar una estimación razonable de las pérdidas (...) Esto requiere una primera suposición del área superficial del humedal para poder calcular el agua extra que entra y sale. Por lo general se asume que el caudal de entrada y salida son iguales. (Zambrano, 2009)(p.190)

$$Q = \frac{Q_e + Q_o}{2}$$

Donde (Q_e) caudal de salida en m³/día y (Q_o) caudal de ingreso en m³/día.

- Flujo del humedal

Según (Zambrano, 2009, pág. 193) en el capítulo 5 “*Modelo general de diseño para humedales*” menciona “El flujo de agua en un humedal de flujo libre es descrito por la ecuación de Manning que define al flujo en canales abiertos”.

Ecuación 17 Flujo de humedal

$$v = \frac{1}{a} \times y^{7/6} \times S^{1/2}$$

Dónde: (V) velocidad de flujo en m/s, (y) profundidad del agua en el humedal en m, (S) gradiente hidráulico o pendiente de la superficie del agua en m/m y (a) factor de resistencia en (s·m^{1/6}).

Tener en cuenta que:

a = 0.4 vegetación escasa

a = 1.6 Vegetación semidensa

a = 6.4 vegetación densa

Dimensionamiento del Dique.

- Ensayos Geotécnicos

Según (Gonzales de vallejo, 2004) en el libro “Ingeniería Geológica” en Madrid, establece que el esfuerzo cortante en los suelos es el aspecto más importante de la ingeniería geotécnica. La capacidad de soporte de cimentaciones superficiales como profundas, la estabilidad de los taludes y el diseño de muros o paredes de retención, llevan implícito el valor de la resistencia al esfuerzo cortante.

El ensayo constituye el procedimiento más satisfactorio para medir la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, en la mayoría de las situaciones. Una de sus principales ventajas radica en el hecho de poder controlar las tensiones principales, el drenaje y la presión intersticial, lo cual conduce al conocimiento del comportamiento básico del suelo y de las características que se utilizaran posteriormente en el diseño.

- Análisis de estabilidad

Para la estabilidad del diseño de diques es necesario el uso de Slide v.7 según (ICOG, 2016), es un software de análisis de Estabilidad de Taludes en 2D que utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad. Su ámbito de aplicación en minería y obra civil es muy variado, permitiendo evaluar un gran número de problemáticas geotécnicas, tales como estabilidad de terraplenes, presas, taludes en excavaciones mineras o en edificaciones, efectos de cargas externas, sísmicas, eficiencia de elementos de refuerzo, etc.

Tabla 6
Comparación del cálculo de factor de seguridad

Talud	Factor de seguridad calculado				
	Bishop	Spencer	Janbu	Morgenstern-Price	Ordinario
2H:1:V	2.08	2.07	2.04	2.08	1.93
suelo débil	1.38	1.37	1.45	1.38	1.29
Con una línea piezométrica	1.83	1.83	1.83	1.83	1.69
Con dos líneas piezométricas	1.25	1.25	1.33	1.25	1.17

Fuente: Deslizamiento: análisis geotécnico - (Suarez, 2013)

Como parte de los criterios de evaluación para el análisis de estabilidad de taludes se basaron en el manual de estabilidad del U.S. Army Corps of Engineer (2003) y Read & stacey (2009), quienes sugieren una serie de valores como criterios de aceptación para varias escalas de taludes, vinculados a las consecuencias de fallas.

Tabla 7
Criterio de evaluación de la estabilidad de taludes

Condición de Análisis	Mínimo factor de seguridad requerida
Condición de cierre	1.5
Condición de operación	1.4
Condición al final de la construcción	1.3
Pseudoestático (PGA x 0.5)	>1

Fuente: U.S. Army Corps of Engineer (2003)

Dique de Desarenador I

El dique se encuentra ubicado como límite de perímetro exterior del desarenador I. Cumple la función de contener las aguas provenientes del Tajo Huisamarca (sector I, II y III), mediante canales trapezoidales de mampostería con caliza, el material de la cimentación será de graba limosa. El dique presentara los siguientes parámetros.

Tabla 36
Parámetros del Dique I

Descripción	Dique I
Talud de Aguas Arriba	2H:1V
Talud de Aguas Arriba	2H:1V
Altura del dique (m)	2
Pendiente (%)	0
Nivel de corona (m.s.n.m.)	4364.20
Longitud (m)	121
Ancho de corona (m)	3
Tipo de dique	Homogéneo
Material	Grava Limoso
Cobertura del vaso	Geotextil HDPE de 300gr/m ²

Dique de Desarenador II

El dique se encuentra ubicado como límite de perímetro exterior del desarenador II.

Cumple la función de contener las aguas provenientes del desarenador I y del Tajo

Huisamarca (sector IV y V) mediante canales trapezoidales de mampostería con caliza, el

material de la cimentación será de grava limosa. El dique presentara los siguientes

parámetros.

Tabla 37
Parámetros del Dique II

Descripción	Dique II
Talud de Aguas Arriba	2H:1V
Talud de Aguas Arriba	2H:1V
Altura del dique (m)	3
Pendiente (%)	0
Nivel de corona (m.s.n.m.)	4318
Longitud (m)	119
Ancho de corona (m)	3
Tipo de dique	Homogéneo
Material	Grava Limoso
Cobertura del vaso	Geotextil HDPE de 300gr/m ²

Dique de Wetland

El dique se encuentra ubicado como límite de perímetro exterior del wetland. Cumple la función de contener las aguas acidas proveniente del desarenador II y el material de la cimentación será de grava limosa. El dique presentara los siguientes parámetros.

Tabla 10
Parámetros del Wetland

Descripción	Dique III
Talud de Aguas Arriba	2H:1V
Talud de Aguas Arriba	2H:1V
Altura del dique (m)	4
Pendiente (%)	0
Nivel de corona (m.s.n.m.)	4317
Longitud (m)	142
Ancho de corona (m)	3
Tipo de dique	Homogéneo
Material	Grava Limoso
Cobertura del vaso	Geotextil HDPE de 300gr/m ²

Definiciones de términos básicos

- Cierre de Mina

Es la actividad que busca rehabilitar las áreas utilizadas por la minería una vez concluidas las operaciones: tiene como objetivo principal que las áreas utilizadas por la operación sean compatibles como un ambiente sano y adecuado para el desarrollo de la vida, conforme a lo dispuesto por la ley 28090. ((Unidad Minera Yanacocha, s.f.)(parr.1)

- Aguas acidas

Son aguas que se producen como resultado de la oxidación química y biológica de sulfuros mecánicos, especialmente pirita o pirrotita. (Monografias plus, s.f.)(parr.2)

- Dique

Un dique es una estructura de hormigón, piedra, tierra y otro material, que se construye con el objetivo de contener el agua, impidiendo su paso. Pueden construirse de manera perpendicular o paralela al curso de agua que se pretende contener. (Zarza, 2021) (parr.2)

- Gaviones

Son estructuras en forma de canasta prismática rectangular, contruidos en malla metálica de acero inoxidable o hierro galvanizado. Estos son colocados a pie de obra sin armar y luego se encuentran en su lugar correspondiente, se procede a rellenarlos con piedras, que luego mampuestos em obra y atados, acaban formando una estructura de protección. Tal estructura tiene la particularidad de su gran resistencia, trabaja como un todo en forma monolítica. (Pérez, 2017) (parr.3)

- Caliza

Es una roca sedimentaria compuesta en un 9% por Carbonato de calcio (CaCO_3), especialmente Calcita y Aragonita. En su versión más pura es de color blanco. (Rocas y Minerales, 2018)(parr.1)

- Geomembrana HDPE

O polietileno de alta densidad, son barreras sintéticas diseñadas especialmente para contener sustancias y materiales e impedir su flujo al exterior. Son las más utilizadas gracias a su bajo costo y a la amplia gama de propiedades que le aportan un excelente grado de impermeabilidad, resistencia a agregados químicos, al agrietamiento y a los rayos UV. (GEOSAI, 2016) (parr.1)

- Factor de seguridad

Según (Suarez, 2013) libro “Deslizamiento: Análisis Geotécnico en el capítulo 4” en Colombia define que el factor de seguridad es empleado por los ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza para que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General.

- ¿De qué manera se puede optimizar el Sistema Wetland para el tratamiento de aguas ácidas para el cierre de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019?

1.2.2. Problema Específico.

- ¿Cuál es el caudal máximo de ingreso y el tiempo de retención de las aguas ácidas en el wetland (humedal) de acuerdo a las precipitaciones máximas en la zona de proyecto, para el tratamiento de aguas ácidas del proceso de cierre de mina de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019?
- ¿Cuál es la influencia de las actividades sísmicas en la estabilidad física de la estructura del sistema wetland para el cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019?
- ¿Cuál es la influencia de los procesos constructivos del sistema wetland para el cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019?

Justificación de la investigación

Según (Lopez, Baretino, & Osvaldo, Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina, 2002) a través del artículo “*Tratamiento de Aguas Acidas de Mina*” se dice que los drenajes ácidos de mina, contienen una gran cantidad de sulfato y metales. Esas concentraciones son nocivas para la actividad biológica, contaminando los cursos de aguas y pueden llegar a causar daños a las estructuras construidas por el hombre. Debido al elevado costo que representa el tratamiento en depuradoras convencionales, es necesario buscar una solución a este problema. Está presente investigación se enfoca en proponer un diseño estructural del sistema wetland para el tratamiento de aguas acidas.

Justificación Teórica.

Debido a lo mencionado se tiene la necesidad de solucionar este gran problema que son las aguas acidas, Para ello se utilizará un diseño para la estructura del sistema wetland (humedal), este sistema es considerado un sistema pasivo por que no se requiere la utilización de reactivos químicos ni mantenimiento siendo este de menor costo. En este proyecto se tiene como objetivo dar una alternativa de tratamiento de las aguas acidas.

Limitaciones de la investigación

Hasta el inicio de la presente investigación en la región de Cusco no se cuentan con antecedentes de tratamientos de aguas acidas de mina.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

- Diseñar la propuesta estructural del sistema Wetland, para optimizar el tratamiento de aguas acidas del proceso de cierre de mina de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar el caudal máximo de ingreso y el tiempo de retención de las aguas acidas en el Wetland (humedal) de acuerdo a las precipitaciones máximas de la zona del proyecto, para el tratamiento de aguas acidas del proceso de cierre de mina de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019
- Realizar la evaluación del peligro sísmico para el análisis de estabilidad física de la estructura del sistema wetland para el proceso de cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019.
- Establecer los procesos constructivos del sistema wetland para el cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El diseño estructural del sistema Wetland, garantiza de manera relevante la optimización del tratamiento de aguas acidas del proceso de cierre de mina de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019.

1.4.2. Hipótesis específicas

- El caudal máximo de ingreso y el tiempo de retención de las aguas acidas, influyen de manera relevante para el diseño del wetland para el tratamiento de aguas acidas para el proceso de cierre de mina de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019.
- Los peligros sísmicos influyen en el análisis de estabilidad física de los diques I, II y III de la estructura del sistema wetland en condiciones Estáticas y Pseudoestáticas,

según el análisis de estabilidad física se afirma que son estables las estructuras del sistema wetland para el cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019

- Los procesos constructivos establecidos forman parte esencial en el sistema wetland, para el mejor control de ejecución para el cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y Diseño de investigación

La investigación presentada es de tipo descriptiva, ya que se propone un diseño de la estructura del sistema wetland para disminuir el nivel de acidez de las aguas acidas generadas por la mina. El nivel de investigación descriptivo consiste en interpretar realidades de hechos. Incluye descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de estos fenómenos. (Stracuzzi & Pestana, 2012, pág. 92)

Diseño de investigación no experimental.

Transversal o Transeccional.

Esta propuesta de investigación es aplicable para el tratamiento del drenaje de aguas acidas, mediante esta propuesta estructural se logran la estabilización del pH y la reducción de los metales pesados. Además, este nivel de investigación se ocupa de recolectar datos en un solo momento y en un tiempo único. Su finalidad es describir las variables y analizar su incidencia e interacción en un momento dado, sin manipularlas. (Stracuzzi & Pestana, 2012, pág. 94)

2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

Para la presente investigación se tiene como población la Unidad Minera Anabi S.A.C en el distrito de Quiñota – Cusco.

2.2.2. Muestra

Para la presente investigación se tomará como muestra la zona del Tajo Abierto Huisamarca.

2.3. Técnicas e Instrumentos

Los materiales equipos e instrumentos a utilizar en el trabajo de investigación.

Materiales de oficina.

1 Laptop

1 Calculadora

Empleos de software.

Civil 3D

Slide V.7

Materiales de Campo.

1 Pico

1 Pala

1 Bolsa de muestra

1 Dron phantom 4 pro

1 GPS diferencial

1 GPS manual

2.4.Recolección de Datos

Para el logro de cada objetivo específico se emplean las siguientes técnicas de recolección de datos:

La técnica empleada como fuente primaria fue la observación directa aplicando instrumentos de guía de información como los registros de datos pluviométricos, los resultados de la caracterización de las propiedades geoquímicas de los efluentes y la caracterización del tipo de suelo de fundación.

Como fuentes secundarias se utilizaron anotaciones bibliográficas para asignar los libros, artículos científicos, revisas virtuales y científicas utilizados en la investigación.

2.5.Procedimiento

Los procedimientos de la presente investigación se dividirán en cuatro etapas; la etapa I consiste en la elección del tipo de humedal, en la etapa II presenta los cálculos de precipitación y tiempo de retención como cálculos base para el dimensionamiento de la estructura del humedal, en la etapa III se realizan los análisis de estabilidad y finalmente en la etapa IV se mencionan los procesos constructivos del sistema wetland.

Etapa I.

Elección del tipo de humedal.

Para la elección del tipo de humedal es necesario tener el análisis de estabilidad geoquímica para determinar el nivel de pH, la cantidad de (hierro y manganeso) que se presentan en los efluentes en la zona del tajo.

Tabla 11
Resultados del Análisis de estabilidad geoquímica

Descripción	Unidad	Datos
Acidez	pH	4.3
Hierro	Fe	26.67
Manganeso	Mn	9.13

En la Tabla 11 se muestra los metales y el pH a tratar en el sistema wetland, para determinar el tipo de humedal es necesario conocer la clasificación de las aguas. según (Aduvire, 2006) en su investigación menciona las categorías de drenaje ácido de mina, como se muestra a continuación.

Tabla 12
Clasificación de aguas

Clase	pH
Altamente acidas	1.5 a 4.5
Blandas, ligeramente acidas	5.0 a 7.0
Duras, neutras a alcalinas	7.0 a 8.5
Blandas, alcalinas	7.5 a 11.0
Muy salinas	6.0 a 9.0

Según el nivel de pH mencionado en la tabla 11 es de 4.3, encontrándose dentro de la clasificación de altamente acidas. Seguidamente emplearemos la secuencia de tratamiento de aguas acidas en función al contenido de alcalinidad y acidez mencionado por (Aduvire, 2006) en el informe de “Tratamiento de aguas acidas de mina” (p. 114). En base a lo mencionado el tipo de tratamiento que corresponde es el anaeróbico.

Etapa II.

Teniendo como base la elección del humedal anaeróbico, se procede con los cálculos de precipitación para la obtención del caudal de diseño Q (m³/s) y el tiempo de retención para realizar el dimensionamiento del sistema wetland (desarenador I, desarenador II y wetland).

Cálculo de Precipitaciones.

Este proceso es para obtener el caudal generado por las lluvias en la “Zona del Tajo Abierto Huisamarca”, para el análisis se evaluó las precipitaciones máximas diarias presentadas en el registro anual de las estaciones Paruro, Yauri, Santo tomas, Chalhuanca y Sicuani, generadas en el Estudio Hidrológico Anabi por HydroTerra.

Los registros tomados son desde enero del 1998 hasta diciembre del 2017.

Tabla 13
Recopilación de datos – Precipitaciones máximas 24 hr.

AÑO	I(mm/día)	(Xi-X)2
1998	33.0	104.8576
1999	38.3	24.4036
2000	50.8	57.1536
2001	46.9	13.3956
2002	46.3	9.3636
2003	41.6	2.6896
2004	43.2	0.0016
2005	38.2	25.4016
2006	48.7	29.8116
2007	33.1	102.8196
2008	64.3	443.5236
2009	41.5	3.0276
2010	40.8	5.9536
2011	39.0	17.9776
2012	38.9	18.8356
2013	36.0	52.4176
2014	36.3	48.1636
2015	34.3	79.9236
2016	39.5	13.9876
2017	74.1	952.3396
SUMA	864.8	2006.048

Fuente: Tomado del *Estudio Hidrológico Anabi Aturani* por Hydro Terra (2018, p.61) y adaptado para el cálculo de caudal. Autoría propia.

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, pág. 12), en el “*Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*”, señala que “Del análisis de la información hidrológica y meteorológica disponible en el área de estudio, se presentan criterios de diseño y límites de aplicación de los métodos considerados (...)”. Para el cálculo de caudal se usaron la

metodología de “Ven te Chow” y “Método Racional”, partiendo del análisis de la información, se procede con el cálculo de variables probabilísticas que comprenden de las ecuaciones N°1, 2, 3 y 4.

Para el cálculo de la media se remplazan los datos de la tabla 13 en la Ecuación 1

$$K = \frac{33 + 38.3 + 50.8 + 46.9 + 46.3 + 41.6 + 43.2 + 38.2 + 48.7 + 33.1 + 64.3 + 41.5 + 40.8 + 39 + 38.9 + 36 + 36.3 + 34.3 + 39.5 + 74.1}{20}$$

$$k = 43.2 \text{ mm}$$

Luego de la obtención de la media, se prosigue con el cálculo de la desviación estándar, reemplazamos los datos de la tabla 13 $(X_i - \bar{X})^2$, en la ecuación 2 como se muestra.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{y})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{2006.048}{20 - 1}} = 10.275 \text{ mm}$$

Los resultados de la ecuación N°1 y 2 se remplazarán en la ecuación 3, teniendo en cuenta que el número de datos (N) es menor a 100 se emplea la segunda condición.

- Para muestras pequeñas: $N < 100$

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{s} = \beta = Q_{m, \alpha} - \mu_y$$

Los datos de σ_y y μ_y , se obtienen de la tabla 14, de acuerdo a la cantidad al número de datos que tenemos ($N=20$), los valores que corresponden son: $\sigma_y = 1.0628$ y $\mu_y = 0.5236$.

Tabla 50
Tabla de Gumbel – Modificada

N° datos	μ_y	σ_y
10	0.4952	0.9496
15	0.5128	1.0206
20	0.5236	1.0628
25	0.5309	1.0914
30	0.5362	1.1124
35	0.5403	1.1285

Fuente: Tomado de Distribuciones Estadísticas, por Sánchez San Román, F. del Dpto. Geología – Univ. Salamanca España. (2020, p.8).

Por lo tanto, se obtiene:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{s} = \frac{1.0628}{10.275} = 0.103$$

$$\beta = Q_m - \frac{\mu_y}{\alpha} = 43.2 - \frac{0.5236}{0.103} = 38.178$$

Para el cálculo de la precipitación máxima se empleará la Ecuación 4 para un tiempo de retorno ($Tr=200$ años), para ello se dividirá la expresión en dos partes trabajando primero con el cálculo de Yt .

$$Yt = -\ln\left(\ln\left(\frac{Tr}{Tr-1}\right)\right) = -\ln\left(\ln\left(\frac{200}{200-1}\right)\right) = 5.29$$

Finalmente se reemplazan los valores de α , β y Yt en la siguiente ecuación obteniendo la precipitación.

$$Xt' = \beta + (\alpha \times Yt) = 38.177 + (0.103 \times 4.29) = 38.725 \text{ mm}$$

Tabla 15
Resumen de cálculo de precipitaciones

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. Xt
2	0.3665	38.2157
5	1.4999	38.3329
10	2.2504	38.4105
25	3.1985	38.5086
50	3.9019	38.5814
100	4.6001	38.6536
200	4.2958	38.7255

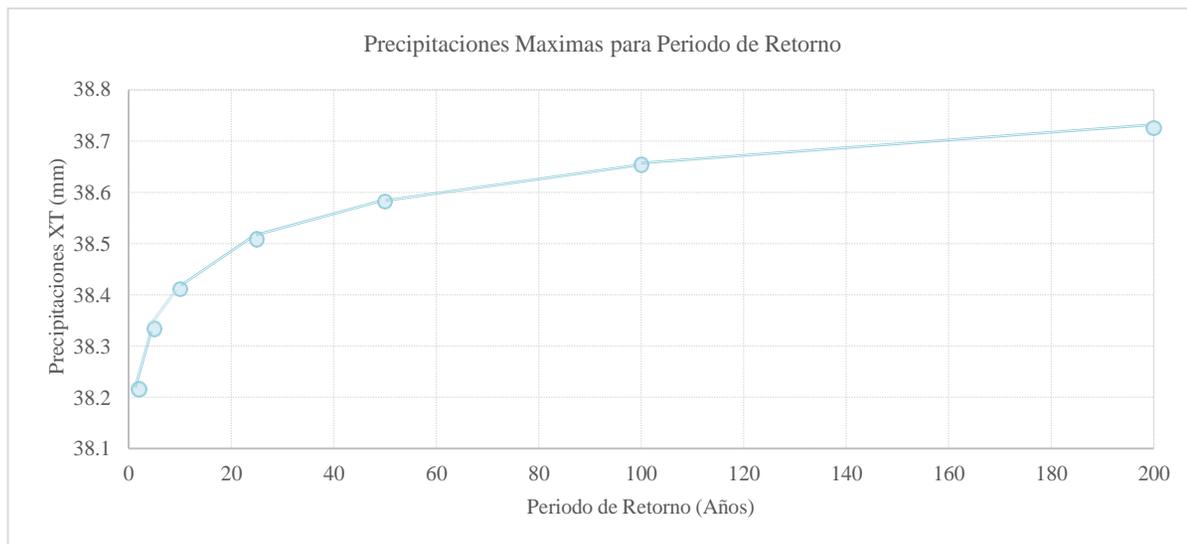


Figura 3 Curva de precipitaciones máximas vs periodos de retorno.

Sectorización de las áreas de influencia.

Para el cálculo de caudal es necesario generar la escorrentía del terreno de la Unidad Minera Anabi, en el software civil 3D, obteniendo como resultado la vista de la simulación del cauce de las aguas de lluvia. Seguidamente se procese con la sectorización de las zonas para delimitar las áreas que entran en contacto con la Zona del Tajo Abierto.

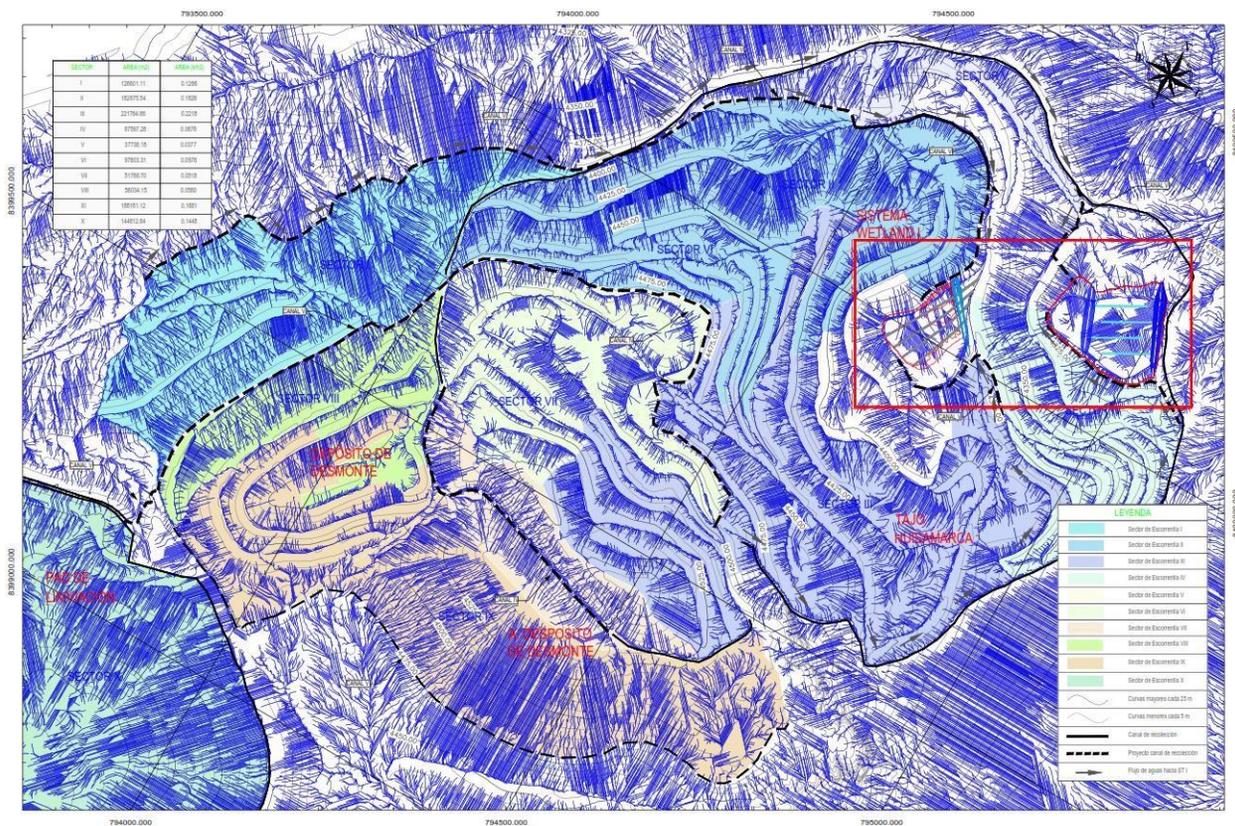


Figura 4 Sectorización de escorrentía, tomado de la Segunda Modificación del Plan de cierre de Minas Unidad Minera Anabi, por Clean Technology (2018).

La Figura 4, representa la sectorización de las escorrentías de la Unidad Minera Anabi, los sectores con los que se trabajaran para los diseños son I, II, III, IV y V. estos pertenecen a la zona del Tajo abierto.

Cálculo de caudal máximo y tiempo de retención para los diseños.

Desarenador I.

Para el diseño del desarenador I es necesario el cálculo del caudal máximo (Q) de ingreso de los sectores I, II y III de la zona del tajo, al desarenador I.

Es necesario corregir la precipitación obtenida 38.654 mm para ello se utiliza el factor reductor mencionado en la ecuación 6.

Tabla 53
Sectorización en la zona tajo

Tipo	Área (km2)
Sector I	0.1266
Sector II	0.1826
Sector III	0.2218
Área Total	0.531

En la tabla 16 se presentan las dimensiones de las áreas de captación, según los sectores establecidos en la figura 4 obteniendo un área de captación total de 0.531 km².

Para la corrección de la precipitación se hace uso de la ecuación 7, según las condiciones que se mencionan, se cumple con la segunda condición ya que el área total es de 0.531 km² y es menor a 1 km² por lo que $K_A = 1$.

Por lo tanto, la precipitación máxima corregida es:

$$P = K_A \times P_d = 1 \times 38.654 \text{ mm/día}$$

Luego se procede a calcular la intensidad media diaria de lluvia, este cálculo consiste en dividir la precipitación entre 24 horas.

$$I = \frac{P}{24} = \frac{38.654}{24} = 1.61 \text{ mm/hora}$$

Después de obtener la intensidad media se procede a calcular el tiempo de concentración para ello es necesario saber la longitud del cauce (rama principal), la pendiente y las cotas máximas y mínimas del terreno.

Tabla 54
Características del sector

Estructura	Longitud del cauce (km)	Cota máxima (m.s.n.m)	Cota mínima (m.s.n.m)	Pendiente
Desarenador	1.37	4400	4362	0.028

Con los datos presentados en la tabla 17, se procede a calcular el tiempo de concentración con la ecuación 8.

$$T_c = 0.3 \times \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}} = 0.3 \times \frac{1.37^{0.76}}{0.028^{0.19}} = 0.75 \text{ h} = 45 \text{ min}$$

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía es necesario tener los datos de la precipitación y del umbral de escorrentía (P_o) y el número de curva (CN).

Para el número de curva (CN) se tiene que seleccionar el tipo de suelo según la textura del suelo. La zona Tajo presenta una textura de suelo tipo B.

Tabla 18
Clasificación de suelo

Tipo de suelo	Textura del suelo
A	Arenas con poco limo y arcilla; suelos muy permeables
B	Arenas finas y limos
C	Arenas muy limas, limos, suelos con alto contenido en arcilla
D	Arcillas en grandes cantidades; suelos poco profundos con subhorizontes de roca sana; suelos muy impermeables.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2012, p.46). Adecuado por autoría propia.

Tabla 19
Descripción del uso de suelo

Descripción del uso de la Tierra	Grupo Hidrológico del Suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada: Sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
Con tratamientos de conservación	62	71	78	81

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2012, p.47). Adecuado por autoría propia.

En la tabla 19, se realiza el cruce del tipo de textura de suelo y de la descripción del uso del suelo obtenido el dato CN=81.

Después de obtener el valor de CN se reemplaza en P_o para el cálculo del umbral de escorrentía.

$$P_o = \left(\frac{5000}{81}\right) - 50 = 11.7 \text{ mm}$$

De los datos obtenidos se procede a reemplazar en la ecuación 10 para el cálculo del coeficiente de escorrentía.

$$C = \frac{(38.65 - 11.7) \times (38.65 + 23 \times 11.7)}{(38.65 + 11 \times 11.7)^2} = 0.295$$

Después de calcular el tiempo de concentración se procede a reemplazar en la ecuación 11 para calcular el coeficiente de uniformidad.

$$K = 1 + \left(\frac{0.75^{1.25}}{0.75^{1.25} + 14}\right) = 1.05$$

Finalmente, para obtener el caudal máximo se reemplazan los valores calculados (el coeficiente de escorrentía, intensidad de lluvia, área total y el coeficiente de uniformidad) en la ecuación 12.

$$Q = \frac{0.30 \times 1.61 \times 0.531 \times 1.05}{3.6} = 0.07 \frac{m^3}{seg} \text{ o } 73.49 \frac{lt}{seg}$$

Con los datos obtenidos se procede a dimensionar el desarenador teniendo en cuenta que si le damos un ancho menor al desarenador el dique será más alto, pero a mayor ancho el dique será de una altura menor, como se tiene un área de gran tamaño se plantea la segunda opción. Por lo que el volumen de almacenamiento respetando el metro de borde libre es de 4,200 m³.

Además, el desarenador contara con sistemas subdrenajes, de tuberías HDPE de 12’ que estarán por debajo del desarenador y del dique. Las aguas que salen del desarenador serán captadas por un canal trapezoidal de mampostería con una cama de caliza, estas aguas serán dirigidas al desarenador II. Para estimar el caudal de salida se tomará en cuenta que los sedimentos son arena limosa y tienen un permeabilidad de 1.5×10^{-2} cm/seg, este será multiplicado por el área tomada a un metro de altura de la base del desarenador a la acumulación del sedimento, siendo el área estimada de 4509.634 m². Por lo que se obtiene un caudal de salida de 67.64 lt/seg.

Desarenador II.

Para el diseño del desarenador II es necesario el cálculo del caudal máximo (Q) de ingreso del desarenador I y de los sectores IV y V de la zona del tajo.

Para continuar con los cálculos se necesita corregir la precipitación obtenida, 38.654 mm para ello se utiliza el factor reductor mencionado en la ecuación 6.

Tabla 20
Sectorización en la zona tajo

Tipo	Área (km²)
Sector IV	0.0676
Sector V	0.0377
Área Total	0.1053

En la tabla 20 se presentan las dimensiones de las áreas de captación, según los sectores establecidos en la figura 4 obteniendo un área de captación total de 0.1053 km².

Para la corrección de la precipitación se hace uso de la ecuación 7, según las condiciones que se mencionan, se cumple con la segunda condición ya que el área total es de 0.1053 km² y es menor a 1 km² por lo que $K_A = 1$.

$$P = K_A \times P_d = 1 \times 38.654 \text{ mm/día}$$

Luego se procede a calcular la intensidad media diaria de lluvia, este cálculo consiste en dividir la precipitación entre 24 horas.

$$I = \frac{P}{24} = \frac{38.654}{24} = 1.61 \text{ mm/hora}$$

Después de obtener la intensidad media se procede a calcular el tiempo de concentración para ello es necesario saber la longitud del cauce (rama principal), la pendiente y las cotas máximas y mínimas del terreno.

Tabla 21
Características del sector

Estructura	Longitud del cauce (km)	Cota máxima (m.s.n.m)	Cota mínima (m.s.n.m)	Pendiente
Desarenador	1.098	4317	4315	0.002

Con los datos presentados en la tabla 21, se procede a calcular el tiempo de concentración con la ecuación 8.

$$T_c = 0.3 \times \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}} = 0.3 \times \frac{1.098^{0.76}}{0.002^{0.19}} = 1.068 \text{ h} = 64 \text{ min}$$

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía es necesario tener los datos de la precipitación y del umbral de escorrentía (P_o) y el número de curva (CN).

Para el número de curva (CN) se tiene que seleccionar el tipo de suelo según la textura del suelo. La zona Tajo presenta una textura de suelo tipo B, como se muestra en la tabla 19. Según el cruce del tipo de textura de suelo y de la descripción del uso del suelo que se realiza en la tabla 18 se obtiene el dato CN=81.

Después de obtener el valor de CN se reemplaza en P_o para el cálculo del umbral de escorrentía.

$$P_o = \left(\frac{5000}{81}\right) - 50 = 11.7 \text{ mm}$$

De los datos obtenidos se procede a reemplazar en la ecuación 10 para el cálculo del coeficiente de escorrentía.

$$C = \frac{(38.65 - 11.7) \times (38.65 + 23 \times 11.7)}{(38.65 + 11 \times 11.7)^2} = 0.295$$

Después de calcular el tiempo de concentración se procede a reemplazar en la ecuación N°11 para calcular el coeficiente de uniformidad.

$$K = 1 + \left(\frac{1.068^{1.25}}{1.25}\right) = 1.072$$

1.068 + 14

Finalmente, para obtener el caudal máximo se reemplazan los valores calculados (el coeficiente de escorrentía, intensidad de lluvia, área total y el coeficiente de uniformidad) en la ecuación 12.

$$Q = \frac{0.30 \times 1.61 \times 0.105 \times 1.072}{3.6} = 0.01 \frac{m^3}{seg} \text{ o } 14.87 \frac{lt}{seg}$$

Finalmente, para obtener el caudal de ingreso total se suman los caudales de las áreas de captación que es de 14.87 lt/seg y el caudal de salida del desarenador I que es 67.64 lt/seg. Obteniendo un caudal de 82.51 lt/seg. Con los datos obtenidos se procede a dimensionar el

desarenador teniendo en cuenta el mismo criterio que se empleó para el dimensionamiento

del desarenador I. Para estimar el caudal de salida se tomará en cuenta que los sedimentos son arena limosa y tienen un permeabilidad de $1.5 \times 10^{-2} \text{cm/seg}$, este será multiplicado por el área tomada a un metro de altura de la base del desarenador a la acumulación del sedimento, siendo el área estimada de 2887.676 m². Por lo que se obtiene un caudal de salida de 43.32 lt/seg.

Wetland.

Para el dimensionamiento del wetland es necesario tener en cuenta los niveles de acides y el caudal de ingreso.

Tabla 22
Parámetros de diseño

Estructura	Caudal de ingreso			Nivel de acides (mg/l)	
	Q(lt/seg)	Q(lt/min)	Q(m ³ /día)	Fe	Mn
Wetland	43.32	2,599.2	3,742.8	26.67	10.47

En la tabla 21 se presentan los parámetros para el dimensionamiento del wetland, teniendo en cuenta que se hará uso de una lámina de agua de (0.65 cm). Según lo mencionado se procede a reemplazar los datos en la ecuación 13 para calcular la carga de entrada.

$$\text{Carga Fe} = 2,094.81 \times 26.67 \times 1.44 = 80,450.68 \text{ g/día}$$

$$\text{Carga Mn} = 2,094.81 \times 10.74 \times 1.44 = 32,397.46 \text{ g/día}$$

Según los datos obtenidos estos reemplazan en la ecuación 14 para calcular el área de superficie mínima.

$$\text{Superficie (m}^2\text{)} = \frac{80,450.68 \text{ g/día}}{7 \text{ m}^2/\text{g/día}} + \frac{32,397.46 \text{ g/día}}{7 \text{ m}^2/\text{g/día}} = 16,121.16 \text{ m}^2$$

Luego de haber calculado la superficie mínima del humedal, se procede a estimar el tiempo de retención para ello se debe tener en cuenta las características de la estructura y el caudal

medio según se menciona en la ecuación 16 donde se menciona que el caudal de entrada será el mismo que el caudal de salida, al realizar la semisuma se obtiene el mismo caudal (3,742.85 lt/día).

Tabla 23
Características de la estructura

Estructura	Caudal Q(m3/día)	Datos de las		Espacio del flujo o	Profundidad de la celda
		Ancho	Largo		
Wetland	3,742.85	88	108	0.65	2

Con los datos presentados en la tabla 23 se procede a calcular el tiempo de retención según se muestra en la ecuación 15.

$$t = \frac{108 \times 88 \times 2 \times 0.65}{3742.85} = 3.3 \text{ días}$$

Luego de haber calculado el caudal y el tiempo de retención se procede a calcular el flujo del humedal. Para ello es necesario tener en cuenta el factor de resistencia (a) este depende de la vegetación propuesta (semidensa) por lo tanto a=1.6. según se menciona en la ecuación N°18.

$$v = \frac{1}{1.6} \times 0.6^{7/6} \times 0.9^{1/2} = 0.33 \text{ m/s}$$

El flujo del humedal calculado es de 0.33 m/s, posteriormente se procede a calcular la dimensión mínima para el humedal según el largo y ancho presentados en la tabla 23.

$$A = (L)(W) = 88 \times 108 = 9,504 \text{ m}^2$$

Según los resultados se obtiene como área mínima el valor de 9,504 m².

Finalmente, para la colocación del sustrato y la altura de agua se tendrá en cuenta lo mencionado; según (Aduviere, 2006, pág. 100) en el informe de “*Tratamiento de aguas*

requieren para el correcto funcionamiento, la altura de la lámina de agua ha de superar los 30cm. Esta lamina cubre un sustrato permeable de espesor 30-60 cm”. Además, el mismo autor menciona que “El sustrato inferior es de caliza (0.5 a 1 m de espesor) y sirve para neutralizar el pH. (Aduviere, 2006)(p.111, párr. 2).

Los cálculos presentados para el dimensionamiento del sistema wetland se elaboraron en un Excel, ver en el Anexo 2.

Etapa III.

Evaluación del peligro sísmico

Se entiende por peligro sísmico como la probabilidad de que un movimiento sísmico vuelva ocurrir en una determinada zona con igual o mayor intensidad y/o aceleración máxima. Para determinar el peligro sísmico hay dos métodos conocidos el determinístico y probabilístico, siendo esta ultima la más usadas por dar resultados más representativos de la aceleración máxima (PGA).

Según lo mencionado se determinará el peligro sísmico de la zona de estudio, mediante el uso del Mapa de Zonificación Sísmica propuesto en la Norma de Diseño Sísmico resistente E.30 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el mapa de isoaceleraciones realizada por Jorge Alva Hurtado y Jorge Castillo, y aplicativo online de Sencico, todos estos desarrollados por el método probabilístico.

Para determinar la PAG (aceleración máxima) de la zona cuyos datos será empleado para el análisis de estabilidad física en condiciones pseudoestáticas se hará una comparación de los resultados de las aceleraciones máximas de cada autor y se tomará el valor promedio de las aceleraciones.

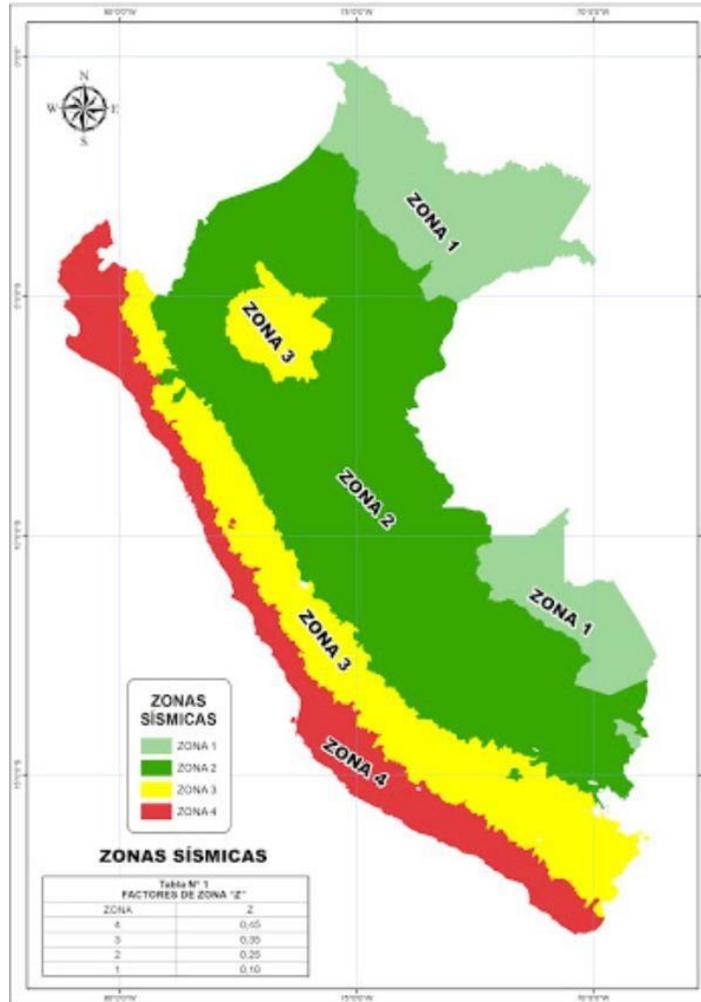


Figura 5 Mapa de Zonificación Sísmica, tomado del Reglamento
 Nacional de Edificaciones E0.30 (2019, p.7)

En la figura 5 se muestran las aceleraciones máximas horizontales con una probabilidad de 10% de ser excedencia en 50 años, según la zona del proyecto este se encuentra en la zona 3, de acuerdo al mapa corresponde el factor igual a 0.35g.

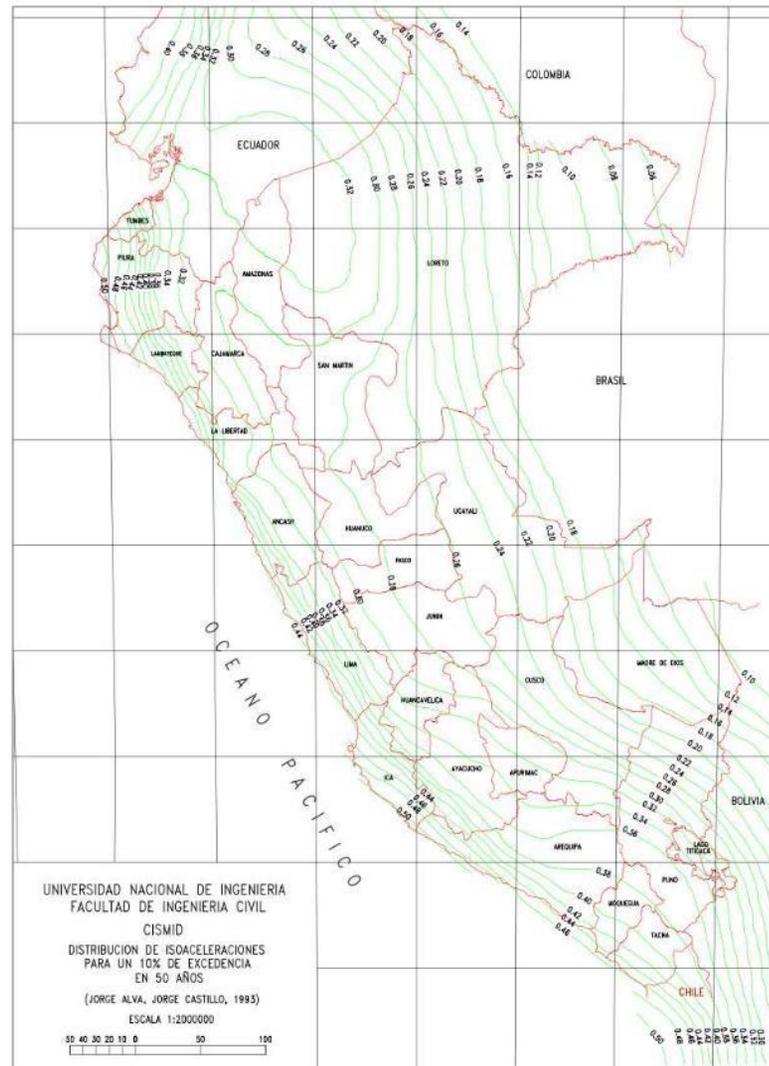


Figura 6 Mapa de isoaceleraciones para 50 años, tomado de Peligro Sísmico en el Perú por Jorge Alva Hurtado y Jorge Castillo (1993, p.18)

En la figura 6 se muestra isoaceleraciones para 50 años de vida útil equivalente a 475 años de periodo de retorno para 10% de excedencia, donde la zona del proyecto se encuentra entre las curvas de isoaceleraciones 0.32 y 0.34g.

Debido a que los análisis de peligro sísmico se realizan por medio de los métodos probabilísticos y determinísticos para determinar los niveles de aceleración máxima. Se hará uso del aplicativo online de Sencico este ya cuenta con ambos métodos, donde se obtendrá la aceleración de onda sísmica.

Primero se selecciona el lugar donde se determinará el peligro sísmico, se tiene las coordenadas geográficas del proyecto, longitud 72.3 y la latitud 14.5.

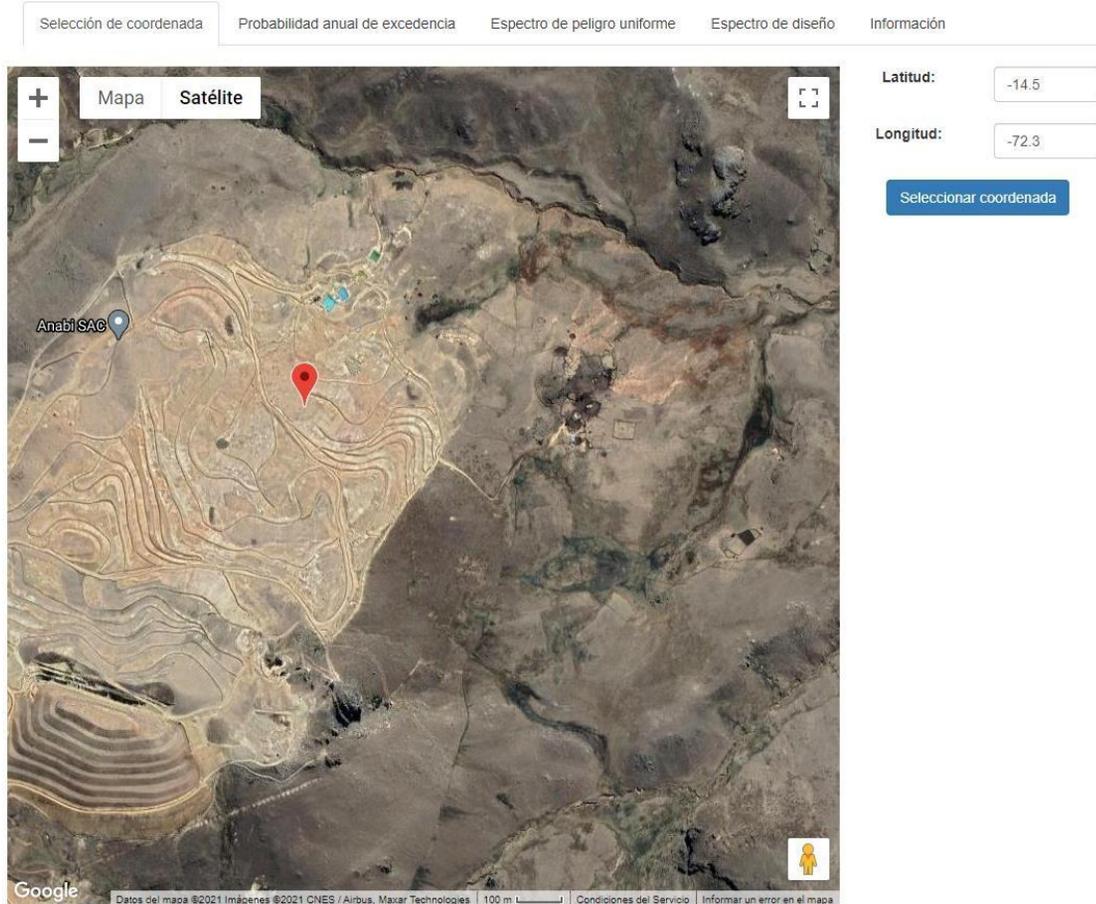


Figura 7 Ubicación de la zona de evaluación de peligro sísmico, tomado de la página web Determinación de peligro sísmico en el país por Sencico (2020)

Luego se procede a evaluar la probabilidad anual de excedencia (10%) para un periodo de retorno de 475 años. Obteniendo como resultado 0.33g del cruce del tiempo de retorno y de la curva de aceleración, como se muestra en la figura 8.

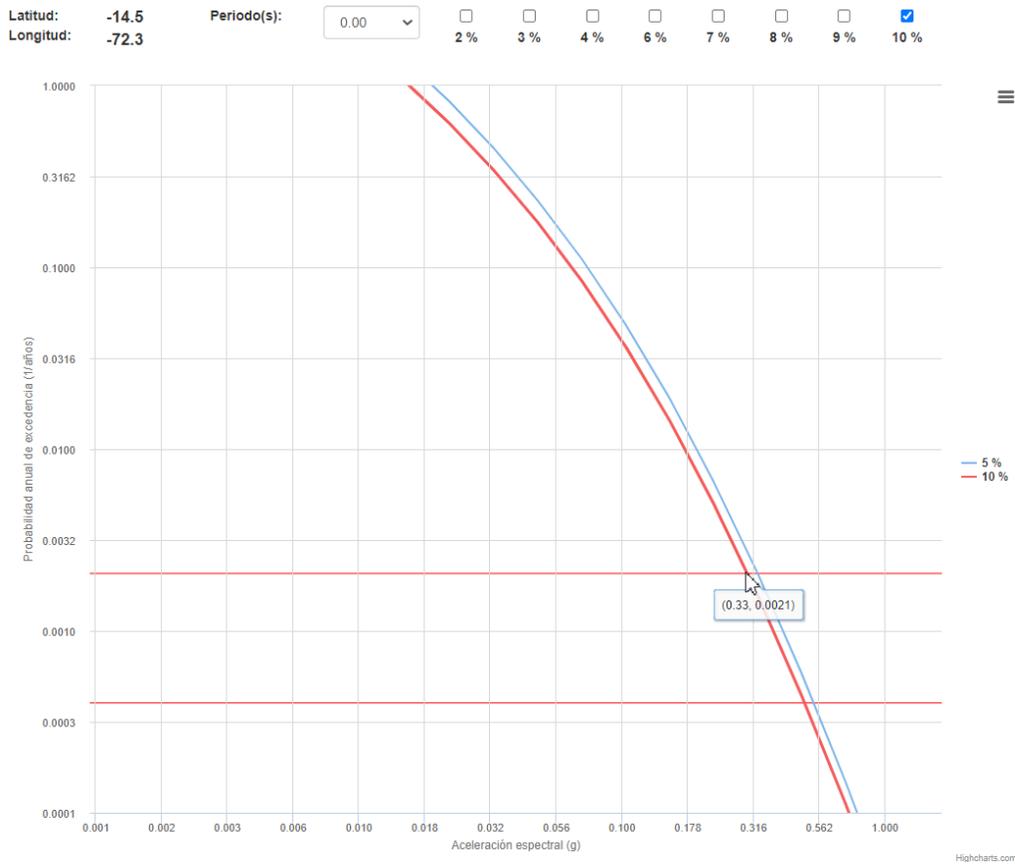


Figura 8 Análisis para una probabilidad de excedencia de 10%

Para los diseños se considera una vida útil de 50 años con la probabilidad de excedencia de 10% y un periodo de retorno de 475 años. De esta manera se obtiene lo siguiente.

