



**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,
PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM**

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI.
Resolución del Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: Ardiles Giraldo, Harold Alexis.

Código de alumno: 121.0904.414

Teléfono: 963569655

Correo electrónico: haroldalucard@hotmail.com DNI o Extranjería: 70114358

2. Modalidad de trabajo de investigación:

Trabajo de investigación

Trabajo académico

Trabajo de suficiencia profesional

Tesis

3. Título profesional o grado académico:

Bachiller

Título

Segunda especialidad

Licenciado

Magister

Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

“PROPUESTA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA
EN EL CENTRO TEMÁTICO DE RECUAY EN EL AÑO 2019”

5. Facultad de: Ingeniería Civil

6. Escuela, Carrera o Programa: Ingeniería Civil

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: Silva Lindo, Marco Antonio

Teléfono: 970031833

Correo electrónico: maslindo1@yahoo.com

DNI o Extranjería: 31621028

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: 

D.N.I.: 701143548

FECHA:

16	/	12	/	2020
----	---	----	---	------

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**PROPUESTA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA
FREÁTICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE RECUAY EN EL AÑO 2019**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. ARDILES GIRALDO HAROLD ALEXIS

ASESOR:

ING, SILVA LINDO MARCO ANTONIO



HUARAZ – ANCASH – PERÚ

2019

Dedicado a mis padres José Ardiles Peña y María Giraldo Méndez por su apoyo, confianza y grandes enseñanzas que dedicaron hacia mi persona para así poder guiar mi vida y lograr hacer realidad este anhelo esperado.

Harold Ardiles Giraldo.

AGRADECIMIENTO.

Mi mayor agradecimiento a nuestro señor Dios que con su bendición y manto cuida mis pasos iluminando siempre mi camino. Mi sincero respeto a los docentes de la escuela académico profesional de ingeniería de civil de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, quienes con su experiencia y dedicación encaminaron mi formación profesional, así como el objetivo anhelado de culminar la carrera de ingeniería civil y de los logros que con ello encuentre.

A mis más sinceros amigos, el Ing. Arturo Salazar Córdova y Ing. Henry Molina Mendoza, al soporte académico, al Ingeniero Marco Silva Lindo quien ha contribuido con el asesoramiento de la presente tesis. Mi agradecimiento eterno a mis padres José Ardiles Peña, María Giraldo Méndez, por el esfuerzo, sacrificios y dedicación que volcaron hacia mi persona todo ello con el fin de lograr mis metas tanto personales como profesionales. A mis hermanos Joseph Ardiles Giraldo y Michael Ardiles Giraldo por sus consejos y su desinteresado apoyo día tras día.

Ardiles Giraldo Harold.

RESUMEN

La zona de investigación se encuentra ubicado al este de la ciudad de Recuay, distrito de Recuay, provincia de Recuay del departamento de Áncash, al margen izquierdo del rio santa, donde se está ejecutando el proyecto del centro temático de Recuay, en el cual mediante estudios de suelos se encontró que el nivel de la capa freática es elevado, lo cual no permite la sostenibilidad en el tiempo de las estructuras presentes en la zona, como son: restaurantes, auditorios, campo de tiro, lozas deportivas, estacionamientos etc.

La presente investigación tiene como objetivo presentar la metodología a seguir para garantizar la evacuación de la capa freática en el centro temático de Recuay mediante un sistema de abatimiento de la capa freática y así dar solución al alto nivel freático y evitar que las construcciones existentes sean afectadas por asentamientos, en la cual se evaluó varios tipos de drenaje, como zanjas drenantes con tuberías perforadas, dren francés, drenaje sintético, colchón de drenaje, drenes horizontales o de penetración y galerías filtrantes. Para el procesamiento de datos, se inicia con el estudio topográfico siguiendo con la evaluación de la estratigrafía y mecánica de los suelos; luego procedemos al estudio hidrográfico, hidrológico e hidráulico para el diseño del caudal de infiltración y subterráneo que existe en la zona de investigación y su punto de descarga al rio santa, luego presentamos los resultados de la investigación.

La metodología de la investigación es de tipo aplicativo, no experimental, transversal, aplicada a un proceso de análisis, sin recurrir a la implementación del diseño en el terreno, con tipos de muestras por conveniencia no probabilísticas.

De la evaluación de los diferentes tipos de drenaje para el diseño del sistema de abatimiento de la capa freática, se escoge las zanjas drenantes con tuberías perforadas, toda vez, que es la mejor que se adapta al área de estudio y a su vez tiene una mayor eficiencia y eficacia para evacuar el agua subterránea.

PALABRAS CLAVE

Zanja drenante, abatimiento de la capa freática, evacuación de las aguas subterráneas, Tipos de drenes, Diseño hidráulico de drenaje.

ABSTRACT.

You find the zone of investigation located east of Recuay city, Recuay district, Recuay province of Ancash department, to the river's left-hand margin saint-like, where the project of Recuay thematic center is executed, you found yourself in which by means of studies of grounds that the level of the water table is lifted, which does not allow the sustainability in the time of the present structures at the zone like: Restaurants, audiences, field of throw, sports slabs, parking lots etc.

Present it investigation aims at presenting the methodology to follow to guarantee the evacuation of the water table in intervening Recuay thematic center a system of abatement of the phreatic cape and that way giving solution to the loud underground water level and avoiding that the existent constructions be affected by settlements, in the one that one evaluated several types of drainage, like ditches in drainers with perforated pipes, French drain, synthetic drainage, mattress of drainage, drain horizontal or of penetration and filtering galleries. For data processing, it starts off with the topographic study sticking at the stratigraphy evaluation and soil mechanics; Next we proceed to the hydrographic study, hydrological and hydraulic for the design of the flow intensity of infiltration and underground railroad that you exist at the zone of investigation and his point of unloading to the river saint-like, next we presented research findings.

The methodology of investigation comes from application type, experimental no, side road, once a process was applied of analysis, without resorting to the implementation of the design at the lot with types, of signs for convenience not probabilistic.

KEY WORD.

Get over drenante, abatement of the water table, evacuation of groundwaters, Types of drain, I Lay Plans hydraulic of drainage

INTRODUCCIÓN.

Ante la problemática del alto nivel de capa freática en el terreno del proyecto denominado “Centro Temático de Recuay”, y no habiéndose implementado un sistema de subdrenaje para la evacuación del agua subterránea, se decidió evaluar este problema y plantear el diseño más adecuado del sistema de abatimiento de la capa freática en el centro temático de Recuay en el año 2019.

En la actualidad existen diversos tipos de drenaje para el control y evacuación del agua subterránea, no obstante, no todos son aplicables en la zona de estudio, de modo que realizando la evaluación de los tipos de drenaje acorde a las características del terreno, características del suelo y la disponibilidad del área libre del proyecto para la implementación del sistema de drenaje se puede determinar que la zanja drenante con tuberías perforadas, es la más adecuada para el control y evacuación de la capa freática.

En la presente tesis se procedió con la compilación de estudios topográficos, estudios de suelos y antecedentes de precipitaciones (SENAMHI), seguido del procesamiento del análisis del suelo en el laboratorio, determinando las características básicas del suelo para el diseño, continuando con el trabajo en gabinete procesando la información recolectada y determinando los parámetros necesarios para el diseño tales como la estratigrafía del suelo la que nos permite visualizar los estratos del suelo y el nivel de la capa freática además de la evaluación de las máximas precipitaciones que afectan la zona de investigación para así poder calcular el caudal a evacuar para el diseño del sistema de abatimiento de la capa freática en el centro temático de Recuay.

En el Capítulo I se detalla el planteamiento del problema, justificación, objetivos, limitaciones de la investigación.

El capítulo II desarrolla el marco teórico que incluye los aspectos más fundamentales para el tratamiento de diseño del sistema de abatimiento de la capa freática con bases teóricas fundamentales para la realización de la investigación.

En el capítulo III se realiza el análisis del tipo de investigación, nivel de investigación, el diseño de investigación y técnicas e instrumentos para la recolección de datos para los estudios topográfico, geomorfológicos, geotécnicos e hidrológicos, las cuales son esenciales para el diseño de abatimiento de la capa freática.

En el capítulo IV se plantea la descripción general de la evaluación y procesamiento de datos como los estudios, topográficos, parámetros del suelo, evaluación y resultados de los estudios hidrológicos, los cálculos hidráulicos, y la evaluación del tipo de drenaje adecuado para el sistema de abatimiento de la capa freática en el centro temático de Recuay.

SUMARIO

DEDICATORIA	.....	III
AGRADECIMIENTO	.....	IV
RESUMEN	.....	V
ABSTRACT	.....	VI
INTRODUCCIÓN	.....	VII
ÍNDICE	.....	VIII

ÍNDICE

CAPITULO I	.....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	.....	13
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	.....	13
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	.....	14
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	.....	14
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	.....	14
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	.....	14
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	.....	14
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	.....	14
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	.....	15
1.5 LIMITACIONES	.....	15
1.5.1 LIMITACIONES DE TIEMPO	.....	15
1.5.2 LIMITACIONES DE RECURSOS	.....	15
CAPITULO II	.....	16
MARCO TEÓRICO	.....	16
2.1 ANTECEDENTES	.....	16
2.2 BASES TEÓRICAS	.....	17
2.2.1. AGUA SUBTERRÁNEA	.....	17

2.2.2. ORIGEN DEL AGUA SUBTERRÁNEAS	17
2.2.3. DINÁMICA DE LAS AGUAS SUB TERRENAS.....	19
2.2.5. RELACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y AGUAS SUPERFICIALES.....	20
2.2.6. LEY DE DARCY Y COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	22
2.2.7. CUENCA HIDROGRÁFICA.....	24
2.2.8. PRECIPITACIÓN	24
2.2.9. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....	34
2.2.10. METODOLOGÍA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA.....	35
2.2.11. DRENAJE SUBTERRÁNEO	35
2.2.12. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO Y ANÁLISIS DE DRENAJ.....	38
CAPITULO III.....	44
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	44
3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO	44
3.1.1 LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN	44
3.1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LOCALIDAD	45
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	46
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA	46
3.5.1 POBLACIÓN Y MUESTRA	46
3.5.2 TIPO DE MUESTRA.....	46
3.6. HIPÓTESIS.....	47
3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
3.7.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO	47

3.7.2. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	47
3.7.3. ESTUDIO DE GEOTECNIA Y MECÁNICA DE SUELOS	47
3.7.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO	48
CAPITULO IV	49
RESULTADOS.....	49
4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	49
4.1.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO	49
4.1.2 LOS PARÁMETROS DE SUELO.....	49
4.1.3 ESTUDIO HIDROGRÁFICO.....	51
4.1.4 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.....	52
4.1.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA	60
4.1.6 DISEÑO HIDRÁULICO DE LOS DRENES	70
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	80
ANEXOS	83
ANEXO N° 01: ESTUDIOS DE SUELOS.....	84
ANEXO N° 02: HOJAS DE CALCULO.....	126
ANEXO N° 03: TABLAS	133
ANEXO N° 04: FIGURAS	142
ANEXO N° 05: PANEL FOTOGRÁFICO.....	144
ANEXO N° 06: OTROS	151
ANEXO N° 07: PLANOS	153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Resumen de resultados del estudio de suelos.....	51
Tabla 2	Información de las Precipitaciones de la estación de Recuay.....	52
Tabla 3	Información de las precipitaciones de la estación de Milpo	53
Tabla 4	Información de las precipitaciones de la estación de Recuay completadas .	54
Tabla 5	Precipitación Máxima en Estación Recuay.....	55
Tabla 6	Distribuciones Teóricas de las Precipitaciones.....	56
Tabla 7	Prueba de Bondad y Ajuste	56
Tabla 8	Precipitaciones Máximas usando el análisis de frecuencia de Gumbel	57
Tabla 9	Precipitaciones Máximas con diversos tiempos de Duración.....	58
Tabla 10	Intensidades de diseño para duraciones menores a 24 horas	58
Tabla 11	Intensidades de Diseño para la generación de las curvas I-D-F	60
Tabla 12	Evaluación de ventajas y desventajas de la zanja abierta	62
Tabla 13	Evaluación de ventajas y desventajas del Dren francés.....	62
Tabla 14	Evaluación de ventajas y desventajas de la zanja Drenante con tubería perforada	63
Tabla 15	Evaluación de ventajas y desventajas del drenaje tipo sintético	63
Tabla 16	Evaluación de ventajas y desventajas de los drenes horizontales o de penetración.....	64
Tabla 17	Evaluación de ventajas y desventajas de Colchones de drenaje	64
Tabla 18	Cotas del nivel de la capa freática.....	65
Tabla 19	Caudal por Infiltración	67
Tabla 20	Parámetros para abatimiento del nivel freático.....	68
Tabla 21	Caudal por abatimiento del nivel freático	68
Tabla 22	Caudal de Aporte Total	69
Tabla 23	Caudal Total Acumulado Equivalente	70
Tabla 24	Velocidades de flujo del dren.....	71
Tabla 25	Dimensionamiento de la sección transversal de los drenes	72
Tabla 26	Diámetros de los tubos de Diseño.....	73
Tabla 27	Diámetro y Espaciamiento de las Perforaciones del Tubo	73
Tabla 28	Velocidades de flujo del subdren	74
Tabla 29	Dimensionamiento del Dren Francés.....	75

Tabla 30 Tasa de abertura aparente.....	76
Tabla 31 Áreas acumuladas de la ley normal.....	134
Tabla 32 Distribución Chi Cuadrado	135
Tabla 33 Formula de probabilidades Empíricas.....	136
Tabla 34 Nivel de Significancia.....	136
Tabla 35 Coeficiente de Escorrentía	137
Tabla 36 Tabla T-Student.....	138
Tabla 37 Condiciones para el material de filtro	140
Tabla 38 Geotextiles no tejidos.....	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nivel Freático	19
Figura 2: Caso típico de Influencia	21
Figura 3: Caso de Efluencia	21
Figura 4: Caso típico de indiferencia	22
Figura 5: Componentes de una Cuenca.....	24
Figura 6: Precipitación de convección	25
Figura 7: Precipitación Orográfica.....	25
Figura 8: Precipitación ciclónica.....	26
Figura 9: Esquema general de colocación de un subdren de penetración.....	37
Figura 10: Diagrama de un colchón de drenaje colocado debajo de un terraplén	37
Figura 11: Abatimiento de la capa freática con presencia del Subdren	39
Figura 12: Vías de Acceso	45
Figura 13: Histograma de las Precipitaciones Máximas de las Estación de Recuay .	55
Figura 14: Pendiente (%) vs velocidad según diámetro del agregado	71
Figura 15: Curvas I-D-F.....	143

En la actualidad se está ejecutando construcciones en las que en el expediente técnico no hubo mención de un alto nivel de la capa freática que existe en la zona y que a su vez al no tener implementado un correcto sistema de abatimiento de la capa freática pone en riesgo a las estructuras existentes (Restaurantes, Auditorio, Campo de Tiro, etc.) en las cuales posteriormente se presentarán posibles fallas, por esta razón se ve la necesidad de este estudio, para poder abatir la capa freática en el centro temático de Recuay.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la metodología más adecuada a seguir para garantizar la evacuación de la capa freática en el centro temático de Recuay?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cómo abatir la capa freática en el centro temático en Recuay?

¿Cuáles son los parámetros hidrológicos e hidráulicos que influyen en la evacuación de la capa freática presente en el centro temático de Recuay?

¿Cuál es el mejor Diseño hidráulico del sistema de abatimiento de la capa freática en el centro temático de Recuay?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Proponer la metodología para el diseño del sistema de abatimiento de la capa freática en el centro temático de Recuay.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros hidráulicos e hidrológicos para el diseño de un sistema de abatimiento de la capa freática en el centro temático de Recuay.
- Determinar el diseño hidráulico del sistema de abatimiento de la capa freática en el centro temático de Recuay.
- Formular el diseño de sistema de abatimiento de la capa freática en el centro temático de Recuay.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La zona de investigación, cuenta con el nivel de la capa freática elevada, en las cuales hay precipitaciones pluviales extensas y continuas, las cuales se almacenan en las capas inferiores del suelo, provocando inestabilidad de los suelos, de allí la necesidad de la implementación de un sistema de abatimiento de la capa freática alta, a fin de lograr el tratamiento del suelo a usar y se pueda proporcionar estabilidad y seguridad a las estructuras existentes, por lo cual es muy conveniente y necesario profundizar en este tipo de estudio para elaboración de un sistema de abatimiento de la capa freática.

El objetivo de un sistema de drenaje de la capa freática es eliminar los excesos de humedad del terreno en donde se localice una obra para protegerla y permitir una mayor estabilidad y durabilidad a la misma, interceptando corrientes subterráneas y abatiendo el nivel alto de la capa freática. Los perjudicados con este problema son los pobladores de esta zona, debido a los estancamientos en esta zona las cuales son propensos a generar deterioros a las estructuras cercanas y producir focos infecciosos, siendo perjudicial para la salud de la población.

1.5 LIMITACIONES

1.5.1 LIMITACIONES DE TIEMPO

En esta investigación la limitación del tiempo debido a que la zona de estudio se encuentra en proceso de ejecución de un proyecto en la que se están implementando diversos tipos de estructuras (Auditorios, Restaurantes, Juegos recreativos, etc.) es así que se limitara el tiempo a 2 años para realizar esta investigación.

1.5.2 LIMITACIONES DE RECURSOS

- Las limitaciones encontradas en la zona es la falta de accesibilidad en el periodo de elaboración de la presente tesis debido a que la obra se encuentra intervenida por la unidad ejecutora, y no se permite el libre acceso para poder sacar más muestras de las obtenidas y hacer más estudios de suelos.
- No existe normas técnicas peruanas que nos indiquen parámetros básicos para la evacuación de aguas subterráneas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

La presente investigación “Propuesta del diseño de sistema de abatimiento de la capa freática en el centro temático de Recuay en el año 2019” presenta sus antecedentes de la carencia de la implementación de un correcto sistema de abatimiento de la capa freática.

A partir Del año 2018 se viene ejecutando construcciones sobre un suelo con un nivel alto de la capa freática, esto se vio reflejado en los estudios de suelos que se realizaron en la zona de investigación, revelando que el nivel de la capa freática en la zona es relativamente pequeño bajo el nivel del suelo y con el coeficiente de permeabilidad alto.

Para poder trabajar y continuar con el desarrollo del proyecto se tomó como medida provisional la excavación de una zanja abierta para poder evacuar el nivel de la capa freática la cual no cuenta con un diseño adecuado para controlar la evacuación del agua subterránea.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1. AGUA SUBTERRÁNEA

“El agua subterránea es agua que existe en los espacios porosos y fracturas de las rocas y el sedimento debajo de la superficie o el suelo” (Lenntech, 2019).

2.2.2. ORIGEN DEL AGUA SUBTERRÁNEAS

“La mayoría del agua subterránea se origina como agua meteórica que cae de precipitaciones en forma de lluvia o nieve, agua sedimentaria y corrientes de infiltración de los ríos e infiltración del agua marina” (Lenntech, 2019).

2.1.2.1 FACTORES QUE INFLUYEN AL ORIGEN DE AGUA SUBTERRÁNEA

Hay varios factores que influyen al origen de las aguas subterráneas y son las siguientes:

a). AGUAS DE PRECIPITACIONES

“Bajo la acción de la radiación solar el agua de mares y continentes se transforma parcialmente en vapor que se eleva en la atmósfera y que posee en el aire una presión parcial que está condicionada, principalmente, por la temperatura de las superficies generadoras” (Duque, 2017, pág. 479)

b). AGUA FÓSILES

“Se puede definir como agua fósil aquella que ha estado almacenada durante miles de años en el acuífero, cuyas características difieren del agua renovable que cada año se infiltra en el subsuelo” (Cuéllar, 2017).

c). INFILTRACIÓN NATURAL

La magnitud de la infiltración, se ve influenciada por dos tipos de condiciones; las precipitaciones, que constituyen la fuente misma de origen del agua, y la relación con las condiciones del terreno, que son las responsables de las mayores o menores facilidades existentes para

la infiltración y que determinan finalmente la proporción de las precipitaciones que pueden llegar a determinar la capacidad del subsuelo para recibir y regular el agua proveniente de las infiltraciones (Espinoza, 2004, pág. 23) .

2.1.2.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ALMACENAMIENTO Y LA CIRCULACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

La naturaleza de los materiales subsuperficiales influye mucho en la velocidad del movimiento del agua subterránea y en la cantidad de agua subterránea almacenada. Los factores que se consideran importantes son: la porosidad y la permeabilidad.

a). PERMEABILIDAD

Duque (2017, Pág. 490) define como “Permeabilidad alude a la capacidad que tiene un material de permitir que se establezca el flujo de aguas subterráneas o cualquier fluido a través suyo. Ello dependerá de la porosidad y de la conexión entre las aberturas e intersticios, y del tamaño y forma de tales conductos. En otras palabras, la permeabilidad depende no sólo de la porosidad de la roca, sino del tamaño de los poros”.

b). POROSIDAD

Duque (2017, Pág. 489) define el concepto de porosidad “Como la relación del volumen de huecos (vacíos), al volumen total del terreno, alude a la cantidad de espacios vacíos dentro de la masa rocosa; la arcilla y la arena son porosas, igualmente una arenisca mal cementada o una roca fracturada o con planos de disolución, porque hay volumen de espacios vacíos en el seno de la roca. La porosidad varía con la dimensión de los huecos y el grado de cohesión de los minerales que lo limitan. Por ejemplo: una masa de arena cuyos lados son esféricos verá variar su porosidad según la colocación de esos granos.”

2.2.3. DINÁMICA DE LAS AGUAS SUB TERRENAS

2.2.3.1. CAPA FREÁTICA

Es la Primera capa de agua que se encuentra a un nivel relativamente pequeña bajo el nivel del suelo. Capa generalmente libre, es decir, cuya superficie está a presión atmosférica. También puede estar en carga, si los terrenos de cobertura son poco permeables (Mineras, 2018).

2.2.3.2. NIVEL FREÁTICO

“El nivel freático viene marcado por la profundidad que alcanza la capa superior del agua acumulada en el subsuelo. Allí, además, la presión es similar a la atmosférica” (Marco, 2018).

El nivel freático, el límite superior de la zona de saturación, es un elemento muy significativo del sistema de aguas subterráneas. Varios factores contribuyen a la irregularidad superficial del nivel freático. Una influencia importante es el hecho de que el agua subterránea se desplaza muy despacio y a velocidades variables bajo diferentes condiciones. Debido a ello, el agua tiende a debajo de las áreas altas entre valles de corrientes fluviales. Si la lluvia cesara por completo, estas, de agua freática se hundirían lentamente y se aproximarían de manera gradual al nivel de los valles. (Tarbuck & Lutgens, 2005). Esto se puede visualizar en la figura 1.

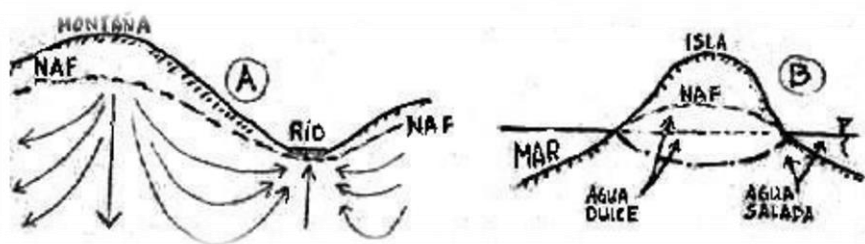


Figura 1. Nivel Freático

Fuente: Trombe (1986)

2.2.3.1. EL AGUA EN EL SUBSUELO

Hay tres formas de encontrar el agua en el interior del suelo:

a). AGUA GRAVITACIONAL

“Se mueve por acción de la gravedad entre los poros e intersticios de los suelos. Una parte fluyendo en la zona de saturación y otra por encima de ella buscando la zona de saturación” (Duque, 2017, pág. 486).

b). AGUA RETENIDA

“Es el agua que queda retenida por encima de la zona de saturación del suelo gracias a fuerzas que se oponen a la acción de la fuerza de la gravedad, como la tensión superficial y la adsorción, y que no puede ser drenada” (Duque, 2017, pág. 487).

c). AGUA DE CONSTITUCIÓN.

“Agua de la estructura de los minerales en cantidad muy pequeña que no se puede eliminar secando el material a 110° C. De ahí que las cerámicas hayan de ser fundidas a varios cientos de grados buscando un cambio fundamental no reversible en sus propiedades como la plasticidad” (Duque, 2017, pág. 487)

2.2.5. RELACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y AGUAS SUPERFICIALES

Existen tres situaciones típicas de la relación entre aguas subterráneas y superficiales: influencia, efluencia e indiferencia.

2.2.5.1. INFLUENCIA

El caso típico de un río que recibe aporte de las aguas subterráneas, Por ese motivo, a pesar de que la región se caracteriza por varios meses sin lluvias, el río mantiene un caudal pequeño llamado caudal de base que es justamente el que le aporta el agua subterránea, por eso es un río de régimen permanente, ver figura 2 (Blarasin & Cabrera, 2005).

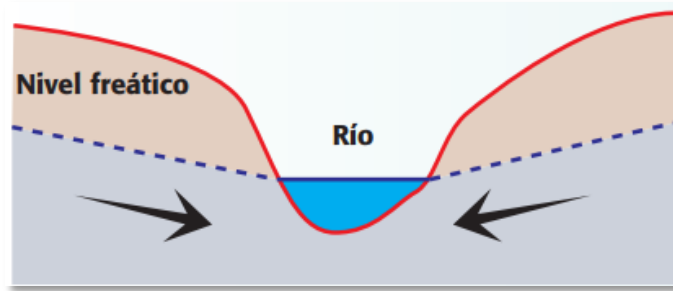


Figura 2: Caso típico de Influencia

Fuente: Blarasin & Cabrera (2005)

2.2.5.2. EFLUENCIA

En el caso de efluencia el río aporta agua al nivel subterráneo esto ocurre cuando normalmente se da en los arroyos de régimen temporario son aquellos en los que el cauce se mantiene con agua durante varios meses del año y luego se secan o disminuye el nivel de caudal debido al aporte al agua subterránea, también se da en ríos permanentes, ver figura 3 (Blarasin & Cabrera, 2005).

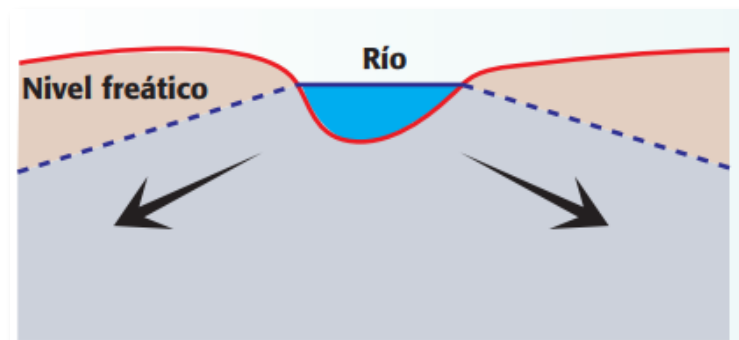


Figura 3: Caso de Efluencia

Fuente: Blarasin & Cabrera (2005)

2.2.5.3. INDIFERENCIA

Un caso típico de indiferencia existe en casos de río Seco, el cual sólo lleva agua durante las tormentas de verano, encontrándose el nivel freático a una profundidad relativamente pequeña bajo el nivel del suelo. Se trata de un río de régimen efímero ver figura 4 (Blarasin & Cabrera, 2005)

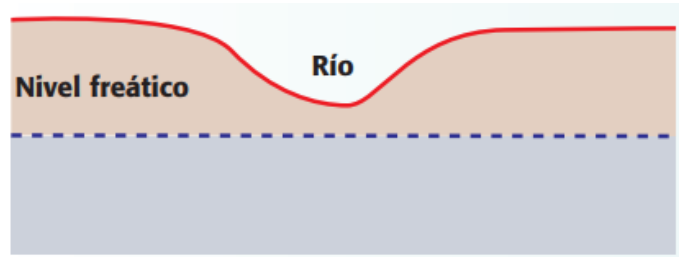


Figura 4: Caso típico de indiferencia

Fuente: (Blarasin & Cabrera, 2005)

2.2.6. LEY DE DARCY Y COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

“El flujo de agua a través de medios porosos, de gran interés en la Mecánica de Suelos, está gobernado por una ley descubierta experimentalmente por Henri Darcy en 1856. Darcy investigó las características del flujo del agua a través de filtros, formados precisamente por materiales térreos, lo cual es particularmente afortunado para la aplicación de los resultados de la investigación a la Mecánica de Suelos.

$$Q = \frac{dV}{dt} = K A i \dots \dots \dots \left(\frac{cm^3}{seg} \right) \quad (1)$$

Donde:

A: es el área total de la sección transversal del filtro

i: el gradiente hidráulico del flujo, medido con la expresión

$$i = \frac{h_1 - h_2}{L} \quad (2)$$

En cualquier punto del flujo la altura piezométrica h es la carga de la elevación z del punto, más la carga de presión en dicho punto (p/γ_w). La carga de velocidad se desprecia en razón de la pequeñez de las velocidades que el agua tiene a través del medio poroso. La diferencia $h_1 - h_2$ representanta la pérdida de energía sufrida por el flujo en el desplazamiento L ; esa energía perdida se transforma en calor.

La ecuación de continuidad del gasto establece que:

$$Q = Av \quad (3)$$

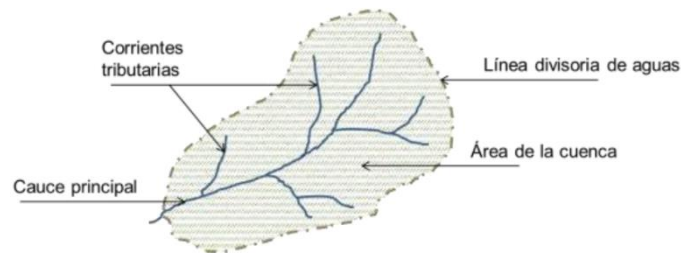
Siendo A el área del conducto y v la velocidad del flujo. Llevando esta expresión anterior, se deduce que:

$$v = Ki \quad (4)$$

O sea, que en el intervalo en que la ley de Darcy es aplicable, la velocidad del flujo es directamente proporcional al gradiente hidráulico; esto indica que, dentro del campo de aplicabilidad de la ley de Darcy, el flujo en el suelo es laminar. Darcy construyó sus filtros de arenas finas, generalmente, de lo cual se deduce que ya en estos suelos el flujo del agua es laminar, por lo menos mientras las cargas hidráulicas no sean excesivas. En suelos más finos (mezclas de limos y arcillas o arcillas puras) el agua circula a velocidades aun menores, por lo que, con mayor razón, el flujo también será laminar. De hecho, las investigaciones realizadas a partir de la publicación de la Ley de Darcy, aparece una constante física de proporcionalidad, k , llamada Coeficiente de Permeabilidad del Suelo. En cualquiera de las ecuaciones mencionadas, puede verse que sus unidades son las correspondientes a una velocidad (téngase presente que i , es un concepto a dimensional). Esto se ha utilizado para definir en términos simples el coeficiente de permeabilidad de un suelo como la velocidad del agua a través del mismo, cuando está sujeta a un gradiente hidráulico unitario. Es obvio que en el valor numérico de K se reflejan propiedades físicas del suelo y en cierta medida ese valor indica la menor o mayor facilidad con que el agua fluye a través del suelo, estando sujeta a un gradiente hidráulico dado. Esta facilidad, a su vez, depende de toda una serie de propiedades físicas del suelo y también de algunos factores tales como temperatura y otros” (Badillo, 2005, pág. 193 a195)

2.2.7. CUENCA HIDROGRÁFICA

“Se llama cuenca hidrográfica al área territorial de drenaje natural donde todas las aguas pluviales confluyen hacia un colector común de descarga. Los límites de una cuenca están determinados por la línea de «divortio aquarum» o divisoria de aguas” (Ortiz, 2004, pág. 2), se puede visualizar en la figura 5.



Fuente: Córdova, (2016)

Figura 5: Componentes de una Cuenca

2.2.8. PRECIPITACIÓN

La precipitación, es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo; de acuerdo a esta definición la precipitación puede ser en forma de lluvias, granizadas, garuas nevadas. (Villón, 2002).

2.2.8.1. CLASIFICACIÓN DE PRECIPITACIONES

a).PRECIPITACIÓN DE CONVECCIÓN

“En tiempo caluroso, se produce una abundante evaporación a partir de la superficie del agua, formando grandes masas de vapor de agua, que, por estar más calientes, se elevan sufriendo un enfriamiento de acuerdo a la adiabática seca o húmeda. En el curso de su ascenso, se enfrían según el gradiente adiabático seco ($1 \text{ o } C / 100\text{m}$), o saturado ($0.5^\circ\text{C}/100\text{m}$). Las masas de vapor se acumulan en los puntos llamados células de convección. A partir de este punto, estas masas pueden seguir elevándose hasta llegar a las grandes alturas, donde encuentran condiciones que provocan la condensación y la precipitación” (Villón, 2002, pág. 71). Esto se puede visualizar en la figura 6.

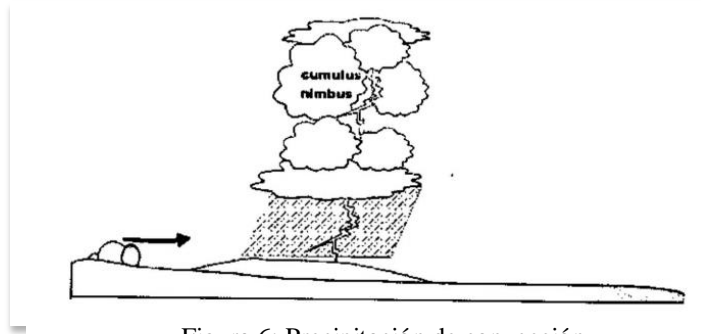


Figura 6: Precipitación de convección

Fuente: Béjar (2002)

b).PRECIPITACIÓN OROGRÁFICA

“Se producen cuando el vapor de agua que se forma sobre la superficie de agua es empujado por el viento hacia las montañas, aquí las nubes siguen por las laderas de las montañas, y ascienden a grandes alturas, hasta encontrar condiciones para la condensación y la consiguiente precipitación” (Villón, 2002, pág. 72), esto se aprecia en la figura 7.

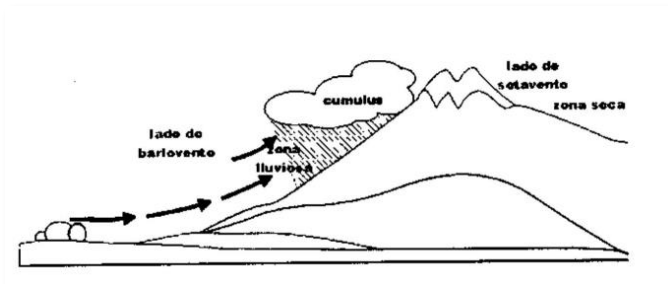


Figura 7: Precipitación Orográfica

Fuente: Béjar (2002)

c).PRECIPITACIÓN CICLÓNICA

“Se producen cuando hay un encuentro de dos masas de aire, con diferente temperatura y humedad, las nubes más calientes son violentamente impulsadas a las partes más altas, donde pueden producirse la condensación y precipitación. Están asociadas con el paso de ciclones o zonas de baja presión.” (Villón, 2002, pág. 72), se aprecia en la figura 8.

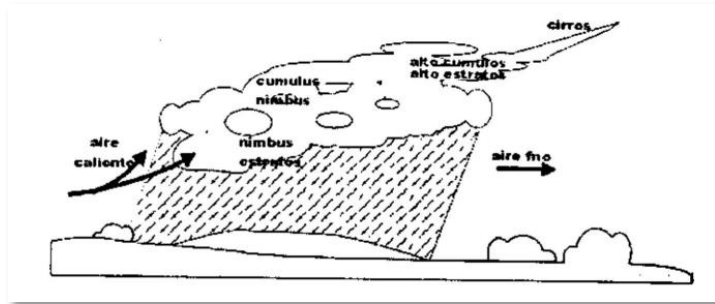


Figura 8: Precipitación ciclónica

Fuente: Villon Bejar (2002)

2.2.8.2. MEDICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

La forma en que la precipitación se mide es en términos de la altura de lámina de agua (mm), esta se expresa en milímetros. Esta altura de lámina de agua, muestra la altura del agua que se acumularía en una superficie horizontal, siempre que la precipitación permaneciera donde cayó (Villón, 2002).

a). ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA (EMA)

“Una estación meteorológica automática (EMA) puede entenderse como un sistema computarizado que administra una serie de sensores orientados al monitoreo meteorológico” (R Giles , 2015).

2.2.8.3. ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS.

En la teoría estadística e hidrológica, existen diversas distribuciones de frecuencia, entre ellas: Normal, Log Normal de 2 y 3 parámetros, Gamma de 2 y 3 parámetros, log Gumbel, etc., para propósitos prácticos está probado (sobre la base de muchos estudios hidrológicos de carreteras), que las distribuciones Pearson Tipo II y Gumbel, son las que mejor se ajustan a las precipitaciones máximas en 24 horas.

a). FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN NORMAL

Cahuana & Yugar, (2009, Pag. 246) señalan que la “Denominada distribución gaussiana. Se dice que una variable aleatoria X tiene una distribución normal, cuando su función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}S} e^{\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\bar{X}}{S}\right)^2\right]} \quad (5)$$

Donde:

f(x) = función de densidad normal de la variable x

x = variable independiente

\bar{X} = parámetro de localización, igual a la media aritmética de x

S = parámetro de escala igual a la desviación estándar de x

e = base del logaritmo neperiano

Cuando la variable aleatoria se distribuye normalmente con media \bar{X} y varianza S^2 se denota de la siguiente forma:

$$X \approx N(\bar{X}, S^2)$$

Z versus f(Z) para lo cual se ha definido la variable estandarizada como:

$$z = \frac{x-\bar{x}}{S} \quad (6)$$

Donde la función de densidad de Z, es denominada función de densidad de la distribución normal estándar o estandarizada, que tiene la siguiente expresión.

$$f(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\left[-\frac{z^2}{2}\right]} \quad (7)$$

Una característica importante de la distribución normal estándar es que tiene la media cero y la varianza igual a uno.

La función de distribución acumulada de la distribución normal es:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}S} \int_{-\infty}^x e^{\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\bar{x}}{S}\right)^2\right]} dx \quad (8)$$

Para el cálculo de la función de distribución acumulada se recurre a la tabla 26 de la ley normal que está en función de la variable estandarizada Z”

b).DISTRIBUCIÓN LOG-NORMAL

Cahuana & Yugar (2009, Pág. 248) señalaron que “Las variables de interés en hidrología son generalmente positivas, por lo que es usual que presenten distribuciones de frecuencia asimétricas, por lo que se propone aplicar una transformación logarítmica a la variable de interés y luego utilizar el modelo de distribución normal para la variable trasformada, la distribución así obtenida se denomina log-normal, por ejemplo, si la variable aleatoria X, tiene una distribución log-normal, esto significa que Y=lnX, tiene una distribución normal. Se dice que una variable aleatoria X tiene una distribución log-normal, cuando su función de densidad de probabilidad se define como:

$$F(x) = \int_0^x f(x) = \frac{1}{x\sqrt{2\pi}\sigma_y} \int_0^x e^{\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right]} dx \quad (9)$$

o su equivalente

sí: $Z = \frac{y - \mu_y}{\sigma_y} = \frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y}$ Se obtiene la siguiente distribución estándar

$$F(y) = \int_{-\infty}^y f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \int_{-\infty}^y e^{\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y - \mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right]} dy$$

”

c). DISTRIBUCIÓN PEARSON TIPO III

Aparicio (1992, Pág. 260 a 261) señala que “La función de densidad de probabilidad es la siguiente:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha_1 \Gamma(\beta_1)} \left[\frac{x - \delta_1}{\alpha_1} \right]^{\beta_1 - 1} e^{-\frac{x - \delta_1}{\alpha_1}} \quad (10)$$

Donde:

$\alpha_1, \beta_1, \delta_1$ = Parámetros de la función

$\Gamma(\beta_1)$ = Función Gamma.

