



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS
PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUB
TERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN
EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS
PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUB
TERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN
EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:

Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1495-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 11207 presentado por el (la) Bachiller: **JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUB TERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- * **1er Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUB TERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 20 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 08:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTÍCULO CUARTO. - **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
DIRECTOR
DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivos
Internos de la UI



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 839-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 1181 por el señor (a): JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 655- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 074- 2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUB TERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 074- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUB TERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUB TERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), Dr. **ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS

Dr. OSCAR V. VIANORTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Manuchi Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (s)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 557-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 26 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 6849, presentado por el señor (a) JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 398-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 004-2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUB TERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 004-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUB TERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUB TERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Dr. **ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Mgtr. WALTER J. LIZARRAGA ARMAZA
DECANO (e)
CIP. 70808UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo 2025
Interesado (a)



JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUB TERRÁNEAS EN ...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:560982215

Fecha de entrega

25 feb 2026, 21:51 GMT-5

Fecha de descarga

26 feb 2026, 6:48 GMT-5

Nombre del archivo

T036_70217459_T.docx

Tamaño del archivo

23.7 MB

119 páginas

20.580 palabras

110.764 caracteres



TESIS UANCV

15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 11%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUB TERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70217459
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-1504-2793
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	



Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Chucuito. Distrito: Desaguadero. Latitud: S 16° 33' 53" Longitud: O 69° 02' 50"  https://maps.app.goo.gl/THuMfeQbHPiDoGXe6
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 – Noviembre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

[Signature]
DIRECTOR



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE, identificado con DNI
Nro. 70217459, en mi condición de egresado de:

- ☒ Escuela Profesional
☐ Programa de Segunda Especialidad,
☐ Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico
denominada:

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y

EVACUACIÓN DE AGUAS SUB TERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE

JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 19 de diciembre del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

A mi Madre Rosa Silvia.

Por haberme apoyado incondicionalmente en todos mis días, que siempre me diste el valor y la fuerza necesaria para poder salir adelante, por ser la persona más importante en mi vida, por apoyarme en los momentos más difíciles, por ser mi mayor inspiración, a ti estes donde estes decirte que te amo muchísimo y gracias a Dios por darme el honor de ser tu hijo; te amo mamita rosa.

A mi pareja y a mi hijo por darme la inspiración de poder lograr cumplir mis metas y ser mejor cada día.

Bach. José Feliciano Chuquimia Quispe



AGRADECIMIENTO

A Dios y la Virgen María, por haberme guiado a ser un gran hombre de bien y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mi Padre y Hermano

Por nunca dejar de apoyarme y ser perseverante a que logre mis metas por los consejos que me dieron en los momentos más oportunos a lo largo de mi vida para que pueda salir adelante y nunca rendirme ante las dificultades de la vida, gracias por todo Hipólito y Luis Miguel.

Bach. José Feliciano Chuquimia Quispe



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	x

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.....	12
1.2 Planteamiento del problema.....	13
1.2.1 Problema general	13
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
1.4.1 Justificación técnica.....	15
1.4.2 Justificación económica.....	15
1.4.3 Justificación social	15
1.4.4 Justificación ambiental.....	16
1.5 Hipótesis de la investigación	16
1.5.1 Hipótesis general.....	16
1.5.2 Hipótesis específicas.....	17
1.6 Variables e indicadores	17
1.6.1 Variable independiente	17
1.6.2 Variable dependiente.....	17
1.7 Operacionalización de variables.....	18



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	19
2.1.1	Antecedentes internacionales	19
2.1.2	Antecedentes nacionales	21
2.1.3	Antecedentes locales	23
2.2	Bases teóricas	24
2.2.1	Drenaje	24
2.2.2	Tipos de drenaje	25
2.2.2.1	<i>Drenaje superficial</i>	26
2.2.2.2	<i>Drenaje profundo</i>	28
2.2.3	Drenaje subterráneo	30
2.2.3.1	<i>Importancia del drenaje subterráneo en infraestructura vial</i>	31
2.2.3.2	<i>Tipos de drenaje subterráneo</i>	32
2.2.4	Dren francés	33
2.2.4.1	<i>Planificación del dren francés</i>	35
2.2.4.2	<i>Funcionamiento del dren francés</i>	37
2.2.4.3	<i>Proceso de instalación del drenaje francés</i>	38
2.2.5	Usos del dren francés	39
2.2.5.1	<i>Ventajas y limitaciones</i>	40
2.3	Marco conceptual	42
2.3.1.	Aguas subterráneas	42
2.3.2.	Dren francés	42
2.3.3.	Drenaje subterráneo	42
2.3.4.	Subdrenaje vial	42

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de investigación	44
3.2	Tipo de investigación	45



3.3	Nivel de investigación	46
3.4	Diseño de la investigación.....	46
3.5	Método de la investigación.....	47
3.6	Población y muestra de la investigación.....	47
3.6.1	Población.....	47
3.6.2	Muestra	48
3.7	Técnicas e instrumentos	49
3.7.1	Técnicas	49
3.7.2	Instrumentos.....	49
3.8	Validación y confiabilidad del instrumento	50
3.8.1	Validación	50
3.8.2	Confiabilidad.....	50
3.9	Plan de recolección de datos	51
3.9.1	Análisis e interpretación de los resultados	68
CAPÍTULO IV		69
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		69
CAPITULO IV:		69
4.1	Resultados obtenidos.....	69
4.1.1	Características del suelo en la Avenida 28 de Julio, ubicada en el distrito de Desaguadero, para el diseño de un dren francés	69
4.1.2	Diseño del dren francés para el control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero.....	79
4.1.3	Presupuesto estimado para la implementación del dren francés, en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero	86
4.2	Discusión de Resultados.....	89
CONCLUSIONES		91
RECOMENDACIONES.....		93
BIBLIOGRAFÍA.....		94
ANEXOS.....		98



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Operacionalización de variables</i>	18
Tabla 2	<i>Vías de accesos</i>	52
Tabla 3	<i>Puntos de control</i>	54
Tabla 4	<i>Propiedades del geotextil</i>	58
Tabla 5	<i>Factores de reducción- (geotextiles para drenajes)</i>	60
Tabla 6	<i>Valores para (Fi)</i>	61
Tabla 7	<i>Valores para (Fr)</i>	62
Tabla 8	<i>Intensidad Máxima - Método Log Peáron Tipo III ajuste de las Precipitaciones</i>	
	<i>Máximas en 24 Horas - Estación Mazo Cruz</i>	63
Tabla 9	<i>Precipitaciones Máximas en 24 Horas - Método Log Pearson Tipo III</i>	64
Tabla 10	<i>Intensidades Máximas Horarias</i>	65
Tabla 11	<i>Humedades en las muestras</i>	70
Tabla 12	<i>Resultados del LL</i>	71
Tabla 13	<i>Resultados del LP</i>	72
Tabla 14	<i>Resultados del IP</i>	73
Tabla 15	<i>Gradación de la (C°1-M°1)</i>	74
Tabla 16	<i>Gradación de la (C°1-M°2)</i>	75
Tabla 17	<i>Gradación de la (C°2-M°1)</i>	76
Tabla 18	<i>Gradación de la (C°2-M°2)</i>	77
Tabla 19	<i>Clasificaciones de los suelos</i>	78
Tabla 20	<i>Profundidades y velocidades tomadas</i>	78
Tabla 21	<i>Permeabilidad</i>	79
Tabla 22	<i>Presupuesto estimado de drenaje francés</i>	88