Tabla 24

Comparación de aceleraciones sísmicas de la zona de estudio

Según los autores	Periodo de retorno (años)	Aceleración (g)	
		Mínimo	Máximo
Norma E0.30	-	-	0.35
Jorge Alva			
Hurtado y Jorge	475	0.32	0.34
Castillo			
Sencico	475	0.27	0.33

Para determinar la aceleración sísmica se consideró el promedio de las aceleraciones máximas de los tres autores mencionados en la tabla 24. Obteniendo como resultado 0.34 g este dato se utilizará para el análisis de estabilidad física.

Análisis de estabilidad.

Para el análisis de estabilidad se usarán la información del “Informe de Estabilidad Física del PAD, Botadero, Tajo y Pozas” por la empresa MDH Perforación Diamantina y Geotecnia.

Se debe tener en cuenta los peligros sísmicos, según el Mapa de Fuentes Sismogénicas Superficiales, propuesto por Castillo y Alva la máxima magnitud que puede ocurrir en el área del proyecto asociada a estas fuentes es de 7.5. De acuerdo a la evaluación de la zona se consideró el promedio de las aceleraciones máximas que es 0.34g según la recomendación del Cuerpo de Ingenieros está basada en la aplicación del método de Newmark donde concluye que las estructuras analizadas con el método pseudo-estático con actor de seguridad mayores que 1.0 se utiliza el coeficiente sísmico horizontal de $0.5 X$ PGA ya que no desarrollan deformaciones mayores a 1 m, que es el valor arbitrario que puede ser tolerado por presas de tierra, sin presentar amenaza. Por lo tanto, se recomienda utilizar un coeficiente sísmico de 0.17 g para el análisis pseudo-estático, correspondientes a un periodo de retorno de 475 años asociados a un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años de periodo de exposición.

No obstante, es necesario tener en cuenta los parámetros de los diques y las propiedades físicas del suelo.

Tabla 25
Resumen de los parámetros para los diques

Descripción	Dique I	Dique II	Dique III
Talud de Aguas Arriba	2H:1V	2H:1V	2H:1V
Talud de Aguas Arriba	2H:1V	2H:1V	2H:1V
Altura del dique (m)	2	3	4
Pendiente (%)	0	0	0
Nivel de corona (m.s.n.m.)	4364.20	4318	4317
Longitud (m)	121	119	142
Ancho de corona (m)	3	3	3
Tipo de dique	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
Material	Grava Limoso	Grava Limoso	Grava Limoso
Cobertura del vaso	Geotextil HDPE de 300gr/m2	Geotextil HDPE de 300gr/m2	Geotextil HDPE de 300gr/m2

Tabla 26
Propiedades físicas del suelo

Material	Peso específico seco o Unit Weight (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	Angulo de Fricción (Phi)
Terreno Natural	21.58	5.00	32.70
Dique I, II y III	22.00	5.00	35.00

Estos datos se ingresarán al software Slide V.6.0 donde se realizarán las corridas para los casos estáticos y pseudoestáticos con el método de Spencer.

Tabla 27

Secciones para el dique I

Estructura	Tipo de Dique	Altura (m)	Sección	Método
Desarenador I	Dique I	2	Sección A-A'	Spencer
		2	Sección B-B'	

En la tabla 27 se mencionan dos secciones, a cada una de las secciones se le realizaran dos análisis uno en condiciones estáticas y el otro para condiciones pseudoestáticas.

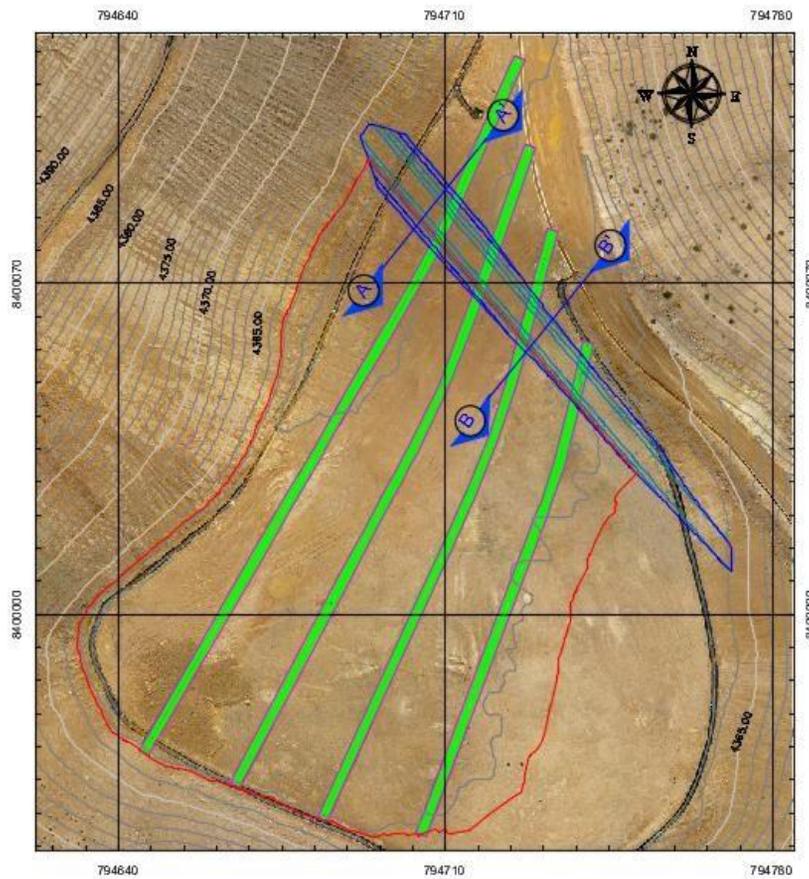


Figura 9 Vista en planta del desarenador I – Dique I

En la figura 9 se muestra el desarenador I, donde se le realizaran 2 cortes para obtener las secciones que se evaluarán en el Slide, como se muestran en las siguientes imágenes.

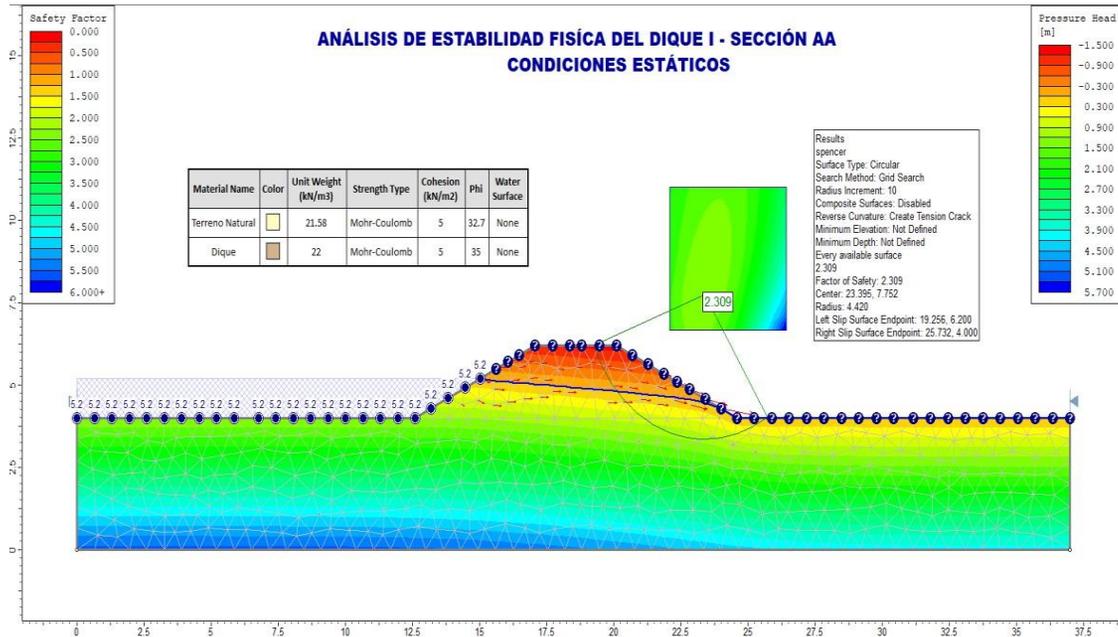


Figura 10 Sección A-A' del dique I para condición estática

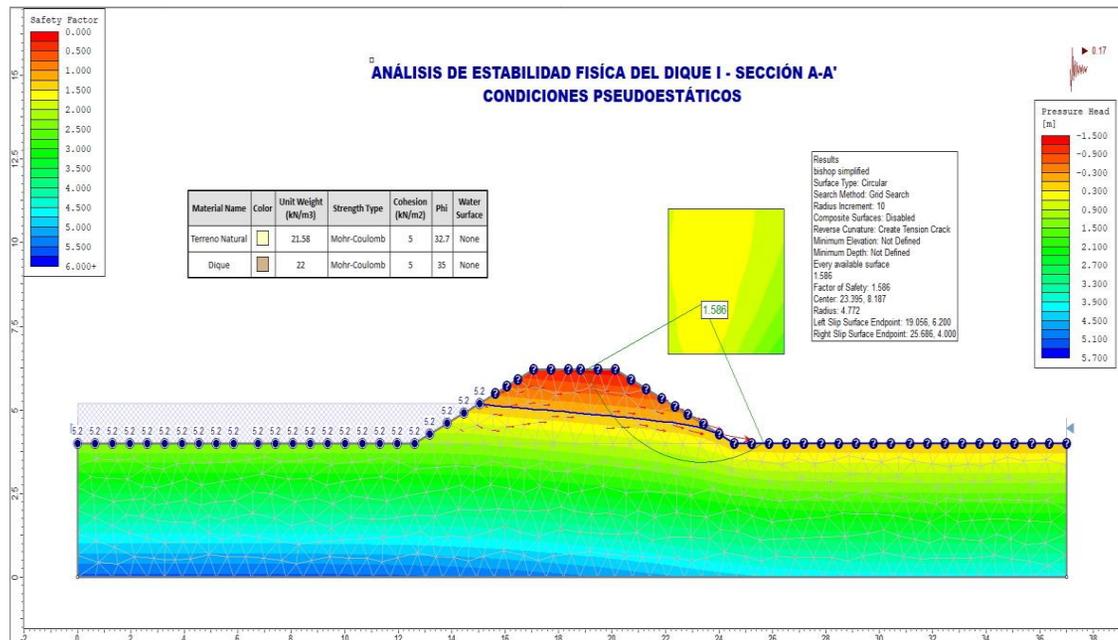


Figura 11 Sección A-A' del dique I para condición pseudoestática

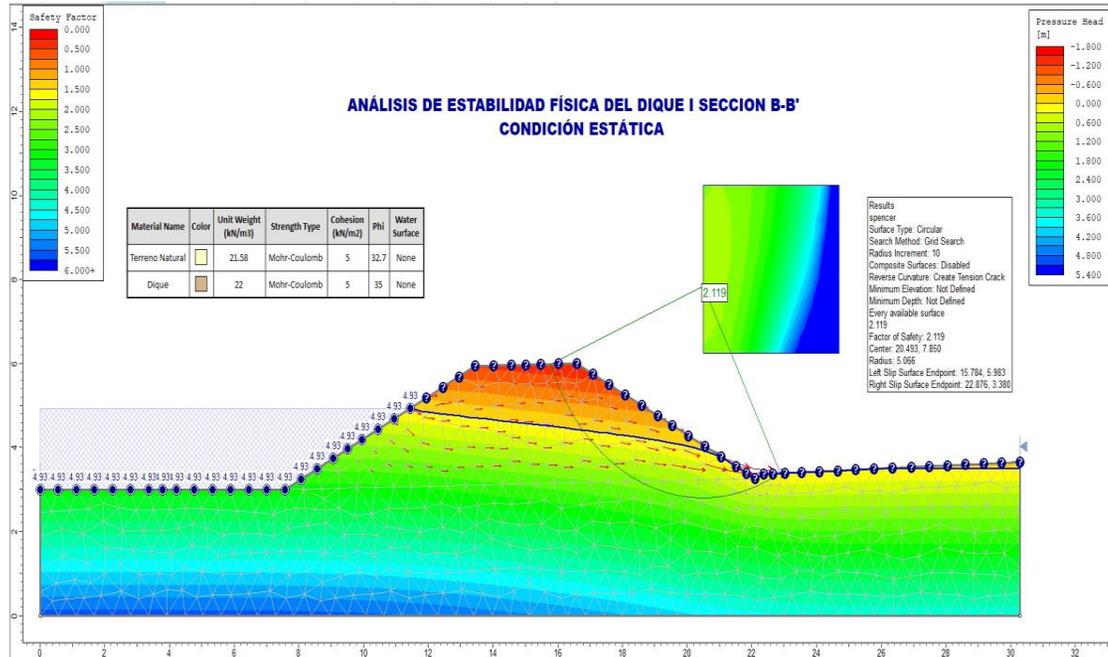


Figura 12 Sección B-B' del dique I para condición estática

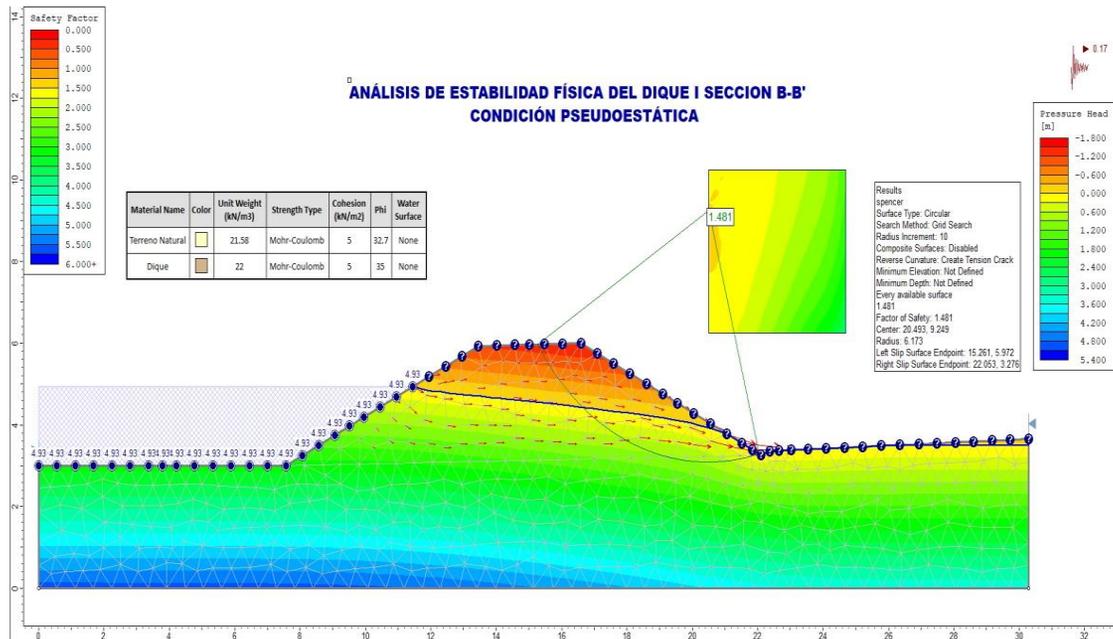


Figura 13 Sección B-B' del dique I para condición pseudoestática

Tabla 28
Secciones para el dique II

Estructura	Tipo de Dique	Altura (m)	Sección	Método
Desarenador II	Dique II	3	Sección A-A'	Spencer
		3	Sección B-B'	

En la figura 14 se muestra el desarenador II, donde se le realizaran 2 cortes para obtener las secciones que se evaluarán en el Slide, como se muestran en las siguientes imágenes.

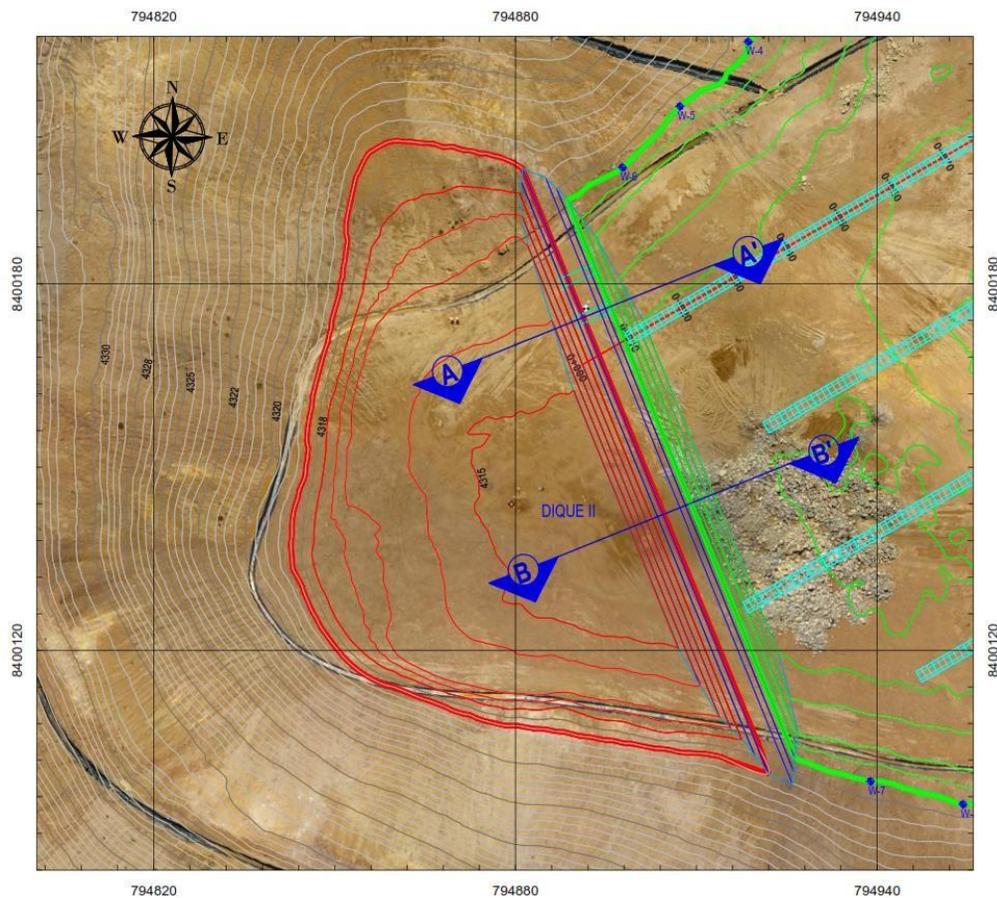


Figura 14 Vista en planta del desarenador II – Dique II.

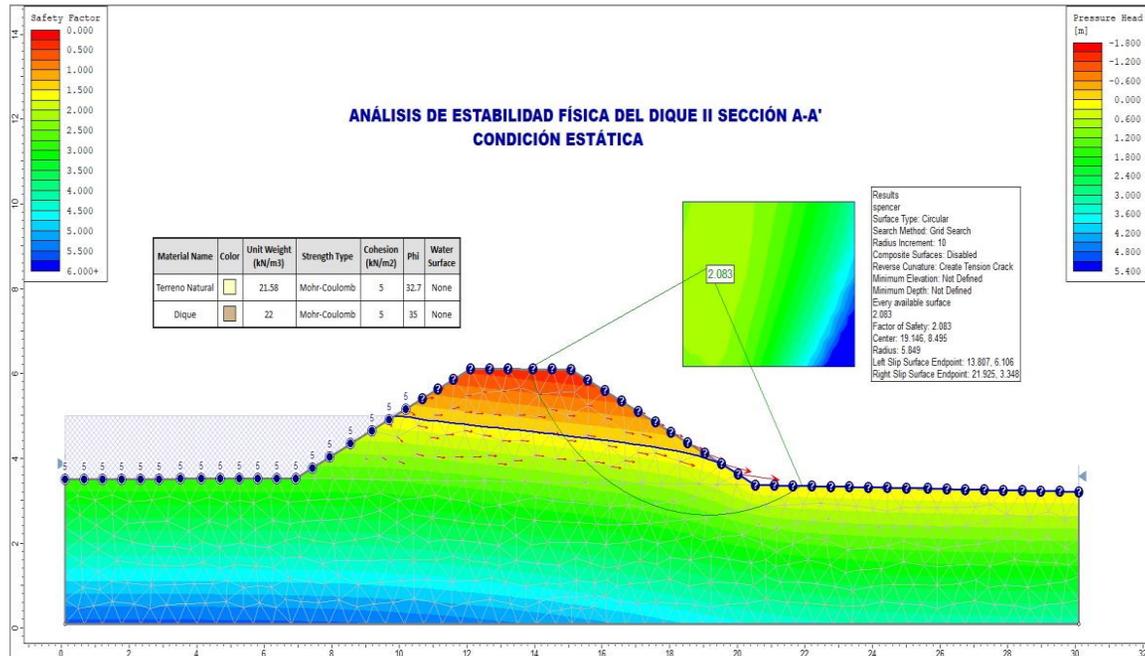


Figura 15 Sección A-A' del dique II para condición estática

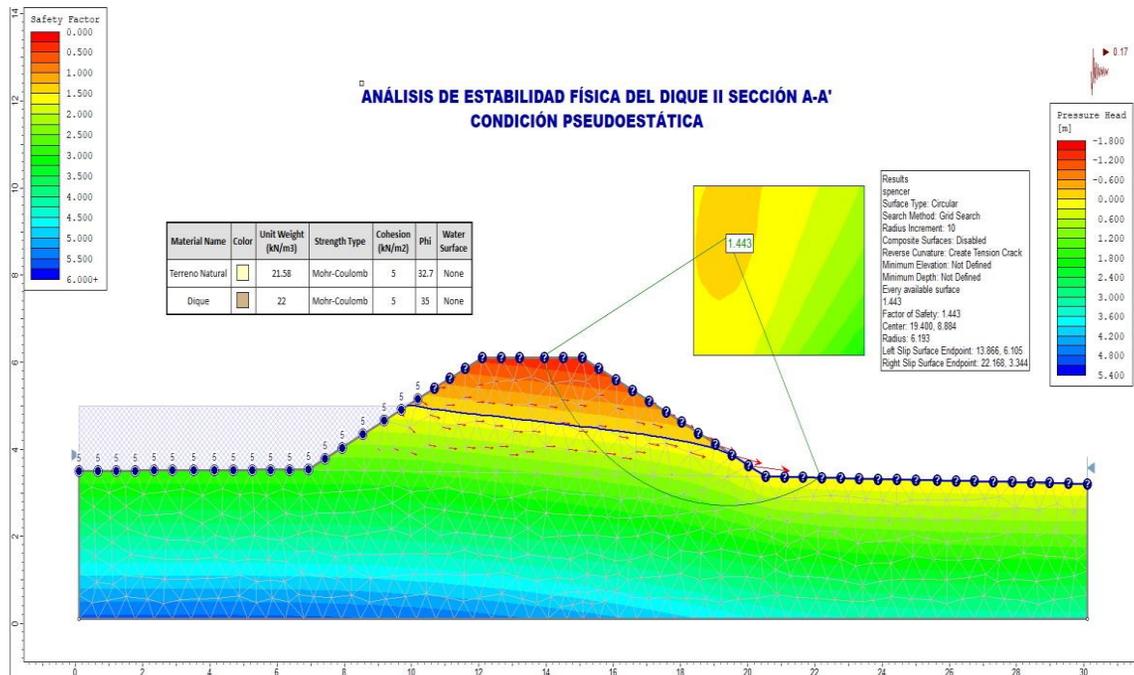


Figura 16 Sección A-A' del dique II para condición pseudoestática

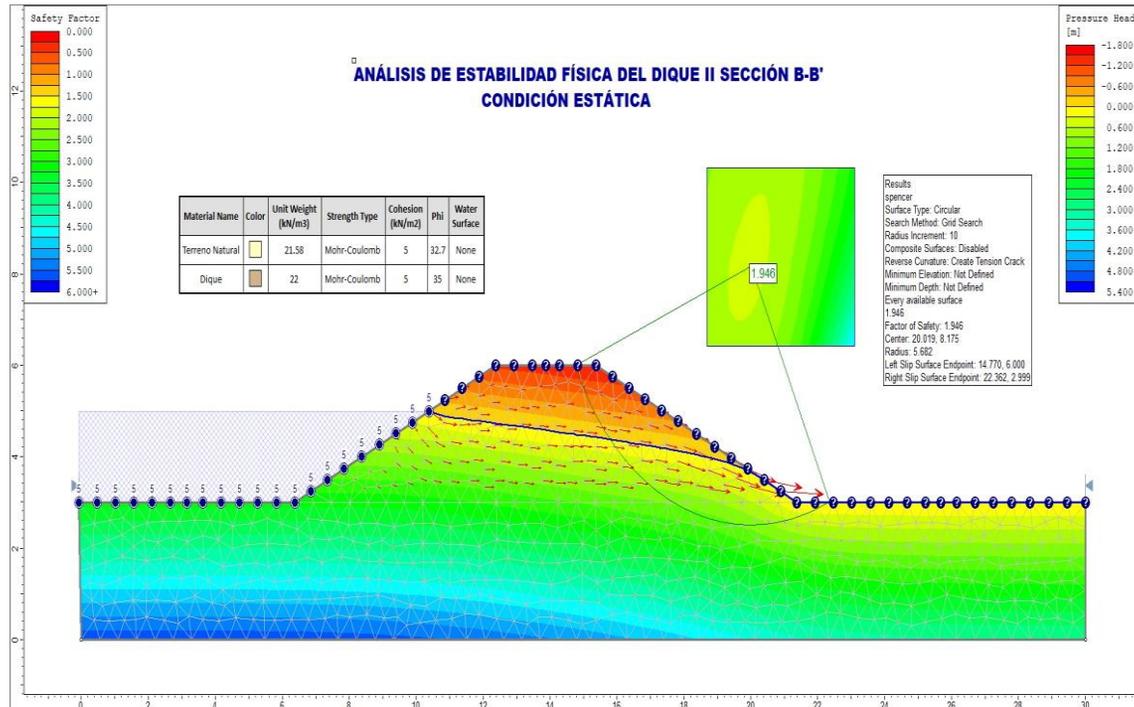


Figura 17 Sección B-B' del dique II para condición estática

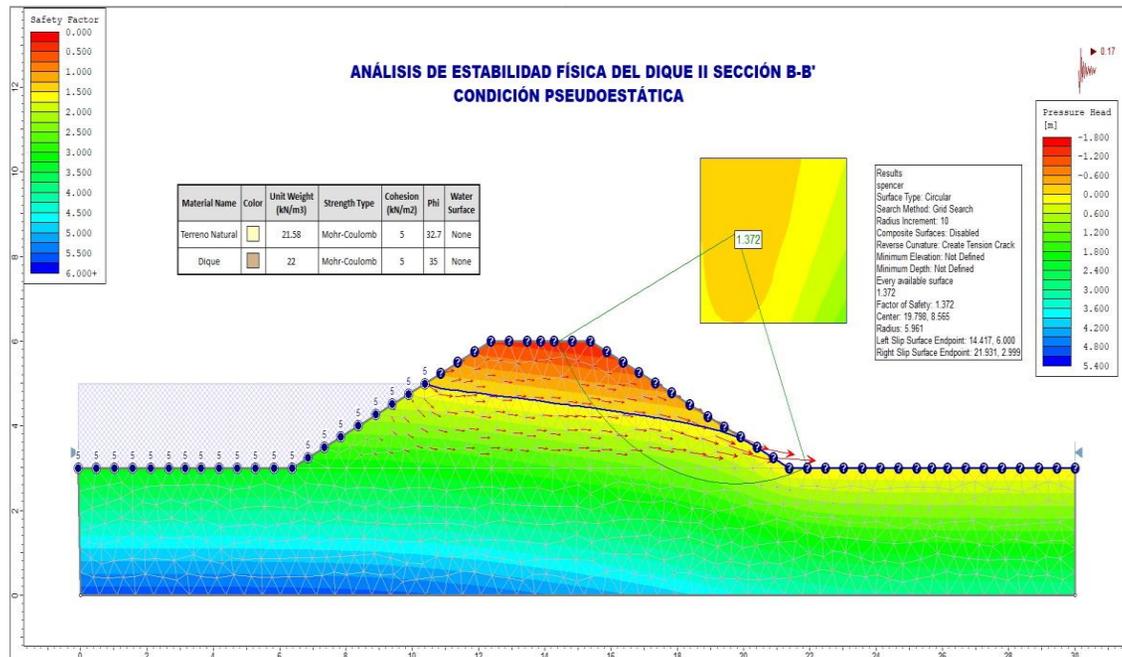


Figura 18 Sección B-B' del dique II para condición pseudoestática

Tabla 29
Secciones para el dique III

Estructura	Tipo de Dique	Altura (m)	Sección	Método
Wetland	Dique III	4	Sección A-A'	Spencer
		4	Sección B-B'	

En la figura 19 se muestra el desarenador II, donde se le realizaran 2 cortes para obtener las secciones que se evaluarán en el Slide, como se muestran en las siguientes imágenes.

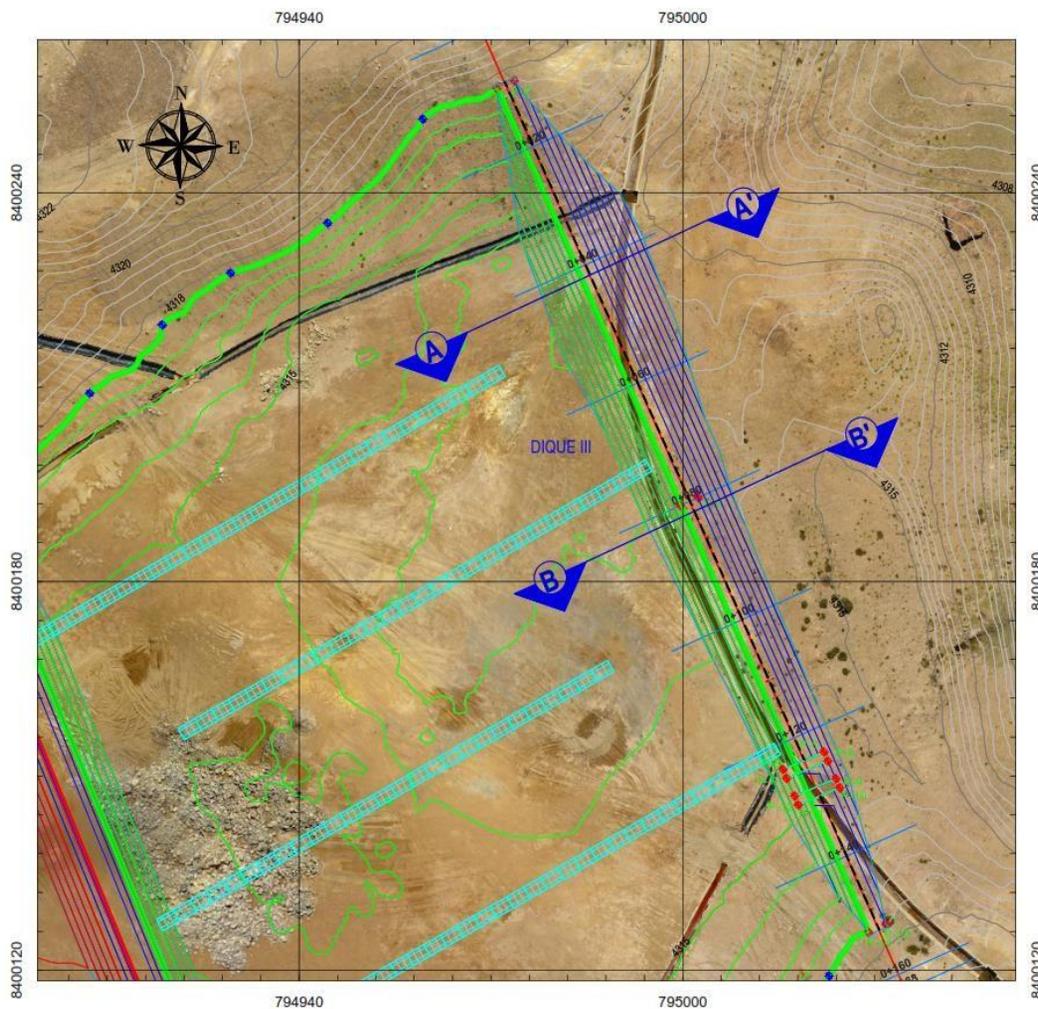


Figura 19 Vista en planta del wetland – Dique III

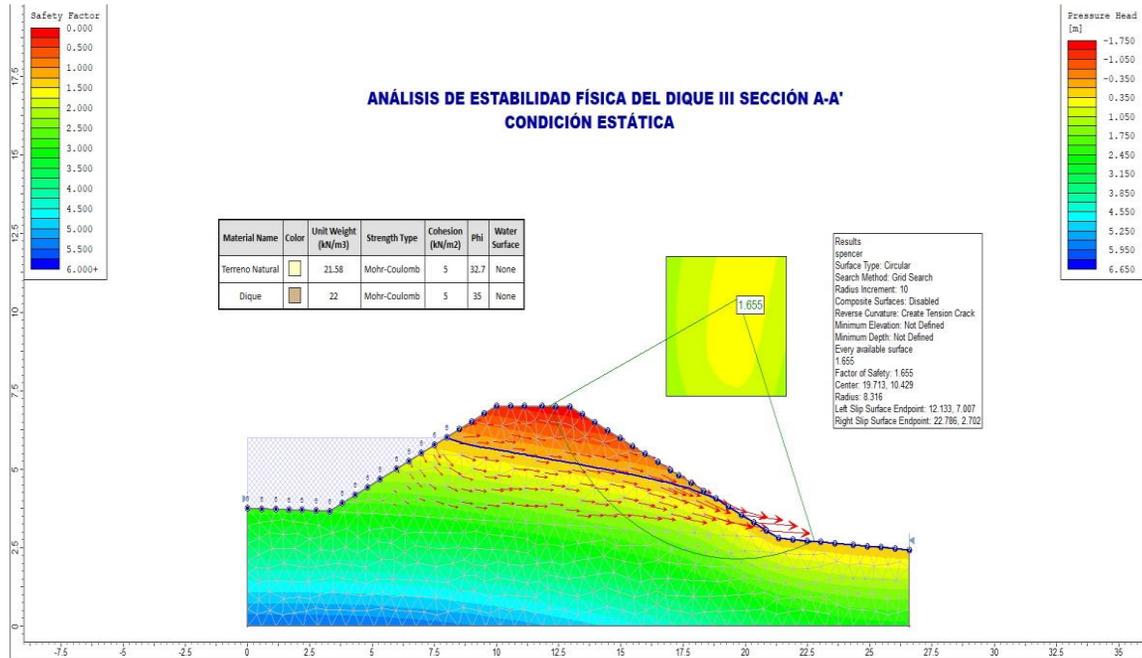


Figura 20 Sección A-A' para el dique III en condición estática

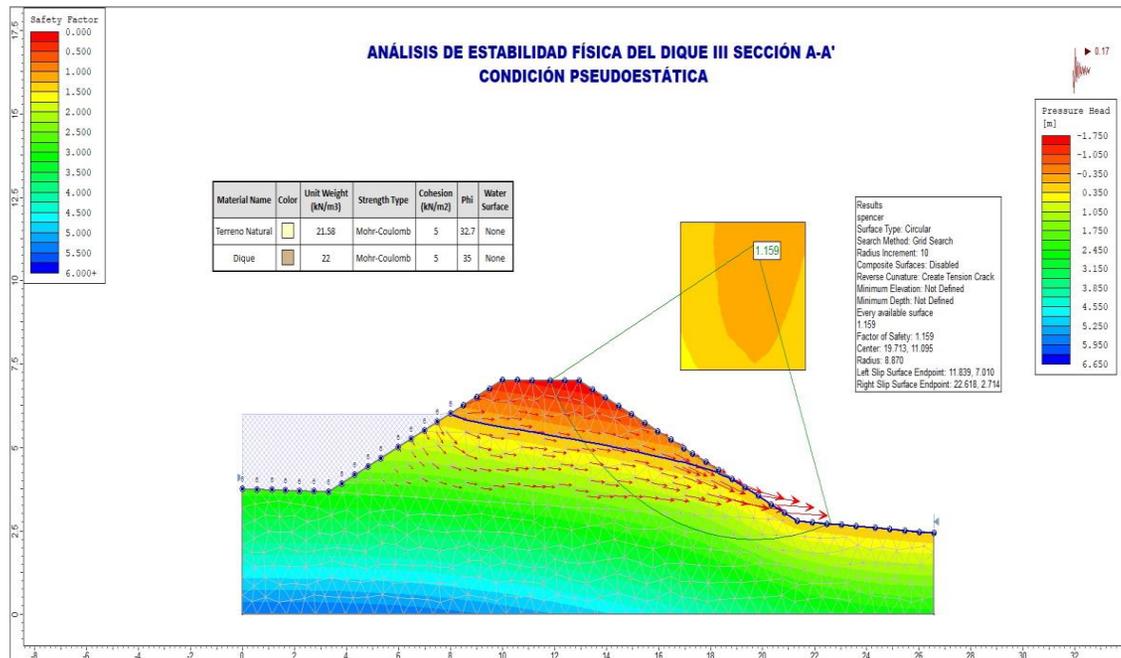


Figura 21 Sección A-A' para el dique III en condición pseudoestática

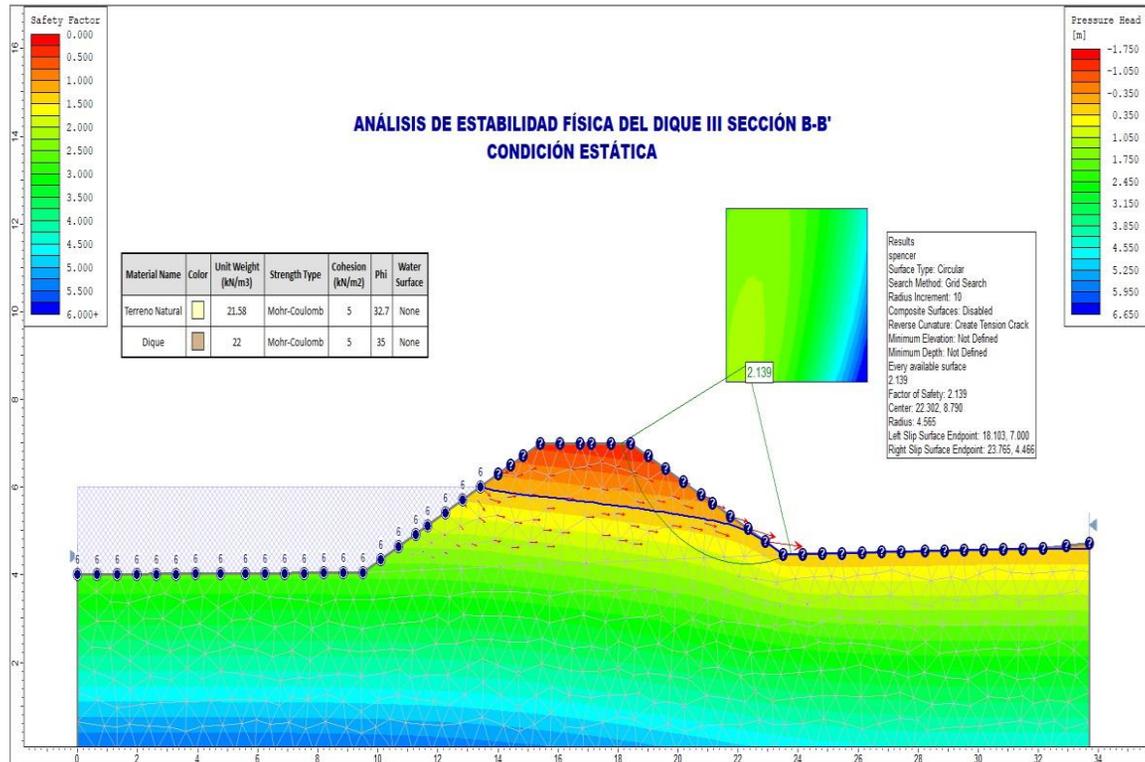


Figura 22 Sección B-B' para el dique III en condición estática

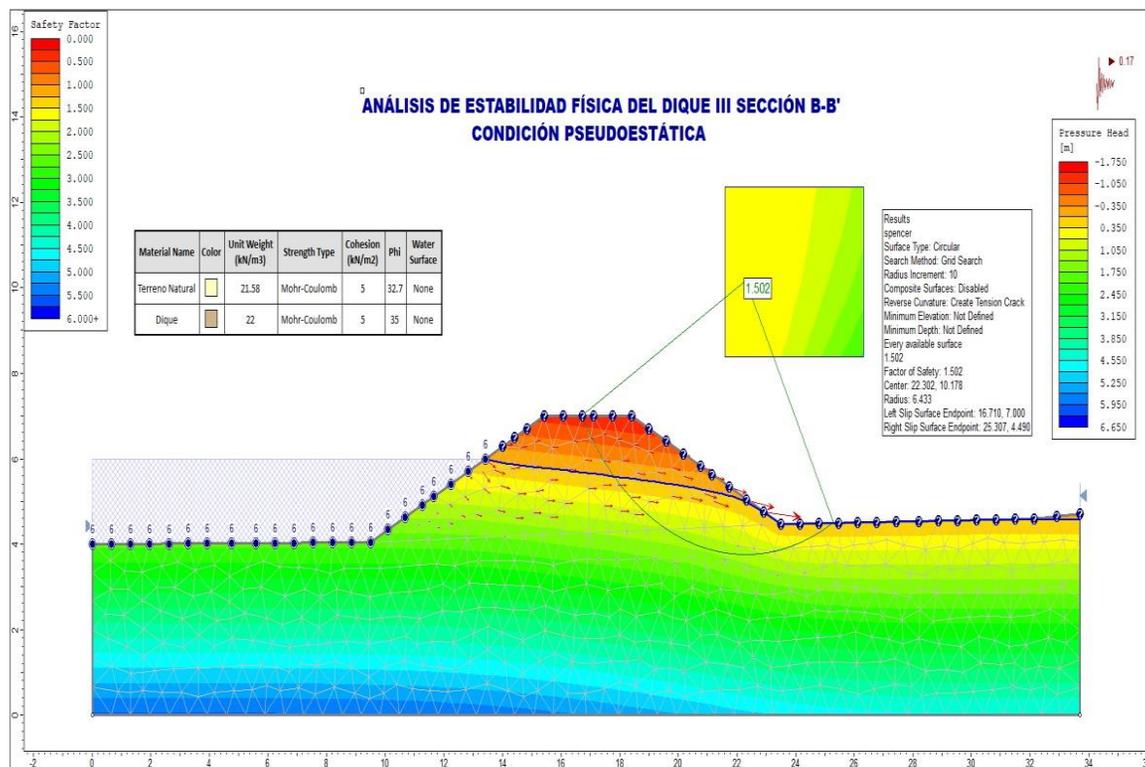


Figura 23 Sección B-B' para el dique III en condición pseudoestática

Etapa IV.

Con el fin de llevar un mejor control de ejecución, se realizan los siguientes procesos constructivos para el desarenador I, el desarenador II y el wetland.

Entra de terreno

El terreno entregado se encuentra ubicado en las coordenadas 794450 E y 8399755 N, en el distrito de Quiñota en Cusco. En la figura 24 se muestra el estado del terreno, donde se observa que cuenta con espacios amplios para realizar los diseños para el tratamiento de las aguas acidas del tajo.

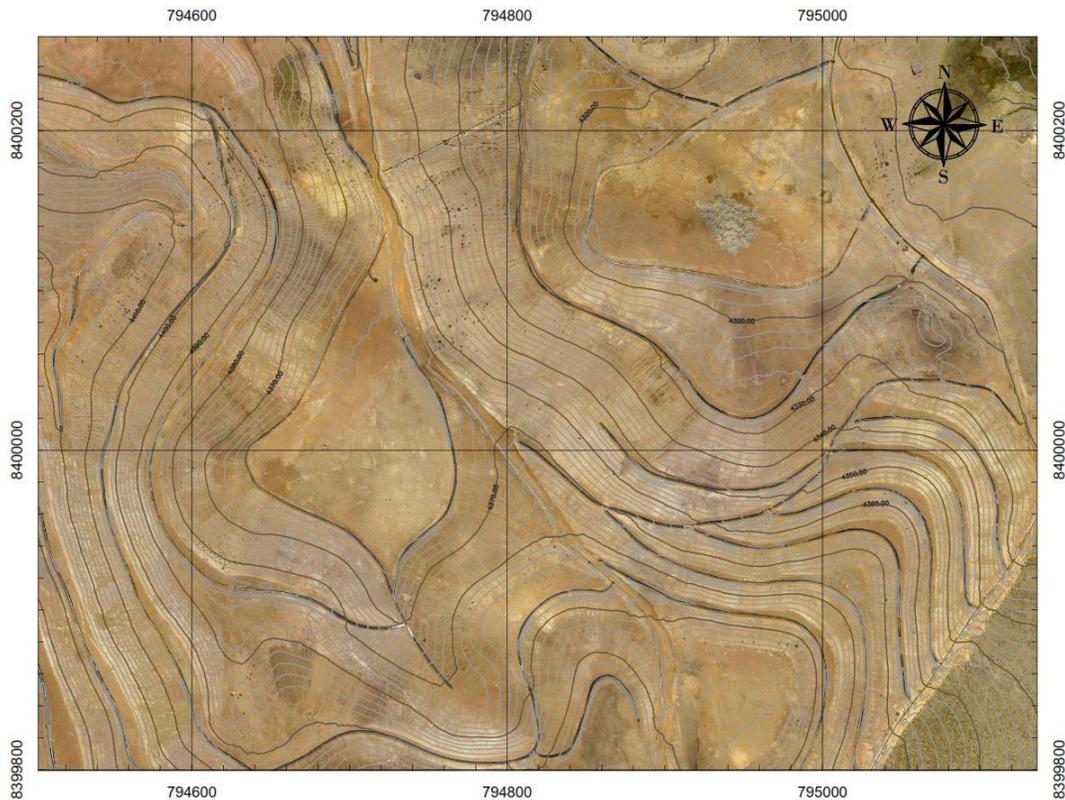


Figura 24 Vista general del terreno antes del proyecto. Autoría propia.

Obras preliminares

Se realizará las movilizaciones de los equipos con los que se trabajaran, así mismo se procede con las instalaciones provisionales, en estas instalaciones se contarán con carteles

de obra estructuras hidráulicas y almacén. Así mismo es necesario realizar los trazos, replanteos y controles topográficos.

Movimiento de tierras

Desarenador I

Para el vaso del desarenador se inicia con la limpieza y desbroche del terreno, esto permitirá delimitar la sección de trabajo luego se realiza el perfilado del terreno en material suelto con maquinaria, culminado con el perfilado se procede con las excavaciones de los canales de anclaje de geo sintéticos. Una vez culminado con el vaso del desarenador se continuará con la excavación del drenaje haciendo uso de una retroexcavadora, para realizar las excavaciones de los drenajes y subdrenajes. La primera área plantea de excavación es de 1.30m de ancho y 174.86 m de largo, para el segundo subdrenaje es de 1.30 m de ancho y 155.96m de largo, para el tercer subdrenaje es de 1.30 m de ancho y 142.37 m de largo, para el cuarto subdrenaje es de 1.30 m de ancho y 123.38 m de largo, finalmente se continuará con la excavación para la base enrocada, luego la maquinaria retirará el material excedente para proceder con el compactado del área de sedimentación así mismo se mejorará la cimentación con enrocado.

Desarenador II

Para el vaso del desarenador se inicia con la limpieza y desbroche del terreno, esto permitirá delimitar la sección de trabajo luego se realiza el perfilado del terreno en material suelto con maquinaria, culminado con el perfilado se procede con las excavaciones de los canales de anclaje de geo sintéticos. Una vez culminado con el vaso del desarenador se continuará con la excavación para la base enrocada, luego la maquinaria retirará el material excedente para proceder con el compactado del área de sedimentación así mismo se

mejorará la cimentación con enrocado finalmente en la corona del dique se realizarán la excavación de vertederos de 1 x 1 m.

Wetland

Para el vaso del desarenador se inicia con la limpieza y desbroche del terreno, esto permitirá delimitar la sección de trabajo luego se realiza el perfilado del terreno en material suelto con maquinaria, culminado con el perfilado se procede con las excavaciones con equipos para las bases de los gaviones (forma de serpentin) estos están separados a 22 m cada celda. El área plantea de excavación para las celdas es de 2.0 m de ancho y 84.0 m de largo.

Una vez culminado con el vaso del desarenador se continuará con la excavación para la base enrocada, luego la maquinaria retirará el material excedente para proceder con el compactado del área de sedimentación así mismo se mejorará la cimentación con enrocado finalmente en la corona del dique se realizarán la excavación de vertederos de 1 x 1 m.

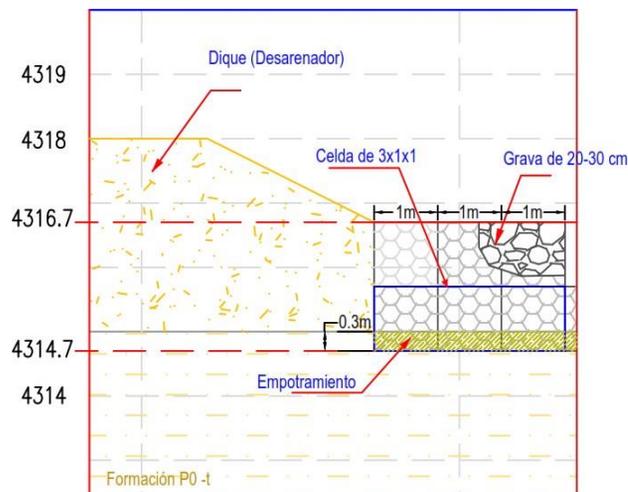


Figura 25 Instalación de gaviones tomado de la Segunda Modificación del Plan de cierre de Minas Unidad Minera Anabi, por Clean Technology (2018).

Instalación de drenaje y subdrenaje.

Desarenador I

Para la instalación del drenaje que se encuentran al pie del dique presenta secciones trapezoidales teniendo como primera capa arcilla, seguidamente será recubierto con geomembrana y llenada con grava de 3/4' y 3/8' entre ambas pasará la tubería HDPE perforada de 12' esto será cubierto por geotextil no tejido de 300g/m².

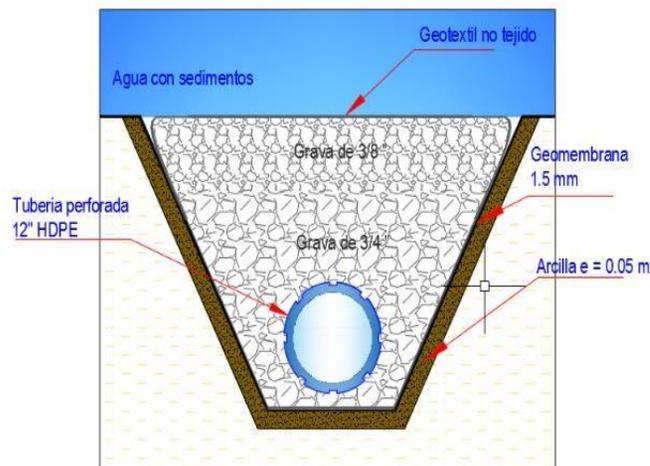


Figura 26 Subdrenaje al pie del dique tomado de la Segunda Modificación del Plan de cierre de Minas Unidad Minera Anabi, por Clean Technology (2018).