Los parámetros $\alpha_1, \beta_1, \delta_1$ se evalúan a partir de los datos de intensidades observadas (en este caso estimadas a partir de la lluvia máxima en 24 horas), mediante el siguiente sistema de ecuaciones.

$$\left. \begin{aligned} \bar{x} &= \alpha_1 \beta_1 + \delta_1 \\ S^2 &= \alpha_1^2 \beta_1 \\ \gamma &= \frac{2}{\sqrt{\beta_1}} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Donde:

\bar{x} = media de los datos

S^2 = variancia de los datos

γ = coeficiente de sesgo, definido como:

$$\gamma = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3 / n}{S^3} \quad (12)$$

La función de distribución de probabilidad es:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha_1 \Gamma(\beta_1)} \int_0^x e^{-\frac{x - \delta_1}{\alpha_1}} \left(\frac{x - \delta_1}{\alpha_1} \right)^{\beta_1 - 1} dx \quad (13)$$

Sustituyendo: $y = \frac{x - \delta_1}{\alpha_1}$, la ecuación anterior se escribe como:

$$F(y) = \frac{1}{\Gamma(\beta_1)} \int y^{\beta_1 - 1} e^{-y} dy \quad (14)$$

Esta última ecuación es una función de distribución chi cuadrada con $2\beta_1$ grados de libertad y también $\chi^2 = 2y$, es decir:

$$F(y) = F(\chi^2 | \nu) = F\chi^2(2y | 2\beta_1) \quad (15)''$$

La función chi cuadrado se encuentra en la tabla 27

d). DISTRIBUCIÓN GUMBEL

Cahuana & Yugar (2009, Pag. 251) Señalan que “La distribución de Gumbel, es una de las distribuciones de valor extremo, es llamada también valor extremo tipo I, Fisher-Tippett tipo I o distribución de doble exponencial, su función de densidad de probabilidad se define como.

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}} e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}} \quad (16)$$

Donde:

$f(x)$ = Función de densidad de Gumbel de la variable x

x = Variable independiente

α = Es el parámetro de escala

μ = Es el parámetro de posición, también llamado moda.

e = Base del logaritmo neperiano

La función de distribución acumulada de la distribución Gumbel es:

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}}} \quad (17)$$

Dónde: $F(x)$ es la función de distribución acumulada de la ley Gumbel. Una forma de calcular α y μ es con las ecuaciones 10.33 y 10.34 respectivamente, y están en función de los parámetros de la media (\bar{Y}) y la desviación estándar (S) de la muestra. 0.5772 es la constante de Euler”

$$\mu = \bar{X} - 0.57721\alpha$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S \approx 0.78S$$

2.2.8.4. PRUEBA DE BONDAD Y AJUSTE

“Las pruebas de bondad de ajuste, consisten en comprobar gráfica y estadísticamente, si la frecuencia empírica de la serie analizada, se ajusta a una determinada función de probabilidad teórica seleccionada a priori, con los parámetros estimados con base en los valores muestrales” (Cahuana & Yugar, 2009, pág. 254).

a). PRUEBA DE SMIRNOV-KOLMOGOROV

Cahuana & Yugar (2009, Pag. 254) Señalan que “La prueba de ajuste de Sminov-Kolmogorov, consiste en comparar las diferencias existentes entre la probabilidad empírica de los datos de la muestra y la probabilidad teórica, tomando el valor máximo del valor absoluto, de la diferencia entre el valor observado y el valor de la recta teórica del modelo, es decir:

$$D = \text{máx} |F(x) - P(x)| \quad (18)$$

Donde:

D = Estadístico de Smirnov-Kolmogorov, cuyo valor es igual a la diferencia máxima existente entre la probabilidad ajustada y la probabilidad empírica

F (x)= Probabilidad de la distribución teórica

P (x)= Probabilidad experimental o empírica de los datos

Si: D_0 es un valor crítico para un nivel de significación α , se tiene que: $P[\text{máx}|F(x) - P(x)| \geq 0] = \alpha$ \circ $P D \geq D_0 = \alpha$

también: $P D < D_0 = 1 - \alpha$

El procedimiento para efectuar el ajuste, por el estadístico de Smirnov-Kolmogorov, es el siguiente:

1. Calcular la probabilidad empírica o experimental P x de los datos, para esto se puede utilizar las fórmulas de la Tabla 24 (Ver Anexos

Tablas), de estos el más recomendado es la fórmula de Weibull, que se indica a continuación:

$$P_x = \frac{m}{N+1} \quad (19)$$

Donde:

P_x= Probabilidad empírica o experimental

M=Numero de orden;

N=Numero de datos

2. calcular la probabilidad teórica

F(x), utilizando la ecuación de la función acumulada F(x) de los modelos teóricos o tablas elaboradas para tal fin.

3. Calcular las diferencias F(x)- P(x)

4. Seleccionar la máxima diferencia:

$$D = \max |F_0(X_m) - F(X_m)|$$

5. Calcular el valor crítico del estadístico D, es decir D₀, para un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ y N igual al número de datos, los valores de D₀ se muestran a continuación en la tabla 29 (Ver Anexos Tablas)

6. Comparar el valor del estadístico D, con el valor crítico D₀ de la Tabla 29 (del Anexo Tablas), con los siguientes criterios de decisión:

Si: $D < D_0 \rightarrow$ El ajuste es bueno, al nivel de significación seleccionado

$D \geq D_0 \rightarrow$ El ajuste no es bueno, al nivel de significación seleccionado, siendo necesario probar con otra distribución.

Esta prueba de ajuste no requiere del conocimiento a priori de la función de distribución teórica, es aplicable a distribuciones de datos no agrupados y de cualquier distribución teórica. Comparándola con la prueba Chi-cuadrado, no requiere que la frecuencia absoluta de cada clase sea igual o mayor que 5, esta no es una prueba exacta, sino una prueba aproximada”.

2.2.8.5. INTENSIDAD DE LLUVIA

Villón (2002, Pag. 87) señala que “La intensidad, es la cantidad de agua caída por unidad de tiempo. Lo que interesa particularmente de cada tormenta, es la intensidad máxima que se haya presentado, ella es la altura máxima de agua caída por unidad de tiempo. De acuerdo a esto la intensidad se expresa así:

$$I_{\max} = \frac{P}{t} \quad (20)$$

I_{\max} = intensidad máxima, en mm/hora

P = precipitación en altura de agua, en mm

t = tiempo en horas”

a). MODELO DE DICK Y PESCHKE

Cuando no se cuenta con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas. éstas pueden ser calculadas a partir de las lluvias máximas en base al modelo de Dick y Peschke. (MTC, 2008, Pág.30) Este modelo nos permite calcular la lluvia máxima en función de la precipitación máxima en 24 horas. La expresión es la siguiente:

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25} \quad (21)$$

Donde:

P_d = Precipitación Total (mm)

d = Duración en minutos

P_{24h} = Precipitación Máxima en 24 horas (mm)”

b). CURVAS I-D-F

Aparicio (1992, Pág. 168 a 169) indica que “Con respecto a las curvas Intensidad –Duración-Frecuencia (IDF), es importante señalar que estas son curvas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o periodo de retorno.

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación:

$$I = \frac{KT^m}{t^n} \quad (22)$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/min)

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

T = período de retorno en años

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min).

Si se toman los logaritmos de la ecuación anterior se obtiene:

$$\text{Log (I)} = \text{Log (K)} + m \text{Log (T)} - n \text{Log (t)} \quad (23)$$

O bien: el siguiente sistema de ecuaciones

$$\begin{aligned} \Sigma y &= Na_0 + a_1 \Sigma x_1 + a_2 \Sigma x_2 \\ \Sigma(x_1 y) &= a_0 \Sigma x_1 + a_1 \Sigma (x_1^2) + a_2 \Sigma (x_1 x_2) \\ \Sigma(x_2 y) &= a_0 \Sigma x_2 + a_1 \Sigma (x_1 x_2) + a_2 \Sigma (x_2)^2 \end{aligned} \quad (24)$$

Donde:

$$Y = \text{Log (I)}, \quad a_0 = \text{Log K}$$

$$X_1 = \text{Log (T)} \quad a_1 = m$$

$$X_2 = \text{Log (t)} \quad a_2 = -n$$

2.2.9. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Izquierdo & Niño (2012, Pag. 36 a 37) señalan que “El coeficiente de escorrentía se define como la relación entre el volumen de agua de escorrentía superficial total y el volumen total de agua precipitado, en un intervalo de tiempo determinado.

En otras palabras, representa la porción de la precipitación que escurre sobre la superficie por lo cual su valor siempre es menor que la unidad; en consecuencia, el complemento del volumen de escorrentía, representa la porción de agua que es absorbida por el suelo, siendo los valores cercanos a 1 aquellos suelos en los que la mayor parte de la precipitación se convertirá en caudal superficial y los suelos con valores cercanos a 0, aquellos que absorben la mayor parte del agua precipitada.

En este sentido, este parámetro cobra gran importancia para el diseño de los sistemas de abatimiento, en los cuales es considerada la parte de agua que se infiltra.

El coeficiente de escorrentía es función del periodo de retorno y otros factores tales como:

- La forma de la superficie de la cuenca
- Las características del terreno como vegetación, áreas impermeables y tipos de suelo.”

En el Tabla 30 (Ver Anexo Tablas), se muestran valores típicos de este coeficiente para diferentes tipos de áreas de drenaje y periodos de retorno

2.2.10. METODOLOGÍA DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA

Es el conjunto de operaciones que estarán destinadas a la evacuación de la capa freática mediante el uso de drenes subterráneos.

2.2.10.1 ABATIMIENTO FREÁTICO

“El abatimiento o rebajamiento freático se define como un conjunto de operaciones destinadas para evacuar agua freática, que se encuentra presente en los terrenos y que suele aparecer en las zonas donde se realizan diversos trabajos” (ENVIROSOIL, 2018).

2.2.11. DRENAJE SUBTERRÁNEO

La palabra drenaje, en general significa descarga o remoción de los excesos de agua. El drenaje subsuperficial o subterráneo, tiene la finalidad controlar la posición de la tabla de agua o capa freática (Villon, 2016).

2.2.11.1 TIPOS DE DRENAJE

a). ZANJAS ABIERTAS

Son zanjas que actúan como drenaje superficial y como drenaje subterráneo, para que actúen como drenaje subterráneo las zanjas deben profundizarse por debajo de la capa freática, filtrando el agua por las paredes de las zanjas. Por lo general las zanjas abiertas quedan sobre diseñadas por el caudal a evacuar, porque el dren se

debe profundizar, a un valor mucho mayor que el tirante requerido, a fin de controlar el nivel freático (Villon, 2016).

b). ZANJAS DRENANTES

Consisten en zanjas rellenas de material drenante, adecuadamente compactado, en el fondo de las cuales generalmente se disponen tubos perforados conocidos como zanjas drenantes con tuberías perforadas las cuales permiten la recolección del agua subterránea canalizarlas mediante líneas de conducción, a veces se omiten los tubos de drenaje, en cuyo caso la parte inferior de la zanja queda completamente rellena de material drenante, constituyendo un dren ciego o dren Francés, en estos drenes el material que ocupa el centro de la zanja es material permeable (Gonzalez, 2016)

c). DRENAJE DE TIPO SINTÉTICO

Suarez (2009, pág. 69 a 70) señala que “Debido a la dificultad que existe en algunos casos de obtener materiales naturales para los sub drenes y con el desarrollo de nuevas tecnologías como el geotextil no tejido, se viene usando los sub drenes sintéticos. Estos sub drenes consisten de dos elementos básicos:

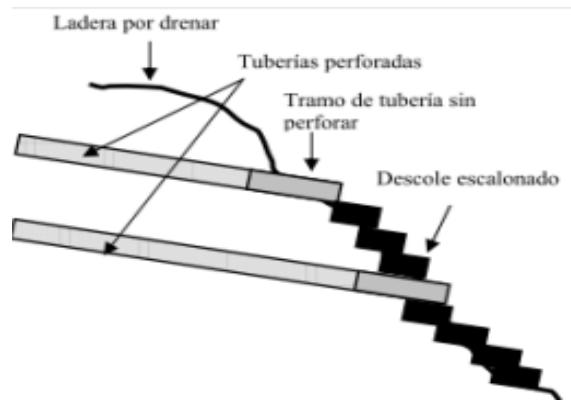
Geotextil: El geotextil (no tejido) actúa como filtro impidiendo el paso de partículas de suelo hacia la red de drenaje y permite a su vez el flujo de agua.

Tubo colector perforado: En el extremo envuelto por el geotextil se coloca una manguera perforada PVC especial para este tipo de sub drenes, la cual recoge y conduce el agua colectada por la red de malla sintética.

d). DRENES HORIZONTALES O DE PENETRACIÓN

Un dren horizontal de penetración consiste en una tubería perforada colocada a través de una masa de suelo mediante una perforación profunda subhorizontal o ligeramente inclinada, con la cual se busca abatir el nivel freático hasta un nivel que incremente la estabilidad del talud, ver la figura 9. Parte de la ventaja de los drenes horizontales es que son simples de instalar y ayuda a incrementar el

factor de seguridad del talud en un corto periodo de tiempo (Suárez Díaz, 1998).



Fuente: Suarez (1998)

Figura 9: Esquema general de colocación de un subdren de penetración

e). COLCHONES DE DRENAJE

“Las capas de material drenante que se colocan debajo de terraplenes, generalmente después de remover los suelos sueltos se les conoce como colchones de drenaje, ver Figura 10. Generalmente, consisten en una capa de material grueso permeable de 20 a 50 centímetros de espesor envuelto por dos mantos de geotextil. En ocasiones se colocan mangueras o tuberías perforadas para la recolección del agua captada por el colchón de drenaje” (Suárez Díaz, 1998).

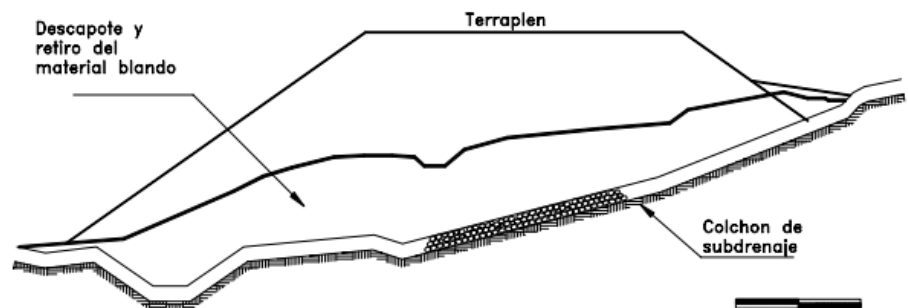


Figura 10: Diagrama de un colchón de drenaje colocado debajo de un terraplén

Fuente: Suárez (1998)

2.2.12. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO Y ANÁLISIS DE DRENAJE

2.2.12.1. ESPACIAMIENTO DE DRENES

Villon (2016, Pág. 205) señala que “En el diseño de un sistema de drenaje, uno de los factores más importantes es el espaciamiento entre drenes. Basándose en los principios del flujo de agua subterránea, diversos investigadores han desarrollado fórmulas para calcular el espaciamiento”.

Para esta investigación se ha usado la fórmula de Donnan siendo la siguiente.

$$L = \sqrt{\frac{4K(B^2 - D^2)}{R}} \quad (25)$$

K= Coeficiente de permeabilidad (m/día)

B= Altura de la Capa Freática(m)

D= espesor del agua por debajo del nivel de los drenes (m)

R= Recarga por unidad de Superficie (m/día)

L= Espaciamiento entre Drenes (m)

2.2.12.2. CALCULO DE CAUDAL TOTAL DE DISEÑO

Las fuentes a partir de las cuales se genera flujo Subterráneo para el diseño son básicamente: infiltración y agua subterránea, los aportes que se considerarán en el diseño del sistema de subdrenaje, son el caudal generado por infiltración de la precipitación y el caudal por agua subterránea cuando se presente nivel freático (Izquierdo & Niño, 2012), esto se puede apreciar en la figura 11

Siendo el caudal de diseño:

$$Q_{TOTAL} = Q_{NF} + Q_{INF} \quad (26)$$

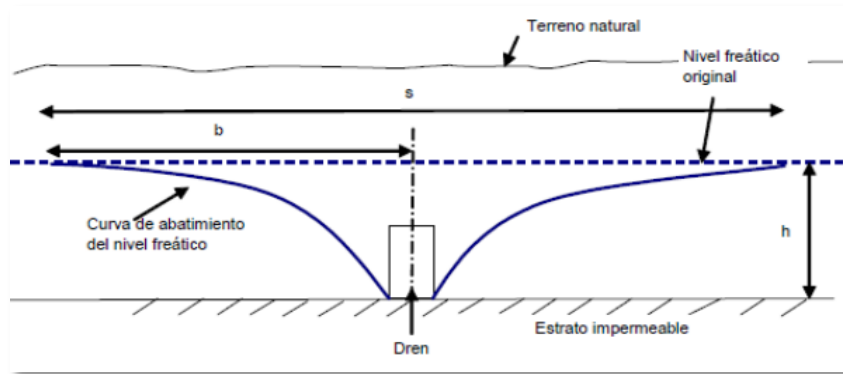


Figura 11: Abatimiento de la capa freática con presencia del Subdren

Fuente: Alejandra Izquierdo & Niño Silva (2012)

2.2.12.3. APORTE DE CAUDAL POR INFILTRACIÓN

En el 2009 el Departamento de ingeniería de PAVCO, señala que “El caudal por infiltración se calcula teniendo en cuenta la precipitación en la zona, el área por drenar y el efecto de la evaporación y de la saturación del suelo mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{INF} = (1-C)*I*A \quad (27)$$

Donde:

Q_{INF} = Caudal por infiltración

C = Coeficiente de escorrentía

I = Precipitación máxima horaria de frecuencia anual obtenida de las curvas de Intensidad Duración- Frecuencia de la zona de localización de la obra

A = Área de la zona por drenar”

2.2.12.4. CAUDAL POR ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO

En el 2009 el Departamento de ingeniería de PAVCO indican que “El caudal por abatimiento del nivel freático se calcula teniendo en cuenta la permeabilidad del suelo circundante, el gradiente hidráulico y el área para el caso de abatimiento del nivel freático así:

$$Q_{NF} = k*i*A_a \quad (28)$$

$$i = (N_d - N_f)/B$$

$$A_a = (N_d - N_f)*L$$

k = Es el coeficiente de permeabilidad del suelo.

i =Es el gradiente hidráulico.

N_d = Cota inferior del subdren.

N_f = Cota superior del nivel freático

A_a = Es el área efectiva para el caso de abatimiento del nivel freático.

B =Para subdrenajes longitudinales. b es la semibanca de la vía. Para el caso de subdrenajes transversales, b es la distancia entre subdrenajes.

L = Longitud del tramo de drenaje”.

2.2.12.5.CAUDAL EQUIVALENTE

Las aportaciones de las filtraciones del tubo drenante se realiza de una forma aproximadamente continua, desde el inicio del dren hasta el final, en el desagüe Ello hace que el caudal a lo largo del dren comience por un valor nulo y acabe en un valor máximo En estos casos es conveniente trabajar con el llamado caudal equivalente, constante a lo largo del tramo, que produce la misma pérdida de carga. (Lemos R., 1999)

Este caudal se representa en la siguiente forma:

$$Q_{\text{equivalente}} = 0.58 * Q_{\text{max}} \quad (29)$$

2.2.12.6.PENDIENTE

“Se deben tratar que estas no sean inferiores al 0.5%, se deben justificar pendientes menores, pero nunca deben ser inferiores al 0.2%. las velocidades del agua en las conducciones de drenaje estarán comprendidas entre 0.5m/s y 4m” (Lemos R., 1999, pág. 143).

2.2.12.7.MATERIAL FILTRO

Lemos (1999, Pág. 145 a 147) señala que “Cuando el fondo de la zanja se encuentra en terreno impermeable, para evitar la acumulación de agua bajo la tubería se preverá la colocación de una capa de material compactado, que puede ser del mismo terreno, alrededor del tubo, sin que alcance el nivel de las perforaciones, también se puede asentar sobre una cuna de concreto pobre En caso de tuberías con juntas abiertas, estas pueden cerrarse en su tercio inferior y dar a la capa impermeable el espesor correspondiente Si el fondo de

la zanja se encuentra en terreno impermeable, no son necesarias las anteriores precauciones.

Con la excavación de las maquinarias se realizarán la construcción de los drenajes subterráneos, asimismo su instalación. Estos drenes captan y transportan el agua subterránea y de esta manera cumple el objetivo de abatir el nivel freático existente.

Si el fondo de la zanja se encuentra en terreno permeable, no son necesarias las anteriores precauciones. La composición granulométrica del material permeable, material filtro, con el que se rellene la zanja del Subdren requiere una atención especial, pues de ella depende su buen funcionamiento.

Si d_n es el diámetro del elemento de suelo o filtro tal que n % de sus elementos en peso son menores que d_n , deben cumplirse las siguientes condiciones:

a) Para impedir el movimiento de las partículas del suelo hacia el material filtrante.

$$\frac{d_{15} \text{ del filtro}}{d_{85} \text{ del Suelo}} \leq 5 \quad (30)$$

$$\frac{d_{50} \text{ del filtro}}{d_{50} \text{ del Suelo}} \leq 25 \quad (31)$$

En el caso de terreno natural de granulometría uniforme, se sustituirá la primera relación por:

$$\frac{d_{15} \text{ del filtro}}{d_{85} \text{ del Suelo}} \leq 4 \quad (32)$$

b) Para que el agua alcance fácilmente el Subdren:

$$\frac{d_{15} \text{ del filtro}}{d_{15} \text{ del Suelo}} \geq 5 \quad (33)$$

c) Para evitar el peligro de colmatación se propone el siguiente caso: En los tubos con perforaciones circulares:

$$\frac{d_{85} \text{ del filtro}}{\text{diámetro del orificio del tubo}} \geq 5'' \quad (34)$$

2.2.12.8.DIMENSIONAMIENTO DE SECCIÓN TRANSVERSAL

El Departamento de ingeniería de PAVCO (2012, Pág. 219) “Teniendo el caudal total Q_T , el cual es la suma de los caudales calculados, se realiza el siguiente procedimiento.

$$Q_T = V * i * A \quad (35)$$

Q_T = Caudal total

V = Velocidad de flujo, la cual depende de la pendiente longitudinal y del tamaño del agregado usado en el subdren.

i = Gradiente hidráulico que para el caso de subdrenajes es =1.

A = Área de la sección transversal del subdren, normal mente se fija el ancho y se despeja su altura”

2.2.12.9.DIÁMETRO DE TUBERÍA DE DRENAJE

El Departamento de ingeniería de PAVCO (2012, Pág. 219) señala que “El diámetro de la tubería de drenaje a usar se puede estimar haciendo uso de la ecuación de Manning. Por tanteo se asume un diámetro de tubería y se rectifica si cumple la siguiente igualdad

$$Q_T = (1/n) * A * R^{2/3} S^{1/2} \quad (36)$$

Q_T = Caudal total calculado

n = Coeficiente de Manning. Para tubería de polietileno se usa 0.010

A = Área del tubo

$R = A_T / P_T$ (Área total /Perímetro total) A tubo lleno

S = Pendiente del Subdren

La línea superior de flujo o nivel freático no debe superar en ningún momento la cota de subrasante, con este criterio se debe establecer la profundidad del subdren”

2.2.12.10. PERFORACIÓN EN LA TUBERÍA

Sánchez (2009, Pág. 99 a 100) indica que “La tubería para el filtro consiste en tuberías colectoras perforadas colocadas en la parte baja de las zanjas embebidas en el material filtrante. En cuanto al tamaño de los orificios del tubo colector varía según el flujo interceptado por la tubería siendo aquel que penetrara por sus perforaciones. El cual se puede estimar según la formula.

$$Q_0 = N * A * C_d \sqrt{2 * g * 0.005} \quad (37)$$

Q_0 = Flujo a través de las perforaciones, en metros cúbicos por segundo por metro de tubería ($m^3/S/m$ metro de tubería)

N = número de perforaciones en un metro de tubería

A = Área de cada perforación en m^2

C_d = coeficiente de descarga de cada perforación.

g = Aceleración de la gravedad $9.81 m/s^2$ “

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

3.1.1 LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN

- Departamento : Ancash.
- Provincia : Recuay.
- Distrito : Recuay.
- Localidad : Ciudad de Recuay.
- Área : Urbana.
- Región : Sierra.

Coordenadas Geodésicas

- Latitud : 09° 34' 07" S
- Longitud : 77° 10' 12" W
- Norte : 8925250 N
- Este : 230250 E
- Altura : 3,394 msnm

3.1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LOCALIDAD

La Provincia de Recuay tiene una superficie de 2,304.19 km², cuenta con 10 distritos siendo las siguientes: Recuay, Ticapampa, Catac, Cotaparaco, Huayllapampa, Pararín, Marca, Llacllin, Pampas Chico, Tapacocha.

La Provincia de Recuay Limita con:

- Por el Norte con la Provincia de Huaraz.
- Por el Sur con la Provincia de Bolognesi.
- Por el Este con las Provincias de Huari y Bolognesi.
- Por el Oeste con las Provincias de Aija y Huarmey

El principal acceso a la ciudad de Recuay está constituido por la Vía del Sistema Regional Pativilca-Huaraz-Caraz, carretera asfaltada que la conecta a la costa y a todos los centros poblados del Callejón de Huaylas, entre ellos con la capital del departamento y sede del Gobierno Regional, Huaraz, Huaraz se encuentra a unos 22 km en dirección Norte.

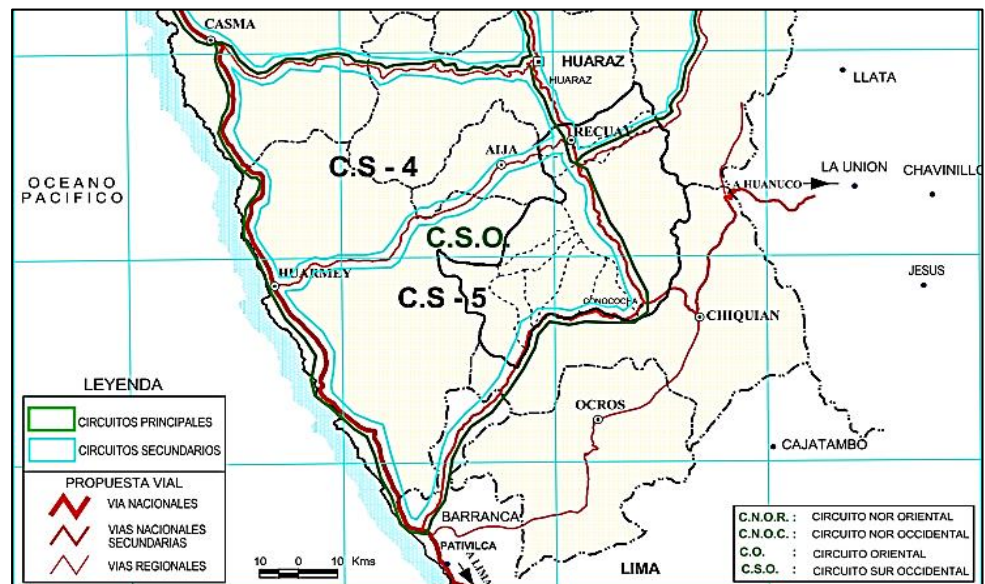


Figura 12: Vías de Acceso

Fuente: INDECI (2004)

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación de la tesis es **Aplicativo**, que tiene como objetivo el de modificar una realidad problemática para poder satisfacer las necesidades de la sociedad.

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es **Descriptivo** sin ningún pronóstico, aplicada a un proceso de análisis.

No Experimental: La investigación no experimenta, se estudia el problema y analiza, sin recurrir a la implementación del diseño en el terreno.

Transversal: porque se mide una o más características en un momento dado del tiempo.

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el diseño de investigación se tomarán los siguientes pasos

- Se procederá con la recolección de información necesaria, estudios históricos y documentaciones existentes.
- Determinar la estratigrafía del suelo en la zona de estudio.
- Levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- Determinar las fuentes que influyen el nivel de la capa freática.
- Realizar el diseño y cálculos para sistema de abatimiento de la capa freática.
- Establecer diferencias entre sistemas de subdrenaje.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

El tramo evaluado se encuentra ubicado en el margen izquierdo del río Santa frente a la ciudad de Recuay, del Distrito de Recuay, Ancash, Perú.

3.5.2 TIPO DE MUESTRA

Las muestras que se obtendrá, serán por conveniencia “**No Probabilístico**”, el criterio de la selección de la muestra será según la

presencia del nivel de la capa freática y la ubicación de las estructuras que se encuentran dentro de la zona de investigación

3.6. HIPÓTESIS

La investigación es aplicada a un nivel descriptivo limitándose a un proceso de análisis en la que no se pronosticará ningún echo o dato, siendo así que no existirá la necesidad de la formulación de Hipótesis.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Se realizó la Revisión bibliográfica, documentaria existen del sector en estudio y de las Instituciones que cuentan con documentación de dicha zona, como Gobierno Regional de Ancash, SENAMHI.
- Se considera las normas peruanas para la toma de datos.

3.7.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Para el levantamiento de terreno se procedió al uso de los siguientes equipos:

- Estación total.
- Trípode de aluminio.
- Prismas.
- Radios.

Luego del levantamiento se procesó los datos con el programa computacional AutoCAD Civil 3D.

3.7.2. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Para el estudio geomorfológico se procederá con inspección visual y la delimitación de la cuenca y análisis a partir de un modelo digital de elevaciones, el cual se puede obtener de algún servidor gratuito.

3.7.3. ESTUDIO DE GEOTECNIA Y MECÁNICA DE SUELOS

Con la finalidad de identificar y realizar la evolución geotécnica del suelo de la sub rasante existente a lo largo del trazo, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, excavación de calicatas y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio

Todos estos análisis son tomados de los estudios realizados por el **Consortio Santa Teresa y complementados con los estudios realizados por el suscrito**, y se cuentan con los siguientes datos para la investigación:

- a). Análisis granulométricos.
- b). contenido de humedad.
- c). Límites de consistencia.
- d). Clasificación de suelos.
- e). Permeabilidad del suelo.

Los estudios de mecánica de suelos siguen los requerimientos de la norma técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones” del RNE

3.7.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

La microcuenca que cruza la población, no tiene secciones de aforo ni registros de caudales que permitan estimar los caudales máximos, por lo que este parámetro será estimado sobre la base de las lluvias máximas registradas en las estaciones ubicadas en el ámbito de la zona de estudio. La Información Meteorológica será tomada de la estación de Recuay - SENAMHI, la cual está ubicada en las cercanías del área del proyecto.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Para la elaboración de los planos topográficos se utilizó el programa computacional AutoCAD civil 3D, los planos topográficos están bajo los controles terrestres de la cartografía local, por lo cual se señala en los planos los BMs usados como referencia ver Plano N° 01 y N° 02. De los Anexos de planos.

4.1.2 LOS PARÁMETROS DE SUELO

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos CORPORACIÓN GEOTÉCNICA S.A.C. y ASGEOTEC. Instalado en la ciudad de nuevo Chimbote y la ciudad de Huaraz, los ensayos fueron realizados según las Normas Peruanas E.050 de mecánica de suelos, American Society for Testing and Materials (ASTM).

Con las muestras obtenidas de las calicatas realizadas considerada hasta la capa impermeable, se han ejecutado los siguientes ensayos estándar: 12 ensayos de análisis granulométricos por tamizado, 12 ensayos de límite líquido y 12 ensayos de límite plástico han sido clasificados utilizando el sistema unificado de clasificación (SUCS) y American Association of state Highway and Transportation Officials (AASHTO) y 3 ensayos de permeabilidad.

Los estudios de suelos fueron evaluados según la norma ASTM, con la excavación de calicatas en zonas específicas tomadas por conveniencia.

Los ensayos realizados son:

- a). Análisis granulométricos.
- b). Límites de consistencia.
- c). Clasificación de suelos.
- d). Coeficiente de Permeabilidad.

De los resultados del análisis efectuado de la estratigrafía del sub suelos y a los ensayos de laboratorio realizado, se concluye que el suelo natural predominante en el área de estudio, es grava bien graduado sin finos plásticos de mediana compacidad del tipo A 1-b (0), de la clasificación de ASSHTO, de los ensayos obtenemos que el coeficiente de permeabilidad que se considera más crítico es 2.39 cm/s. En los estudios de suelos realizados también podemos apreciar el nivel de la capa freática que presenta la zona de estudios, Los resultados de los ensayos de mecánica de suelos estándar, se presentan en el Anexo N°01 Estudios de Suelos. Un resumen de los estudios de suelos se presenta en la tabla 1.

Tabla 1

Resumen de resultados del estudio de suelos

	RESUMEN DE RESULTADOS												
Calicata	unidad	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09	C-10	C-11	C-12
Muestra		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12
Limite Liquido	%	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Limite Plastico	%	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Indice Plastico	%	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Clasificacion SUCS	-	SP-SM	GW	GW	GW	GW	GW	GW	GW	GP	GW	GW	GW
Clasificacion AASHTO	-	A1-b(0)	A1-a(0)	A1-a(0)	A1-a(0)	A1-a(0)	A1-a(0)	A1-a(0)	A1-a(0)	A1-a(0)	A1-a(0)	A1-a(0)	A1-a(0)
% de Gravas	%	17.35	59.49	67.91	63.72	81.52	68.06	71.37	72.01	75.99	67.09	64.38	63.46
% de Arena	%	72.11	39.41	31.04	35.64	17.73	31.83	26.49	27.19	21.59	31.47	31	33.78
Pasante N° 200	%	10.54	1.1	1.06	0.64	0.75	0.29	2.15	0.8	2.48	1.44	4.61	2.77
Permeabilidad	cm/s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.39	2.29	2.26

4.1.3 ESTUDIO HIDROGRÁFICO

El área del proyecto se ubica en la margen izquierda del Río Santa, a una altitud promedio de 3406 msnm. Para el estudio hidrográfico empleamos la carta nacional 20- I, Se ha identificado dos cuencas cercanas a la zona de estudio y de la evaluación se define el cauce principal y el punto de descarga de las dos cuencas, las cuales se encuentra en el rio santa, el cauce principal de la cuenca se encuentra a una distancia promedio de 230 metros de la zona de estudio. Considerando esta distancia alejada de la zona de estudio se concluye que el caudal que proveen las cuencas no afecta en la zona de estudio ver plano N° 03 de los Anexo N° 7.

4.1.4 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

La Información de las precipitaciones fue tomada de la estación Recuay- Departamento de Ancash, Provincia de Recuay, Distrito de Recuay del servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI), la cual está ubicada en las cercanías del área del proyecto, estos datos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

Información de las Precipitaciones de la estación de Recuay

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1979	6.20	12.60	29.80	25.50	7.90	3.00	0.00	5.20	7.20	5.20	13.90	7.00
1980	15.00	16.40	21.80	13.20	3.20	3.40	0.00	6.50	4.50	19.80	24.80	23.50
1981	47.30	23.60	27.30	15.80	3.20	0.00	0.00	7.20	2.10	9.20	21.40	16.20
1982	21.80	22.30	15.40	8.80	1.90	0.00	9.20	10.90	7.80	30.30	19.40	17.60
1983	25.00	12.20	33.40	14.20	5.20	5.80	2.10	0.00	5.30	18.50	19.30	10.00
1984	19.30	19.60	32.40	28.60	18.00	8.00	7.50	0.00	13.20	26.40	27.00	16.90
1985	11.00	32.50	45.40	21.40	10.50	2.10	8.00	0.00	18.20	20.70	7.80	18.40
1986	25.20	29.80	12.70	S/D	2.00	0.00	0.10	2.00	20.50	23.20	29.60	30.10
1987	24.40	18.00	20.00	13.20	5.70	0.10	0.00	3.30	11.90	23.00	17.00	25.50
1988	19.40	14.20	22.20	17.40	13.50	2.50	0.00	5.70	21.90	13.10	11.20	22.60
1989	21.60	24.70	13.20	17.30	10.60	3.70	0.10	14.40	9.40	22.50	11.30	6.80
1990	16.80	10.70	18.60	13.60	8.10	1.90	0.00	0.00	8.20	15.40	26.80	18.80
1991	9.70	15.20	S/D	15.00	11.30	0.00	4.70	0.00	0.10	19.40	29.40	10.50
1992	2.30	30.80	34.00	12.30	10.40	7.70	0.00	7.40	15.80	12.10	11.20	12.10
1993	23.20	27.10	28.40	16.70	7.20	0.10	3.20	0.10	7.90	24.80	19.50	27.60
1994	21.60	16.70	42.30	14.70	9.10	2.80	0.60	2.70	13.80	17.00	10.80	14.90
1995	13.60	40.30	23.40	24.10	15.00	0.60	0.00	3.50	8.10	20.30	18.90	17.00
1996	24.60	19.30	28.00	9.00	6.20	0.00	0.00	2.30	7.10	15.20	15.00	13.60
1997	15.80	19.80	24.00	12.80	9.50	0.00	0.00	0.60	11.90	12.70	18.60	28.90
1998	53.30	28.60	30.60	26.20	18.50	5.60	0.00	2.40	11.30	17.60	13.40	8.60
1999	26.50	19.20	26.80	15.70	13.80	7.90	0.00	0.70	11.80	16.10	14.20	17.10
2000	16.00	23.00	12.00	12.60	10.30	0.00	0.00	10.20	9.40	7.60	11.40	22.30
2001	21.80	17.00	20.50	8.90	7.30	13.90	0.00	0.10	21.00	18.60	29.40	24.30
2002	21.20	21.40	18.10	8.80	6.30	4.20	0.00	0.00	15.00	S/D	38.80	19.30
2003	17.20	19.40	16.80	16.80	8.10	5.70	3.60	0.00	2.90	12.80	18.00	17.90
2004	9.00	17.40	21.70	20.50	9.00	2.50	0.80	0.00	11.80	33.70	19.80	27.00
2005	16.50	13.10	32.40	20.40	12.60	0.00	0.00	3.00	9.30	6.80	S/D	11.70
2006	20.20	19.00	24.50	20.00	2.90	14.60	2.10	10.50	17.00	17.10	21.50	19.00
2007	29.00	16.20	33.00	19.60	16.00	2.50	0.00	1.70	2.40	10.00	22.70	9.10
2008	13.40	15.90	13.20	10.80	2.60	5.60	6.50	3.90	7.50	19.80	9.20	10.90
2009	23.40	16.50	44.00	31.40	16.60	2.40	0.00	10.50	4.30	20.30	25.70	19.00
2010	20.50	19.80	25.70	21.10	12.40	4.00	0.70	2.60	10.00	12.80	17.90	22.80
2011	17.80	16.40	19.90	20.90	16.30	1.20	8.90	3.70	6.10	3.40	11.90	29.50
2012	38.30	24.10	20.50	20.30	6.60	9.80	0.00	0.00	5.60	13.60	S/D	32.40
2013	13.00	21.50	31.40	16.40	6.00	1.20	2.00	5.80	7.60	14.20	16.00	26.80
2014	10.10	29.50	30.40	11.50	11.70	4.70	2.40	2.80	8.70	10.10	22.70	23.70
2015	2.60	16.60	S/D	14.60	6.90	1.90	2.40	2.50	4.10	10.10	10.30	13.30

Fuente: SENAMHI (2019)

los datos de las precipitaciones de la estación de Recuay estan incompletos, por lo que se vio por conveniente utilizar los datos de las precipitaciones de la estación de Milpo – Provincia de Recuay - Distrito de Catac, Para completar los datos de la estación de Recuay , las cuales se muestran en la tabla 3.