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Drenaje longitudinal</i>	27
Figura 2	<i>Drenaje transversal</i>	28
Figura 3	<i>Drenaje subterráneo</i>	29
Figura 4	<i>Dren-francés</i>	34
Figura 5	<i>Vista satelital de la investigación</i>	51
Figura 6	<i>Avenida 28 de Julio</i>	53
Figura 7	<i>Levantamiento en la Avenida 28 de Julio</i>	53
Figura 8	<i>Vista de la Avenida 28 de Julio</i>	55
Figura 9	<i>Extracción de muestras</i>	55
Figura 10	<i>Flujo variable descenso y ascenso</i>	57
Figura 11	<i>Intensidad de precipitaciones</i>	62
Figura 12	<i>Valores de "K"</i>	64
Figura 13	<i>Humedades en las muestras</i>	70
Figura 14	<i>Resultados del LL</i>	71
Figura 15	<i>Resultados del LP</i>	72
Figura 16	<i>Resultados del IP</i>	73
Figura 17	<i>Gradación de la (C°1-M°1)</i>	74
Figura 18	<i>Gradación de la (C°1-M°2)</i>	75
Figura 19	<i>Gradación de la (C°2-M°1)</i>	76
Figura 20	<i>Gradación de la (C°2-M°2)</i>	77
Figura 21	<i>Diseño final del dren francés</i>	86
Figura 22	<i>Metrados para el dren francés</i>	87



RESUMEN

La investigación titulada "Evaluación de la aplicación de dren francés para el control y evacuación de aguas subterráneas en la avenida 28 de Julio en el distrito de Desaguadero 2025", tuvo como objetivo principal evaluar la eficacia del sistema de dren francés en el manejo y evacuación de aguas subterráneas en dicha vía urbana. Para ello, se empleó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, bajo un diseño no experimental y con el respaldo del método científico. El análisis geotécnico se realizó mediante dos calicatas de 1.50 m de profundidad, identificando suelos GM (grava limosa) en el primer metro y ML (limo inorgánico) entre 1.00 y 1.50 m. Los valores de humedad variaron entre 10.07 % y 13.07 %, con IP entre 3.93 % y 8.57 %. El coeficiente de permeabilidad fue de 0.000025 cm/s y el nivel freático se ubicó a 0.60 m de profundidad, lo que evidenció la necesidad de un sistema de drenaje subterráneo eficiente. En respuesta, se diseñó un dren francés acorde a las condiciones hidráulicas y del terreno, considerando un caudal de infiltración de 0.191 l/s, una semibanca de 3.25 m y una longitud de 60.0 m. La sección de zanja propuesta fue de 0.40 x 0.40 m con grava de 3/4", tubería perforada de 80 mm y geotextil NT 2500, el cual presentó un factor de seguridad mayor a 1.0. El presupuesto total fue de S/ 13,047.24, siendo las partidas más significativas el geotextil (S/ 4,116.96) y las tuberías de PVC (S/ 3,238.80). Finalmente, se concluye que la aplicación del dren francés resulta técnica y económicamente viable, representando una solución eficiente para el control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio, mejorando así las condiciones de estabilidad del suelo y conservación de la infraestructura vial.

Palabras Clave: Dren francés, Aguas subterráneas, Infraestructura vial y Diseño de drenaje.



ABSTRACT

The main objective of the research entitled "Evaluation of the application of French drains for the control and evacuation of groundwater on Avenida 28 de Julio in the district of Desaguadero 2025" was to assess the effectiveness of the French drain system in managing and evacuating groundwater on this urban road. To this end, a quantitative, applied approach was used, under a non-experimental design and supported by the scientific method. The geotechnical analysis was carried out using two 1.50 m deep test pits, identifying GM (silty gravel) soils in the first meter and ML (inorganic silt) between 1.00 and 1.50 m. Moisture values ranged from 10.07% to 13.07%, with IP between 3.93% and 8.57%. The permeability coefficient was 0.000025 cm/s and the water table was located at a depth of 0.60 m, which highlighted the need for an efficient underground drainage system. In response, a French drain was designed according to the hydraulic and terrain conditions, considering an infiltration flow of 0.191 l/s, a semi-bench of 3.25 m, and a length of 60.0 m. The proposed trench section was 0.40 x 0.40 m with 3/4" gravel, 80 mm perforated pipe, and NT 2500 geotextile, which had a safety factor greater than 1.0. The total budget was S/ 13,047.24, with the most significant items being the geotextile (S/ 4,116.96) and PVC pipes (S/ 3,238.80). Finally, it is concluded that the application of the French drain is technically and economically viable, representing an efficient solution for the control and evacuation of groundwater on Avenida 28 de Julio, thus improving soil stability and road infrastructure conservation.

Keywords: French drain, groundwater, road infrastructure, and drainage design.



INTRODUCCIÓN

El desarrollo urbano en áreas con significativa presencia de aguas subterráneas se convierte en un desafío sostenido para la infraestructura de mantenimiento y la seguridad vial. Por ejemplo, la Avenida 28 de Julio en el distrito de Desaguadero, constantemente presenta acumulación de agua subterránea por debajo del nivel del piso, lo que afecta de manera decisiva la estabilidad de la superficie pavimentada y la funcionalidad vial reduciendo la sección transversal para el tráfico. Este ambiente se intensifica durante la temporada de lluvias, lo que ejerce presión sobre el piso y se produce el encharcamiento. Como resultado, se producen deformaciones en la carpeta asfáltica y grietas superficiales, así como daño estructural en afirmados. En definitiva, se ve restringida la circulación de transporte vehicular y peatonal, causando congestionamiento.

El uso inadecuado del drenaje de agua subterránea no solo aumenta los costos de mantenimiento y rehabilitación de las carreteras, sino que también disminuye la calidad de vida de las personas en la medida en que reduce la circulación de personas y aumenta el riesgo de accidentes. Por eso, hoy en día es necesario aplicar soluciones tecnológicas eficientes y sostenibles para controlar y evacuar el agua subterránea. Por lo tanto, se vio que la construcción del dren francés era una solución eficiente y económica para recuperar la condición de vida de la carretera.

En cuanto a la realización del dren francés, está compuesto por un zanja llena de material granular y tubería perforada, el cual se encarga de recolectar el agua subterránea y conducirla a zonas de descarga adecuadas, ayudando a disminuir la presión hidrostática y a prevenir la saturación del suelo. La implementación de tal técnica en 28 de Julio requiere previamente la realización de estudios sobre las condiciones geotécnicas e hidrológicas de la zona donde se desee implementar. Además, es importante estudiar la compatibilidad de esta técnica con el área urbana.



La presente investigación busca evaluar la eficacia de la implementación del drenaje francés para el control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio del distrito de Desaguadero en Puno, y a partir de los resultados, proponer una solución técnica que permita mejorar la operatividad de la vía y fomentar el desarrollo sostenible de dicha localidad. Los objetivos específicos a lograr son: a) Determinar la calidad topográfica del suelo y el volumen de agua subterránea acumulada, b) definir una solución técnica de drenaje acorde a las condiciones geográficas del distrito de Desaguadero, c) y evaluar su viabilidad en base a la comparación del rime de duración y recarga contra otros métodos de drenaje alternativos.