Mientras el subdrenaje que pasa por debajo del dique es de sección rectangular para este caso se realizará el encofrado y desencofrado del subdren de concreto simple $f'c=175$ kg/cm² dentro de este se colocará una cama de arena fina, por encima de esta ira la tubería HDPE 12' y finalmente será enterrada con arena gruesa y compactada, dando por culminado la instalación de los subdrenes.

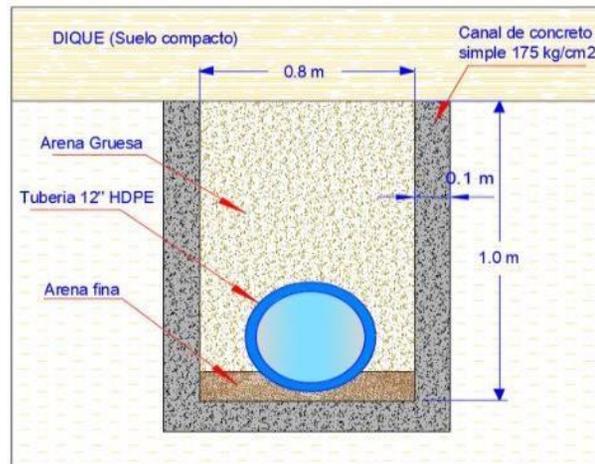


Figura 27 Subrenaje por debajo del dique tomado de la Segunda Modificación del Plan de cierre de Minas Unidad Minera Anabi, por Clean Technology (2018).

Conformación del dique.

Para la conformación del dique I cuenta con material de préstamo compactado al 95% luego de la compactación se procede a realizar el perfilado de las caras del dique con maquinaria, este proceso se aplica para los tres componentes (desarenador I, desarenador II y wetland) debido a que cada uno presenta un dique.

Instalación de geomembrana.

Para el vaso y el dique se inicia con la instalación del geotextil no tejido de 300 g/m² una vez culminada con la colocación del geotextil se procede con la colocación de la geomembrana lisa HDPE de 1.50 mm, este proceso se aplica para los tres componentes (desarenador I, desarenador II y wetland) debido a que cada uno está conformado por un vaso y un dique.

Colocación de materiales.

Wetland

Se colocarán 2 capas de caliza de como material de relleno, para la primera capa de 0.6 m se utilizarán calizas con diámetros de Ø 2'' a 4'', para la segunda capa de 0.4 m se

emplearán calizas con diámetros de $\varnothing 1''$ a $2''$. Seguidamente se procede a colocar una capa de 0.30 m de material orgánico o también conocido como compost, finalmente se colocarán matas de tyha (totora) debido a que tienen mayor retención de acidez.

Para una mejor comprensión del proceso constructivo se presenta a continuación la secuencia lógica para el desarenador I, el desarenador II y el wetland.

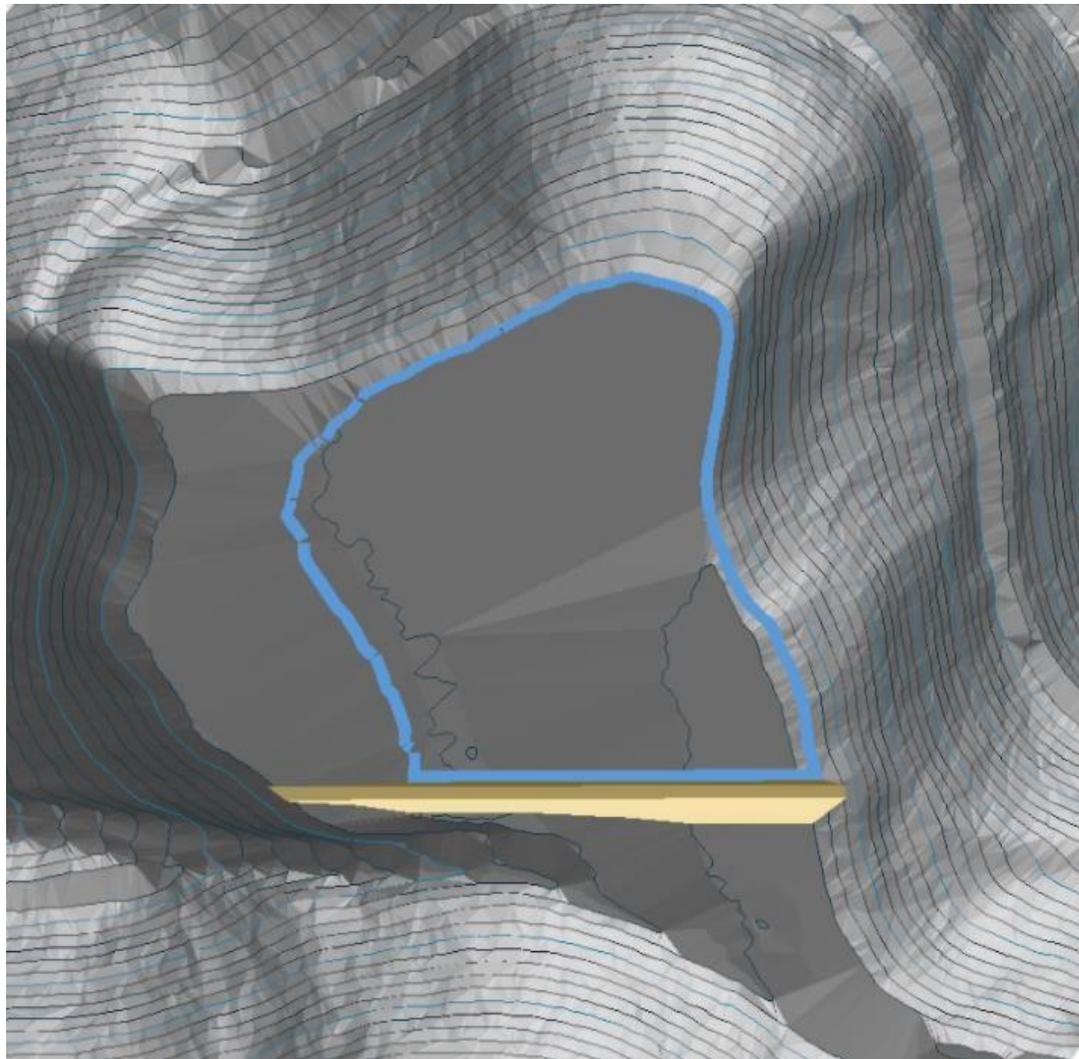


Figura 28 Vista en planta del desarenador I

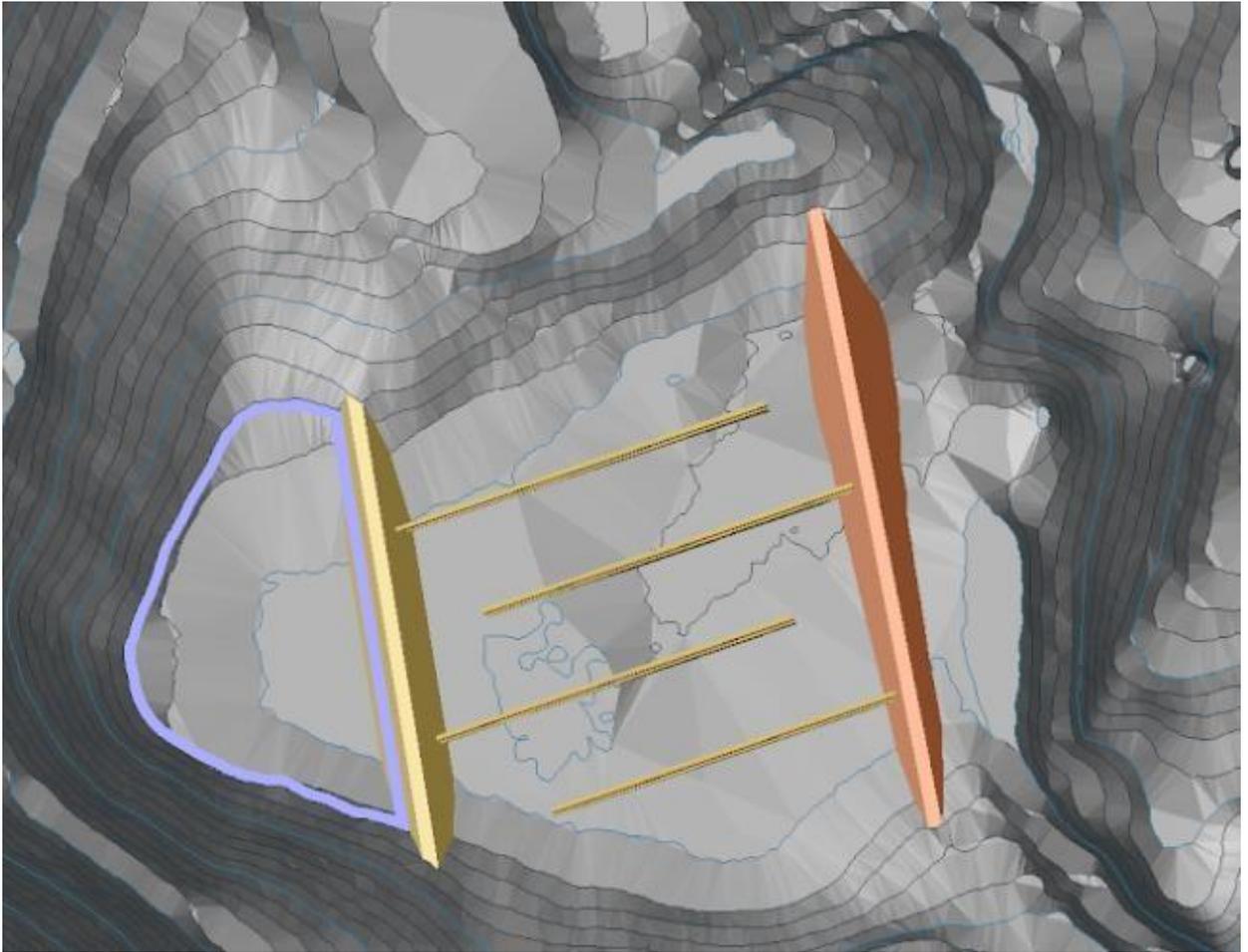


Figura 29 Vista en planta del desarenador II y el sistema wetland

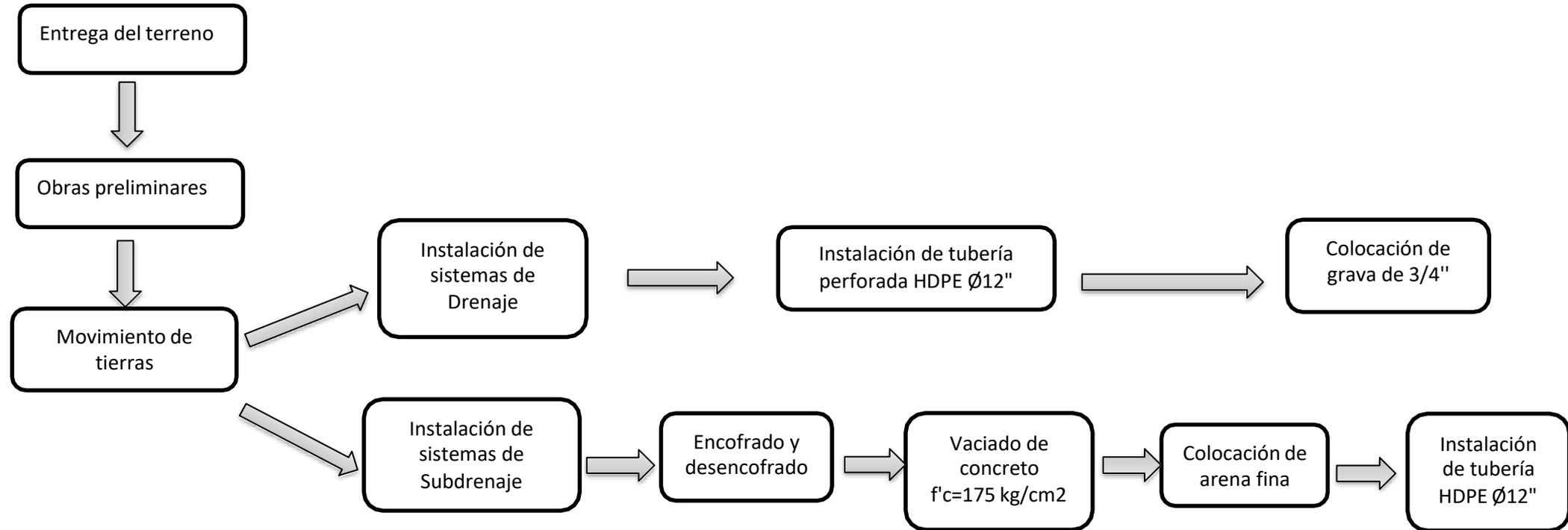


Figura 30 Secuencia lógica de programación del desarenador I – parte I

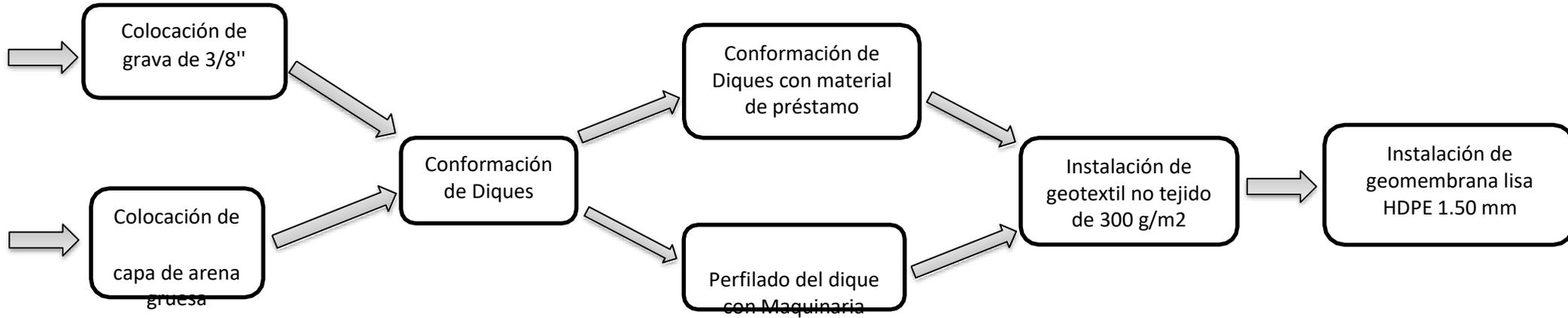


Figura 31 Secuencia lógica de programación del desarenador I – parte II

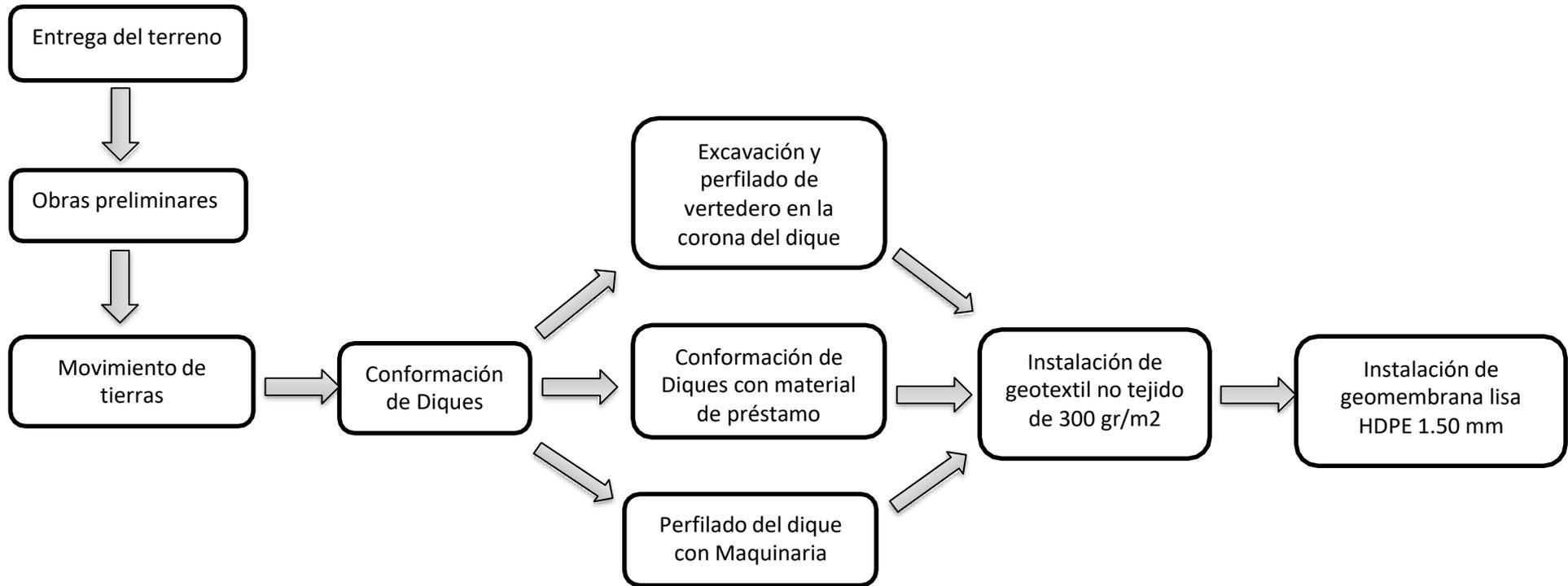


Figura 32 Secuencia lógica de programación del desarenador II.

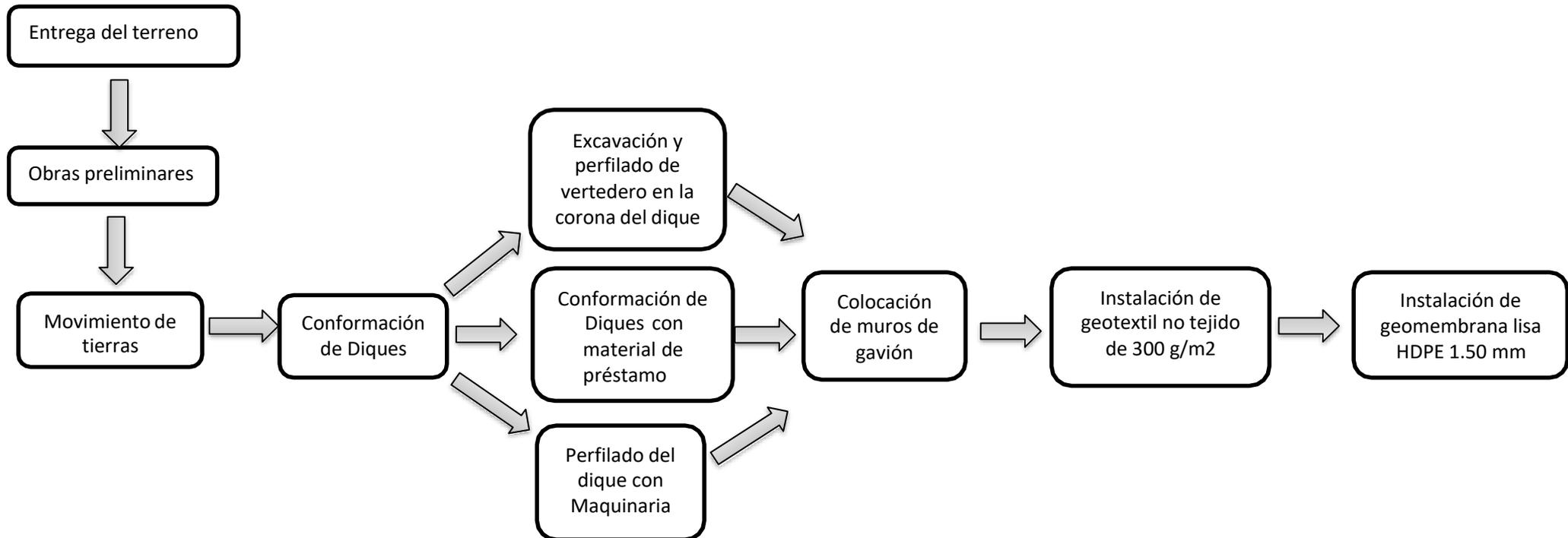


Figura 33 Secuencia lógica de programación del desarenador wetland – parte I.

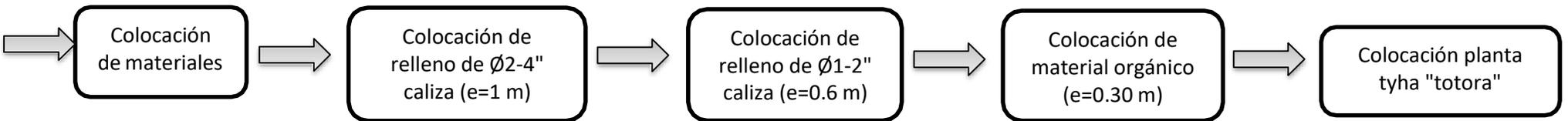


Figura 34 Secuencia lógica de programación del desarenador wetland – parte II.

Cronograma de construcción del sistema wetland.

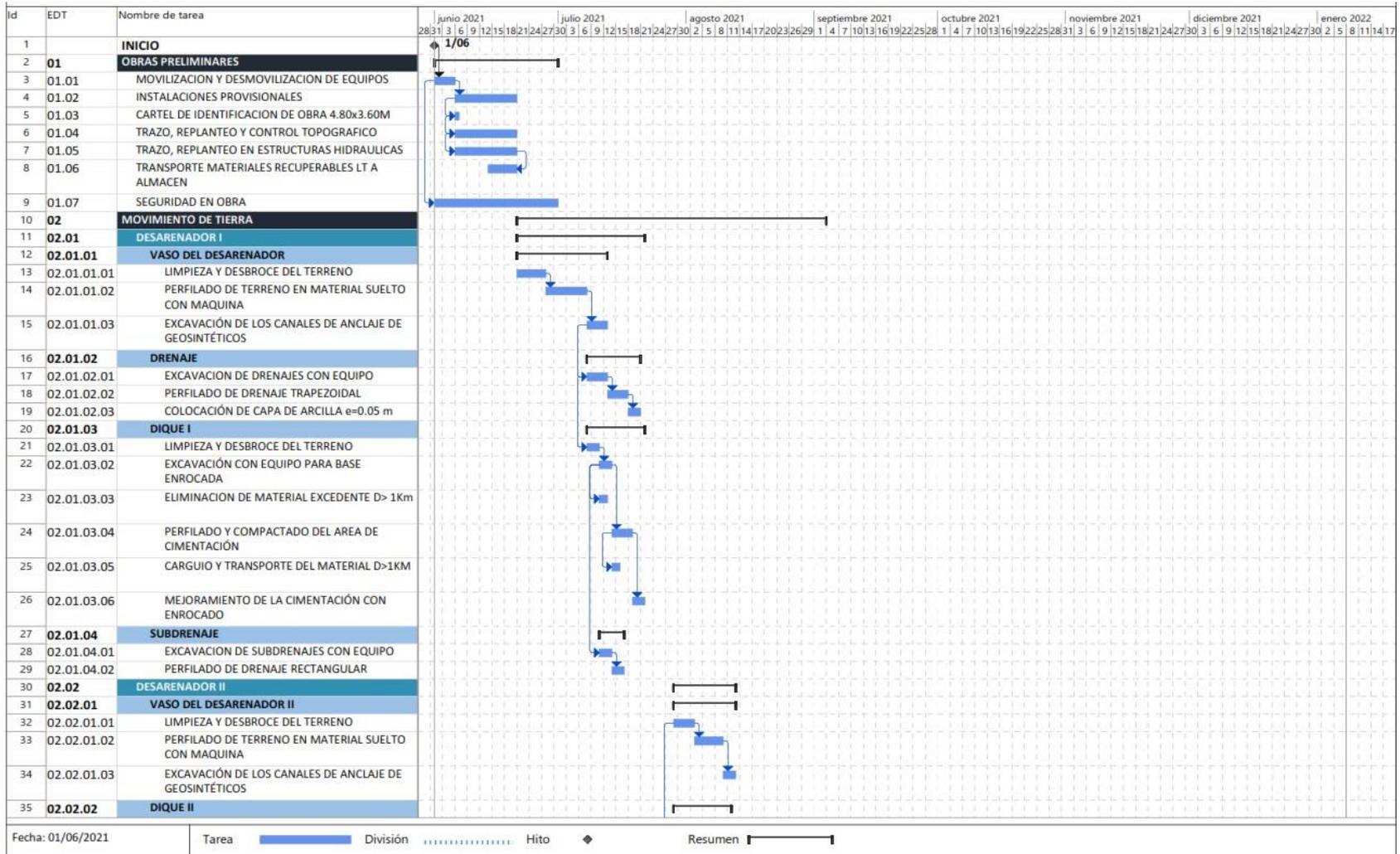


Figura 35 Diagrama de Gantt para la construcción del sistema wetland – parte I.

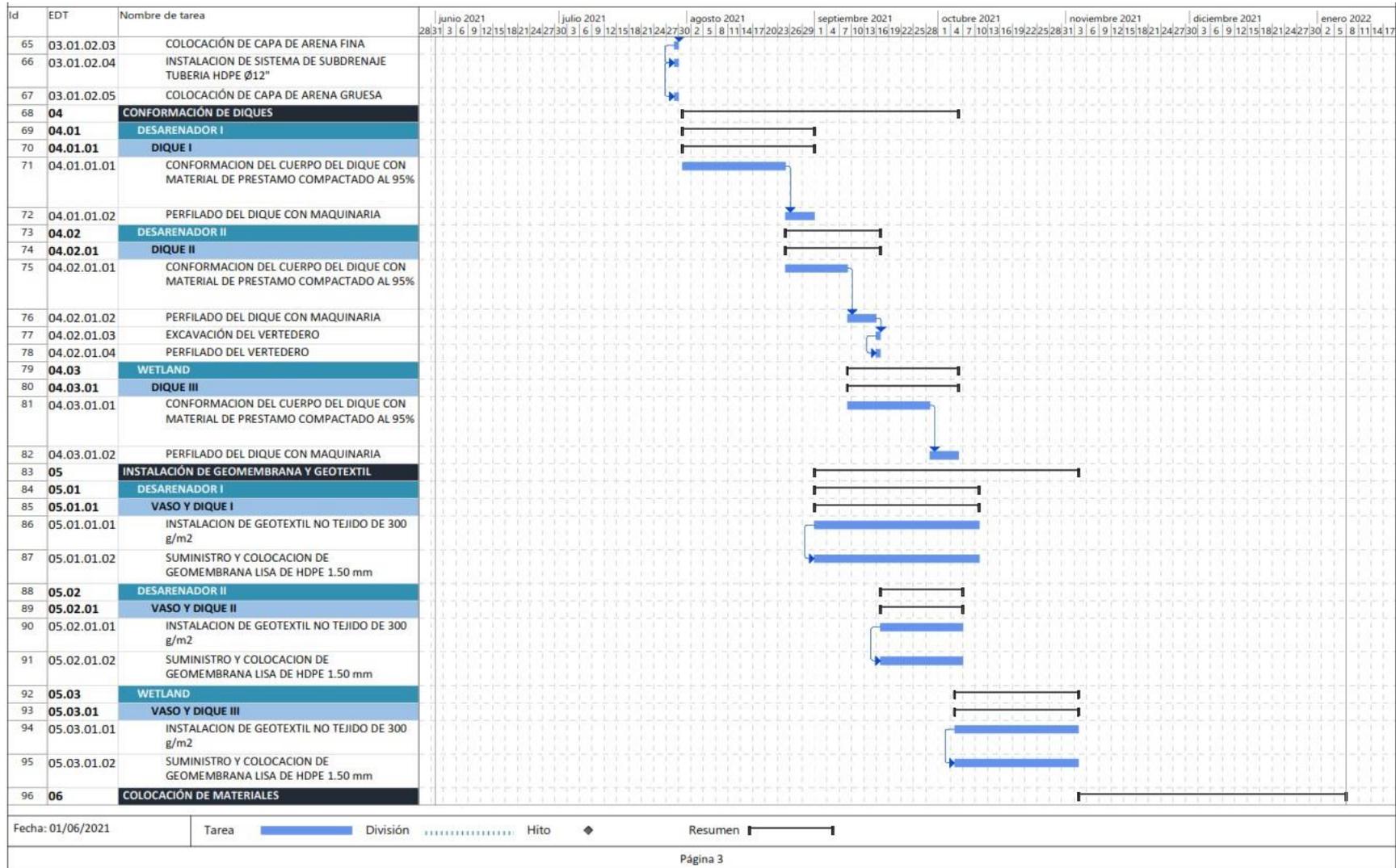


Figura 37 Diagrama de Gantt para la construcción del sistema wetland – parte III.

Presupuesto para la construcción del sistema wetland.

Tabla 30
Metrado y Presupuesto

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (U\$)	Parcial (U\$)
01	Obras Preliminares				192,077.20
1.01	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1.00	47,439.44	47,439.44
1.02	Instalaciones provisionales	glb	1.00	13,143.30	13,143.30
1.03	Cartel de identificación de obra 4.80x3.60m	glb	1.00	393.18	393.18
1.04	Trazo, replanteo y control topográfico	ha	62.58	1,802.99	112,831.11
1.05	Trazo, replanteo en estructuras hidráulicas	m	10,967.00	0.39	4,277.13
1.06	Transporte materiales recuperables lt a almacén	glb	1.00	10,549.24	10,549.24
1.07	Seguridad en obra	glb	1.00	3,454.33	3,454.33
02	Movimiento de Tierra				137,387.42
2.01	Desarenador I				18,759.00
02.01.01	Vaso del desarenador				7,001.66
02.01.01.01	Limpieza y desbroce del terreno	m2	9,480.61	0.26	5,033.15
02.01.01.02	Perfilado de terreno en material suelto con maquina	m2	9,480.61	0.47	4,455.89
02.01.01.03	Excavación de los canales de anclaje de geosintéticos	m3	91.83	0.88	80.81
02.01.02	Drenaje				1,305.26
02.01.02.01	Excavación de drenajes con equipo	m3	531.00	0.88	467.28
02.01.02.02	Perfilado de drenaje trapezoidal	m2	1,663.80	0.46	765.35
02.01.02.03	Colocación de capa de arcilla e=0.05 m	m3	76.45	0.95	72.63
02.01.03	Dique I				10,235.66

02.01.03.01	Limpieza y desbroce del terreno	m2	1,930.72	0.26	501.99
02.01.03.02	Excavación con equipo para base enrocada	m3	193.07	0.87	167.97
02.01.03.03	Eliminación de material excedente d> 1km	m3	289.61	3.17	918.06
02.01.03.04	Perfilado y compactado del área de cimentación	m2	1,930.72	1.82	3,513.91
02.01.03.05	Carguio y transporte del material d>1km	m3	193.07	2.33	449.85
02.01.03.06	Mejoramiento de la cimentación con enrocado	m3	193.07	24.26	4,683.88
02.01.04	Subdrenaje				216.43
02.01.04.01	Excavación de subdrenajes con equipo	m3	97.95	0.88	86.20
02.01.04.02	Perfilado de drenaje rectangular	m2	333.93	0.39	130.23
2.02	Desarenador II				10,178.26
02.02.01	Vaso del desarenador II				2,903.55
02.02.01.01	Limpieza y desbroce del terreno	m2	3,921.78	0.26	1,019.66
02.02.01.02	Perfilado de terreno en material suelto con maquina	m2	3,921.78	0.47	1,843.24
02.02.01.03	Excavación de los canales de anclaje de geosintéticos	m3	46.19	0.88	40.65
02.02.02	Dique II				7,274.72
02.02.02.01	Limpieza y desbroce del terreno	m2	1,372.20	0.26	356.77
02.02.02.02	Excavación con equipo para base enrocada	m3	137.22	0.87	119.38
02.02.02.03	Eliminación de material excedente d> 1km	m3	205.83	3.17	652.48
02.02.02.04	Perfilado y compactado del área de cimentación	m2	1,372.20	1.82	2,497.40
02.02.02.05	Carguio y transporte del material d>1km	m3	137.22	2.33	319.72
02.02.02.06	Mejoramiento de la cimentación con enrocado	m3	137.22	24.26	3,328.96
2.03	Wetland				108,450.15
02.03.01	Vaso del wetland				98,916.88
02.03.01.01	Limpieza y desbroce del terreno	m2	12,302.25	0.26	3,198.59
02.03.01.02	Perfilado de terreno en material suelto con maquina	m2	12,302.25	0.47	5,782.06
02.03.01.03	Excavación con equipo para base de gaviones	m3	192.00	0.87	167.04
02.03.01.04	Perfilado y compactado del área de cimentación de gaviones	m2	640.00	1.82	1,164.80

02.03.01.05	Conformación de gaviones tipo caja	m3	1,410.00	62.84	88,604.40
02.03.02	Dique III				9,533.27
02.03.02.01	Limpieza y desbroce del terreno	m2	1,798.24	0.26	467.54
02.03.02.02	Excavación con equipo para base enrocada	m3	179.82	0.87	156.44
02.03.02.03	Eliminación de material excedente d> 1km	m3	269.74	3.17	855.08
02.03.02.04	Perfilado y compactado del área de cimentación	m2	1,798.24	1.82	3,272.80
02.03.02.05	Carguio y transporte del material d>1km	m3	179.82	2.33	418.98
02.03.02.06	Mejoramiento de la cimentación con enrocado	m3	179.82	24.26	4,362.43
03	Instalaciones de sistema de drenajes y subdrenajes				13,416.32
3.01	Desarenador I				13,416.32
03.01.01	Drenaje				7,902.98
03.01.01.01	Instalación de sistema de subdrenaje tubería perforada hdpe ø12"	m	708.00	2.03	1,437.24
03.01.01.02	Colocación de capa de grava de 3/4"	m3	311.52	15.85	4,937.59
03.01.01.03	Colocación de capa de grava de 3/8"	m3	134.52	11.36	1,528.15
03.01.02	Subdrenaje				5,513.34
03.01.02.01	Encofrado y desencofrado de subdrenaje rectangular	m2	222.62	13.98	3,112.23
03.01.02.02	Vaciado de concreto f'c= 175 kg/cm2	m3	31.17	61.02	1,901.99
03.01.02.03	Colocación de capa de arena fina	m3	8.91	2.72	24.24
03.01.02.04	Instalación de sistema de subdrenaje tubería hdpe ø12"	m	111.31	2.02	224.85
03.01.02.05	Colocación de capa de arena gruesa	m3	80.14	3.12	250.04
04	Conformación de diques				62,080.37
4.01	Desarenador I				11,658.39
04.01.01	Dique I				11,658.39
04.01.01.01	Conformación del cuerpo del dique con material de préstamo	m3	1,058.53	9.37	9,918.43
04.01.01.02	Perfilado del dique con maquinaria	m2	2,230.72	0.78	1,739.96

4.02	Desarenador II					21,808.67
04.02.01	Dique II					21,808.67
04.02.01.01	Conformación del cuerpo del dique con material de préstamo	m3	2,199.06	9.37		20,605.16
04.02.01.02	Perfilado del dique con maquinaria	m2	1,519.80	0.78		1,185.44
04.02.01.03	Excavación del vertedero	m3	10.50	0.88		9.24
04.02.01.04	Perfilado del vertedero	m2	24.50	0.36		8.82
4.03	Wetland					28,613.31
04.03.01	Dique III					28,613.31
04.03.01.01	Conformación del cuerpo del dique con material de préstamo	m3	2,923.86	9.37		27,061.22
04.03.01.02	Perfilado del dique con maquinaria	m2	1,966.71	0.78		1,534.06
04.03.01.03	Excavación del vertedero	m3	10.50	0.88		9.24
04.03.01.04	Perfilado del vertedero	m2	24.50	0.36		8.82
05	Instalación de geomembrana y geotextil					222,119.22
5.01	Desarenador I					75,939.69
05.01.01	Vaso y dique I					75,939.69
05.01.01.01	Instalación de geotextil no tejido de 300 g/m2	m2	9,480.61	3.91		37,069.19
05.01.01.02	Suministro y colocación de geomembrana lisa de HDPE 1.50	m2	9,480.61	4.10		38,870.50
5.02	Desarenador II					31,885.17
05.02.01	Vaso y dique II					31,885.17
05.02.01.01	Instalación de geotextil no tejido de 300 g/m2	m2	3,980.67	3.91		15,564.42
05.02.01.02	Suministro y colocación de geomembrana lisa de hdpe 1.50 mm	m2	3,980.67	4.10		16,320.75
5.03	Wetland					114,294.37
05.03.01	Vaso y dique III					114,294.37
05.03.01.01	Instalación de geotextil no tejido de 300 g/m2	m2	14,268.96	3.91		55,791.63
05.03.01.02	Suministro y colocación de geomembrana lisa de hdpe 1.50 mm	m2	14,268.96	4.10		58,502.74
06	Colocación de materiales					128,041.82

6.01	Wetland						128,041.82
06.01.01	Vaso del wetland						128,041.82
06.01.01.01	Colocación de material neutralizante e=1m (relleno con piedra caliza ø2-4")	m3	12,302.25	2.92			35,922.57
06.01.01.02	Colocación de material neutralizante e=0.40m (relleno con piedra caliza ø1-2")	m3	4,920.90	2.45			12,056.21
06.01.01.03	Colocación de material orgánico e=0.40m	m3	4,920.90	2.82			13,876.94
06.01.01.04	Colocación de tyha (totora)	m2	12,302.25	5.38			66,186.11
Costos Directos							755,122.35
Gastos generales (10%)							75,512.24
Utilidad (8%)							60,409.79
Total presupuesto (usd)							891,044.37

Nota: El análisis de precios unitarios se encuentra en el Anexo 3.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados del diseño estructural del sistema wetland

Para el diseño de la estructura del sistema wetland, se ha considerado la clasificación de las aguas acidas según el nivel de pH, determinando que el drenaje de la mina es altamente acida por estar entre los valores 1.5 a 4.5; según lo mencionado se determinó que el tipo de humedal a emplear para el tratamiento es anaeróbico.

Para el tratamiento de las aguas acidas se planteó diseñar dos desarenadores (desarenador I y II) ubicadas aguas arriba del Wetland, con el objetivo de sedimentar las partículas que son arrastradas por las aguas de escorrentías. El desarenador I captará las aguas de escorrentía de los sectores I, II y III del tajo Huisamarca mediante canales de derivación existente, así mismo el desarenador II recibirá las aguas de escorrentías captadas de los sectores IV, V y las aguas de salida del desarenador I. De acuerdo al caudal máximo de entrada se ha determinado las siguientes dimensiones para el desarenador I y II.

Tabla 31
Resultados del dimensionamiento del desarenador I

Descripción	Unidad	Valor
Área del embalse	m ²	9,480.61
Capacidad de almacenamiento	m ³	4,016.23
Longitud de dique	m	121
Talud externo del dique	H:V	2:1
Talud interno del dique	H:V	2:1
Impermeabilización con geomembrana HDPE de 1.5 mm	m ²	9,588.99
Cobertura con Geotextil No tejido de 300 gr/cm ²)	m ²	9,588.99
Longitud total de drenes	m	708.0
Longitud total de sub drenes	m	111.31

Tabla 32

Resultados del dimensionamiento del desarenador II

Descripción	Unidad	Valor
Área del embalse	m ²	3,921.78
Capacidad de almacenamiento	m ³	5,138.94
Longitud de dique	m	110.21
Talud externo del dique	H:V	2:1
Talud interno del dique	H:V	2:1
Impermeabilización con geomembrana HDPE de 1.5 mm	m ²	3,980.67

De acuerdo a la experiencia de empresas mineras en la aplicación del sistema Wetland tipo anaeróbico para el tratamiento de aguas acidas, han presentados resultados favorables en la remoción de metales pesados y la supresión del Ph como se muestran en la tabla 33, en base a los resultados se realizó un promedio de los porcentajes de reducción para obtener un 57.8% de supresión del pH además de 82.7% y 75.3 % de eliminación de contenidos metálicos (Fe y Mn) respectivamente.

Tabla 33

Porcentajes de reducción de pH y contenidos metálicos de operaciones mineras.

Autor	Proyecto	% de reducción		
		PH	Fe	Mn
Thennese Valey Authority -EEUU - 1985	Planta Mineras de Carbón	54	98.6	98.01
Sololewski - Canada -1996	Mina de Cobre Bell Copper	40	-	-
Tyrrell et. Al - Australia - 1997	Mina de Oro Toms Gully	-	90	75
Ordoñez ET. AL -EE.UU - 1993	Mina de Carbón de Greenville	67	80	53
Younger - Inglaterra -1998	Minas de carbón	70	62	-
	Promedio	57.8	82.7	75.3

A continuación, se muestra la tabla de resultados finales proyectados, de la supresión de acidez y contenidos metálicos del sistema wetland propuesto para cierre de minas considerando los porcentajes promedios de efectividad basados en la tabla 33.

Tabla 34
Resultado final de acidez y metales pesados

Parámetros	Entrada - mg/l	Salida -mg/l
pH	4.3	6.88
Fe	26.67	4.5339
Mn	9.13	2.22

Bajo estos parámetros geoquímicos proyectados se ha dimensionado el wetland (Humedal) garantizando teóricamente el tratamiento óptimo de las aguas ácidas, logrando la supresión de la acidez y la eliminación de los metales pesados, así se afirma la contrastación de la hipótesis general para la presente investigación. A continuación, se muestra los resultados del dimensionamiento.

Tabla 35
Resultados del dimensionamiento del Wetland

Descripción	Unidad	Valor
Área de embalse	m ²	13,771.21
Caudal (Q)	m ³ /día	3,742.85
Longitud de dique	m	142
Talud externo del dique	H:V	2:1
Talud interno del dique	H:V	2:1
Impermeabilización con geomembrana HDPE de 1.5 mm	m ²	14,268.96
Cobertura con Geotextil No tejido de 300 gr/cm ²)	m ²	14,268.96
Espesor de caliza de 1” – 2”	m	0.6
N° de celdas	Unid.	5
Espesor de caliza de 2” – 4”	m	0.4
Espesor del material orgánico	m	0.3
Tipo de vegetación	-	Typha (Totora)