Tabla 3

Información de las precipitaciones de la estación de Milpo

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1981	18.4	19.2	16.7	10.1	7	7.7	3	9.2	7	10.5	16.5	13.5
1982	12	S/D	S/D	S/D	15.3	15	15.2	10	50.2	50.2	30	30
1983	13	5.6	11.6	2.6	0	0	0	0.5	0.6	0.6	0.5	10.1
1984	15.4	8.2	12.4	8.6	0	0	0	0	4.6	7.4	10	16.6
1985	10.2	10.5	8.6	11.1	0	0	0	4.2	24.7	15.2	10	18
1986	5.7	7	10.8	11.2	10.8	0.9	0	10.1	7.2	5.5	9.8	11.5
1987	18.1	14.2	12.3	13.3	5.1	0	0	2	9.9	11.3	16.8	14.5
1988	17	11.5	20	21.6	6.3	4	0	4.3	11	8.7	10.2	13.4
1989	S/D	S/D	S/D	S/D	8.1	9.8	3.4	11.1	12.7	12.9	2.7	4.8
1990	4.2	11.5	12.1	2.6	1.5	1.2	0.3	1.9	0.9	8.8	12	2.7
1991	S/D	S/D	26.8	21.3	11	9	0	10	11.3	15.5	15.5	13.3
1992	10	13	16.8	14	7.3	0.01	6.6	4.1	1.9	10.9	12.5	8
1993	16.2	22.4	22	29.7	8.8	6.4	3.7	3.7	15.5	13.5	19.5	33.5
1994	25.8	29	31.6	14.8	14.9	3.3	2.8	6.3	11.5	12.4	11.3	18
1995	28.2	18.7	23.8	12.2	15.2	5.2	3	9.8	8.1	11.4	20.2	25.3
1996	33.2	11.4	20.6	27.4	12.2	7	0.5	3.8	12.2	8.2	17.2	16.7
1997	17.6	16.8	10	6.5	9.5	0.7	9.6	9.8	14.8	9.3	11.8	25.4
1998	44.8	30	30.2	33.7	9.8	10.9	0	2.8	6.2	20	13.5	15
1999	40.8	34.2	26.4	13.5	5.9	8.1	4.4	3.4	12.8	15.1	23.1	11.9
2000	17.1	17.8	41	10.1	15.5	3.9	3.1	6.2	12.1	20	8.5	24.5
2001	23.6	18.3	28.4	4.5	7.3	2	5	0.5	10.7	16.7	20	24
2002	29.5	46.6	55.6	16.8	6.4	3.9	1.3	2	10.2	29.2	16.8	25
2003	11.3	24.6	18.8	23	7.9	3.9	9.5	2.5	12.9	10.3	14.3	22.1
2004	17	26.8	27.6	29.5	10.7	3.7	11.6	3.3	2.6	19	28.1	24.3
2005	23.7	18.6	24.6	16	25.2	1.5	4.5	6.1	3.4	24.9	28.2	21.8
2006	17.9	24.4	29.1	43.2	14.1	9.2	3.4	1.5	10.2	18.9	13.4	15.9
2007	39.4	3.2	38.9	34	12	5.2	8	13.8	1.8	26.3	24.9	23.5
2008	38.4	30.5	53.8	19.6	2.5	15.4	25.1	28.2	20.3	32.7	9	24.4
2009	34.6	26	31.2	27.6	3.6	4.4	4.2	2.8	2.6	37.2	24.4	31.2
2010	19.1	14.6	30.1	9.5	10.9	2	0.9	2.3	15.7	16.2	52.7	40.8
2011	26.5	31.8	29	18.2	4.2	2.4	7.2	4.4	75.6	27.7	40.4	98.5
2012	32.5	98.6	51.6	55.2	11.2	27.3	3	2.7	41	18.4	35.5	S/D
2013	22.3	45.2	45.7	54	23.8	58	14.4	7.4	25.4	34.3	24.7	39.3
2014	63.1	139.9	59.9									

Fuente: SENAMHI (2019)

Para complementar los datos faltantes de la estación de Recuay se procedió a usar el programa computacional de Hidroesta mediante la ecuación exponencial (Ver Anexo N°02, Hojas de Cálculo). estos valores los apreciamos en la tabla 4.

Tabla 4

Información de las precipitaciones de la estación de Recuay completadas

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1979	6.20	12.60	29.80	25.50	7.90	3.00	0.00	5.20	7.20	5.20	13.90	7.00
1980	15.00	16.40	21.80	13.20	3.20	3.40	0.00	6.50	4.50	19.80	24.80	23.50
1981	47.30	23.60	27.30	15.80	3.20	0.00	0.00	7.20	2.10	9.20	21.40	16.20
1982	21.80	22.30	15.40	8.80	1.90	0.00	9.20	10.90	7.80	30.30	19.40	17.60
1983	25.00	12.20	33.40	14.20	5.20	5.80	2.10	0.00	5.30	18.50	19.30	10.00
1984	19.30	19.60	32.40	28.60	18.00	8.00	7.50	0.00	13.20	26.40	27.00	16.90
1985	11.00	32.50	45.40	21.40	10.50	2.10	8.00	0.00	18.20	20.70	7.80	18.40
1986	25.20	29.80	12.70	15.45	2.00	0.00	0.10	2.00	20.50	23.20	29.60	30.10
1987	24.40	18.00	20.00	13.20	5.70	0.10	0.00	3.30	11.90	23.00	17.00	25.50
1988	19.40	14.20	22.20	17.40	13.50	2.50	0.00	5.70	21.90	13.10	11.20	22.60
1989	21.60	24.70	13.20	17.30	10.60	3.70	0.10	14.40	9.40	22.50	11.30	6.80
1990	16.80	10.70	18.60	13.60	8.10	1.90	0.00	0.00	8.20	15.40	26.80	18.80
1991	9.70	15.20	25.10	15.00	11.30	0.00	4.70	0.00	0.10	19.40	29.40	10.50
1992	2.30	30.80	34.00	12.30	10.40	7.70	0.00	7.40	15.80	12.10	11.20	12.10
1993	23.20	27.10	28.40	16.70	7.20	0.10	3.20	0.10	7.90	24.80	19.50	27.60
1994	21.60	16.70	42.30	14.70	9.10	2.80	0.60	2.70	13.80	17.00	10.80	14.90
1995	13.60	40.30	23.40	24.10	15.00	0.60	0.00	3.50	8.10	20.30	18.90	17.00
1996	24.60	19.30	28.00	9.00	6.20	0.00	0.00	2.30	7.10	15.20	15.00	13.60
1997	15.80	19.80	24.00	12.80	9.50	0.00	0.00	0.60	11.90	12.70	18.60	28.90
1998	53.30	28.60	30.60	26.20	18.50	5.60	0.00	2.40	11.30	17.60	13.40	8.60
1999	26.50	19.20	26.80	15.70	13.80	7.90	0.00	0.70	11.80	16.10	14.20	17.10
2000	16.00	23.00	12.00	12.60	10.30	0.00	0.00	10.20	9.40	7.60	11.40	22.30
2001	21.80	17.00	20.50	8.90	7.30	13.90	0.00	0.10	21.00	18.60	29.40	24.30
2002	21.20	21.40	18.10	8.80	6.30	4.20	0.00	0.00	15.00	15.21	38.80	19.30
2003	17.20	19.40	16.80	16.80	8.10	5.70	3.60	0.00	2.90	12.80	18.00	17.90
2004	9.00	17.40	21.70	20.50	9.00	2.50	0.80	0.00	11.80	33.70	19.80	27.00
2005	16.50	13.10	32.40	20.40	12.60	0.00	0.00	3.00	9.30	6.80	18.48	11.70
2006	20.20	19.00	24.50	20.00	2.90	14.60	2.10	10.50	17.00	17.10	21.50	19.00
2007	29.00	16.20	33.00	19.60	16.00	2.50	0.00	1.70	2.40	10.00	22.70	9.10
2008	13.40	15.90	13.20	10.80	2.60	5.60	6.50	3.90	7.50	19.80	9.20	10.90
2009	23.40	16.50	44.00	31.40	16.60	2.40	0.00	10.50	4.30	20.30	25.70	19.00
2010	20.50	19.80	25.70	21.10	12.40	4.00	0.70	2.60	10.00	12.80	17.90	22.80
2011	17.80	16.40	19.90	20.90	16.30	1.20	8.90	3.70	6.10	3.40	11.90	29.50
2012	38.30	24.10	20.50	20.30	6.60	9.80	0.00	0.00	5.60	13.60	19.16	32.40
2013	13.00	21.50	31.40	16.40	6.00	1.20	2.00	5.80	7.60	14.20	16.00	26.80
2014	10.10	29.50	30.40	11.50	11.70	4.70	2.40	2.80	8.70	10.10	22.70	23.70
2015	2.60	16.60	S/D	14.60	6.90	1.90	2.40	2.50	4.10	10.10	10.30	13.30

4.1.4.1 PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA

Las lluvias máximas de las estaciones máximas en 24 horas indicadas en el Ítem anterior han sido consideradas para determinar la Estación equivalente que será usada para la determinación de los caudales en las cuencas de estudio.

Para esto se ha seleccionado la lluvia mayor de cada una de las estaciones, esto es indicado en la siguiente Tabla 5

Tabla 5

Precipitación Máxima en Estación Recuay

1979	29.80	1997	28.90
1980	24.80	1998	53.30
1981	47.30	1999	26.80
1982	30.30	2000	23.00
1983	33.40	2001	29.40
1984	32.40	2002	38.80
1985	45.40	2003	19.40
1986	30.10	2004	33.70
1987	25.50	2005	32.40
1988	22.60	2006	24.50
1989	24.70	2007	33.00
1990	26.80	2008	19.80
1991	29.40	2009	44.00
1992	34.00	2010	25.70
1993	28.40	2011	29.50
1994	42.30	2012	38.30
1995	40.30	2013	31.40
1996	28.00	2014	30.40
		2015	16.60

El Histograma de precipitación Máximas de la Estación Recuay se aprecia en la figura 13

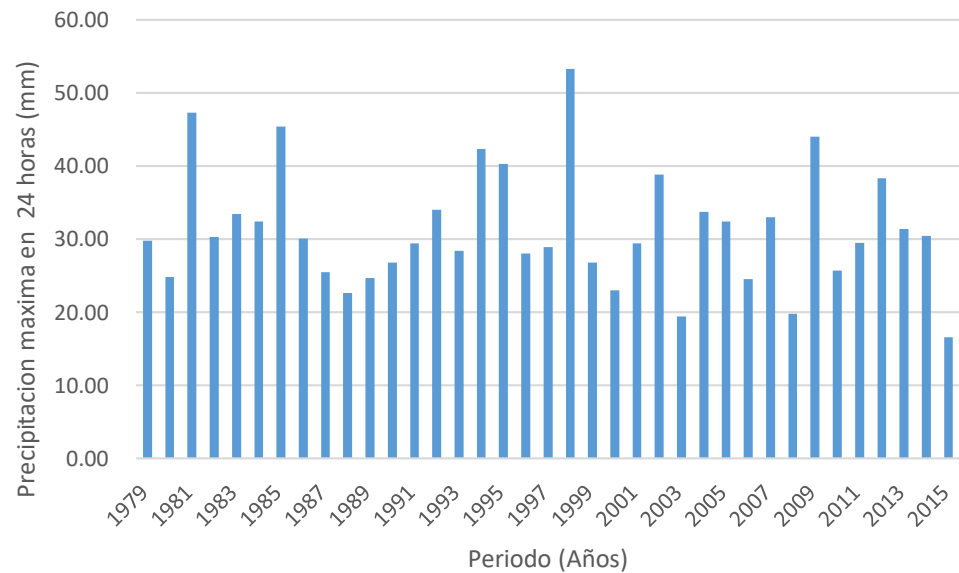


Figura 13: Histograma de las Precipitaciones Máximas de las Estación de Recuay

4.1.4.2 ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Los valores observados de precipitación máxima en 24 horas, en la estación Recuay, fueron ajustados a las distribuciones teóricas Log Pearson Tipo III, Pearson Tipo III y Gumbel, para ello se recurrió a la programación en el software de cómputo Excel y se comprobó con el Software de cómputo Hidroesta, en el Tabla 6 se muestran los valores hallados. (Ver anexo N° 02, Hojas de Cálculo)

Tabla 6

Distribuciones Teóricas de las Precipitaciones

			NORMAL	LOG NORMAL 2P	GUMBEL	Log Person Tipo III
T	F(Z)	Z	Qi	Qi	Qi	Qi
10	0.90	1.282	41.54	41.65	41.72	41.8
25	0.96	1.751	45.32	46.84	47.69	47.64
50	0.98	2.054	47.77	50.53	52.11	51.94
75	0.99	2.216	49.08	52.62	54.68	57.46
100	0.99	2.326	49.97	54.09	56.50	56.26
200	1.00	2.576	51.98	57.57	60.88	60.6
500	1.00	2.878	54.42	62.09	66.65	66.45

4.1.4.3 PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE.

Para saber que distribución teórica se ajustó mejor a los datos de intensidades calculadas, se aplicó la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov. Con la ayuda del programa computacional Hidrognomon ver.4.01, Dando como resultado los valores que se observan en la Tabla 7.

Tabla 7

Prueba de Bondad y Ajuste

Modelo Probabilístico	Prueba estadística	Estimacion de Parametros	Nivel de Significacion (α)	Delta Tabular Δ_0	Delta Teorico Δ	Resultado
Normal	Smirnov	Momentos	5%	0.205	0.127	Se Ajusta
Log Normal	Smirnov	Momentos	5%	0.205	0.084	Se Ajusta
Pearson Tipo III	Smirnov	Momentos	5%	0.205	0.085	Se Ajusta
Log Pearson Tipo III	Smirnov	Momentos	5%	0.205	0.085	Se Ajusta
Gumbel	Smirnov	Momentos	5%	0.205	0.065	Se Ajusta

4.1.4.4 INTENSIDAD DE LLUVIA

Existen varios modelos para estimar la intensidad a partir de la precipitación máxima en 24 horas. El modelo usado es de Modelo de Dick y Peschke que permite calcular la lluvia máxima en función del período de retorno, la duración de la tormenta en minutos y la precipitación máxima, obtenemos los siguientes resultados.

Para este análisis usamos las Precipitaciones Máximas de la Estación Recuay para Diferentes Periodos de Retorno, usando el análisis de frecuencia de Gumbel como muestra el Tabla 8.

Tabla 8

Precipitaciones Máximas usando el análisis de frecuencia de Gumbel

Periodo (Años)	Distribucion Gumbel
5	37.00
10	41.72
25	47.69
50	52.11
75	54.68
100	56.50
200	60.88
500	66.65

Mediante el uso del Modelo de Dick y Peschke, determinamos las precipitaciones máximas P_t en diversos tiempos de duración mediante la fórmula N° 21 obtenemos los valores que se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9

Precipitaciones Máximas con diversos tiempos de Duración

Duracion		T - Periodo de Retorno (años)						
Hr	min	5	10	25	50	75	100	200
0.167	10	10.68	12.04	13.77	15.04	15.79	16.31	17.57
0.333	20	12.70	14.32	16.37	17.89	18.77	19.40	20.90
0.500	30	14.06	15.85	18.12	19.80	20.78	21.47	23.13
0.667	40	15.11	17.03	19.47	21.27	22.32	23.07	24.85
0.833	50	15.97	18.01	20.59	22.50	23.61	24.39	26.28
1.000	60	16.72	18.85	21.55	23.54	24.71	25.53	27.51
1.500	90	18.50	20.86	23.84	26.06	27.34	28.25	30.44
2.000	120	19.88	22.42	25.62	28.00	29.38	30.36	32.71
4.000	240	23.64	26.66	30.47	33.30	34.94	36.10	38.90
6.000	360	26.16	29.50	33.72	36.85	38.67	39.95	43.05
7.000	420	27.19	30.66	35.05	38.30	40.19	41.52	44.74
8.000	480	28.11	31.70	36.24	39.60	41.55	42.93	46.26
10.000	600	29.73	33.52	38.31	41.87	43.93	45.40	48.91
11.000	660	30.44	34.33	39.24	42.88	44.99	46.49	50.09
12.000	720	31.11	35.09	40.10	43.82	45.98	47.51	51.19

Al conseguir los valores de precipitaciones máximas, procedemos a hallar las intensidades para cada tiempo de retorno (5, 10, 25, 50, 75, 100, 200) utilizando la formula N° 20, estos valores de intensidad de diseño se muestran en la Tabla 10, con estos valores se calculan las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)

Tabla 10

Intensidades de diseño para duraciones menores a 24 horas

Duracion		T - Periodo de Retorno (años)						
Hr	min	5	10	25	50	75	100	200
0.167	10	64.0859	72.2682	82.5981	90.2613	94.7155	97.8680	105.4469
0.333	20	38.1057	42.9710	49.1131	53.6697	56.3182	58.1927	62.6991
0.500	30	28.1139	31.7035	36.2351	39.5969	41.5509	42.9338	46.2586
0.667	40	22.6578	25.5507	29.2028	31.9122	33.4870	34.6016	37.2811
0.833	50	19.1661	21.6132	24.7026	26.9944	28.3265	29.2694	31.5360
1.000	60	16.7166	18.8510	21.5455	23.5444	24.7063	25.5286	27.5056
1.500	90	12.3333	13.9080	15.8960	17.3708	18.2280	18.8347	20.2933
2.000	120	9.9398	11.2089	12.8110	13.9996	14.6905	15.1794	16.3549
4.000	240	5.9102	6.6648	7.6175	8.3242	8.7350	9.0257	9.7247
6.000	360	4.3605	4.9172	5.6201	6.1415	6.4446	6.6591	7.1748
7.000	420	3.8844	4.3804	5.0065	5.4710	5.7410	5.9320	6.3914
8.000	480	3.5142	3.9629	4.5294	4.9496	5.1939	5.3667	5.7823
10.000	600	2.9727	3.3522	3.8314	4.1869	4.3935	4.5397	4.8913
11.000	660	2.7676	3.1210	3.5671	3.8980	4.0904	4.2265	4.5538
12.000	720	2.5928	2.9238	3.3417	3.6518	3.8320	3.9595	4.2661

4.1.4.5 CALCULAMOS LAS CURVAS I-D-F

Las curvas de IDF se calcula mediante la Formula N° 22 siendo las variables k, m y n necesarias para su desarrollo, estas se calcular mediante el sistema de ecuaciones ver formula N° 24

El desarrollo de los valores de se puede observar en la Tabla 11, y conseguimos el sistema de ecuaciones que se muestra a continuación.

$$56a_0 + 87.776a_1 + 90.235a_2 = 82.550$$

$$87.776a_0 + 153.1191055 a_1 + 141.4370073 a_2 = 131.4838434$$

$$90.235 a_0 + 141.4370073 a_1 + 151.420793 a_2 = 128.5005976$$

Al resolver el sistema de ecuaciones obtenemos los siguientes valores de k, n, m

$$a_0 = 2.4714$$

$$a_1 = 0.1347$$

$$a_2 = 0.750$$

$$K = 296.094$$

$$m = 0.135$$

$$n = 0.750$$

Reemplazando los siguientes valores en la formula N° 32 Obtenemos la siguiente expresión:

$$i = \frac{296.0904T^{0.13473}}{d^{0.75}}$$

Obtenemos la tabla 11 con las intensidades de diseño para la generación de las curvas I-D-F.

Tabla 11

Intensidades de Diseño para la generación de las curvas I-D-F

Duracion		T - Periodo de Retorno (años)							
Hr	min	5	10	20	50	75	100	200	500
0.167	10	65.404	71.806	78.835	89.194	94.202	97.925	107.510	121.637
0.333	20	38.889	42.696	46.876	53.035	56.013	58.226	63.926	72.326
0.500	30	28.692	31.501	34.584	39.129	41.326	42.959	47.164	53.361
0.667	40	23.124	25.387	27.872	31.535	33.305	34.622	38.011	43.005
0.833	50	19.560	21.475	23.577	26.675	28.173	29.286	32.153	36.378
1.000	60	17.060	18.730	20.564	23.266	24.572	25.543	28.044	31.729
1.500	90	12.587	13.819	15.172	17.165	18.129	18.846	20.690	23.409
2.000	120	10.144	11.137	12.227	13.834	14.611	15.188	16.675	18.866
4.000	240	6.032	6.622	7.270	8.226	8.688	9.031	9.915	11.218
6.000	360	4.450	4.886	5.364	6.069	6.410	6.663	7.315	8.276
7.000	420	3.964	4.352	4.778	5.406	5.710	5.935	6.516	7.373
8.000	480	3.587	3.938	4.323	4.891	5.166	5.370	5.895	6.670
10.000	600	3.034	3.331	3.657	4.137	4.370	4.542	4.987	5.642
11.000	660	2.825	3.101	3.405	3.852	4.068	4.229	4.643	5.253
12.000	720	2.646	2.905	3.189	3.609	3.811	3.962	4.350	4.921

Con los valores de intensidad de diseño generamos las curvas I-D-F las cuales se muestran en la figura 15 (ver anexo N° 04)

4.1.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA

Obtenido los siguientes resultados del análisis de análisis de precipitación; intensidad, frecuencia, duración, periodos de retorno y las cotas del nivel de la capa freática del estudio de suelos cotas se procedió a determinar los caudales respectivos para el diseño mencionado.

Teniendo en consideración que, para el diseño del sistema de abatimiento de la capa freática, debe cumplir con la función de interceptar el agua subterránea evitando que la misma provoque daños en las estructuras existentes, para cumplir con esta función consideramos los siguientes factores.

- Configuración geométrica del sistema.
- Espaciamiento de drenes.
- Área de drenaje.
- Líneas de drenaje.

- Cotas del nivel de la capa freática.
- Caudal total de diseño.
- Tipo de drenaje que se usara.
- Punto de evacuación de las aguas recolectadas.

4.1.5.1 CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA PARA EL SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA

Para la configuración geométrica del sistema de abatimiento de la capa freática se procede con la evaluación del área disponible en el área de estudios, la topografía y el punto de evacuación para sistema de abatimiento.

La forma Geométrica del sistema de abatimiento de la capa freática, constara del uso del dren en forma longitudinal paralela al rio Santa para poder interceptar las infiltraciones provenientes de las misma, y drenes interceptores para poder abarcar mayor área para el drenaje en el área de estudio, tomando en cuenta estas consideraciones se plantea como estrategia distribuir las líneas de drenaje en forma de espina de pescado, la cual contará con líneas de drenaje secundarios que se encargaran de recolectar aguas subterráneas y conducir las a una línea de drenaje principal la cual se encarga de evacuar el agua recolectada al rio santa.

4.1.5.2 SELECCIÓN DEL TIPO DE DRENAJE DE DISEÑO

Para poder proceder con el diseño hidráulico del sistema de abatimiento de la capa freática, procedemos a seleccionar el tipo de drenaje que sea adecuado a la topografía del terreno, características del suelo y usos que tiene la zona de investigación.

Se procede a evaluar las ventajas y desventajas de cada tipo de drenaje y determinando si es aplicable en la zona de estudio. Las cuales se muestran en las tablas 12,13,14,15,16 y 17.

Tabla 12

Evaluación de ventajas y desventajas de la zanja abierta

Zanja Abierta	
Ventajas	Desventajas
Actúa como drenaje superficial, el agua de las precipitaciones escurren por el terreno las lleva a las zanjas abiertas y las evacua en un punto de descarga	La zona de estudio se encuentra en la ejecución de proyecto “Mejoramiento y ampliación del centro temático cultura Recuay, para la educación y capacitación en los servicios ecológicos, deportivos, cultural y artesanal, distrito de Recuay, provincia de Recuay- Ancash”, este tipo de proyecto invita a la población a recrearse, lo cual conlleva que todo tipo de personas desde niños hasta adultos mayores usen las áreas de este proyecto, y usar zanjas abiertas pone en riesgo a caídas de los niños, personas con discapacidades y población en general
Actúa como drenaje subterráneo, al profundizar las zanjas drenantes, estas filtran el agua por las paredes de la zanja, y las canalizan a lo largo de la línea de conducción	
Es económico y de fácil implementación	El dimensionamiento de las zanjas por lo general son sobre dimensionadas, y no es adecuada para la zona de estudio, ya que las estructuras existentes no permitirían su aplicación.
Considerando ventajas y desventajas de zanjas abiertas, se decide que su uso no es la más adecuada para la zona de estudio	

Tabla 13

Evaluación de ventajas y desventajas del Dren francés

Dren Francés	
Ventajas	Desventajas
El dren francés tiene la función de drenar el agua subterránea mediante las paredes de las zanjas, las cuales están cubiertas por material permeable, para el transporte y canalización del agua recolectada, a un punto de evacuación	La sección transversal del dren Francés, pueden llegar a ser demasiado grandes dependiendo del caudal que se tiene que evacuar
El dren Francés al estar cubierto por material permeable, permite el libre desarrollo de cualquier actividad, que se pueda realizar en el proyecto que se viene realizando	
Las pendientes en el terreno permite el libre uso del dren Francés, es económico y de fácil implementación	
Se decide realizar el diseño hidráulico del dren Francés	

Tabla 14

Evaluación de ventajas y desventajas de la zanja Drenante con tubería perforada

Zanja Drenante con Tubería Perforada	
Ventajas	Desventajas
Las zanjas drenantes con tuberías perforadas, permiten drenar las aguas subterráneas mediante las zanjas drenantes, trasportarlas a la tubería perforada	las tubería pueden llegar a taparse, por los finos del suelos, todo esto dependerá de las características del suelo
Las tuberías perforas permiten transportar el agua recolectada y mediante una línea de conducción recolecta y la transporta a un punto de evacuación	
Las zanjas tiende a ser más estrechas, gracias a que las tuberías perforadas evacuan gran parte del caudal de diseño	
Se decide realizar el diseño hidráulica de la zanja drenante con tubería perforada	

Tabla 15

Evaluación de ventajas y desventajas del drenaje tipo sintético

Drenaje tipo Sintético	
Ventajas	Desventajas
El drenaje tipo sintético usa el geotextil no tejido que se encarga de separar el suelos y una capa de drenaje granular, para cumplir con la función de filtro e impedir el paso de las partículas de suelo hacia las zanjas rellenas con material permeable	Para ala implementación del drenaje tipo sintético, se necesita mano de obra especializada ya que si existen algunos deficiencias en sus estructuras, impedirá que el agua fluya de manera adecuada, ocasionando almacenamiento críticos
Impide la colmatación de las tubería perforadas	
Se decide realizar el análisis de del geotextil no tejido tomando en consideración las características del suelo	

Tabla 16

Evaluación de ventajas y desventajas de los drenes horizontales o de penetración

Drenes Horizontales o de Penetración	
Ventajas	Desventajas
Los drenes Horizontales o de penetración cumplen con abatir el nivel freático del suelo hasta incrementar la estabilidad del talud	Las pendientes en la zona de estudio no son mayores al 3%, siendo así que los Drenes horizontales pierden su función de estabilizar taludes
Se instalan en diferentes capas de suelos de los taludes, son simples de instalar y ayudan a incrementar el factor de seguridad del talud en un corto periodo de tiempo	
Se descarta para el diseño del sistema de abatimiento de la capa freática, al no poder cumplir con su función en la zona de estudio	

Tabla 17

Evaluación de ventajas y desventajas de Colchones de drenaje

Colchones de Drenaje	
Ventajas	Desventajas
Los colchones de drenaje permitirá abatir el agua del terraplén hacia un sitio adecuado de desagüe.	No se encuentran terraplenes y la variación de las pendientes no sobrepasan el 3%
Se descartan el uso de los colchones de Drenaje	

4.1.5.3 DISEÑO HIDRÁULICO

Conociendo los elementos fundamentales como las alturas del nivel de la capa freática y el análisis de las precipitaciones que abarcan la intensidad, duración, frecuencia, periodo de retorno, se continua con el análisis del espaciamiento máximo de los drenes y los caudales para el diseño.

4.1.5.4 ESPACIAMIENTO DE DRENES

Para la distribución de los drenes en el sistema de abatimiento de la capa freática, se halla el espaciamiento máximo de los drenes, basándose en los principios del flujo de agua subterránea, diversos investigadores han desarrollado fórmulas para calcular el espaciamiento. Para esta investigación se ha usado la fórmula 25 de Donnan,

- Definimos la altura del nivel de la capa freática de acuerdo a lo señalado en los estudios de suelos ver anexo N° 01. y la representamos en la tabla 18.

Tabla 18

Cotas del nivel de la capa freática

Línea de Drenaje	Cotas del nivel de la capa freática m.s.n.m
	superior
S1	3405.2
P1	3405.2
S2	3404.8
P2	3405
S3	3402.8
P3	3403.8
S4	3400.3
P4	3401.55
S5	3397.6
P5	3398.95
S6	3395.45
P6	3396.525
S7	3393.9
P7	3394.675

- El valor del coeficiente de permeabilidad es de 2.39 cm/s, se ha seleccionado el más crítico del resultado de los estudios de suelos, para realizar el diseño, ver anexo N° 01
- La recarga hidráulica lo obtenemos de la curva I-D-F (ver figura 15) de donde se escoge el periodo de retorno de 10 años y de duración de 2 horas, obtenido de esta información la intensidad de
- Altura de la capa freática promedio de 1.54 m y espesor por debajo del nivel de los drenes de 1 m en promedio

- la lluvia de 11.137 mm/h, siendo esta la recarga hidráulica que usaremos en la formula.
- Usando la formula N°25 se obtiene que el valor del espaciamiento máximo que es de 205.88 m.
- Con esto datos se procede a distribuir las líneas de drenaje secundario en la forma geométrica de espina de pescado del sistema de abatimiento de la capa freática.

4.1.5.5 CALCULO DE CAUDAL TOTAL DE DISEÑO

Para el cálculo del caudal total de diseño los aportes que se considerarán en el diseño del sistema de abatimiento de la capa freática consisten en el caudal generado por infiltración de la precipitación y el caudal por agua subterránea.

➤ APORTE DE CAUDAL POR INFILTRACIÓN DE DISEÑO

Para poder calcular el caudal de infiltración de las precipitaciones en los drenes se usó la formula N° 27 y los parámetros que usamos para poder calcular el caudal de infiltración son:

Coeficiente de escorrentía = 0.37 (tabla 35)

Periodo de retorno = 10 años

Duración de lluvia = 120 min

Intensidad=11.137 mm/h

Con las líneas de drenaje distribuidas, procedemos a delimitar las áreas de drenaje para cada línea de drenaje, ver anexo plano.

Con los datos obtenidos se procede a calcular el caudal de infiltración para cada línea de drenaje estos resultados se muestran en la tabla 19.

Tabla 19

Caudal por Infiltración

Línea de Drenaje	Área de drenaje	Caudal por infiltración
	(m ²)	QINF (lt/s)
S1	1255.56	2.43
P1	1551.77	3.01
S2	4412.59	8.55
P2	3332.18	6.45
S3	8990.79	17.41
P3	5409.32	10.48
S4	6815.33	13.20
P4	5552.16	10.75
S5	8548.6	16.56
P5	5521.26	10.69
S6	6531.78	12.65
P6	4812.85	9.32
S7	2542.08	4.92
P7	4087.62	7.92

➤ APOORTE DE CAUDAL POR ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO DE DISEÑO

Para el cálculo del caudal por abatimiento de la capa freática, se procede a determinar los parámetros necesarios para el cálculo mencionado, tales como: la longitud de las líneas de drenaje, distancia entre drenes, el coeficiente de permeabilidad, cotas del nivel de la capa freática y cotas de la profundidad de la zanja drenante.

Para calcular el caudal por abatimiento del nivel freático se ha usado la fórmula N° 28, los parámetros para su cálculo se muestran en la tabla 20 y el caudal por abatimiento del nivel freático se muestran en la tabla 21.

Tabla 20

Parámetros para abatimiento del nivel freático

Línea de Drenaje	Longitud (L)	Ancho (B)	Cotas del Nivel freático m.s.n.m.		K m/s	I
	(m)	(m)	superior	inferior		
S1	40	110	3405.2	3403.94	0.0239	0.0115
P1	10	38	3405.2	3404.1	0.0239	0.029
S2	50	140	3404.8	3403.3	0.0239	0.011
P2	110	53.4	3405	3403.62	0.0239	0.026
S3	53.8	175	3402.8	3401.3	0.0239	0.009
P3	170	73	3403.8	3402.3	0.0239	0.021
S4	62.3	175	3400.3	3398.8	0.0239	0.009
P4	180	63	3401.55	3400.05	0.0239	0.024
S5	69.7	170	3397.6	3396.1	0.0239	0.009
P5	170	54	3398.95	3397.45	0.0239	0.028
S6	62.7	125	3395.45	3394.27	0.0239	0.009
P6	150	55	3396.525	3395.185	0.0239	0.024
S7	73.3	102	3393.9	3393.36	0.0239	0.005
P7	120	51	3394.675	3393.815	0.0239	0.017

Tabla 21

Caudal por abatimiento del nivel freático

Línea de Drenaje	Área de abatimiento del nivel freático Aa	Caudal por nivel freático QNF
	(m ²)	(lt/s)
S1	50.40	13.798
P1	11.00	7.610
S2	75.00	19.205
P2	151.80	93.758
S3	80.70	16.532
P3	255.00	125.229
S4	93.45	19.144
P4	270.00	153.643
S5	104.55	22.048
P5	255.00	169.292
S6	73.99	16.692
P6	201.00	117.040
S7	39.58	5.008
P7	103.20	41.592

➤ CAUDAL DE APORTE TOTAL DE DISEÑO

Con los aportes del caudal por infiltración y caudal por abatimiento de la capa freática, conseguimos el caudal de aporte total de diseño para las líneas de drenaje principal y secundarios. Mostrando estos valores en la Tabla 22.

Tabla 22

Caudal de Aporte Total

Línea de Drenaje	Caudal total QT	caudal total acumulado
	(lt/s)	(lt/s)
S1	16.229	16.229
P1	10.615	26.845
S2	27.751	27.751
P2	100.211	154.806
S3	33.944	33.944
P3	135.705	324.455
S4	32.342	32.342
P4	164.395	521.193
S5	38.603	38.603
P5	179.984	739.780
S6	29.342	29.342
P6	126.361	895.483
S7	9.931	9.931
P7	49.508	954.922

➤ CAUDAL EQUIVALENTE DE DISEÑO

Las aportaciones de las infiltraciones en la zanja drenante y del tubo drenante se realizan de una forma aproximadamente continua desde el inicio del dren hasta el final. Ello hace que el caudal a lo largo del dren comience por un valor nulo y acabe en un valor máximo. en estos casos se trabaja con el llamado caudal equivalente, constante a lo largo del tramo. (Lemos R., 1999)

$$Q_{\text{equivalente}} = 0.58 * Q_{\text{max}}$$

En la Tabla 23 se muestran los caudales Equivalentes del sistema de abatimiento de la capa freática, en las líneas de drenaje secundarios y el dren principal.

Tabla 23

Caudal Total Acumulado Equivalente

Línea de Drenaje	Caudal total acumulado equivalente
	lt/s
S1	9.413
P1	15.570
S2	16.095
P2	89.788
S3	19.687
P3	188.184
S4	18.759
P4	302.292
S5	22.390
P5	429.072
S6	17.018
P6	519.380
S7	5.760
P7	553.855

4.1.6 DISEÑO HIDRÁULICO DE LOS DRENES

Para definir la sección de los drenes para el sistema de abatimiento de la capa freática, se acogió los conceptos mencionados, el dimensionamiento de los drenes están en función al caudal equivalente, pendiente de los drenes y la velocidad del flujo.

4.1.6.1 ZANJA DRENANTE CON TUBERÍA PERFORADA

Para el dimensionamiento de la zanja drenante, procedemos a calcular la velocidad del flujo del subdren en función a la pendiente variable y el diámetro del agregado de 2 pulgadas, para esto usamos los valores que se muestran en la figura N° 14.

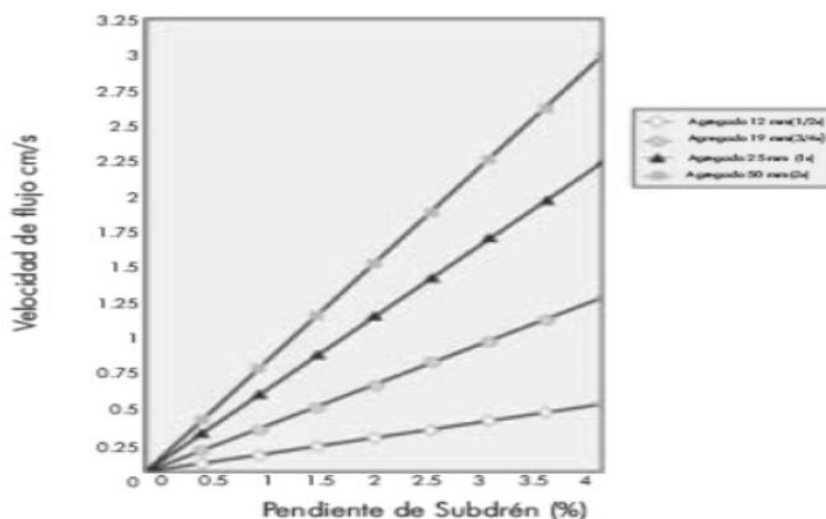


Figura 14: Pendiente (%) vs velocidad según diámetro del agregado

Fuente: PAVCO. 2006

Las velocidades de las zanjas drenantes en las líneas de drenaje secundarias y principal se visualizan en la tabla 24.

Tabla 24

Velocidades de flujo del dren

Línea de drenaje	Caudal total acumulado Equivalente	Pendiente	Velocidad en la zanja drenante
	(lt/s)	%	(m/s)
S1	9.413	0.75%	0.006875
P1	15.570	0.75%	0.005975
S2	16.095	0.50%	0.005
P2	89.788	0.75%	0.0067
S3	19.687	0.54%	0.0053
P3	188.184	1.18%	0.0105
S4	18.759	0.56%	0.00545
P4	302.292	1.39%	0.01168
S5	22.390	0.55%	0.005375
P5	429.072	1.50%	0.0125
S6	17.018	0.58%	0.0056
P6	519.380	1.25%	0.010625
S7	5.760	0.68%	0.00635
P7	553.855	0.75%	0.006275

Calculadas las velocidades de flujos en las líneas de drenaje, se procede a calcular el área de la sección transversal que deben tener las zanjas drenantes, para esto usamos la formula N° 35 y procedemos a dimensionar las zanjas drenantes del sistema de abatimiento de la capa freática el cual se muestra en la tabla 25.

Tabla 25

Dimensionamiento de la sección transversal de los drenes

Área de secciones de las zanjas drenantes	Dimensionamiento de la sección transversal		Área de las secciones de los zanjas drenantes consideradas para el diseño (m ²)
	B(m)	H(m)	
1.369	1	1.4	1.4
0.896	1	1.4	1.4
3.219	2	1.7	3.4
8.454	5	1.7	8.5
3.715	2.4	1.7	4.08
7.793	5	1.7	8.5
3.442	2.2	1.7	3.74
8.163	5	1.7	8.5
4.166	2.5	1.7	4.25
8.351	5	1.7	8.5
3.039	1.8	1.7	3.06
6.898	4.1	1.7	6.97
1.564	1.3	1.3	1.69
4.576	3.6	1.3	4.68

En la tabla 37 podemos ver que al escoger el material de filtro de 2 pulgadas cumple con el criterio para el diseño de las zanjas drenantes.

Para el cálculo del diámetro de las tuberías que satisfagan el caudal de diseño se usó la formula N° 36 de modo que resulte con una velocidad que se encuentre en el rango de 0.5 m/s a 4 m/s para el diseño se consideró los tubos de diámetros comerciales estos valores obtenidos se muestran en la tabla 26.

Tabla 26

Diámetros de los tubos de Diseño

LÍNEA DE SUBDRENAJE	Diámetro del tubo necesario	Diámetros de Tubos comerciales	Diámetros nominal	Velocidad en las tuberías
	(m)	(mm)	(mm)	(m/s)
S1	0.118	160.00	144.6	1.0
P1	0.143	160.00	144.6	1.6
S2	0.157	200.00	180.8	1.1
P2	0.272	315.00	290.8	2.3
S3	0.167	200.00	180.8	1.3
P3	0.325	355.00	333.2	3.7
S4	0.162	200.00	180.8	1.3
P4	0.373	450.00	415.6	3.8
S5	0.174	200.00	180.8	1.5
P5	0.418	560.00	517.2	3.5
S6	0.155	200.00	180.8	1.1
P6	0.466	630.00	581.8	3.4
S7	0.101	160.00	144.6	0.6
P7	0.544	630.00	581.8	3.6

Para el dimensionamiento de áreas y cantidad de perforaciones necesarias para interceptar el flujo en las tuberías y están irán al costado de las tuberías en línea horizontal, se usa la formula N° 37, en la tabla 27 se muestran los valores hallados.