La investigación se justifica por la necesidad de reducir los costos de mantenimiento y evitar el deterioro prematuro de la infraestructura vial, así como dada la urgencia de promover el bienestar social y la seguridad estructural de los habitantes del distrito. Además, contribuirá al conocimiento técnico sobre la efectividad de los sistemas de drenaje subterráneo en zonas urbanas con características similares.

Por último, este documento consta de cuatro capítulos fundamentales con los que se cubre adecuadamente el tema de investigación objeto de estudio. El primer capítulo cubre el problema, los objetivos generales y específicos y la justificación; el segundo capítulo cubre el marco teórico, que incluye definiciones, antecedentes y otras imágenes necesarias para esta presentación...hasta ahora.

El tercer capítulo describe la metodología aplicada en detalle, incluyendo el tipo y el diseño de la investigación, las técnicas de recolección de datos y todos los procedimientos necesarios para que la operacionalización de las variables. El cuarto capítulo, a su vez, presenta los resultados del análisis realizado y las conclusiones extraídas del estudio, así como las recomendaciones para futuras investigaciones similares. Los autores esperan que los datos revelados en el estudio proporcionen información valiosa que pueda ser utilizada en una planificación y ejecución más eficientes de los sistemas de drenaje para mejorar el manejo de aguas subterráneas en áreas urbanas vulnerables.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

El tema de manejo y evacuación de aguas subterráneas es relevante en el contexto internacional. Este problema se observa con frecuencia en las zonas urbanas con alta densidad de población y en las áreas con acuíferos poco profundos. Países Bajos, Japón y los Estados Unidos son algunos de los países que enfrentaron problemas graves en lo que se refiere a la saturación del subsuelo. El exceso de agua subterránea ha provocado inestabilidad en las estructuras de las calles y los edificios. El problema de la acumulación del agua subterránea se manifiesta a través de la subsidencia, erosión y la caída de las bases de las carreteras. Tales problemas ponen en riesgo la seguridad y la usabilidad de la infraestructura urbana. Para la disminución de la situación crítica, se implementaron varias técnicas de drenaje subterráneo en forma de drenes franceses. Los drenes han permitido evacuar el agua de una manera efectiva y sostenible, garantizando un mejor drenaje y estabilización del suelo y disminución de los gastos de mantenimiento. (Apaza, 2020).

La gestión de aguas subterráneas en áreas urbanas sigue siendo un desafío importante en el Perú, especialmente en áreas de alta pluviosidad o donde las napas freáticas son altas. Ciudades como Cusco, Puno y Arequipa han reportado problemas de

acumulación de aguas subterráneas que, con el tiempo, han generado hundimientos, deformaciones y daños en el pavimento de la infraestructura vial. Este fenómeno ha sido exacerbado por el crecimiento urbano desordenado y la ausencia de sistemas de drenaje, lo que ha afectado la conectividad y calidad de vida de los ciudadanos. Aunque hay regulaciones y directrices técnicas nacionales vigentes, de la ANA y establecidas en el RNE, aún existen desafíos; por ende, la instalación de drenes franceses es una medida técnica para la implementación; esta es adaptable a las condiciones geotécnicas. (Quezada, 2023).

En el distrito de Desaguadero, la Avenida 28 de Julio, la acumulación de aguas subterráneas es un problema constante que obstaculiza la funcionalidad y seguridad de la vía. La temporada de lluvias incrementa el nivel freático, lo que satura el suelo y provoca deformaciones en la superficie del pavimento. Este problema no solo perjudica la circulación vehicular y peatonal sino que incrementa el riesgo de accidentes y afecta la calidad de vida de los vecinos. Dado que no hay un sistema adecuado para la acumulación y evacuación de las aguas subterráneas, cada vez es constante realizar intervenciones y reparaciones, lo que incrementa el precio de mantenimiento.

Por estas razones, se necesitaría inspeccionar e instalar un método sostenible y eficaz de drenaje subterráneo, como el drenaje francés, para acumular y evacuar las aguas subterráneas de formas sostenibles y permanentes. La presente tesis busca abordar esta problemática mediante un análisis técnico detallado y proponer soluciones adaptadas a las condiciones del distrito.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿En qué medida la aplicación de dren francés permitirá el control y evacuación de aguas subterráneas en la avenida 28 de julio en el distrito de Desaguadero 2025?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las características del suelo en la Avenida 28 de Julio, ubicada en el distrito de Desaguadero, para el diseño de un dren francés que permita el control y la evacuación de aguas subterránea?
2. ¿Cuál es la propuesta de diseño del dren francés para el control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero?
3. ¿Cuál es el presupuesto estimado para la implementación del dren francés, destinado al control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero, para el año 2025?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la aplicación de dren francés para el control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio en el distrito de Desaguadero 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar las características del suelo en la Avenida 28 de Julio, ubicada en el distrito de Desaguadero, para el diseño de un dren francés que permita el control y la evacuación de aguas subterránea.
2. Diseñar el dren francés para el control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero.
3. Elaborar un presupuesto estimado para la implementación del dren francés, destinado al control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero, para el año 2025.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

Para paliar problemas causados por la acumulación de aguas subterráneas en zonas urbanas, es fundamental la implementación de un sistema de drenaje subterráneo adecuado. El dren francés, con un probado historial técnico demostrado y fácil construcción, es una técnica conveniente y factible para la evacuación de aguas subterráneas de la Avenida 28 de Julio en el distrito de Desaguadero. Consiste en zanjas llenas de material granular y tubería perforada, para acumular y conducir el agua a puntos de descarga, evitando que el agua sature el terreno y mejorando la estabilidad de la vía. La evaluación técnica de la implementación de esta técnica en la Avenida 28 de Julio determinará su viabilidad bajo las condiciones geotécnicas e hidrológicas del local, lo que garantiza su eficiencia a largo plazo.

1.4.2 Justificación económica

El costo continuo para las autoridades locales relacionado con el deterioro de la infraestructura vial como resultado de la acumulación de aguas subterráneas es excesivo en términos de reparaciones y mantenimiento de mitigación. Dado que el sistema de drenaje francés es simplemente una alternativa de bajo costo en comparación con otras alternativas de drenaje, es una solución sostenible en términos de economía. Los costos iniciales de diseño e instalación se han amortizado a corto y mediano plazo. La autoridad ha retrasado la recolección de dinero para compensar la vida útil prolongada de la carretera, y, por lo tanto, los recursos pueden centrarse en otros proyectos de desarrollo importantes para el distrito.

1.4.3 Justificación social

28 de Julio: esta avenida es crucial para la vida de Desaguadero, ya que conecta los sectores de comercio, transporte y servicios básicos. La existencia de agua subterránea

en la vía ha generado la descomposición de la misma. la seguridad de los usuarios y la calidad de vida de los residentes. La propuesta de implementación de un dren francés permitirá mejorar la transitabilidad, disminuir los accidentes viales y asegurar la movilidad peatonal y vehicular por el lugar. Además, mejorará el sano desarrollo del tejido social al permitir un mejor acceso a servicios básicos, así como a las actividades económicas puno a distritos, y de esta manera, promueve el adecuado desarrollo del distrito.