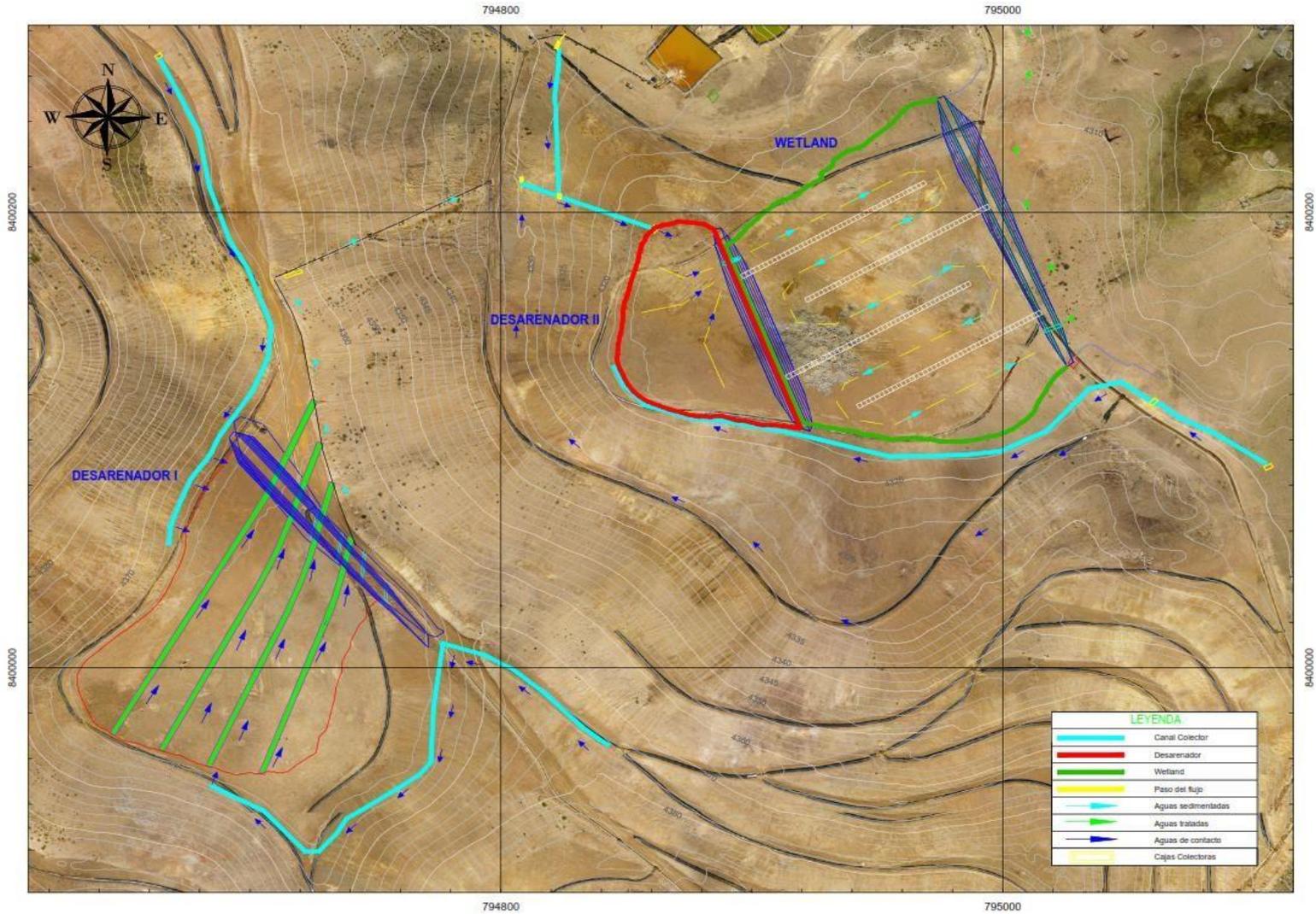


Figura 39 Sistema de tratamiento de aguas acidas

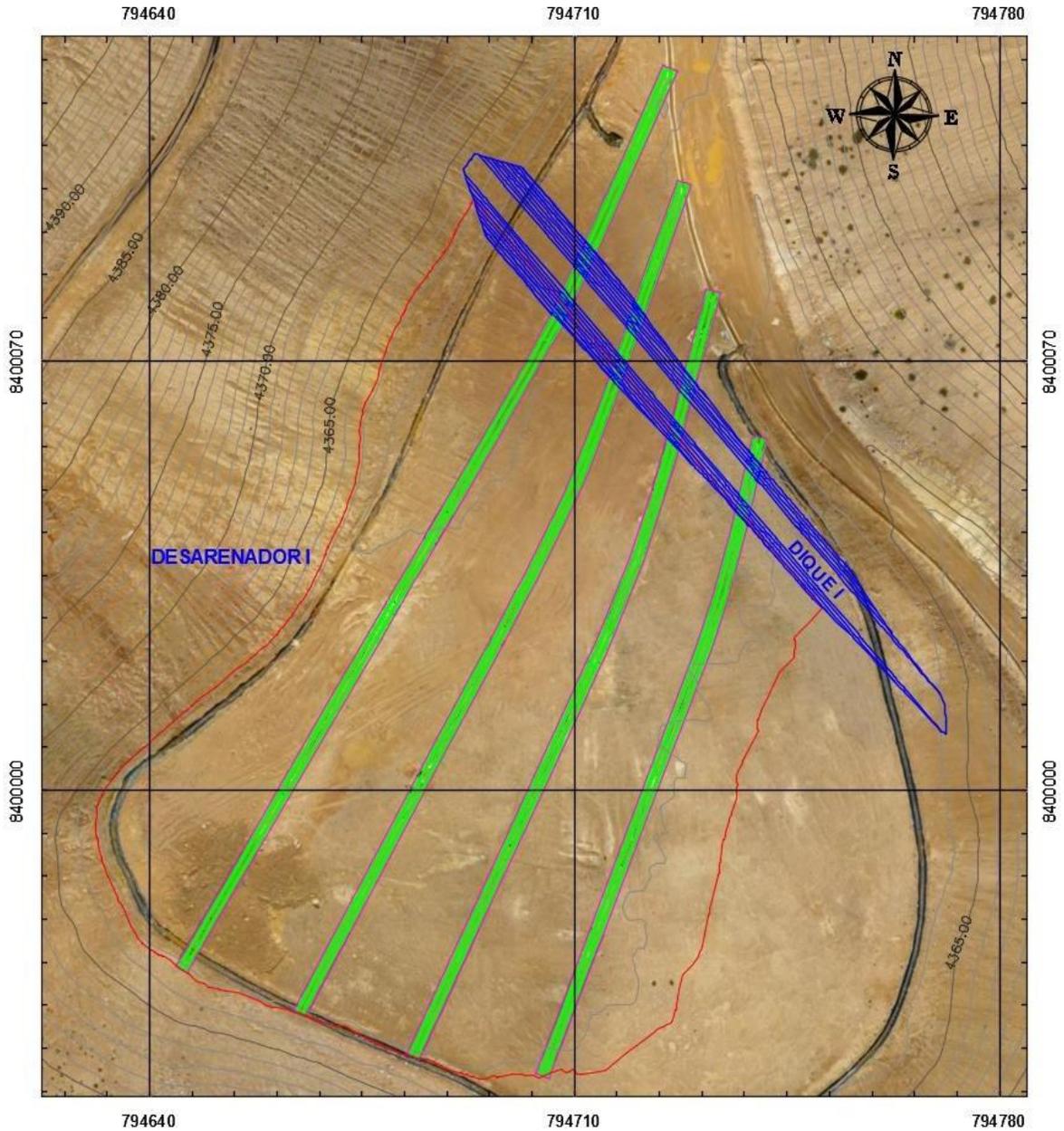


Figura 40 Vista en planta del desarenador II – escala 1:750

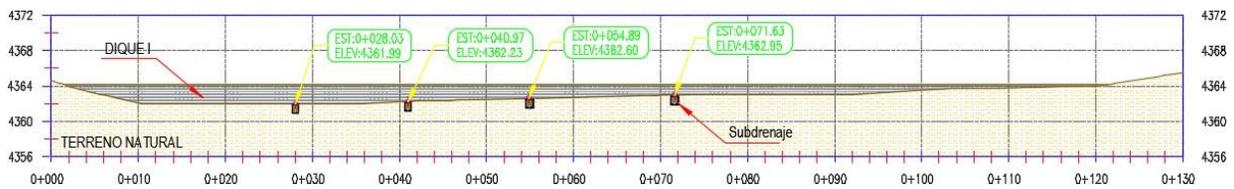


Figura 41 Vista del perfil del dique I – Escala 1:500

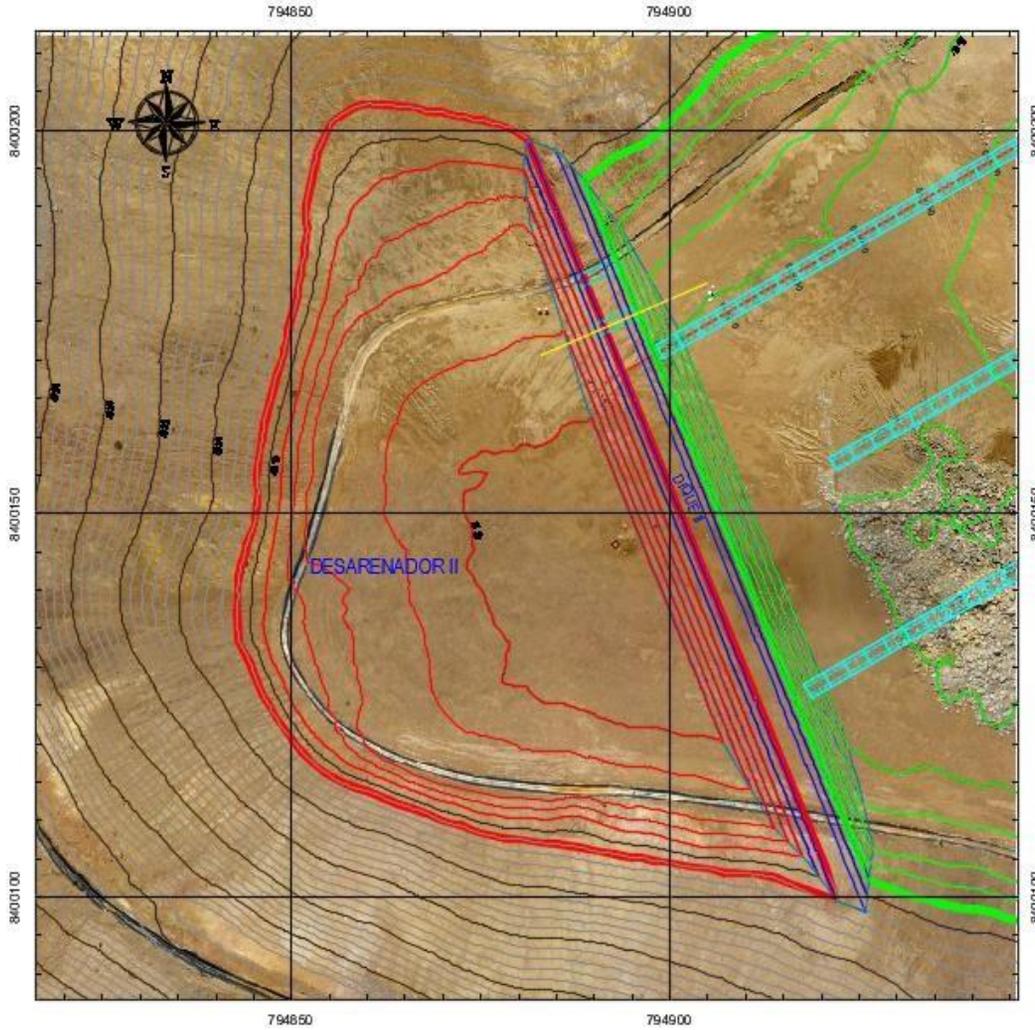


Figura 42 Vista en planta del desarenador II – escala 1:750

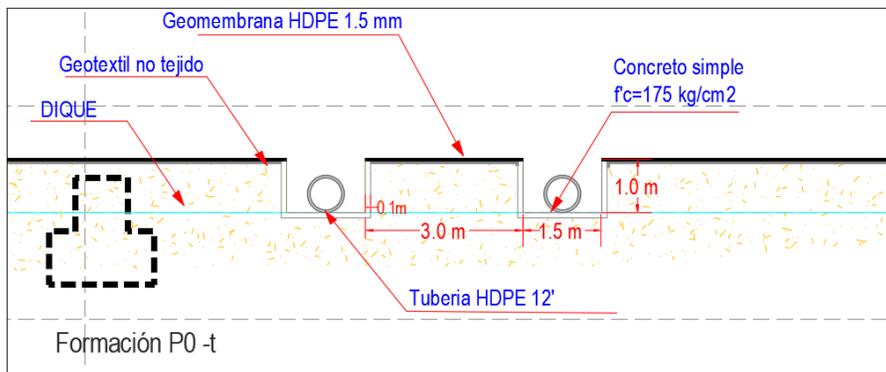


Figura 43 Vista del vertedero del dique II – escala 1:150

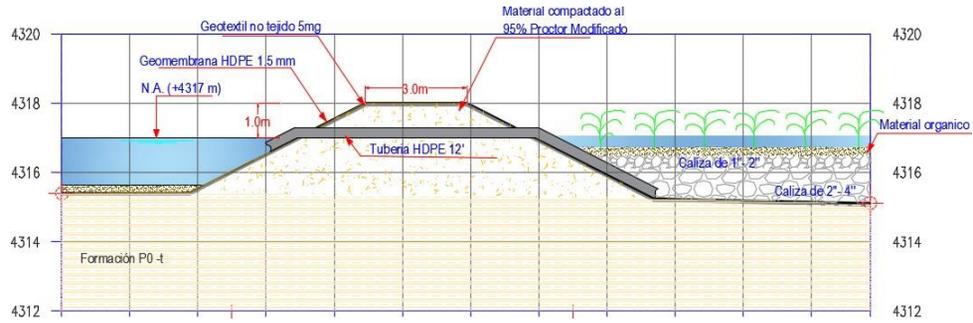


Figura 44 Sección del dique II - Ingreso de las aguas al wetland

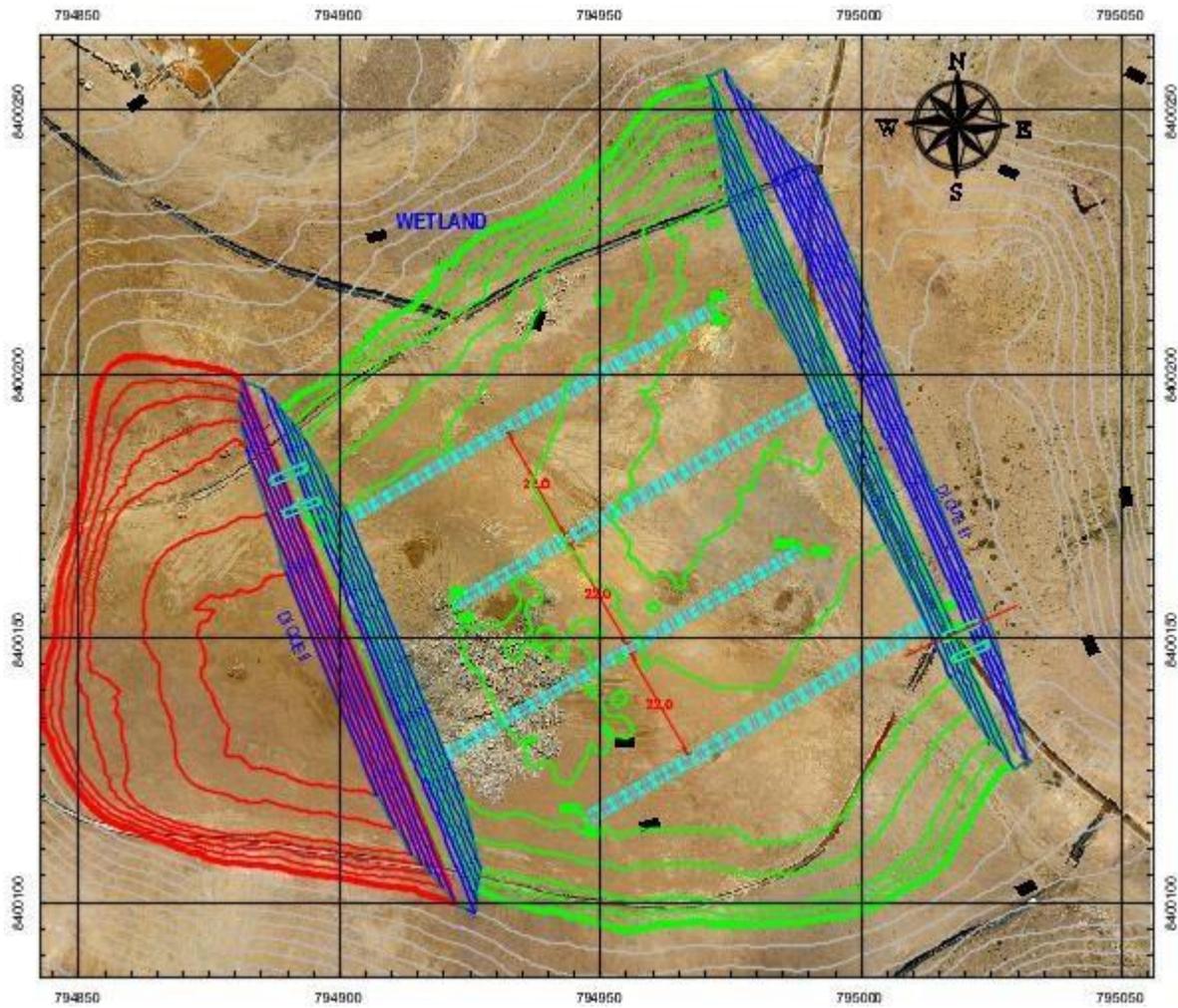


Figura 45 Vista en planta de wetland – escala 1:750

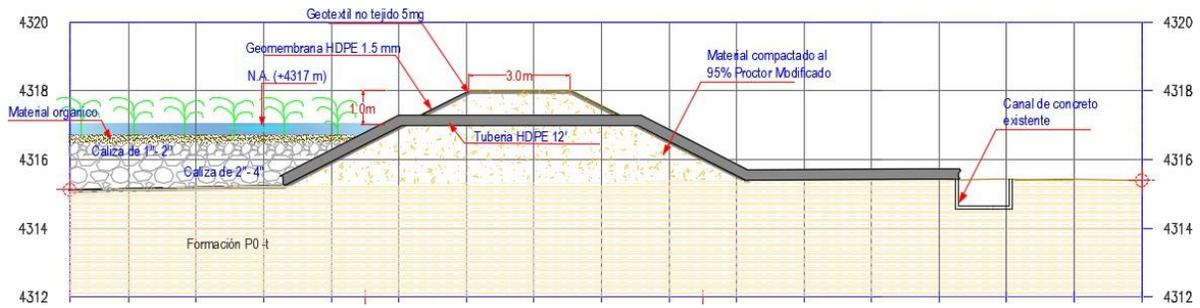


Figura 46 Sección del dique III - Salida de las aguas al wetland

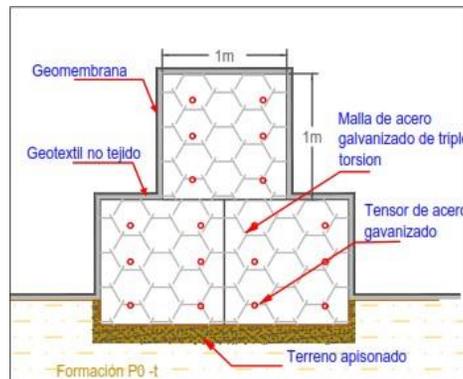


Figura 47 Vista de detalle del gavión

Los planos de detalle de cada diseño del sistema wetland pueden verificarse en el Anexo 5.

3.2. Resultado del caudal máximo de captación y tiempo de retención

Para obtener los caudales máximos de ingreso para el wetland se realizó la recopilación de los datos pluviométricos, el procesamiento de los valores de precipitación, sectorización del área de esorrentía y la corrección de la precipitación obtenida.

Se evaluó la precipitación corregida para un tiempo de retorno de 200 años, según lo requerido por la guía de elaboraciones de planes de cierre de minas en el ítem de instalaciones para el manejo de aguas, por lo que se evaluaron las precipitaciones para ciertos periodos de retorno 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 200 años como se muestra en la tabla 35 y 36.

Tabla
Caudales máximos de ingreso – Desarenador I.

Periodo de retorno (años)	Precipitación (mm)	Caudal Q (l/s)
2	38.216	71.78
5	38.333	72.24
10	38.411	72.55
25	38.509	72.94
50	38.581	73.23
100	38.654	73.52
200	38.726	73.81

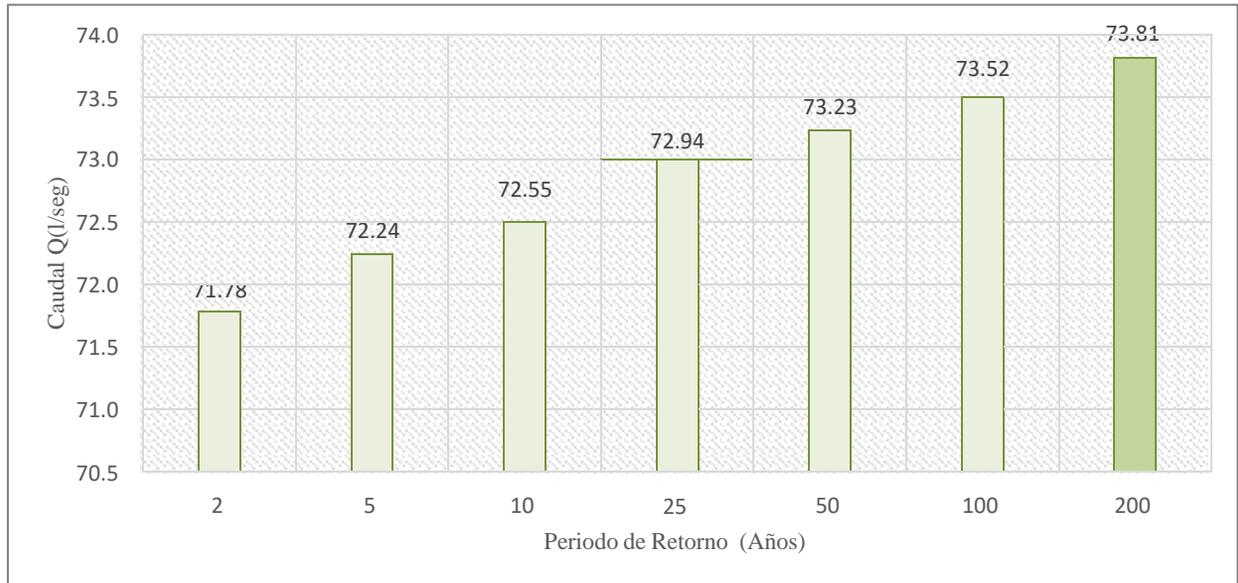


Figura 48 Caudales vs. Periodo de retorno para el Desarenador I.

En la figura 48, se muestran el incremento de los caudales en función a los periodos de retornos, debido a que los diseño planteados son para la etapa de cierre de mina se aplicara lo mencionado antes, por lo que se tomara el caudal de 73.81 l/seg para el periodo de 200 años, Teniendo en cuenta que este es el caudal captado de las áreas sectorizadas (I, II y III) del tajío Huisamarca.

Tabla 37

Caudales máximos de ingreso – Desarenador II.

Periodo de retorno (años)	Precipitación (mm)	Caudal Q (l/s)
2	38.216	14.52
5	38.333	14.62
10	38.411	14.68
25	38.509	14.76
50	38.581	14.82
100	38.654	14.87
200	38.726	14.93

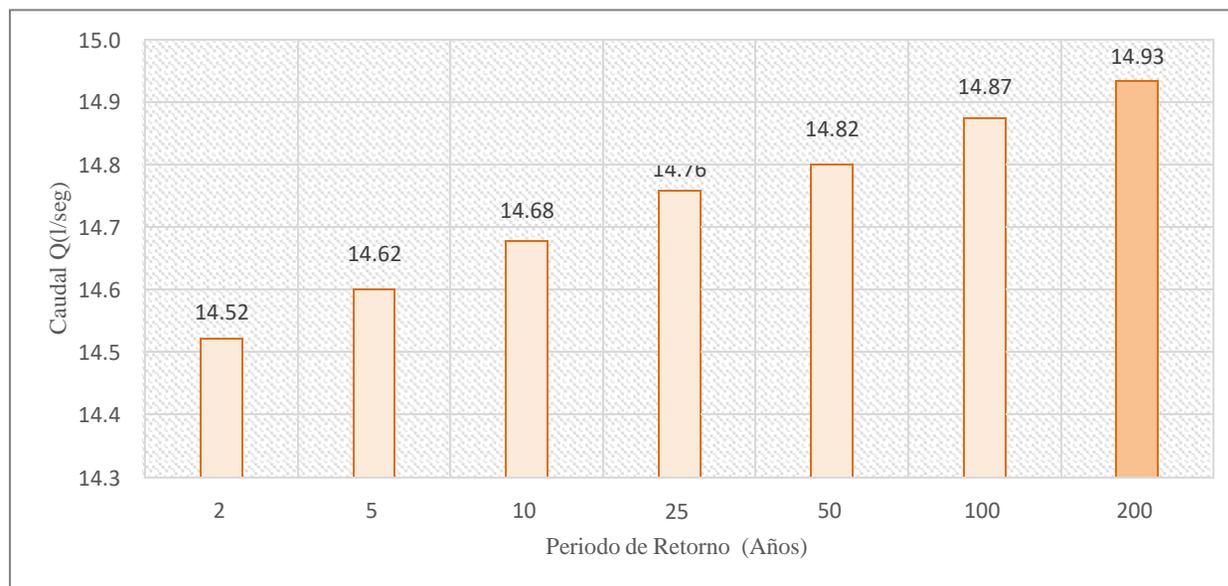


Figura 49 Caudales vs. Periodo de retorno para el Desarenador II.

En la figura 49, se muestran el incremento de los caudales en función a los periodos de retornos, debido a que los diseño planteados son para la etapa de cierre de mina se aplicara lo mencionado antes, por lo que se tomara el caudal de 14.93 l/seg para el periodo de 200 años, Teniendo en cuenta que este es el caudal captado de las áreas sectorizadas (IV y V) del tajo Huisamarca.

De acuerdo a los caudales de ingreso obtenidos para ambos desarenadores se determinó el caudal total de ingreso para el wetland de 43.32 lt/seg. Parte del dimensionamiento del wetland es saber el tiempo de retención de las aguas acidas dentro del sistema wetland, debido a que se realizan procesos físicos, químicos y biológicos, donde se originan especies insolubles que favorecen en la neutralización de las aguas acidas.

Tabla 38
Parámetros para el cálculo del tiempo de retención

Estructura	Caudal (Q m3/día)	Porosidad	Velocidad de flujo (m/s)
Wetland	3,742.85	0.65	0.33

En la tabla 38 se presenta el caudal de ingreso al wetland (Humedal) provenientes del desarenador I y desarenador II, la velocidad del flujo y la porosidad que se encuentra en relación a la vegetación, así mismo se tiene en cuenta lo calculado anteriormente como parte del dimensionamiento (longitud, ancho), finalmente se obtuvo el tiempo de retención de las aguas acidas en el sistema wetland que es de 3.3 días. Los cálculos realizados pueden verificarse en el Anexo 2.

De acuerdo a lo mencionado el caudal máximo de ingreso obtenido es necesario para determinar el dimensionamiento del wetland. En el caso del tiempo de retención, este forma parte de los cálculos que se realizan para determinar el tiempo de los procesos físicos, químicos y biológicos que se generan durante el flujo del agua entre las celdas del wetland. Logrando afirmar que la hipótesis presentada para el objetivo específico es válida.

3.3. Resultados de peligro sísmico y análisis de estabilidad física

Con el fin de determinar la estabilidad física de los diques que forman parte de las estructuras del sistema de tratamiento wetland, se realizó la evaluación del peligro sísmico para determinar la aceleración máxima de la zona, cuyo dato será empleado para el análisis de estabilidad física en

condiciones pseudoestáticas realizando una comparación de los resultados de las aceleraciones máximas de cada autor: Mapa de Zonificación Sísmica propuesto en la Norma de Diseño Sísmico resistente E.30 del Reglamento Nacional de Edificaciones, del mapa de isoaceleraciones realizada por Jorge Alva Hurtado y Jorge Castillo, y el aplicativo online de Sencico, todos estos desarrollados por el método probabilístico.

Tabla 39
Resumen de las comparaciones sísmicas

Según los autores	Periodo de retorno (años)	Aceleración (g)	
		Mínimo	Máximo
Norma E0.30	-	-	0.35
Jorge Alva Hurtado y Jorge Castillo	475	0.32	0.34
Sencico	475	0.27	0.33

Finalmente se tomó el valor promedio de las aceleraciones máximas obteniendo como resultado 0.34g. Con este parámetro se procedió a realizar en el análisis de estabilidad física en condiciones pseudoestáticas teniendo en cuenta la aceleración máxima, el perfil geotécnico y las propiedades de resistencia al corte de cada material (grava limosa y suelo de fundación), cabe indicar que el dique de contención en el proceso de conformación se ha realizado con la compactación al 95% de la densidad máxima del ensayo proctor estándar. Así mismo se ha hecho el análisis de estabilidad física en condiciones estáticas considerando los parámetros ya indicados.

Para el análisis de estabilidad física en condición pseudoestáticas se empleó la mitad de la aceleración máxima igual a 0.17g ya que según la recomendación del U.S. Army Corps of Engineer, basada en la aplicación del método de Newmark donde concluye que las estructuras analizadas con el método pseudo-estático con un factor de seguridad mayores que 1.0 se utiliza

el coeficiente sísmico horizontal de $0.5 \times \text{PGA}$ por lo que no desarrollan deformaciones mayores a 1 m, que es el valor arbitrario que puede ser tolerado por presas de tierra, sin presentar amenaza.

A continuación, se muestra resultados de los análisis de cada sección del dique, teniendo en cuenta los factores mínimos presentados en la tabla 7 donde menciona que para las condiciones pseudoestáticas el factor de seguridad es mayor a 1 y para estáticas el factor de seguridad mínimo es 1.3.

Tabla 40

Resultados del análisis de estabilidad física para el desarenador I – condición estática

Componente	Sección	Tipo de falla	Factor de seguridad		Condición
			Evaluado	Mínimo	
Dique I	A-A'	Circular/global	2.31	1.3	Estable
	B-B'		2.12	1.3	Estable

Tabla 41

Resultados del análisis de estabilidad física para el desarenador I – condición pseudoestática

Componente	Sección	Tipo de falla	Factor de seguridad		Condición
			Evaluado	Mínimo	
Dique I	A-A'	Circular/global	1.59	1.0	Estable
	B-B'		1.48	1.0	Estable

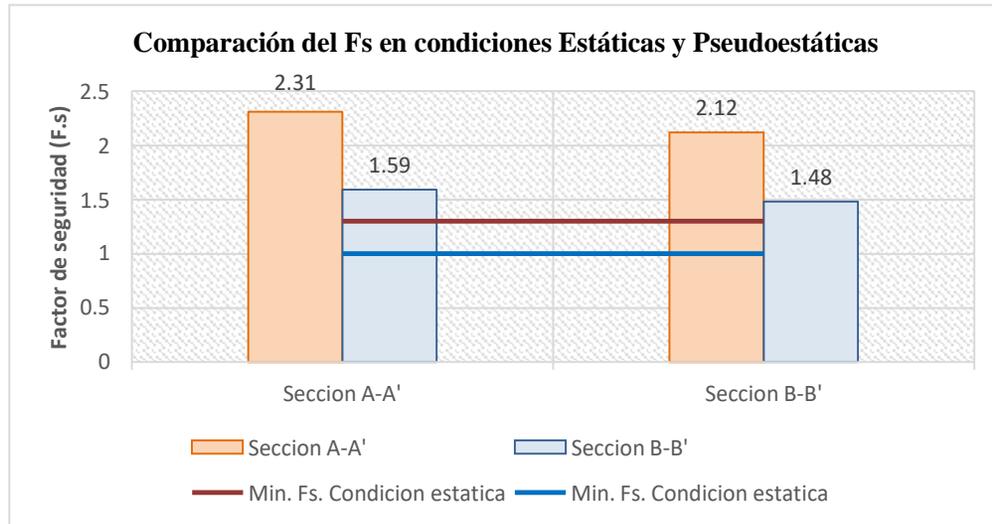


Figura 50 Comparación del Fs. en condiciones estáticas y pseudoestáticas para el dique I

Tabla 42

Resultados del análisis de estabilidad física para el desarenador II – condición estática

Componente	Sección	Tipo de falla	Factor de seguridad		Condición
			Evaluado	Mínimo	
Dique II	A-A'	Circular/global	2.08	1.3	Estable
	B-B'		1.95	1.3	Estable

Tabla 43

Resultados del análisis de estabilidad física para el desarenador II – condición pseudoestática

Componente	Sección	Tipo de falla	Factor de seguridad		Condición
			Evaluado	Mínimo	
Dique II	A-A'	Circular/global	1.44	1.0	Estable
	B-B'		1.37	1.0	Estable

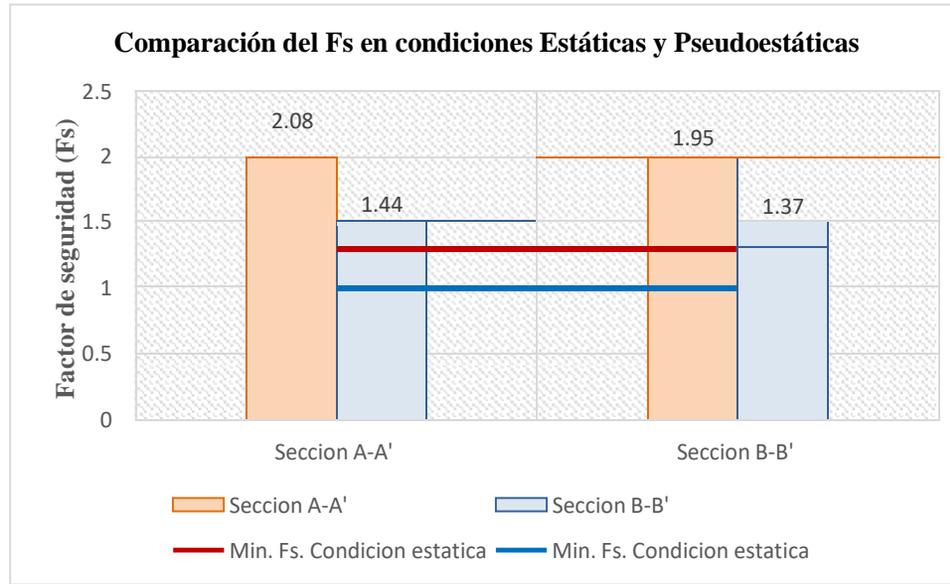


Figura 51 Comparación del Fs. en condiciones estáticas y pseudoestáticas para el dique II

Tabla 44

Resultados del análisis de estabilidad física para el wetland – condición estática

Componente	Sección	Tipo de falla	Factor de seguridad		Condición
			Evaluado	Mínimo	
Dique III	A-A'	Circular/global	1.66	1.3	Estable
	B-B'		2.14	1.3	Estable

Tabla 45

Resultados del análisis de estabilidad física para el wetland – condición pseudoestática

Componente	Sección	Tipo de falla	Factor de seguridad		Condición
			Evaluado	Mínimo	
Dique III	A-A'	Circular/global	1.16	1.0	Estable
	B-B'		1.50	1.0	Estable

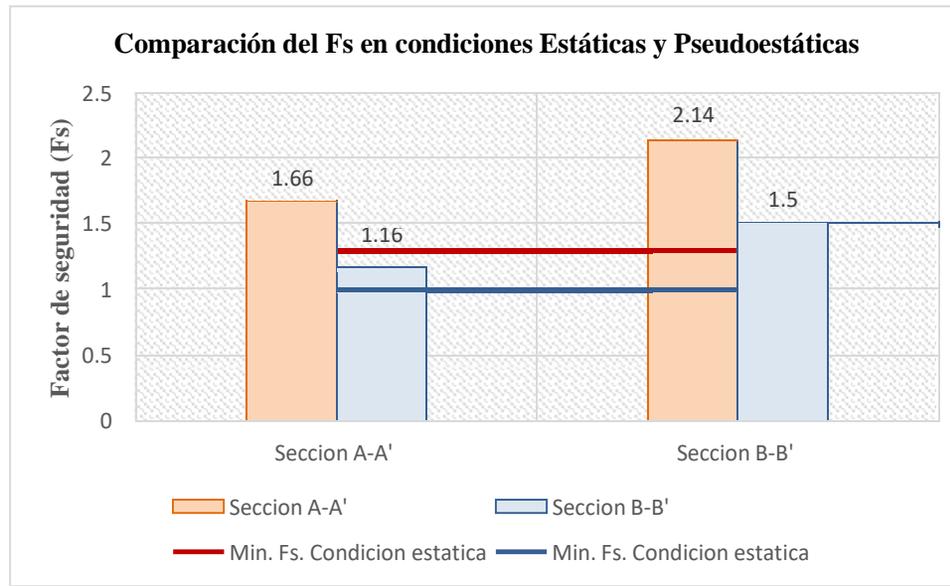


Figura 52 Comparación del Fs. en condiciones estáticas y pseudoestáticas para el wetland

Haciendo la comparación entre los resultados de estabilidad física en condiciones estáticas y pseudoestáticas se puede observar que los valores del factor de seguridad en condiciones pseudoestáticas tiene una tendencia a reducir con respecto a los factores en condición estática. Sabiendo que según lo antes explicado existe una relación entre el factor de seguridad y la aceleración máxima.

Demostrando que la aceleración máxima obtenida de la evaluación del peligro sísmico influye de manera relevante para el análisis de estabilidad física.

3.4. Resultado de los procesos constructivos

Para los procesos constructivos se planteó la ejecución de dos desarenadores (I - II) y un wetland, en la tabla 46 se muestran las etapas del proceso constructivo que se realizaron con la finalidad de evitar sobre costos y retrasos en la ejecución de obra. En la secuencia lógica de programación presentados en las figuras 30, 32 y 33 se indica las etapas que se deberán cumplir estrictamente de manera que se garantice la supervisión de control (CQC) y aseguramiento de calidad (CQA) durante la ejecución de la obra.

Tabla 46

Resumen de los procesos constructivos según la estructura

Actividad	Desarenador I	Desarenador II	Wetland
Obras preliminares	*	*	*
Movimiento de tierra	*	*	*
Instalación de drenaje y subdrenaje.	*	-	-
Conformación de dique	*	*	*
Instalación de geomembrana y geotextil	*	*	*
Colocación de materiales y muro de gaviones	-	-	*

Nota: (*) actividad que se aplica y (-) actividad que no se aplica para las estructuras que conforman el sistema wetland.

Según lo mencionado anteriormente, este proceso constructivo es mejor debido a que se aprovecha las condiciones del terreno, sin hacer variación alguna además de no emplear concreto para las estructuras, ya que al ser empleado para la etapa de cierre se debe tener en cuenta que el terreno tiene que volver a su forma inicial. Por ello las estructuras planteadas son las más favorables, además de que se emplean dos tipos de desarenadores el primer desarenador cuenta con drenajes y subdrenajes estos ayudan a un mejor control de la salida de las aguas, y el otro desarenador controla la salida del agua por rebose. Dirigiendo las aguas al wetland donde se realizará los procesos para la elevación del pH, y la disminución de los metales pesados.

En las siguientes tablas se muestran dos modelos de procesos constructivos experimentales realizados por las unidades mineras mencionadas respectivamente y el otro proceso constructivo presentado como propuesta para esta investigación. En las tablas 47 y 48 se muestran porcentajes de remoción para distintos metales que fueron tratados.

Tabla 47

Resumen de procesos constructivos para la U.M Antamina

Actividades	Cantidad	Caudal a tratar (lt/seg)	% de remoción	Tiempo de retención (días)
Obras preliminares				
Movimiento de tierra				
Desarenador	2			
- Instalación de Geomembrana				
- Conformación de dique			Nitrato 22.3	7
Serpentines	30	115	Amoniaco 57.9	
- Construcción de celdas de concreto				
Wetland	1			
- Conformación de dique				
- Colocación de Compost y planta				

Tabla
Resumen de procesos constructivos para la U.M La Zanja

Actividades	Cantidad	Caudal a tratar (lt/seg)	% de remoción	Tiempo de retención (días)
Obras preliminares				
Desbroce y preparación del área				
Conformación de Poza de colección	1			
- Instalación de Geomembrana				
Área SPAS	1	0.7		
- Impermeabilización e Instalación de drenaje			Hierro 70	5.9
Poza de sedimentación	1		Manganeso 20	
- Instalación de Geomembrana				
Wetland	1			
- Instalación de Geomembrana				
- Colocación de caliza, compost y plantas				

Para el diseño wetland (humedal) propuesto se presentan los siguientes porcentajes de remoción, calculados de manera teórica, según lo mencionado anteriormente. En la tabla 49 se presentan las actividades de los procesos constructivos, considerando el caudal a tratar por el sistema wetland para un tiempo de retención de 3.3 días.

Tabla 49

Resumen de procesos constructivos para la U.M Anabi

Actividades	Cantidad	Caudal a tratar (lt/seg)	% de remoción	Tiempo de retención (días)
Obras preliminares				
Movimiento de tierras				
Desarenador	2			
- Geomembrana				
- Conformación de dique				
- Instalación de drenaje y subdrenaje			pH 57.8	
Wetland	1	43.32	Hierro 82.7	3.3
- Geomembrana			Manganeso 75.3	
- Conformación de dique				
- Colocación de gaviones, caliza, compost y plantas				

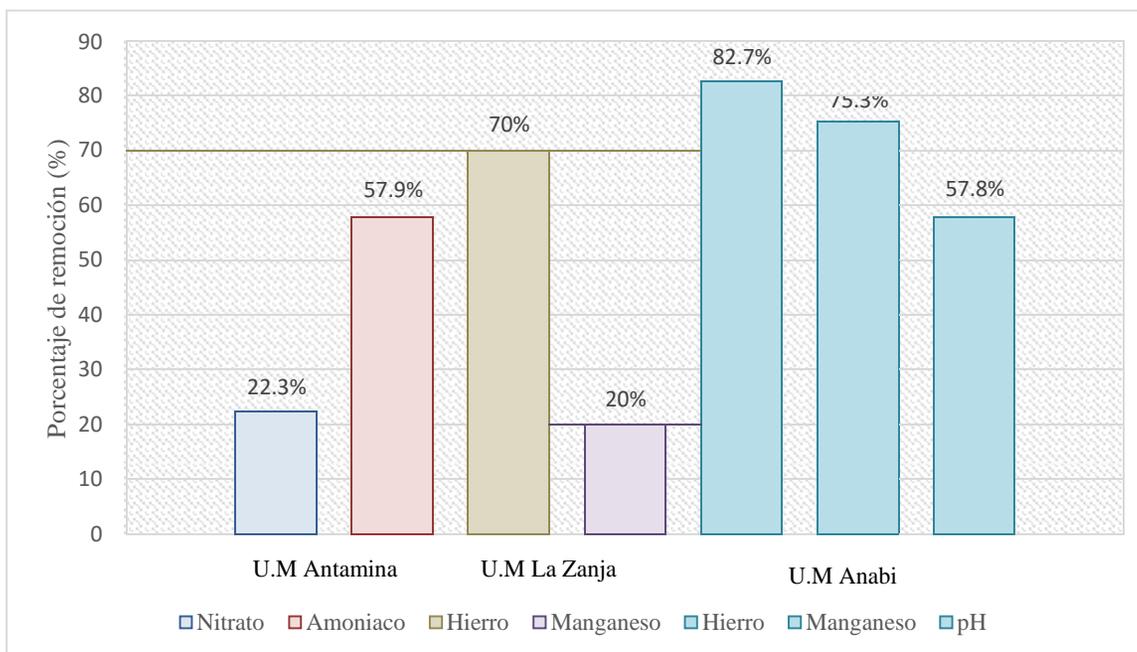


Figura 53 Porcentaje de remoción según las Unidades Mineras

En la figura 53, se muestran para cada unidad minera el porcentaje de remoción de manera experimental en el caso de la U.M Antamina representados dos colores para diferenciar entre el nitrato y el amoniaco y para la U.M la Zanja, representados por el color arena y lila que representan al hierro y al manganeso, así mismo para el caso de la U.M Anabi se presentan los tres valores de un mismo color hacen referencia a que estos datos fueron calculados de manera teórica.

Según lo mencionado los procesos constructivos, influyen en el tratamiento de las aguas acidas de mina, como se muestran en las tablas 47 y 48 donde las unidades mineras Antamina y La Zanja construyeron en diferentes escalas estructuras para el tratamiento de las aguas acidas, visualizando ciertos porcentajes de remoción según los metales a tratar, esto se debe al diseño y procesos constructivos que realizaron, teniendo en cuenta como parámetros el caudal y los metales a tratar. Según los diseños mencionados se determina que los procesos constructivos influyen en el diseño para el tratamiento de las aguas acidas, teniendo en cuenta lo descrito se da por aceptado la contrastación de la Hipótesis.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Discusión para el diseño de la propuesta estructural.

En la presente investigación se tuvo como objetivo general diseñar la propuesta estructural del sistema Wetland, para optimizar el tratamiento de aguas acidas del proceso de cierre de mina de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019. Este sistema de tratamiento pasivo de aguas acidas ha sido implementada en varias operaciones mineras en el Perú y el mundo para la supresión del pH y eliminación de los metales pesados, teniendo resultados alentadores. Según (Sobolewski, 1996) señala que en la mina de cobre Bell Copper (British Columbia) se trataron las aguas ácidas con humedales anaerobios donde se incrementó el pH desde 3 hasta 6-8 y se lograron reducciones del 40 % y del 80 % de Cu respectivamente. Teniendo en cuenta lo mencionado (Ordoñez, 1994) en su investigación para un modelo piloto llego a obtener resultados semejantes lograron reducciones de cerca del 65 % para la acidez, 100 % de Al 27 % de Mn y 99,5 % de Fe. Así mismo (Jurado, 2016) en su investigación sobre el tratamiento pasivo de infiltraciones de la unidad minera La Zanja, presenta como resultados de remoción de 70% de Fe y 20% de Mn.

De acuerdo a los datos comparados con los antecedentes según los resultados obtenidos en la tabla 34 se evidencia un porcentaje de reducción de metales, para el Fe y Mn del 82.7% y 75.3 %, y un incremento del pH del 57.8 %, con estos resultados se afirma que el dimensionamiento planteado garantiza teóricamente la optimización de las aguas acidas.

Discusión para el cálculo máximo de captación y tiempo de retención.

En la presente investigación se tuvo como primer objetivo específico determinar el caudal máximo de ingreso y el tiempo de retención de las aguas acidas del Wetland de acuerdo a las

precipitaciones máximas de la zona del proyecto, para el tratamiento de aguas acidas del proceso de cierre de mina de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019. De acuerdo a (Ettner, 1999) menciona que para un caudal de 35 l/min en un tiempo de retención es de 10 horas para logra la eliminación de ciertos metales. Estos resultados se sustentan con lo dicho por (Younger, 1997) quien señala que con un tiempo de retención de 14 horas se logró eliminar entre un 72-79% de Fe.

Según los datos comprados con los antecedentes mencionado, los resultados presentan un caudal de ingreso de 43.32 lt/seg y un tiempo de retención de 3.3 días, con estos resultados se afirma que se lograra de manera teórica la reducción de los metales y el incremento del pH, determinando que la hipótesis es validad además que el caudal y el tiempo de retención influyen en el dimensionamiento.

Discusión para la evaluación del peligro sísmico y análisis de estabilidad física.

A partir de la evaluación del peligro sísmico para el análisis de estabilidad física de la estructura del sistema wetland para el proceso de cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019. De acuerdo con la evaluación del peligro sísmico se empleó el Reglamento nacional de edificación en la norma E.30 con el mapa de zonificación sísmica presenta una aceleración máxima de 0.35 g, a si mimo Jorge Alva Hurtado y Jorge Castillo indica que con el mapa de isoaceleraciones se tiene un rango de aceleración máxima en la zona de 0.32 a 0.34 g y el aplicativo sencico evalúa según la zona del proyecto un rango de aceleración máxima que va de 0.27 a 0.33g.

De acuerdo a los antecedentes comparados y según los resultados para la aceleración máxima de 0.17g en las condiciones pseudoestáticas tiene una tendencia a reducir con respecto a los factores en condición estática determinando que son estables. Este resultado afirma la

hipótesis donde establece que las estructuras del sistema wetland son estables realizando el análisis de estabilidad física en ambas condiciones.

Discusión para establecer los procesos constructivos.

Como tercer objetivo específico se estableció los procesos constructivos del sistema wetland para el cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019. Según (Jurado Garayar, 2016) menciona que para las actividades y especificaciones constructivas del sistema de tratamiento de aguas para la unidad minera la Zanja, es necesario planes de construcción, especificaciones y el diseño de campo estos deben ser adecuadamente detallados como ya se mencionaron en el resumen de procesos constructivos para la U.M La Zanja en la tabla 48. Además, según (Aduvire, 2006) el proceso de diseño de los humedales anaeróbicos favorece las condiciones anóxicas que se requieren para un correcto funcionamiento, la lámina de agua ha de superar los 30 cm, esta lamina cubre un substrato permeable con un espesor de 30-60 cm formado mayormente por material orgánico y la caliza cuenta con 0.5 a 1 m de espesor. Así mismo (Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, 2018) menciona que las dimensiones deben permitir el tratamiento de los caudales, minimizando la velocidad de circulación de agua mediante cascadas de aireación – wetland, posteriormente se cuenta con celda de paso, cajón de recepción, posa de plantas acuáticas; este sistema es modelo piloto hecho de concreto.

Según los antecedentes comparados se presenta el resumen de los procesos constructivos mencionados en la tabla 49 con estos resultados se afirma que los procesos constructivos influyen en el diseño para el tratamiento de las aguas acidas, dando por aceptado la contrastación de la Hipótesis.

4.2. Conclusiones

El diseño planteado para el sistema wetland consta del desarenador I que tiene una capacidad de almacenamiento de 4,016.23 m³, el desarenador II presenta una capacidad de almacenamiento de 5,138.94 m³ y el wetland presenta volumen efectivo de 9,504.00 m³ con área de superficie útil 13,771.21 m². Para las dimensiones mencionadas se concluye de manera teórica que se logra un 57.8% para la neutralización del pH y un 82.7%, 75.3% para la remoción de metales (Fe y Mn).

En cuanto al caudal máximo ingreso para el wetland es de 43.32 lt/seg en épocas de máximas avenidas para un periodo de retorno de 200 años, logrando un tiempo de retención en el wetland es de 3.3 días esto influye en los procesos físicos, químicos y biológicos, logrando la neutralización de las aguas acidas y la reducción de los metales.

En relación a la evaluación del peligro sísmico para la zona de estudio mediante el método probabilístico se obtiene un valor promedio de las aceleraciones máximas de 0.34g. Para el análisis de estabilidad física en condición estática se concluye que el dique I, el dique II y el dique III son estables obteniendo factores de seguridad (Fs) mayores a 1.3 siendo este el factor de seguridad mínimo requerido, para la condición pseudoestática se concluye que el dique I, el dique II y el dique III son estables obteniendo factores de seguridad (Fs) mayores a 1 siendo este el factor de seguridad mínimo requerido.

En relación a los procesos constructivos se concluye que influyen de manera relevante en el seguimiento y construcción de los diseños mencionados utilizados como base, garantizando la seguridad y eficacia de las estructuras que conforman el sistema de tratamiento wetland, además de conseguir la supresión del pH y la eliminación de los metales. Así mismo se determina que el

costo total es de \$ 891,044.37 para la construcción de las estructuras del sistema wetland (desarenadores I, II y el wetland “humedal”).

Recomendaciones

Se recomienda realizar evaluaciones de monitoreos en la salida de la estructura del wetland para controlar los contenidos metálicos después de la construcción del sistema wetland para corroborar que cumplan con los resultados proyectados respecto a la eficiencia del He, Mn y Ph.

Es importante revisar los ingresos de las aguas en las estructuras del sistema wetland, para que no se generen obstrucciones y pueda tener un flujo constante en caso de avenidas máximas.

Es necesario cumplir con las alturas de los diques presentados en el diseño debido a que han sido evaluadas para un nivel sísmico de un evento probable teniendo en cuenta el factor mínimo de seguridad de 1, para un periodo de retorno de 450 años.

Se recomienda seguir los procesos constructivos establecidos en la ejecución de la obra siguiendo los lineamientos mencionados, para lograr una adecuada construcción y ejecución del sistema de tratamiento para el drenaje de las aguas acidas.

Referencias

- Aduviere, O. (2006). *Tratamiento de Aguas Acidas de Mina*. Madrid: Instituto Geologico.
- Aduvire, O. (2006). *Drenaje acido de mina generación y tratamiento*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Arellano, H. A. (19 de Marzo de 2015). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/ng1mwdqrqxcj/disenio-pre-experimental/>
- Blacktogreen. (4 de Agosto de 2020). *Blacktogreen*. Obtenido de <https://blacktogreen.com/2020/08/tecnicas-sostenibles-para-el-tratamiento-de-agua-acida-de-mina/>
- Cadorin, L., Carissimi, E., & Jorge, R. (Septiembre de 2007). Avance en el tratamiento de aguas acidas de minas. *Scientia et Technica Año XIII*(36), 1-2.
- Chaparro Leal, L. T. (17 de 02 de 2015). Drenaje Acido de Mina Formación y Manejo . *ESAICA*, 1(1), 53-57.
- Cravotta Charles, A. (1 de Mayo de 2007). Passive aerobic treatment of net-alkaline, iron-laden drainage from a flooded underground anthracite mine. *Mine Water Environ*(26), 128-149. doi:10.1007/s10230-007-002-8
- DCR Ingenieros S.R.L. (2007). *Estudio de peligro sismico proyecto Anabi*. Lima.
- De la Cruz, C. E. (2006). Mitigacion de drenaje acido en minas subterraneas aplicando fangos. Caso: mina Orcopampa. *FIGMMG*, 9(17), 69-74.
- Denegri, M. J., & Jose, I. (2020). Tratamiento de Drenaje Acido de minas Mediante Humedales Artificiales. *Revista Biotempo*, 345-369. doi:10.31381/biotempo.v17i2.3349
- Espinoza, R. M., Hidalgo, M. A., & Delgado, D. R. (27 de Noviembre de 2016). Diseño de un sistema de tratamiento para el drenaje acido de mina basado en el proceso de lodos de alta densidad (HDS). *Ingeniería*, 20(2), 64-75.
- Estudios Mineros del Perú. (Octubre de 2011). El ciclo de la Minería. *Sociedad Nacional de Minería Petroleo y Energia*(51), 4.

- Ettner, D. (1999). *Pilot scale constructed wetland for the removal of nickel from tailings drainage*. IMWA Congress Mine, Water; Environment. Southern Norway.
- GEOSAI. (17 de Febrero de 2016). *Soluciones Ambientales*. Obtenido de <https://www.geosai.com/geomembrana-hdpe/>
- Gonzales de vallejo, L. I. (2004). *Ingenieria Geologica*. Madrid: Isabel Capella.
- Guia para el diseño y construccion de un humedal construido con flujos subsuperficiales*. (2000). U.S. EPA - Region 6: United States.
- Guzman Borie, C. (2015). Test ABA, potencial de neutralizacion. *AGQ Labs*, 1-2.
- Handbook for Constructed Wetlans Receiving Acid Mine Drainage*. (1990). Colorado: School of Mines.
- Hedin, R., & Nairn, R. (1993). Contaminant removal capabilities of wetlands constructed to treat coal mine drainage. *CRC Press*, 187-195.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Vol. Sexta Edición). Bogota: MC GRAW.
- Huaranga, M. F., & Rimaranchin, V. P. (2015). Tratamiento de aguas de efluentes minero - metalúrgicos utilizando, metodos pasivos y activos en sistemas experimentales. *SCIENDO*, 18(2), 20-29.
- Hurtado de Barrera, J. (2012). *Metodología de la investigación, guía para una compresion holistica de la ciencia*. Bogotá: Ediciones Quirón - Sypal.
- ICOG, C. O. (17 de Octubre de 2016). *Tierra y Tecnologia*. Obtenido de <https://www.icog.es/TyT/index.php/2016/10/slide-la-mejor-aplicacion-estabilidad-taludes/>
- Inga, B. E. (2011). *Tratamiento de efluentes por el metodo de pantanos artificiales (wetland)*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. (Julio de 2018). Minería. *MINERIA*(490), 84.
- Jage, C. (2011). Passive Treatment of Acid-Mine Drainage. *Virginia Cooperative Extension*, 5-6.

- Jurado Garayar, D. D. (2016). *Diseño Piloto del sistema de tratamiento pasivo de infiltraciones provenientes del deposito de material inadecuado de minera La Zanja, Perú*. Manresa: Escola Politecnica Superior d'Enginyeria de Manresa.
- Jurado, G. D. (2016). Diseño piloto del sistema de tratamiento pasivo de infiltraciones provenientes del deposito de material inadecuado de minera la zanja, Perú. *Masteres y Doctorado*, 89.
- Lopez, P. E., & Baretino, F. D. (2002). Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina. *Boletin Geologico y Minero*, 1-19.
- Lopez, P. E., Baretino, F. D., & Osvaldo, A. (2002). Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina. *Boletin Geologico y Minero*, 1-19.
- Macias Suarez, F., Caraballo Monge, M., Nieto Liñan, J. M., & Ayora Ibañez, C. (Septiembre de 2010). Tratamiento pasivo piloto de un drenaje acido de mina con Alta Carga Metalica en Monte Romero (Faja Piritica Iberica. *Sociedad española de minerologia*(13), 143-144.
- Macias, F., Rotting, T. S., Nieto, M. j., Ayora, C., & Caraballo, M. A. (28 de Mayo de 2010). Tratamiento pasivo con un sustrato alcalino disperso de drenajes acidos de mina con alta carga metálica en la cuenca del rio Odiel (Faja Pirítica Ibérica, SO España). *GOGACETA*, 11-114.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Hidrología Hidráulica y Drenaje*. Lima.
- Monografias plus. (s.f.). *Monografias plus*. Obtenido de <https://www.monografias.com/docs/Aguas-acidas-P3YHMG7VFNS5#:~:text=Son%20aguas%20que%20se%20producen,relaves%2C%20ba suras%20municipales%2C%20etc>.
- Ordoñez, A. (Julio de 1994). *A successive alkalinity producing system (RAPS) as operational unit in a hybrid passive treatment system for acid mine drainage*. Oviedo: Mine, Water & Environment. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/267707168_A_SUCCESSIVE_ALKALINITY_P

RODUCING_SYSTEM_SAPS_AS_OPERATIONAL_UNIT_IN_A_HYBRID_PASSIVE _TREATMENT_SYSTEM_FOR_ACID_MINE_DRAINAGE

- Pamo, L. E., Aduvire, O., & Baretino, D. (2002). Tratamiento pasivos de drenaje acido de mina: estado actual y perspectivas de futuro. *Boletín Geologico y Minero*, 113(1), 3-21.
- Pérez, A. M. (29 de Septiembre de 2017). *Parque y Grama*. Obtenido de <https://www.parqueygrama.com/gavion-definicion-y-usos/>
- Pinedo, V. J. (2010). *Neutralización de aguas acidas de mina por pantanos artificiales*. Lima.
- PIRAMID- Consortium. (2003). *Passive in-situ remediation of acidic mine / industrial drainage*. Reino Unido: PIRAMID.
- Ramírez, S. B., Coello, V. A., & Menéndez, A. J. (2017). Tratamiento por flotacion del drenaje acido de mina grande de cobre. *MAMYM*(3), 24-34.
- Rey, V. L. (2007). *Tratamiento de agua por medio de humedales artificiales (wetland)*. Tucush: Compañía Minera Antamina S.A.
- Rimarachin Varas, P., & Huaranga Moreno, F. (2015). Tratamiento de aguas de efluentes minero - metalurgicos utilizando, metodos pasivos y activos en sistemas experimentales. *SCIENDO*, 18(2), 20-29.
- Rocas y Minerales. (2 de Febrero de 2018). *Rocas y Minerales*. Obtenido de <https://www.rocasyminales.net/caliza/>
- Salazar Giraldo, J. P., Hernandez Angel, M. L., & Arnago Ruiz, A. d. (2012). Alternativas de tratamientos de las aguas de los drenajes acidos de minas: una revisión. *Investigacion y Ciencia Final*, 347-366.
- Sobolewski, A. (1996). The Journal of Ecosystem Restoration. *Ecological Enginerring*, 259-271.
- Stracuzzi, S. P., & Pestana, F. M. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Caracas: FEDUPEL. Obtenido de <https://es.calameo.com/read/000628576f51732890350>
- Suarez, D. J. (8 de Marzo de 2013). *erosion.com.co*. Obtenido de <https://www.erosion.com.co/deslizamientos-tomo-i-analisis-geotecnico.html>
- U.S.EPA. (1998). *Constructed wetlands teatment*. Engineering Bulletin.