Tabla 27

Diámetro y Espaciamiento de las Perforaciones del Tubo

Línea de Subdrenaje	Diámetro de perforaciones	N° de perforaciones por metro	Espaciamientos Entre Perforaciones
	m		cm
S1	0.008	19	11
P1	0.008	49	5
S2	0.008	26	9
P2	0.008	42	6
S3	0.008	30	8
P3	0.008	37	6
S4	0.008	24	9
P4	0.008	43	6
S5	0.008	26	9
P5	0.008	49	5
S6	0.008	22	10
P6	0.008	39	6
S7	0.008	7	30
P7	0.008	20	11

4.1.6.2 DREN FRANCÉS

Para el dimensionamiento del dren francés, procedemos a calcular la velocidad del flujo del subdren en función a la pendiente y diámetro del agregado de 2 pulgadas, para esto usamos los valores que se muestran en la figura N° 14 y estos datos se presentan en la tabla 28.

Tabla 28

Velocidades de flujo del subdren

Línea de Subdrenaje	Caudal total acumulado Equivalente	Pendiente	Velocidad en la zanja drenante
	(lt/s)	%	(m/s)
S1	9.413	0.75%	0.006875
P1	15.570	0.75%	0.005975
S2	16.095	0.50%	0.005
P2	89.788	0.75%	0.0067
S3	19.687	0.54%	0.0053
P3	188.184	1.18%	0.0105
S4	18.759	0.56%	0.00545
P4	302.292	1.39%	0.01168
S5	22.390	0.55%	0.005375
P5	429.072	1.50%	0.0125
S6	17.018	0.58%	0.0056
P6	519.380	1.25%	0.010625
S7	5.760	0.68%	0.00635
P7	553.855	0.75%	0.006275

Para el dimensionamiento del dren francés para el sistema de abatimiento de la capa freática, Usamos la formula N°35 y obtenemos los valores del área necesaria de las zanjas tipo Dren Francés para así determinar su desempeño óptimo. En la tabla 29 se muestran las dimensiones que deben tener las secciones de las zanjas.

Tabla 29

Dimensionamiento del Dren Francés

Línea de Subdrenaje	Caudal total acumulado Equivalente	Pendiente	Velocidad	Área de secciones de los Subrenes	Dimensionamiento de la sección transversal		Área de las Secciones de los Subrenes consideradas para el diseño
	(lt/s)	%	(m/s)	(m ²)	B(m)	H(m)	(m ²)
S1	9.413	0.75%	0.006875	1.369	1	1.4	1.4
P1	15.570	0.75%	0.005975	2.265	2	1.4	2.8
S2	16.095	0.50%	0.005	3.219	2	1.7	3.4
P2	89.788	0.75%	0.0067	13.060	7.8	1.7	13.26
S3	19.687	0.54%	0.0053	3.715	2.4	1.7	4.08
P3	188.184	1.18%	0.0105	18.632	11	1.7	18.7
S4	18.759	0.56%	0.00545	3.442	2.2	1.7	3.74
P4	302.292	1.39%	0.01168	25.881	15.5	1.7	26.35
S5	22.390	0.55%	0.005375	4.166	2.5	1.7	4.25
P5	429.072	1.50%	0.0125	34.326	20.4	1.7	34.68
S6	17.018	0.58%	0.0056	3.039	1.8	1.7	3.06
P6	519.380	1.25%	0.010625	48.883	28	1.7	49.3
S7	5.760	0.68%	0.00635	0.907	1.2	1.3	1.56
P7	553.855	0.75%	0.006275	88.264	68	1.3	85.8

4.1.6.3 DRENAJE TIPO SINTÉTICO

Para el diseño del drenaje tipo sintético procedemos a escoger el geotextil no tejido a usar, para ello se tiene que cumplir ciertos criterios los cuales son las siguientes:

Criterio de retención

$$TAA < D85 * B$$

$$B = 1.8 \text{ para geotextiles no tejidos}$$

TAA = tasa de abertura aparente

En la tabla 29 se muestran los valores D85 de todos los estudios de suelos hechos para poder escoger el geotextil que cumpla con la tasa de abertura aparente.

Tabla 30

Tasa de abertura aparente

N° - C	D85	B	TAA>d85 *B
1	51.58	1.8	92.844
2	27.96	1.8	50.328
3	31.7	1.8	57.06
4	33.69	1.8	60.642
5	58.88	1.8	105.984
6	45.35	1.8	81.63
7	57.4	1.8	103.32
8	63.5	1.8	114.3
9	63.5	1.8	114.3
10	36.09	1.8	64.962
11	25.26	1.8	45.468
12	25.14	1.8	45.252

Con ayuda de la tabla 38, podemos apreciar que cualquier geotextil no tejido cumple con las características del criterio de retención.

Criterio de Supervivencia

	Mínimo	Requerido	NT 4000
Resistencia a la tensión (N)	700 <		1040
Resistencia al punzonamiento (N)	250 <		590
Resistencia al rasgado trapezoidal (N)	250 <		390
Resistencia al estallido (KPa)	1300 <		2827

Criterio de permeabilidad

$$K_g > 10 * K_s$$

$$K_s = \text{permeabilidad del suelo} = 2.39 \text{ cm/s}$$

Los rangos de permeabilidad de los geotextiles varían de 26×10^{-2} a 12×10^{-2} , Por lo cual no hay un geotextil no tejido que pueda cumplir con este criterio de permeabilidad.

- Evaluando diversas alternativas de drenaje y como se adecuan a la topografía del terreno, a los parámetros del suelo y a la disponibilidad del área libre que se cuenta en la zona de investigación, llegando a la conclusión que de las diferentes clases de drenes, para el diseño de abatimiento de la capa freática, no muchas son útiles para la zona de estudio, como las Zanjas abiertas, los colchones de drenaje, drenes horizontales de penetración,; debido a que no cumplen con los requisitos para su aplicación, llegando a optar por el diseño de tres tipos de drenes que mejor se adecuan a la zona de estudio

- Las zanjas drenantes con tuberías perforadas: este tipo de dren, recolecta el agua en las tuberías y las canalizan al punto de evacuación, esto permite tener mayor control del agua subterránea que se evacua, asimismo, el ancho de la sección transversal de la zanja drenante, se adecua y permite su aplicación en la forma geométrica del sistema de abatimiento de la capa freática, sin pasar por las estructuras ya existentes.

- El Dren Francés: que consiste en la canalización del agua recolectada mediante las zanjas con material permeable, se adecua a la topografía del terreno, sin embargo, las secciones transversales del dren francés necesarias para la evacuación del agua subterránea tienen una sección transversal de ancho variable demasiado grandes para la aplicación en la zona de estudio, toda vez, que transitaría a través de las estructuras ya existentes, por lo tanto, al momento de su aplicación afectaría a la cimentación de las estructuras, además, no se podría controlar el punto de evacuación del agua subterráneas.

- El drenaje tipo sintético: si bien el uso de los geotextiles no tejidos actúa como filtro impidiendo el paso de partículas de suelo hacia la red de drenaje y permite a su vez el flujo de agua, no hay geotextil (no tejido) que cumpla con el criterio de permeabilidad para que se adecue al suelo en la zona de estudio

CONCLUSIONES

- Los procedimientos de elegida para garantizar la evacuación de la capa freática en el centro temático de Recuay cuenta con el siguiente conjunto de procedimientos: selección del tipo de drenaje que se usara, la Configuración geométrica del sistema, el espaciamiento de drenes, Área de drenaje, las Cotas del nivel de la capa freática, Líneas de drenaje, Caudal a evacuar y el Punto de evacuación de las aguas recolectadas.
- En el diseño del sistema de abatimiento de la capa freática en el centro temático de Recuay, los parámetros hidrológicos e hidráulicos que influyen son las siguientes: la intensidad, duración y frecuencia de las precipitaciones, el coeficiente de permeabilidad hidráulica del suelo, el nivel de la capa freática, esorrentía, los aportes de caudal por infiltración de precipitaciones, aporte del Caudal por abatimiento del nivel de la capa freática y el caudal equivalente de trabajo.
- El diseño hidráulico del sistema de abatimiento de la capa freática en el centro temático de Recuay, tiene como configuración geométrica con forma de espina de pescado, compuesto por una línea de drenaje principal y 7 líneas de drenaje secundario con tuberías que varían de 160 mm a 630 mm, las cuales evacuan en el rio Santa en las coordenadas Este:230462.563. y Norte: 8924954.806.
- Se determina que las zanjas drenantes con tuberías perforadas es la más eficiente, en el sistema de abatimiento de la capa freática en el centro temático de Recuay, por ser la que mejor se adecua en la topografía del terreno para el diseño hidráulico cumpliendo la función de recolectar el agua en las tuberías, las cuales se canalizan mediante las líneas de conducción y las transporta a un punto de evacuación, esto permite tener mayor control del agua subterránea que se evacua.

RECOMENDACIONES

- Implementar la ejecución práctica del diseño desarrollado en la investigación para abatir el nivel de la capa freática en el centro temático de Recuay.
- Seguir el procedimiento de diseño realizado del sistema de abatimiento de la capa freática en el centro temático de Recuay, para proyectos en las que se encuentre que el nivel de la capa freática es elevado y así poder realizar su tratamiento de evacuación de las aguas subterráneas.
- Elaborar proyectos similares debido a que se considera como solución apropiada para lugares con nivel alto de la capa freática.
- El material drenante colocadas en las zanjas deben cumplir con los parámetros indicados para evitar la colmatación de las tuberías perforadas y del material filtrante
- Implementar charlas de orientación acerca del mantenimiento de las zanjas drenantes,
- Todos los estudios, resultados y conclusiones en la presente investigación solo tienen validez en proyecto del centro temático de Recuay.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aparicio, M. F. (1992). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Balderas-Mexico: LIMUSA.S.A.
- Azarte, J. Y. (2016). Caracterización Hidrológica del distrito de Pampas y Santiago de Tucuma – Departamento Huancavelica. *SENAMHI*.
- Badillo, E. (2005). *Mecanica de Suelos Tomo I*. Mexico: LIMUSA.
- Blarasin, M., & Cabrera, A. (2005). *Agua subterránea y ambiente*. Argentina: Agencia Córdoba Ciencias S.E.
- Cahuana, A. A., & Yugar, M. W. (2009). *Material de Apoyo Didactico para la enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura de Hidrologia*. Cochabamba - Bolivia: Universidad Mayor San Simon.
- Cordova, M. (30 de abril de 2016). *prontubeam*. Obtenido de https://www.prontubeam.com/articulos/articulos.php?Id_articulo=26
- Cuéllar, C. R. (07 de Abril de 2017). Contexto Del Agua: Las aguas fósiles del acuífero principal. (N. GREM, Entrevistador)
- Custodio, E., & Llamas, R. M. (1983). *Hidrologia Subterranea*. Barcelona: OMEGA.S.A.
- Duque, E. G. (2017). *Manual de Geologia para Ingenieros*. Colombia.
- ENVIROSOIL. (2018). Recuperado el 26 de Marzo de 2018, de <https://www.envirosoil.es/en-que-consiste-el-abatimiento-freatico/>
- Espinoza, C. (2004). *Existencia y origen de las aguas Subteraneas*. Chile.
- Fernandez Alvarez, J. (2000). *Los Estados del H2O en los Solidos*. España.
- Gonzalez, L. (2016). *Drenajes*. Venezuela.
- Izquierdo, M. L., & Niño, S. W. (2012). *Drenaje secundarios en Estructuras de Contencion*. Bogota.
- Lemos R., R. (1999). *Drenaje Vial Superficial y Subterraneo*. Popayan: Universidad del Cauca.
- Lenntech. (31 de enero de 2019). *Lenntech*. Obtenido de Lenntech: <https://www.lenntech.es/agua-subterranea/definciones.htm>
- Lexow.C. (2002). Hidrodinámica de la zona no saturada aplicada al estudio del Balance Hidrológico y de contaminantes de los recursos hídricos subterráneos

- (Cuenca del aroyo del aguila). *Tesis Doctoral en Geología. Universidad Nacional del sur. Bahia Blanca. Argentina.*
- Loroña, F. (2017). *Estudio Hidrológico de la Cuenca del Rio la Leche.*
- Marco, J. (17 de abril de 2018). *heraldo*. Obtenido de <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2018/04/17/que-nivel-freatico-del-que-tanto-habla-estos-dias-1235462-310.html>
- Mineras, O. d. (19 de Junio de 2018). *Glossaire EAU & MILIEUX Aquatiques*. Obtenido de <http://www.glossaire-eau.fr/es/concept/capa-fre%C3%A1tica>
- Monsalve, S. G. (1999). *Hidrología en la Ingeniería*. Escuela Colombia de Ingeniería.
- MTC. (2008). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima.
- Ortiz, V. O. (2004). Evaluación Hidrológica. *HIDRORED*, 16.
- PAVCO, D. d. (Junio de 2009). Manual de Diseños con Geosintéticos PAVCO. Bogotá, Colombia: Zetta Comunicadores S.A.
- Podesta Llosa, J. L. (2004). *Mapa de Peligros, Plan de usos del suelo*. Recuay: INDECI.
- Ponce Barnet, T., & Veneros Guevara, L. (2011). Aplicación de tres Modelos Precipitación - Escorrentía para estimar el Caudal Máximo de Diseño en la Cuenca de la Quebrada Carrizal. Distrito Llama- Provincia de Chota- Departamento de Cajamarca. Trujillo.
- R Giles, H. (2015). *Meteorological measurements and instrumentation*. New Delhi, India: Wiley Blackwell.
- Sanchez Sabogal, F. (2009). *Manual de Drenaje para Carreteras*. Colombia: Instituto Nacional de Vías.
- Soto Espinoza, A. L. (2013). Diseño y evaluación Comparativa de sistema de drenaje tipo Dren Frances y tipo Sintético en el sector de Quintanillapampa. Huancavelica, Perú.
- Suárez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales*. Colombia: Publicaciones UIS.
- Suarez, J. (2009). *Deslizamientos - Técnicas de Remediación*. U. Industrial de Santander.
- Tarbutk, J., & Lutgens, K. (2005). *Ciencias de la tierra - Introducción a la geología Física*. Madrid: Pearson Educación.

Trombe, F. (1986). *las Aguas Subterranas*.

Villón, B. M. (2002). *Hidrologia*. Lima: Editorial Villón.

Villon, B. M. (2016). *Drenaje*. Lima: Editorial Villon.

ANEXOS

ANEXO N° 01: ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO DE PERMEABILIDAD



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR: Ardiles Giraldo Harold Alexis	CALICATA : C - 01
PROYECTO : Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de la Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019	UBICACIÓN: E: 230837.189 - N: 8924201.492
UBICACIÓN : Dist: Recuay, Prov: Recuay, Reg: Ancash	MUESTRA : Mab - 01
REALIZADO POR: Ing. Fernando Ita Rodriguez.	MATERIAL: Suelo de fundación
	PROFUND.: De 0.00m. a 2.80m.
	FECHA : 24 de Enero de 2020

PERMEABILIDAD - CARGA CONSTANTE

PRINCIPIO DE PRUEBA

Diam. de cilindro = D = 7.58 cm
 Long. de muestra = L = 10.2 cm
 Área de la muestra = A = 45.13 cm²
 Vol. de muestra = V = 460.29 cm³
 Peso específico relativo de sólido = 2.72

TERMINO DE PRUEBA

Tara Nº = 1 gr.
 Wt. de muestra y tara = 2,460.1 gr.
 Tara = 1,865.0 gr.
 Wt. de muestra seca (v) = 595.1 gr.
 Proporción de vacíos $v_t = \frac{V S_s - W_s}{W_s} = 1.104$

$$K_t = \frac{Q L}{h A t}$$

$$K_{20} = \frac{K_t M_t}{M_{20}}$$

Temperatura del agua	Tiempo t (seg.)	Carga h (cm.)	Gradiente Hidráulica h/L	Cantidad Q (cm ³)	Kt (cm./seg.)	K ₂₀ (cm./seg.)
14.9	172.8	0.62911	0.06	1000.0	2.08 E+0	2.36 E+0
15.3	172.8	0.62911	0.06	1000.0	2.08 E+0	2.36 E+0
15.5	172.8	0.62911	0.06	1000.0	2.08 E+0	2.37 E+0
15.2	172.8	0.62911	0.06	1000.0	2.08 E+0	2.42 E+0
15.5	172.8	0.62911	0.06	1000.0	2.08 E+0	2.42 E+0
15.5	172.8	0.62911	0.06	1000.0	2.08 E+0	2.39 E+0

Permeabilidad (cm/seg) = 2.39 E+0

OBSERVACIONES:

- * El ensayo se llevó a cabo con el permeámetro AS - 101
- * Compactación: en 05 capas a su densidad natural de campo = 1.779 gr/cm³
- * Humedad de compactación = 6.7 % = humedad natural de campo
- * Agua utilizada: Destilada y desaireada.
- * Grado de saturación de espécimen después de la prueba = 97%
- * El ensayo se realizó con muestras remoldeadas a su densidad natural



ASGEOTEC
 Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
 FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
 Ingeiero Civil CIP N° 83948
 Especialista en Geotécnica



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR: Ardiles Giraldo Harold Alexis	CALICATA : C - 02
PROYECTO : Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de la Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019	UBICACIÓN: E: 230670 993 - N: 8924470.384
UBICACIÓN : Dist: Recuay, Prov: Recuay, Reg: Ancash	MUESTRA : Mab - 01
REALIZADO POR: Ing. Fernando Ita Rodríguez.	MATERIAL: Suelo de fundación
	PROFUND: De 0.00m. a 2.85m.
	FECHA : 24 de Enero de 2020

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

PRINCIPIO DE PRUEBA

Diam. de cilindro = D = 7.58 cm
Long. de muestra = L = 10.1 cm
Área de la muestra = A = 45.13 cm²
Vol. de muestra = V = 455.78 cm³
Peso específico relativo de sólido = 2.67

TERMINO DE PRUEBA

Tara N° = 1 gr.
Wt. de muestra y tara = 2,589.9 gr.
Tara = 1,865.0 gr.
Wt. de muestra seca (V = 724.9 gr.
Proporción de vacíos $n_v = \frac{V S_s - W_s}{W_s} = 0.679$

$$K_t = \frac{Q \cdot L}{h \cdot A \cdot t}$$

$$K_{20} = K_t \cdot \frac{M_t}{M_{20}}$$

Temperatura del agua	Tiempo t (seg.)	Carga h (cm.)	Gradiente Hidráulica h/L	Cantidad Q (cm ³)	Kt (cm./seg.)	K ₂₀ (cm./seg.)
15.2	172.8	0.64985	0.06	1000.0	1.99 E+0	2.26 E+0
15.5	172.8	0.64985	0.06	1000.0	1.99 E+0	2.26 E+0
16.0	172.8	0.64985	0.06	1000.0	1.99 E+0	2.27 E+0
15.8	172.8	0.64985	0.06	1000.0	1.99 E+0	2.32 E+0
15.1	172.8	0.64985	0.06	1000.0	1.99 E+0	2.32 E+0
14.9	172.8	0.64985	0.06	1000.0	1.99 E+0	2.29 E+0

Permeabilidad (cm/seg) = 2.29 E+0

OBSERVACIONES:

- * El ensayo se llevó a cabo con el permeámetro AS - 101
- * Compactación: en 05 capas a su densidad natural de campo = 1.786 gr/cm³
- * Humedad de compactación = 7.10% = humedad natural de campo
- * Agua utilizada: Destilada y desaireada.
- * Grado de saturación de espécimen después de la prueba = 98%
- * El ensayo se realizó con muestras remoldeadas a su densidad natural



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Fernando Ita Rodríguez

FERNANDO ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR: Ardiel Giraldo Harold Alexis	CALICATA : C - 03
PROYECTO : Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de la Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019	UBICACIÓN: E: 230567.942 - N: 8924792.070
UBICACIÓN : Dist: Recuay, Prov: Recuay, Reg: Ancash	MUESTRA : Mab - 01
REALIZADO POR: Ing. Fernando Ita Rodríguez.	MATERIAL: Suelo de fundación
	PROFUND.: De 0.0m a 2.85m.
	FECHA : 25 de Enero de 2020

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

PRINCIPIO DE PRUEBA

Diam. de cilindro = D = 7.58 cm
Long. de muestra = L = 10.1 cm
Área de la muestra = A = 45.13 cm²
Vol. de muestra = V = 455.78 cm³
Peso específico relativo de sólido = 2.67

TERMINO DE PRUEBA

Tara N° = 1 gr.
Wt. de muestra y tara = 2,583.0 gr.
Tara = 1,865.0 gr.
Wt. de muestra seca (V = 718.0 gr.
Proporción de vacíos "e" = $\frac{V S_s - W_s}{W_s} = 0.695$

$$K_t = \frac{Q \cdot L}{h \cdot A \cdot t}$$

$$K_{20} = K_t \cdot \frac{M_t}{M_{20}}$$

Temperatura del agua	Tiempo t (seg.)	Carga h (cm.)	Gradiente Hidráulica h/L	Cantidad Q (cm ³)	Kt (cm./seg.)	K ₂₀ (cm./seg.)
15	172.8	0.65677	0.07	1000.0	1.97 E+0	2.24 E+0
15	172.8	0.65677	0.07	1000.0	1.97 E+0	2.24 E+0
14.8	172.8	0.65677	0.07	1000.0	1.97 E+0	2.25 E+0
14	172.8	0.65677	0.07	1000.0	1.97 E+0	2.30 E+0
14.2	172.8	0.65677	0.07	1000.0	1.97 E+0	2.29 E+0
14.5	172.8	0.65677	0.07	1000.0	1.97 E+0	2.27 E+0

Permeabilidad (cm/seg) = 2.26 E+0

OBSERVACIONES:

- * El ensayo se llevó a cabo con el permeámetro AS - 101
- * Compactación: en 05 capas a su densidad natural de campo = 1.769 gr/cm³
- * Humedad de compactación = 6.8% = humedad natural de campo
- * Agua utilizada: Destilada y desaireada.
- * Grado de saturación de espécimen después de la prueba = 98%
- * El ensayo se realizó con muestras remoldeadas a su densidad natural



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Especialista en Geotecnia

Telef: (043) 426317, Cel: 943692631, 943492123, 947438075, RPM: *336781, *336771, #947438075
Jr. los Jazmines 3ra cuadra S/N - Barrio de Villón Alto Mz. 172 Lt. 06 - Huaraz - Ancash
E-mail: asgeotec@yahoo.com

PERFIL ESTRATIGRAFICO



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

REGISTRO DE EXCAVACIÓN					
SOLICITADO POR:		Ardiles Giraldo Harold Alexis			
PROYECTO :		Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de La Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019			
CALICATA :		C - 01			
UBICACIÓN:		E: 230837.189 - N: 8924201.492			
REALIZADO POR:		Ing. Fernando Ita Rodríguez.			
FECHA :		24 de Enero de 2020			
Ubicación: La ubicación de la calicata fue proporcionada por el solicitante Profundidad total: 3.00 metros Presenta N.F. a 1.00 metros de profundidad.					
TIPO DE EXCAVACIÓN	PROFUNDIDAD EN METROS	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)
Calicata	0.00	Mab - 01		De 0.00m. a 2.80m. Estrato de grava arenosa bien gradada, de color gris, en estado húmedo a saturado de mediana compactidad.	GW
	2.80				De 2.80m. a 3.00m. Estrato de arena pobremente gradada, de color café, en estado saturado de baja compactidad.	SP
	3.00			Presenta N.F. a 1.00 metros de profundidad.	

OBSERVACIONES:

Ubicación: La ubicación de la calicata fue proporcionada por el solicitante

ASGEOTEC
GEOTECNIA Y CIMENTOS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Fernando Ita Rivero
ESPECIALISTA

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Fernando Ita Rodríguez
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Especialista en Geotecnia

Telef: (043) 426317, Cel: 943692631, 943492123, 947438075, RPM: *336781, *336771, #947438075
Jr. los Jazmines 3ra cuadra S/N - Barrio de Villón Alto Mz. 172 Lt. 06 - Huaraz - Ancash
E-mail: asgeotec@yahoo.com



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITADO POR: Ardiles Giraldo Harold Alexis
 PROYECTO : Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de La Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019
 Dist: Recuay, Prov: Recuay, Reg: Ancash
 CALICATA : C - 02
 UBICACIÓN: E: 230670.993 - N: 8924470.384
 REALIZADO POR: Ing. Fernando Ita Rodríguez.
 FECHA : 24 de Enero de 2020

EXCAVACIÓN Ubicación: La ubicación de la calicata fue proporcionada por el solicitante
 Profundidad total: 3.00 metros.
 Presenta N.F. a 1.10 metros de profundidad.

TIPO DE EXCAVACIÓN	PROFUNDIDAD EN METROS	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)
Calicata	0.00	Mab - 01		De 0.00m. a 2.85m. Estrato de grava arenosa bien gradada, de color gris, en estado húmedo a saturado de mediana compactad.	GW
	2.85			De 2.85m. a 3.00m. Estrato de arena limosa pobremente gradada, de color café, en estado saturado de baja compactad.	SW-SM
	3.00			Presenta N.F. a 1.10 metros de profundidad.	

OBSERVACIONES:

Ubicación: La ubicación de la calicata fue proporcionada por el solicitante



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

 FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
 Ingeniero Civil CIP N° 83948
 Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITADO POR:	Ardiles Giraldo Harold Alexis
PROYECTO :	Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de La Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019
	Dist: Recuay, Prov: Recuay, Reg: Ancash
CALICATA :	C - 03
UBICACIÓN:	E: 230567.942 - N: 8924792.070
REALIZADO POR:	Ing. Fernando Ita Rodríguez.
FECHA :	24 de Enero de 2020

Ubicación: La ubicación de la calicata fue proporcionada por el solicitante
Profundidad total: 3.00 metros.
Presenta N.F. a 0.40 metros de profundidad.

TIPO DE EXCAVACIÓN	PROFUNDIDAD EN METROS	MUESTRAS OBTENIDAS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (S.U.C.S.)
Calicata	0.00	Mab - 01		De 0.00m. a 2.85m. Estrato de grava arenosa pobremente gradada, de color gris, en estado húmedo a saturado de mediana compacidad.	GW
	2.85			De 2.85m. a 3.00m. Estrato de arena limosa pobremente gradada, de color café, en estado saturado de baja compacidad.	SP-SM
	3.00			Presenta N.F. a 0.40 metros de profundidad.	

OBSERVACIONES:

Ubicación: La ubicación de la calicata fue proporcionada por el solicitante



Telef: (043) 426317, Cel: 943692631, 943492123, 947438075, RPM: *336781, *336771, #947438075
Jr. los Jazmines 3ra cuadra S/N - Barrio de Villón Alto Mz. 172 Lt. 06 - Huaraz - Ancash
E-mail: asgeotec@yahoo.com



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C. La 09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY - ANCASH
UBICACION DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
LOCALIZACION Zona de control, Administracion, Capacitacion y Estacionamiento N°01
SOLICITA CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA ABRIL DEL 2018

CALCATA: 01

PROFUNDIDAD: 2.00 m.

N. FREATICO : 1.50 m

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			U _N (g/100)	HN			
0.70	C	M-1				Arena Limosa mal graduada contaminado de materia organica (plantas y raices) Suelo poco firme y suelto, Terreno no apto para construccion y debe ser retirado condicion in situ: humedo y en estado semi suelto	SP-SM
0.24	L	M-2				Grava bien graduada, sus granos son de forma sub redondeada, con presencia de finos poco plasticos, suelo poco permeable con buena presencia de humedad, el estrato es de color marron condicion in situ: semi suelto y humedo	GW
1.08	I C A T A	M-3				Grava bien graduada, sus granos son de forma redondeada y sub redondeada, con presencia de finos no plasticos, suelo permeable con buena presencia de humedad, el estrato es de color gris oscuro, con presencia de bolonera de 12" y bloques subredondeados de mas de 30" condicion in situ: semi suelto y humedo gravas % 59.45 arcas % 38.08 finos % 2.47 Límite Líquido NP Límite Plástico NP Índice Plasticidad NP	GW

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Katia E. Plasencia Latour
ING. CIVIL CONSULTOR
CIP 77979 RC 4979

JUAN J. SALAZAR CORDOVA
ING. CIVIL CONSULTOR
CIP 57309 RC 455

Arturo Luis Salazar Córdova
INGENIERO CIVIL
CIP N° 53006



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Pampa de Mayo Mz. C L1 09 Nuevo Chimbote - Tele 043 - 316715
 www.corporaciongeotecnia.com.pe

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACION: DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
LOCALIZACION: AUDITORIO
SOLICITA: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA: ABRIL DEL 2018

CALICATA: 02 **PROFUNDIDAD:** 1.50 m. **N. FREATICO:** 0.20 m

Profundidad (metros)	Tipo de excavacion	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			U ₁₀ (g/100)	U ₂₀ (g/100)			
0.30	C					Arena mal graduada contaminado de materia organica (plantas y raices) Suelo poco firme y suelto, Terreno no apto para construccion y debe ser retizado condicion in situ: humedo y en estado semi suelto	-
1.20	A L I C A T	M - 1				Grava bien graduada, sus granos son de forma redondeada y sub redondeada, con presencia de finos no plasticos, suelo permeable con buena presencia de humedad, el estrato es de color gris oscuro, con presencia de bolonera de 12" y bloques subredondeados de mas de 30" condicion in situ: semi suelto y humedo grava % 59.89 arena % 39.11 finos % 1.10 Limite Liquid NP Limite Plastic NP Indice Plasticidad NP	GW

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

Katia El Pizencia Latour
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 77579 RC 4070

JUAN J. AGUIRREZ EMBUCHIMO
 CONSULTOR
 CIP 47380 RC 455

Arturo Luis Salazar Córdoba
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 53008



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primeros de Mayo Mz. C Lt 09 Nuevo Chambote - Telef. 043 - 316715

065

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACION: DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
LOCALIZACION: Area Administrativa
SOLICITA: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA: ABRIL DEL 2018

CALICATA: 03 **PROFUNDIDAD:** 1.50 m. **N. FREATICO :** 0.30 m

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (BUCS)
			DN (g/100)	HM			
0.80	C					Arena mal graduada contaminado de materia organica (plantas y raices) Suelo poco firme y suelto, Terreno no apto para construccion y debe ser retirado condicion in situ: humedo y en estado semi suelto	
	A						
0.10	L	M - 1				Grava bien graduada, sus granos son de forma sub redondeada, con presencia de finos poco plasticos, suelo poco permeable con buena presencia de humedad, el estrato es de color marron claro condicion in situ: semi suelto y humedo	GW
	I	M - 2					
0.80	C					Grava bien graduada, sus granos son de forma redondeada y sub redondeada, con presencia de finos no plasticos, suelo permeable con buena presencia de humedad, el estrato es de color gris oscuro, con presencia de bolonena de 12" y bloques subredondeados de mas de 30" condicion in situ: semi suelto y humedo	GW
	A					gravas% 68.51 arenas% 30.10 finos% 1.39 Limite Liquid NP Limite Plast NP Indice Plasticidad NP	
	T						
	A						

CORPORACION GEOTECNIA S A C
 LAS MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

Katia E. Pizencia Latour
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 77999 RC 4070

JUAN JACOBO RIQUELME PARAMO
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 27390 RC 455

Arturo Luis Salazar Córdoba
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 53008



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICA ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz. C.LI 09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715

www.corporaciongeotecnia.com.pe

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACION: DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
LOCALIZACION: Zona de Espectaculos, Restaurantes y Pisos de comida
SOLICITA: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA: ABRIL DEL 2018

CALICATA: 04 **PROFUNDIDAD:** 1.50 m. **N. FREATICO :** 0.40 m

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (BUCS)
			SN (gr/100)	HN			
0.20	C					Arena mal graduada contaminado de materia organica (plantas y raices) Suelo poco firme y suelto, Terreno no apto para construccion y debe ser retirado condicion in situ: humeda y en estado semi suelto	-
1.30	A	M-1				Grava bien graduada, sus granos son de forma redondeada y sub redondeada, con presencia de finos, no plasticos, suelo permeable con buena presencia de humedad, el estrato es de color gris oscuro con manchas amarillentas, con presencia de boloneria de 12" y bloques subredondeados de mas de 30" condicion in situ: semi suelto y humedo gravas % 63.72 arena % 35.64 finos % 0.9 Limite Liquid NP Limite Plastic NP Indice Plasticidad NP	GW
	L						
	I						
	C						
	A						
	T						

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

Katia E. Plasencia Latour
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 7 979 RC 4670

JUAN CARLOS FLORES BARRICHELO
 CONSULTOR
 CIP 37500 RC 455

Arturo Luis Salazar Cordova
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 53008



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Panero de Mayo Mz. C 14.09 Nuevo Chimbote - Telf: 043 - 316715
www.geotecnia.com.pe

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACION DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
LOCALIZACION Zona de Lagunas Artificial y Camping
SOLICITA CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA ABRIL DEL 2018

CALICATA: 05 **PROFUNDIDAD:** 1.50 m. **N. FREATICO :** 0.30 m

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr.100)	H.N.			
0.30	C					Arena mal graduada contaminado de materia organica (plantas y raices) Suelo poco firme y suelto, Terreno no apto para construccion y debe ser retirado condicion in situ: humedo y en estado semi suelto	
1.20	A L I C A T	M - 1				Grava bien graduada, sus granos son de forma redondeada y sub redondeada, con presenc de finos no plasticos, suelo permeable con buena presencia de humedad, el estrato es de color gris oscuro con manchas amarillentas, con presencia de bolonera de 12" y bloques subredondeados de mas de 30" condicion in situ: semi suelto y humedo grava% 81.52 arenas% 17.73 finos% 0.75 Límite Líquid NP Límite Plástico NP Índice Plasticidad NP	GW

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

Katia E. Plasencia Latour
ING CIVIL CONSULTOR
CIP 77979 RC 4070

JUAN J. BARRERA GONZALEZ
ING CIVIL CONSULTOR
CIP 57360 RC 452

Arturo Luis Salazar Córdova
INGENIERO CIVIL
CIP N° 53006



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz. C LEON Nuevo Chimbote - Telf: 043 - 316715
 www.geotecnia.com.pe

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACION: DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
LOCALIZACION: Zona de Deporte y Recreacion
SOLICITA: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA: ABRIL DEL 2018

CALICATA: 06 **PROFUNDIDAD:** 1.50 m. **N. FREATICO :** 0.40 m

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			DN (g/cc)	HN			
0.20	C					Arena mal graduada contaminado de materia organica (plantas y raices) Suelo poco firme y suelto. Terreno no apto para construccion y debe ser retirado condicion in situ: humedo y en estado semi suelto	-
1.30	A L I C A T	M-1				Grava Bien graduada, sus granos son de forma redondeada y sub redondeada, con presencia de finos: no plasticos, suelo permeable con buena presencia de humedad, el estrato es de color gris oscuro, con presencia de bolonera de 12" y bloques subredondeados de mas de 30" condicion in situ: semi suelto y humedo gravas % 68.06 arcas % 31.63 finos % 0.29 Limite Liquid NP Limite Plastic NP Indice Plasticidad NP	GW

CORPORACION GEOTECNIA S A C
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

Katia E. Plasencia Latorre
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 77979 HC 4070

JUAN J. PIMENTEL DE PIMINCHURO
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 31320 RC 455

Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 53008



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz. C Lt.09 Nuevo Chambote - Telf. 043 - 316715
 www.geotecnia.com.pe

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACION: DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
LOCALIZACION: Zona de Tiro Deportivo y Estacionamiento N° 02
SOLICITA: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA: ABRIL DEL 2018

CALICATA: 07 **PROFUNDIDAD:** 2.00 m. **N. FREATICO :** 1.20 m

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D N (gr/cent)	H N			
0.90	C					Arena mal graduada contaminado de materia organica (plantas y raices) Suelo poco firme y suelto, Terreno no apto para construccion y debe ser retirado condicion in situ: humedo y en estado semi suelto	
1.10	L I C A T	M - 1				Grava bien graduada, sus granos son de forma redondeada y sub redondeada, con presencia de finos no plasticos, suelo permeable con buena presencia de humedad, el estrato es de color gris oscuro, con presencia de bolonera de 12" y bloques subredondeados de mas de 30" condicion in situ: semi suelto y humedo gravas % 71.37 arenas% 26.49 finos% 2.15 Limite Liquid NP Limite Plasto NP Indice Plasticidad NP	GW

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

Kattia E. Plasencia Latour
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 77979 RC 4070

JUAN J. RODRIGUEZ BARRANTES
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 37339 RC 455

Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 53008



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P. J. Primero de Mayo Mz. C. L. 99 Nuevo Chumbete - Telf 043 - 316715

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY - ANCASH
UBICACIÓN: DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
LOCALIZACION: Estacionamiento N° 02 Campo de Tiro Deportivo
SOLICITA: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA: ABRIL DEL 2018

CALCATA: 08 **PROFUNDIDAD:** 1.50 m. **N. FREATICO :** 1.00 m

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			DN (gr/100)	HN			
1.50	C A L I C A T A	M-1				Grava bien graduada, sus granos son de forma redondeada y sub redondeada, con presencia de finos, no plasticos, suelo permeable con buena presencia de humedad, el estrato es de color gris oscuro, con presencia de bolonera de 12" y bloques subredondeados de mas de 30" condicion in situ semi suelta y humedo granos % 72.01 arenas % 27.19 finos % 0.80 Limite Líquid NP Limite Plasto NP Indice Plasticado NP	GW

JUAN J. RODRIGUEZ PARRINICHUMO
 ING. CIVIL CONSULTOR
 CIP 37390 - TIC 459

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

 Katria E. Masenda Latour
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 77979 - RC 4070

Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 53006



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz. C.La 09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715
 corporaciongeotecnia@comcel.com.pe

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACION: DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
LOCALIZACION: Defensa Ribereña para Zona de Tiro
SOLICITA: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA: ABRIL DEL 2018

CALCATA: 09 **PROFUNDIDAD:** 1.50 m. **N. FREATICO :** 0.90 m

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			DN (q, rec)	HR			
1.50	C A L J C A T	M - 1				Grava mal graduada, sus granos son de forma redondeada y sub redondeada, con presencia de finos, no plasticos, suelo permeable con buena presencia de humedad, el estrato es de color gris oscuro, con presencia de boloneria de 12" y bloques subredondeados de mas de 30" condicion in situ semi suelto y humedo gravas % 75.99 arenas% 21.52 finos% 2.48 Limite Liquid NP Limite Plasto NP Indice Plasticidad NP	GP

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Rodrigo Latorre
 Rodrigo Latorre
 INGENIERO CONSULTOR
 CIP 1074 - R.C. 4070

Arturo Luis Salazar Córdova
 Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 53008

Juan J. Rodríguez Piminchuro
 JUAN J. RODRIGUEZ PIMINCHURO
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 37380 - R.C. 455

ANALISIS GRANULOMETRICO – LIMITE LIQUIDO – LIMITE PLASTICO



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS

SOLICITADO POR: Ardiles Giraldo Harold Alexis
PROYECTO : Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de La Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019
REALIZADO POR : Dist: Recuay, Prov: Recuay, Reg: Ancash
Ing. Fernando Ita Rodríguez.