1.4.4 *Justificación ambiental*

La saturación de suelos y agua acumulada en subsuelo no solo dañan a la infraestructura, sino que también ocasionan problemas ambientales como la erosión y la modificación de los ecosistemas urbanos. El dren francés, al permitir la evacuación controlada de las aguas subterráneas, contribuye a mantener la hidrodinámica del área. Cabe señalar también que, por ser un sistema pasivo y de bajo impacto ambiental, su ejecución implica menos uso de bombas eléctricas u otras soluciones que consumen más energía. Con esto, se fomenta una administración responsable medioambientalmente del recurso hídrico, lo que concuerda con los preceptos de la sustentabilidad y la resiliencia urbana.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 *Hipótesis general*

La aplicación de dren francés será eficaz e influirá significativamente en el control y evacuación de aguas subterráneas en la avenida 28 de julio en el distrito de Desaguadero 2025.

1.5.2 Hipótesis específicas.

1. Las características del suelo en la Avenida 28 de Julio serán apropiadas para la implementación de un dren francés, lo que permitirá un diseño eficiente y funcional para el control y la evacuación de aguas subterráneas.
2. El diseño del dren francés para la Avenida 28 de Julio será exitoso, ya que se adaptará a las condiciones geotécnicas, topográficas y climáticas de la zona, garantizando una eficiente evacuación de las aguas subterráneas y optimizando el uso de los recursos disponibles.
3. El presupuesto estimado para la implementación del dren francés será realista y se ajustará a los costos de materiales, mano de obra y equipos necesarios, garantizando que la ejecución del proyecto sea viable dentro de los plazos y recursos financieros disponibles en el año 2025.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variable independiente

Dren Francés.

1.6.2 Variable dependiente

Control y Evacuación de Aguas Subterráneas.

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definiciones	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de medición	Tipo
VI: Dren Francés.	Sistema de drenaje subterráneo compuesto por grava y tubería perforada, diseñado para captar y evacuar aguas subterráneas y mejorar la estabilidad del terreno.	- Diseño hidráulico - Materiales empleados	Estudios preliminares.	- Fichas técnicas	Cualitativa
			Caudal promedio de filtración.	- Planos hidráulicos	
			- Parámetros mínimos de la malla geotextil. - Diámetro del tubo.	- Ensayos de laboratorio	
VD: Control y Evacuación de Aguas Subterráneas.	Proceso mediante el cual se reduce el nivel freático y se mejora la evacuación del agua subterránea para evitar saturación del suelo y daños estructurales en la vía.	- Estabilidad geotécnica del suelo	Calidad de filtración o permeabilidad promedio actual	- Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos	Cuantitativa
			Estabilidad del suelo en el área intervenida	- Observaciones en campo	

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Según Navarro, (2020) en su trabajo titulado “Análisis comparativo de la capacidad hidráulica entre el Dren Francés y el Geodrén Lamidren L20DB como sistemas de subdrenaje en la infraestructura vial”, se presenta los fundamentos teóricos y metodológicos empleados para el diseño de dos sistemas de subdrenaje. A partir de datos obtenidos en estudios preliminares, se comparó el comportamiento de un subdren francés tradicional y un subdren con geodrén Lamidren L20DB, ambos dimensionados para el mismo caudal de infiltración en una porción de vía en una zona geográfica de altura. Para el diseño de ambos sistemas se emplearon idénticas condiciones de caudal y materiales filtrantes (geotextil no tejido y grava triturada). No obstante, la diferencia en el comportamiento hidráulico reflejada en los coeficientes de seguridad conservativos permitió optimizar las dimensiones de la zanja en el caso del geodrén Lamidren L20DB, reduciendo principalmente el ancho de excavación. Los resultados mostraron que, para el mismo caudal de infiltración, el sistema con geodrén Lamidren L20DB triplica la capacidad de drenaje del subdren francés tradicional. Esta mayor eficiencia hidráulica implicó una reducción del 41 % en los costos de construcción, al disminuirse el volumen de excavación

y la cantidad de material filtrante necesario. Para evaluar la influencia de la sedimentación y establecer el ciclo óptimo de operación y mantenimiento, sería necesario implementar ensayos en campo bajo condiciones reales, donde se pueda cuantificar cómo la acumulación de sedimentos afecta la vida útil de cada subdrenaje. A pesar de este factor, el margen de seguridad hidráulica que ofrece el geodrén Lamidren L20DB es mayor que el del subdren francés, lo que permite generar diseños más delgados sin sacrificar su funcionalidad. En conclusión, este estudio demuestra que el uso del geodrén Lamidren L20DB no solo incrementa significativamente la capacidad de drenaje de un tramo vial, sino que también resulta económicamente más eficiente.

Según Correa, (2021) en su estudio denominado "Valoración técnica y económica del uso de Geodrenes versus Dren Francés en la construcción de infraestructura vial", tiene como propósito analizar la funcionalidad de los sistemas de drenaje denominados "Planar" y "Circular", en comparación con el dren convencional, reconocido bajo el nombre de Dren Francés, con el fin de identificar sus características y evaluar su viabilidad para aplicaciones viales. El uso de estos sistemas implica una menor intervención en canteras para la obtención de material pétreo, disminuyendo así el daño ambiental potencial y las partidas presupuestarias asociadas a la obra del drenaje longitudinal en vías, que tradicionalmente se realiza mediante el Dren Francés. El dren francés requiere una adecuada selección de agregado grueso como material filtrante. En contraste, el sistema Geodren cuenta con una geomembrana de elevada eficiencia en la conducción de agua y un geotextil que incorpora una capa de prefiltros, diseñados para prevenir la colmatación y garantizar un rendimiento óptimo en el tiempo. En términos económicos, el análisis comparativo muestra que el costo directo total para la construcción con dren francés es de \$1,823.95, mientras que con el Geodren planar o circular se reduce a \$802.39. Esto se traduce en un costo por metro lineal de \$45.60 para el dren francés frente a \$20.06 para el Geodren. Adicionalmente, el aprovechamiento técnico de los materiales mejora

significativamente con el Geodren, permitiendo ahorros de hasta un 30%. Esto se debe a que el dren francés requiere una sección de excavación ampliada y un mayor volumen de material filtrante, principalmente agregado de gran espesor; por otro lado, el Geodren funciona como un sistema de drenaje plano, demanda una sección de excavación menor y un volumen reducido de material para la capa de prefiltros. Estas características no solo disminuyen el volumen de material excavado sino también los costos asociados al transporte y manejo, contribuyendo a una reducción significativa en el costo total del proyecto. En conclusión, el sistema Geodren planar y circular representa una alternativa eficiente y sostenible frente al dren francés tradicional, combinando beneficios hidráulicos, económicos y ambientales que lo hacen ideal para aplicaciones en drenaje longitudinal de vías.