Unidad Minera Yanacocha. (s.f.). *Yanacocha*. Obtenido de [http://www.yanacocha.com/plan-de-cierre-de-minas/#:~:text=El%20Cierre%20de%20Minas%20es,lo%20dispuesto%20por%20la%20le y%20\(](http://www.yanacocha.com/plan-de-cierre-de-minas/#:~:text=El%20Cierre%20de%20Minas%20es,lo%20dispuesto%20por%20la%20le y%20()

Younger, P. (1997). *the longevity of minewater pollution: a basis for decision- making*. The Science of the total Environment.

Zambrano, P. C. (2009). *Capitulo 5 Modelo general de diseño para humedales*.

Zamora, E. G., Zamora, M. V., & Gorrity, P. M. (2015). Propuesta de tratamiento de las aguas acidas de la mina Milluni mediante drenes anoxicos calizos. *Revista Metalúrgica*(36), 33-44.

Zarza, L. F. (2021). *IAGUA*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-dique-y-cual-es-funcion>

Zipper, C. R. (2015). Passive tratment of Acid - Mine Drainage. *Powell River Project*, 1-14.

Anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia

Tabla 1
Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Instrumentos	Metodología	Norma y Fuentes
Problema Principal	Objetivo Principal			Grado de acides pH	Pruebas ABA		
¿De qué manera se puede optimizar el Sistema Wetland para el tratamiento de aguas ácidas para el cierre de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019?	Diseñar la propuesta estructural del sistema Wetland, para optimizar el tratamiento de aguas acidas del proceso de cierre de mina de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019.	El diseño estructural del sistema Wetland, garantiza de manera relevante la optimización del tratamiento de aguas acidas del proceso de cierre de mina de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019.	Agua acida (contenido metálico)	Estabilidad geoquímica	Pruebas químicas del suelo		Reglamento de procesamientos mineros Minem.
Problema Especifico	Objetivo Especifico			Precipitaciones	Informe del estudio Hidrológico Anabi Hoja de Excel – cálculo de caudal		Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.
¿Cuál es el caudal máximo de ingreso y el tiempo de retención de las aguas acidas en el wetland (humedal) de acuerdo a las precipitaciones máximas en la zona de proyecto, para el tratamiento de aguas acidas del proceso de cierre de mina de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019?	Determinar el caudal máximo de ingreso y el tiempo de retención de las aguas acidas en el Wetland (humedal) de acuerdo a las precipitaciones máximas de la zona del proyecto, para el tratamiento de aguas acidas del proceso de cierre de mina de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019.	El caudal máximo de ingreso y el tiempo de retención de las aguas acidas, influyen de manera relevante para el diseño del wetland para el tratamiento de aguas acidas para el proceso de cierre de mina de la Unidad minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019.	Diseño del sistema wetland	Caudal	Coeficiente de uniformidad	Periodo de retorno	Guía para la elaboración de planes de cierre.

<p>¿Cuál es la influencia de las actividades sísmicas en la estabilidad física de la estructura del sistema wetland para el cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019?</p>	<p>Realizar la evaluación del peligro sísmico para el análisis de estabilidad física de la estructura del sistema wetland para el proceso de cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019.</p>	<p>Los peligros sísmicos influyen en el análisis de estabilidad física de los diques I, II y III de la estructura del sistema wetland en condiciones Estáticas y Pseudoestáticas, según el análisis de estabilidad física se afirma que son estables las estructuras del sistema wetland para el cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019</p>	<p>Evaluación de peligro sísmico</p>	<p>Informe de estudio de peligro sísmico – proyecto Anabi</p> <hr/> <p>Mapa de zonificación sísmica</p> <hr/> <p>Mapa de isoaceleraciones de Jorge Alva Hurtado y <u>Jorge Castillo</u></p> <hr/> <p>Aplicativo online de SENCICO</p>	<p>Norma E0.30 – 2019 Diseño sismo resistente.</p>
<p>¿Cuál es la influencia de los procesos constructivos del sistema wetland para el cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019?</p>	<p>Establecer los procesos constructivos del sistema wetland para el cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019.</p>	<p>Los procesos constructivos establecidos forman parte esencial en el sistema wetland, para el mejor control de ejecución para el cierre de minas de la Unidad Minera ANABI S.A.C. en el distrito de Quiñota departamento de Cusco, 2019</p>	<p>Análisis de Estabilidad Física</p>	<p>Software Slide</p>	
			<p>Dimensiones y materiales</p>	<p>Volumen de materiales – Civil 3D</p>	
			<p>Cronograma</p>	<p>Software msproject</p>	
			<p>Presupuesto</p>	<p>Hoja de Excel y análisis de precios unitarios</p>	

Anexo 2 Excel de cálculos para caudal

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Nº	AÑO	I(mm/día)	(Xi-X)2		Calculo variables probabilisticas						nº datos	μ_y	σ_y	
2	1	1998	33.0	104.8576		$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 43.2 \text{ mm}$						10	0.4952	0.9496	
3	2	1999	38.3	24.4036		$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 10.2752846 \text{ mm}$						15	0.5128	1.0206	
4	3	2000	50.8	57.1536		$\alpha = \frac{\sigma_y}{S} = 0.10343266$						20	0.5236	1.0628	
5	4	2001	46.9	13.3956		$\beta = Q_m - \frac{\mu_y}{\alpha} = 38.1777691$						25	0.5309	1.0914	
6	5	2002	46.3	9.3636								30	0.5362	1.1124	
7	6	2003	41.6	2.6896								35	0.5403	1.1285	
8	7	2004	43.2	0.0016								40	0.5436	1.1413	
9	8	2005	38.2	25.4016								45	0.5463	1.1518	
10	9	2006	48.7	29.8116								50	0.5485	1.1607	
11	10	2007	33.1	102.8196								55	0.5504	1.1682	
12	11	2008	64.3	443.5236								60	0.5521	1.1747	
13	12	2009	41.5	3.0276								65	0.5535	1.1803	
14	13	2010	40.8	5.9536								70	0.5548	1.1854	
15	14	2011	39	17.9776								75	0.5559	1.1898	
16	15	2012	38.9	18.8356								80	0.5569	1.1938	
17	16	2013	36	52.4176								85	0.5578	1.1974	
18	17	2014	36.3	48.1636								90	0.5586	1.2007	
19	18	2015	34.3	79.9236								95	0.5593	1.2037	
20	19	2016	39.5	13.9876								100	0.5600	1.2065	
21	20	2017	74.1	952.3396											
22		SUMA	864.8	2006.048											
23															
24															
25		Calculo de las Precipitaciones Diarias Maximias													
26															
27	Periodo	Variable	Precip.	Prob. de	Corrección										
28	Retorno	Reducida	(mm)	ocurrencia	intervalo fijo										
29	Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)										
30	2	0.3665	38.2157	0.5000	38.2157										
31	5	1.4999	38.3329	0.8000	38.3329										
32	10	2.2504	38.4105	0.9000	38.4105										
33	25	3.1985	38.5086	0.9600	38.5086										
34	50	3.9019	38.5814	0.9800	38.5814										
35	100	4.6001	38.6536	0.9900	38.6536										
36	200	5.2958	38.7255	0.9950	38.7255										
37															
38															

Distribuciones Estadísticas, por Sánchez-San Román, F. del Dpto. Geología – Univ. Salamanca España. (2020, p.8)

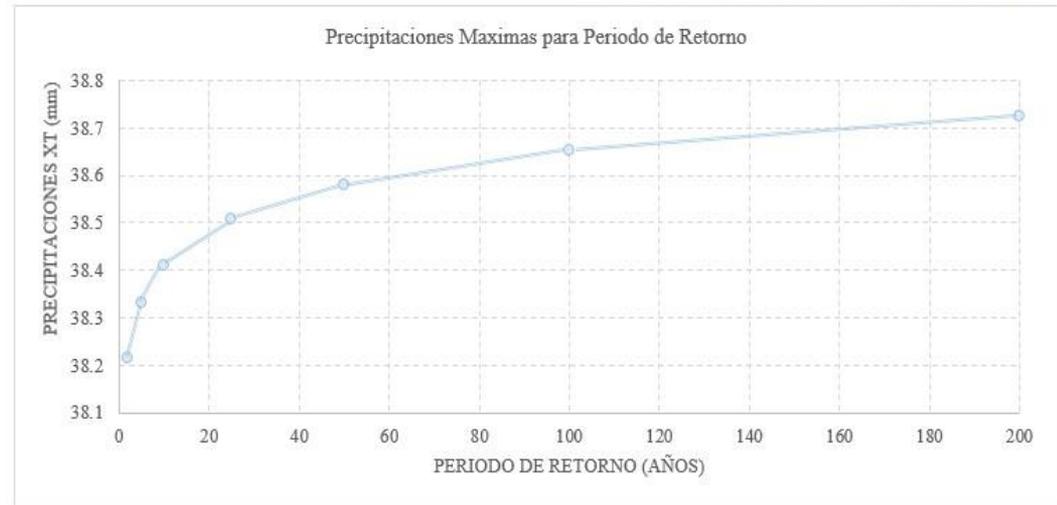


Figura 1 Calculo y corrección de precipitación

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	Tiempo de duració		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
3	Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años
4	24 hr	1440	1.5923	1.5972	1.6004	1.6045	1.6076	1.6106	1.6136
5	18 hr	1080	1.9320	1.9379	1.9419	1.9468	1.9505	1.9578	1.9578
6	12 hr	720	2.5477	2.5555	2.5607	2.5672	2.5721	2.5817	2.5817
7	8 hr	480	3.2483	3.2583	3.2649	3.8509	3.2794	3.2917	3.2917
8	6 hr	360	3.8853	3.8972	3.9051	3.9150	3.9224	3.9371	3.9371
9	5 hr	300	4.3566	4.3700	4.3788	4.3900	4.3983	4.4147	4.4147
10	4 hr	240	4.9680	4.9833	4.9934	5.0061	5.0156	5.0343	5.0343
11	3 hr	180	5.8597	5.8777	5.8896	5.9047	5.9158	5.9379	5.9379
12	2 hr	120	7.4521	7.4749	7.4901	7.5092	7.5234	7.5515	7.5515
13	1 hr	60	11.4647	11.4999	11.5232	11.5526	11.5744	11.6177	11.6177
14									

Figura 2 Intensidad de lluvias para las precipitaciones corregidas XT

UNIDAD MINERA	ANABI						
UBICACIÓN	DISTRITO DE QUIÑOTA EN EL DEPARTAMENTO DE CUSCO						
PERIODO DE RETORNO	2 AÑOS	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS	100 AÑOS	200 AÑOS
CORRECCION DE PRECIPITACION DIARIA							
Superficie	Km2	0.531	0.531	0.531	0.531	0.531	0.531
Factor reductor (KA)	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Precipitación diaria calculada (Pd)	mm/día	38.22	38.333	38.411	38.509	38.581	38.654
Precipitación diaria corregida (Pdc)	mm/día	38.22	38.333	38.411	38.509	38.581	38.654
INTENSIDAD MEDIA DIARIA							
Precipitación diaria corregida (Pdc)	mm/día	38.22	38.33	38.41	38.51	38.58	38.65
Intensidad media diaria (Id)	mm/hora	1.59	1.60	1.60	1.60	1.61	1.61
TIEMPO DE CONCENTRACION TC							
Longitud de cauce	km	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
Longitud de cauce	m	1370	1370	1370	1370	1370	1370
Cota maxima	msnm	4400	4400	4400	4400	4400	4400
Cota Minima	msnm	4362	4362	4362	4362	4362	4362
Pendiente media	m/m	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
Tiempo de concentración (Tc)	H	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Tiempo de concentración (Tc)	min	45	45	45	45	45	45
CALCULO DE LA INTENSIDAD PARA UN TIEMPO IGUAL AL TIEMPO DE CONCENTRACION							
Intensidad media diaria (Id)	mm/hora	1.59	1.60	1.60	1.60	1.61	1.61
Periodo de tiempo para la que se evaluara (t)	H	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Intensidad media en el periodo (It)	mm/hora	1.59	1.60	1.60	1.60	1.61	1.61
EVALUACION UMBRAL DE LA ESCORRENTIA							
Numero de Curva (CN)	-	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00
Umbral de escorrentia (Po)	mm	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
CALCULO DE COEFICIENTE DE ESCORRENTIA							
Precipitación diaria corregida (Pdc)	mm	38.22	38.33	38.41	38.51	38.58	38.65
Umbral de escorrentia (Po)	mm	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
Coefficiente de escorrentia (C)	-	0.292	0.293	0.293	0.294	0.295	0.296
CALCULO DE COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD TEMPORAL							
Tiempo de concentración de la cuenca (Tc)	H	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Coefficiente de uniformidad (Kt)	-	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
CALCULO DE CAUDAL							
Coefficiente de escorrentia (C)	-	0.29	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30
Intensidad media de periodo (It)	mm/hora	1.59	1.60	1.60	1.60	1.61	1.61
Superficie de cuenca	Km2	0.531	0.531	0.531	0.531	0.531	0.531
Coefficiente de uniformidad temporal (Kt)	-	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
Caudal (Q)	m3/seg	0.072	0.072	0.073	0.073	0.074	0.074
Caudal (Q)	L/seg	71.778	72.243	72.552	72.942	73.232	73.808

Metodo Racional Modificado

Tabla 5.4. Tipos de suelos en función de la textura.

Tipo de suelo	Textura del suelo
A	Arenas con poco limo y arcilla; suelos muy permeables
B	Arenas finas y limos
C	Arenas muy finas, limos, suelos con alto contenido en arcilla
D	Arcillas en grandes cantidades; suelos poco profundos con subhorizontes de roca sana; suelos muy impermeables

Para el calculo de coeficiente de escorrentia

F) Coeficiente de Escorrentia (C)

$$C = \frac{(P_2 - P_1) \cdot P_1 \cdot (P_2 + 2 \cdot P_1)}{(P_2 + P_1)^2} \quad (35)$$

Donde:

- P_2 : Precipitación máxima diaria (mm)
 P_1 : Umbral de escorrentia = $\left(\frac{5000}{CN}\right) - 50$
 CN : Número de curva

TABLA N° 07: Números de curva de escorrentia para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, la = 0.2s)

Descripción de uso de la tierra	Grupo Hidrológico del suelo			
Tierra cultivada: sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	73	86	83
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	45	66	77	83
cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75 % o más	39	61	74	80
condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75 %	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85 % impermeables)	89	92	94	95
Districtos industriales (72 % impermeables)	81	88	91	93
Residencial:				
Tamaño Promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable			
1/8 acre o menos	65	77	85	92
1/4 acre	38	61	75	83
1/3 acre	30	57	72	81
1/2 acre	25	54	70	80
1 acre	20	51	68	79
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc.	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Fuente: Hidrología Aplicada (Ven te Chow)

Figura 3 Calculo de caudal para el Desarenador I

UNIDAD MINERA	ANABI							
UBICACIÓN	DISTRITO DE QUIÑOTA EN EL DEPARTAMENTO DE CUSCO							
PERIODO DE RETORNO	2 AÑOS	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS	100 AÑOS	200 AÑOS	
CORRECCION DE PRECIPITACION DIARIA								
Superficie	Km2	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105
Factor reductor (KA)	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Precipitación diaria calculada (Pd)	mm/día	38.22	38.333	38.411	38.509	38.581	38.654	38.726
Precipitación diaria corregida (Pdc)	mm/día	38.22	38.333	38.411	38.509	38.581	38.654	38.726
INTENSIDAD MEDIA DIARIA								
Precipitación diaria corregida (Pdc)	mm/día	38.22	38.33	38.41	38.51	38.58	38.65	38.73
Intensidad media diaria (Id)	mm/hora	1.59	1.60	1.60	1.60	1.61	1.61	1.61
TIEMPO DE CONCENTRACION TC								
Longitud de cauce	km	1.098	1.098	1.098	1.098	1.098	1.098	1.098
Cota máxima	msnm	4317	4317	4317	4317	4317	4317	4317
Cota mínima	msnm	4315	4315	4315	4315	4315	4315	4315
Pendiente media	m/m	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Tiempo de concentración (Tc)	H	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
Tiempo de concentración (Tc)	min	64	64	64	64	64	64	64
CALCULO DE LA INTENSIDAD PARA UN TIEMPO IGUAL AL TIEMPO DE CONCENTRACION								
Intensidad media diaria (Id)	mm/hora	1.59	1.60	1.60	1.60	1.61	1.61	1.61
Periodo de tiempo para la que se evaluara (t)	H	1.07	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Intensidad media en el periodo (It)	mm/hora	1.59	1.60	1.60	1.60	1.61	1.61	1.61
EVALUACION UMBRAL DE LA ESCORRENTIA								
Numero de Curva (CN)	-	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00	81.00
Umbral de escorrentia (Po)	mm	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
CALCULO DE COEFICIENTE DE ESCORRENTIA								
Precipitación diaria corregida (Pdc)	mm	38.22	38.33	38.41	38.51	38.58	38.65	38.73
Umbral de escorrentia (Po)	mm	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
Coefficiente de escorrentia (C)	-	0.292	0.293	0.293	0.294	0.295	0.295	0.296
CALCULO DE COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD TEMPORAL								
Tiempo de concentración de la cuenca (Tc)	H	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
Coefficiente de uniformidad (Kt)	-	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
CALCULO DE CAUDAL								
Coefficiente de escorrentia (C)	-	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30
Intensidad media de periodo (It)	mm/hora	1.59	1.597	1.600	1.605	1.608	1.611	1.614
Superficie de cuenca	Km2	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105
Coefficiente de uniformidad temporal (Kt)	-	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
Caudal (Q)	m3/seg	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Caudal (Q)	l/seg	14.522	14.616	14.678	14.757	14.816	14.874	14.932

Metodo Racional Modificado

Tabla 5.4. Tipos de suelos en función de la textura.

Tipo de suelo	Textura del suelo
A	Arenas con poco limo y arcilla; suelos muy permeables
B	Arenas finas y limos
C	Arenas muy finas, limos, suelos con alto contenido en arcilla
D	Arcillas en grandes cantidades; suelos poco profundos con subhorizontes de roca sana; suelos muy impermeables

Para el calculo de coeficiente de escorrentia

F) Coeficiente de Escorrentia (C)

$$C = \frac{(P_e - P_o) \cdot (P_e + 2 \cdot P_o)}{(P_e + 11 \cdot P_o)^2} \quad (35)$$

Donde:

- P_e : Precipitación máxima diaria (mm)
 P_o : Umbral de escorrentia = $\left(\frac{5000}{CN}\right) - 50$
 CN : Número de curva

TABLA N° 07: Números de curva de escorrentia para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, la = 0.2s)

Descripción de uso de la tierra	Grupo Hidrológico del suelo			
Tierra cultivada: sin tratamientos de conservación con tratamiento de conservación	72	81	88	91
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	45	66	77	83
cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75 % o más	39	61	74	80
condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75 %	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85 % impermeables)	89	92	94	95
Districtos industriales (72 % impermeables)	81	88	91	93
Residencial:				
Tamaño Promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable			
1/8 acre o menos	65	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83
1/3 acre	30	57	72	81
1/2 acre	25	54	70	80
1 acre	20	51	68	79
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc.	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Fuente: Hidrología Aplicada (Ven te Chow)

Figura 4 Calculo de caudal para el Desarenador II

Anexo 3 Análisis de precios unitarios

Presupuesto	01	OBRAS PRELIMINARES					
Partida	01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS					
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb	47,439.44		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Materiales						
0291010037	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION_F	glb		1.0000	47,439.44	47,439.44	
						47,439.44	
Partida	01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES					
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb	13,143.30		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Materiales						
0291010033	INSTALACIONES PROVISIONALES	glb		1.0000	13,143.30	13,143.30	
						13,143.30	
Partida	01.03	CARTEL DE OBRA					
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und	393.18		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Materiales						
0291010036	CARTEL DE OBRA CARTEL DE OBRA	und		1.0000	393.18	393.18	
						393.18	
Partida	01.04	TRAZO, REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO					
Rendimiento	ha/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : ha	1,802.99		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Materiales						
0291010038	TRAZO , REPLANTEO Y CONRTROL TOPOGRAFICO_F	ha		1.0000	1,802.99	1,802.99	
						1,802.99	
Partida	01.05	TRAZO , REPLANTEO EN ESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS					
Rendimiento	m/DIA	600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m	0.39		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Mano de Obra						
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0133	5.90	0.08	
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	4.0000	0.0533	4.20	0.22	
						0.30	
	Equipos						
0301000026	ESTACION TOTAL + INSTRUMENTOS	hm	1.0000	0.0133	4.07	0.05	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.01	0.03	
						0.08	
Partida	01.06	TRANSPORTE A MATERIALES RECUPERABLES LT A ALMACEN					
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb	10,549.24		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	Materiales						
0291010061	TRANSPORTE A MATERIALES RECUPERABLES LT A ALMACEN TRANSPORTE	glb		1.0000	10,549.24	10,549.24	
						10,549.24	

Partida	01.07	SEGURIDAD EN OBRA					
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por: glb	3,443.80		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
Materiales							
0246210002	RESPIRADOR P/POLV N95	und		6.0000	1.80	10.80	
02670100010010	CASCOS DE SEGURIDAD	und		100.0000	1.50	150.00	
0267020010	LENTE NITRO CLARO	und		60.0000	1.20	72.00	
0267030007	OREJERA TIPO TAPON	und		100.0000	1.50	150.00	
0267050009	GUANTES DE HILO CON PUNTOS PVC ESTÁNDAR	par		60.0000	1.30	78.00	
0267070008	BOTAS DE PUNTA DE ACERO ACERO	par		100.0000	12.00	1,200.00	
0267080002	ARNES CON TRES ANILLO	und		20.0000	41.90	838.00	
0267110002	CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA	und		30.0000	9.00	270.00	
0267110024	CINTA DE SEÑALIZACION ROJO 400 mt	und		15.0000	18.00	270.00	
0267110025	CINTA DE SEÑALIZACION AMARILLO 400 mt	und		10.0000	18.00	180.00	
02901400020026	CINTA SEGURIDAD AMARILLO/NEGRO 2" X 36yd	und		15.0000	15.00	225.00	
						3,443.80	
Presupuesto	02	MOVIMIENTO DE TIERRA					
	02.01	DESARENADOR I					
	02.01.01	VASO DEL DESARENADOR I					
Partida	02.01.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO					
Rendimiento	m2/DIA	2,100.0000	EQ. 2,100.0000	Costo unitario directo por: m2	0.26		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.7000	0.0420	4.78	0.20	
0101030008	CONTROLADOR	hh	1.3000	0.0050	5.88	0.03	
						0.23	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.01	0.03	
						0.03	
Partida	02.01.01.02	PERFILADO DEL TERRENO EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINA					
Rendimiento	m2/DIA	2,100.0000	EQ. 2,100.0000	Costo unitario directo por: m2	0.47		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0019	7.73	0.01	
0101030008	CONTROLADOR	hh	1.3000	0.0050	5.88	0.03	
						0.04	
Equipos							
03011700010006	EXCAVADORA CAT 345	hm	1.3000	0.0050	85.11	0.43	
						0.43	
Partida	02.01.01.03	EXCAVACION DE LOS CANALES DE ANCLAJE DE GEOSINTETICOS					
Rendimiento	m/DIA		EQ.	Costo unitario directo por: m3	0.88		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
Subpartidas							
010104011104	EXCAVACION DE LOS CANALES DE ANCLAJE DE GEOSINTETICOS	m3		0.7500	1.17	0.88	
						0.88	

Partida	02.01.02.02	PERFILADO DE DRENAJE RECTANGULAR						
Rendimiento	m/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : m2		0.39		
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
010303010302	PERFILADO DE DRENAJE RECTANGULAR		m2		0.3900	1.01	0.39	0.39
								0.39
Partida	02.02	DESARENADOR II						
Rendimiento	02.02.01	VASO DEL DESARENADOR II						
Código	02.02.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO		EQ.	2,100.0000	Costo unitario directo por : m2	0.26	
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
		Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	1.7000	0.0420	4.78	0.20	
0101030008	CONTROLADOR		hh	1.3000	0.0050	5.88	0.03	0.23
		Equipos						0.03
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		‰mo		3.0000	0.01	0.03	0.03
								0.03
Partida	02.02.01.02	PERFILADO DEL TERRENO EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINA						
Rendimiento	m2/DIA	2,100.0000		EQ.	2,100.0000	Costo unitario directo por : m2	0.47	
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
		Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0019	7.73	0.01	
0101030008	CONTROLADOR		hh	1.3000	0.0050	5.88	0.03	0.04
		Equipos						0.43
03011700010006	EXCAVADORA CAT 345		hm	1.3000	0.0050	85.11	0.43	0.43
								0.43
Partida	02.02.01.03	EXCAVACION DE LOS CANALES DE ANLAJE DE GEOSINTETICOS						
Rendimiento	m/DIA	EQ.				Costo unitario directo por : m3	0.88	
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
010104011104	EXCAVACION DE LOS CANALES DE ANLAJE DE GEOSINTETICOS		m3		0.7500	1.17	0.88	0.88
								0.88
Partida	02.02.02	DIQUE II						
Rendimiento	02.02.02.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO		EQ.	2,100.0000	Costo unitario directo por : m2	0.26	
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
		Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	1.7000	0.0420	4.78	0.20	
0101030008	CONTROLADOR		hh	1.3000	0.0050	5.88	0.03	0.23
		Equipos						0.03
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		‰mo		3.0000	0.01	0.03	0.03
								0.03
Partida	02.02.02.02	EXCAVACION CON EQUIPO PARA BASE ENROCADA						
Rendimiento	m2/DIA	2,100.0000		EQ.	2,100.0000	Costo unitario directo por : m3	0.87	
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
		Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0019	7.73	0.01	
0101030008	CONTROLADOR		hh	1.3000	0.0050	5.88	0.03	0.04
		Equipos						0.83
03011700010006	EXCAVADORA CAT 345		hm	1.3000	0.0090	92.00	0.83	0.83
								0.83
Partida	02.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D>1Km						
Rendimiento	m3k/DIA	180.0000		EQ.	180.0000	Costo unitario directo por : m3	3.17	
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
		Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0444	6.41	0.28	0.28
		Equipos						2.89
0301010044	VOLQUETE 15 m3		hm	1.0000	0.0444	65.20	2.89	2.89
								3.17

Partida	02.02.02.04	PERFILADO Y COMPACTADO DEL AREA DE CIMENTACION				
Rendimiento	m3/DIA	1,050.0000	EQ. 1,050.0000	Costo unitario directo por : m3		1.82
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0008	7.73	0.01
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0229	4.78	0.11
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	4.0000	0.0305	10.87	0.33
0.45						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.45	0.01
0301000060005	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP	hm	0.6000	0.0046	22.19	0.10
030180003	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0076	95.00	0.72
03012000010005	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0076	40.10	0.30
03012200050006	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 1,500 gl	hm	1.0000	0.0076	31.75	0.24
1.37						
Partida	02.02.02.05	CARGUIO Y TRANSPORTE D>1 Km.				
Rendimiento	km3/DIA	473.5000	EQ. 437.5000	Costo unitario directo por : km3		2.33
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0091	6.41	0.06
0.06						
Equipos						
03011600010007	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 100-115 HP 2-2.5 yd3	hm	0.5000	0.0091	56.40	0.51
0301010044	VOLQUETE 15 m3	hm	1.0000	0.0183	96.07	1.76
2.27						
Partida	02.02.02.06	MEJORAMIENTO DE LA CIMENTACION CON ENROCADO				
Rendimiento	km3/DIA	EQ.	Costo unitario directo por : km3			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	0.5000	0.0091	6.41	0.06
0101010005	PEON	hh	1.7000	0.0420	4.78	0.20
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	7.32	3.25
3.51						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.45	2.25
03011700010006	EXCAVADORA SOBRE ORUGA	hm	1.0000	0.2010	92.03	18.50
20.75						
Partida	02.03	WETLAND				
Rendimiento	m2/DIA	2,100.0000	EQ. 2,100.0000	Costo unitario directo por : m2		0.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.7000	0.0420	4.78	0.20
0101030008	CONTROLADOR	hh	1.3000	0.0050	5.88	0.03
0.23						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.01	0.03
0.03						
Partida	02.03.01.02	PERFILADO DEL TERRENO EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINA				
Rendimiento	m2/DIA	2,100.0000	EQ. 2,100.0000	Costo unitario directo por : m2		0.47
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0019	7.73	0.01
0101030008	CONTROLADOR	hh	1.3000	0.0050	5.88	0.03
0.04						
Equipos						
03011700010006	EXCAVADORA CAT 345	hm	1.3000	0.0050	85.11	0.43
0.43						
Partida	02.03.01.03	EXCAVACION CON EQUIPO PARA BASE DE GAVIONES				
Rendimiento	m2/DIA	2,100.0000	EQ. 2,100.0000	Costo unitario directo por : m3		0.87
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0019	7.73	0.01
0101030008	CONTROLADOR	hh	1.3000	0.0050	5.88	0.03
0.04						
Equipos						
03011700010006	EXCAVADORA CAT 345	hm	1.3000	0.0090	92.00	0.83
0.83						

Partida	02.03.01.04	PERFILADO Y COMPACTADO DEL AREA DE CIMENTACION DE GAYIONES						
Rendimiento	m3/DIA	1,050.0000	EQ. 1,050.0000	Costo unitario directo por : m3		1.82		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0008	7.73	0.01		
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0229	4.78	0.11		
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	4.0000	0.0305	10.87	0.33		
							0.45	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.45	0.01		
03011000060005	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP	hm	0.6000	0.0046	22.19	0.10		
0301180003	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0076	95.00	0.72		
03012000010005	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0076	40.10	0.30		
03012200050006	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 1,500 gl	hm	1.0000	0.0076	31.75	0.24		
							1.37	
Partida	02.03.01.05	CONFORMACION DE GAYIONES TIPO CAJA						
Rendimiento	m3/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3		62.84		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0008	7.73	0.01		
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0229	4.78	0.11		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	6.41	0.28		
							0.40	
Materiales								
025114001	GAYIONES CAJA 1.0 X 1.0 X 1.0 m	U		0.2000	59.0000	11.80		
							11.80	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.45	0.01		
930101945401	PIEDRA PARA GAYIONES	m3		0.8	63.29	50.63		
							50.64	
Partida	02.03.02	DIQUE III						
Rendimiento	m2/DIA	2,100.0000	EQ. 2,100.0000	Costo unitario directo por : m2		0.26		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
Mano de Obra								
0101010005	PEON	hh	1.7000	0.0420	4.78	0.20		
0101030008	CONTROLADOR	hh	1.3000	0.0050	5.88	0.03		
							0.23	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.01	0.03		
							0.03	
Partida	02.03.02.02	EXCAVACION CON EQUIPO PARA BASE ENROCADA						
Rendimiento	m2/DIA	2,100.0000	EQ. 2,100.0000	Costo unitario directo por : m3		0.87		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0019	7.73	0.01		
0101030008	CONTROLADOR	hh	1.3000	0.0050	5.88	0.03		
							0.04	
Equipos								
03011700010006	EXCAVADORA CAT 345	hm	1.3000	0.0090	92.00	0.83		
							0.83	
Partida	02.03.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D> 1Km						
Rendimiento	m3/DIA	180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m3		3.17		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
Mano de Obra								
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	6.41	0.28		
							0.28	
Equipos								
0301010044	VOLQUETE 15 m3	hm	1.0000	0.0444	65.20	2.89		
							3.17	
Partida	02.03.02.04	PERFILADO Y COMPACTADO DEL AREA DE CIMENTACION						
Rendimiento	m3/DIA	1,050.0000	EQ. 1,050.0000	Costo unitario directo por : m3		1.82		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0008	7.73	0.01		
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0229	4.78	0.11		
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	4.0000	0.0305	10.87	0.33		
							0.45	

Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.45	0.01	
03011000060005	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP	hm	0.6000	0.0046	22.19	0.10	
0301180003	TRACTOR DE DRUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0076	95.00	0.72	
03012000010005	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0076	40.10	0.30	
03012200050006	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 1,500 gl	hm	1.0000	0.0076	31.75	0.24	
							1.37
Partida	02.03.02.05	CARGUIO Y TRANSPORTE D>1 Km.					
Rendimiento	km3/DIA	473.5000	EQ.	437.5000	Costo unitario directo por : km3	2.33	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.0091	6.41	0.06
							0.06
Equipos							
03011600010007	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 100-115 HP 2-2.5 yd3		hm	0.5000	0.0091	56.40	0.51
0301010044	VOLQUETE 15 m3		hm	1.0000	0.0183	96.07	1.76
							2.27
Partida	02.03.02.06	MEJORAMIENTO DE LA CIMENTACION CON ENROCADO					
Rendimiento	km3/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : km3		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.0091	6.41	0.06
0101010005	PEON		hh	1.7000	0.0420	4.78	0.20
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.4444	7.32	3.25
							3.51
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.45	2.25
03011700010006	EXCAVADORA SOBRE DRUGA		hm	1.0000	0.2010	92.03	18.50
							20.75
Presupuesto	03	INSTALACIONES DE SISTEMA DE DRENAJES Y SUBDRENAJES					
	03.01	DESARENADOR I					
	03.01.01	DRENAJE					
Partida	03.01.01.01	INSTALACION DE SISTEMA DE SUBDRENAJE TUBERIA PERFORADA HOPE Ø12"					
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m	2.03	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0444	7.73	0.34
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0800	4.78	0.38
							0.73
Materiales							
204010048	TUBERIA PERFORADA HOPE Ø12"		kg		0.0800	2.00	0.16
							0.16
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.2000	5.71	1.14
							1.14
Partida	03.01.01.02	COLOCACION DE CAPA DE GRAVA DE 3 / 4 "					
Rendimiento	m2/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : m2	15.85	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Materiales							
910308020302	TRANSPORTE DE GRAVA		m3		0.2000	12.88	2.58
910304110114	EXTRACCION Y RECOLECCION DE GRAVA DE 3/4"		m3		0.8000	16.59	13.27
							15.85
Partida	03.01.01.03	COLOCACION DE CAPA DE GRAVA DE 3 / 8 "					
Rendimiento	m2/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : m2	11.36	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Materiales							
910308020302	TRANSPORTE DE GRAVA		m3		0.2000	8.14	1.63
910304110114	EXTRACCION Y RECOLECCION DE GRAVA DE 3/8"		m3		0.8000	12.17	9.74
							11.36
Partida	03.01.02	SUBDRENAJE					
	03.01.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SUBDRENAJE RECTANGULAR					
Rendimiento	m2/DIA	18.0000	EQ.	18.0000	Costo unitario directo por : m2	13.98	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0444	7.73	0.34
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.4444	4.78	2.12
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.4444	7.32	3.25
							5.72

Materiales							
0204010008	ALAMBRE NEGRO N°8		kg	0.0800	1.57	0.13	
0204120005	CLAVOS		kg	0.2700	1.58	0.43	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2	3.6000	2.06	7.42	
							7.97
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo	5.0000	5.71	0.29	
							0.29
Partida	03.01.02.02	YACEADO DE CONCRETO F'C=175 KG/cm2					
Rendimiento	m2/DIA	18.0000	EQ.	18.0000	Costo unitario directo por : m2	61.02	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra							
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.4444	4.78	2.12
Materiales							
905106020103	CONCRETO f'c=175 kg/cm2		m3		0.7000	60.00	42.00
930101945201	PIEDRA MEDIANA		m3		0.405	41.01	16.61
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo	5.0000	5.71	0.29	
							61.02
Partida	03.01.02.02	COLOCACION DE CAPA DE ARENA FINA					
Rendimiento	m2/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : m3	2.72	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Subpartidas							
010716010103	ARENA FINA		m3		1.0000	2.72	2.72
							2.72
Partida	03.01.01.03	INSTALACION DE SISTEMA DE SUBDRENAJE TUBERIA HDPE Ø12"					
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m	2.02	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0444	7.73	0.34
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0800	4.78	0.38
							0.73
Materiales							
204010048	TUBERIA HDPE Ø12"		kg		0.0800	1.95	0.16
							0.16
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.2000	5.71	1.14
							1.14
Partida	03.01.02.04	COLOCACION DE CAPA DE ARENA GRUESA					
Rendimiento	m2/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : m3	3.12	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Subpartidas							
010716010103	ARENA GRUESA		m3		1.0000	3.12	3.12
							3.12
Presupuesto	04	CONFORMACION DE DIQUES					
	04.01	DESARENADOR I					
	04.01.01	DIQUE I					
Partida	04.01.01.01	CONFORMACION DEL CUERPO DEL DIQUE CON MATERIAL DE PRESTAMO COMPACTADO AL 95%					
Rendimiento	m3/DIA	1.110.00	EQ.	1.110.00	Costo unitario directo por : m3	9.37	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0098	7.73	0.08
0101010005	PEON		hh	6.0000	0.0585	4.78	0.28
							0.36
Materiales							
910309030102	SELECCIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE		m3		0.2700	25.9900	7.0173
0290130022	AGUA		m3		0.1000	6.46	0.65
							7.66
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.36	0.01
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9		hm	1.0000	0.0098	36.04	0.35
0301180003	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP		hm	0.5000	0.0049	95.00	0.47
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.0098	52.92	0.52
							1.35
Partida	04.01.01.02	PERFILADO DEL DIQUE CON MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	1.500.000	EQ.	1.500.000	Costo unitario directo por : m2	0.78	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra							
0101010005	PEON		hh	6.0000	0.0585	4.78	0.28
							0.28

0290130022	AGUA		Materiales	m3	0.0050	5.00	0.03	
							0.03	
			Equipos					
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9			hm	1.0000	0.0053	36.04	0.19
0349090003	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP			hm	1.0000	0.0053	52.92	0.28
								0.47
Partida	04.02.01	DIQUE II	CONFORMACION DEL CUERPO DEL DIQUE CON MATERIAL DE PRESTAMO COMPACTADO AL 95%					
Rendimiento	04.02.01.01							
	m3/DIA	1.110.00						
Código	Descripción Recurso		EQ.	Unidad	Costo unitario directo por : m3		9.37	
					Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
			Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ			hh	1.0000	0.0098	7.73	0.08
0101010005	PEON			hh	6.0000	0.0585	4.78	0.28
								0.36
			Materiales					
910309030102	SELECCIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE			m3		0.2700	25.9900	7.0173
0290130022	AGUA			m3		0.1000	6.46	0.65
								7.66
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.36	0.01
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9			hm	1.0000	0.0098	36.04	0.35
0301180003	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP			hm	0.5000	0.0049	95.00	0.47
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 125 HP			hm	1.0000	0.0098	52.92	0.52
								1.35
Partida	04.02.01.02	PERFILADO DEL DIQUE CON MAQUINARIA						
Rendimiento	m3/DIA	1.500.0000						
			EQ.	Unidad	Costo unitario directo por : m2		0.78	
Código	Descripción Recurso				Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
			Mano de Obra					
0101010005	PEON			hh	6.0000	0.0585	4.78	0.28
								0.28
			Materiales					
0290130022	AGUA			m3		0.0050	5.00	0.03
								0.03
			Equipos					
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9			hm	1.0000	0.0053	36.04	0.19
0349090003	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP			hm	1.0000	0.0053	52.92	0.28
								0.47
Partida	04.02.01.03	EXCAVACION DE VERTEDERO						
Rendimiento	und/DIA							
			EQ.	Unidad	Costo unitario directo por : m3		0.88	
Código	Descripción Recurso				Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
			Subpartidas					
010104011104	EXCAVACION DE VERTEDERO			m3		0.1600	5.50	0.88
								0.88
Partida	04.02.01.04	PERFILADO DE VERTEDERO						
Rendimiento	und/DIA							
			EQ.	Unidad	Costo unitario directo por : m2		0.36	
Código	Descripción Recurso				Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
			Subpartidas					
010303010302	PERFILADO DE VERTEDERO			m2		0.3100	1.17	0.36
								0.36
	04.03	WETLAND						
	04.03.01	DIQUE III						
Partida	04.02.01.01	CONFORMACION DEL CUERPO DEL DIQUE CON MATERIAL DE PRESTAMO COMPACTADO AL 95%						
Rendimiento	m3/DIA	1.110.00						
			EQ.	Unidad	Costo unitario directo por : m3		9.37	
Código	Descripción Recurso				Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
			Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ			hh	1.0000	0.0098	7.73	0.08
0101010005	PEON			hh	6.0000	0.0585	4.78	0.28
								0.36
			Materiales					
910309030102	SELECCIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE			m3		0.2700	25.9900	7.0173
0290130022	AGUA			m3		0.1000	6.46	0.65
								7.66
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.36	0.01
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9			hm	1.0000	0.0098	36.04	0.35
0301180003	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP			hm	0.5000	0.0049	95.00	0.47
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 125 HP			hm	1.0000	0.0098	52.92	0.52
								1.35

Partida	04.02.01.02	PERFILADO DEL DIQUE CON MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	1,500.0000	EQ.	1,500.0000	Costo unitario directo por : m2	0.78	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
			Mano de Obra				
0101010005	PEON		hh	6.0000	0.0585	4.78	0.28
			Materiales				
0290130022	AGUA		m3		0.0050	5.00	0.03
			Equipos				
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9		hm	1.0000	0.0053	36.04	0.19
0349090003	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP		hm	1.0000	0.0053	52.92	0.28
			0.47				
Partida	04.02.01.03	EXCAVACION DE VERTEDERO					
Rendimiento	und/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : m3	0.88	
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
010104011104	EXCAVACION DE VERTEDERO		m3		0.1600	5.50	0.88
			0.88				
Partida	04.02.01.04	PERFILADO DE VERTEDERO					
Rendimiento	und/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : m2	0.36	
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
010303010302	PERFILADO DE VERTEDERO		m2		0.3100	1.17	0.36
			0.36				
Partida	0.5	INSTALACION DE GEOMEMBRANA Y GEOTEXTIL					
Rendimiento	m2/DIA	400.0000	EQ.	400.0000	Costo unitario directo por : m2	4.10	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
			Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0100	7.73	0.08
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0800	4.78	0.38
			0.46				
			Materiales				
0210020009	GEOMEMBRANA LISA HDPE 1.5 mm		m2		1.0500	3.45	3.62
			3.62				
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.46	0.02
			0.02				
Partida	05.01.01.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOMEMBRANA DE HDPE 1.50 mm					
Rendimiento	m2/DIA	400.0000	EQ.	400.0000	Costo unitario directo por : m2	4.10	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
			Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0100	7.73	0.08
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0800	4.78	0.38
			0.46				
			Materiales				
0210020009	GEOMEMBRANA LISA HDPE 1.5 mm		m2		1.0500	3.45	3.62
			3.62				
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.46	0.02
			0.02				
Partida	0.5.02	DESARENADOR II					
Rendimiento	m2/DIA	400.0000	EQ.	400.0000	Costo unitario directo por : m2	4.10	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
			Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0100	7.73	0.08
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0800	4.78	0.38
			0.46				
			Materiales				
0210020009	GEOMEMBRANA LISA HDPE 1.5 mm		m2		1.0500	3.45	3.62
			3.62				
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.46	0.02
			0.02				

Partida	05.01.01.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOMEMBRANA DE HDPE 1.50 mm							
Rendimiento	m2/DIA	400.0000	EQ	400.0000	Costo unitario directo por : m2		4.10		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
			Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0100	7.73	0.08		
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0800	4.78	0.38		
			Materiales					0.46	
0210020009	GEOMEMBRANA LISA HDPE 1.5 mm		m2		1.0500	3.45	3.62		
			Equipos					3.62	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.46	0.02		
								0.02	
	0.5.03	WETLAND							
	0.5.03.01	VASO Y DIQUE III							
	05.01.01.01	INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 300g/m2							
Partida	m2/DIA	400.0000	EQ	400.0000	Costo unitario directo por : m2		3.91		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
			Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1	0.002	7.73	0.01546		
0101010003	OPERARIO		hh	1	0.005	7.32	0.0366		
0101010005	PEON		hh	1	0.2	4.78	0.956		
			Materiales					1.01	
030101045	GEOTEXTIL NO TEJIDO		m2		0.5000	3.05	1.53		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3	0.46	1.38		
								3.91	
	05.01.01.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOMEMBRANA DE HDPE 1.50 mm							
Partida	m2/DIA	400.0000	EQ	400.0000	Costo unitario directo por : m2		4.10		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
			Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0100	7.73	0.08		
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0800	4.78	0.38		
			Materiales					0.46	
0210020009	GEOMEMBRANA LISA HDPE 1.5 mm		m2		1.0500	3.45	3.62		
			Equipos					3.62	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.46	0.02		
								0.02	
	06	COLOCACION DE MATERIALES							
	06.01	WETLAND							
	06.01.01	VASO DEL WETLAND							
	06.01.01.01	COLOCACION DE MATERIAL NEUTRALIZANTE E=0.6 m							
Partida	m2/DIA		EQ		Costo unitario directo por : m2		2.92		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
			Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0100	7.73	0.08		
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0800	4.78	0.38		
			Materiales					0.46	
0210020009	PIEDRA CALIZA DE Ø2-4"		m3		1.0000	2.00	2.00		
			Equipos					2.00	
0301010024	CARGADOR FRONTAL		%mo		1.0000	0.46	0.46		
								0.46	
	06.01.01.02	COLOCACION DE MATERIAL NEUTRALIZANTE E=0.4 m							
Partida	m2/DIA		EQ		Costo unitario directo por : m2		2.45		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$		
			Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0100	7.73	0.08		
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0800	4.78	0.38		
			Materiales					0.46	
0210020009	PIEDRA CALIZA DE Ø1-2"		m3		1.0000	1.53	1.53		
			Equipos					1.53	
0301010024	CARGADOR FRONTAL		%mo		1.0000	0.46	0.46		
								0.46	

Partida	06.01.01.03		COLOCACION DE MATERIAL ORGANICO E=0.3 m				
Rendimiento	m2/DIA	2.5000	EQ	2.5000	Costo unitario directo por : m3		2.82
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
			Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0100	7.73	0.08
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0800	4.78	0.38
							0.46
			Materiales				
0210020009	MATERIAL ORGANICO (COMPOST)		m3		1.0000	1.90	1.90
							1.90
			Equipos				
0301010024	CARGADOR FRONTAL		%mo		1.0000	0.46	0.46
							0.46
Partida	06.01.01.04		COLOCACION DE TYPHA (TOTORA)				
Rendimiento	m2/DIA		EQ		Costo unitario directo por : m2		5.38
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
			Mano de Obra				
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0800	4.78	0.38
							0.38
			Materiales				
023099044	PLANTA TYPHA		m2		1.0500	3.45	3.62
							3.62
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.46	1.38
							1.38

Anexo 4 Licencias de Software

Autodesk

CONTRATO DE LICENCIA Y SERVICIOS

LÉASE DETENIDAMENTE: AUTODESK OTORGA LA LICENCIA SOBRE EL SOFTWARE Y LOS DEMÁS MATERIALES CON LICENCIA EXCLUSIVAMENTE A CONDICIÓN DE QUE EL LICENCIATARIO ACEPTÉ TODOS LOS TÉRMINOS Y CONDICIONES CONTENIDOS O REFERENCIADOS EN EL PRESENTE CONTRATO.

Al seleccionar el botón "Acepto" ("I Accept") o cualquier otro botón o mecanismo diseñado para expresar la aceptación de los términos y las condiciones de la copia electrónica del presente Contrato o al instalar, descargar, copiar, utilizar o acceder a la totalidad o a cualquier parte de los Materiales de Autodesk, (i) estará aceptando el presente Contrato en representación de la entidad en cuyo nombre esté autorizado a actuar (como, por ejemplo, un empleador) y reconociendo que dicha entidad quedará legalmente obligada al cumplimiento del presente Contrato (obligándose Ud. asimismo a actuar de conformidad con lo estipulado en el presente Contrato) o, en caso de no actuar en nombre y representación de ninguna entidad, estará aceptando el presente Contrato en nombre propio, en su condición de persona física, aceptando quedar legalmente obligado al cumplimiento del presente Contrato y (ii) estará manifestando y garantizando que tiene el derecho, la capacidad y la autoridad para intervenir en nombre y representación de dicha entidad asumiendo obligaciones en su nombre (en su caso) o en nombre propio. No podrá aceptar el presente Contrato en nombre de otra entidad salvo que sea empleado o agente de esa entidad y esté autorizado y facultado para intervenir en nombre y representación de la entidad.

Si el Licenciario no desea aceptar el presente Contrato o si no tiene Ud. el derecho, la capacidad o la autoridad para intervenir en nombre y representación de dicha entidad ni asumir obligaciones en su nombre o en nombre propio, en su condición de persona física (en caso de no actuar en nombre y representación de ninguna entidad), (a) NO SELECCIONE EL BOTÓN "ACEPTO" ("I ACCEPT") NI HAGA CLIC EN NINGÚN OTRO BOTÓN O MECANISMO DISEÑADO PARA EXPRESAR SU ACEPTACIÓN Y NO INSTALE, DESCARGUE, COPIE, UTILICE NI ACCEDA A LA TOTALIDAD NI A NINGUNA PARTE DE LOS MATERIALES DE AUTODESK Y (b) EN EL PLAZO DE TREINTA (30) DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES DE AUTODESK, EL LICENCIATARIO PODRÁ DEVOLVER LOS MATERIALES DE AUTODESK (INCLUYENDO SUS COPIAS) A LA ENTIDAD A LA QUE LOS ADQUIRIÓ AL OBJETO DE RECIBIR EL REEMBOLSO DE LOS CORRESPONDIENTES CÁNONES DE LICENCIA ABONADOS POR EL LICENCIATARIO.

Los términos "Autodesk", "Contrato" y "Licenciario" y todos los demás términos en mayúsculas utilizados en el presente Contrato son términos definidos. Las definiciones pueden consultarse en el Anexo A (en caso de que dichos términos no se encuentren definidos en el cuerpo principal del Contrato).

1. Licencia

1.1 Otorgamiento de Licencia. Con sujeción al cumplimiento permanente del presente Contrato por parte del Licenciario y al pago de las tarifas correspondientes, Autodesk otorga al Licenciario una licencia no exclusiva, no sublicenciable, intransferible y limitada para Instalar y Acceder a los Materiales con Licencia, en cada caso exclusivamente (a) en el Territorio, (b) dentro del ámbito del Tipo de Licencia y Número Permitido especificados en la correspondiente Identificación de Licencia y (c) de conformidad con los demás términos y condiciones del presente Contrato. En el Anexo B se describen los distintos Tipos de Licencia. En cualquier caso, cuando la Identificación de Licencia no especifique ningún Tipo de Licencia o Número Permitido, o no exista ninguna Identificación de Licencia, el Tipo de Licencia será, por defecto, la Licencia de Evaluación y el Número Permitido será, por defecto, uno (1).