Enero - 2020

ENSAYOS ESTÁNDAR

CALICATA :	C - 01	
UBICACIÓN:	E: 230837.189 - N: 8924201.492	
MUESTRA	Mab - 01	
MATERIAL	Suelo de fundación	
PROFUND. DE MUESTREO	De 0.00m. a 2.80m.	
Análisis granuométrico por tamizado (% acumulado que pasa)	2"	94.43
	3/4"	65.36
	# 4	32.91
	# 10	25.45
	# 40	13.38
	# 200	1.44
Coef. de Uniformidad Cu	43.88	
Coef. de Curvatura Cc	2.54	
Porcentaje de Material	Grava	67.09
	Arena	31.47
	Finos	1.44
Limites de	L.L.	N.P.
	L.P.	N.P.
Consistencia	I.P.	N.P.
Clasificación SUCS	GW	

OBSERVACIONES:

* La muestra de suelo y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
Fernando E. Ita Rodríguez
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

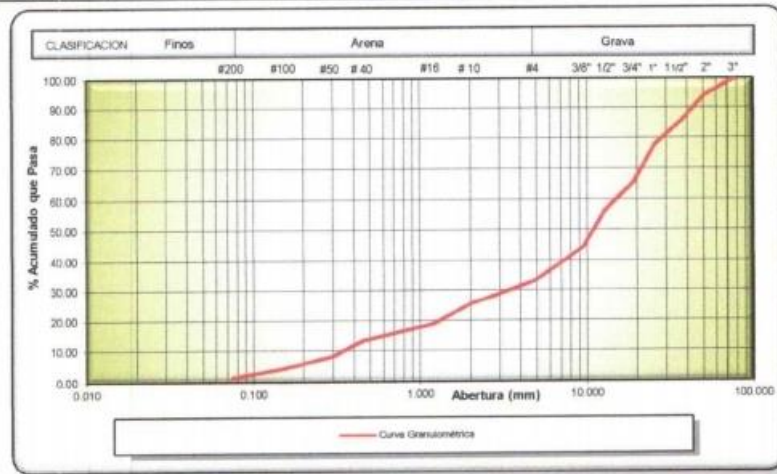
SOLICITADO POR:	Ardiles Giraldo Harold Alexis	CALICATA :	C - 01
PROYECTO :	Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de La Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019	UBICACIÓN:	E: 230837.189 - N: 8924201.49
	Dist: Recuay, Prov: Recuay, Reg: Ancash	MUESTRA :	Mab - 01
REALIZADO POR:	Ing. Fernando Ita Rodriguez.	MATERIAL:	Suelo de fundación
		PROFUND. :	De 0.00m. a 2.80m.
		FECHA :	25 de Enero de 2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

PESO INICIAL SECO : 4,418.0 grs. % QUE PASA MALLA N°200 : 1.44
PESO LAVADO SECO : 4,354.3 grs. % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido (gr.)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	246.0	5.57	5.57	94.43
1 1/2"	38.100	352.1	7.97	13.54	86.46
1"	25.400	391.2	8.85	22.39	77.61
3/4"	19.050	540.9	12.24	34.64	65.36
1/2"	12.700	401.7	9.09	43.73	56.27
3/8"	9.525	517.7	11.72	55.45	44.55
# 4	4.760	514.3	11.64	67.09	32.91
# 10	2.000	329.8	7.46	74.55	25.45
# 16	1.190	290.2	6.57	81.12	18.88
# 40	0.450	243.0	5.50	86.62	13.38
# 50	0.297	225.6	5.11	91.73	8.27
# 100	0.149	168.7	3.82	95.55	4.45
# 200	0.074	133.1	3.01	98.56	1.44
># 200	0.000	63.7	1.44	100.00	0.00
TOTAL		4,418.0	100.00		

Resumen de Datos	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N°4	32.91
% que pasa N°200	1.44
GRAVA (%)	67.09
ARENA (%)	31.47
FINOS (%)	1.44
D ₁₀ (mm.)	0.35
D ₃₀ (mm.)	3.68
D ₆₀ (mm.)	15.30
Coef. Unif. (Cu)	43.88
Coef. Curv. (Cc)	2.54



FINOS (%) = 1.44 ARENA (%) = 31.47 GRAVA (%) = 67.09

OBSERVACIONES:

* La muestra de suelo y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.

ASGEOTEC
GEOTECNIA Y CIMENTOS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Epifanio Ita Rivero
ESPECIALISTA

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
Fernando Ita Rodriguez
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Especialista en Geotecnia

Telef: (043) 426317, Cel: 943692631, 943492123, 947438075, RPM: *336781, *336771, #947438075
Jr. los Jazmines 3ra cuadra S/N - Barrio de Villón Alto Mz. 172 Lt. 06 - Huaraz - Ancash
E-mail: asgeotec@yahoo.com



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

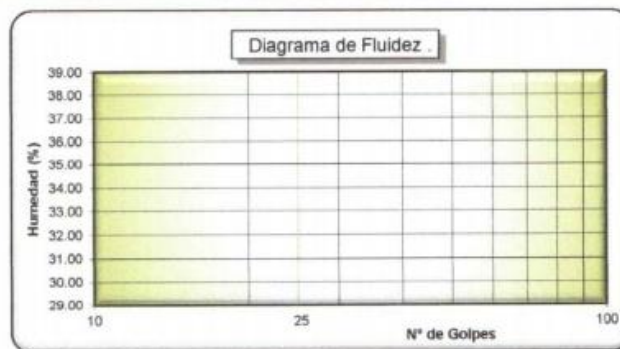
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR:	Ardiles Giraldo Harold Alexis	CALICATA :	C - 01
PROYECTO :	Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de La Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019	UBICACIÓN:	E: 230837.189 - N: 892420
	Dist: Recuay, Prov: Recuay, Reg: Ancash	MUESTRA :	Mab - 01
REALIZADO POR:	ing. Fernando Ita Rodríguez.	MATERIAL:	Suelo de fundación
		PROFUND:	De 0.00m. a 2.80m.
		FECHA :	25 de Enero de 2020

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-423 - 424

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

N° de golpes			
Peso Suelo Húmedo + Recipiente			
Peso Suelo Seco + Recipiente			
Peso del Agua		N.P.	
Peso del Recipiente			
Peso Suelo Seco			
Contenido de Humedad (%)			



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D-424

P. Suelo Húmedo + Rec.			
P. Suelo Seco + Rec.			
Peso del Agua		N.P.	
Peso del Recipiente			
Peso Suelo Seco			
C. de Humedad (%)			

Limite Líquido (%) = N.P. Limite Plástico (%) = N.P. Índice Plástico (%) = N.P.

OBSERVACIONES:

* La muestra de suelo y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
FERNANDO ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS

SOLICITADO POR: Ardiles Giraldo Harold Alexis
PROYECTO : Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de La Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019
REALIZADO POR : Dist: Recuay, Prov: Recuay, Reg: Ancash
Ing. Fernando Ita Rodríguez.

Enero - 2020

ENSAYOS ESTÁNDAR

CALICATA :	C - 02	
UBICACIÓN:	E: 230670.993 - N: 8924470.384	
MUESTRA	Mab - 01	
MATERIAL	Suelo de fundación	
PROFUND. DE MUESTREO	De 0.00m. a 2.85m.	
Análisis granulométrico por tamizado (% acumulado que pasa)	2"	96.92
	3/4"	76.50
	# 4	35.62
	# 10	28.07
	# 40	15.75
	# 200	4.61
Coef. de Uniformidad Cu	43.81	
Coef. de Curvatura Cc	2.52	
Porcentaje de Material	Grava	64.38
	Arena	31.00
	Finos	4.61
Limites de Consistencia	L.L.	N.P.
	L.P.	N.P.
	I.P.	N.P.
Clasificación SUCS	GW	

OBSERVACIONES:

* La muestra de suelo y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.



ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR: Ardiles Giraldo Harold Alexis	CALICATA : C - 02
PROYECTO : Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de La Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019	UBICACIÓN : E: 230670.993 - N: 8924470.384
Dist. Recuay, Prov. Recuay, Reg. Ancash	MUESTRA : Mab - 01
REALIZADO POR: Ing. Fernando Ita Rodriguez.	MATERIAL: Suelo de fundación
	PROFUND.: De 0.00m. a 2.85m.
	FECHA : 25 de Enero de 2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PESO INICIAL SECO : 4,618.0 grs. % QUE PASA MALLA N°200 : 4.61
PESO LAVADO SECO : 4,404.9 grs. % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido (gr.)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	142.1	3.08	3.08	96.92
1 1/2"	38.100	278.9	6.04	9.12	90.88
1"	25.400	262.4	5.68	14.80	85.20
3/4"	19.050	401.8	8.70	23.50	76.50
1/2"	12.700	486.3	10.53	34.03	65.97
3/8"	9.525	616.5	13.35	47.38	52.62
# 4	4.760	785.2	17.00	64.38	35.62
# 10	2.000	348.7	7.55	71.93	28.07
# 16	1.190	324.7	7.03	78.96	21.04
# 40	0.450	244.1	5.29	84.25	15.75
# 50	0.297	219.0	4.74	88.99	11.01
# 100	0.149	174.3	3.78	92.77	7.23
# 200	0.074	120.9	2.62	95.39	4.61
># 200	0.000	213.1	4.61	100.00	0.00
TOTAL		4,618.0	100.00		

Resumen de Datos	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N°4	35.62
% que pasa N°200	4.61
GRAVA (%)	64.38
ARENA (%)	31.00
FINOS (%)	4.61
D ₁₀ (mm.)	0.26
D ₃₀ (mm.)	2.71
D ₆₀ (mm.)	11.28
Coef. Unif. (Cu)	43.81
Coef. Curv. (Cc)	2.52



OBSERVACIONES:

* La muestra de suelo y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.

"ASGEOTEC
GEOTECNIA Y CIMENTOS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Epifanio Ita Rivera
ESPECIALISTA

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Fernando E. Ita Rodriguez
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Especialista en Geotecnia

Telef: (043) 426317, Cel: 943692631, 943492123, 947438075, RPM: *336781, *336771, #947438075
Jr. los Jazmines 3ra cuadra S/N - Barrio de Villón Alto Mz. 172 Lt. 06 - Huaraz - Ancash
E-mail: asgeotec@yahoo.com



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

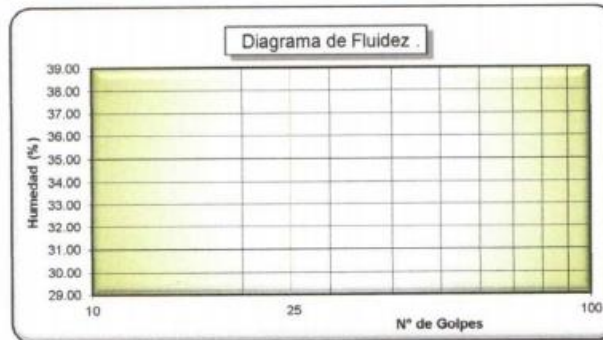
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR: Ardiles Giraldo Harold Alexis	CALICATA : C - 02
PROYECTO : Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de La Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019	UBICACIÓN: E: 230870.993 - N: 892447
Dist: Recuay, Prov: Recuay, Reg: Ancash	MUESTRA : Mab - 01
REALIZADO POR: Ing. Fernando Ita Rodríguez.	MATERIAL: Suelo de fundación
	PROFUND: : De 0.00m. a 2.85m.
	FECHA : 25 de Enero de 2020

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-423 - 424

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

N° de golpes				
Peso Suelo Húmedo + Recipiente				
Peso Suelo Seco + Recipiente				
Peso del Agua			N.P.	
Peso del Recipiente				
Peso Suelo Seco				
Contenido de Humedad (%)				



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D-424

P. Suelo Húmedo + Rec.			
P. Suelo Seco + Rec.			
Peso del Agua			N.P.
Peso del Recipiente			
Peso Suelo Seco			
C. de Humedad (%)			

Limite Liquido (%) = N.P. Limite Plástico (%) = N.P. Indice Plastico (%) = N.P.

OBSERVACIONES:

* La muestra de suelo y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.



Telef: (043) 426317, Cel: 943692631, 943492123, 947438075, RPM: *336781, *336771, *947438075
Jr. los Jazmines 3ra cuadra S/N - Barrio de Villón Alto Mz. 172 Lt. 06 - Huaraz - Ancash
E-mail: asgeotec@yahoo.com



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

HOJA RESUMEN DE ENSAYOS

SOLICITADO POR: Ardiles Giraldo Harold Alexis
PROYECTO : Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de La Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019
REALIZADO POR : Ing. Fernando Ita Rodríguez

Dist: Recuay, Prov: Recuay, Reg: Ancash

Enero - 2020

ENSAYOS ESTÁNDAR

CALICATA :	C - 03	
UBICACIÓN:	E: 230567.942 - N: 8924792.070	
MUESTRA	Mab - 01	
MATERIAL	Suelo de fundación	
PROFUND. DE MUESTREO	De 0.00m. a 2.85m.	
Análisis granulométrico por tamizado (% acumulado que pasa)	2"	96.19
	3/4"	76.09
	# 4	36.54
	# 10	29.19
	# 40	15.01
	# 200	2.77
Coef. de Uniformidad Cu	38.12	
Coef. de Curvatura Cc	1.56	
Porcentaje de Material	Grava	63.46
	Arena	33.78
	Finos	2.77
Límites de Consistencia	L.L.	N.P.
	L.P.	N.P.
	I.P.	N.P.
Clasificación SUCS	GW	

OBSERVACIONES:

* La muestra de suelo y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.





ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

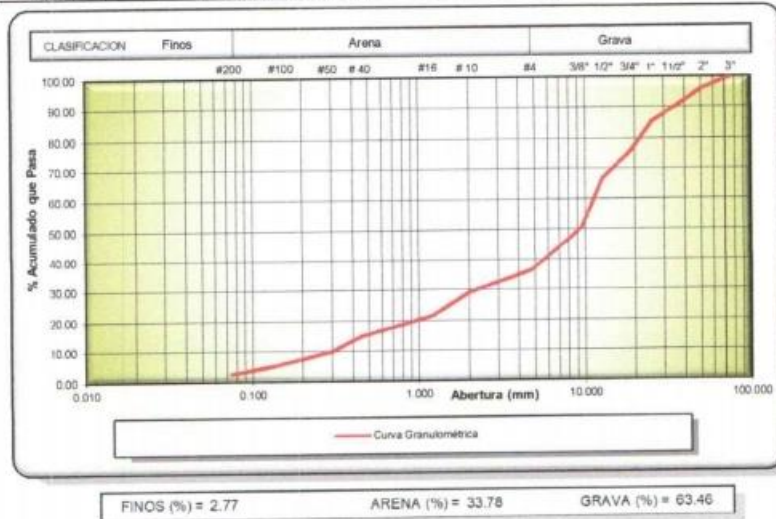
SOLICITADO POR:	Ardiles Giraldo Harold Alexis	CALICATA :	C - 03
PROYECTO :	Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de La Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019	UBICACIÓN :	E: 230567.942 - N: 8924792.070
REALIZADO POR:	Ing. Fernando Ita Rodríguez.	MUESTRA :	Mab - 01
		MATERIAL:	Suelo de fundación
		PROFUND.:	De 0.00m. a 2.85m.
		FECHA :	25 de Enero de 2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

PESO INICIAL SECO : 4,315.0 grs. % QUE PASA MALLA N°200 : 2.77
PESO LAVADO SECO : 4,195.7 grs. % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tarroses ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido (gr.)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	164.2	3.81	3.81	96.19
1 1/2"	38.100	201.7	4.67	8.48	91.52
1"	25.400	264.6	6.13	14.61	85.39
3/4"	19.050	401.2	9.30	23.91	76.09
1/2"	12.700	412.3	9.56	33.46	66.54
3/8"	9.525	678.8	15.73	49.20	50.80
# 4	4.760	615.4	14.26	63.46	36.54
# 10	2.000	317.3	7.35	70.81	29.19
# 16	1.190	331.0	7.67	78.48	21.52
# 40	0.450	280.6	6.50	84.99	15.01
# 50	0.297	218.6	5.07	90.05	9.95
# 100	0.149	170.2	3.95	94.00	6.00
# 200	0.074	139.8	3.24	97.23	2.77
># 200	0.000	119.3	2.77	100.00	0.00
TOTAL		4,315.0	100.00		

Resumen de Datos	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N°4	36.54
% que pasa N°200	2.77
GRAVA (%)	63.46
ARENA (%)	33.78
FINOS (%)	2.77
D ₁₀ (mm.)	0.30
D ₃₀ (mm.)	2.30
D ₆₀ (mm.)	11.38
Coef. Unif. (Cu)	38.12
Coef. Curv. (Cc)	1.56



OBSERVACIONES:

* La muestra de suelo y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.



Teléfono: (043) 426317, Cel: 943692631, 943492123, 947438075, RPM: *336781, *336771, #947438075
 Jr. los Jazmines 3ra cuadra S/N - Barrio de Villón Alto Mz. 172 Lt. 06 - Huaraz - Ancash
 E-mail: asgeotec@yahoo.com



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

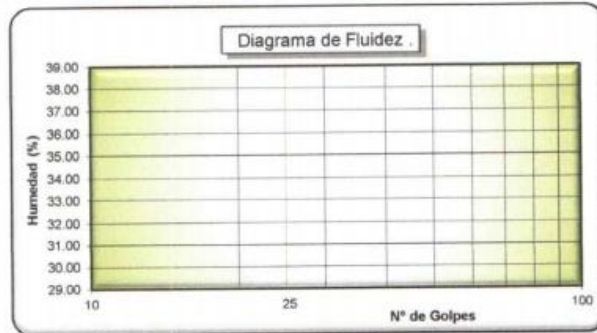
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

SOLICITADO POR: Ardiles Giraldo Harold Alexis	CALICATA : C - 03
PROYECTO : Propuesta del Diseño del Sistema de Abastecimiento de La Capa Freática en el Centro Temático de Recuay en el Año 2019	UBICACIÓN: E: 230567.942 - N: 892476
Dist: Recuay, Prov: Recuay, Reg: Ancash	MUESTRA : Mab - 01
REALIZADO POR: Ing. Fernando Ita Rodríguez.	MATERIAL: Suelo de fundación
	PROFUND.: De 0.00m. a 2.85m.
	FECHA : 25 de Enero de 2020

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-423 - 424

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

N° de golpes				
Peso Suelo Húmedo + Recipiente				
Peso Suelo Seco + Recipiente				
Peso del Agua			N.P.	
Peso del Recipiente				
Peso Suelo Seco				
Contenido de Humedad (%)				



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D-424

P. Suelo Húmedo + Rec.			
P. Suelo Seco + Rec.			
Peso del Agua			N.P.
Peso del Recipiente			
Peso Suelo Seco			
C. de Humedad (%)			

Limite Liquido (%) = N.P. Limite Plástico (%) = N.P. Indice Plastico (%) = N.P.

OBSERVACIONES:

* La muestra de suelo y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.





CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P. J. Primero de Mayo Mz. C. Lt. 09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715
 EMAIL: corporaciongeotecniasac@outlook.es

057

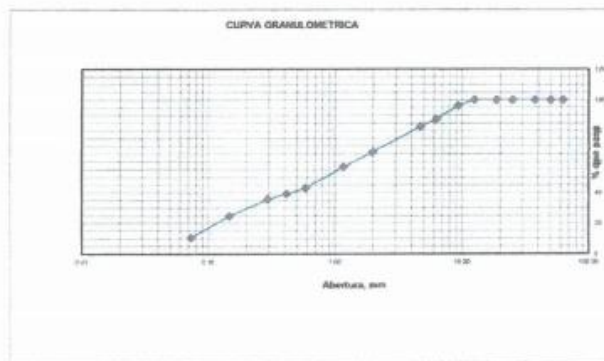
PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
SOLICITANTE: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA : ABRIL DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 01 MUESTRA .01 Prof. = 70 cm (estrato)

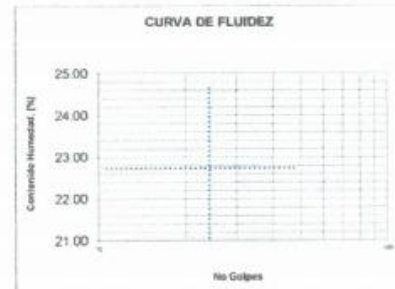
1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2 1/2"	63.500	0.000	100.00
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.000	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.510	38.140	96.33
1/4"	6.350	94.360	87.26
Nº 4	4.760	47.910	82.65
Nº 10	2.000	173.600	65.96
Nº 16	1.180	97.530	56.58
Nº 30	0.595	140.540	43.07
Nº 40	0.420	41.330	39.10
Nº 50	0.297	37.980	35.44
Nº 100	0.149	112.070	24.67
Nº 200	0.074	146.890	10.54
< Nº 200		109.650	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4316)

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	18.26
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	132.28
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	102.09
4. Peso Agua, [gr]	30.19
5. Peso Suelo Seco, [gr]	83.81
6. Contenido de Humedad, [%]	36.02

Grava(%)	17.35
Arena (%)	72.11
Finos(%)	10.54
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plástico	NP
Clasif. SUCS	SP-SM
Clasif. AASHTO	A1-b(0)
Contenido de Humedad	36.02
Peso específico	2.72
Índice de Grupo	0

Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 53008

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

 Katia E. Plasencia Latour
 ING. CIVIL CONSULTOR
 CIP 77979 RC 4070

JUAN J. PINEDA PINEDA
 ING. CIVIL CONSULTOR
 CIP 43500 RC 435



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz. C Lt.09 Nuevo Chumbote - Telf. 043 - 316715
 EMAIL: corporaciongeotecniasac@outlook.es

056

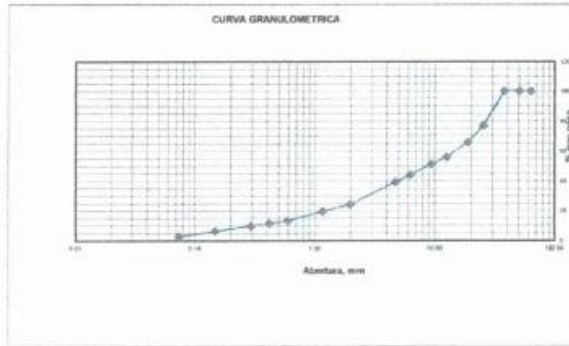
PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
SOLICITANTE: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA : ABRIL DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 01 MUESTRA .02 Prof = 24 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2 1/2"	63.500	0.000	100.00
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	198.370	100.00
1"	25.400	43.580	76.96
3/4"	19.000	118.260	65.69
1/2"	12.700	102.420	55.94
3/8"	9.510	50.470	51.13
1/4"	6.350	74.710	44.02
Nº 4	4.750	51.680	39.10
Nº 10	2.000	156.140	24.23
Nº 16	1.180	48.930	19.57
Nº 30	0.595	66.400	13.24
Nº 40	0.420	18.200	11.51
Nº 50	0.297	17.630	9.83
Nº 100	0.149	37.850	6.22
Nº 200	0.074	37.820	2.62
< Nº 200		27.540	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		NP	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NP
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	22.96
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	155.36
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	138.08
4. Peso Agua, [gr]	17.28
5. Peso Suelo Seco, [gr]	115.22
6. Contenido de Humedad, [%]	15.00

Grava(%)	60.90
Arena (%)	36.47
Finos(%)	2.62
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A1-a (0)
Contenido de Humedad	15.00
Peso específico	2.72
Índice de Grupo	0

Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 53006

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Katia Plascencia Litour
 INGENIERA CIVIL CONSULTOR
 CIP 7.879 INC 4070

JUAN J. ROBERTO RIVERA PINCHUDO
 INGENIERO CIVIL CONSULTOR
 CIP 27350 INC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz. C Ll.09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715
 EMAIL: corporaciongeotecniasac@outlook.es

055

PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
SOLICITANTE: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA : ABRIL DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

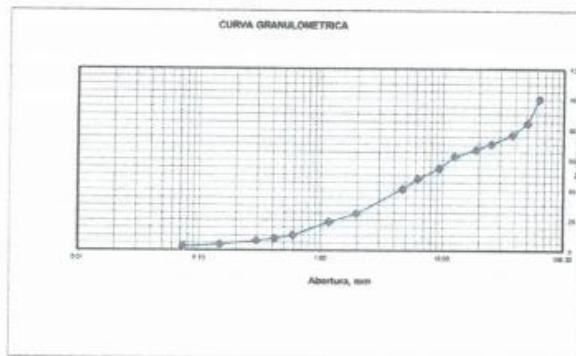
CALICATA

01

MUESTRA .03 Prof = 106 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

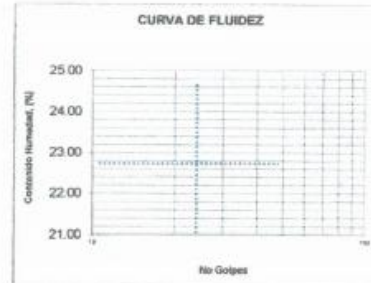
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2 1/2"	63.500	0.000	100.00
2"	50.800	273.400	84.10
1 1/2"	38.100	133.030	76.32
1"	25.400	105.110	70.21
3/4"	19.000	63.810	66.50
1/2"	12.700	81.180	61.78
3/8"	9.510	128.690	54.30
1/4"	6.350	123.940	47.09
Nº 4	4.750	112.410	40.55
Nº 10	2.000	282.180	24.15
Nº 16	1.180	96.050	18.56
Nº 30	0.595	149.060	9.90
Nº 40	0.420	34.870	7.87
Nº 50	0.297	29.810	6.14
Nº 100	0.149	41.730	3.71
Nº 200	0.074	21.360	2.47
< Nº 200		42.470	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		NP	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NP
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	23.16
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	170.15
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	135.20
4. Peso Agua, [gr]	34.95
5. Peso Suelo Seco, [gr]	112.04
6. Contenido de Humedad, [%]	31.19

Grava(%)	59.45
Arena (%)	38.08
Finos(%)	2.47
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A1-a (0)
Contenido de Humedad	31.19
Peso específico	2.72
Índice de Grupo	0


 Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 53008

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAS MECANICAS DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

 Katia E. Plasencia Latour
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 77979 RC 4078


 JUAN J. RODRIGUEZ PIMINCHIMO
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 37392 RC 456



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz. C LL09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
 EMAIL: corporaciongeotecniasac@outlook.es

054

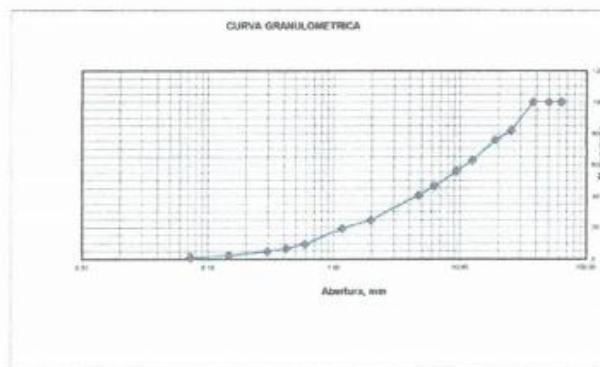
PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
SOLICITANTE: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA : ABRIL DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 02 MUESTRA .01 Prof = 120 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Malla	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2 1/2"	63.500	0.000	100.00
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	202.480	81.59
3/4"	19.000	55.500	75.64
1/2"	12.700	143.440	82.60
3/8"	9.510	74.250	55.85
1/4"	6.350	105.160	46.29
Nº 4	4.750	63.530	40.51
Nº 10	2.000	175.060	24.60
Nº 16	1.180	56.970	19.42
Nº 30	0.595	108.890	9.52
Nº 40	0.420	30.700	6.73
Nº 50	0.297	21.980	4.76
Nº 100	0.149	27.530	2.26
Nº 200	0.074	12.710	1.10
< Nº 200		12.100	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1 No de Golpes			
2 Peso Tara, [gr]			
3 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			NP
4 Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5 Peso Agua, [gr]			
6 Peso Suelo Seco, [gr]			
7 Contenido de Humedad, (%)			



B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1 Peso Tara, [gr]		
2 Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3 Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NP
4 Peso Agua, [gr]		
5 Peso Suelo Seco, [gr]		
6 Contenido de Humedad, (%)		

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	25.81
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	179.98
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	146.79
4. Peso Agua, [gr]	33.19
5. Peso Suelo Seco, [gr]	120.98
6. Contenido de Humedad, (%)	27.43

Grava(%)	59.39
Arena (%)	39.41
Finos(%)	1.10
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A1 - 0
Contenido de Humedad	27.43
Peso específico	2.72
Índice de Grupo	0

Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 53008

JUAN J. RODRIGUEZ PIMINCHIMO
 ING. CIVIL CONSULTOR
 CIP 37399 RC 455

Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 53008



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz. C.L. 99 Nuevo Chimbote - Telef 043 - 316715
 EMAIL: corporaciongeotecniasa@outlook.es

053

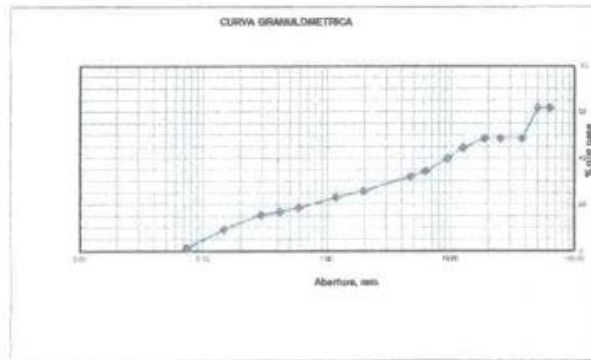
PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACION : DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
SOLICITANTE: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA : ABRIL DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 03 MUESTRA .01 Prof. = 10 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]		1152.000	
Peso Lavado y Seco, [gr]		1139.820	
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2 1/2"	63.500	440.000	61.81
2"	50.800	0.000	61.81
1 1/2"	38.100	152.400	48.58
1"	25.400	0.000	48.58
3/4"	19.000	0.000	48.58
1/2"	12.700	46.180	44.57
3/8"	9.510	96.160	39.09
1/4"	6.350	59.740	34.51
Nº 4	4.760	27.790	32.00
Nº 10	2.000	72.910	25.77
Nº 15	1.180	31.200	23.06
Nº 30	0.598	52.799	18.47
Nº 40	0.420	17.060	16.99
Nº 50	0.297	18.180	15.42
Nº 100	0.149	69.340	9.40
Nº 200	0.075	96.070	1.06
< Nº 200		12.180	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

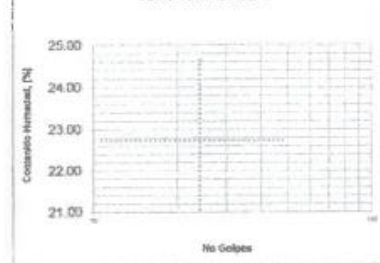
A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		NP	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NP
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

CURVA DE FLUIDEZ



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	23.11
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	185.13
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	152.38
4. Peso Agua, [gr]	12.75
5. Peso Suelo Seco, [gr]	129.27
6. Contenido de Humedad, [%]	9.86

Grava(%)	67.91
Arena (%)	31.04
Finos(%)	1.06
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A1-a (0)
Contenido de Humedad	9.86
Peso específico	2.72
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAS TÉCNICAS DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Karla E. Pineda
 INGENIERA CIVIL CONSULTORA
 CIP 17573 AG 4070



Juan J. Rodríguez Pimentel
 INGENIERO CIVIL CONSULTOR
 CIP 32380 RC 486

Amiro Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 53006



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz. C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
 EMAIL: corporaciongeotecniasaci@outlook.es

052

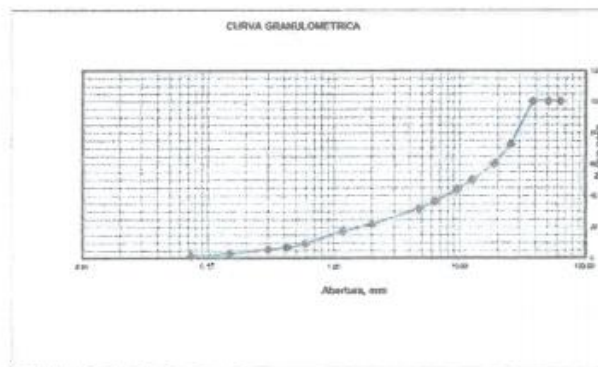
PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
SOLICITANTE: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA : ABRIL DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 03 MUESTRA .02 Prof. = 80 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2 1/2"	63.500	0.000	100.00
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	405.000	72.45
3/4"	19.000	180.240	60.19
1/2"	12.700	154.540	49.67
3/8"	9.510	90.800	43.50
1/4"	6.350	108.650	36.11
Nº 4	4.750	67.910	31.49
Nº 10	2.000	148.600	21.38
Nº 15	1.180	62.350	17.14
Nº 30	0.595	114.550	9.34
Nº 40	0.420	36.140	6.89
Nº 50	0.297	24.110	5.25
Nº 100	0.149	40.140	2.61
Nº 200	0.074	16.560	1.36
< Nº 200		20.410	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		NP	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NP
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	13.23
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	151.74
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	126.35
4. Peso Agua, [gr]	25.39
5. Peso Suelo Seco, [gr]	113.12
6. Contenido de Humedad, [%]	22.45

Grava(%)	68.51
Arena (%)	30.10
Finos(%)	1.39
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plástico	NP
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A1 - a (0)
Contenido de Humedad	22.45
Peso específico	2.72
Índice de Grupo	0

Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 53008

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

 Katia E. Plasencia Latour
 ING. CIVIL CONSULTOR
 CIP 77979 RC 4070

JUAN I. GONZALEZ PINOCHILLO
 INGENIERO CONSULTOR
 CIP 37350 RC 482



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz. C L1.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
 EMAIL: corporaciongeotecniasac@outlook.es

051

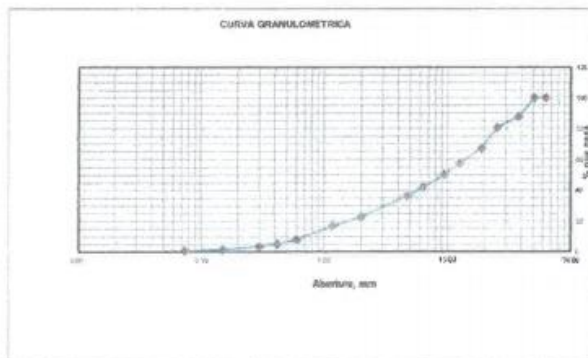
PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY - ANCASH
UBICACION : DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
SOLICITANTE : CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA : ABRIL DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 04 MUESTRA .01 Prof. = 130 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]		1310.000	
Peso Lavado y Seco, [gr]		1301.800	
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [gr]	% pasa
2 1/2"	63.500	0.000	100.00
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	163.650	87.51
1"	25.400	92.000	80.48
3/4"	19.000	178.540	66.86
1/2"	12.700	123.360	57.44
3/8"	9.510	95.190	50.17
1/4"	6.350	109.890	41.78
N° 4	4.760	72.050	36.28
N° 10	2.000	162.980	22.32
N° 16	1.180	74.550	16.83
N° 30	0.595	118.030	7.62
N° 40	0.420	33.040	5.09
N° 50	0.297	21.530	3.45
N° 100	0.149	27.780	1.33
N° 200	0.074	9.010	0.64
< N° 200		8.400	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			NP
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	23.54
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	177.31
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	149.23
4. Peso Agua, [gr]	28.08
5. Peso Suelo Seco, [gr]	125.69
6. Contenido de Humedad, [%]	22.34

Grava (%)	63.72
Arena (%)	35.64
Finos (%)	0.64
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A1 - a (0)
Contenido de Humedad	22.34
Peso específico	2.72
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

 Kattia El Plazencia Latour
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 77379 RC 4070

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ PARRICHURINO
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 37509 RC 489

Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 53008



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C L4.09 Nuevo Chimbote - Telef 043 - 316715
EMAIL: corporaciongeotecniasec@outlook.es

050

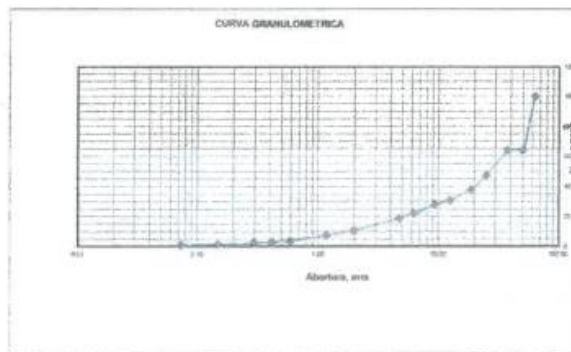
PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
SOLICITANTE: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA : ABRIL DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 05 MUESTRA .01 Prof. = 120 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2 1/2"	63.500	0.000	100.00
2"	50.800	555.000	83.96
1 1/2"	38.100	0.000	63.96
1"	25.400	250.040	47.68
3/4"	19.000	145.970	37.80
1/2"	12.700	106.140	30.70
3/8"	9.510	42.710	27.93
1/4"	6.350	86.910	21.70
Nº 4	4.750	49.670	18.48
Nº 10	2.000	126.220	10.28
Nº 16	1.180	47.780	7.15
Nº 30	0.595	61.350	3.20
Nº 40	0.420	9.170	2.60
Nº 50	0.297	7.610	2.09
Nº 100	0.149	13.530	1.22
Nº 200	0.074	7.200	0.75
< Nº 200		11.520	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			NP
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NP
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	13.90
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	155.73
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	125.20
4. Peso Agua, [gr]	30.53
5. Peso Suelo Seco, [gr]	111.90
6. Contenido de Humedad, [%]	27.28

Grava(%)	81.52
Arena (%)	17.73
Finos(%)	0.75
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A1-s (0)
Contenido de Humedad	27.28
Peso específico	2.72
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

Katia El Pizencia Letour
ING CIVIL CONSULTOR
CIP 77479 RC 4070

JUAN J. RODRIGUEZ FRANCHIBURO
ING CIVIL CONSULTOR
CIP 37330 RC 465

Arturo Luis Salazar Córdoba
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 53008



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz. C Ll. 09 Nuevo Chimbote - Tel: 043 - 316715
 EMAIL: corporaciongeotecniasac@outlook.es

049

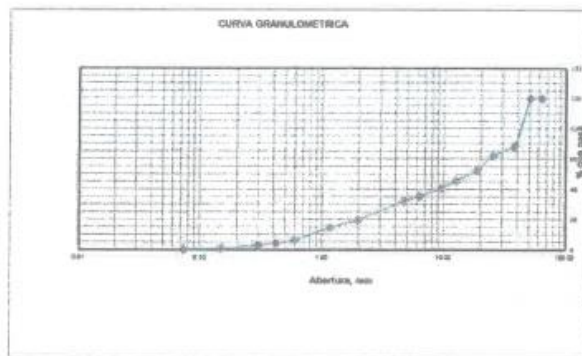
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACION: DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
SOLICITANTE: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA: ABRIL DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 06 MUESTRA .01 Prof - 130 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Apertura [mm]	Peso retenido [gr]	% pasa
2 1/2"	63.500	0.000	100.00
2"	50.800	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	435.000	68.48
1"	25.400	93.340	61.71
3/4"	19.000	125.130	52.65
1/2"	12.700	100.560	45.36
3/8"	9.510	64.250	40.70
1/4"	6.350	75.030	35.27
Nº 4	4.750	46.180	31.92
Nº 10	2.000	173.590	19.34
Nº 16	1.180	65.890	14.57
Nº 30	0.595	117.270	5.97
Nº 40	0.420	25.690	4.20
Nº 50	0.297	20.040	2.75
Nº 100	0.149	26.660	0.82
Nº 200	0.074	7.220	0.29
< Nº 200		4.040	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco [gr]		NP	
5. Peso Agua [gr]			
6. Peso Suelo Seco [gr]			
7. Contenido de Humedad [%]			

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco [gr]		NP
4. Peso Agua [gr]		
5. Peso Suelo Seco [gr]		
6. Contenido de Humedad [%]		



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara [gr]	23.43
2. Peso Tara + Suelo Húmedo [gr]	130.39
3. Peso Tara + Suelo Seco [gr]	114.52
4. Peso Agua [gr]	15.84
5. Peso Suelo Seco [gr]	91.08
6. Contenido de Humedad [%]	17.39

Grava (%)	68.08
Arena (%)	31.63
Finos (%)	0.29
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A1 - a (0)
Contenido de Humedad	17.39
Peso específico	2.72
Índice de Grupo	0


 Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 53008


 JUAN J. RODRIGUEZ PIMINCHUMO
 INGENIERO CIVIL CONSULTOR
 CIP 37390 RC 465

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

 Karla E. Plasencia Latour
 ING CIVIL CONSULTOR
 CIP 77879 RC 4070



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C.L.09 Nuevo Chimbote - Telef 043 - 316715
EMAIL: corporaciongeotecniasac@outlook.es

048

PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
SOLICITANTE : CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA : ABRIL DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

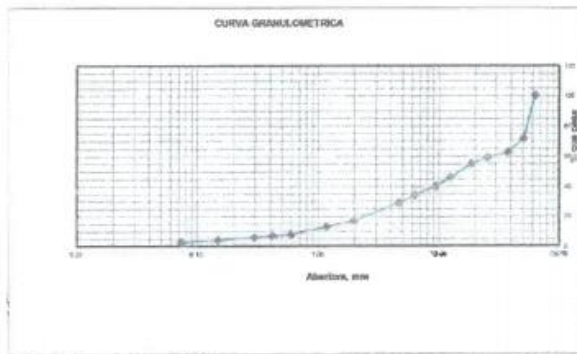
CALICATA

07

MUESTRA .01 Prof. = 110 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pesa
2 1/2"	63.500	0.090	100.00
2"	50.800	365.000	71.26
1 1/2"	38.100	115.000	62.20
1"	25.400	44.110	56.73
3/4"	19.000	47.740	54.97
1/2"	12.700	114.960	45.92
3/8"	9.510	74.530	40.05
1/4"	6.350	80.510	33.48
Nº 4	4.750	61.500	28.63
Nº 10	2.000	149.230	16.88
Nº 16	1.180	53.340	12.68
Nº 30	0.595	60.100	7.48
Nº 40	0.420	12.830	6.47
Nº 50	0.297	11.740	5.54
Nº 100	0.149	21.940	3.82
Nº 200	0.074	21.180	2.15
< Nº 200		27.290	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