2.1.2 *Antecedentes nacionales*

Según Miranda, (2023) nos dice que el presente estudio “Aplicación del geodren vial para el drenaje de aguas subterráneas en cimentaciones de edificios multifamiliares, Cerro Azul - Cañete”, surgió de la necesidad de optimizar la construcción de los cimientos de los edificios. Esto se debe a que, en Perú, al igual que en muchos otros países, la mayoría de las estructuras se han diseñado de forma empírica y sin estudios previos, lo que ha dado lugar a fallos en las infraestructuras y riesgos para los usuarios. Como resultado, el objetivo principal era determinar si la utilización del geodrenaje vial con fines de drenaje de aguas subterráneas puede mejorar los cimientos de las estructuras multifamiliares situadas en una zona densamente poblada. El enfoque utilizado es comparable al de un estudio aplicado diseñado como un experimento. La población de la muestra estaba formada por seis bloques de hormigón, tres de los cuales se construyeron utilizando geodrenaje vial y los tres restantes utilizando drenajes franceses. Para recopilar los datos, se utilizó un formato determinado y se complementó con las instrucciones incluidas en el manual de ensayo de materiales. Según los resultados, la permeabilidad del hormigón en la zona seca de la base de los cimientos era mayor en los bloques que

tenían geodrenaje de carretera (198,15 mm) que en los bloques que tenían drenaje francés (128,30 mm). Como resultado de estos hallazgos, se ha determinado que la utilización del geodrenaje de carretera es el método más eficaz para el drenaje de aguas subterráneas en cimientos. Esto se debe a que ayuda a mejorar la resistencia y a prolongar significativamente la vida útil de la infraestructura.

Además Bernilla, (2021) en su investigación titulada "Implementación del sistema de drenaje tipo francés aplicado a la napa freática superficial para el mejoramiento de la infraestructura los servicios policiales de la comisaría PNP Catacaos – Piura 2021", se realizó un estudio de mecánica de suelos que determinó las siguientes características: el suelo corresponde a una arena limosa con capacidad portante de $0,61 \text{ kg/cm}^2$, contenido de humedad de 20 % y nivel freático situado a 30 cm por debajo de la base de cimentación. Para garantizar el comportamiento seguro de las cimentaciones bajo el nivel freático observado, se recomienda implementar un sistema de drenaje de aguas subterráneas que evite la posible licuación durante un sismo severo. Este trabajo tiene como eje el diseño técnico y la validación de un sistema de drenaje ubicado bajo superficie, donde se exponen los principios teóricos y la aplicación de las ecuaciones usadas habitualmente para describir el flujo sub-superficial en un sistema de tuberías de drenaje paralelo, tanto en régimen permanente como en régimen transitorio. Sobre la base de los planos del proyecto, que precisan la cota de cimentación necesaria y la cota del nivel freático, se diseñó la red de retención hidráulica del flujo subterráneo empleando tuberías corrugadas perforadas de 110 mm de diámetro. Cada cierto tramo de estas tuberías se propone la instalación de buzones de inspección, necesarios para ventilar y facilitar el mantenimiento del sistema. Además, se estableció la instalación de un dispositivo de impulsión de agua utilizando bomba sumergida de accionamiento eléctrico de 0,7 HP (Top 3), con altura máxima de descarga (HDT) de 3,50 m y caudal de 220 L/min. La línea de impulsión, de 48 m de longitud, conduce el agua hasta el límite del terreno, donde se dispone una caja de registro para su conexión definitiva al sistema de drenaje pluvial de la ciudad. En síntesis,

las mejoras propuestas –ajustando el proyecto a la capacidad portante real, incorporando un drenaje subterráneo y dimensionando el sistema de bombeo permitirán optimizar el comportamiento de las cimentaciones, reducir el riesgo de licuación ante eventos sísmicos y prolongar la vida útil de la infraestructura.

2.1.3 *Antecedentes locales*

Además Martínez, (2023) en su tesis de investigación “Evaluación de la capacidad de drenaje de aguas pluviales del afluente ubicado en la cuenca urbana oeste de la ciudad de Juliaca”, está orientado a evaluar la funcionalidad del drenaje pluvial del afluente situado en la cuenca urbana oeste de Juliaca. Debido al crecimiento urbano significativo en esta zona, las áreas impermeables han aumentado y, en consecuencia, la capacidad de infiltración del suelo se ha reducido. El estudio adopta un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y de tipo aplicado. Con base en esta información, se proyectó un evento de precipitación calculado para un horizonte de 25 años, alcanzando los 63,74 mm por día. Asimismo, se estimaron las tasas de infiltración en función del tipo de superficie: 38,22 mm/día en calles de tierra y 5,83 mm/día en calles pavimentadas. Estos valores permitieron calcular el caudal de salida del afluente, obteniendo 5,00 m³/s para las condiciones actuales de uso del suelo y 8,10 m³/s para un escenario futuro con mayor impermeabilización. Para el dimensionamiento hidráulico del cauce, se consideró la recuperación de la sección natural, con un ancho de 4,00 m y una altura de 1,50 m. Bajo régimen normal de flujo, los tirantes calculados fueron 1,48 m en la condición de uso actual del suelo y 1,85 m en la condición futura. Esto indica que, recuperando la sección natural, no habría desbordamiento en el escenario actual. Sin embargo, para el escenario futuro—con más calles pavimentadas y un incremento de edificaciones—el tirante supera la altura disponible en la sección, provocando riesgo de desbordamiento entre las progresivas 0+00 y 2+800. Ante esta situación, se plantea como solución optimizar la capacidad hidráulica del afluente mediante el revestimiento de toda la sección aguas arriba de su salida con concreto pulido. Dicho revestimiento reduce el coeficiente de rugosidad de 0,023 a 0,016,

lo que incrementa la velocidad del flujo y disminuye el tirante para el mismo caudal. De esta forma, se mejora la evacuación de aguas pluviales tanto en el escenario actual como en el futuro, mitigando el riesgo de inundaciones.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Drenaje

En el ámbito de la construcción, el concepto de drenaje se refiere a un conjunto organizado de elementos como canales, tuberías, piedras y otros materiales que tienen como propósito principal la evacuación del agua acumulada en un terreno que presenta un exceso de humedad, o bien, la conducción de aguas estancadas que podrían afectar la estabilidad del suelo. La descripción anterior enfatiza la calidad esencial de un sistema de drenaje definido por su diseño y función específicos destinados a regular y monitorear el movimiento del agua y garantizar su eliminación de áreas donde pueda causar daño a la estructura o deteriorar el propósito auténtico de la tierra (Apaza, 2020).

En lo que respecta al diseño y ejecución de obras de drenaje asociadas a una carretera o similar, el objetivo principal es el control del escurrimiento superficial y el flujo subterráneo excedente en las capas subsuperficiales del terreno. Este control del agua es crítico para garantizar la preservación de la integridad y funcionalidad de caminos y carreteras, debido a que la presencia de humedad en exceso puede degradar los materiales de construcción de la ruta, generar deflexiones o inclusive fallas en el pavimento. De esta forma, un adecuado sistema de drenaje no solo permite que la vía utilizable por un mayor tiempo, sino que también asegura una experiencia más segura y cómoda para los usuarios (Luve, 2024).