1.2 Actualizaciones y Versiones Anteriores.

1.2.1 Efecto de las Actualizaciones. Cuando Autodesk o un Revendedor distribuya al Licenciario una Actualización de otros Materiales con Licencia previamente otorgados bajo licencia al Licenciario, dichos Materiales con Licencia previamente otorgados bajo licencia al Licenciario y todos los demás Materiales de Autodesk relacionados se considerarán a partir de ese momento una "Versión Anterior". Salvo por lo estipulado en la Cláusula 1.2.2 (Excepción para Licenciarios con Programa de Relación), el otorgamiento de licencia y los demás derechos relativos a una Versión Anterior expirarán cuando transcurran ciento veinte (120) días de la Instalación de la Actualización. Dentro del mencionado periodo de ciento veinte (120) días, salvo por lo estipulado en la Cláusula 1.2.2 (Excepción para Licenciarios con Programa de Relación), (a) el Licenciario deberá dejar de utilizar la Versión Anterior y Desinstalar todas sus copias y, (b) a la expiración del periodo indicado, la Versión Anterior dejará de constituir Materiales con Licencia pasando a considerarse Materiales Excluidos, y el Licenciario dejará de tener

una licencia con respecto a cualquier Versión Anterior. A solicitud de Autodesk, el Licenciatarario deberá destruir todas las copias de la Versión Anterior o devolverlas a Autodesk o al Revendedor del que las adquirió. Autodesk se reserva el derecho a exigir al Licenciatarario que demuestre de forma satisfactoria que todas las copias de una Versión Anterior han sido Desinstaladas y, cuando así lo haya solicitado Autodesk, que han sido destruidas o devueltas a Autodesk o al Revendedor del que las adquirió.

1.2.2 Excepción para Licenciatararios con Programa de Relación. La expiración de los derechos relativos a las Versiones Anteriores descrita en la Cláusula 1.2.1 (Efecto de las Actualizaciones) podrá no ser de aplicación al Licenciatarario en la medida en que (a) el Licenciatarario participe en un Programa de Relación y los Términos y Condiciones del Programa de Relación autoricen al Licenciatarario a conservar las Versiones Anteriores o (b) cuando así lo autorice Autodesk por escrito.

1.3 Términos y Condiciones Adicionales. Los Materiales con Licencia (o determinadas partes de éstos) podrán estar sujetos a determinados términos y condiciones (como, por ejemplo, los términos y condiciones que acompañen a los Materiales con Licencia o que se distribuyan en relación con las actividades de pedido, instalación, descarga, acceso, utilización o copia de los Materiales con Licencia) que sean adicionales o distintos a los estipulados en el presente Contrato, obligándose el Licenciatarario a su cumplimiento.

1.4 Otros Materiales. Cuando Autodesk facilite u ofrezca al Licenciatarario materiales adicionales relativos a los Materiales con Licencia, incluyendo cualesquiera correcciones, parches, paquetes de servicios, actualizaciones, mejoras o nuevas versiones de los Materiales con Licencia (incluyendo las Actualizaciones) o cualquier tipo de Materiales Complementarios o Documentación de Usuario para los Materiales con Licencia, (a) dichos materiales adicionales podrán incluir o estar sujetos a otros términos y condiciones adicionales o distintos a los estipulados en el presente Contrato (incluyendo, sin limitación alguna, tarifas, términos y condiciones de licencia y restricciones de uso de naturaleza adicional o distinta), obligándose el Licenciatarario a cumplir con dichos términos y condiciones o, (b) si no existen otros términos y condiciones de aplicación a los materiales adicionales, estos estarán sujetos (salvo por lo estipulado en contrario en la Cláusula 1.2 (Actualizaciones y Versiones Anteriores)) a los mismos términos y condiciones (incluyendo, sin limitación alguna, las licencias, el Tipo de Licencia y el Número Permitido que correspondan y los demás términos y condiciones del presente Contrato) que resulten de aplicación a los Materiales con Licencia a los que se refieran los materiales adicionales. Lo anteriormente dispuesto no otorgará en modo alguno ningún derecho con respecto a los Materiales Excluidos.

1.5 Usuarios Autorizados. El Licenciatarario podrá permitir la Instalación y/o Acceso de los Materiales con Licencia únicamente por su Personal (salvo por lo especificado en contrario en función del Tipo de Licencia de aplicación) y dicha Instalación o Acceso estará sujeta a cualesquiera otros requisitos impuestos por el presente Contrato y por los correspondientes Tipo de Licencia y Número Permitido. El Licenciatarario será responsable del cumplimiento del presente Contrato por parte de su Personal y de cualesquiera otras personas que puedan tener Acceso a los Materiales de Autodesk a través del Licenciatarario (con independencia de que dicho Acceso haya sido autorizado por Autodesk o esté dentro del ámbito del Tipo de Licencia y el Número Permitido que correspondan).

1.6 Materiales con Licencia de Terceros. Los Materiales de Autodesk podrán contener o incorporar software, datos u otros materiales de terceros sujetos a determinados términos y condiciones adicionales o distintos a los estipulados en el presente Contrato y facilitados con arreglo a ellos. Dichos términos y condiciones podrán encontrarse incluidos o referenciados en el software, los datos o los materiales de terceros (como, por ejemplo, en el cuadro de diálogo "Acerca de") o en la página web especificada por Autodesk (el URL que podrá obtenerse en la página web de Autodesk o solicitarse a Autodesk). El Licenciatarario se obliga a cumplir con dichos términos y condiciones. Adicionalmente, el Licenciatarario será el único responsable de obtener todas las licencias que resulten necesarias para poder utilizar el software, los datos o los materiales de terceros que el Licenciatarario use u obtenga para su utilización junto con los Materiales con Licencia, así como de cumplir con la totalidad de los términos y las condiciones de dichas licencias. El Licenciatarario reconoce y acepta que Autodesk no asumirá ninguna responsabilidad sobre el software, los datos o los materiales de terceros o sobre el uso que el Licenciatarario realice de ellos, sin que Autodesk realice ninguna manifestación u otorgue garantía alguna al respecto.

1.7 Programas de Relación. Autodesk podrá ofrecer al Licenciatarario, y el Licenciatarario podrá participar en uno (1) o más Programas de Relación aplicables a los Materiales con Licencia cuya licencia se otorga al Licenciatarario conforme al presente Contrato (pudiendo incluir dichos Programas de Relación derechos adicionales o distintos a los estipulados en el presente Contrato). Los Programas de Relación estarán sujetos a los correspondientes términos y

condiciones de Autodesk, los cuales se encuentran estipulados en los Términos y Condiciones del Programa de Relación que resulte de aplicación. El Licenciatario acepta que si solicita, acepta o utiliza algún Programa de Relación, quedará obligado a cumplir los correspondientes términos y condiciones, en su versión modificada y vigente en cada momento con arreglo a los Términos y Condiciones del Programa de Relación que resulten de aplicación (quedando dichos términos y condiciones, en su versión modificada y vigente en cada momento, incorporados por referencia al presente Contrato y formando parte integral de éste), y el Licenciatario se obliga a cumplir con dichos términos y condiciones. El Licenciatario reconoce que Autodesk podrá exigir una nueva aceptación de los mencionados términos y condiciones como condición para la participación en un Programa de Relación.

1.8 Servicios. Autodesk podrá prestar ocasionalmente determinados Servicios y el Licenciatario podrá decidir recibirlos o beneficiarse de ellos. Dichos Servicios estarán sujetos a los correspondientes términos y condiciones de Autodesk, los cuales se encuentran estipulados en las correspondientes Condiciones de Servicio. El Licenciatario acepta que si solicita, acepta o utiliza algún Servicio, quedará obligado a cumplir los correspondientes términos y condiciones, en su versión modificada y vigente en cada momento con arreglo a las Condiciones de Servicio que resulten de aplicación (quedando dichos términos y condiciones, en su versión modificada y vigente en cada momento, incorporados por referencia al presente Contrato y formando parte integral de éste) y el Licenciatario se obliga a cumplir con dichos términos y condiciones. El Licenciatario reconoce que Autodesk podrá exigir una nueva aceptación de los mencionados términos y condiciones como condición para la prestación de los Servicios.

1.9 Copia de Seguridad. La licencia del Licenciatario contemplada en la Cláusula 1.1 (Otorgamiento de Licencia) incluye el derecho a realizar una única copia de seguridad de los Materiales con Licencia dentro del Territorio, en el entendimiento, no obstante, de que (a) la limitación de copia única no será de aplicación a las copias que se realicen como parte del proceso rutinario de creación de copias de seguridad de todo el sistema informático del Licenciatario en el que se encuentren Instalados los Materiales con Licencia de conformidad con el presente Contrato, incluyendo dicho proceso de seguridad la realización de copias de la práctica totalidad de los demás programas de software del sistema informático y (b) podrá Accederse o Instalarse cualquier copia de seguridad (excepto en un soporte de almacenamiento de seguridad desde el que no pueda Accederse a los Materiales con Licencia) únicamente cuando la copia original de los Materiales con Licencia se encuentre inaccesible e inoperativa. Las copias de los Materiales con Licencia que estén Instalados y superen el Número Permitido en cualquier momento dado mientras la copia original de los Materiales con Licencia se encuentre Accesible no se considerarán "copias de seguridad" permitidas por la presente Cláusula 1.9 (Copia de Seguridad).

1.10 Naturaleza de las Licencias. El Licenciatario reconoce y acepta que al adquirir una licencia de Materiales con Licencia (incluyendo a través de un Programa de Relación o de unos Servicios), su adquisición no dependerá de la entrega de futuras prestaciones o funcionalidades ni estará sujeta a comentarios públicos o de cualquier otro tipo (de carácter verbal, escrito u otros) realizados por Autodesk en relación con futuras prestaciones o funcionalidades.

1.11 IPA. El Licenciatario reconoce y acepta que los Materiales de Desarrollo e Información IPA (Interfaces de Programación de Aplicaciones) (salvo que se especifique lo contrario en cualesquiera términos y condiciones adicionales o diferentes de Autodesk relativos a dichos Materiales de Desarrollo e Información IPA) (a) son confidenciales y pertenecen a Autodesk; (b) no podrán ser distribuidos, revelados ni facilitados a terceros; (c) únicamente podrán ser utilizados a nivel interno y exclusivamente para el uso autorizado de los Materiales con Licencia del Licenciatario a los que se refieren los Materiales de Desarrollo e Información IPA como, por ejemplo, para fines de desarrollo y soporte de aplicaciones, módulos y componentes que funcionen con los Materiales con Licencia, y (d) únicamente podrán Instalarse en el(los) mismo(s) Ordenador(es) en el(los) que esté permitida la Instalación de los Materiales con Licencia. Sin perjuicio de lo anteriormente indicado y de lo estipulado en la Cláusula 3 (Todos los Derechos Reservados), si el Licenciatario desarrolla cualesquiera aplicaciones, módulos y componentes de conformidad con el presente Contrato, nada de lo aquí dispuesto prohibirá al Licenciatario utilizar las aplicaciones, los módulos y los componentes (incluyendo un puerto a estos) junto con otro software y hardware (incluyendo software y hardware de terceros) si tales aplicaciones, módulos y componentes (i) no incorporan Materiales de Desarrollo u otros Materiales de Autodesk (distintos de la Información IPA utilizada para su desarrollo de conformidad con el presente Contrato) y (ii) no revelan la Información IPA. A efectos de la presente Cláusula 1.11 (IPA), (A) "Información IPA" significa la información general de interfaces de programación de aplicaciones que Autodesk facilita habitualmente a los Licenciatarios de los Materiales con Licencia y en la cual se especifican los requisitos de interfaz (por ejemplo, invocando o direccionando funciones) del software incluido en los Materiales con

Licencia; y (B) "Materiales de Desarrollo" significa SDK y otros kits de herramientas, librerías, scripts, códigos de muestra o referencia y otros materiales de desarrollador de carácter similar incluidos en los Materiales con Licencia. La Información IPA no incluye la implementación de la información de interfaz, Materiales de Desarrollo u otros elementos de software, módulos o componentes.

2. Limitaciones; Prohibiciones de la Licencia

2.1 Limitaciones y Exclusiones.

2.1.1 Licencias No Otorgadas; Actividades No Autorizadas. Las partes reconocen y aceptan que, sin perjuicio de lo estipulado en contrario en el presente Contrato, no se otorga ninguna licencia (ya sea de forma expresa, implícita o de cualquier otro modo, y excluyéndose expresamente en el presente Contrato cualquier derecho) (a) sobre los Materiales Excluidos; (b) sobre los Materiales de Autodesk que el Licenciatario no haya adquirido legalmente o que el Licenciatario haya adquirido contraviniendo lo dispuesto en el presente Contrato; (c) para la Instalación o el Acceso a los Materiales con Licencia una vez transcurrido el correspondiente periodo de licencia (ya se trate de un periodo fijo o de un periodo o plazo de un Programa de Relación) o excediendo el ámbito de los correspondientes Tipo de Licencia o Número Permitido; (d) para la Instalación de los Materiales con Licencia en un Ordenador distinto del Ordenador propiedad del Licenciatario, o arrendado y controlado por este, salvo que así lo autorice Autodesk por escrito; (e) para distribuir, alquilar, prestar, arrendar, vender, sublicenciar, transmitir o facilitar de cualquier otro modo la totalidad o cualquier parte de los Materiales de Autodesk a favor de terceras personas o entidades, salvo por lo expresamente previsto en el presente Contrato o conforme a lo expresamente autorizado por Autodesk por escrito; (f) para facilitar u ofrecer prestaciones o funciones de los Materiales de Autodesk a favor de terceras personas o entidades (exceptuando al propio Licenciatario y para los fines especificados en el Tipo de Licencia correspondiente), ya sea a través de una red y de forma alojada o no; (g) salvo por lo expresamente estipulado con respecto a un Tipo de Licencia en concreto, para Instalar o tener Acceso, o permitir la Instalación o el Acceso, a los Materiales de Autodesk a través de Internet o de otras redes no locales, incluyendo, sin limitación alguna, el uso de dichos Materiales de Autodesk en relación con redes de área amplia (WAN), redes privadas virtuales (VPN), virtualización, alojamiento web, recursos informáticos a tiempo compartido con fines comerciales, servicios de procesamiento de datos para terceros, software como servicio, nube u otros servicios o tecnologías; (h) para eliminar, alterar u ocultar las marcas, etiquetas o advertencias de propiedad incluidas en los Materiales de Autodesk; (i) para llevar a cabo tareas de descompilación, desensamblaje o ingeniería inversa de los Materiales de Autodesk, o (j) para traducir, adaptar, organizar, modificar o crear trabajos derivados basados en los Materiales de Autodesk para ningún fin.

2.1.2 Materiales con Licencia de Producto Único. Los Materiales con Licencia se otorgan bajo licencia al Licenciatario como producto único, no pudiendo separarse sus correspondientes componentes para fines de Instalación o Acceso (debiendo realizarse la Instalación y el Acceso de todos los componentes en el mismo Ordenador salvo en la medida de lo autorizado por escrito por Autodesk).

2.1.3 Territorio. Salvo con la previa autorización por escrito de Autodesk, las licencias contempladas en el presente Contrato se otorgan exclusivamente para el Territorio. Nada de lo estipulado en el presente Contrato permitirá al Licenciatario (incluyendo, sin limitación alguna, al Personal del Licenciatario, en su caso) Instalar ni Acceder a los Materiales con Licencia fuera del Territorio.

2.1.4 Efecto del Uso No Autorizado. El Licenciatario no llevará a cabo y no permitirá ni colaborará con terceros en ninguna de las actividades o los usos prohibidos (u otros usos o actividades que contravengan las limitaciones descritas) en virtud de la presente Cláusula 2.1 (Limitaciones y Exclusiones) (conjuntamente, los "Usos No Autorizados"). Todo Uso No Autorizado y toda actividad de Instalación o Acceso a los Materiales con Licencia especificados en el presente Contrato que se realice excediendo el ámbito de la licencia otorgada (incluyendo, sin limitación alguna, las actuaciones que excedan los correspondientes Tipo de Licencia y/o Número Permitido) o que contravenga lo estipulado en el presente Contrato constituirá una infracción de los derechos de propiedad intelectual de Autodesk, así como un incumplimiento del presente Contrato. El Licenciatario deberá notificar inmediatamente a Autodesk cualquier Uso No Autorizado o actividad no autorizada de Instalación o Acceso.

2.2 Eliminación de Protecciones.

2.2.1 El Licenciatario no podrá (i) utilizar equipos, dispositivos, software u otros medios para (o diseñados para) evitar o eliminar cualquier tipo de protección técnica utilizada por Autodesk en relación con los

Materiales de Autodesk, ni (ii) Instalar o Acceder a los Materiales de Autodesk con códigos de producto, códigos de autorización, números de serie u otros dispositivos de protección de copia no facilitados por Autodesk directamente o a través de un Revendedor. Sin limitación de la generalidad de lo anteriormente dispuesto, el Licenciatario no podrá utilizar ningún equipo, dispositivo, software u otros medios diseñados para evitar o eliminar la herramienta de gestión de licencias "Autodesk License Manager" o cualquier otra herramienta o medida de protección técnica habilitada o facilitada por Autodesk para la gestión, la vigilancia y el control de las actividades de Instalación y Acceso a los Materiales de Autodesk.

2.2.2 El Licenciatario no podrá utilizar equipos, dispositivos, software u otros medios para (o diseñados para) evitar o eliminar cualquier tipo de restricciones de uso ni para activar funciones deshabilitadas por Autodesk en relación con los Materiales Excluidos. El Licenciatario no podrá eludir ni eliminar funciones o limitaciones técnicas de los Materiales de Autodesk que estén diseñadas para impedir o excluir las actividades no autorizadas de Instalación o Acceso a los Materiales Excluidos.

3. Todos los Derechos Reservados

Autodesk y sus licenciantes conservarán en todo momento la plena propiedad y todos los derechos sobre los Materiales de Autodesk y todas sus copias, incluyendo, sin limitación alguna, todos los derechos de autor relacionados, marcas, secretos comerciales, patentes y demás derechos de propiedad intelectual. Únicamente corresponderán al Licenciatario las licencias limitadas otorgadas sobre los Materiales con Licencia que se recogen expresamente en el presente Contrato, sin que el Licenciatario tenga otros derechos, implícitos o de cualquier otro tipo. El Licenciatario reconoce y acepta que los Materiales de Autodesk son otorgados bajo licencia y no vendidos y que los derechos de Instalación y Acceso a los Materiales con Licencia se adquieren únicamente en virtud de la licencia de Autodesk. La estructura y la organización del Software incluido en los Materiales de Autodesk, los códigos fuente y demás materiales similares relativos a dicho Software, a los Materiales de Desarrollo e Información IPA (ambos descritos en la Cláusula 1.11 (IPA)) y a cualesquiera otros Materiales con Licencia identificados como confidenciales o de propiedad constituyen valiosos secretos comerciales e información privada y confidencial de Autodesk y sus proveedores y (a) no podrán ser distribuidos, revelados ni facilitados a terceros y (b) únicamente podrán ser utilizados a nivel interno y exclusivamente para los fines de uso interno autorizado correspondientes a los Materiales con Licencia del Licenciatario.

4. Privacidad; Uso de la Información; Conectividad

4.1 Privacidad y Uso de la Información. El Licenciatario reconoce y acepta que podrá facilitar (así como los terceros que actúen en su nombre podrán facilitar), y Autodesk y sus Revendedores podrán obtener (así como los terceros que actúen en nombre de Autodesk y de sus Revendedores), determinada información y datos relativos al Licenciatario (incluyendo, sin limitación alguna, datos personales) y a la actividad del Licenciatario en relación con el presente Contrato, incluyendo, sin limitación alguna, información y datos facilitados a Autodesk y a sus Revendedores u obtenidos por estos (o por terceros que actúen en nombre de Autodesk y de sus Revendedores) a través del Formulario de Información de Cliente u otros medios, en relación con las actividades de pedido, registro, activación, actualización, validación, auditoría y vigilancia de la Instalación y el Acceso a los Materiales de Autodesk, los Programas de Relación y los Servicios y con la gestión de la relación con el Licenciatario. El Licenciatario da su consentimiento para que Autodesk mantenga, utilice, almacene y transfiera dicha información y datos (incluyendo, sin limitación alguna, los datos personales, en su caso) de conformidad con las políticas de Autodesk en materia de privacidad y protección de datos, en su versión vigente y actualizada en cada momento, incluyendo, sin limitación alguna, la Declaración de Privacidad de Autodesk actualmente disponible en <http://usa.autodesk.com/privacy/>. Sin limitación del carácter general de lo anteriormente dispuesto, el Licenciatario reconoce y acepta que: (a) Autodesk podrá solicitar ocasionalmente al Licenciatario (o a cualquier tercero que intervenga en su nombre) que indique su aceptación expresa de los términos y las condiciones de la Declaración de Privacidad de Autodesk y/o de determinados usos de la información y los datos (incluyendo, sin limitación alguna, los datos personales); (b) Autodesk podrá facilitar información y datos, incluyendo, sin limitación alguna, datos relativos al uso que el Licenciatario haga de los Materiales de Autodesk, los Programas de Relación y las solicitudes de soporte del Licenciatario, a las filiales y entidades vinculadas de Autodesk, a los Revendedores y a otros terceros en relación con el suministro, el mantenimiento, la administración o el uso de los Materiales con Licencia, los Programas de Relación o los Servicios, o en relación con el cumplimiento de cualesquiera contratos relacionados, y (c) Autodesk podrá realizar transferencias internacionales de dicha información y datos, incluyendo a países cuyas leyes en materia de privacidad y protección de datos podrían no ofrecer un nivel de protección equivalente al existente en el

país del Licenciario. El Licenciario reconoce y acepta que Autodesk podrá modificar en cualquier momento las mencionadas políticas y que, con efectos desde su publicación en la página web de Autodesk o cuando Autodesk envíe una notificación por escrito al respecto, el Licenciario vendrá obligado al cumplimiento de lo estipulado en las modificaciones correspondientes.

4.2 **Conectividad.** Determinados Materiales con Licencia podrán posibilitar o requerir el acceso y el uso por parte del Licenciario de los contenidos y los servicios alojados en páginas web mantenidas por Autodesk o por terceros. En algunos casos, dichos contenidos y servicios podrán aparecer como una prestación, función o extensión de los Materiales con Licencia en el Ordenador del Licenciario, incluso cuando se encuentren alojados en las mencionadas páginas web. Al acceder a esos contenidos y servicios y utilizar los Materiales con Licencia, el Ordenador del Licenciario podrá conectarse a Internet, sin mediar notificación alguna, automáticamente (de forma transitoria, intermitente o general) y comunicarse con una página web de Autodesk o de un tercero para fines como, por ejemplo, proporcionar al Licenciario información, prestaciones o funciones adicionales o validar que los Materiales con Licencia y/o los contenidos o servicios estén siendo utilizados con arreglo a lo permitido en el presente Contrato o en otros términos y condiciones de aplicación. La conectividad a las páginas web de Autodesk se rige por sus políticas en materia de privacidad y protección de datos descritas en la presente Cláusula 4 (Privacidad; Uso de Información; Conectividad). La conectividad a las páginas web de terceros se rige por los términos y las condiciones (incluyendo las exclusiones de responsabilidad y advertencias) que aparecen en dichas páginas o que estén asociados de cualquier otro modo con esos contenidos o servicios de terceros. Autodesk no controla ni refrenda los contenidos y servicios de otros terceros ni acepta ningún tipo de responsabilidad sobre ellos, y los acuerdos alcanzados entre el Licenciario y un tercero en relación con dichos contenidos o servicios, incluyendo, sin limitación alguna, las políticas de privacidad de ese tercero, el uso de los datos personales, la entrega y el pago de productos y servicios y cualesquiera otros términos y condiciones relativos a tales acuerdos, serán únicamente entre el Licenciario y el tercero en cuestión. Autodesk podrá, en cualquier momento y por cualquier causa, modificar o suspender la disponibilidad de los contenidos y los servicios de terceros. El acceso a determinados contenidos y servicios (ya sean de Autodesk o de terceros) y su uso podrá requerir la aceptación de unos términos y condiciones por separado y/o el pago de unas tarifas adicionales.

5. **Garantía Limitada y Exclusión de Responsabilidad**

5.1 **Garantía Limitada.** Autodesk garantiza que, a partir de la fecha en la que los Materiales con Licencia sean entregados al Licenciario y durante los noventa (90) días siguientes a la misma o si el periodo de la licencia es inferior, dicho periodo inferior (el "Periodo de Garantía"), los Materiales con Licencia ofrecerán las prestaciones y las funciones generales descritas en la parte de la Documentación de Usuario referida a los Materiales con Licencia. Toda la responsabilidad de Autodesk y la única acción legal que asistirá al Licenciario durante el Periodo de Garantía ("Garantía Limitada") será, exceptuando las garantías o las acciones legales que no puedan ser excluidas o limitadas por ley, a elección de Autodesk', (i) el intento de corrección o solución alternativa de los errores, en su caso, o (ii) el reembolso de los cánones de licencia abonados, en su caso, por el Licenciario y la resolución del presente Contrato o de la licencia específica de los Materiales con Licencia en cuestión. Dicho reembolso estará sujeto a la devolución, durante el Periodo de Garantía, de los Materiales de Autodesk, junto con una copia de la Identificación de Licencia del Licenciario, a la oficina local de Autodesk que corresponda al Licenciario o al Revendedor del que el Licenciario haya adquirido los Materiales de Autodesk. LA GARANTÍA LIMITADA RECOGIDA EN LA PRESENTE CLÁUSULA OTORGA AL LICENCIARIO UNOS DERECHOS LEGALES ESPECÍFICOS. PODRÁN ASISTIR AL LICENCIARIO OTROS DERECHOS LEGALES ADICIONALES QUE PODRÁN VARIAR DE UNA JURISDICCIÓN A OTRA. AUTODESK NO PRETENDE LIMITAR LOS DERECHOS EN MATERIA DE GARANTÍA DEL LICENCIARIO EN NINGUNA MEDIDA NO PERMITIDA POR LEY.

5.2 **Exclusión de Responsabilidad.** SALVO en lo que respecta a LA GARANTÍA LIMITADA Y EXPRESA ESTIPULADA EN LA CLÁUSULA 5.1 (GARANTÍA LIMITADA), Y EN LA MEDIDA MÁXIMA DE LO PERMITIDO POR LA LEGISLACIÓN APLICABLE, AUTODESK Y SUS PROVEEDORES NO OTORGAN, Y EL LICENCIARIO NO RECIBE, NINGÚN TIPO DE GARANTÍAS, MANIFESTACIONES NI CONDICIONES, EXPRESAS O IMPLÍCITAS (INCLUYENDO, SIN LIMITACIÓN ALGUNA, LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIABILIDAD, ADECUACIÓN A UN FIN CONCRETO Y NO INFRACCIÓN, U OTRAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS POR LEY O POR LAS PRÁCTICAS COMERCIALES) CON RESPECTO A LOS MATERIALES DE AUTODESK, LOS PROGRAMAS DE RELACIÓN O LOS SERVICIOS (CONFORME AL CORRESPONDIENTE PROGRAMA DE RELACIÓN O POR CUALQUIER OTRO CONCEPTO). TODAS LAS DECLARACIONES Y MANIFESTACIONES RELATIVAS A LOS

MATERIALES DE AUTODESK, LOS PROGRAMAS DE RELACIÓN O LOS SERVICIOS Y A SUS PRESTACIONES O FUNCIONES ESPECIFICADAS EN LOS MATERIALES CON LICENCIA O EN LAS COMUNICACIONES MANTENIDAS CON EL LICENCIATARIO SE INCLUYEN A EFECTOS INFORMATIVOS EXCLUSIVAMENTE Y NO CONSTITUYEN NINGUNA GARANTÍA, MANIFESTACIÓN NI CONDICIÓN. SIN LIMITACIÓN DEL CARÁCTER GENERAL DE LO ANTERIORMENTE EXPUESTO, AUTODESK NO GARANTIZA: (a) QUE EL FUNCIONAMIENTO O RESULTADO DE LOS MATERIALES CON LICENCIA O DE LOS SERVICIOS ESTARÁ LIBRE DE INTERRUPCIONES O ERRORES, O QUE SERÁ SEGURO, PRECISO, FIABLE O COMPLETO, CON INDEPENDENCIA DE QUE SE REALICE EN EL CONTEXTO DE UN PROGRAMA DE RELACIÓN O DEL SOPORTE PRESTADO POR AUTODESK O POR UN TERCERO; (b) QUE LOS ERRORES SERÁN CORREGIDOS POR AUTODESK O POR UN TERCERO, O (c) QUE AUTODESK O UN TERCERO RESOLVERÁN TODAS LAS PETICIONES DE SOPORTE ESPECÍFICAS O QUE DICHA RESOLUCIÓN CUMPLIRÁ CON LOS REQUISITOS Y LAS EXPECTATIVAS DEL LICENCIATARIO. NADA DE LO ANTERIORMENTE INDICADO LIMITARÁ EL EFECTO DE LAS GARANTÍAS O LAS CONDICIONES IMPLÍCITAMENTE PREVISTAS POR LEY QUE NO PUEDAN SER EXCLUIDAS, RESTRINGIDAS NI MODIFICADAS PESE A LAS RESTRICCIONES CONTRACTUALES PREVISTAS EN SENTIDO CONTRARIO.

6. Advertencias

6.1 Limitaciones de la Funcionalidad. Los Materiales con Licencia y los Servicios (salvo los Materiales con Licencia diseñados para uso no comercial, tales como los Materiales de Autodesk diseñados para uso doméstico u otros usos del consumidor u otorgados bajo licencia únicamente para fines educativos o de aprendizaje individual) son herramientas comerciales profesionales cuyo uso está destinado a profesionales cualificados exclusivamente. Específicamente, en el caso del uso comercial profesional, los Materiales con Licencia y los Servicios no sustituyen el criterio profesional del Licenciario ni sus pruebas independientes. Los Materiales con Licencia y los Servicios únicamente tienen por objeto asistir al Licenciario en sus tareas de diseño, análisis, simulación, estimación, pruebas y/u otras actividades y no sustituyen las tareas propias e independientes de diseño, análisis, simulación, estimación, pruebas y/u otras actividades del Licenciario, incluyendo las relativas a la resistencia, la seguridad y la utilidad de los productos. Debido a la gran variedad de aplicaciones potenciales de los Materiales con Licencia y los Servicios, estos no han sido probados en todas las situaciones en las que pueden ser utilizados. Autodesk no será responsable en modo alguno por los resultados obtenidos a través del uso de los Materiales con Licencia o de los Servicios. Las personas que utilicen los Materiales con Licencia o los Servicios serán responsables de la supervisión, la gestión y el control de los Materiales con Licencia y de los Servicios, así como de los resultados obtenidos al utilizar los Materiales con Licencia y los Servicios. Esta responsabilidad incluye, sin limitación alguna, la determinación de los usos apropiados para los Materiales con Licencia y los Servicios y la selección de los Materiales con Licencia, de los Servicios y de otros programas informáticos y materiales para lograr los resultados pretendidos. Las personas que utilicen los Materiales con Licencia o los Servicios también serán responsables de establecer la idoneidad de los procedimientos independientes destinados a comprobar la fiabilidad, la precisión, la exhaustividad y demás características del resultado obtenido con los Materiales con Licencia o los Servicios, incluyendo, sin limitación alguna, todos los elementos diseñados con la ayuda de los Materiales con Licencia o los Servicios. Asimismo, el Licenciario reconoce y acepta que los Materiales con Licencia forman parte del entorno de hardware y software único total del Licenciario para ofrecer una funcionalidad específica, y que los Materiales con Licencia y los Servicios facilitados por Autodesk podrían no lograr los resultados deseados por el Licenciario conforme a los parámetros de diseño, análisis, simulación, estimación y/o prueba del Licenciario.

6.2 Códigos de Activación y Seguridad.

6.2.1 Obligatoriedad del Código de Activación para las Actividades de Instalación/ Acceso y Uso Continuo. Las actividades de Instalación, Acceso y uso continuado de los Materiales con Licencia podrán requerir ocasionalmente códigos de activación emitidos por Autodesk. Podrá ser necesario registrarse antes de que Autodesk pueda emitir un código de activación. El Licenciario deberá facilitar a Autodesk y a su Revendedor toda la información que resulte necesaria para dicho registro, obligándose a que dicha información facilitada a Autodesk o a su Revendedor sea correcta y esté actualizada. Asimismo, el Licenciario deberá mantener y actualizar constantemente sus datos de registro a través de los procesos de registro de datos de cliente, incluyendo, sin limitación alguna, el Formulario de Información de Cliente, que podrá ser facilitado por Autodesk. El Licenciario reconoce y acepta que Autodesk podrá utilizar la anterior información de conformidad con su Declaración de Privacidad (conforme a lo descrito o referenciado en la Cláusula 4 (Privacidad; Uso de Información; Conectividad)).

6.2.2 Acceso Deshabilitado. EL LICENCIATARIO RECONOCE Y ACEPTA QUE TANTO LA INSTALACIÓN COMO EL ACCESO A LOS MATERIALES CON LICENCIA PODRÁN QUEDAR DESHABILITADOS POR LOS MECANISMOS DE ACTIVACIÓN, SEGURIDAD Y PROTECCIÓN TÉCNICA SI EL LICENCIATARIO INTENTA TRANSFERIR LA TOTALIDAD O ALGUNA PARTE DE LOS MATERIALES CON LICENCIA A OTRO ORDENADOR, SI MANIPULA LOS MECANISMOS DE PROTECCIÓN TÉCNICA O DE FIJACIÓN DE FECHA DEL ORDENADOR O DE LOS MATERIALES CON LICENCIA, SI UTILIZA LOS MATERIALES CON LICENCIA TRAS LA EXPIRACIÓN DEL PERIODO DEL PROGRAMA DE RELACIÓN O DEL PERIODO FIJO EN CUESTIÓN O SI REALIZA CUALQUIER OTRA ACTIVIDAD QUE AFECTE AL MODO DE SEGURIDAD O EN OTRAS CIRCUNSTANCIAS Y QUE, EN CUALQUIERA DE LOS ANTERIORES CASOS, PODRÁ VERSE AFECTADO EL ACCESO POR PARTE DEL LICENCIATARIO AL PRODUCTO DE SU TRABAJO Y A OTROS DATOS. EXISTE INFORMACIÓN ADICIONAL DISPONIBLE EN LOS CORRESPONDIENTES MATERIALES CON LICENCIA O PREVIA PETICIÓN A AUTODESK.

6.2.3 Efecto de los Códigos de Activación. El Licenciario reconoce y acepta que el hecho de recibir un código de activación (con independencia de que sea facilitado al Licenciario por error) no constituirá una prueba de los derechos de licencia del Licenciario ni afectará a su ámbito de aplicación. Estos derechos únicamente serán conformes a lo estipulado en el presente Contrato y en la Identificación de Licencia correspondiente.

6.3 Datos Afectados. El producto de trabajo y los demás datos creados con los Materiales con Licencia y ofrecidos en determinados Tipos de Licencia, incluyendo las licencias que limitan los usos permitidos a fines educativos o de aprendizaje personal, podrán contener determinadas advertencias y limitaciones en virtud de las cuales tanto el producto de trabajo como los demás datos únicamente podrán utilizarse en determinadas circunstancias (como por ejemplo, en el contexto educativo exclusivamente). Adicionalmente, si el Licenciario combina o asocia el producto de trabajo y otros datos creados con los Materiales con Licencia con el producto de trabajo u otros datos creados de cualquier otro modo, esos otros datos y producto de trabajo también podrán verse afectados por las mencionadas advertencias y limitaciones. Autodesk no asumirá ningún tipo de responsabilidad si el Licenciario combina o asocia el producto de trabajo y los demás datos creados con los Materiales con Licencia con los datos y el producto de trabajo creados de cualquier otro modo. Adicionalmente, el Licenciario no podrá eliminar, alterar ni ocultar dichas advertencias o limitaciones.

7. **Limitaciones de Responsabilidad**

7.1 Limitación relativa al Tipo y al Importe de la Responsabilidad. AUTODESK Y SUS PROVEEDORES NO SERÁN RESPONSABLES EN MODO ALGUNO (DIRECTA O INDIRECTAMENTE) POR CUALESQUIERA DAÑOS DERIVADOS, ESPECIALES, INDIRECTOS, EMERGENTES O PUNITIVOS; POR PÉRDIDAS DE BENEFICIOS, USO, INGRESOS O DATOS, O POR INTERRUPCIONES DE LA ACTIVIDAD (CON INDEPENDENCIA DEL PRINCIPIO LEGAL SOBRE EL QUE SE SUSTENTE LA RECLAMACIÓN DE TALES DAÑOS O RESPONSABILIDADES). ADICIONALMENTE, LA RESPONSABILIDAD DE AUTODESK Y SUS PROVEEDORES EN RELACIÓN CON LOS MATERIALES DE AUTODESK, LOS PROGRAMAS DE RELACIÓN O LOS SERVICIOS NO PODRÁ SUPERAR EL IMPORTE ABONADO O A ABONAR POR EL LICENCIATARIO CON RESPECTO A DICHOS MATERIALES DE AUTODESK, DICHOS PROGRAMAS DE RELACIÓN O DICHOS SERVICIOS, RESPECTIVAMENTE.

7.2 Aplicación y Base de las Limitaciones. LAS LIMITACIONES DE RESPONSABILIDAD PREVISTAS EN LA PRESENTE CLÁUSULA 7 (LIMITACIONES DE RESPONSABILIDAD) SERÁN DE APLICACIÓN EN LA MEDIDA MÁXIMA DE LO PERMITIDO POR LA LEGISLACIÓN APLICABLE EN MATERIA DE RESPONSABILIDAD POR DAÑOS, CON INDEPENDENCIA DE CÓMO SE HAYAN ORIGINADO TALES DAÑOS Y DEL PRINCIPIO LEGAL DE RESPONSABILIDAD SOBRE EL QUE SE SUSTENTEN, YA TRAIGAN CAUSA CONTRACTUAL, EXTRA CONTRACTUAL (INCLUYENDO, SIN LIMITACIÓN ALGUNA, NEGLIGENCIA) O DE CUALQUIER OTRO TIPO, AUN CUANDO AUTODESK HAYA SIDO ADVERTIDA DE LA POSIBILIDAD DE INCURRIR EN TAL RESPONSABILIDAD Y CON INDEPENDENCIA DE SI LAS ACCIONES LEGALES LIMITADAS AQUÍ CONTEMPLADAS NO LOGRAN EL FIN PERSEGUIDO. ASIMISMO, EL LICENCIATARIO ACEPTA QUE LOS CÁNONES DE LICENCIA Y LAS TARIFAS DE LOS PROGRAMAS DE RELACIÓN, SERVICIOS Y OTRAS TARIFAS COBRADAS POR AUTODESK Y ABONADAS POR EL LICENCIATARIO REPRESENTAN Y REFLEJAN LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO CONTEMPLADO EN ESTA CLÁUSULA 7 (LIMITACIONES DE RESPONSABILIDAD) Y QUE LAS LIMITACIONES DE RESPONSABILIDAD RECOGIDAS EN LA PRESENTE CLÁUSULA 7 (LIMITACIONES DE RESPONSABILIDAD) CONSTITUYEN UN ELEMENTO ESENCIAL DEL

ACUERDO ENTRE LAS PARTES.

8. **Periodo de Vigencia y Resolución**

8.1 Periodo de Vigencia; Resolución o Suspensión. En lo que respecta a cada conjunto específico de Materiales con Licencia cubierto por el presente Contrato, las licencias aquí contempladas entrarán en vigor cuando se produzca el último de los siguientes acontecimientos: (a) cuando el presente Contrato comience a surtir efectos; (b) cuando el Licenciario abone las tarifas correspondientes, excluyendo aquellas licencias (como las de evaluación) que no precisen ningún pago de tarifas; (c) a la entrega de los Materiales con Licencia en cuestión y, (d) en el caso de los Materiales de Autodesk facilitados en relación con un Programa de Relación, al inicio del correspondiente periodo del Programa de Relación o del periodo fijo. Tanto Autodesk como el Licenciario podrán resolver el presente Contrato, la licencia del Licenciario relativa a los Materiales con Licencia, el Programa de Relación del Licenciario y/o la prestación de los Servicios relativos a dichos Materiales con Licencia si la otra parte incurre en un incumplimiento del presente Contrato y no procede a subsanarlo en los diez (10) días siguientes a la notificación por escrito enviada a tal efecto; no obstante, si el Licenciario incurre en un incumplimiento de la Cláusula 1 (Licencia) o de la Cláusula 2 (Limitaciones; Prohibiciones de la Licencia), Autodesk podrá resolver el presente Contrato, la licencia del Licenciario relativa a los Materiales con Licencia, el Programa de Relación del Licenciario y/o la prestación de los Servicios relativos a dichos Materiales con Licencia con carácter inmediato mediante notificación por escrito del incumplimiento en cuestión. Adicionalmente, como alternativa a la resolución, Autodesk podrá suspender la licencia relativa a los Materiales con Licencia del Licenciario, su Programa de Relación, la prestación de los Servicios relativos a los Materiales con Licencia y/o las demás obligaciones de Autodesk o derechos del Licenciario previstos en el presente Contrato (o en otros términos y condiciones, en su caso, de aplicación a los materiales asociados a los Materiales con Licencia) si el Licenciario no realiza algún pago a Autodesk o al Revendedor que corresponda o no cumple con las disposiciones incluidas en el presente Contrato o en otros términos y condiciones relativos a esa licencia, al Programa de Relación, a los Servicios o a los materiales asociados. Asimismo, Autodesk podrá resolver el presente Contrato si el Licenciario entra en situación de quiebra o insolvencia o si llega a un acuerdo con sus acreedores. El presente Contrato se resolverá automáticamente sin necesidad de que Autodesk envíe un preaviso ni adopte cualquier otra medida si el Licenciario entra en situación de liquidación.

El Licenciario reconoce y acepta que Autodesk podrá ceder o subcontratar sus derechos y obligaciones conforme al presente Contrato.

8.2 Efecto de la Resolución del Contrato o Licencia. A la resolución o expiración del presente Contrato, las licencias aquí otorgadas quedarán resueltas. A la resolución o expiración de cualquier licencia otorgada al Licenciario, éste deberá dejar de usar los Materiales de Autodesk a los que se refiera la licencia en cuestión, todos los Programas de Relación (incluyendo, sin limitación alguna, los servicios asociados) y todos los Servicios y Desinstalar todas las copias de los Materiales de Autodesk. A solicitud de Autodesk, el Licenciario deberá destruir todos los Materiales de Autodesk o devolverlos a Autodesk o al Revendedor del que fueron adquiridos. Autodesk se reserva el derecho a exigir al Licenciario que proporcione pruebas satisfactorias que demuestren que todas las copias de los Materiales de Autodesk han sido Desinstaladas y, cuando así lo haya solicitado Autodesk, que han sido destruidas o devueltas a Autodesk o al Revendedor del que las adquirió. En caso de que el Programa de Relación del Licenciario se resuelva o expire, pero el presente Contrato y la licencia relativa a los Materiales con Licencia del Licenciario sigan en vigor, los derechos del Licenciario basados en el Programa de Relación (incluyendo, sin limitación alguna, los derechos con respecto a Versiones Anteriores) quedarán resueltos y (salvo que los Términos y Condiciones del Programa de Relación permitan lo contrario) el Licenciario deberá cumplir con las obligaciones previstas en la Cláusula 1.2.1 (Efecto de las Actualizaciones) con respecto a todas las copias de dichas Versiones Anteriores (incluyendo las obligaciones de cese de uso, Desinstalación y destrucción o devolución).

8.3 Vigencia Post-contractual. Las Cláusulas 1.3 (Términos y Condiciones Adicionales), 1.4 (Otros Materiales), 1.5 (Usuarios Autorizados), 1.6 (Materiales con Licencia de Terceros), 1.11 (IPA), 2.1.1 (Licencias No Otorgadas; Actividades No Autorizadas), 2.1.4 (Efecto del Uso No Autorizado), 2.2 (Eliminación de Protecciones), 3 (Todos los Derechos Reservados), 4 (Privacidad; Uso de la Información; Conectividad), 5.2 (Exclusión de Responsabilidad), 6 (Advertencias), 7 (Limitaciones de Responsabilidad), 8 (Periodo de Vigencia y Resolución) y 9 (Disposiciones Generales) y el Anexo A permanecerán vigentes tras la resolución o expiración del presente Contrato.

9. Disposiciones Generales

9.1 **Notificaciones.** Las comunicaciones relativas al presente Contrato que cualquiera de las partes deba realizar se formularán por escrito y deberán enviarse por correo electrónico, correo postal o servicio de mensajería (como UPS, FedEx o DHL), si bien el Licenciataro no podrá utilizar el correo electrónico para notificar un incumplimiento de Autodesk o la resolución del presente Contrato. Las notificaciones de Autodesk al Licenciataro surtirán efectos (a) en el caso de las notificaciones enviadas por e-mail, un (1) día después de su envío a la dirección de e-mail comunicada a Autodesk o, (b) en el caso de las notificaciones enviadas por correo postal o servicio de mensajería, cinco (5) días después de su entrega en el servicio de correos ordinario o al servicio de mensajería en cuestión a la dirección comunicada a Autodesk. El Licenciataro acepta que las comunicaciones se considerarán válidamente realizadas a su nombre cuando se envíen mediante correo certificado a la dirección indicada en el Formulario de Información de Cliente del Licenciataro (o, cuando no se haya facilitado ningún Formulario de Información de Cliente, a la última dirección del Licenciataro conocida por Autodesk) en la medida de lo permitido por la legislación aplicable. Las notificaciones que el Licenciataro envíe a Autodesk se considerarán válidamente realizadas (a) cuando se trate de notificaciones por e-mail, un (1) día después de ser enviadas (y recibidas por Autodesk) a CopyrightAgent@autodesk.com o, (b) cuando se trate de notificaciones por correo postal o servicio de mensajería, a su recepción por Autodesk en la dirección Autodesk, Inc., 111 McInnis Parkway, San Rafael, California 94903, USA, a la atención de Copyright Agent. Si el Licenciataro participa en un Programa de Relación, cualquiera de las partes también podrá enviar una notificación con arreglo a lo estipulado en los Términos y Condiciones del Programa de Relación.

9.2 **Ley Aplicable y Jurisdicción.** El presente Contrato se registrará e interpretará de conformidad con las leyes de (a) Suiza, cuando el Licenciataro haya adquirido los Materiales de Autodesk en algún país de Europa, África u Oriente Medio; (b) Singapur, cuando el Licenciataro haya adquirido los Materiales de Autodesk en algún país de Asia, Oceanía o la Región de Asia-Pacífico o (c) el Estado de California (y, en la medida en que su aplicación sea obligatoria, por las leyes federales de EE.UU.), cuando el Licenciataro haya adquirido los Materiales de Autodesk en algún país del continente americano (incluyendo la región del Caribe) o en cualquier otro país no especificado en la presente Cláusula 9.2 (Ley Aplicable y Jurisdicción). Las leyes de los países indicados serán de aplicación sin remisión a sus normas sobre conflicto de leyes. La Convención de Naciones Unidas sobre Contratos de Compraventa Internacional de Mercaderías y la Ley estadounidense sobre Contratación relativa a Datos Informatizados (*Uniform Computer Information Transaction Act*) no serán de aplicación al presente Contrato (quedando excluidas de las normas de aplicación). Adicionalmente, las partes aceptan someter cualquier reclamación, acción judicial o litigio en relación con el presente Contrato exclusivamente al Tribunal Superior del Estado de California, Condado de Marin o al Tribunal del Distrito Norte de California, San Francisco, (quedando las partes sujetas a su jurisdicción exclusiva), si bien en el caso de que el Licenciataro haya adquirido los Materiales de Autodesk (a) en algún país de Europa, África u Oriente Medio, las reclamaciones o litigios únicamente podrán someterse ante los tribunales de Suiza (quedando las partes sujetas a su jurisdicción exclusiva) o (b) en algún país de Asia, Oceanía o la Región de Asia-Pacífico, las reclamaciones o litigios únicamente podrán someterse ante los tribunales de Singapur (quedando las partes sujetas a su jurisdicción exclusiva). Nada de lo anteriormente estipulado prohibirá a Autodesk interponer una acción judicial por infracción de los derechos de propiedad intelectual en cualquier país donde presuntamente se haya producido tal infracción.

9.3 **Prohibición de Cesión; Insolvencia.** El Licenciataro no podrá ceder el presente Contrato ni ninguno de sus derechos aquí previstos (ya sea por la adquisición de acciones o activos, fusión, cambio de control, por imperativo legal o por cualquier otro motivo) sin el previo consentimiento por escrito de Autodesk, el cual podrá ser pospuesto por Autodesk a su elección exclusiva, siendo nulo e inaplicable cualquier intento de cesión no autorizado por el Licenciataro. En el contexto de cualquier situación de quiebra u otro procedimiento similar, el Licenciataro reconoce y acepta que el presente Contrato recibe y recibirá la consideración de contrato en curso de ejecución ("*executory contract*") que no podrá ser asumido y/o cedido sin el previo consentimiento por escrito de Autodesk, el cual podrá ser pospuesto por Autodesk a su elección exclusiva, ya sea con arreglo al Artículo 365(c)(1) del Título 11 del Código de Estados Unidos o a cualquier otra ley de aplicación en materia de tratamiento de contratos en curso de ejecución en procedimientos de quiebra. Toda cesión (con independencia de cómo o por qué se produzca) quedará condicionada al cumplimiento de lo siguiente: al menos treinta (30) días antes de ceder o acordar cualquier cesión de derechos con arreglo al presente Contrato (incluyendo la transmisión de cualesquiera copias del Software o del derecho a usar el Software), (a) el Licenciataro deberá notificar por escrito a Autodesk, después de Desinstalar todas las copias del Software, y (sin perjuicio del carácter general de lo dispuesto en la Cláusula 9.7 (Auditorías))

permitir a Autodesk o a la persona que ésta designe inspeccionar los registros, sistemas e instalaciones del Licenciatario (o explotados por un tercero en nombre del Licenciatario) y sus filiales y entidades vinculadas (por cualquier medio a disposición de Autodesk, ya sea a distancia o in situ), que todas las copias del Software han sido Desinstaladas, (b) el cesionario propuesto deberá obligarse a cumplir (y el Licenciatario deberá asegurarse de que el cesionario cumpla) todas las obligaciones derivadas del presente Contrato con respecto a dicho Software mediante la formalización de un acuerdo que establezca que Autodesk es tercero beneficiario del acuerdo del cesionario, y el cesionario deberá proporcionar una copia del acuerdo a Autodesk, y (c) el Licenciatario y el cesionario propuesto deberán seguir todos los demás procedimientos de transmisión que identifique Autodesk.

9.4 Empresas Asociadas y Filiales de Autodesk. El Licenciatario reconoce y acepta que Autodesk podrá concertar con sus empresas asociadas y filiales la realización de las actividades contempladas en el presente Contrato, incluyendo, sin limitación alguna, la entrega de los Materiales de Autodesk y de los Programas de Relación y la prestación de los Servicios, en el entendimiento, no obstante, de que Autodesk (y no sus empresas asociadas y filiales) será en todo momento responsable del cumplimiento de sus obligaciones conforme al presente Contrato. Asimismo, el Licenciatario acepta que las empresas asociadas y filiales de Autodesk podrán exigir el cumplimiento del presente Contrato (incluyendo el derecho a emprender acciones legales a tal efecto).

9.5 Excepciones a las Prohibiciones: Nulidad Parcial.

9.5.1 Excepciones a las Prohibiciones. Las prohibiciones contenidas en el presente Contrato no serán de aplicación en la medida en que la legislación aplicable no permita la aplicación de tales prohibiciones. El Licenciatario podrá tener otros derechos con arreglo a las leyes del estado o país del Territorio en el que se adquieran los Materiales con Licencia, y el presente Contrato no modificará los derechos que asistan al Licenciatario en virtud de las leyes de dicho estado o país en la medida en que tales leyes no permitan que el presente Contrato modifique tales derechos. El Licenciatario será responsable de demostrar que la legislación aplicable no permite (i) la aplicación de dichas prohibiciones; o (ii) la modificación, por el presente Contrato, de derechos específicamente previstos en un estado o país determinado (y que no ha rebasado el ámbito de las prohibiciones que no se pueden aplicar ni de los derechos que no se pueden modificar).