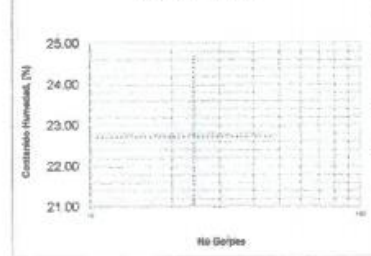
A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No.		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		NP	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No.	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NP
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

CURVA DE FLUIDEZ



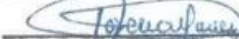
3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	23.33
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	180.57
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	162.33
4. Peso Agua, [gr]	31.24
5. Peso Suelo Seco, [gr]	139.00
6. Contenido de Humedad, [%]	22.47

Grava(%)	71.37
Arena (%)	26.49
Finos(%)	2.15
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. S.U.C.S	GW
Clasif. AASHTO	A1-s(0)
Contenido de Humedad	22.47
Peso específico	2.72
Índice de Grapo	0


Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 53006

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS


Katia E. Plazencia Latour
ING. CIVIL CONSULTOR
CIP 71979 RC 4078



JUAN J. RODRIGUEZ PIMBCUIMO
ING. CIVIL CONSULTOR
CIP 37350 RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz. C 11.09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715
 EMAIL: corporaciongeotecniasac@outlook.es

047

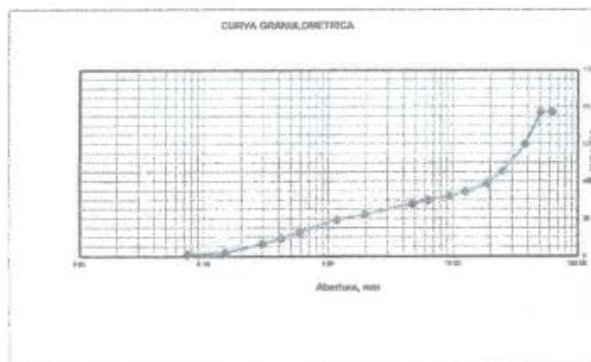
PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
SOLICITANTE: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA : ABRIL DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 08 **MUESTRA** .01 Prof - 150 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Mallas	Apertura [mm]	Peso retenido [gr]	% pasa
2 1/2"	63.500	340.000	77.33
2"	50.800	0.000	77.33
1 1/2"	38.100	257.410	60.17
1"	25.400	216.900	45.71
3/4"	19.000	99.480	39.08
1/2"	12.700	89.380	34.45
3/8"	9.510	38.230	32.11
1/4"	6.350	29.370	30.15
Nº 4	4.750	32.360	27.99
Nº 10	2.000	88.500	22.09
Nº 16	1.180	40.120	19.41
Nº 30	0.595	100.080	12.74
Nº 40	0.420	51.540	9.30
Nº 50	0.297	41.050	6.57
Nº 100	0.149	70.100	1.89
Nº 200	0.074	16.480	0.80
< Nº 200		11.960	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		NP	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NP
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	23.74
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	194.82
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	137.53
4. Peso Agua, [gr]	27.66
5. Peso Suelo Seco, [gr]	113.79
6. Contenido de Humedad, [%]	23.81

Grava(%)	72.01
Arena (%)	27.19
Finos(%)	0.80
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A1 -# (0)
Contenido de Humedad	23.81
Peso específico	2.72
Índice de Grupo	0


Arturo Luis Salazar Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 53008


JUAN J. RODRIGUEZ PIMINCHIMO
 ING. CIVIL CONSULTOR
 CIP 37390 RC 455

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Katia S. Piminchimo Latour
 ING. CIVIL CONSULTOR
 CIP 77919 RC 4070



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C Lt.09 Nuevo Chimbote - Tel: 043 - 316715
EMAIL: corporaciongeotecniasac@outlook.es

046

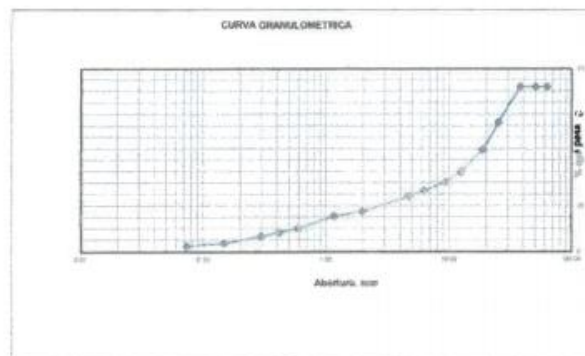
PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY- ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE RECUAY - PROVINCIA DE RECUAY - REGION ANCASH
SOLICITANTE: CONSORCIO SANTA TERESA
FECHA : ABRIL DEL 2018

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 09 MUESTRA .01 Prof = 130 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]		1250.000	
Peso Levado y Seco, [gr]		1218.940	
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
2 1/2"	53.500	380.000	72.00
2"	50.800	0.000	72.00
1 1/2"	38.100	0.000	72.00
1"	25.400	193.570	56.51
3/4"	19.000	148.870	44.60
1/2"	12.700	118.670	35.11
3/8"	9.510	96.600	30.56
1/4"	6.350	50.610	26.03
Nº 4	4.750	31.610	24.01
Nº 10	2.000	80.000	17.61
Nº 16	1.180	25.410	15.57
Nº 30	0.595	67.080	10.21
Nº 40	0.420	23.270	8.34
Nº 50	0.297	20.210	6.73
Nº 100	0.149	37.130	3.78
Nº 200	0.074	15.910	2.48
< Nº 200		31.060	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			NP
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NP
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	23.16
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	154.84
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	132.99
4. Peso Agua, [gr]	21.85
5. Peso Suelo Seco, [gr]	109.83
6. Contenido de Humedad, [%]	19.89

Grava(%)	75.99
Arena (%)	21.52
Finos(%)	2.48
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	GP
Clasif. AASHTO	A1-a (0)
Contenido de Humedad	19.89
Peso específico	2.72
Índice de Grupo	0


Arturo Luis Salazar Córdova
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 53008


JUAN J. RODRIGUEZ PINCHUNIDO
ING. CIVIL CONSULTOR
CIP 37300 RG 455


CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Kátia E. Páez
ING. CIVIL CONSULTORA
CIP 77879 RG 4070



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO.
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
URB. Nicolás Guillén Mz. 12 Lt. 32 Nueve Chimbo - Telef. 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com - E-MAIL: inform@corpgeotecnia.com

PROYECTO :

UBICACION :
SOLICITANTE :
FECHA :

MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECWAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECWAY, PROVINCIA DE RECWAY - ANCASH
DISTRITO DE RECWAY - PROVINCIA DE RECWAY - REGION ANCASH
CONSORCIO SANTA TERESA
ABRIL DEL 2018

Ensayos de Laboratorio RESUMEN DE RESULTADOS

Categoría N° Muestra especifico de ensayo	Unidad	C-01				C-02	C-03	C-04
		M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
D - 423 Límite Líquido	(%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
D - 424 Límite Plástico	(%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Índice Plástico	(%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
D - 248T Clasificación SUCS	-	SP-SM	GW	GW	GW	GW	GW	GW
Clasificación AASHTO	-	A1 - b (0)	A1 - a (0)	A1 - a (0)	A1 - a (0)	A1 - a (0)	A1 - a (0)	A1 - a (0)
% de Gravas	(%)	17.35	80.80	89.45	89.49	87.91	83.72	83.72
% de Arenas	(%)	72.11	36.47	38.08	38.41	31.04	35.04	35.04
Pasante N° 200	(%)	10.54	2.02	2.47	1.10	1.05	0.64	0.64
Contenido de Humedad	(%)	38.02	15.00	31.19	27.43	9.86	22.34	22.34

NORMA ASTM


Arturo Luis Salazar Córdova
INGENIERO CIVIL
CIP N° 53006


CORPORACION GEOTECNIA S.A.C
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Kattia E. Plasencia Latour
ING. CIVIL CONSULTOR
CIP 77979 RC 4070


CORPORACION GEOTECNIA S.A.C
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Juan Carlos Morales Berchepio
ING. CIVIL CONSULTOR
CIP 32331 RC 458



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
URB. Nuevos Garces Mr. 13 1.32 Nuevo Chumbos - Telf: 043 - 312254
www.corporaciongeotecnia.com - E-MAIL: informes@geotecnia.com

PROYECTO:

MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECWAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECWAY, PROVINCIA DE RECWAY - ANCASH
DISTRITO DE RECWAY - PROVINCIA DE RECWAY - REGION ANCASH
CONSORCIO SANTA TERESA
ABRIL DEL 2018

UBICACION:

SOLICITANTE:

FECHA:

Ensayos de Laboratorio

RESUMEN DE RESULTADOS

Cálculo N° Muestra espesor de estrato	Unidad	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09
		M-T	M-T	M-T	M-T	M-T
D - 423	Límite Líquido (%)	NP	NP	NP	NP	NP
D - 424	Límite Plástico (%)	NP	NP	NP	NP	NP
	Índice Plástico (%)	NP	NP	NP	NP	NP
D - 2487	Clasificación SUCS	GW	GW	GW	GW	GP
	Clasificación AASHTO	A1 - a (0)	A1 - a (0)	A1 - a (0)	A1 - a (0)	A1 - a (0)
	% de Gravas (%)	81.62	88.08	71.37	72.01	76.98
	% de Arenas (%)	17.73	31.53	26.49	27.18	21.52
	Plastaré N° 200 (%)	0.75	0.29	2.15	0.80	2.48
	Contenido de Humedad (%)	27.28	17.38	22.47	23.81	19.89

NORMA ASTM



Arturo Luis Salazar Córdova
INGENIERO CIVIL
CIP N° 53006



Karim E. Piasencia Latorre
INGENIERO CIVIL CONSULTOR
CIP N° 17979 - HC 4070

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Karim E. Piasencia Latorre
INGENIERO CIVIL CONSULTOR
CIP 17979 - HC 4070

ANEXO N° 02: HOJAS DE CALCULO

Hoja de cálculo N° 01: cálculo de ecuaciones de regresión lineal para la Precipitación

Mes de Marzo del Año 1991 Para la estación de Recuay (Hidroesta)

Par	X	Y
1	12.1	18.6
2	16.8	34.0
3	22.0	28.4
4	31.6	42.3
5	23.8	23.4
6	20.6	28.0
7	10.0	24.0
8	30.2	30.6
9	26.4	26.8
10	41.0	12.0
11	28.4	20.5
12	55.6	18.1
13	18.8	16.8
14	27.6	21.7
15	24.6	32.4
16	29.1	24.5
17	38.9	33.0
18	53.8	13.2
19	31.2	44.0
20	30.1	25.7
21	29.0	19.9
22	51.6	20.5
23	45.7	31.4
24	59.9	30.4

Ecuaciones de ajuste de pares de datos:

Tipo	Ecuación	R	R^2
Lineal	$Y = 28.1506447 - 0.0730304 * X$	-0.12212	0.01491
Exponencial	$Y = 28.0741079 * (0.9958354)^X$	-0.17354	0.03012
Potencial	$Y = 31.4296583 * X^{(-0.0728559)}$	-0.10144	0.01029

Cálculo de Y para un valor de X:

Ecuación Exponencial:
Para X = 26.8
El valor de Y es: Y = 25.1034

Hoja de cálculo N° 02: cálculo de ecuaciones de regresión lineal para la Precipitación

Mes de Abril del Año 1986 Para la estación de Recuay (Hidroesta)

Pares de datos X,Y:

Par	X	Y
1	2.6	14.4
2	8.6	28.6
3	11.1	21.4
4	11.2	13.2
5	13.3	17.4
6	21.6	17.3
7	2.6	13.6
8	21.3	15.0
9	14.0	12.3
10	29.7	16.7
11	14.8	14.7
12	12.2	24.1
13	27.4	9.0
14	6.5	12.8
15	33.7	26.2
16	13.5	15.7
17	10.1	12.6
18	4.5	8.9
19	16.8	8.8
20	23.0	16.8
21	29.5	20.5
22	16.0	20.4
23	43.2	20.0
24	34.0	19.6
25	19.6	10.8
26	27.6	31.4
27	9.5	21.1
28	18.2	20.9
29	55.2	20.3

Ecuaciones de ajuste de pares de datos:

Tipo	Ecuación	R	R^2
Lineal	$Y = 14.7512868 + 0.1391487 * X$	0.29871	0.08923
Exponencial	$Y = 14.05064 * (1.008493)^X$	0.30941	0.09573
Potencial	$Y = 11.2656533 * X^{(0.1404433)}$	0.31269	0.09777

Cálculo de Y para un valor de X:

Ecuación Exponencial:
Para X = 11.2
El valor de Y es: Y = 15.4466

Hoja de cálculo N° 03: cálculo de ecuaciones de regresión lineal para la Precipitación
 Mes de Octubre del Año 2002 Para la estación de Recuay (Hidroesta)

Par	X	Y
1	10.5	9.2
2	50.2	30.3
3	0.6	18.5
4	7.4	26.4
5	15.2	20.7
6	5.5	23.2
7	11.3	23.0
8	8.7	13.1
9	12.9	22.5
10	8.8	15.4
11	15.5	19.4
12	10.9	12.1
13	13.5	24.8
14	12.4	17.0
15	11.4	20.3
16	8.2	15.2
17	9.3	12.7
18	20.0	17.6
19	15.1	16.1
20	20.0	7.6
21	16.7	18.6
22	10.3	12.8
23	19.0	33.7
24	24.9	6.8
25	18.9	17.1
26	26.3	10.0
27	32.7	19.8
28	37.2	20.3
29	16.2	12.8
30	27.7	3.4
31	18.4	13.6
32	34.3	14.2

Ecuaciones de ajuste de pares de datos:

Tipo	Ecuación	R	R^2
Lineal	$Y = 16.502071 + 0.0366068 * X$	0.05734	0.00329
Exponencial	$Y = 16.3856081 * (0.9974565)^X$	-0.05734	0.00329
Potencial	$Y = 19.4253126 * X^{(-0.0811155)}$	-0.1349	0.0182

Cálculo de Y para un valor de X:

Ecuación Exponencial:
 Para X = 29.2
 El valor de Y es: Y = 15.2113

Hoja de cálculo N° 04: cálculo de ecuaciones de regresión lineal para la Precipitación
 Mes de Noviembre del Año 2005 Para la estación de Recuay (Hidroesta).

Par	X	Y
1	16.5	21.4
2	30.0	19.4
3	0.5	19.3
4	10.0	27.0
5	10.0	7.8
6	9.8	29.6
7	16.8	17.0
8	10.2	11.2
9	2.7	11.3
10	12.0	26.8
11	15.5	29.4
12	12.5	11.2
13	19.5	19.5
14	11.3	10.8
15	20.2	18.9
16	17.2	15.0
17	11.8	18.6
18	13.5	13.4
19	23.1	14.2
20	8.5	11.4
21	20.0	29.4
22	16.8	38.8
23	14.3	18.0
24	28.1	19.8
25	13.4	21.5
26	24.9	22.7
27	9.0	9.2
28	24.4	25.7
29	52.7	17.9
30	40.4	11.9
31	24.7	16.0

Ecuaciones de ajuste de pares de datos:

Tipo	Ecuación	R	R^2
Lineal	$Y = 18.0294952 + 0.0466142 * X$	0.06733	0.00453
Exponencial	$Y = 16.1029831 * (1.0049066)^X$	0.13185	0.01738
Potencial	$Y = 14.4827408 * X^{(0.0725457)}$	0.15411	0.02375

Cálculo de Y para un valor de X:

Ecuación Exponencial:
 Para X = 28.2
 El valor de Y es: Y = 18.4863

Hoja de cálculo N° 05: cálculo de ecuaciones de regresión lineal para la Precipitación
Mes de Noviembre del Año 2012 Para la estación de Recuay (Hidroesta).

Par	X	Y
1	16.5	21.4
2	30.0	19.4
3	0.5	19.3
4	10.0	27.0
5	10.0	7.8
6	9.8	29.6
7	16.8	17.0
8	10.2	11.2
9	2.7	11.3
10	12.0	26.8
11	15.5	29.4
12	12.5	11.2
13	19.5	19.5
14	11.3	10.8
15	20.2	18.9
16	17.2	15.0
17	11.8	18.6
18	13.5	13.4
19	23.1	14.2
20	8.5	11.4
21	20.0	29.4
22	16.8	38.8
23	14.3	18.0
24	28.1	19.8
25	13.4	21.5
26	24.9	22.7
27	9.0	9.2
28	24.4	25.7
29	52.7	17.9
30	40.4	11.9
31	24.7	16.0

Ecuaciones de ajuste de pares de datos:

Tipo	Ecuación	R	R ²
Lineal	$Y = 18.0294952 + 0.0466142 * X$	0.06733	0.00453
Exponencial	$Y = 16.1029831 * (1.0049066) ^ X$	0.13185	0.01738
Potencial	$Y = 14.4827408 * X ^ (0.0725457)$	0.15411	0.02375

Cálculo de Y para un valor de X:

Ecuación Exponencial:

Para X = 35.5

El valor de Y es: Y = 19.1588

Hoja de Cálculo N° 06: Prueba de Bondad y Ajuste

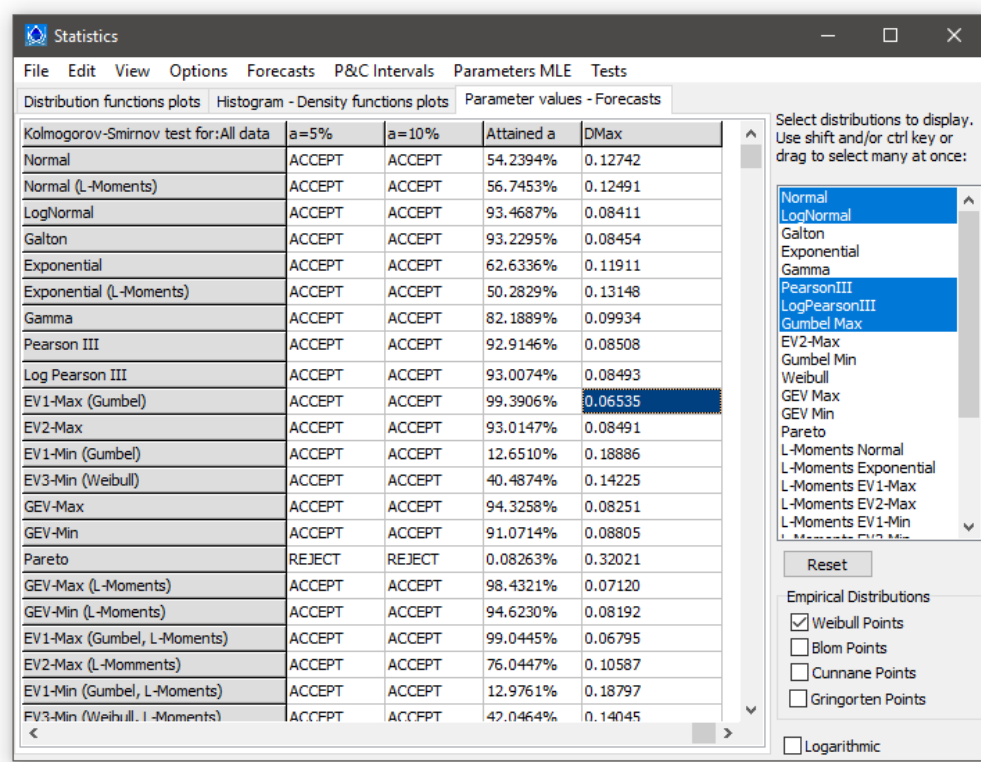
m	Q	Q -a+	Z	F(Z)	P(X)	/F(Z)-P(X)/	LN(Q)
1	29.8	16.6	-1.81	0.035163	0.02632	0.009	2.8094
2	24.8	19.4	-1.46	0.071773	0.05263	0.019	2.9653
3	47.3	19.8	-1.41	0.078808	0.07895	0.000	2.9857
4	30.3	22.6	-1.07	0.143201	0.10526	0.038	3.1179
5	33.4	23.0	-1.02	0.154704	0.13158	0.023	3.1355
6	32.4	24.5	-0.83	0.203121	0.15789	0.045	3.1987
7	45.4	24.7	-0.81	0.210198	0.18421	0.026	3.2068
8	30.1	24.8	-0.79	0.213791	0.21053	0.003	3.2108
9	25.5	25.5	-0.71	0.239918	0.23684	0.003	3.2387
10	22.6	25.7	-0.68	0.247691	0.26316	0.015	3.2465
11	24.7	26.8	-0.55	0.292732	0.28947	0.003	3.2884
12	26.8	26.8	-0.55	0.292732	0.31579	0.023	3.2884
13	29.4	28.0	-0.40	0.345806	0.34211	0.004	3.3322
14	34.0	28.4	-0.35	0.364264	0.36842	0.004	3.3464
15	28.4	28.9	-0.29	0.387782	0.39474	0.007	3.3638
16	42.3	29.4	-0.22	0.411719	0.42105	0.009	3.3810
17	40.3	29.4	-0.22	0.411719	0.44737	0.036	3.3810
18	28.0	29.5	-0.21	0.416549	0.47368	0.057	3.3844
19	28.9	29.8	-0.17	0.431112	0.50000	0.069	3.3945
20	53.3	30.1	-0.14	0.445770	0.52632	0.081	3.4045
21	26.8	30.3	-0.11	0.455585	0.55263	0.097	3.4111
22	23.0	30.4	-0.10	0.460503	0.57895	0.118	3.4144
23	29.4	31.4	0.02	0.509889	0.60526	0.095	3.4468
24	38.8	32.4	0.15	0.559125	0.63158	0.072	3.4782
25	19.4	32.4	0.15	0.559125	0.65789	0.099	3.4782
26	33.7	33.0	0.22	0.588281	0.68421	0.096	3.4965
27	32.4	33.4	0.27	0.607462	0.71053	0.103	3.5086
28	24.5	33.7	0.31	0.621681	0.73684	0.115	3.5175
29	33.0	34.0	0.35	0.635736	0.76316	0.127	3.5264
30	19.8	38.3	0.88	0.810600	0.78947	0.021	3.6454
31	44.0	38.8	0.94	0.826926	0.81579	0.011	3.6584
32	25.7	40.3	1.13	0.870346	0.84211	0.028	3.6964
33	29.5	42.3	1.38	0.915581	0.86842	0.047	3.7448
34	38.3	44.0	1.59	0.943707	0.89474	0.049	3.7842
35	31.4	45.4	1.76	0.960815	0.92105	0.040	3.8155
36	30.4	47.3	2.00	0.977019	0.94737	0.030	3.8565
37	16.6	53.3	2.74	0.996923	0.97368	0.023	3.9759

Δ 0.127

<

Cumple
0.223583

Hoja de cálculo N° 07: Prueba de bondad y ajuste mediante el programa computacional Hidrognomon



Hoja de Cálculo N° 08: Calculo de parámetros X₁, X₂, Y

X ₂	X ₁	Y	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₁ X ₂
LOG-D	LOG-T	LOG-P					
1.000	0.699	1.807	1.263	1.807	0.489	1.000	0.699
1.000	1.000	1.859	1.859	1.859	1.000	1.000	1.000
1.000	1.398	1.917	2.680	1.917	1.954	1.000	1.398
1.000	1.699	1.956	3.322	1.956	2.886	1.000	1.699
1.000	1.875	1.976	3.706	1.976	3.516	1.000	1.875
1.000	2.000	1.991	3.981	1.991	4.000	1.000	2.000
1.000	2.301	2.023	4.655	2.023	5.295	1.000	2.301
1.301	0.699	1.581	1.105	2.057	0.489	1.693	0.909
1.301	1.000	1.633	1.633	2.125	1.000	1.693	1.301
1.301	1.398	1.691	2.364	2.200	1.954	1.693	1.819
1.301	1.699	1.730	2.939	2.250	2.886	1.693	2.210
1.301	1.875	1.751	3.283	2.278	3.516	1.693	2.440
1.301	2.000	1.765	3.530	2.296	4.000	1.693	2.602
1.301	2.301	1.797	4.136	2.338	5.295	1.693	2.994

1.477	0.699	1.449	1.013	2.140	0.489	2.182	1.032
1.477	1.000	1.501	1.501	2.217	1.000	2.182	1.477
1.477	1.398	1.559	2.180	2.303	1.954	2.182	2.065
1.477	1.699	1.598	2.714	2.360	2.886	2.182	2.510
1.477	1.875	1.619	3.035	2.391	3.516	2.182	2.770
1.477	2.000	1.633	3.266	2.412	4.000	2.182	2.954
1.477	2.301	1.665	3.832	2.460	5.295	2.182	3.399
1.602	0.699	1.355	0.947	2.171	0.489	2.567	1.120
1.602	1.000	1.407	1.407	2.255	1.000	2.567	1.602
1.602	1.398	1.465	2.049	2.348	1.954	2.567	2.240
1.602	1.699	1.504	2.555	2.409	2.886	2.567	2.722
1.602	1.875	1.525	2.859	2.443	3.516	2.567	3.004
1.602	2.000	1.539	3.078	2.466	4.000	2.567	3.204
1.602	2.301	1.571	3.616	2.518	5.295	2.567	3.686
1.699	0.699	1.283	0.896	2.179	0.489	2.886	1.188
1.699	1.000	1.335	1.335	2.268	1.000	2.886	1.699
1.699	1.398	1.393	1.947	2.366	1.954	2.886	2.375
1.699	1.699	1.431	2.432	2.432	2.886	2.886	2.886
1.699	1.875	1.452	2.723	2.467	3.516	2.886	3.186
1.699	2.000	1.466	2.933	2.491	4.000	2.886	3.398
1.699	2.301	1.499	3.449	2.546	5.295	2.886	3.909
1.778	0.699	1.223	0.855	2.175	0.489	3.162	1.243
1.778	1.000	1.275	1.275	2.268	1.000	3.162	1.778
1.778	1.398	1.333	1.864	2.371	1.954	3.162	2.486
1.778	1.699	1.372	2.331	2.439	2.886	3.162	3.021
1.778	1.875	1.393	2.612	2.477	3.516	3.162	3.334
1.778	2.000	1.407	2.814	2.502	4.000	3.162	3.556
1.778	2.301	1.439	3.312	2.560	5.295	3.162	4.092
1.954	0.699	1.091	0.763	2.132	0.489	3.819	1.366
1.954	1.000	1.143	1.143	2.234	1.000	3.819	1.954
1.954	1.398	1.201	1.679	2.348	1.954	3.819	2.732
1.954	1.699	1.240	2.106	2.423	2.886	3.819	3.320
1.954	1.875	1.261	2.364	2.464	3.516	3.819	3.664
1.954	2.000	1.275	2.550	2.492	4.000	3.819	3.908
1.954	2.301	1.307	3.008	2.555	5.295	3.819	4.497
2.079	0.699	0.997	0.697	2.074	0.489	4.323	1.453
2.079	1.000	1.050	1.050	2.182	1.000	4.323	2.079
2.079	1.398	1.108	1.548	2.303	1.954	4.323	2.907
2.079	1.699	1.146	1.947	2.383	2.886	4.323	3.532
2.079	1.875	1.167	2.188	2.426	3.516	4.323	3.899
2.079	2.000	1.181	2.363	2.456	4.000	4.323	4.158
2.079	2.301	1.214	2.793	2.523	5.295	4.323	4.784
90.23	87.77	82.55	131.48	128.50	153.11	151.42	141.43

ANEXO N° 03: TABLAS

Tabla 31

Áreas acumuladas de la ley normal

ÁREAS ACUMULADAS DE LA LEY NORMAL: F(Z)										
Z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,7	0,000108	0,000104	0,000100	0,000096	0,000092	0,000088	0,000085	0,000082	0,000078	0,000075
-3,5	0,000233	0,000224	0,000216	0,000208	0,000200	0,000193	0,000185	0,000178	0,000172	0,000165
-3	0,001350	0,001306	0,001264	0,001223	0,001183	0,001144	0,001107	0,001070	0,001035	0,001001
-2,9	0,001866	0,001807	0,001750	0,001695	0,001641	0,001589	0,001538	0,001489	0,001441	0,001395
-2,8	0,002555	0,002477	0,002401	0,002327	0,002256	0,002186	0,002118	0,002052	0,001988	0,001926
-2,7	0,003467	0,003364	0,003264	0,003167	0,003072	0,002980	0,002890	0,002803	0,002718	0,002635
-2,6	0,004661	0,004527	0,004396	0,004269	0,004145	0,004025	0,003907	0,003793	0,003681	0,003573
-2,5	0,006210	0,006037	0,005868	0,005703	0,005543	0,005386	0,005234	0,005085	0,004940	0,004799
-2,4	0,008198	0,007976	0,007760	0,007549	0,007344	0,007143	0,006947	0,006756	0,006569	0,006387
-2,3	0,010724	0,010444	0,010170	0,009903	0,009642	0,009387	0,009137	0,008894	0,008656	0,008424
-2,2	0,013903	0,013553	0,013209	0,012874	0,012545	0,012224	0,011911	0,011604	0,011304	0,011011
-2,1	0,017864	0,017429	0,017003	0,016586	0,016177	0,015778	0,015386	0,015003	0,014629	0,014262
-2	0,022750	0,022216	0,021692	0,021178	0,020675	0,020182	0,019699	0,019226	0,018763	0,018309
-1,9	0,028717	0,028067	0,027429	0,026803	0,026190	0,025588	0,024998	0,024419	0,023852	0,023295
-1,8	0,035930	0,035148	0,034380	0,033625	0,032884	0,032157	0,031443	0,030742	0,030054	0,029379
-1,7	0,044565	0,043633	0,042716	0,041815	0,040930	0,040059	0,039204	0,038364	0,037538	0,036727
-1,6	0,054799	0,053699	0,052616	0,051551	0,050503	0,049471	0,048457	0,047460	0,046479	0,045514
-1,5	0,066807	0,065522	0,064255	0,063008	0,061780	0,060571	0,059380	0,058208	0,057053	0,055917
-1,4	0,080757	0,079270	0,077804	0,076359	0,074934	0,073529	0,072145	0,070781	0,069437	0,068112
-1,3	0,096800	0,095098	0,093418	0,091759	0,090123	0,088508	0,086915	0,085343	0,083793	0,082264
-1,2	0,115070	0,113139	0,111232	0,109349	0,107488	0,105650	0,103835	0,102042	0,100273	0,098525
-1,1	0,135666	0,133500	0,131357	0,129238	0,127143	0,125072	0,123024	0,121000	0,119000	0,117023
-1	0,158655	0,156248	0,153864	0,151505	0,149170	0,146859	0,144572	0,142310	0,140071	0,137857
-0,9	0,184060	0,181411	0,178786	0,176186	0,173609	0,171056	0,168528	0,166023	0,163543	0,161087
-0,8	0,211855	0,208970	0,206108	0,203269	0,200454	0,197663	0,194895	0,192150	0,189430	0,186733
-0,7	0,241964	0,238852	0,235762	0,232695	0,229650	0,226627	0,223627	0,220650	0,217695	0,214764
-0,6	0,274253	0,270931	0,267629	0,264347	0,261086	0,257846	0,254627	0,251429	0,248252	0,245097
-0,5	0,308538	0,305026	0,301532	0,298056	0,294599	0,291160	0,287740	0,284339	0,280957	0,277595
-0,4	0,344578	0,340903	0,337243	0,333598	0,329969	0,326355	0,322758	0,319178	0,315614	0,312067
-0,3	0,382089	0,378280	0,374484	0,370700	0,366928	0,363169	0,359424	0,355691	0,351973	0,348268
-0,2	0,420740	0,416834	0,412936	0,409046	0,405165	0,401294	0,397432	0,393580	0,389739	0,385908
-0,1	0,460172	0,456205	0,452242	0,448283	0,444330	0,440382	0,436441	0,432505	0,428576	0,424655
0	0,500000	0,503989	0,507978	0,511966	0,515953	0,519939	0,523922	0,527903	0,531881	0,535856
0,1	0,539828	0,543795	0,547758	0,551717	0,555670	0,559618	0,563559	0,567495	0,571424	0,575345
0,2	0,579260	0,583166	0,587064	0,590954	0,594835	0,598706	0,602568	0,606420	0,610261	0,614092
0,3	0,617911	0,621720	0,625516	0,629300	0,633072	0,636831	0,640576	0,644309	0,648027	0,651732
0,4	0,655422	0,659097	0,662757	0,666402	0,670031	0,673645	0,677242	0,680822	0,684386	0,687933
0,5	0,691462	0,694974	0,698468	0,701944	0,705401	0,708840	0,712260	0,715661	0,719043	0,722405
0,6	0,725747	0,729069	0,732371	0,735653	0,738914	0,742154	0,745373	0,748571	0,751748	0,754903
0,7	0,758036	0,761148	0,764238	0,767305	0,770350	0,773373	0,776373	0,779350	0,782305	0,785236
0,8	0,788145	0,791030	0,793892	0,796731	0,799546	0,802337	0,805105	0,807850	0,810570	0,813267
0,9	0,815940	0,818589	0,821214	0,823814	0,826391	0,828944	0,831472	0,833977	0,836457	0,838913
1	0,841345	0,843752	0,846136	0,848495	0,850830	0,853141	0,855428	0,857690	0,859929	0,862143
1,1	0,864334	0,866500	0,868643	0,870762	0,872857	0,874928	0,876976	0,879000	0,881000	0,882977
1,2	0,884930	0,886861	0,888768	0,890651	0,892512	0,894350	0,896165	0,897958	0,899727	0,901475
1,3	0,903200	0,904902	0,906582	0,908241	0,909877	0,911492	0,913085	0,914657	0,916207	0,917736
1,4	0,919243	0,920730	0,922196	0,923641	0,925066	0,926471	0,927855	0,929219	0,930563	0,931888
1,5	0,933193	0,934478	0,935745	0,936992	0,938220	0,939429	0,940620	0,941792	0,942947	0,944083
1,6	0,945201	0,946301	0,947384	0,948449	0,949497	0,950529	0,951543	0,952540	0,953521	0,954486
1,7	0,955435	0,956367	0,957284	0,958185	0,959070	0,959941	0,960796	0,961636	0,962462	0,963273
1,8	0,964070	0,964852	0,965620	0,966373	0,967116	0,967843	0,968557	0,969258	0,969946	0,970621
1,9	0,971283	0,971933	0,972571	0,973197	0,973810	0,974412	0,975002	0,975581	0,976148	0,976705
2	0,977250	0,977784	0,978308	0,978822	0,979325	0,979818	0,980301	0,980774	0,981237	0,981691
2,1	0,982136	0,982571	0,982997	0,983414	0,983823	0,984222	0,984614	0,984997	0,985371	0,985738
2,2	0,986097	0,986447	0,986791	0,987126	0,987455	0,987776	0,988089	0,988396	0,988696	0,988989
2,3	0,989276	0,989556	0,989830	0,990097	0,990358	0,990613	0,990863	0,991106	0,991344	0,991576
2,4	0,991802	0,992024	0,992240	0,992451	0,992656	0,992857	0,993053	0,993244	0,993431	0,993613
2,5	0,993790	0,993963	0,994132	0,994297	0,994457	0,994614	0,994766	0,994915	0,995060	0,995201
2,6	0,995339	0,995473	0,995604	0,995731	0,995855	0,995975	0,996093	0,996207	0,996319	0,996427
2,7	0,996533	0,996636	0,996736	0,996833	0,996928	0,997020	0,997110	0,997197	0,997282	0,997365
2,8	0,997445	0,997523	0,997599	0,997673	0,997744	0,997814	0,997882	0,997948	0,998012	0,998074
2,9	0,998134	0,998193	0,998250	0,998305	0,998359	0,998411	0,998462	0,998511	0,998559	0,998605
3	0,998650	0,998694	0,998736	0,998777	0,998817	0,998856	0,998893	0,998930	0,998965	0,998999
3,5	0,999767	0,999776	0,999784	0,999792	0,999800	0,999807	0,999815	0,999822	0,999828	0,999835
3,7	0,999892	0,999896	0,999900	0,999904	0,999908	0,999912	0,999915	0,999918	0,999922	0,999925

Fuente: Cahuana Andia & Yugar Morales (2009)

Tabla 32

Distribución Chi Cuadrado

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0.001	0.0025	0.005	0.01	0.025	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
1	10.8274	9.1404	7.8794	6.6349	5.0239	3.8415	2.7055	2.0722	1.6424	1.3233	1.0742	0.8735	0.7083	0.5707	0.4849
2	13.8150	11.9827	10.5965	9.2104	7.3778	5.9915	4.6052	3.7942	3.2189	2.7726	2.4079	2.0996	1.8326	1.5970	1.3963
3	16.2660	14.3202	12.8381	11.3449	9.3484	7.8147	6.2514	5.3170	4.6416	4.0833	3.6649	3.2831	2.9462	2.6430	2.3660
4	18.4662	16.4238	14.8602	13.2767	11.1433	9.4877	7.7794	6.7449	5.9886	5.3853	4.8784	4.4377	4.0446	3.6871	3.3567
5	20.5147	18.3854	16.7486	15.0863	12.8325	11.0705	9.2963	8.1152	7.2893	6.6257	6.0644	5.5731	5.1319	4.7278	4.3515
6	22.4575	20.2491	18.5475	16.8119	14.4494	12.5916	10.6446	9.4461	8.5581	7.8408	7.2311	6.6948	6.2108	5.7652	5.3481
7	24.3213	22.0402	20.2777	18.4753	16.0128	14.0671	12.0170	10.7479	9.8032	9.0371	8.3834	7.8061	7.2832	6.8000	6.3458
8	26.1239	23.7742	21.9549	20.0902	17.5345	15.5073	13.3616	12.0271	11.0301	10.2189	9.5245	8.9094	8.3505	7.8325	7.3441
9	27.8767	25.4625	23.5893	21.6660	19.0228	16.9190	14.6837	13.2880	12.2421	11.3887	10.6564	10.0060	9.4136	8.8632	8.3428
10	29.5879	27.1119	25.1881	23.2093	20.4832	18.3070	15.9872	14.5339	13.4420	12.5489	11.7807	11.0971	10.4732	9.8922	9.3418
11	31.2635	28.7291	26.7569	24.7250	21.9200	19.6752	17.2750	15.7671	14.6314	13.7007	12.8987	12.1836	11.5298	10.9199	10.3410
12	32.9092	30.3182	28.2997	26.2170	23.3367	21.0261	18.5493	16.9893	15.8120	14.8454	14.0111	13.2661	12.5838	11.9463	11.3403
13	34.5274	31.8830	29.8193	27.6882	24.7356	22.3620	19.8119	18.2020	16.9848	15.9839	15.1187	14.3451	13.6356	12.9717	12.3998
14	36.1239	33.4262	31.3194	29.1412	26.1189	23.6848	21.0641	19.4062	18.1508	17.1169	16.2221	15.4209	14.6853	13.9961	13.3393
15	37.6978	34.9494	32.8015	30.5780	27.4884	24.9958	22.3071	20.6030	19.3107	18.2451	17.3217	16.4940	15.7332	15.0197	14.3389
16	39.2518	36.4555	34.2671	31.9999	28.8453	26.2962	23.5418	21.7931	20.4651	19.3689	18.4179	17.5646	16.7795	16.0425	15.3385
17	40.7911	37.9462	35.7184	33.4087	30.1910	27.5871	24.7690	22.9770	21.6146	20.4887	19.5110	18.6330	17.8244	17.0646	16.3382
18	42.3119	39.4220	37.1564	34.8052	31.5264	28.8693	25.9894	24.1555	22.7595	21.6049	20.6014	19.6993	18.8679	18.0860	17.3379
19	43.8194	40.8847	38.5821	36.1908	32.8523	30.1435	27.2036	25.3289	23.9004	22.7178	21.6891	20.7638	19.9102	19.1069	18.3376
20	45.3142	42.3358	39.9969	37.5663	34.1696	31.4104	28.4120	26.4076	25.0375	23.8277	22.7745	21.8265	20.9514	20.1272	19.3374
21	46.7963	43.7749	41.4009	38.9322	35.4789	32.6706	29.6151	27.6620	26.1711	24.9348	23.8578	22.8876	21.9915	21.1470	20.3372
22	48.2676	45.2041	42.7957	40.2894	36.7807	33.9245	30.8133	28.8224	27.3015	26.0303	24.9390	23.9473	23.0307	22.1663	21.3370
23	49.7276	46.6231	44.1814	41.6383	38.0756	35.1725	32.0069	29.9792	28.4288	27.1413	26.0184	25.0055	24.0689	23.1852	22.3369
24	51.1790	48.0336	45.5584	42.9798	39.3641	36.4150	33.1962	31.1325	29.5533	28.2412	27.0960	26.0625	25.1064	24.2037	23.3367
25	52.6187	49.4351	46.9280	44.3140	40.6465	37.6525	34.3812	32.2825	30.6752	29.3388	28.1719	27.1183	26.1430	25.2218	24.3366
26	54.0511	50.8291	48.2898	45.6416	41.9231	38.8851	35.5612	33.4295	31.7946	30.4346	29.3463	28.1730	27.1789	26.2395	25.3365
27	55.4751	52.2152	49.6480	46.9628	43.1945	40.1133	36.7412	34.5736	32.9117	31.5284	30.3193	29.2266	28.2141	27.2569	26.3363
28	56.8918	53.5939	50.9936	48.2782	44.4608	41.3372	37.9159	35.7150	34.0266	32.6205	31.3989	30.2791	29.2486	28.2740	27.3362
29	58.3006	54.9662	52.3355	49.5878	45.7223	42.5569	39.0875	36.8538	35.1394	33.7109	32.4612	31.3308	30.2825	29.2908	28.3861

Tabla 33

Formulas de probabilidades Empíricas

Formula Empírica	Probabilidad Acumulada Experimental "P"
California	$\frac{m}{N}$
Hazen	$\frac{m - 0.5}{N}$
Weibull	$\frac{m}{N + 1}$
Chegadayev	$\frac{m - 0.3}{N - 0.4}$
Blom	$\frac{m - 3/8}{N + 1/4}$
Tukey	$\frac{3m - 1}{3N + 1}$
Gringortem	$\frac{m - a}{N + 1 - 2a}$

Fuente: (Cahuana & Yugar, 2009)

Tabla 34

Nivel de Significancia

Tamaño Muestral N	Nivel de Significancia α				
	0,20	0,15	0,10	0,05	0,01
1	0,900	0,925	0,950	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,828
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,733
5	0,446	0,474	0,510	0,565	0,669
6	0,410	0,436	0,470	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,360	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,410	0,490
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,450
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,392
17	0,250	0,266	0,286	0,318	0,381
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,371
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,363
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,356
25	0,210	0,220	0,240	0,270	0,320
30	0,190	0,200	0,220	0,240	0,290
35	0,180	0,190	0,210	0,230	0,270
>35	$\frac{1.07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$

Fuente: Villon Máximo, 2002 Hidrología Estadística

Tabla 35
Coeficiente de Escorrentía

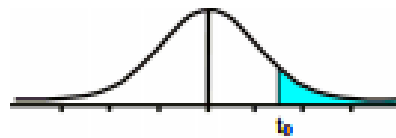
CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
ÁREAS DESARROLLADAS							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente superior al 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior al 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente superior al 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
ÁREAS NO DESARROLLADAS							
Area de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente superior al 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior al 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente superior al 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: Hidrología Aplicada. Ven Te Chow.