La eficiencia de cualquier red o sistema de drenaje se aprecia mayoritariamente por la cantidad mínima de interferencia con el curso natural del agua. En buena medida, esto significa mantener el régimen hidrológico del área de estudio. Simplemente, la forma en que se puede lograr un sistema de drenaje se logra es optimizando la conservación y

la suplementación de la red de drenaje natural. En otras palabras, se debe evitar una configuración que cause una serie de problemas prolongados. Por ejemplo, al desalojar correctamente tanto el agua superficial se infiltra en las capas inferiores del terreno, el sistema debe distribuirla de manera controlada para prevenir acumulaciones de agua en zonas con suelos inestables, las cuales podrían desencadenar movimientos o daños estructurales. No debe permitirse que la eliminación de agua que se vacía debajo erosione áreas, ya que representaría riesgos ambientales y daños adicionales a otras instalaciones o ecosistemas circundantes (Gimenez et al., 2021).

2.2.2 Tipos de drenaje

En el ámbito de la construcción, se desarrollan y aplican una variedad de sistemas de drenaje diseñados específicamente para afrontar y resolver problemas comunes como la acumulación de sedimentos o el deterioro progresivo de las estructuras. Estos sistemas cumplen un papel fundamental al garantizar que el agua, en sus diferentes formas y procedencias, sea gestionada de manera adecuada para evitar daños tanto en el terreno como en las obras construidas sobre él (Quezada, 2023).

Según sus particularidades y la naturaleza del agua que deben canalizar, así como la forma en que se organizan en relación con el eje principal de la vía o infraestructura, es posible clasificar los drenajes en diferentes tipos. Esta categorización facilita la selección del sistema más apropiado para cada situación específica, tomando en cuenta factores como el origen del agua ya sea superficial, subsuperficial, pluvial, o proveniente de filtraciones y la manera en que debe ser evacuada para maximizar la eficiencia y minimizar los riesgos (Amaya et al., 2022).

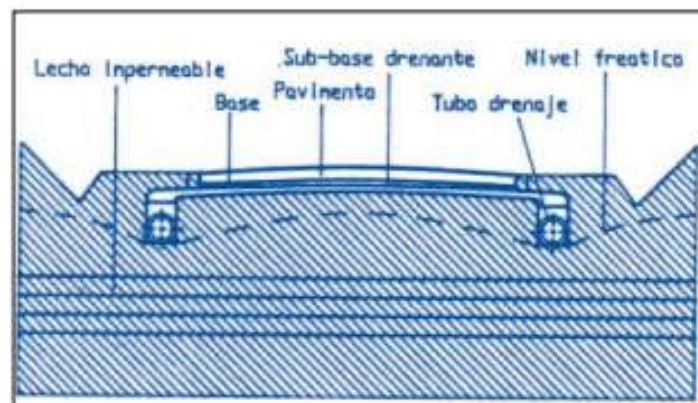
En consecuencia, el diseño y la implementación de los distintos tipos de drenaje responden a un análisis detallado de las condiciones particulares del terreno, el clima y la infraestructura, con el fin de optimizar la funcionalidad del sistema hidráulico y preservar la estabilidad y durabilidad de las construcciones asociadas. Esta diversidad de drenajes permite adaptar las soluciones hidráulicas a las necesidades específicas, mejorando el

control del agua y contribuyendo a la protección de las vías y otras obras civiles frente a posibles daños causados por la humedad o el flujo inadecuado de líquidos

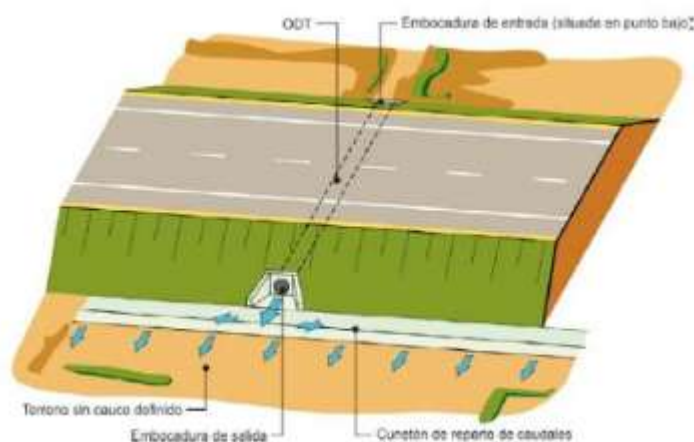
2.2.2.1 Drenaje superficial

El drenaje superficial está diseñado específicamente para captar y conducir las aguas provenientes de las precipitaciones, ya sea hacia los cauces naturales, las redes de alcantarillado existentes o incluso hacia la capa freática del suelo. Este tipo de drenaje es de vital importancia para proteger la infraestructura vial, ya que impide que el agua acumulada eventualmente cause daño o erosión en la superficie y en los taludes contiguos. En esta clasificación, hay dos subtipos centrales, cada uno de los cuales tiene funciones y manipulaciones especiales.

- **Drenaje longitudinal:** Esta función se encarga de recolectar y canalizar el agua que cae sobre la plataforma de la carretera y sus taludes una vez recogida distribuir mediante la plataforma de la carretera de la manera más paralela posible a su eje central o a través de otros caminos naturales en dirección perpendicular o paralela a la plataforma. Los sistemas para esta función son cunetas vetadas a lo largo de la calzada, colectores que reúnen agua en varios puntos señalados, sumideros que sirven a la captación en zonas de interés y bajantes cuya función es conducir el agua hacia arriba o más abajo. Esto evita que el agua esté estancada en la superficie evitando daños mecánicos y conservando así la carretera (Correa, 2021).

Figura 1*Drenaje longitudinal**Nota. Tomada de (Correa, 2021).*

- El último tipo es el drenaje transversal: este tipo de drenaje está destinado a garantizar el flujo de una corriente de agua que cruza la infraestructura del acceso terrestre. A su vez, el tipo suele referirse al flujo de agua que se mueve en un ángulo recto al eje de la vía. El objetivo principal es garantizar que la construcción de la carretera permita que el agua fluya alrededor de las mismas cauce que antes de la edificación. De otro modo, las interrupciones pueden causar áreas locativas de agua, inundaciones o incluso problemas gestacionales. Para remitir tales resultados, los esfuerzos puentes, pontones y viaductos se construyen, permitiendo la construcción libre del agua subvía periférica, la barca de embarco que actúa como una 'estación de paso' temporal y un viaducto de agua que se llevan alrededor de los lugares más problemáticos. En conclusión, el último tipo de garantiza la hidráulica de la ubicación y protege la infraestructura contra las repercusiones ajustables del flujo de agua. (Rivera, 2023).

Figura 2***Drenaje transversal***

Nota. Tomada de (Correa, 2021).