9.5.2 Nulidad Parcial. Si cualquier disposición del presente Contrato fuese declarada ilegal, inválida o inaplicable total o parcialmente en virtud de la legislación aplicable, esa disposición o parte de la disposición afectada dejará de surtir efectos con respecto a la jurisdicción en la que sea ilegal, inválida o inaplicable en la medida de su ilegalidad, invalidez o inaplicabilidad y se considerará modificada conforme resulte necesario para adecuarse a la legislación aplicable, reflejando en la medida máxima de lo posible la voluntad de las partes. La ilegalidad, invalidez o inaplicabilidad en esa jurisdicción de la disposición en cuestión no afectará en modo alguno a la legalidad, validez y aplicabilidad de esa disposición ni de las restantes disposiciones del presente Contrato en las demás jurisdicciones.

9.6 Ausencia de Renuncia. Ningún término o disposición del presente Contrato podrá considerarse con renuncia y no se podrá excusar ningún incumplimiento, a menos que la renuncia se haga por escrito y sea firmada en nombre de la parte contra la que se hace valer la renuncia. Ninguna renuncia (ya sea expresa o implícita) constituirá un consentimiento, una renuncia o una excusa con respecto a otro incumplimiento diferente o posterior.

9.7 Auditorías. El Licenciatario acepta que Autodesk tendrá derecho a solicitar una auditoría (electrónica o de otro tipo) de los Materiales de Autodesk y sus actividades de Instalación y Acceso. Como parte de esa auditoría, Autodesk o su representante autorizado podrán inspeccionar, con un preaviso de quince (15) días comunicado al Licenciatario, los registros, los sistemas y las instalaciones, incluyendo los identificadores de máquina, números de serie y demás información relacionada del Licenciatario, al objeto de verificar que el uso de todos los Materiales de Autodesk es conforme a lo dispuesto en el presente Contrato. El Licenciatario deberá prestar toda la colaboración necesaria para facilitar la realización de la auditoría. Si Autodesk determinara que el uso realizado por el Licenciatario no es conforme a lo dispuesto en el Contrato, el Licenciatario deberá obtener con carácter inmediato y abonar una(s) licencia(s) válida(s) al objeto de lograr que dicho uso por parte del Licenciatario se ajuste a lo estipulado en el presente Contrato y en cualesquiera otros términos y condiciones de aplicación, debiendo abonar asimismo los gastos razonables de la auditoría. Además de los mencionados derechos de pago, Autodesk se reserva el derecho a ejercitar todas las acciones legales reconocidas en derecho o por los principios de equidad, ya sea en virtud del presente Contrato o de cualquier otro principio legal.

9.8 Idioma. La versión en idioma inglés del presente Contrato será la legalmente vinculante en caso de que

exista cualquier incoherencia entre la versión inglesa y cualquier traducción de la misma. Cuando el Licenciatario haya adquirido la licencia correspondiente a los Materiales con Licencia en Canadá, vendrá obligado a lo siguiente: Las partes confirman su voluntad de que el presente Contrato, así como los demás documentos relativos al mismo, incluyendo las notificaciones, sean redactados en idioma inglés exclusivamente.

9.9 Interpretación. Ninguna posible ambigüedad del presente Contrato podrá ser interpretada en contra de la parte responsable de su redacción.

9.10 Fuerza Mayor. Autodesk no será responsable de las pérdidas, los daños o las sanciones que se deriven de retrasos o faltas de cumplimiento por causas de fuerza mayor, retrasos de proveedores u otras causas ajenas al control razonable de Autodesk.

9.11 Derechos del Gobierno de EE.UU. En lo que respecta a los contratos suscritos con entidades del Gobierno de EE.UU., todos los Materiales de Autodesk constituyen software informático comercial conforme este término se define en la norma FAR 12.212 y están sujetos a las restricciones establecidas en la norma FAR Apartado 52.227-19 "Software Informático Comercial – Derechos Restringidos" ("*Commercial Computer Software - Restricted Rights*") y en la norma DFARS 227.7202 "Derechos sobre el Software Informático Comercial o sobre la Documentación del Software Informático Comercial" ("*Rights in Commercial Computer Software or Commercial Computer Software Documentation*"), según corresponda, o en cualquier otra norma de desarrollo posterior. Toda actividad de uso, modificación, reproducción, edición, representación, exposición o divulgación de los Materiales de Autodesk por parte del Gobierno de EE.UU. deberá realizarse de conformidad con los derechos y restricciones descritos en el presente Contrato.

9.12 Control a la Exportación. El Licenciatario reconoce y acepta que los Materiales y los Servicios de Autodesk (incluyendo todos los datos remitidos por el Licenciatario en relación con un Servicio y todos los resultados específicos del Licenciatario generados por un Servicio) están sujetos al cumplimiento de todas las leyes y normativas de control a la exportación y de sanciones comerciales de Estados Unidos y de cualquier otro país de aplicación, incluyendo, sin limitación alguna, las normas promulgadas por el Departamento de Comercio y por el Departamento del Tesoro de EE.UU. (conjuntamente, las "Leyes de Control a la Exportación"). El Licenciatario manifiesta, garantiza y acuerda que ni él mismo ni ningún miembro de su Personal (i) es residente o ciudadano, o se encuentra situado en ningún país sujeto a algún tipo de sanción comercial estadounidense o a cualquier otra restricción comercial significativa (incluyendo, sin limitación alguna, Cuba, Irán, Sudán, Siria y Corea del Norte); (ii) está incluido en ninguna de las listas de usuarios restringidos del Gobierno de EE.UU. (incluyendo, sin limitación alguna, la Lista de Ciudadanos Específicamente Designados y Personas Bloqueadas ("*List of Specially Designated Nationals and Blocked Persons*"), del Departamento del Tesoro de EE.UU., las listas de personas y entidades no autorizadas y no verificadas ("*Denied Party List, Entity List and Unverified List*") del Departamento de Comercio de los EE.UU., y las listas de personas y entidades excluidas por actividades de proliferación del Departamento de Estado de EE.UU., (iii), salvo que las Leyes de Control a la Exportación autoricen lo contrario, no utilizarán los Materiales o los Servicios de Autodesk para ningún uso final restringido, incluyendo, sin limitación alguna, el diseño, el análisis, la simulación, la estimación, las pruebas u otras actividades relativas a armas nucleares, químicas o biológicas, sistemas de misiles o aplicaciones para aeronaves no tripuladas, o (iv) utilizarán los Materiales o los Servicios de Autodesk para divulgar, transmitir, descargar, exportar o reexportar, directa o indirectamente, los resultados específicos del Licenciatario generados por los Materiales o los Servicios de Autodesk, los contenidos del Licenciatario o de otros terceros y cualquier otro tipo de contenidos o materiales a países, entidades o partes a los que no esté permitido recibir dichos elementos en virtud de las Leyes de Control a la Exportación o de otras leyes y normativas a las que el Licenciatario pueda estar sujeto. El Licenciatario entiende que los requisitos y las restricciones de las Leyes de Control a la Exportación, en la medida en que resulten de aplicación al Licenciatario, podrán variar dependiendo de los Materiales o Servicios de Autodesk facilitados con arreglo al presente Contrato y podrán ser modificados en el futuro. El Licenciatario será enteramente responsable de (i) determinar los controles concretos de aplicación a los Materiales o Servicios de Autodesk, y (ii) cumplir con lo dispuesto en las Leyes de Control a la Exportación y estar al tanto de sus posibles modificaciones.

9.13 Acuerdo Completo. El presente Contrato y todos los demás términos y condiciones en él referenciados (como los Términos y Condiciones del Programa de Relación y los Términos y Condiciones de Servicio) constituyen el acuerdo completo entre las partes (y engloban y sustituyen a cualquier otro tipo de acuerdos, negociaciones, comunicaciones, pactos, manifestaciones, garantías, publicidad o entendimientos previos o actuales) con respecto al objeto del presente Contrato, si bien determinados Materiales de Autodesk concretos podrán estar sujetos a otros

términos y condiciones adicionales o distintos asociados con dichos Materiales de Autodesk. Las partes reconocen que, para la celebración del presente Contrato, no se fundamentan en ningún otro tipo de acuerdos, negociaciones, comunicaciones, pactos, manifestaciones, garantías, publicidad o entendimientos distintos a los expresamente estipulados en el presente Contrato. El Licenciario reconoce y acepta que Autodesk podrá añadir o cambiar en cualquier momento los Términos y Condiciones del Programa de Relación y los Términos y Condiciones de Servicio, siempre y cuando Autodesk notifique por escrito tales adiciones o cambios (pudiendo permitir al Licenciario no renovar y resolver el Contrato y ofrecer otras opciones con respecto a los Programas de Relación o los Servicios) antes de que surtan efectos para el Licenciario. En caso de conflicto entre el presente Contrato y cualesquiera otros términos y condiciones de Autodesk (incluyendo, sin limitación alguna, los Términos y Condiciones del Programa de Relación, los Términos y Condiciones de Servicio u otros términos y condiciones adicionales o distintos), prevalecerá lo dispuesto en dichos otros términos y condiciones. Los términos y condiciones estipulados por el Licenciario en cualquier comunicación que envíe con el fin de modificar el presente Contrato u otros términos y condiciones de aplicación serán nulos e inválidos salvo que un representante autorizado de Autodesk los acepte mediante instrumento por escrito firmado a tal efecto. Ninguna otra modificación al presente Contrato será válida salvo que un representante autorizado de Autodesk la acepte mediante instrumento por escrito firmado a tal efecto.

10. Términos y Condiciones Adicionales

La presente Cláusula 10 (Términos y Condiciones Adicionales) resulta de aplicación al Software que a continuación se indica, el cual podrá incluirse en los Materiales con Licencia: (i) Autodesk Maya; (ii) Autodesk Softimage; (iii) Autodesk 3ds Max; y (iv) Autodesk 3ds Max Design.

10.1 Renderización.

10.1.1 En lo que respecta al Software de Renderización (conforme este término se define a continuación), con carácter adicional a cualquier otra licencia otorgada en el presente Contrato, el Licenciario podrá permitir la Instalación o el Acceso de dicho Software de Renderización en Modo de Red únicamente para sus propias Necesidades Empresariales Internas y específicamente para la renderización de los archivos creados con el Software. No obstante, si el Software de Renderización es mental ray y se facilita con un número determinado de nodos de renderizado mental ray, en lo que respecta a mental ray lo anteriormente estipulado estará limitado a ese número de nodos de renderizado mental ray.

10.1.2 En lo que respecta al Software Batch de mental ray (conforme este término se define a continuación), con carácter adicional a cualquier otra licencia otorgada en el presente Contrato, el Licenciario podrá permitir la Instalación o el Acceso de dicho Software Batch de mental ray únicamente para sus propias Necesidades Empresariales Internas, así como su utilización (i) específicamente para la renderización de los archivos creados con el Software o (ii) por el Software de Renderización específicamente para la renderización de los archivos creados con el Software. El número total de CPU utilizadas por el Software Batch de mental ray no podrá ser superior al número especificado en la Identificación de Licencia.

10.1.3 En lo que respecta a la Versión Standalone de mental ray (conforme este término se define a continuación), el Licenciario podrá permitir la Instalación o el Acceso de dicha Versión Standalone de mental ray en Modo de Red únicamente en Dispositivo(s) Informático(s) (conforme este término se define a continuación), exclusivamente para sus propias Necesidades Empresariales Internas y específicamente para la renderización de los archivos creados con el Software. En lo que respecta a la Versión Standalone de mental ray, toda referencia al término "Ordenador" incluida en el Contrato queda eliminada y sustituida por el término "Dispositivo(s) Informático(s)".

10.1.4 En lo que respecta a la Versión Satellite de mental ray (conforme este término se define a continuación) para los productos de Software Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya y Autodesk Softimage, cada archivo ejecutable de mental ray podrá ejecutarse en uno (1) o varios host con un límite, no obstante, de cuatro (4) Dispositivos Informáticos de cliente. En lo que respecta a la Versión Satellite de mental ray, toda referencia al término "Ordenador" incluida en el Contrato queda eliminada y sustituida por el término "Dispositivo(s) Informático(s)".

10.1.5 Definiciones

(1) "Versión Standalone de mental ray" significa la Versión Standalone del cliente/servidor de mental ray ejecutable, incluyendo los programas de utilidades y las librerías de sombreado estándar de mental ray utilizados

específicamente para la renderización de los archivos creados con el Software.

(2) "Software de Renderización" significa un subconjunto del Software utilizado específicamente para la renderización de los archivos creados con el Software.

(3) "Software Batch de mental ray" significa un subconjunto del Software utilizado: (i) específicamente para la renderización de los archivos creados con el Software o (ii) por el Software de Renderización específicamente para la renderización de los archivos creados con el Software.

(4) "Versión Satellite de mental ray" significa la Versión Satellite del servidor ejecutable de mental ray, incluyendo las librerías de sombreado estándar de mental ray. La Versión Satellite de mental ray es equivalente en cuanto a sus funciones a la Versión Standalone del servidor ejecutable de mental ray, utilizado específicamente para la renderización de los archivos creados con el Software, si bien no será posible leer ni escribir archivos en la totalidad del formato mi2.

(5) "Dispositivo Informático" significa (i) un único equipo electrónico con un máximo de: (a) cuatro (4) CPU (con independencia del número de núcleos de cada CPU), teniendo cada CPU uno o varios microprocesadores, (b) cuatro (4) placas informáticas de GPU independientes; o (ii) una implementación de software del equipo electrónico independiente (denominado "máquina virtual") descrito en el apartado (i) anterior, cuyo equipo electrónico independiente acepte información en formato digital o similar y que manipulen dicha información para obtener un resultado específico basado en una secuencia de instrucciones.

10.2 Excepciones.

10.2.1 La presente Cláusula 10.2. (Excepciones) resulta de aplicación a los productos de Software de Autodesk pertenecientes a la categoría de Medios, Entretenimiento y Animación 3D que podrán incluirse en los Materiales con Licencia. Sin perjuicio de las disposiciones recogidas en la Cláusula 2.1.1 (Licencias No Otorgadas; Actividades No Autorizadas), si: (i) el Componente Redistribuible (conforme este término se define a continuación) funciona con el Software y con la Aplicación del Licenciataria; y (ii) el Componente Redistribuible está asociado a la Aplicación del Licenciataria; este podrá reproducir y distribuir el Componente Redistribuible y la Aplicación del Licenciataria de forma conjunta, con sujeción al estricto cumplimiento por parte del Licenciataria de todos los términos y condiciones a continuación especificados:

(a) las identificaciones de clase correspondientes a todas las clases de objetos creados por el Licenciataria deberán ser distintas y claramente diferenciables de las identificaciones de clase utilizadas por Autodesk;

(b) el código modificado de la Muestra (conforme este término se define a continuación) y todos los archivos binarios resultantes de la Aplicación del Licenciataria deberán ser identificados como elementos desarrollados por el Licenciataria, y no por Autodesk;

(c) la Aplicación del Licenciataria deberá incorporar la advertencia de propiedad intelectual del Licenciataria;

(d) toda Modificación (conforme este término se define a continuación) y todos los archivos binarios resultantes deberán incluir las advertencias de propiedad intelectual de Autodesk, Inc. así como la siguiente declaración: "Este software contiene códigos protegidos por derechos de autor propiedad de Autodesk, Inc., si bien ha sido modificado y no avalado por Autodesk, Inc." El idioma de la advertencia de propiedad intelectual y de la declaración deberá ser el mismo que el del Software;

(e) la distribución deberá realizarse para fines no lucrativos exclusivamente;

(f) la distribución no podrá realizarse en formato binario o de texto;

(g) la distribución estará sujeta a la versión estándar del contrato *click-through* de licencia de usuario final en virtud del cual, entre otras cosas: (1) se protegen los intereses de Autodesk de conformidad con los términos y condiciones del presente Contrato; y (2) se prohíbe la redistribución del Componente Redistribuible;

(h) si el Componente Redistribuible funciona con los productos de Software de Autodesk 3ds Max y/o 3ds Max Design y con la Aplicación del Licenciataria, antes de reproducir y distribuir el Componente Redistribuible y la Aplicación del Licenciataria deberán excluirse de estos todos los archivos MIDI; y

(i) el Licenciario se obliga a excluir a Autodesk y a sus filiales y entidades vinculadas de toda responsabilidad por daños, costes, pérdidas, obligaciones, gastos e importes transaccionales incurridos en relación con cualquier litigio, reclamación o procedimiento judicial presentado por un tercero en el que se alegue que el Componente Redistributable y/o la Aplicación del Licenciario representan una infracción o una apropiación indebida de cualesquiera patentes, derechos de autor, derechos morales, marcas, secretos comerciales y derechos de diseño, registrados o sin registrar, incluyendo cualquier solicitud de registro de los anteriores elementos y todos los derechos o formas de protección de naturaleza similar que tengan un efecto equivalente o similar, y que puedan existir en cualquier lugar del mundo.

10.2.2 Definiciones.

(1) "Aplicación del Licenciario" significa, con respecto al Software, una Modificación introducida por el Licenciario para diseñar, desarrollar y probar programas de aplicaciones realizados por el Licenciario.

(2) "Modificación" significa: (i) cualquier adición a la esencia de una Muestra o a la esencia de los contenidos de cualquier archivo que contenga una Muestra; (ii) cualquier eliminación de la estructura de una Muestra o de la estructura de los contenidos de cualquier archivo que contenga una Muestra; y/o (iii) cualquier archivo nuevo que contenga alguna parte de una Muestra; todo lo cual indique, según el criterio exclusivo de Autodesk, que la Muestra no es la fuente principal de valor.

(3) "Componente Redistributable" significa la(s) Muestra(s) y/o una Modificación.

(4) "Muestra(s)" significa el código fuente de muestra o animaciones individuales, imágenes fijas y/o archivos de audio contenidos en el Software e incluidos en el directorio de muestras, el subdirectorio de ejemplos, los archivos de muestras o cualesquiera otros directorios o archivos de tipo similar.

10.3 Términos y Condiciones Adicionales: Determinados Materiales Softimage. La presente Cláusula 10.3 (Términos y Condiciones Adicionales: Determinados Materiales Softimage) resulta de aplicación al Software que a continuación se indica, el cual podrá incluirse en los Materiales con Licencia: (i) Autodesk Softimage Mod Tool y (ii) Autodesk Softimage Mod Tool Pro.

10.3.1 Autodesk Softimage Mod Tool. En caso de que el Software sea Autodesk Softimage Mod Tool, el Tipo de Licencia que corresponderá será la B. 4, especificada en el Anexo B, "Licencia Educativa Autónoma (Individual).

10.3.2 Autodesk Softimage Mod Tool Pro. En caso de que el Software sea Autodesk Softimage Mod Tool Pro, el Tipo de Licencia que corresponderá será la B. 1, especificada en el Anexo B, "Licencia Autónoma (Individual)"; no obstante, las Necesidades Empresariales Internas del Licenciario estarán limitadas a las actividades de diseño, desarrollo y prueba de un programa de aplicación ideado para funcionar con el Software a nivel de uso interno del Licenciario en la producción de contenidos multimedia conjuntamente con su Programa de Relación válida al grupo XNA® Creators Club Online Premium.

11. Términos y Condiciones Adicionales: Quantity Take Off

La presente Cláusula 11 (Términos y Condiciones Adicionales; Quantity Take Off) resulta de aplicación al Software Quantity Take Off que podrá incluirse en los Materiales con Licencia (el "Software QTO"):

11.1 El Software QTO se basa en parte del trabajo del Grupo JPEG Independiente.

11.2 Determinadas partes del Software QTO incluyen el Software Crystal Reports Runtime (el "Software Runtime") cuya licencia es otorgada por Business Objects Software Ltd ("Business Objects"). El uso que el Licenciario realice del Software Runtime estará sujeto a las siguientes condiciones:

(a) el Licenciario se obliga a no realizar ningún tipo de tareas de modificación, desensamblaje, descompilación, traducción, adaptación o ingeniería inversa del Software Runtime o del formato de archivos de informes .RPT;

(b) el Licenciario se obliga a no distribuir el Software Runtime con fines generales de redacción de informes, análisis de datos o creación de informes o de cualquier otro producto que realice funciones idénticas o similares a las que ofrecen los productos Business Objects;

(c) el Licenciatario se obliga a no utilizar el Software Runtime para crear, con fines de distribución, un producto que compita de forma general con la oferta de productos Business Objects;

(d) el Licenciatario se obliga a no utilizar el Software Runtime para crear, con fines de distribución, ningún producto que convierta el formato de archivos de informes .RPT en un formato de archivo de informe alternativo que se utilice para fines generales de redacción de informes, análisis de datos o creación de informes que no sea propiedad de Business Objects; y

(e) el Licenciatario se obliga a no utilizar el Software Crystal Reports en régimen de alquiler o de utilización de recursos informáticos a tiempo compartido con fines comerciales (*time-sharing*) o para gestionar un servicio de procesamiento de datos (*service bureau*) en beneficio de otros terceros.

11.3 BUSINESS OBJECTS Y SUS PROVEEDORES EXCLUYEN CUALQUIER TIPO DE GARANTÍA, EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUYENDO SIN LIMITACIÓN ALGUNA, LAS GARANTÍAS DE COMERCIABILIDAD, ADECUACIÓN A UN FIN CONCRETO Y NO INFRACCIÓN DE LOS DERECHOS DE TERCEROS. BUSINESS OBJECTS Y SUS PROVEEDORES NO ASUMIRÁN NINGÚN TIPO DE RESPONSABILIDAD POR EL PRESENTE CONTRATO O EN RELACIÓN CON EL SOFTWARE CRYSTAL REPORTS.

12. La tecnología de descargas de Autodesk podrá emplear la Interfaz NetSession de Akamai, la cual podrá utilizar una cantidad limitada de ancho de banda de subida y de recursos de su ordenador para conectarse con otra red y mejorar la velocidad y la fiabilidad de los contenidos Web. La Interfaz NetSession de Akamai es una tecnología segura de cliente de red que aprovecha la capacidad de su ordenador para proporcionar software y medios disponibles en la red de Akamai. Su Interfaz NetSession de Akamai trabaja en conjunto con otras Interfaces NetSession de Akamai, en paralelo con miles de servidores edge de Akamai, y se ejecuta como un servicio de red utilizando una cantidad limitada de los recursos disponibles de su ordenador. Para más información sobre la Interfaz NetSession de Akamai, puede consultar aquí: <http://www.akamai.com/client>. Al hacer clic en "Aceptar" y usar la tecnología de descargas de Autodesk, usted acepta el Contrato de Licencia de Akamai (<http://www.akamai.com/eula>) además del Contrato de Licencia y de Servicio de Autodesk.

Anexo A

Definiciones

1. "Acceso" o "Accesible" significan, con respecto a un programa informático u otros materiales, (a) utilizar o ejecutar el programa informático u otros materiales o (b) utilizar o beneficiarse de las prestaciones y funcionalidades del programa informático o de esos otros materiales.
2. "Contrato" significa el presente Contrato de Licencia y Servicios, incluyendo todos sus Anexos y apéndices, conforme dicho Contrato de Licencia y Servicios pueda ser modificado en cada momento de conformidad con sus Términos y condiciones.
3. "Usuario Autorizado" significa cualquier persona física que lleve a cabo las actividades de Instalación o Acceso o esté autorizada a Instalar los Materiales con Licencia y Acceder a ellos.
4. "Autodesk" significa Autodesk, Inc., una sociedad de Delaware, excepto cuando el Licenciatario haya adquirido la licencia de los Materiales de Autodesk (a) en algún país de Europa, África u Oriente Medio, en cuyo caso "Autodesk" significa Autodesk Development Sàrl o (b) en algún país de Asia, Oceanía o la Región de Asia-Pacífico, en cuyo caso "Autodesk" significa Autodesk Asia Pte Ltd.
5. "Autodesk License Manager" significa la herramienta denominada "Autodesk License Manager" o cualquier herramienta de Autodesk que se desarrolle en el futuro para la gestión, la vigilancia y el control de las actividades de Instalación y Acceso a los Materiales de Autodesk.
6. "Materiales de Autodesk" significa los materiales distribuidos u ofrecidos por Autodesk, directa o indirectamente, incluyendo el Software, los Materiales Complementarios, la Documentación de Usuario y los Materiales Excluidos (con independencia de que hayan sido otorgados bajo licencia al Licenciatario).
7. "Ordenador" significa (i) un único dispositivo electrónico, con una o varias unidades centrales de proceso (CPU), que acepta información en formato digital o similar y que manipula la información para un resultado

específico basado en una secuencia de instrucciones o (ii) una implementación de software de dicho dispositivo (o máquina virtual).

8. "Formulario de Información de Cliente" significa un formulario cumplimentado por el Licenciatario o en su nombre y remitido a Autodesk o a un Revendedor, directa o indirectamente, en relación con el pedido realizado por el Licenciatario solicitando una licencia para los Materiales de Autodesk, un Programa de Relación o unos Servicios.

9. "Licenciatario Educativo" significa un Licenciatario que también es (a) una Institución Educativa Cualificada, (b) un Profesor, (c) un Estudiante u (d) Otro Licenciatario Educativo Autorizado. A solicitud de Autodesk, el Licenciatario Educativo deberá presentar los correspondientes documentos que acrediten su condición de Licenciatario Educativo. Autodesk se reserva el derecho, el cual podrá ejercitar a su elección exclusiva, a determinar si existe tal condición de Licenciatario Educativo.

10. "Fines Educativos" significa (i) en el caso de una Institución Educativa Cualificada, un Profesor o cualquier Otro Licenciatario Educativo Autorizado, los fines directamente relacionados con las actividades de aprendizaje, enseñanza, formación, investigación y desarrollo que forman parte de las funciones educativas realizadas por una Institución Educativa Cualificada u Otro Licenciatario Educativo Autorizado, y (ii) en el caso de los Estudiantes, los fines relacionados con las actividades de aprendizaje, formación, investigación y desarrollo. El concepto de "Fines Educativos" no incluye ningún tipo de fines comerciales, profesionales o lucrativos.

11. "Fines de Evaluación" significa los fines de evaluación y demostración de las capacidades del Software o de los Materiales Complementarios, pero excluyendo los fines de análisis competitivo y cualquier tipo de fines comerciales, profesionales o lucrativos.

12. "Materiales Excluidos" significa todos los materiales, incluyendo el Software, los Materiales Complementarios y la Documentación de Usuario (e incluyendo, sin limitación alguna, programas informáticos, módulos o componentes de un programa informático, funcionalidades o prestaciones de un programa informático, materiales explicativos impresos o en formato electrónico, contenidos u otros materiales, en su caso), que podrán ser facilitados u ofrecidos al Licenciatario, por cualesquiera medios, o que se incluyen en cualquier soporte entregado al Licenciatario, con respecto a los cuales (a) el Licenciatario no tenga una Identificación de Licencia o (b) el Licenciatario no haya realizado el correspondiente pago de las tarifas de aplicación. El Licenciatario reconoce que, a efectos de conveniencia del mecanismo de licencia utilizado por Autodesk, los Materiales Excluidos se encuentran incluidos en los soportes o se obtienen con la descarga, pero su inclusión no otorga en modo alguno, expresa ni implícitamente, ningún derecho de uso de dichos Materiales Excluidos.

13. "Profesor" significa una persona física que trabaja como empleado o como contratista independiente para una Institución Educativa Cualificada.

14. "Instalar" e "Instalación" significan, con respecto a un programa informático u otros materiales, copiar el programa o los materiales en un disco duro o en cualquier otro medio de almacenamiento.

15. "Identificación de Licencia" significa una o varias de las designaciones de Autodesk que establecen el Tipo de Licencia (entre otros elementos) relativo a la licencia adquirida por el Licenciatario con respecto a sus Materiales con Licencia. La Identificación de Licencia podrá (a) encontrarse (i) incluida en los Materiales con Licencia (por ejemplo, en un cuadro de diálogo "Acerca de", en el cuadro de diálogo de información de la licencia o en un archivo de texto del Software), (ii) en el embalaje de Autodesk o (iii) en una confirmación o notificación por escrito comunicada por Autodesk al Licenciatario y transmitida vía e-mail, fax, entrega física o por cualquier otro medio o (b) ser obtenida a través de Autodesk, previa petición a esta. A efectos aclaratorios, la Identificación de Licencia no incluye ningún tipo de designación, confirmación, paquete ni documento facilitado por el Revendedor o por un tercero.

16. "Tipo de Licencia" significa el tipo de licencia especificado por Autodesk con respecto a los Materiales de Autodesk, incluyendo los tipos descritos en el Anexo B. El Tipo de Licencia incluye los términos y las condiciones especificados por Autodesk para cada tipo de licencia, incluyendo los términos y las condiciones de aplicación indicados en el Anexo B. El Tipo de Licencia viene determinado por Autodesk y podrá constar especificado en la correspondiente Identificación de Licencia.

17. "Materiales con Licencia" significa el Software, los Materiales Complementarios y la Documentación de Usuario (a) descargados al hacer clic en el botón "Acepto" ("I Accept") o en cualquier otro botón o mecanismo

asociado al presente Contrato o cualquier otra forma que exprese su aceptación, (b) entregados previamente empaquetados junto con el presente Contrato o (c) acompañados de cualquier otro modo por el presente Contrato, en el entendimiento, no obstante, de que (i) cuando se trate de Software, el Software será el identificado en la correspondiente Identificación de Licencia y (ii) el Licenciatario haya abonado (y siga abonando) las tarifas de aplicación. Los Materiales con Licencia también incluyen los Materiales Complementarios y la Documentación de Usuario que Autodesk facilite u ofrezca al Licenciatario para su utilización junto con el Software otorgado bajo licencia conforme al presente Contrato, si no existen otros términos y condiciones de aplicación a dichos materiales especificados por Autodesk. Los Materiales con Licencia incluyen, sin limitación alguna, todas las correcciones de errores, parches, paquetes de servicios, actualizaciones, mejoras o nuevas versiones de los Materiales con Licencia que Autodesk facilite u ofrezca al Licenciatario con arreglo a la licencia de este vigente en cada momento. El Licenciatario reconoce que la disponibilidad de las Actualizaciones y nuevas versiones podrá estar sujeta a unas tarifas adicionales y a los Términos y Condiciones del Programa de Relación. Adicionalmente, los Materiales con Licencia incluyen, sin limitación alguna, todas las Versiones Anteriores y demás Materiales de Autodesk que el Licenciatario reciba o conserve de conformidad con los Términos y Condiciones del Programa de Relación, pero únicamente en la medida de lo expresamente permitido por los Términos y Condiciones del Programa de Relación y durante el tiempo establecido en ellos. Sin perjuicio de lo anteriormente indicado (ni de cualquier otra disposición del presente Contrato), los Materiales con Licencia excluyen en todo caso los Materiales Excluidos.

18. **"Licenciatario"** significa (a) la compañía o entidad legal en nombre de la cual se adquieren los Materiales de Autodesk, si los Materiales de Autodesk son adquiridos en representación de dicha entidad (por ejemplo, por un empleado, un contratista independiente o un representante autorizado) o, (b) si no existe tal entidad, la persona que acepte el presente Contrato (por ejemplo, mediante la selección del botón "Acepto" ("I Accept"), cualquier otro botón o mecanismo asociado al presente Contrato o cualquier otra forma que exprese su aceptación o mediante la instalación, descarga, acceso, copia o utilización de la totalidad o cualquier parte de los Materiales de Autodesk). A efectos aclaratorios, el término "Licenciatario" se refiere exclusivamente a una única persona física o jurídica específicamente identificada, excluyendo a todas las empresas asociadas y filiales de dicha persona física o jurídica y a cualquier otra persona relacionada.

19. **"Necesidades Empresariales Internas del Licenciatario"** significa, en referencia a los Materiales con Licencia, el uso de dichos Materiales con Licencia (y de sus prestaciones y funciones) por parte del propio Personal del Licenciatario con el fin de satisfacer los requisitos internos de su negocio en el curso de su actividad habitual, en el entendimiento, no obstante, de que las Necesidades Empresariales Internas no incluirán en ningún caso la entrega u ofrecimiento de los Materiales con Licencia (o de sus prestaciones o funciones) a favor de terceros.

20. **"Modo de Red"** significa un entorno informático, en el que se incluye un Ordenador que actúa como servidor de red, que permite que los Materiales con Licencia Instalados en dicho Ordenador puedan ser objeto de carga, Instalación, funcionamiento, visualización y Acceso de forma compartida con otros Ordenadores a través de una conexión de red de área local o a través de una conexión de red privada virtual VPN con sujeción al cumplimiento de los Requisitos de VPN.

21. **"Otro Licenciatario Educativo Autorizado"** significa uno de los Licenciatarios descritos en <http://www.autodesk.com/educationterms> o cualquier otro Licenciatario que Autodesk autorice por escrito.

22. **"Número Permitido"** significa un número máximo (como, por ejemplo, número de usuarios autorizados, número de usuarios simultáneos, número de ordenadores, sesiones, etc.) de aplicación a una licencia de Materiales con Licencia y al Tipo de Licencia asociado con esa licencia. Dicho número viene determinado por Autodesk y podrá encontrarse especificado en la correspondiente Identificación de Licencia.

23. **"Fines de Aprendizaje Personal"** significa (i) el aprendizaje personal como Estudiante o (ii) el aprendizaje personal de personas que no sean Estudiantes, excluyendo (a) el aprendizaje mediante clases de formación presencial u online en cualquier programa para la obtención de títulos o certificados de formación y (b) el aprendizaje relativo a fines comerciales, profesionales o lucrativos.

24. **"Personal"** significa (a) los empleados del Licenciatario y (b) las personas físicas que sean contratistas independientes, trabajen en las instalaciones del Licenciatario y realicen actividades de Instalación y Acceso de los Materiales con Licencia únicamente en los Ordenadores propiedad del Licenciatario o arrendados y controlados por este.

25. **"Versiones Anteriores"** significa, en lo que respecta a una versión vigente y actualizada de los Materiales con Licencia, una versión anterior de esos Materiales con Licencia y con respecto a la cual la versión vigente constituye una versión posterior o de sustitución (conforme a lo determinado por Autodesk).
26. **"Institución Educativa Cualificada"** significa una institución o centro de enseñanza acreditado por un organismo gubernamental competente conforme a la normativa local, estatal, provincial, federal o nacional de aplicación, y que tiene como finalidad principal la enseñanza de sus alumnos matriculados. Las entidades que están incluidas y excluidas con respecto a esta definición se encuentran indicadas, a título de ejemplo, en <http://www.autodesk.com/educationterms>.
27. **"Programa de Relación"** significa (i) una Suscripción o (ii) un programa de alquiler generalmente ofrecido por Autodesk y en virtud del cual Autodesk pone a disposición del usuario los Materiales con Licencia.
28. **"Términos y Condiciones del Programa de Relación"** significa los términos y condiciones de aplicación a un Programa de Relación que se establecen en <http://usa.autodesk.com/company/legal-notices-trademarks/support-terms-and-conditions> o en cualquier otra página web de Autodesk que la suceda o complemente (el URL en el que podrán consultarse a través de la página web de Autodesk o previa petición).
29. **"Revendedor"** significa un distribuidor o revendedor autorizado directa o indirectamente por Autodesk para distribuir los auténticos Materiales de Autodesk al Licenciatario.
30. **"Servicios"** significa los servicios (incluyendo los resultados de los servicios) prestados u ofrecidos por Autodesk, incluyendo, sin limitación alguna, servicios de soporte, almacenamiento, simulación, prueba, formación y otros beneficios, pero excluyendo los servicios que se prestan u ofrecen como parte de un Programa de Relación.
31. **"Términos y Condiciones de Servicio"** significa los términos y las condiciones de los Servicios que aparezcan indicados en algún apartado específico a través del cual los usuarios podrán realizar solicitudes de Servicios o registrarse en estos, los que se muestren en relación con los registros y las solicitudes de dichos Servicios (como, por ejemplo, a través de una página web) o, en caso de no existir tales términos y condiciones, los que se incluyan en <http://usa.autodesk.com/company/legal-notices-trademarks/terms-of-service> (si los Servicios son servicios web) o en <http://usa.autodesk.com/company/legal-notices-trademarks/terms-of-use> para todos los demás Servicios) o en cualesquiera otras páginas web de Autodesk que las sucedan o complementen.
32. **"Software"** significa un programa informático, un módulo o un componente de un programa informático distribuido u ofrecido por Autodesk. El término "Software" también podrá referirse a las funciones y las prestaciones del programa informático.
33. **"Modo Autónomo"** significa que (i) los Materiales con Licencia podrán ser Instalados en un único Ordenador y que (ii) los Materiales con Licencia no podrán ser Instalados, utilizados ni visualizados en otros Ordenadores (utilizando, por ejemplo, algún tipo de conexión de red) ni podrá Accederse a ellos a través de dichos Ordenadores.
34. **"Estudiante"** significa cada persona física matriculada como Estudiante en una Institución Educativa Cualificada.
35. **"Suscripción"** es el programa generalmente ofrecido por Autodesk en virtud del cual Autodesk proporciona (entre otros elementos) ampliaciones, actualizaciones, nuevas versiones y otros servicios de soporte y formación en relación con los Materiales de Autodesk.
36. **"Materiales Complementarios"** significa los materiales, distintos del Software y la Documentación de Usuario relacionada, que son distribuidos u ofrecidos por Autodesk para su utilización junto con el Software. Los Materiales Complementarios incluyen, sin limitación alguna, (a) contenidos, tales como dibujos y diseños de muestra, módulos de dibujos y diseños y otras manifestaciones de elementos utilizados en dibujos y diseños (por ejemplo, edificios, partes de edificios, instalaciones, mobiliario, puentes, caminos, caracteres, fondos, configuraciones y animaciones); (b) materiales de fondo, tales como códigos de edificación y descripciones de prácticas de edificación; (c) herramientas para la obtención de resultados del Software como, por ejemplo, fuentes, y (d) Materiales de Desarrollo, interfaces de programación de aplicaciones (IPA) y otros materiales de desarrollador similares (incluyendo la Información IPA).
37. **"Territorio"** (a) significa el país, los países o la jurisdicción o jurisdicciones que se especifican en la Identificación de Licencia o, (b) en caso de no existir ninguna Identificación de Licencia o si no se especifica ningún país o jurisdicción en dicha Identificación de Licencia, significa el país en el que el Licenciatario adquiere la licencia

correspondiente a los Materiales de Autodesk. Si en la Identificación de Licencia se especifica, o el Licenciario adquiere los Materiales de Autodesk en un Estado miembro de la Unión Europea o de la Asociación Europea de Libre Comercio, el término Territorio se referirá a todos los países de la Unión Europea y de la Asociación Europea de Libre Comercio.

38. “**Desinstalar**” significa eliminar o desactivar la copia de los Materiales de Autodesk borrándola del disco duro o de cualquier otro medio de almacenamiento por cualesquiera métodos o destruir o inutilizar de cualquier otro modo la mencionada copia de los Materiales de Autodesk.

39. “**Actualización**” significa una versión comercial completa de los Materiales con Licencia (a) que sucede o sustituye a una versión autorizada anterior (y que podrá incorporar correcciones de errores, parches, paquetes de servicios, actualizaciones y ampliaciones y mejorar o añadir las prestaciones y funciones a la versión anterior) o una versión distinta de los Materiales con Licencia, (b) que será facilitada al Licenciario que hubiera adquirido previamente la correspondiente licencia de una versión autorizada anterior o distinta de Autodesk y (b) con respecto a la cual Autodesk suele cobrar una tarifa por separado u ofrecerla únicamente a los clientes que tengan un Programa de Relación. La decisión de si los Materiales de Autodesk constituyen una Actualización podrá constar especificada en la correspondiente Identificación de Licencia. La decisión de si los Materiales de Autodesk constituyen una Actualización y de si el Licenciario cumple los requisitos para otorgar licencias de determinados Materiales de Autodesk vendrá determinada por Autodesk.

40. “**Documentación de Usuario**” significa los materiales informativos o explicativos del Software o de los Materiales Complementarios (incluyendo los materiales relativos al uso del Software o de los Materiales Complementarios), que podrán presentarse en formato electrónico o impreso y que Autodesk o el Revendedor incorporan en el Software o en los Materiales Complementarios (o en el paquete del Software o de los Materiales Complementarios) u ofrecen de cualquier otro modo a sus clientes cuando estos obtienen una licencia o adquieren o instalan el Software o los Materiales Complementarios o en algún otro momento posterior.

41. “**Requisitos de VPN**” significa que (i) es posible el Acceso a los Materiales con Licencia a través de una red privada virtual segura (“VPN”), (ii) el número máximo de usuarios simultáneos con Acceso a los Materiales con Licencia (ya sea en Modo de Red o a través de la VPN) no podrá superar el Número Permitido en ningún momento, (iii) la Instalación y el Acceso de todas las copias de los Materiales con Licencia deberán realizarse exclusivamente junto con el dispositivo de protección técnica (en su caso) facilitado con los Materiales con Licencia y que (iv) la conexión VPN deberá ser segura y cumplir con los mecanismos generales de encriptado y protección actualmente utilizados en el sector.

Anexo B

Tipos de Licencia

1. **Licencia Autónoma (Individual)**. Si la Identificación de Licencia identifica el Tipo de Licencia como “Licencia Autónoma” o como “Licencia Individual”, el Licenciario podrá Instalar una única copia principal de la versión específica de los Materiales con Licencia indicada en la correspondiente Identificación de Licencia en un (1) Ordenador, en Modo Autónomo y permitir el Acceso a dicha copia principal de los Materiales con Licencia exclusivamente a su Personal y para sus propias Necesidades Empresariales Internas. El Licenciario también podrá Instalar una única copia adicional de los mencionados Materiales con Licencia en un (1) Ordenador adicional y en Modo Autónomo; siempre y cuando (i) el Acceso a dicha copia adicional de los Materiales con Licencia se realice exclusivamente por la misma persona que tiene Acceso a la copia principal, (ii) dicha persona sea el Licenciario (cuando el Licenciario sea una persona física) o un empleado de este, (iii) dicha persona Acceda a la copia adicional únicamente para realizar su trabajo mientras se encuentra fuera de su puesto de trabajo habitual y para atender las Necesidades Empresariales Internas del Licenciario y (iv) no se Acceda simultáneamente a la copia principal y a la adicional. La duración de la Licencia Autónoma (Individual) será perpetua, salvo por lo estipulado en contrario en el presente Contrato.
2. **Licencia Autónoma de Varios Puestos**. Si la Identificación de Licencia identifica el Tipo de Licencia como “Licencia Autónoma de Varios Puestos”, el Licenciario podrá Instalar las copias principales de la versión específica de los Materiales con Licencia indicada en la correspondiente Identificación de Licencia hasta el Número Permitido de Ordenadores, en Modo Autónomo y permitir el Acceso a dichas copias de los Materiales con Licencia exclusivamente a su Personal y para sus propias Necesidades Empresariales Internas. El Licenciario también podrá Instalar copias adicionales de los mencionados Materiales con Licencia en Ordenadores adicionales hasta el Número Permitido de Ordenadores y en Modo Autónomo; siempre y cuando (i) el Acceso a cada copia adicional de

los Materiales con Licencia se realice exclusivamente por la misma persona que tiene Acceso a la copia principal, (ii) dicha persona sea el Licenciario (cuando el Licenciario sea una persona física) o un empleado de éste, (iii) dicha persona Acceda a la copia adicional únicamente para realizar su trabajo mientras se encuentra fuera de su puesto de trabajo habitual y para atender las Necesidades Empresariales Internas del Licenciario y (iv) no se Acceda simultáneamente a la copia principal y a las adicionales. La duración de la Licencia Autónoma de Varios Puestos será perpetua, salvo por lo estipulado en contrario en el presente Contrato.

3. Licencia de Red. Si la Identificación de Licencia identifica el Tipo de Licencia relativa a los Materiales con Licencia como "Licencia de Red", el Licenciario podrá Instalar las copias de la versión específica de los Materiales con Licencia indicada en la correspondiente Identificación de Licencia en un Ordenador y permitir el Acceso a dichos Materiales con Licencia en múltiples Ordenadores, en Modo de Red, exclusivamente a su Personal y para sus propias Necesidades Empresariales Internas, respetando en todo caso que el número máximo de Usuarios Autorizados simultáneos no sea superior al Número Permitido de Usuarios Autorizados y respetando asimismo cualesquiera otros límites impuestos por la herramienta Autodesk License Manager (en su caso). Adicionalmente, el Licenciario podrá, a su elección exclusiva, Instalar los Materiales con Licencia en un servidor con configuración "hot backup"; en el entendimiento, no obstante, de que el Licenciario podrá Acceder a los Materiales con Licencia del servidor con configuración "hot backup" únicamente mientras no esté operativa la copia principal Instalada de los Materiales con Licencia y con sujeción en todo caso a los mismos términos y condiciones que resultan de aplicación a la copia principal Instalada. El término "Servidor con Configuración Hot Backup" significa un Ordenador de servidor de red que tiene una segunda copia del Software y de los Materiales Complementarios Instalados, pero cuyo Acceso no está permitido salvo cuando la copia original Instalada del Software y los Materiales Complementarios no esté operativa y únicamente mientras no esté operativa dicha copia original Instalada. La duración de la Licencia de Red es perpetua, salvo por lo estipulado en contrario en el presente Contrato.

4. Licencia Educativa Autónoma (Individual). Si la Identificación de Licencia identifica el Tipo de Licencia como "Licencia Educativa Autónoma (Individual)", el Licenciario Educativo podrá Instalar una copia de la versión específica de los Materiales con Licencia indicada en la correspondiente Identificación de Licencia en un (1) Ordenador, con sujeción a las limitaciones funcionales determinadas y descritas en la Cláusula 6.3 (Datos Afectados), en Modo Autónomo y permitir el Acceso a dicha copia de los Materiales con Licencia exclusivamente al Licenciario Educativo y únicamente para Fines Educativos. La Licencia Educativa Autónoma (Individual) tendrá una duración determinada que se especificará en la Identificación de Licencia correspondiente o, si no se especifica dicha duración, el periodo de vigencia será de treinta y seis (36) meses contados a partir de la Instalación o aquél que Autodesk autorice por escrito.

5. Licencia Educativa Autónoma de Varios Puestos. Si la Identificación de Licencia identifica el Tipo de Licencia como "Licencia Educativa Autónoma de Varios Puestos", el Licenciario Educativo podrá Instalar las copias de la versión específica de los Materiales con Licencia indicada en la correspondiente Identificación de Licencia hasta el Número Permitido de Ordenadores, con sujeción a las limitaciones funcionales determinadas y descritas en la Cláusula 6.3 (Datos Afectados), en Modo Autónomo y permitir el Acceso a dichas copias de los Materiales con Licencia exclusivamente a los Licenciarios Educativos y únicamente para Fines Educativos. La Licencia Educativa Autónoma de Varios Puestos tendrá una duración determinada que se especificará en la Identificación de Licencia correspondiente o, si no se especifica dicha duración, el periodo de vigencia será de treinta y seis (36) meses contados a partir de la Instalación o aquél que Autodesk autorice por escrito.

6. Licencia Educativa de Red. Si la Identificación de Licencia identifica el Tipo de Licencia como "Licencia Educativa de Red", el Licenciario Educativo podrá Instalar las copias de la versión específica de los Materiales con Licencia indicada en la correspondiente Identificación de Licencia en un único Ordenador de servidor de red, con sujeción a las limitaciones funcionales determinadas y descritas en la Cláusula 6.3 (Datos Afectados), pudiendo Accederse a dichos Materiales con Licencia en múltiples Ordenadores en Modo de Red y estando permitido el Acceso a las copias de los Materiales con Licencia exclusivamente a los Licenciarios Educativos y únicamente para Fines Educativos, respetando en todo caso que el número máximo de Usuarios Autorizados simultáneos no sea superior al Número Permitido de Usuarios Autorizados. La Licencia Educativa de Red tendrá una duración determinada que se especificará en la Identificación de Licencia correspondiente o, si no se especifica dicha duración, el periodo de vigencia será de treinta y seis (36) meses contados a partir de la Instalación o aquél que Autodesk autorice por escrito.

7. Licencia de Aprendizaje Personal. Si la Identificación de Licencia identifica el Tipo de Licencia como

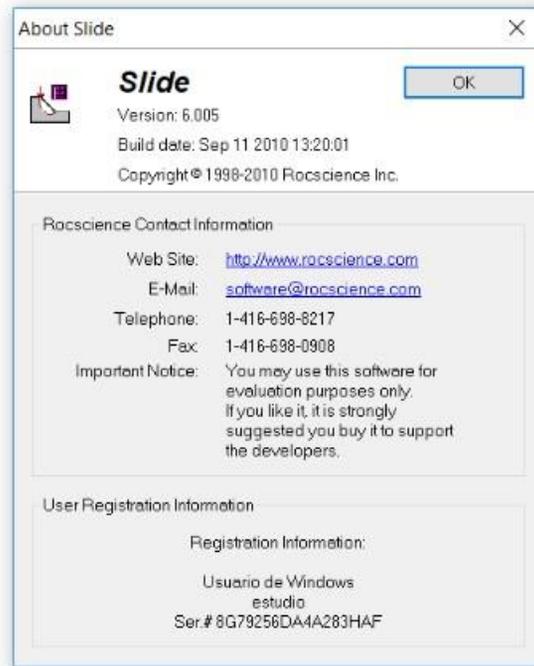
"Licencia de Aprendizaje Personal", el Licenciario podrá Instalar una copia de la versión específica de los Materiales con Licencia indicada en la correspondiente Identificación de Licencia en un (1) Ordenador, con sujeción a las limitaciones funcionales determinadas y descritas en la Cláusula 6.3 (Datos Afectados), en Modo Autónomo y permitir el Acceso a dicha copia de los Materiales con Licencia exclusivamente al Licenciario, en su condición de persona física individual, únicamente para Fines de Aprendizaje Personal y en lugares que no podrán ser laboratorios o aulas y sin que pueda utilizarse para fines comerciales, profesionales ni lucrativos. La duración de la Licencia de Aprendizaje Personal Autónoma (Individual) será el periodo de tiempo fijo que se especifique en la correspondiente Identificación de Licencia. Si no se indica ningún periodo de tiempo en concreto, la duración será de trece (13) meses a partir de la fecha de Instalación.

8. Evaluación/Demostración/Prueba. Si Autodesk identifica el Tipo de Licencia como una versión de "demostración", "evaluación", "prueba" o "no autorizada para su reventa" (cada una de ellas una "Licencia de Evaluación") en la correspondiente Identificación de Licencia, el Licenciario podrá Instalar una copia de la versión específica de los Materiales con Licencia indicada en la correspondiente Identificación de Licencia en un (1) Ordenador, con sujeción a las limitaciones funcionales determinadas y descritas en la Cláusula 6.3 (Datos Afectados), en Modo Autónomo y permitir el Acceso a dicha copia de los Materiales con Licencia exclusivamente al Personal del Licenciario y únicamente para Fines de Evaluación, respetando en todo caso que el número máximo de Usuarios Autorizados simultáneos no sea superior a uno (1) y únicamente en el lugar de trabajo del Licenciario. La duración de la Licencia de Evaluación será el periodo de tiempo fijo que se especifique en la correspondiente Identificación de Licencia o, si no se indica ningún periodo de tiempo en concreto, la duración será de treinta (30) días a partir de la fecha de Instalación o cualquier otro plazo de tiempo que Autodesk autorice por escrito.