Tabla 36

Tabla T-Student

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7052	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3405	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	2.4121	2.6895
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0095	2.4049	2.6800

50	0.6794	1.2987	1.8759	2.0086	2.4033	2.6778
51	0.6793	1.2984	1.8753	2.0076	2.4017	2.6757
52	0.6792	1.2980	1.8747	2.0066	2.4002	2.6737
53	0.6791	1.2977	1.8741	2.0057	2.3988	2.6718
54	0.6791	1.2974	1.8736	2.0049	2.3974	2.6700
55	0.6790	1.2971	1.8730	2.0040	2.3961	2.6682
56	0.6789	1.2969	1.8725	2.0032	2.3948	2.6665
57	0.6788	1.2966	1.8720	2.0025	2.3936	2.6649
58	0.6787	1.2963	1.8716	2.0017	2.3924	2.6633
59	0.6787	1.2961	1.8711	2.0010	2.3912	2.6618
60	0.6786	1.2958	1.8706	2.0003	2.3901	2.6603
61	0.6785	1.2956	1.8702	1.9996	2.3890	2.6589
62	0.6785	1.2954	1.8698	1.9990	2.3880	2.6575
63	0.6784	1.2951	1.8694	1.9983	2.3870	2.6561
64	0.6783	1.2949	1.8690	1.9977	2.3860	2.6549
65	0.6783	1.2947	1.8686	1.9971	2.3851	2.6536
66	0.6782	1.2945	1.8683	1.9966	2.3842	2.6524
67	0.6782	1.2943	1.8679	1.9960	2.3833	2.6512
68	0.6781	1.2941	1.8676	1.9955	2.3824	2.6501
69	0.6781	1.2939	1.8672	1.9949	2.3816	2.6490
70	0.6780	1.2938	1.8669	1.9944	2.3808	2.6479
71	0.6780	1.2936	1.8666	1.9939	2.3800	2.6469
72	0.6779	1.2934	1.8663	1.9935	2.3793	2.6458
73	0.6779	1.2933	1.8660	1.9930	2.3785	2.6449
74	0.6778	1.2931	1.8657	1.9925	2.3778	2.6439
75	0.6778	1.2929	1.8654	1.9921	2.3771	2.6430
76	0.6777	1.2928	1.8652	1.9917	2.3764	2.6421
77	0.6777	1.2926	1.8649	1.9913	2.3758	2.6412
78	0.6776	1.2925	1.8646	1.9908	2.3751	2.6403
79	0.6776	1.2924	1.8644	1.9905	2.3745	2.6395
80	0.6776	1.2922	1.8641	1.9901	2.3739	2.6387
81	0.6775	1.2921	1.8639	1.9897	2.3733	2.6379
82	0.6775	1.2920	1.8636	1.9893	2.3727	2.6371
83	0.6775	1.2918	1.8634	1.9890	2.3721	2.6364
84	0.6774	1.2917	1.8632	1.9886	2.3716	2.6356
85	0.6774	1.2916	1.8630	1.9883	2.3710	2.6349
86	0.6774	1.2915	1.8628	1.9879	2.3705	2.6342
87	0.6773	1.2914	1.8626	1.9876	2.3700	2.6335
88	0.6773	1.2912	1.8624	1.9873	2.3695	2.6329
89	0.6773	1.2911	1.8622	1.9870	2.3690	2.6322
90	0.6772	1.2910	1.8620	1.9867	2.3685	2.6316
91	0.6772	1.2909	1.8618	1.9864	2.3680	2.6309
92	0.6772	1.2908	1.8616	1.9861	2.3676	2.6303
93	0.6771	1.2907	1.8614	1.9858	2.3671	2.6297
94	0.6771	1.2906	1.8612	1.9855	2.3667	2.6291
95	0.6771	1.2905	1.8611	1.9852	2.3662	2.6286
96	0.6771	1.2904	1.8609	1.9850	2.3658	2.6280
97	0.6770	1.2903	1.8607	1.9847	2.3654	2.6275
98	0.6770	1.2903	1.8606	1.9845	2.3650	2.6269
99	0.6770	1.2902	1.8604	1.9842	2.3646	2.6264
100	0.6770	1.2901	1.8602	1.9840	2.3642	2.6259
∞	0.6745	1.2816	1.8449	1.9600	2.3263	2.5758

Tabla 37

Condiciones para el material de filtro

N° - C	D85 Suelo	D50 Suelo	D15 Suelo	d15/d50/85 del filtro	d15 del filtro/d85 del suelo < 5	d50 del filtro/d50 del suelo < 25	d15 del filtro/d15 del suelo > 5	d15 del filtro/d15 del suelo > 5
1	51.58	7.68	0.98	50.8	0.98	6.61	51.84	6.35
2	27.96	7.64	0.97	50.8	1.82	6.65	52.37	6.35
3	31.7	12.92	1.05	50.8	1.60	3.93	48.38	6.35
4	33.69	9.45	1.1	50.8	1.51	5.38	46.18	6.35
5	58.88	27.89	3.77	50.8	0.86	1.82	13.47	6.35
6	45.35	16.81	1.26	50.8	1.12	3.02	40.32	6.35
7	57.4	15.68	1.66	50.8	0.89	3.24	30.60	6.35
8	63.5	29.54	0.82	50.8	0.80	1.72	61.95	6.35
9	63.5	22.09	1.12	50.8	0.80	2.30	45.36	6.35
10	36.09	11.09	0.69	50.8	1.41	4.58	73.62	6.35
11	25.26	8.9	0.42	50.8	2.01	5.71	120.95	6.35
12	25.14	9.29	0.45	50.8	2.02	5.47	112.89	6.35

Tabla 38
Geotextiles no tejidos

GEOTEXTILES NO TEJIDOS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
MARV

PROPIEDADES MECÁNICAS		NORMA	UNIDAD	NT 1600	NT 1800	NT 2000	NT 2500	NT 3000	NT 4000	NT 5000	NT 6000	NT 7000	REPAV 400	REPAV 450
Método Grab		ASTM D4632	N (lb)	400 (90)	470 (106)	500 (113)	700 (158)	980 (221)	1310 (295)	1530 (345)	1530 (345)	1530 (345)	470 (106)	550 (124)
Resistencia a la tensión			%	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
Elongación														
Resistencia al punzonamiento		ASTM D4633	N (lb)	200 (45)	265 (60)	320 (72)	350 (79)	400 (90)	520 (118)	650 (146)	750 (169)	890 (201)	270 (61)	280 (63)
Método CBR		ASTM D6241	kN	1.2	1.3	1.5	2.1	2.1	2.8	3.3	4.0	4.6	N.A.	N.A.
Resistencia al rasgado		ASTM D4533	N (lb)	164 (37)	210 (47)	185 (42)	260 (59)	295 (66)	350 (79)	400 (90)	470 (106)	570 (128)	200 (45)	230 (52)
Resistencia al rasgado		ASTM D3786	kPa (psi)	1139 (165)	1380 (200)	1656 (240)	1794 (260)	2070 (300)	2484 (360)	3036 (440)	3519 (510)	4554 (660)	1380 (200)	1518 (220)
Resistencia al estallido														
PROPIEDADES HIDRÁULICAS		NORMA	UNIDAD	NT 1600	NT 1800	NT 2000	NT 2500	NT 3000	NT 4000	NT 5000	NT 6000	NT 7000	REPAV 400	REPAV 450
Tamaño de abertura aparente		ASTM D4751	mm (N° tamiz)	0.212 (70)	0.180 (80)	0.180 (80)	0.150 (100)	0.150 (100)	0.106 (140)	0.125 (120)	0.106 (140)	0.090 (170)	N.A.	N.A.
Permeabilidad		ASTM D4491	cm/s	26 x 10 ⁻³	27 x 10 ⁻³	25 x 10 ⁻³	29 x 10 ⁻³	27 x 10 ⁻³	20 x 10 ⁻³	22 x 10 ⁻³	17 x 10 ⁻³	12 x 10 ⁻³	N.A.	N.A.
Permitividad		ASTM D4491	s ⁻¹	2.0	1.9	1.7	1.7	1.5	1.0	1.0	0.6	0.4	N.A.	N.A.
Tasa de flujo		ASTM D4491	L/min/m ²	5530	5400	4750	4800	4400	2930	2700	1920	1200	N.A.	N.A.
Retención de asfalto		ASTM D6140	L/m ²	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.9	1.0
PROPIEDADES FÍSICAS		NORMA	UNIDAD	NT 1600	NT 1800	NT 2000	NT 2500	NT 3000	NT 4000	NT 5000	NT 6000	NT 7000	REPAV 400	REPAV 450
Espesor		ASTM D5199	mm	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.2	2.8	2.9	1.3	1.4
Resistencia UV @ 500 horas		ASTM D4355	%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
Punto de fusión		ASTM D276	°C	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	150	150
Rollio ancho		Medido	m	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.5-3.8-4.0	3.8	3.8
Rollio largo		Medido	m	160	150	130	120	120	130	120	100	80	180	150
Rollio área		Calculado	m ²	560-608-640	525-570-600	455-494-520	420-456-480	420-456-480	455-494-520	430-456-480	350-380-400	280-304-320	684	570
FUNCIÓN DEL GEOTEXTIL		NORMA	UNIDAD	NT 1600	NT 1800	NT 2000	NT 2500	NT 3000	NT 4000	NT 5000	NT 6000	NT 7000	REPAV 400	REPAV 450
Filtración				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Drenaje				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Protección				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Separación				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Estabilización				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Reparimentación				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ANEXO N° 04: FIGURAS

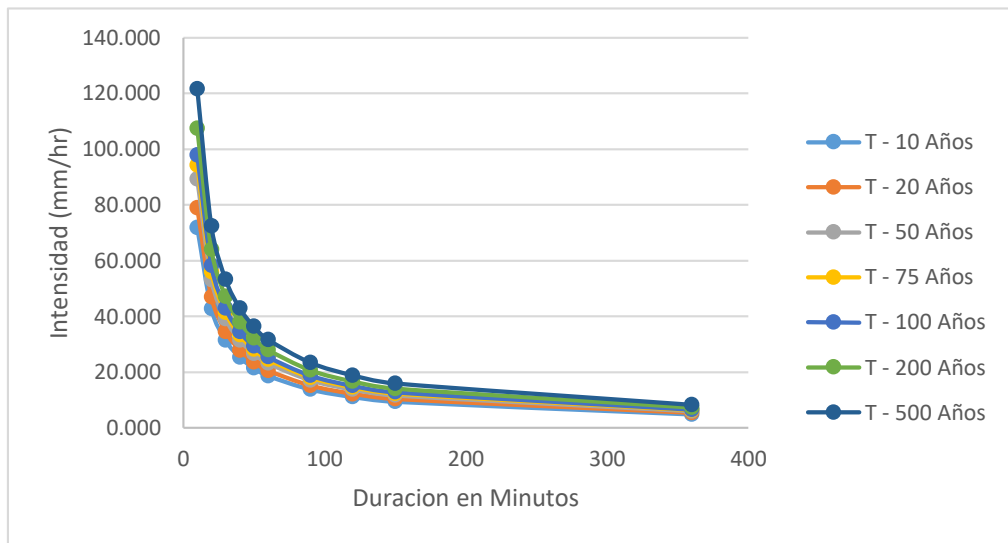


Figura 15: Curvas I-D-F

ANEXO N° 05: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía N° 01: zona de administración



Fotografía N° 02: Zona de restaurantes



Fotografía N° 03: Zona de campo de tiro



Fotografía N° 04: Zona de deporte y recreación



Fotografía N° 05: Zona del Auditorio



Fotografía N° 06: Zona de Restaurantes



Fotografía N° 07: Inicio de obra



Fotografía N° 08: inicio de excavación de Calicata 01 (estudio propio)



Fotografía N° 09: Calicata 01 (estudio propio)



Fotografía N° 10: Calicata 02 (estudio propio)



Fotografía N° 11: Calicata 03 (estudio propio)

ANEXO N° 06: OTROS

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CERTIFICADO DE TRABAJO

El que suscribe, certifica:

Que el Sr. **ARDILES GIRALDO HAROLD ALEXIS**, Identificado con DNI N° 70114358, ha laborado como **ASISTENTE DE SUPERVISION** de la obra: **"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CENTRO TEMATICO CULTURA RECUAY, PARA LA EDUCACION Y CAPACITACION EN LOS SERVICIOS ECOLOGICO, DEPORTIVO, CULTURAL Y ARTESANAL, DISTRITO DE RECUAY, PROVINCIA DE RECUAY - ANCASH"**, obra ejecutada por el CONSORCIO SANTA TERESA derivado del proceso de selección A.S. N°069-2017-GRA derivada L.P. N°04-2017-GRA y supervisado por el **CONSORCIO SUPERVISION T&S** derivado del proceso de selección **A.S. N° 038-2017-GRA**; habiendo prestado sus servicios profesionales en el siguiente cronograma:

- Fecha de inicio : 09/04/2018
- Fecha de término : 31/07/2018

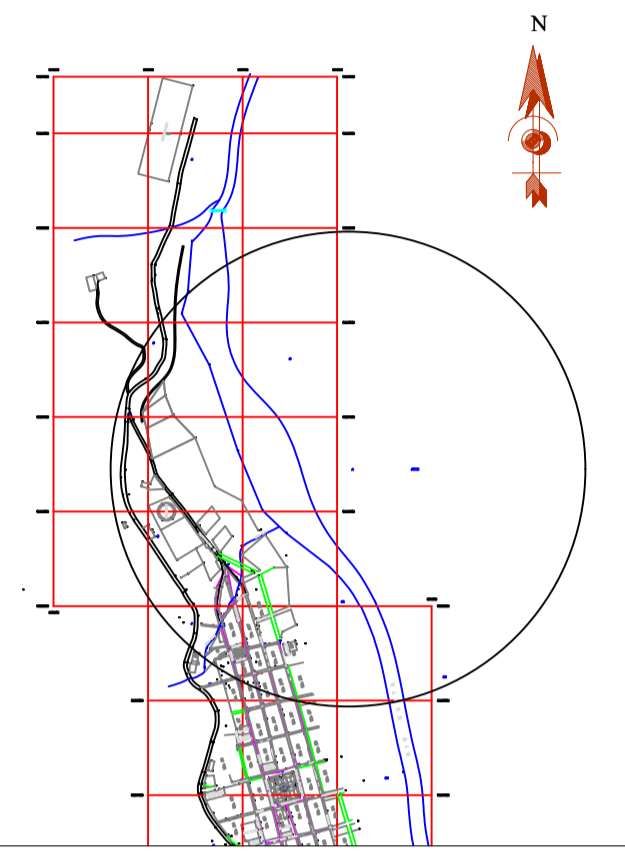
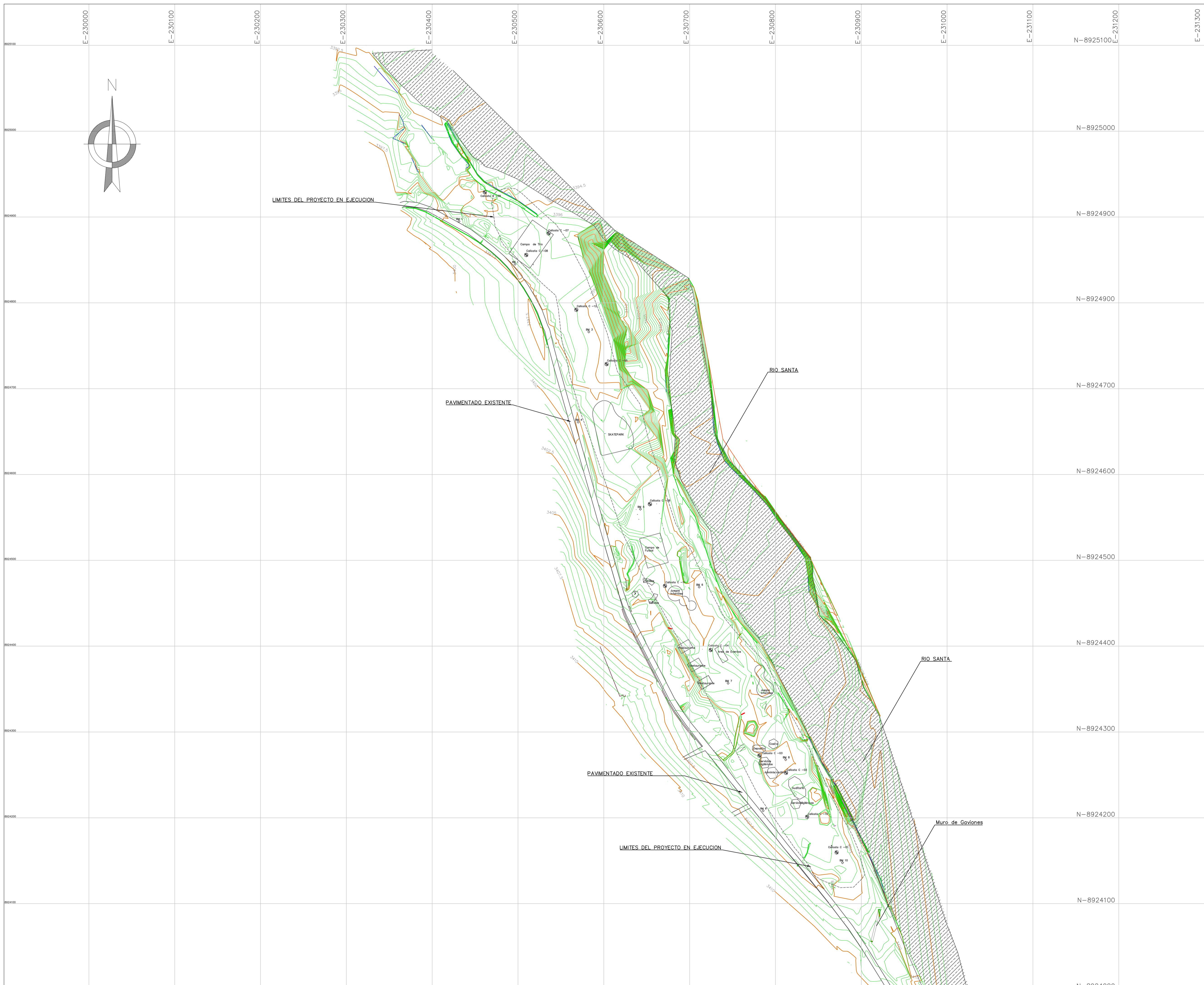
El mencionado ha desarrollado labores técnicas relacionadas a la supervisión de la obra en las especialidades de: **geotecnia, hidrología, topografía y control de calidad de obra**, demostrando capacidad técnica, pro actividad y responsabilidad en las actividades encomendadas inherentes a su función.

Huaraz, 06 de agosto del 2018



ARTURO LUIS SALAZAR CORDOVA
ING CIVIL - CIP N° 53306
JEFE DE SUPERVISION

ANEXO N° 07: PLANOS



**PLANO DE UBICACION
ESCALA 1/20000**

LEYENDA

- Pavimento Existente
- Calicata
- Estructuras existentes
- Curvas de Nivel@2.5 m
- Curso del Rio Santa
- Limite del proyecto en ejecucion

CUADRO DE BMs

CODIGOS	ESTE (X)	NORTE (Y)
BM 1	230431.257	8924894.917
BM 2	230496.572	8924845.000
BM 3	230582.491	8924766.159
BM 4	230570.085	8924661.051
BM 5	230642.671	8924559.591

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO

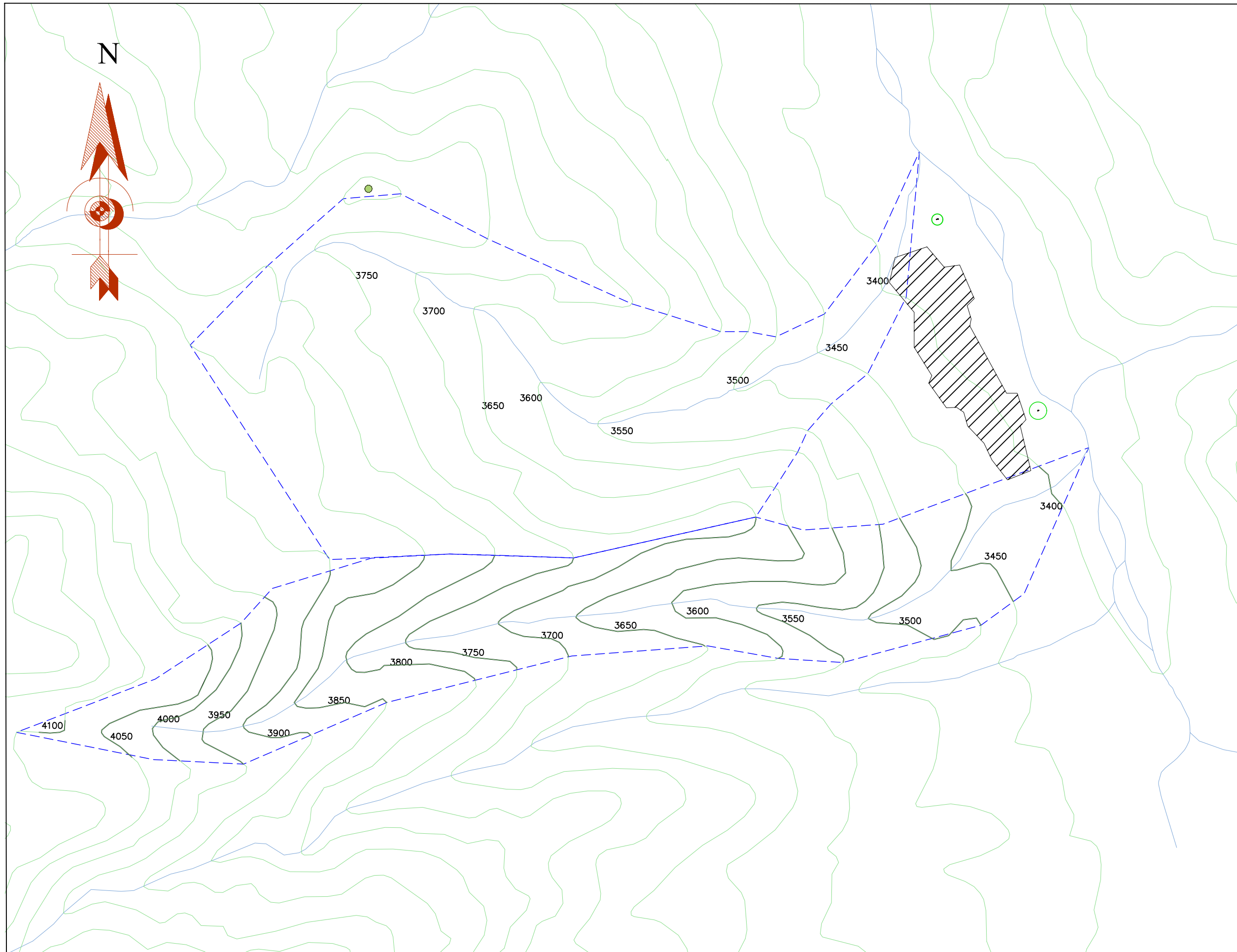
TESIS: PROPUESTA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE RECUAY EN EL AÑO 2019

UBICACION:
DISTRITO: RECUAY PROVINCIA: RECUAY DEPART.: ANCASH

BACH: ÁRDILES GIRALDO HAROLD ALEXIS

No. DE PLANO: **P-1**

ESCALA: 1/2000 NOMBRE DEL PLANO:
FECHA: 06/01/2020 PLANO TOPOGRAFICO DEL SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA



PROYECTO: PROPUESTA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE RECUAY EN EL AÑO 2019

UBICACION:
 DISTRITO: RECUAY PROVINCIA: RECUAY DEPART.: ANCASH

No. DE PLANO: P-2

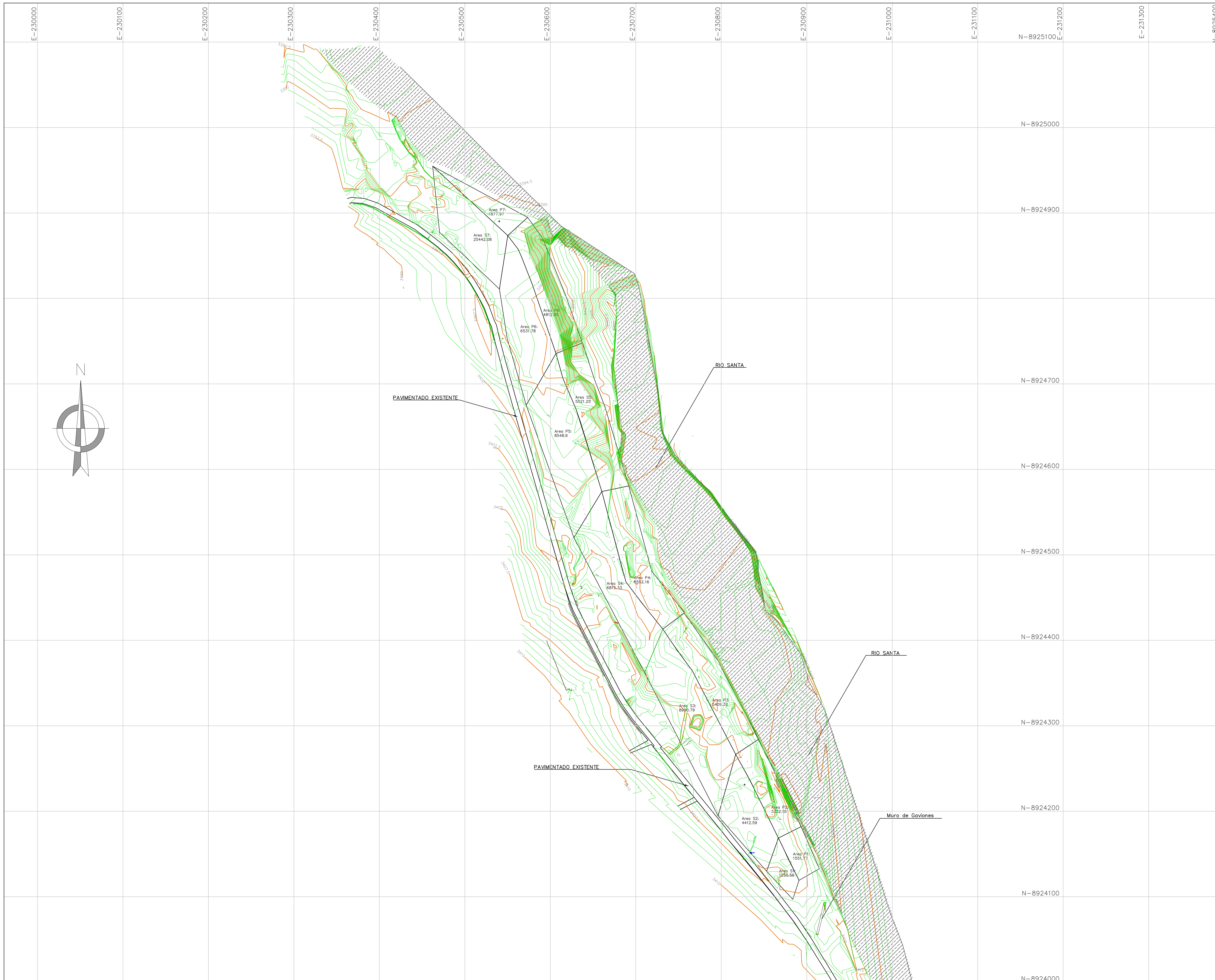
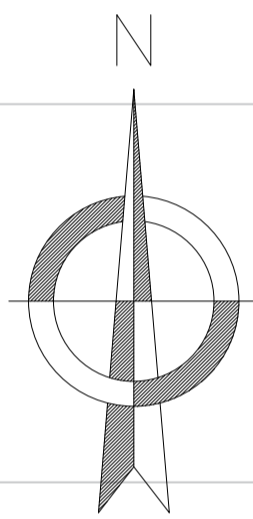
ESCALA: 1/1000

FECHA: 06/02/2020

NOMBRE DEL PLANO:
 CUENCAS DE LA QUEBRADA SINCUNCA

LEYENDA

- Delimitación de la Cuenca — — — — —
- Extremos de la zona de Estudio ○
- Perímetro del poblado de Recuay ▨▨▨▨▨



LEYENDA

- Pavimento Existente
- Curvas de Nivel @ 2.5 m
- Curso del Río Santa

 UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO

TESIS: PROPUESTA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE RECUAY EN EL AÑO 2019

UBICACION:
DISTRITO: RECUAY PROVINCIA: RECUAY DEPART.: ANCASH

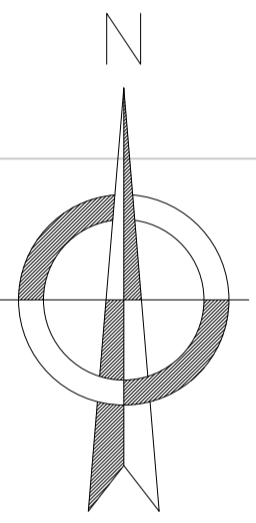
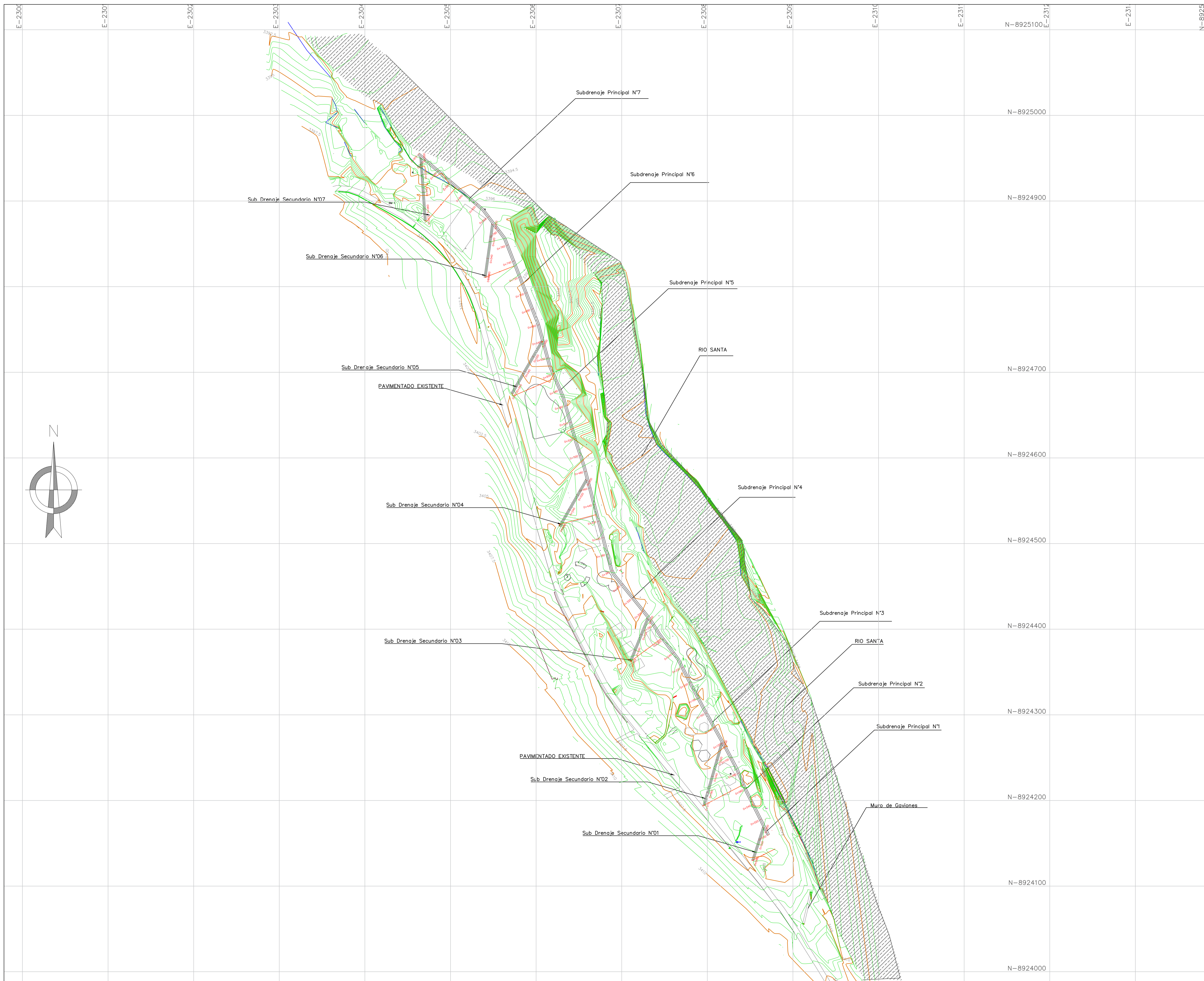
BACH: ARDILES GIRALDO HAROLD ALEXIS

No. DE PLANO: P-3

ESCALA: 1/2000 **NOMBRE DEL PLANO:**

FECHA: 06/01/2020 **ÁREAS DE DRENAJE DEL SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA**

E-230000 E-230100 E-230200 E-230300 E-230400 E-230500 E-230600 E-230700 E-230800 E-230900 E-231000 E-231100 E-231200 E-231300 N-8925100
N-8925000
N-8924900
N-8924700
N-8924600
N-8924500
N-8924400
N-8924300
N-8924200
N-8924100
N-8924000



LEYENDA

- Pavimento Existente
- Subdrenaje
- Estructuras Existentes
- Curvas de Nivel@2.5 m
- Curso del Río Santa


UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO

TESIS: PROPUESTA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE RECUAY EN EL AÑO 2019