2.2.2.2 Drenaje profundo

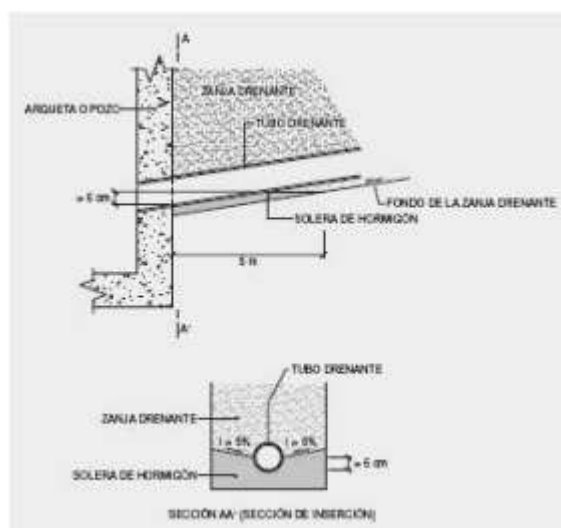
El drenaje profundo es otro factor esencial para la infraestructura de carreteras; su objetivo es asegurarse de que el agua no se filtre y se acumule en las capas superiores de la carretera. Por lo tanto, el propósito principal del drenaje profundo es controlar el nivel freático de cualquier tipo de agua subterránea y acuíferos, manteniendo las corrientes subterráneas del tráfico para proteger la estabilidad de la estructura. Para lograr esto, se utilizan diferentes sistemas de drenaje subterráneo, como redes de tuberías o drenes enterrados, diseñados para interceptar y dirigir el recurso hídrico por debajo de la superficie (Marabotto, 2022).

- En cuanto al drenaje subterráneo, está formado por una red de tuberías enterradas en el suelo del drenaje que llevan el agua hacia un punto de evacuación seguro. Su objetivo es reducir las altas presiones que genera el exceso de humedad del suelo, ya que este fenómeno reduce significativamente la resistencia del suelo, lo que podría exponer a amenazas la integridad estructural de un camino o cualquier otro tipo de plataforma fisurada con un grado mortal. Al reducir esas presiones, el

drenaje subterráneo aumenta la capacidad de carga del suelo desarrollado y previene el fracaso grave causado por la humedad (Correa, 2021).

Figura 3

Drenaje subterráneo



Nota. Tomada de (Correa, 2021).

La eficacia de este sistema depende en gran medida de las características hidráulicas del suelo o las formaciones rocosas presentes en el área. Factores como la permeabilidad, que determina la eficiencia con que el material permite el tránsito del agua, y el gradiente hidráulico, que es la diferencia de presión que impulsa el movimiento del agua, condicionan la cantidad de líquido que el drenaje es capaz de recolectar y evacuar. Por esta razón, el diseño y dimensionamiento del drenaje profundo deben realizarse con base en un análisis detallado de estas propiedades para garantizar que el sistema funcione adecuadamente y proteja la infraestructura de problemas relacionados con la humedad.

2.2.3 *Drenaje subterráneo*

El drenaje subterráneo tiene como objetivo principal la evacuación del agua o la reducción de su nivel a un punto en el que no represente un riesgo o daño para las estructuras cercanas. Esta acumulación de agua puede originarse por diversas razones, tales como un nivel freático elevado, que es común en zonas bajas y pendientes montañosas, o la presencia de pozos naturales que, debido a las lluvias continuas y a las características del material que los componen, tienen una capacidad limitada para permitir la infiltración (Vise, 2023).

Esto también provoca la saturación constante del suelo circundante. Por otro lado, la construcción de pozos artificiales utilizados para almacenar lodos o soluciones de saneamiento descentralizado, como zanjas y pozos infiltrantes, con el propósito de la deposición segura de aguas residuales también puede ser perjudicial. Si el suelo es de baja infiltración y hay precipitaciones regulares, estos sistemas se llenan de agua y no pueden absorberla eficientemente, lo que resulta en una acumulación excesiva no deseada que requiere gestión (Vise, 2023).

En este escenario, el drenaje subterráneo desempeña un papel importante. Dado que la presencia de agua en el suelo es extremadamente perjudicial, ya que acarrea graves riesgos de problemas estructurales o la dispersión de malos olores y contaminación. La circulación de líquidos es problemática en general adecuada puede comprometer la estabilidad de las estructuras, reduciendo su vida útil y afectando su funcionamiento a largo plazo (Tafur, 2021).

De este modo, el drenaje subterráneo será vital en infraestructuras viales como las carreteras. Este tipo de drenaje se ha utilizado en todo el mundo para resolver los múltiples problemas que enfrentan las carreteras debido a la falta de sistemas de drenaje adecuados. Las carreteras se han tendido a través de una variedad de terrenos que, sin un drenaje subterráneo bien diseñado, causan muchos problemas serios como la saturación del suelo, la pérdida de la capacidad estructural y el riesgo de deslizamientos. En consecuencia, el drenaje subterráneo no solo mejorará la seguridad y la durabilidad de

las infraestructuras; también mejorar la sostenibilidad ambiental para garantizando la gestión eficiente de las aguas subterráneas (Tafur, 2021).

2.2.3.1 Importancia del drenaje subterráneo en infraestructura vial

El drenaje subterráneo es esencial para mantener la integridad y funcionalidad general de las estructuras viales. Su principal objetivo es controlar y evacuar el agua subterránea que pueda acumularse bajo las vías, previniendo así daños estructurales y garantizando la seguridad de los usuarios. La acumulación de agua en la subrasante aumenta la humedad, lo que puede debilitar la base y la subbase de la vía, causando graves asentamientos, empujes y ahuellamientos en el pavimento. El agua acumulada también puede ejercer presión hidrostática que afecta la estabilidad de la estructura vial y socava la estabilidad de los taludes. La implementación de sistemas de drenaje subterráneo adecuados aumentaría la longevidad de las vías, reduciría los costos de mantenimiento y garantizaría la seguridad vial al prevenir accidentes relacionados con fallas del pavimento (Emesa, 2023).

La incorporación de sistemas de drenaje subterráneo es esencial para asegurar la protección del medio ambiente. Esto también previene problemas como la erosión del suelo y la posible polución de ríos, lagos y otras fuentes de agua alrededor. Dicha infraestructura es una utilidad que gestiona el agua regulando su movimiento por debajo de la superficie. Al mantener bajo control el nivel de humedad del terreno, se reduce significativamente la probabilidad de que el suelo se sature. Además, también se reduce el riesgo de desprendimientos de tierra, hundimientos de tierra y otro tipo de eventos geológicos que puedan ser afines a las carreteras, casas, locales y comunidades ubicadas en las cercanías. En resumen, más allá de la función meramente técnica, el sistema de desagüe subterráneo es una medida de precaución vinculada con la protección de las personas y los ecosistemas locales (Paredes, 2021).

La implementación de sistemas de drenaje subterráneo también es crucial para adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes y a los fenómenos meteorológicos

extremos. Con mayores precipitaciones y tormentas intensas más frecuentes, la infraestructura requiere carreteras resilientes que puedan gestionar eficazmente el exceso de agua y permanecer operativas en todo momento. (Paredes, 2021).

2.2.3.2 Tipos de drenaje subterráneo

❖ Dren francés

El sistema de drenaje subterráneo denominada dren francés es uno de los utilizados con más frecuencia por su eficiencia y simplicidad constructiva. Se trata de una zanja dispuesta en terreno y rellena con un material granular como grava, disponiendo una tubería perforada en su interior que se envuelve con un geotextil filtrante. Este diseño permite recoger y conducir de manera eficiente el flujo de agua subterránea del suelo, impidiendo que este se torne saturado y mejore la estabilización de las estructuras que allí se encuentren (Geomatrix, 2022).