9. Licencia de Duración Fija/Limitada/de Alquiler. Si Autodesk indica en la correspondiente Identificación de Licencia que la duración de esa licencia es por un periodo de tiempo fijo o limitado o que se trata de una Licencia de Alquiler, el derecho del Licenciario a Instalar y Acceder a los Materiales con Licencia será válido únicamente durante ese periodo de tiempo concreto especificado en la Identificación de Licencia. Las actividades de Instalación y Acceso deberán ser acordes a los correspondientes Tipo de Licencia y Número Permitido. Si Autodesk indica en la correspondiente Identificación de Licencia que la duración de esa licencia es por un periodo de tiempo fijo o limitado o que se trata de una Licencia de Alquiler, pero luego no se especifica ningún periodo concreto en la Identificación de Licencia, la duración será de noventa (90) días a partir de la fecha de Instalación (o aquella especificada en las Cláusulas B.6 (Licencia Educativa de Red), B.7 (Licencia de Aprendizaje Personal) o B.8 (Evaluación/Demostración/Prueba) del presente Anexo B con respecto a las licencias descritas en dichas cláusulas).

10. Licencia de Sesión Específica de Red. Si la Identificación de Licencia identifica el Tipo de Licencia como "Licencia de Sesión Específica de Red", el Licenciario podrá instalar una (1) copia de la versión específica de los Materiales con Licencia indicada en la correspondiente Identificación de Licencia en un Ordenador y permitir el Acceso a dichos Materiales con Licencia en múltiples Ordenadores a través de una Aplicación de Virtualización Soportada, en Modo de Red, exclusivamente al Personal del Licenciario y únicamente para atender las Necesidades Empresariales Internas de éste, respetando en todo caso que el número máximo de Sesiones simultáneas no sea superior al Número Permitido y cualesquiera otros límites impuestos por la herramienta Autodesk License Manager (en su caso). A efectos de esta Licencia de Sesión Específica de Red, (a) una "Sesión" se define como un intercambio de información interactiva entre dos Ordenadores que están conectados a través de una Aplicación de Virtualización Soportada y (b) "Aplicación(es) de Virtualización Soportada(s)" son los métodos o aplicaciones de Virtualización de terceros con respecto a los cuales se haya indicado específicamente que están soportados por Autodesk en la Documentación de Usuario relativa a los Materiales con Licencia. En lo que respecta a la Aplicación de Virtualización Soportada que corresponda, el Licenciario se obliga a activar todos los mecanismos de seguimiento de sesión disponibles, a no deshabilitarlos y a conservar todos los registros generados por dicho mecanismo de seguimiento de sesión. La duración de la Licencia de Sesión Específica de Red es perpetua, salvo por lo estipulado en contrario en el presente Contrato.


COLEGIO DE INGENIEROS DEL
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH
LUIS ENRIQUE COTRINA L. V.A.
INGENIERO DE MINAS
CIP. N° 191432



v6.005 Slide <http://www.rocscience.com/products>

Serie de configuración: **8G79256DA4A283HA**

Finstalar sl6005s12.exe copiar todo desde el directorio "crack" a su directorio de instalación
Aviso importante: Usted puede usar este software sólo con fines de evaluación. Si te gusta, es muy recomendable que usted lo compre para apoyar a los desarrolladores. Por cualquier medio que usted no puede usar este software para hacer dinero o utilizarlo con fines comerciales.



Anexo 5 Planos

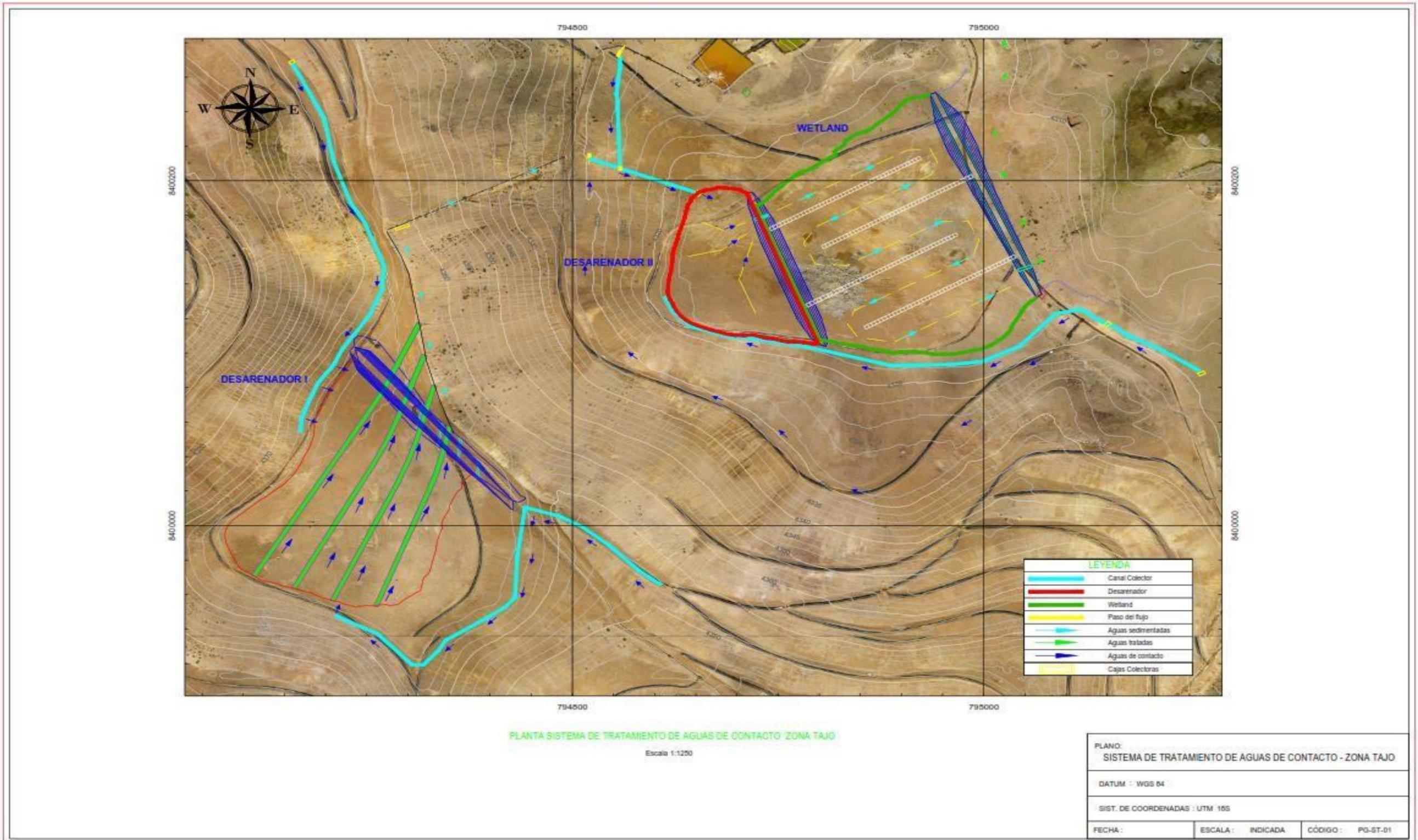


Figura 5 Vista del sistema de tratamiento de aguas acidas

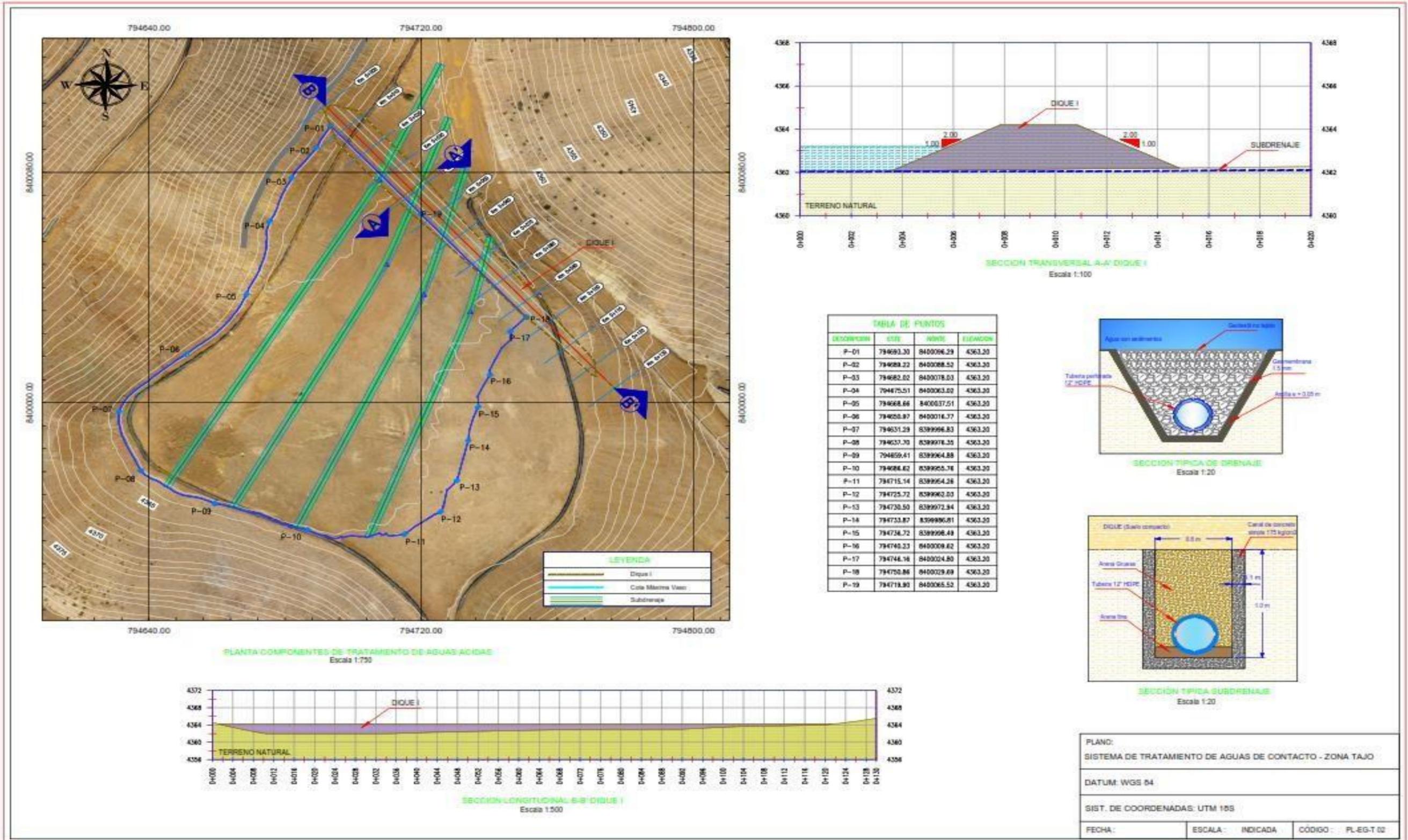


Figura 6 Vista en planta, perfil y sección del desarenador I

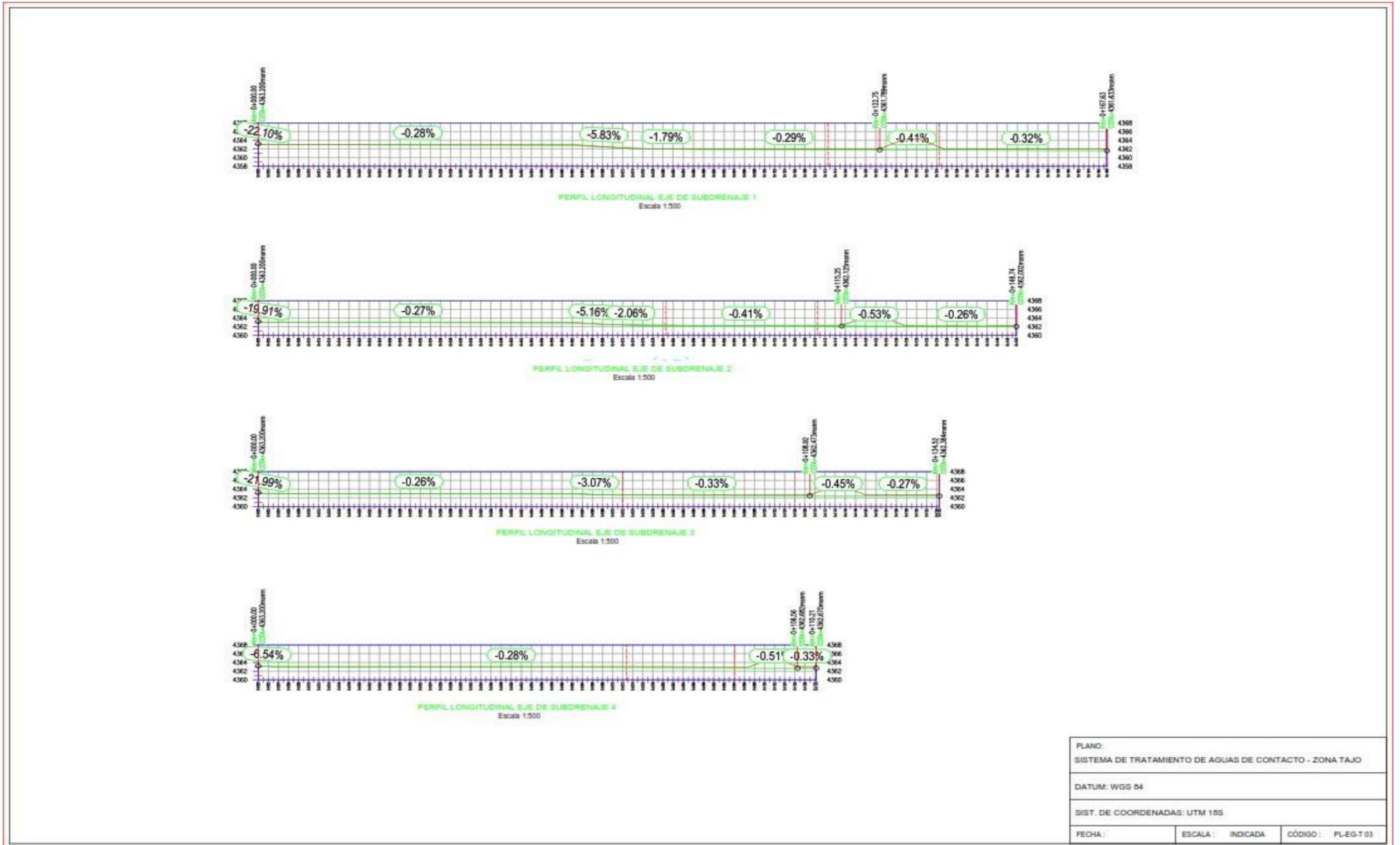


Figura 7 Vista de las secciones del desarenador I

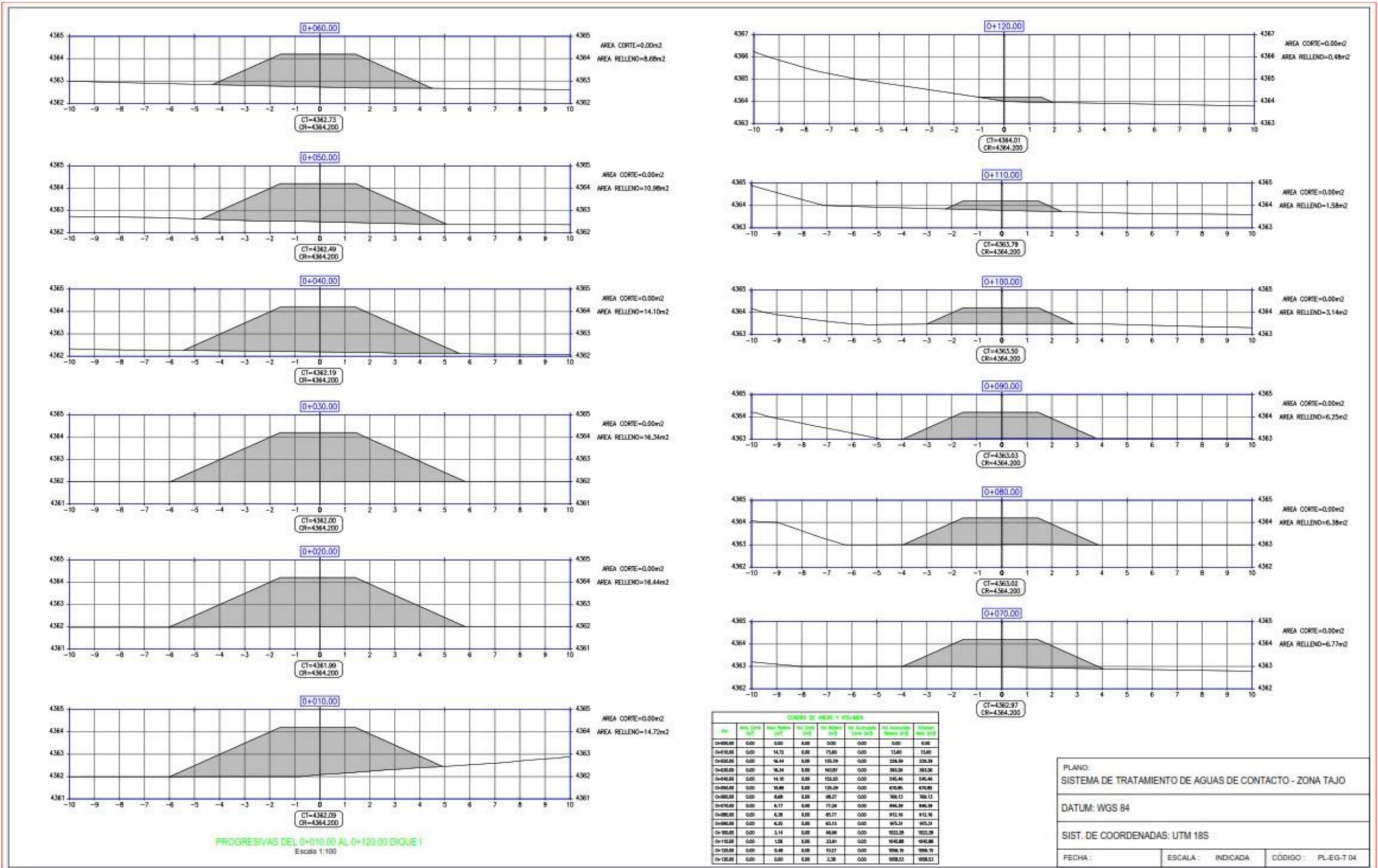


Figura 8 Vista de las secciones del dique I del desarenador I

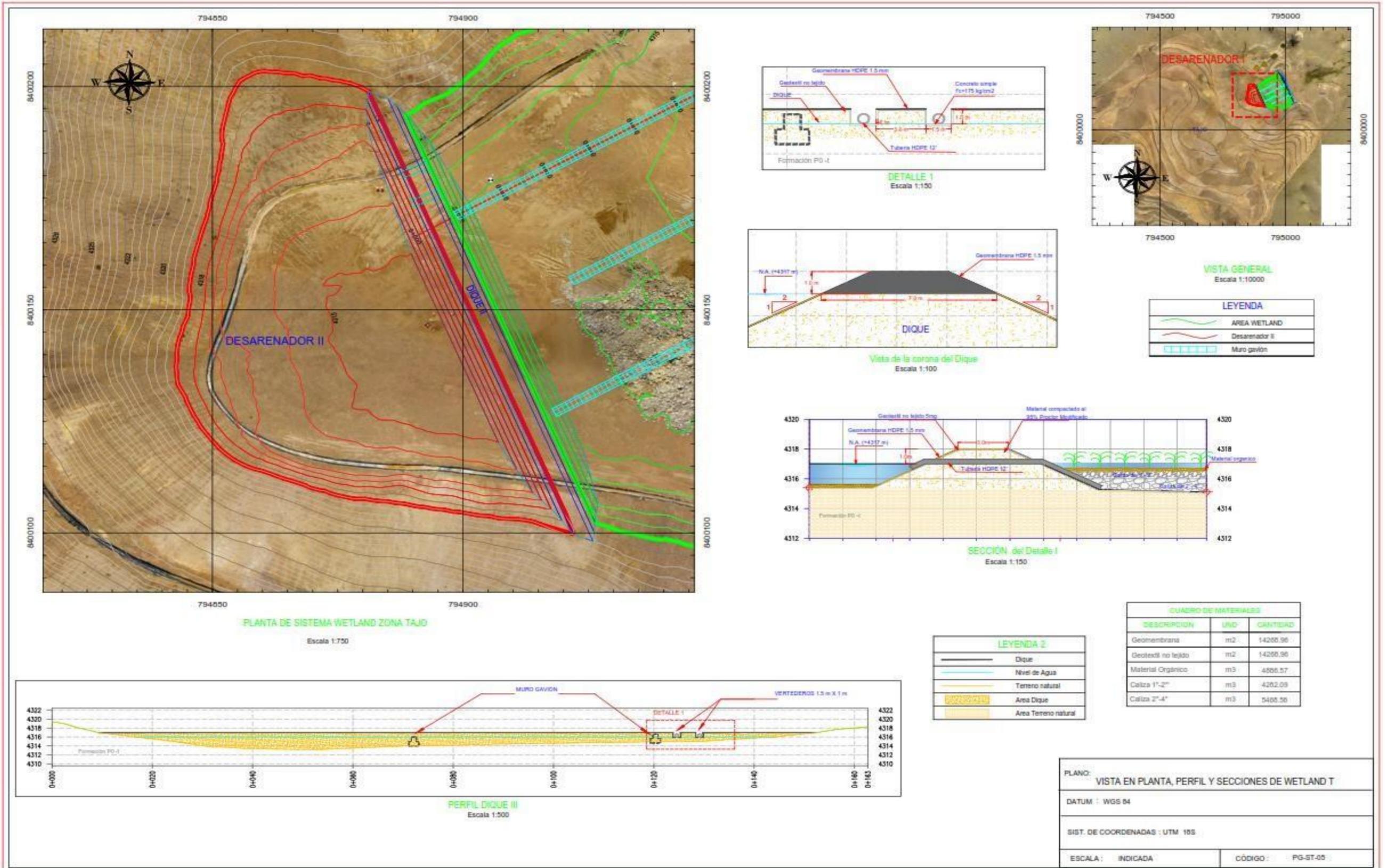


Figura 9 Vista en planta de perfil y sección del desarenador II

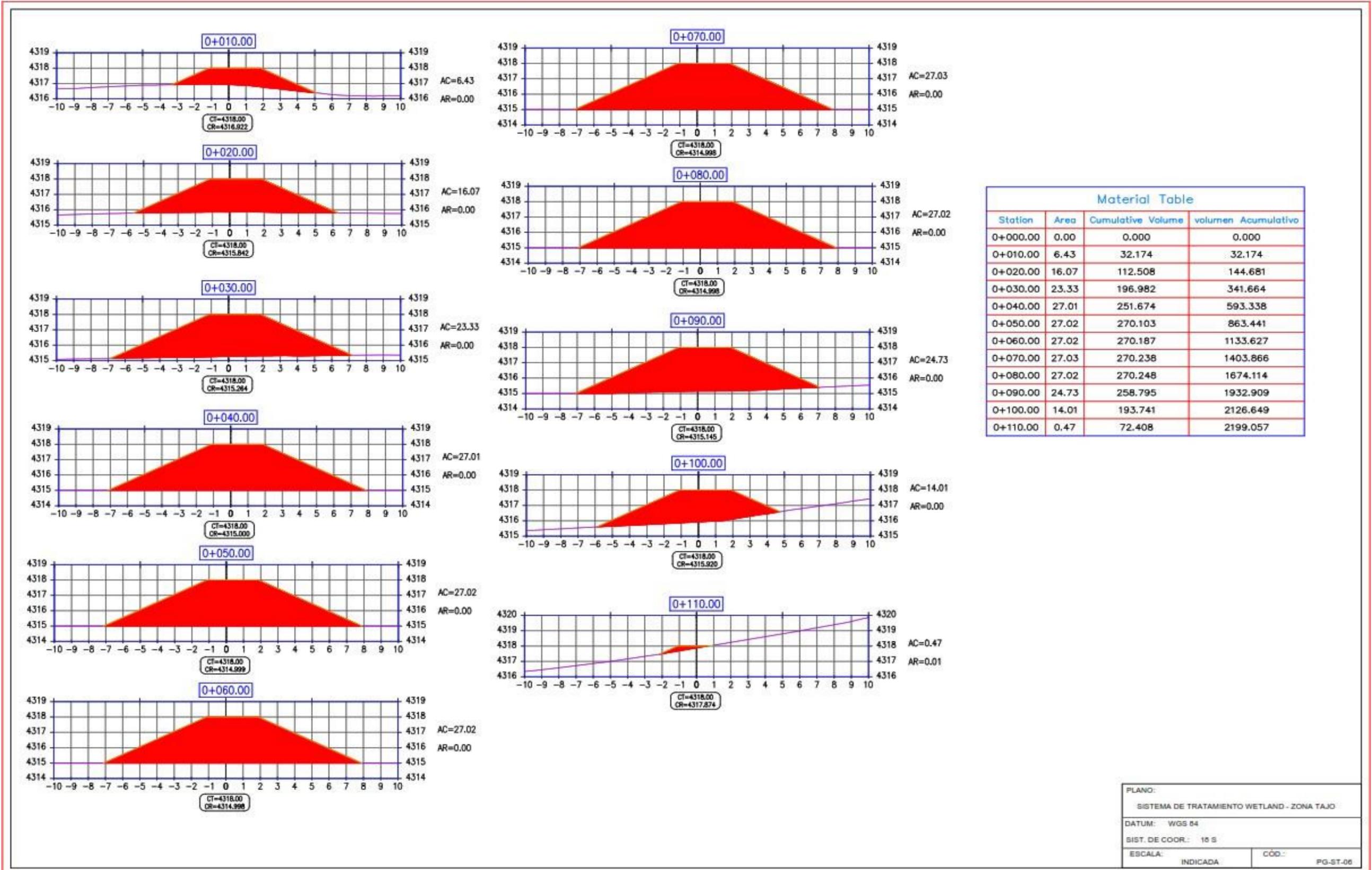


Figura 10 Vista de las secciones del dique II del desarenador II

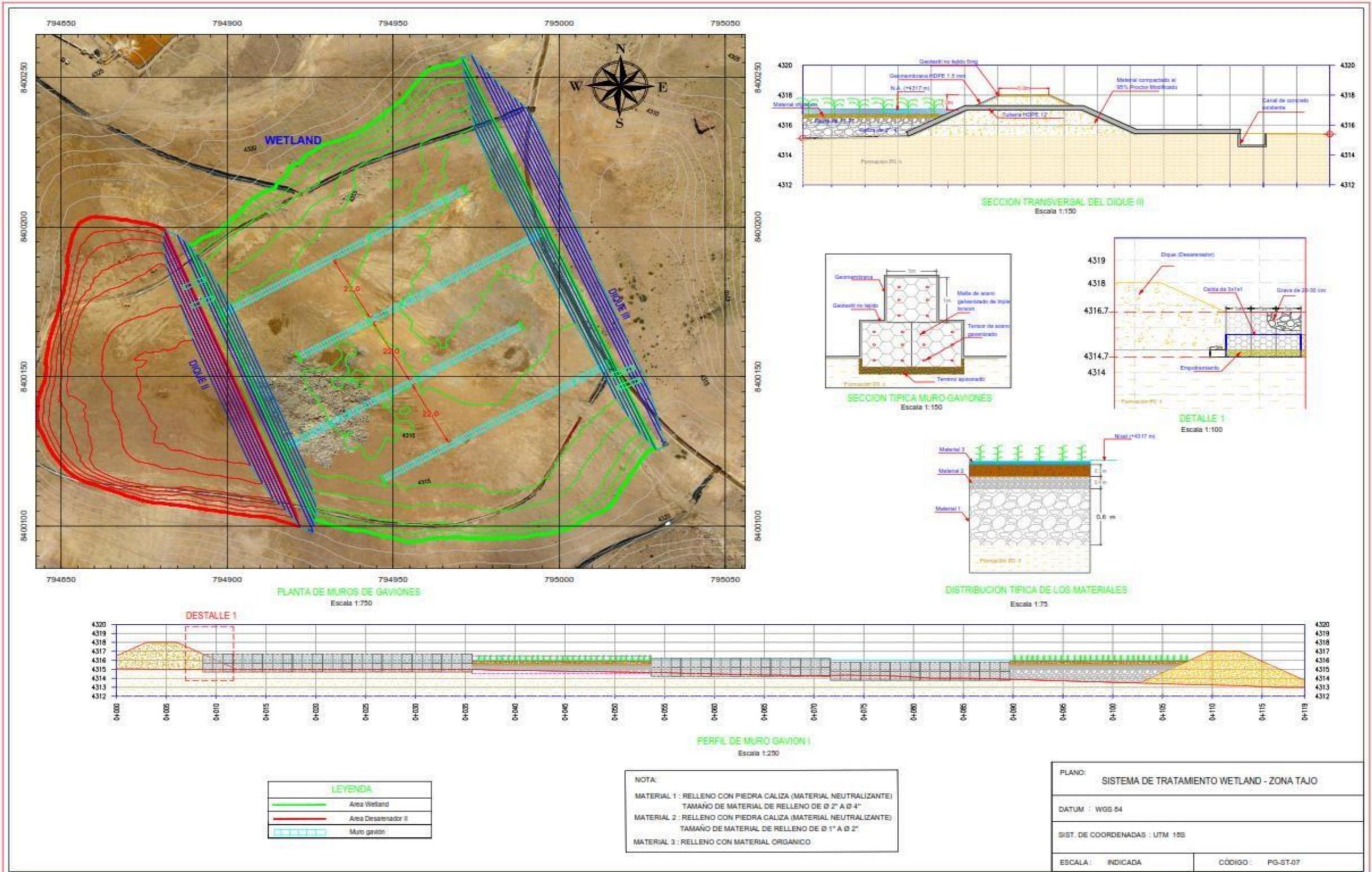
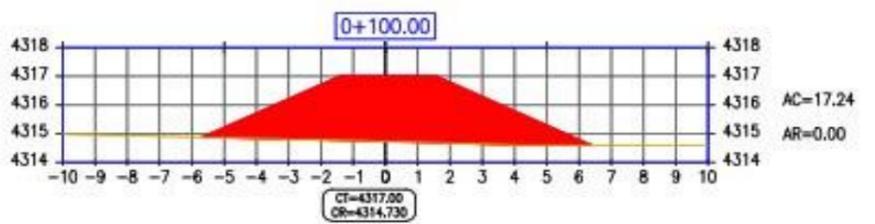
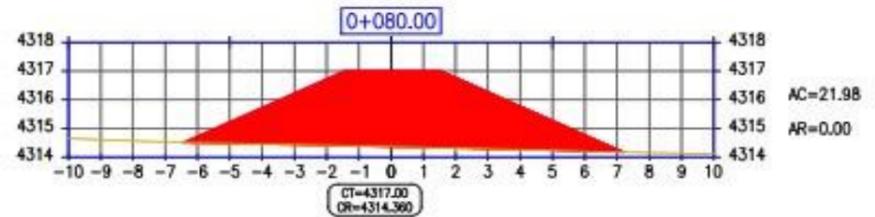
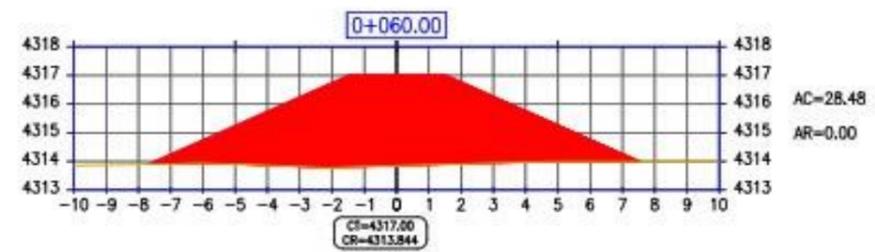
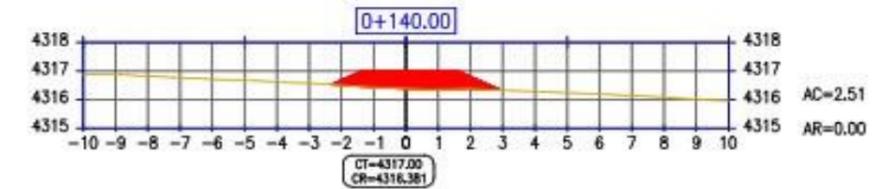
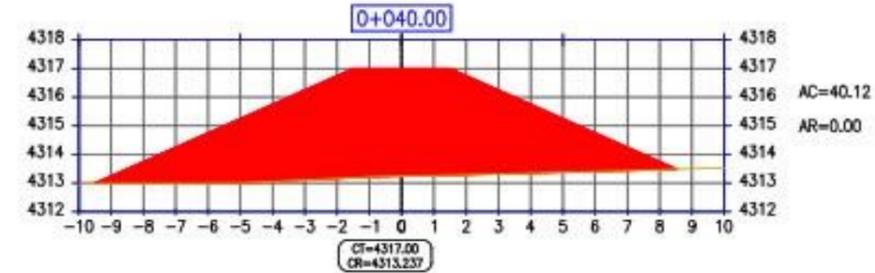
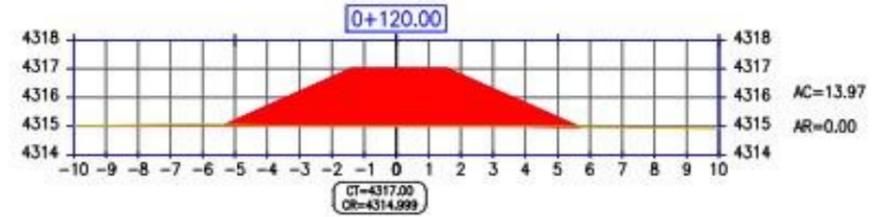
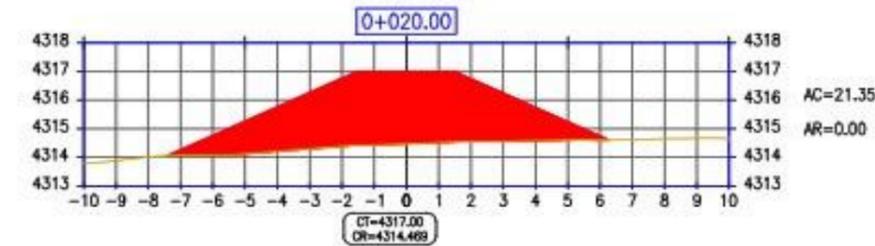


Figura 11 Vista en planta, perfil y sección del wetland



Km	Area Corte (m ²)	Area Relleno (m ²)	Vol Corte (m ³)	Vol Relleno (m ³)	Vol Acumulado Corte (m ³)	Vol Acumulado Relleno (m ³)	Volumen Neto (m ³)
0+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	21.35	0.00	213.49	0.00	213.49	0.00	213.49
0+040.00	40.12	0.00	614.73	0.00	828.22	0.00	828.22
0+060.00	28.48	0.00	686.07	0.00	1514.29	0.00	1514.29
0+080.00	21.98	0.00	504.67	0.00	2018.96	0.00	2018.96
0+100.00	17.24	0.00	392.23	0.00	2411.19	0.00	2411.19
0+120.00	13.97	0.00	312.11	0.00	2723.30	0.00	2723.30
0+140.00	2.51	0.00	164.77	0.00	2888.07	0.00	2888.07

SECCIONES DEL DIQUE III
Escala 1:200

PLANO:	
SISTEMA DE TRATAMIENTO WETLAND - ZONA TAJO	
DATUM: WGS 84	
SIST. DE COOR.: 10 S	
ESCALA:	COD.:
INDICADA	PG-ST-06

Figura 12 Vista de secciones del dique III del wetland

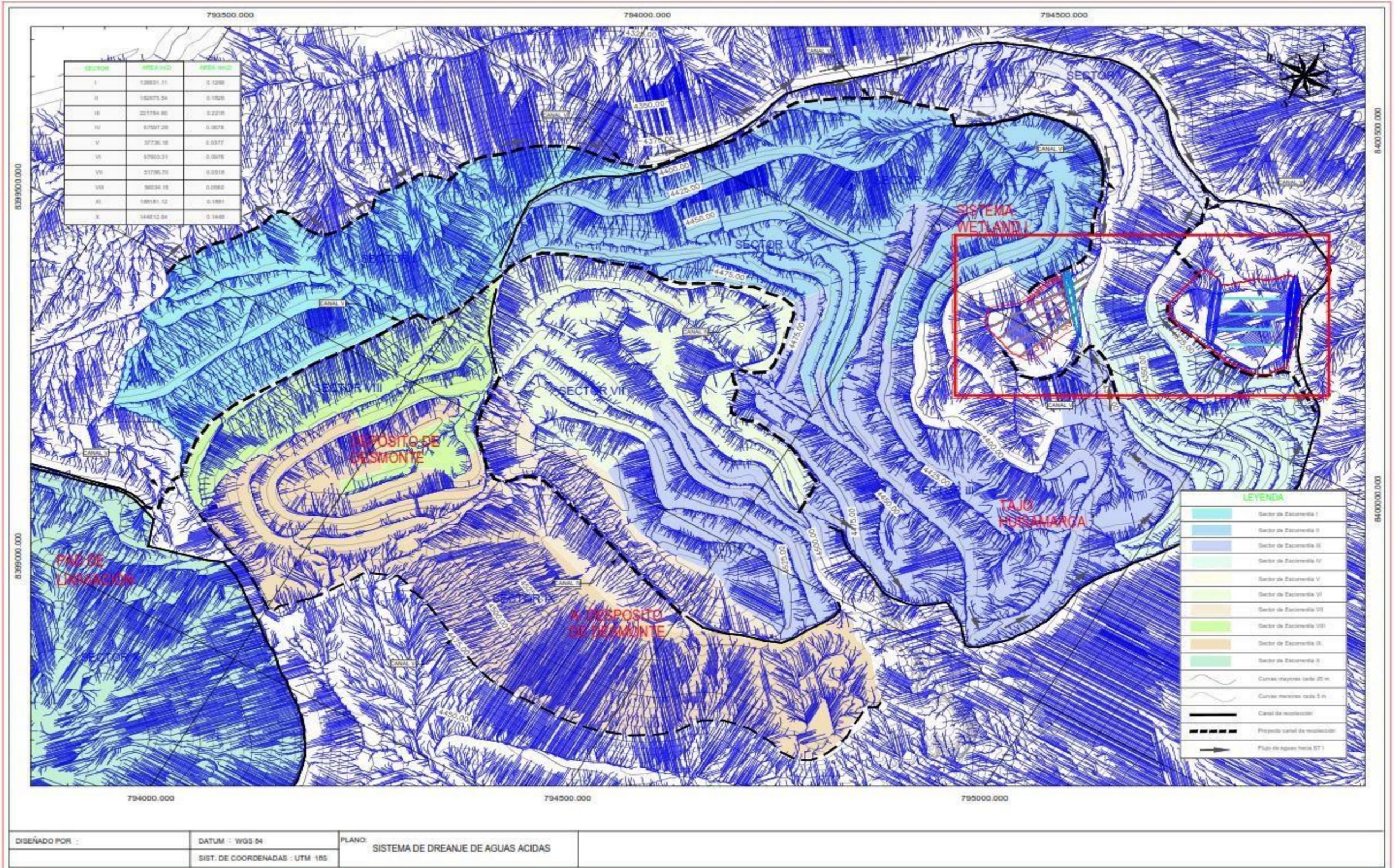


Figura 13 Escorrentía y sectorización

Anexo 6 Ensayos de laboratorio

INFORME DE ENSAYO N° MA18080310

Nombre del Cliente : ANABI S.A.C.
 Domicilio Legal : Av. Jose Galvez Barrenechea 492 Int. 205- SAN ISIDRO - LIMA
 Solicitado Por : CLEAN TECHNOLOGY S.A.C.
 Referencia : MUESTRA DE SUELO ENSAYO GEOQUIMICO

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia : UNIDAD MINERA ANABI
 Plan de Muestreo : Realizado por el Cliente
 Cantidad de Muestras : 19
 Condición de la Muestra : Frascos de plástico y/o vidrio, preservados y refrigerados

Fecha de Muestreo : 12-17/08/2018
 Fecha de Recepción : 18/08/2018
 Fecha Inicio Ensayo : 18/08/2018

METODOS DE ENSAYO

Parámetros	Normas
Azufre como Sulfato	ISO 11048 Rev. 0 1995
Azufre como Sulfuro	ASTM E1915-11
Azufre total	ASTM E1915-11
Efervescencia	EPA 600/2-78-054(1978)
pH - Pasta	EPA 600/2-78-054(1978)
PN/PAM	EPA 600/2-78-054(1978)
Potencial de Acidez Máximo	EPA 600/2-78-054(1978)
Potencial de Neutralización	EPA 600/2-78-054(1978)
Potencial Neto de Neutralización	EPA 600/2-78-054(1978)

SIGLAS: "EPA": U.S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, "ASTM": American Society for Testing and Materials, ISO: International Organization for Standardization.



INFORME DE ENSAYO N° MA18080310

Cod. Cliente	MS-01-TJ	MS-02-TJ	MS-03-TJ	MS-04-TJ	MS-05-TJ		
Cod. Lab.	MA18080310.0	MA18080310.0	MA18080310.0	MA18080310.0	MA18080310.0		
Tipo de Producto	Suelo; suelo	Suelo; suelo	Suelo; suelo	Suelo; suelo	Suelo; suelo		
Fecha de Muestreo	12/08/2018	12/08/2018	12/08/2018	12/08/2018	12/08/2018		
Hora de Muestreo	10:00	10:20	10:50	11:20	12:00		
Cadena de Custodia	50260	50260	50260	50260	50260		
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
Azufre como Sulfato	%S	0,01	0,14	0,19	0,18	0,16	0,18
Azufre como Sulfuro	%S	0,01	0,43	0,13	0,27	0,38	0,31
Azufre total	%S	0,01	0,57	0,32	0,45	0,54	0,49
Efervescencia	---	N.A.	1	1	1	1	1
pH - Pasta	Und. pH	N.A.	4,6	4,0	5,0	4,3	3,9
PN/PAM	---	N.A.	0,32	0,53	0,53	0,23	0,15
Potencial de Acidez Máximo	KgCaCO ₃ /T	N.A.	13,44	3,75	8,44	11,88	9,69
Potencial de Neutralización	KgCaCO ₃ /T	N.A.	4,25	2,00	4,50	2,75	1,50
Potencial Neto de Neutralización	KgCaCO ₃ /T	N.A.	-0,19	-1,75	-3,94	-0,13	-8,19

Cod. Cliente	MS-06-PAD	MS-07-PAD	MS-08-PAD	MS-10-PAD	MS-11-PAD		
Cod. Lab.	MA18080310.0	MA18080310.0	MA18080310.0	MA18080310.0	MA18080310.0		
Tipo de Producto	Suelo; suelo	Suelo; suelo	Suelo; suelo	Suelo; suelo	Suelo; suelo		
Fecha de Muestreo	13/08/2018	13/08/2018	13/08/2018	13/08/2018	13/08/2018		
Hora de Muestreo	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00		
Cadena de Custodia	50260	50260	50260	50260	50260		
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
Azufre como Sulfato	%S	0,01	0,25	0,23	0,20	0,14	0,38
Azufre como Sulfuro	%S	0,01	0,67	1,03	0,71	0,64	0,45
Azufre total	%S	0,01	0,92	1,26	0,91	0,98	0,83
Efervescencia	---	N.A.	4	4	4	4	4
pH - Pasta	Und. pH	N.A.	8,0	8,1	8,0	8,0	8,0
PN/PAM	---	N.A.	2,98	2,88	5,47	4,76	8,81
Potencial de Acidez Máximo	KgCaCO ₃ /T	N.A.	20,94	32,19	22,19	26,25	14,06
Potencial de Neutralización	KgCaCO ₃ /T	N.A.	62,50	86,25	121,3	125,0	123,8
Potencial Neto de Neutralización	KgCaCO ₃ /T	N.A.	41,56	54,06	99,11	98,75	109,7



INFORME DE ENSAYO N° MA18080310

Cod. Cliente	MS-19-BDA	MS-20-BDA	MS-21-TS	MS-22-MP-05		
Cod. Lab.	MA18080310.16	MA18080310.17	MA18080310.18	MA18080310.19		
Tipo de Producto	Suelo; suelo	Suelo; suelo	Suelo; suelo	Suelo; suelo		
Fecha de Muestreo	15/08/2018	15/08/2018	17/08/2018	17/08/2018		
Hora de Muestreo	12:00	12:20	01:00	02:00		
Cadena de Custodia	50260	50260	50260	50260		
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados			
Azufre como Sulfato	% S	0,01	0,26	0,33	0,20	0,25
Azufre como Sulfuro	% S	0,01	0,14	0,74	0,60	0,60
Azufre total	% S	0,01	0,40	1,07	0,80	0,85
Efervescencia	---	N.A.	4	4	1	1
pH - Pasta	Und. pH	N.A.	7,9	7,8	5,3	5,2
PN/PAM	---	N.A.	29,41	4,81	0,28	0,25
Potencial de Acidez Máximo	KgCaCO ₃ /T	N.A.	4,38	23,13	18,75	18,75
Potencial de Neutralización	KgCaCO ₃ /T	N.A.	128,8	111,3	5,25	4,75
Potencial Neto de Neutralización	KgCaCO ₃ /T	N.A.	124,4	88,17	-13,50	-14,00

Legenda: L.D = Límite de detección PS= Peso Seco N.A. = No aplica

Tiempo de Perecibilidad de Muestras
PN, PAM : 7 días

Lurin, 12 de Setiembre del 2018

Zaida Contreras Pachere
Zaida Contreras Pachere
 Supervisora de Laboratorio Químico
 CGP 1162





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGIA, MINERA Y METALURGIA
LABORATORIO DE MECANICA DE ROCAS

ENSAYOS DE PROPIEDADES FISICAS.

Los ensayos se realizaron según la norma ASTM C 97 – 02

Los resultados son los siguientes:

Bloque	Litología (m)	Diámetro (cm.)	Altura (cm.)	Densidad Seca (gr./cm ³)	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	Porosidad Aparente (%)	Absorción (%)	Peso Especifico Aparente (KN/m ³)
M-1	TUFO	5.46	3.32	2.37	2.45	8.14	3.43	23.26
M-2	TUFO	5.42	3.06	1.86	1.97	10.85	5.84	18.22
M-6	TUFO	5.45	3.2	2.44	2.50	5.84	2.39	23.95

ENSAYOS DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

Se ha ensayado 3 testigos por cada muestra entregada. Los testigos se realizaron según la norma ASTM 2664-95.

Los resultados son lo siguientes:

Código	Litología	Muestra	Diámetro (cm.)	Altura (cm.)	Carga (Kg.)	Confin. (MPa)	mi	Angulo De Fricción Interno (°)	Cohesión (MPa)
		1	5.49	10.71	155.40	2			
M-1	TUFO	2	5.5	10.92	190.97	4	19.13	48.54	9.82
		3	5.46	10.88	218.60	6			
		1	5.46	10.88	181.49	2			
M-3	TUFO	2	5.5	10.91	226.00	4	22.24	51.14	10.95
		3	5.48	10.69	259.24	6			
		1	5.47	10.9	141.10	2			
M-5	TUFO	2	5.47	10.91	174.60	4	16.72	46.71	9.51
		3	5.43	10.9	197.60	6			





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGIA, MINERA Y METALURGIA
LABORATORIO DE MECANICA DE ROCAS

ENSAYOS DE CORTE DIRECTO

Los ensayos se realizaron sobre discontinuidad simulada con caras paralelas a la dirección de corte, según norma ASTM D 5607-95

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Muestra	Litología	Diámetro (cm.)	Área (cm ²)	Ángulo de Fricción Residual (°)	Cohesión (MPa)
M-1	TUFO	5.45	23.33	31.14	0.116
M-2	TUFO	5.51	23.84	31.10	0.103
M-6	TUFO	5.45	23.33	30.92	0.098

ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL

Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D 5731-02, obteniéndose los siguientes resultados:

Sondaje	Profundidad (m)	Litología	W (mm)	D (mm)	D _c (mm)	Carga (N)	I _s (50) (MPa)	Resistencia a la Compresión Simple (Mpa)
			39.5	30	38.84	9500	5.55	133.2
			67	30	50.59	13000	5.11	122.6
MI-1	36.35-36.75	TUFO	57.5	29	46.08	12000	5.45	130.8
			59.5	29	46.87	13000	5.75	137.9
			39.5	31	39.49	10000	5.77	138.4
							Promedio	132.6
			51	29	43.39	7500	3.71	89.0
MI-1	84.73-85.06	TUFO	53.5	30	45.21	8500	3.97	95.4
			58	28	45.47	8400	3.89	93.4
			60	30	47.87	9200	3.94	94.5
			61	32	49.85	9000	3.62	86.8
							Promedio	91.8



INFORME DE ENSAYO N° LO18090007

Nombre del Cliente : ANABI S.A.C.
 Domicilio Legal : Av. Jose Galvez Barrenechea 492 Int. 205- SAN ISIDRO - LIMA
 Solicitado Por : ANABI S.A.C.
 Referencia : MUESTRAS DE SUELO ENSAYO GEOTECNICO

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia : U.M. ANABI Fecha de Muestreo : 11-17/06/2016
 Plan de Muestreo : Realizado por el Cliente Fecha de Recepción : 27/06/2016
 Cantidad de Muestras : 4 Fecha Inicio Ensayo : 27/06/2016
 Condición de la Muestra : Frascos de plástico y/o vidrio, preservados y refrigerados

METODOS DE ENSAYO

Parámetros	Normas
PROPIEDADES FISICAS PARA SUELOS	
Gravedad específica de suelo	ASTM D854
Gravedad específica aparente	ASTM C127
Gravedad específica global de sólidos	ASTM D854
CORTE DIRECTO PARA SUELOS	
Granulometría por tamizado	ASTM D422
Límites de consistencia	ASTM D4318
Clasificación SUCS	ASTM D2457
Contenido de Humedad	ASTM D2216
Corte directo	ASTM D3080



INFORME DE ENSAYO N° LO18090007

CORTE DIRECTO PARA SUELOS

Cod. Cliente	MS-CA-1TJ			
Cod. Lab.	LO18090007.01			
Tipo de Producto	Suelo; suelo			
Fecha de Muestreo	11/08/2018			
Hora de Muestreo	12:00			
Cadena de Custodia	50363			
Malla	Resultados			
Análisis Granulométrico por tamizado - ASTM D422				
Malla ASTM	ABERTURA (mm)	% PARCIAL RETENIDO	(%) ACUMULADO	
			RETENIDO	PASA
3"	75	-	-	
2"	50	-	-	
1 1/2"	37,5	-	-	100,0
1"	25	13,7	13,7	86,3
3/4"	19	5,6	19,4	80,6
1/2"	12,5	4,5	23,9	76,2
3/8"	9,5	4,9	28,7	71,3
1/4"	6,3	6,0	34,7	65,3
N°4	4,75	3,6	38,3	61,7
N°10	2	6,9	47,3	52,7
N°20	0,85	6,4	53,7	46,3
N°30	0,6	2,2	55,9	44,1
N°40	0,425	2,4	58,2	41,8
N°60	0,25	3,5	61,7	38,3
N°100	0,15	3,1	64,8	35,1
N°200	0,075	3,9	68,8	31,2
FONDO	0	31,2	100,00	0,00

% Grava	38,3
% Arena	30,5
% Finos	31,2

Límites de Consistencia ASTM D4318	
Límite líquido (%)	45,7
Límite de plástico (%)	26,3
Índice de plástico (%)	19,4

Clasificación SUCS ASTM D2487	GC
-------------------------------	----

Contenido de Humedad ASTM D2216(%)	21,1
------------------------------------	------