UBICACION:
 DISTRITO: RECUAY PROVINCIA: RECUAY DEPART.: ANCASH

BACH: ARDILES GIRALDO HAROLD ALEXIS

No. DE PLANO: **P-4**

ESCALA: 1/2000

FECHA: 06/01/2020

NOMBRE DEL PLANO:
 SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA

N-8925100

N-8925000

N-8924900

N-8924700

N-8924600

N-8924500

N-8924400

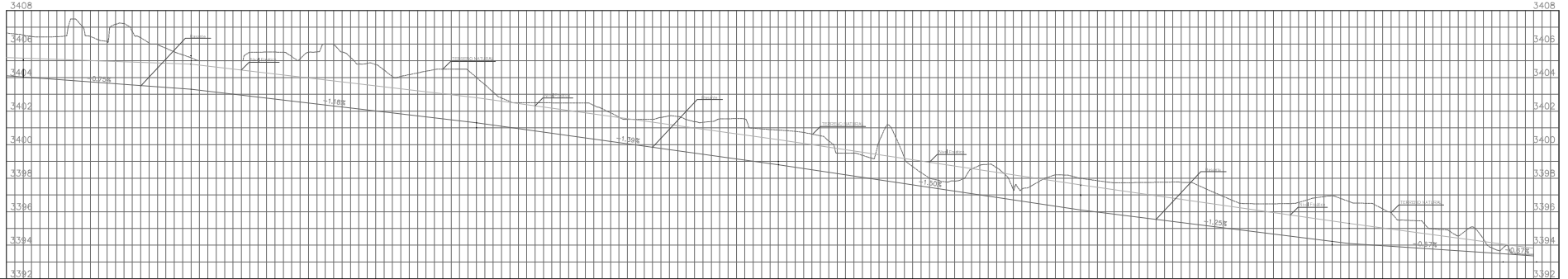
N-8924300

N-8924200

N-8924100

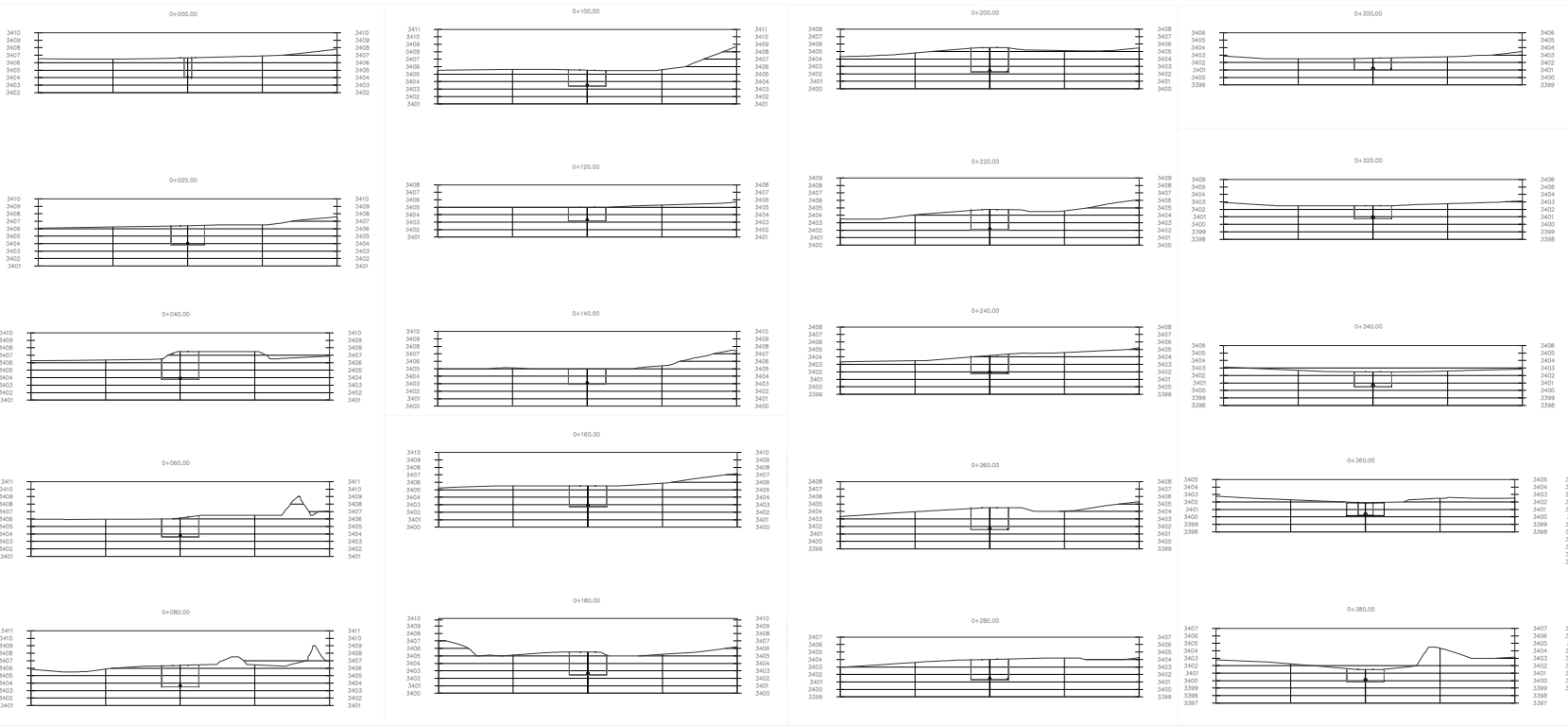
N-8924000

PERFIL DEL SUBDRENAJE PRINCIPAL



PROGRESIVAS	COTA DE TERRENO	COTA RASANTE
3404.10	3406.66	3404.10
3403.97	3406.41	3404.20
3403.75	3407.50	3404.00
3403.62	3406.13	3404.00
3403.49	3406.37	3404.00
3403.37	3405.54	3404.00
3403.18	3406.00	3404.20
3402.95	3406.00	3404.00
3402.71	3406.50	3404.00
3402.48	3405.51	3404.00
3402.24	3406.52	3404.20
3402.01	3404.77	3404.20
3401.77	3404.17	3404.20
3401.50	3404.01	3404.20
3401.02	3402.57	3403.00
3400.74	3402.50	3403.20
3400.47	3402.40	3403.40
3400.19	3401.80	3403.60
3399.91	3401.50	3403.80
3399.63	3401.60	3404.00
3399.35	3401.30	3404.20
3399.08	3401.52	3404.40
3388.80	3400.87	3404.60
3388.50	3400.63	3404.80
3388.20	3399.49	3405.00
3387.90	3400.19	3405.20
3387.60	3398.69	3405.40
3387.30	3397.78	3405.60
3387.00	3398.70	3405.80
3386.70	3397.37	3406.00
3386.40	3398.00	3406.20
3386.10	3397.99	3406.40
3385.85	3397.73	3406.60
3385.60	3397.73	3406.80
3385.35	3397.73	3407.00
3385.10	3397.13	3407.20
3384.85	3396.48	3407.40
3384.60	3396.47	3407.60
3384.35	3396.63	3407.80
3384.10	3396.63	3408.00
3383.87	3396.17	3408.20
3383.65	3395.40	3408.40
3383.40	3394.84	3408.60
3383.15	3394.30	3408.80
3382.90	3394.30	3409.00
3382.65	3394.30	3409.20

Secciones del Subdrenaje Principal



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO
PROYECTO: PROPUESTA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE RECUAY EN EL AÑO 2019

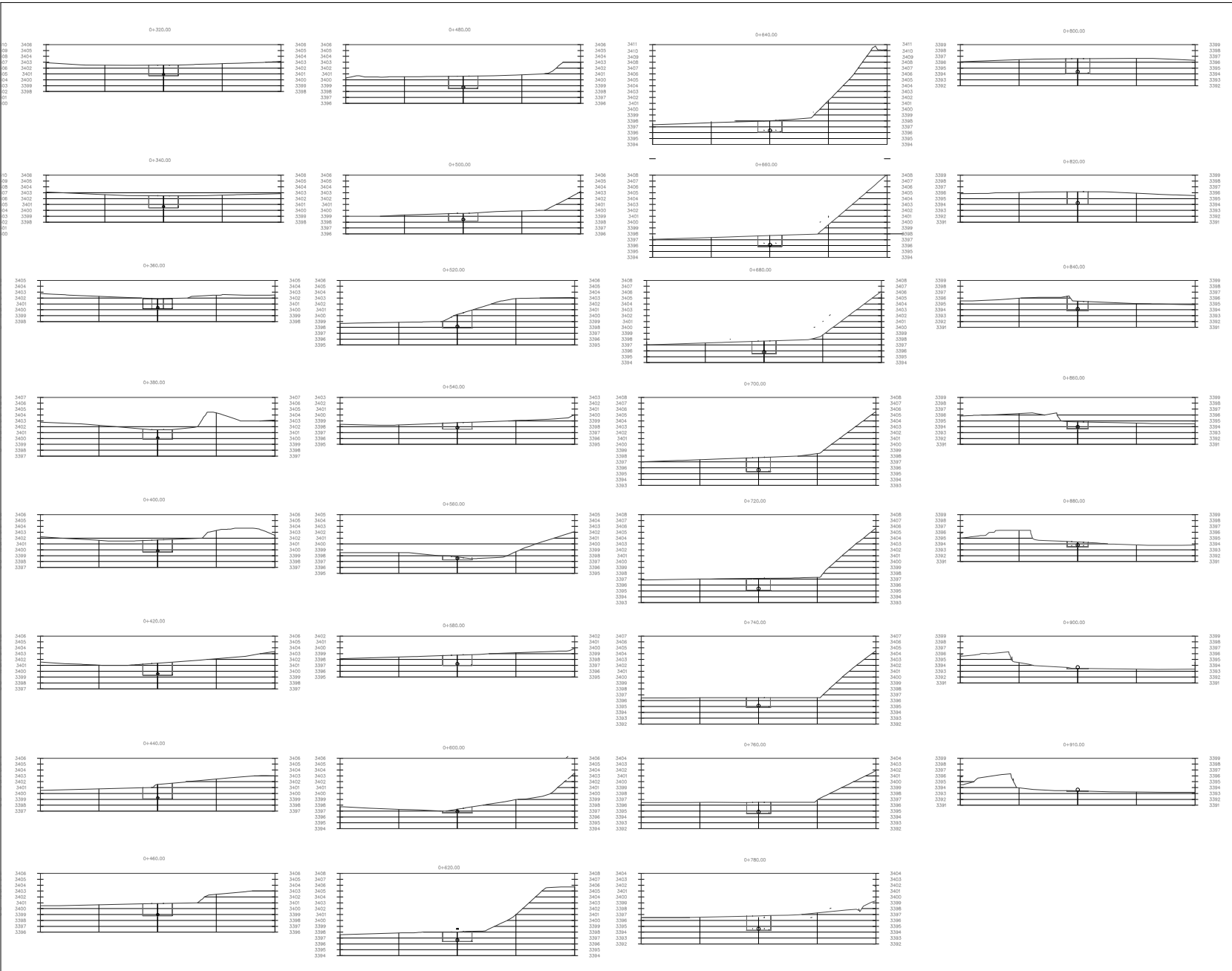
UBICACION:
 DISTRITO: RECUAY PROVINCIA: RECUAY DEPART.: ANCASH

No. DE PLANO: P-5

ESCALA: 1/1000

FECHA: 06/01/2020

NOMBRE DEL PLANO:
 Perfil y Secciones del Subdrenaje Principal-1



UNIVERSIDAD
NACIONAL SANTIAGO
ANTÚNEZ DE MAYOLO

PROYECTO: PROPUESTA DEL DISEÑO DE
SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA
FREATICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE
RECUAY EN EL AÑO 2019

UBICACION:
DISTRITO RECUYAY PROVINCIA RECUYAY DEPART. ANCASH

No. DE PLANO: P-6

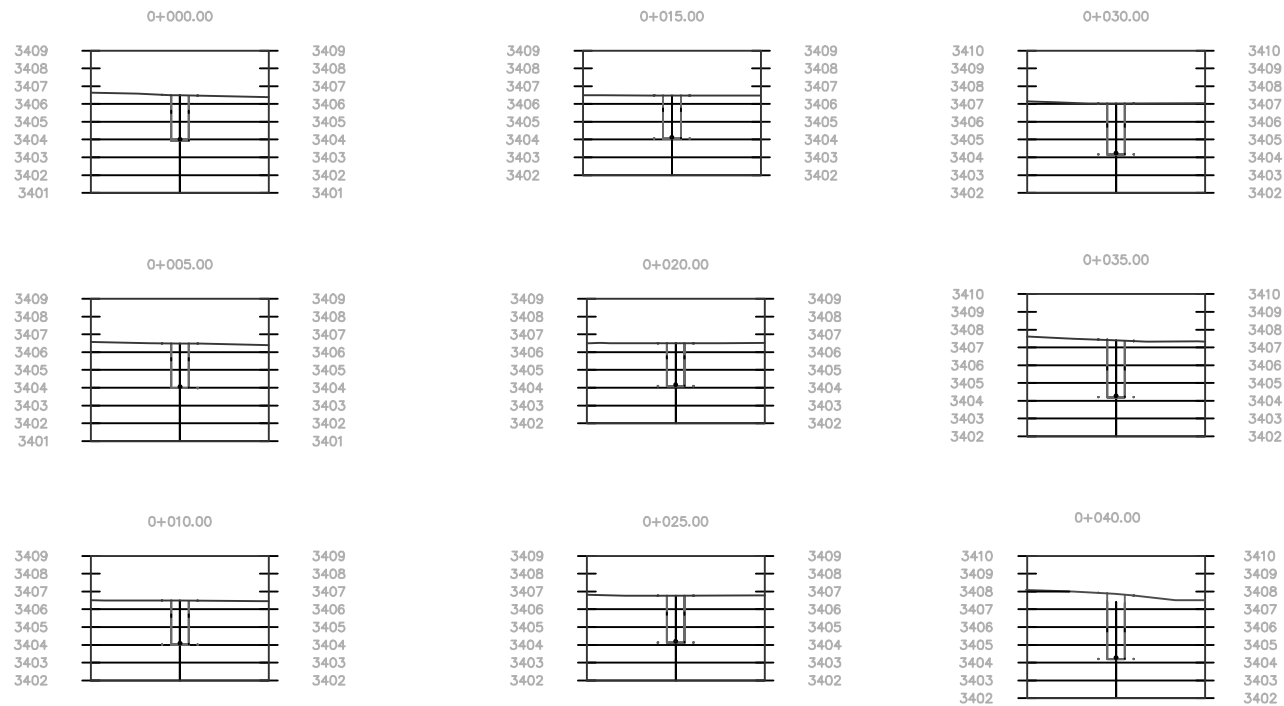
ESCALA: 1/1000 **NOMBRE DEL PLANO:**

FECHA: 06/01/2020 **Secciones del Subdrenaje Principal-2**

Drenaje Secundario N° 01

	3408	3408	TERRENO NATURAL
	3406	3405	
	3404	3404	0.75%
	3402	3402	
PROGRESIVAS	0+010	0+020	0+030
COTA DE TERRENO	3403.94	3406.48	3407.03
COTA RASANTE	3404.01	3404.09	3404.24

Secciones del Subdrenaje Secundario N° 01



UNIVERSIDAD
NACIONAL SANTIAGO
ANTUNEZ DE MAYOLO

PROYECTO: PROPUESTA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE RECUAY EN EL AÑO 2019

UBICACION:	PROVINCIA	DEPART.
DISTRITO RECUAY	RECUAY	ANCASH

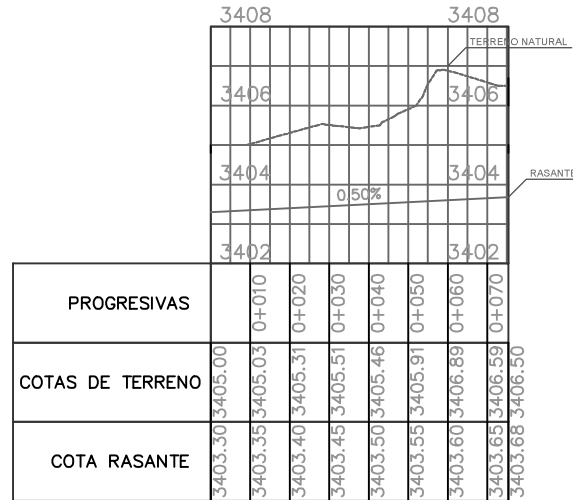
No. DE PLANO: P-7

ESCALA: 1/1000

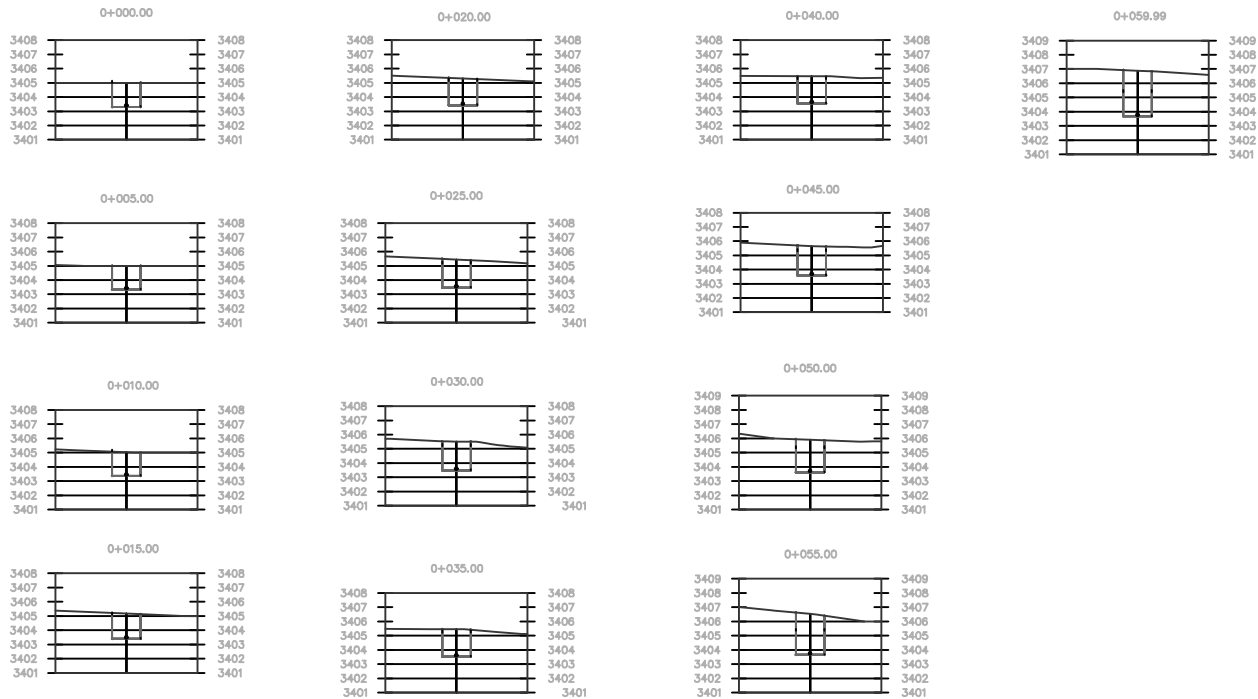
FECHA: 06/01/2020

NOMBRE DEL PLANO:
Perfil y Secciones del Subdrenaje Secundario N° 01

Perfil del Subdrenaje Secundario N° 02



Secciones del Subdrenaje Secundario N° 02



**UNIVERSIDAD
NACIONAL SANTIAGO
ANTUNEZ DE MAYOLO**

**PROYECTO: PROPUESTA DEL DISEÑO DE
SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA
FREATICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE
RECUAY EN EL AÑO 2019**

UBICACION:
DISTRITO: RECUAY PROVINCIA: RECUAY DEPART.: ANCASH

No. DE PLANO: P-8

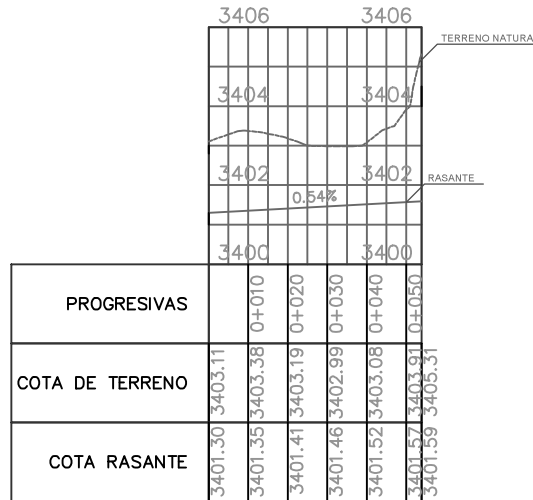
ESCALA: 1/1000

**NOMBRE DEL
PLANO:**

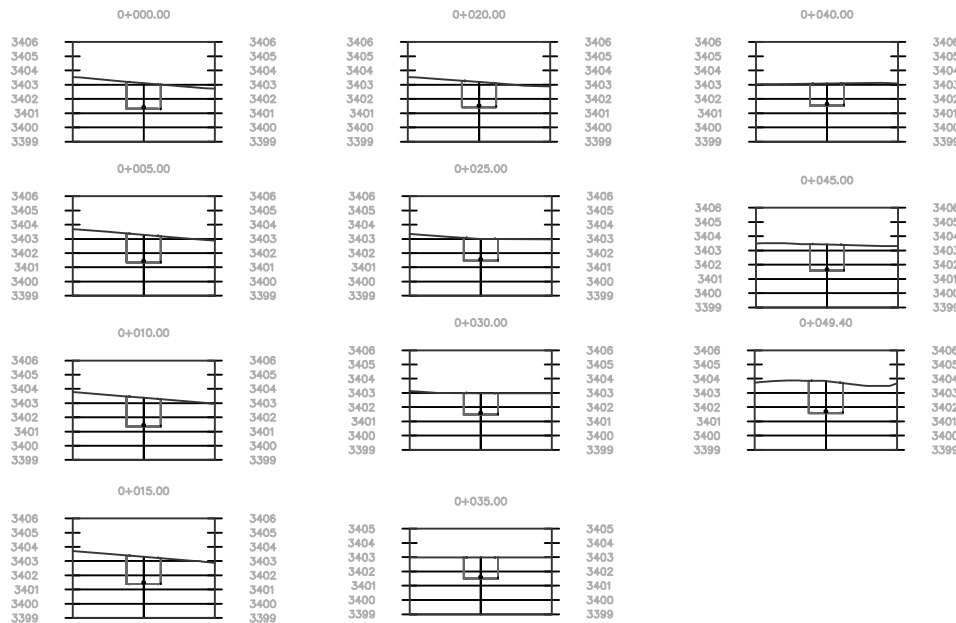
FECHA: 06/01/2020

**Perfil y Secciones
del Subdrenaje
Secundario N° 02**

Perfil del Subdrenaje Secundario N° 03



Secciones del Subdrenaje Secundario N° 03





UNIVERSIDAD
NACIONAL SANTIAGO
ANTUNEZ DE MAYOLO

PROYECTO: PROPUESTA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREATICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE RECUAY EN EL AÑO 2019

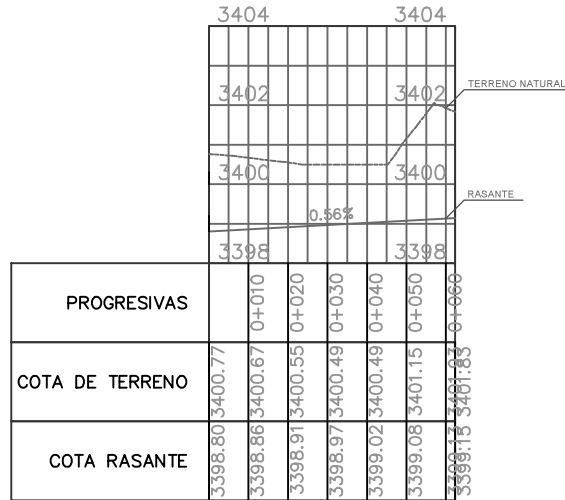
UBICACION:		
DISTRITO	PROVINCIA	DEPART.
RECUAY	RECUAY	ANCASH

No. DE PLANO: **P-9**

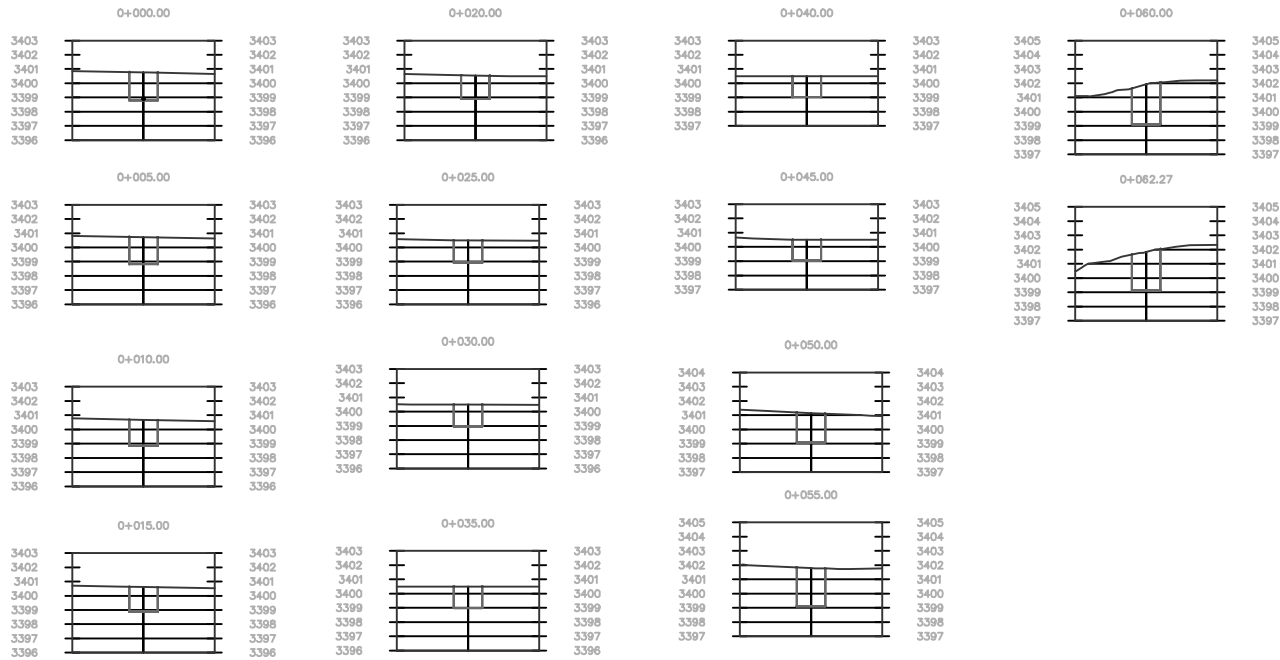
ESCALA:	VARIADO	NOMBRE DEL PLANO:
FECHA:	06/01/2020	

Perfil y Secciones del Subdrenaje Secundario N° 03

Perfil del Subdrenaje Secundario N° 04



Secciones del Subdrenaje Secundario N° 04



UNIVERSIDAD
NACIONAL SANTIAGO
ANTUNEZ DE MAYOLO

PROYECTO: PROPUESTA DEL DISEÑO DE
SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA
FREATICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE
RECUAY EN EL AÑO 2019

UBICACION:
DISTRITO: RECUAY PROVINCIA: RECUAY DEPART.: ANCASH

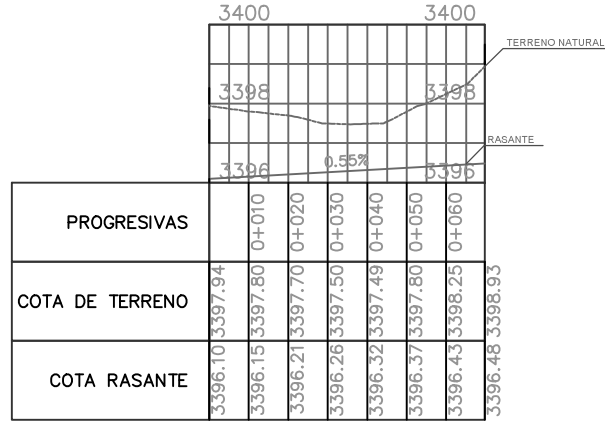
No. DE PLANO: **P-10**

ESCALA: 1/1000

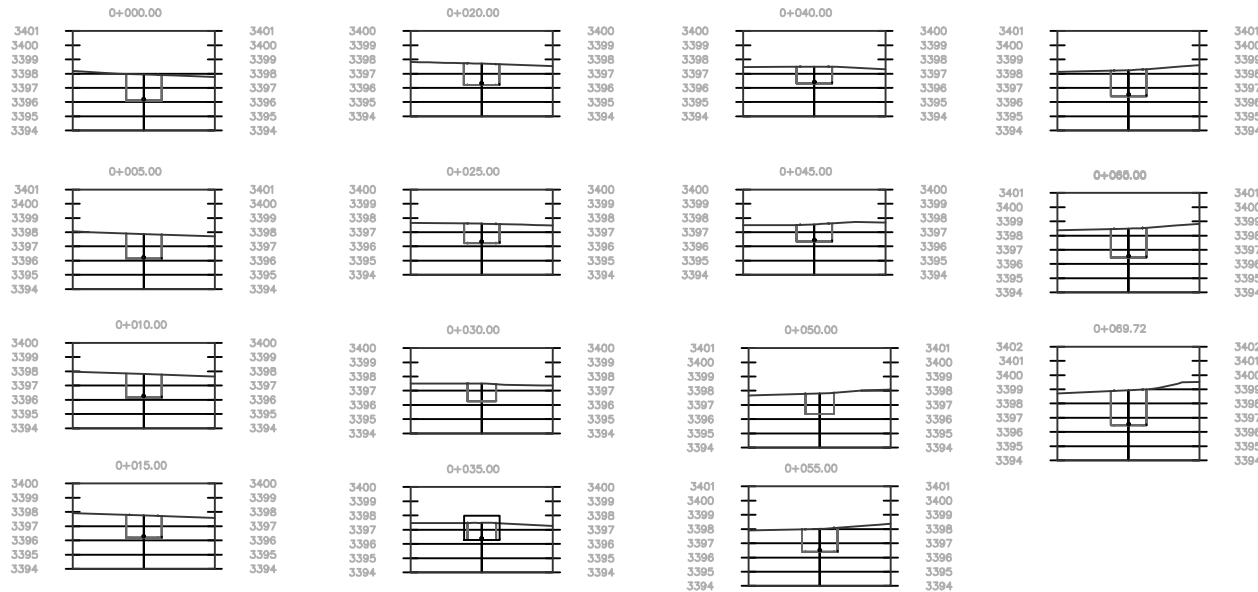
FECHA:
06/01/2020

**NOMBRE DEL
PLANO:**
Perfil y Secciones
del Subdrenaje
Secundario N° 04

Perfil del Subdrenaje Secundario N° 05



Secciones del Subdrenaje Secundario N° 05



UNIVERSIDAD
NACIONAL SANTIAGO
ANTUNEZ DE MAYOLO

PROYECTO: PROPUESTA DEL DISEÑO DE
SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA
FREATICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE
RECUAY EN EL AÑO 2019

UBICACION:	PROVINCIA	DEPART.
RECAY	RECAY	ANCASH

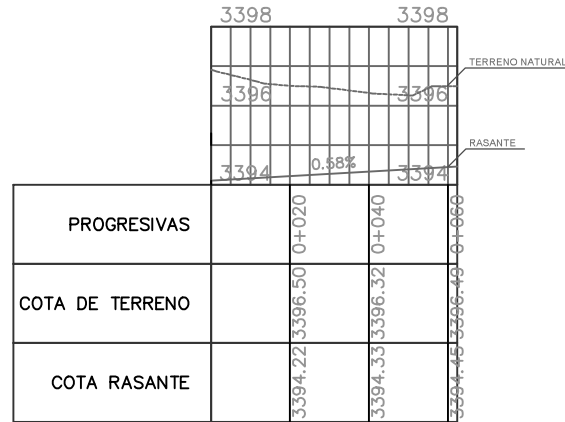
No. DE PLANO: **P-11**

ESCALA: 1/1000

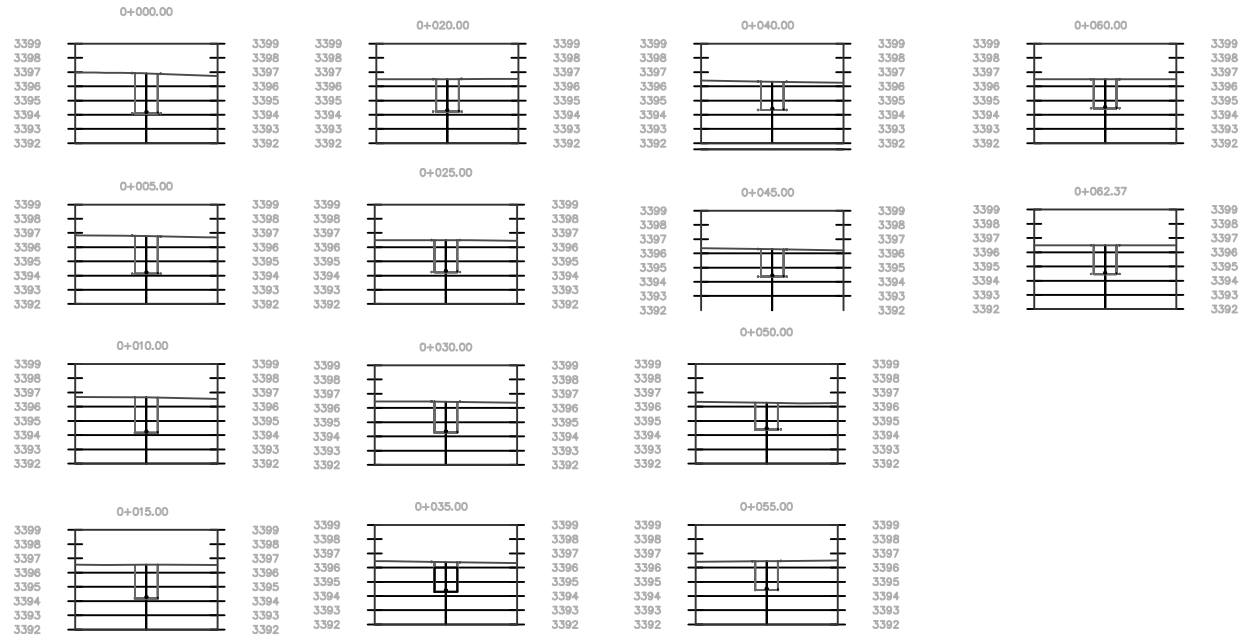
FECHA: 06/01/2020

NOMBRE DEL PLANO:
Perfil y Secciones
del Subdrenaje
Secundario N° 05

Perfil del Subdrenaje Secundario N° 06



Secciones del Subdrenaje Secundario N° 06



UNIVERSIDAD
NACIONAL SANTIAGO
ANTUNEZ DE MAYOLO

PROYECTO: PROPUESTA DEL DISEÑO DE
SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA
FREATICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE
RECUAY EN EL AÑO 2019

UBICACION:	PROVINCIA	DEPART.
DISTRITO RECUAY	RECUAY	ANCASH

No. DE PLANO: **P-12**

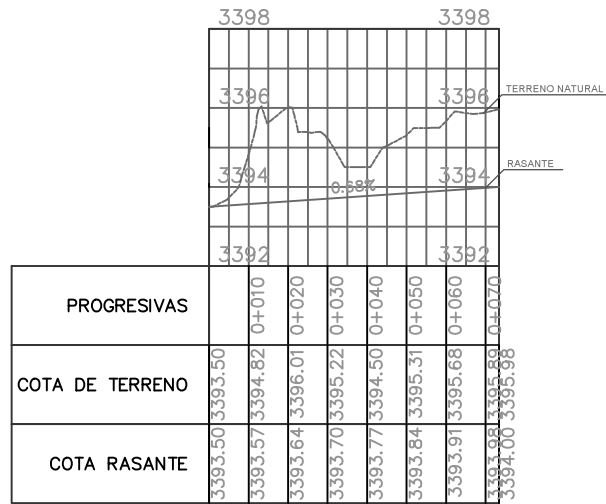
ESCALA: 1/1000

NOMBRE DEL
PLANO:

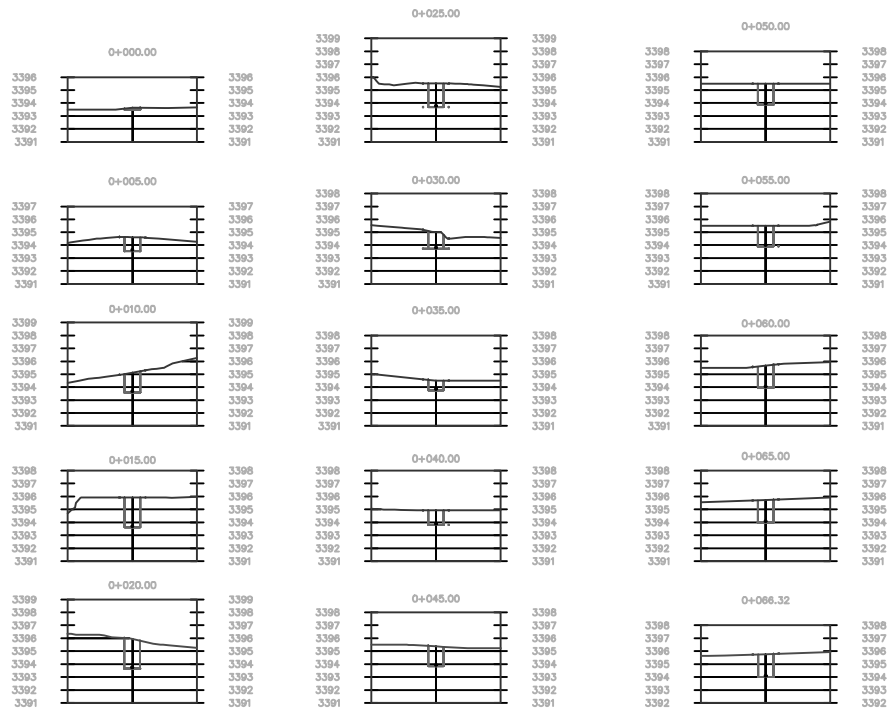
FECHA:
06/01/2020

Perfil y Secciones
del Subdrenaje
Secundario N° 06

Perfil del Subdrenaje Secundario N° 07



Secciones del Subdrenaje Secundario N° 07



UNIVERSIDAD
NACIONAL SANTIAGO
ANTUNEZ DE MAYOLO

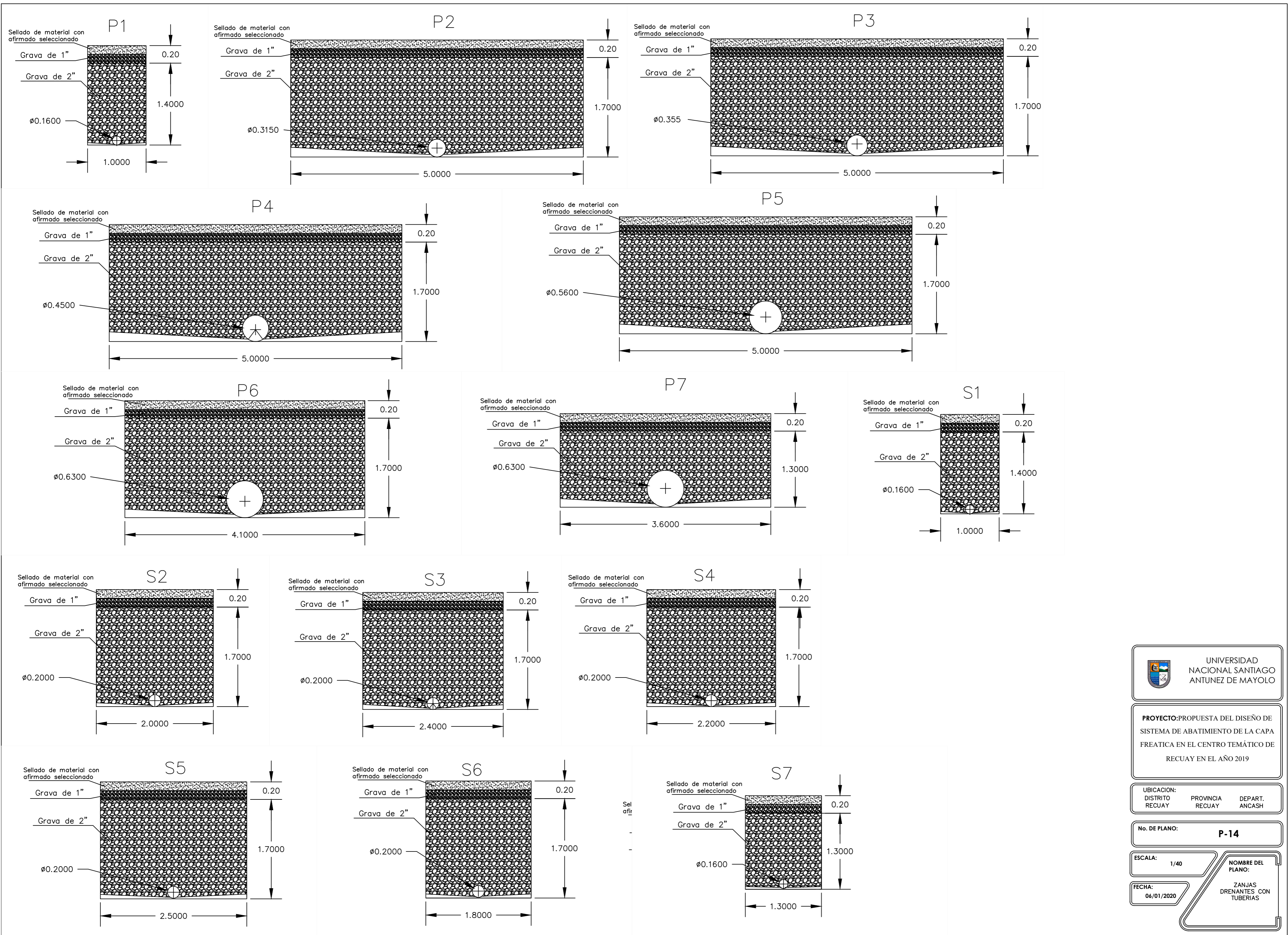
PROYECTO: PROPUESTA DEL DISEÑO DE
SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA
FREATICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE
RECUAY EN EL AÑO 2019

UBICACION:		
DISTRITO	PROVINCIA	DEPART.
RECUAY	RECUAY	ANCASH

No. DE PLANO: **P-13**

ESCALA:	NOMBRE DEL PLANO:
1/1000	Perfil y Secciones del Subdrenaje Secundario N° 07

FECHA:	
06/01/2020	



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO

PROYECTO: PROPUESTA DEL DISEÑO DE SISTEMA DE ABATIMIENTO DE LA CAPA FREÁTICA EN EL CENTRO TEMÁTICO DE RECUAY EN EL AÑO 2019

UBICACION:
 DISTRITO: RECUAY PROVINCIA: RECUAY DEPART.: ANCASH

No. DE PLANO: **P-14**

ESCALA: 1/40

FECHA: 06/01/2020

NOMBRE DEL PLANO:
 ZANJAS DRENANTES CON TUBERIAS