❖ Geodrenes

Los geodrenes son sistemas de drenaje en los que el medio permeable está formado por un material geosintéticos y el medio no permeable, por el mismo material. A. ESTRUCTURA: la estructura tridimensional de estos sistemas proporciona un camino continuo para el flujo del agua, que se mantiene en dicho camino por la acción de un geomembrana, que recubre dicha estructura conteniéndola y evitando que el agua se requiere una instalación rápida y eficiente, y donde el espacio para excavación es limitado (Oriondo & Corman, 2023).

❖ Pozos de alivio

Los pozos de alivio son estructuras verticales que se emplean para aliviar la presión del agua subterránea en sitios determinados. Pueden utilizarse para permitir que el agua suba gradualmente a la superficie o para desviarlo hacia complejos de drenaje más extensos. Este tipo de estructura es más eficiente en áreas con acuíferos confinados o

cuando hay una subida de las presiones hidrostáticas y, por consiguiente, en la consistencia estructural de las excavaciones (Ralph, 2020).

❖ **Sistemas de bombeo**

En situaciones donde el drenaje por gravedad no es suficiente para evacuar el agua subterránea, se recurre a sistemas de bombeo. Estos sistemas utilizan bombas para extraer el agua acumulada en sumideros o pozos y conducirla hacia puntos de descarga adecuados. Son esenciales en terrenos planos o en áreas donde el nivel freático es alto y constante, impidiendo el drenaje natural del agua (Niño, 2021).

2.2.4 Dren francés

Los drenes franceses consisten en zanjas poco profundas que se rellenan con materiales granulares con la finalidad principal de captar y canalizar las aguas superficiales que provienen de la escorrentía. Su función esencial es disminuir los problemas causados por la erosión del suelo y, en ciertos casos, ayudar a prevenir desplazamientos superficiales menores en el terreno. Sin embargo, es importante destacar que estos sistemas tienen un impacto limitado cuando se trata de estabilizar deslizamientos de tierra de mayor profundidad, por lo que no se consideran una solución eficaz para ese tipo de movimientos más graves (Beltrán et al., 2024).

Un drenaje francés es una solución de drenaje altamente efectiva que evita que el exceso de humedad dañe viviendas, jardines y estructuras exteriores. A diferencia de las canaletas tradicionales o los drenajes superficiales que extraen el agua de un solo punto, este sistema dispersa y redirige la escorrentía a lo largo de un canal subterráneo controlado. Al colocar estratégicamente un drenaje francés, los propietarios pueden prevenir la erosión, las grietas en los cimientos y las zonas de humedad persistente en sus patios (Technical, 2025).

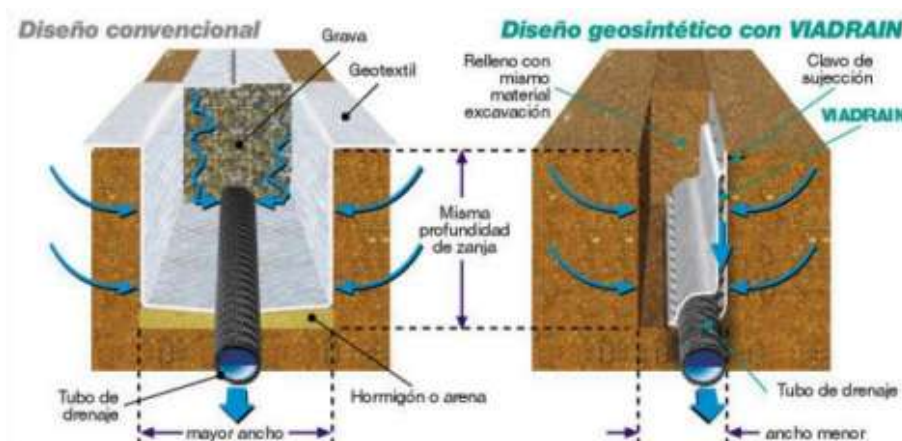
El diseño de los drenes franceses suele apoyarse en la experiencia y criterio técnico del ingeniero encargado, adaptándose a las condiciones específicas del lugar. De forma

general, un esquema típico implica la excavación de zanjas que se disponen con una separación de entre 15 y 30 metros, organizadas frecuentemente en una configuración conocida como “espina de pescado” o en forma de espiga, que favorece la recolección eficiente del agua. La profundidad de estas zanjas comúnmente oscila entre los 30 y 50 centímetros, mientras que el ancho varía aproximadamente entre 60 centímetros y un metro, dimensiones que permiten un adecuado flujo de agua sin afectar significativamente la estructura del terreno (Asenjo & Davila, 2020).

Como material de relleno, es habitual utilizar piedra triturada o material aluvial grueso y limpio, seleccionados específicamente para facilitar la permeabilidad y evitar la acumulación progresiva de carga sedimentaria en el conducto de drenaje. En el fondo de la zanja, es común instalar una capa de geotextil o geomembrana que asume el rol de impedir la infiltración directa del agua captada hacia las capas inferiores del suelo, contribuyendo así a canalizarla adecuadamente. Por su parte, la parte superior del dren francés puede quedar expuesta o cubrirse con un geotextil de poros abiertos que permite el paso del agua pero evita que partículas de tierra ingresen al sistema (Barnett, 2024).

Figura 4

Dren-francés



Nota. Tomada de (Correa, 2021).

Uno de los principales inconvenientes de los drenes franceses es la obstrucción o colmatación causada por el ingreso de limos, arenas finas y arcillas, que con el tiempo pueden reducir drásticamente la capacidad de drenaje y, por ende, su efectividad. Este fenómeno de taponamiento representa un reto para el mantenimiento, ya que una vez que el dren se encuentra colmatado, la única solución práctica suele ser su reemplazo completo. Además, otro problema frecuente es la limitada capacidad hidráulica del sistema, lo que puede dificultar la evacuación del agua en temporadas de lluvias intensas o en terrenos con gran acumulación de escorrentía.

2.2.4.1 Planificación del dren francés

Cuando planifique la instalación de un drenaje francés, conviene tomarse el tiempo necesario para estudiar detenidamente el terreno y garantizar que el sistema cumpla su propósito de manera óptima. A continuación, se exponen algunas pautas detalladas y expandidas para orientar esta planificación con un enfoque práctico y cercano.

❖ Definir el punto óptimo para la zanja

Lo primero consiste en observar el terreno con ojo crítico: localice aquellos sectores donde el agua tiende a acumularse después de las lluvias. Estas áreas suelen asociarse con hundimientos naturales o ligeras depresiones en el jardín que actúan como imanes para la escorrentía. Asimismo, es esencial valorar la inclinación natural del terreno: el agua fluirá por la ruta más empinada, por lo que deberá aprovechar esa pendiente para facilitar el movimiento del líquido hacia el sistema de drenaje sin necesidad de bombeo. Una vez identifique cómo corre el agua, seleccione el trazado de la zanja de modo que, al final, el caudal descargue en un punto seguro, un pozo de infiltración debidamente diseñado, un colector pluvial municipal o un foso seco, evitando siempre reubicar el problema aguas abajo. De esta forma, garantizará que el drenaje capte la escorrentía precisamente donde se concentra y la aleje hacia un destino que no cause encharcamientos ni filtraciones indeseadas en otras zonas de la propiedad.

❖ **Calcular la inclinación adecuada en la zanja**

Para que el agua circule sin estancarse ni forzar el sistema, la zanja debe contar con un desnivel suave pero constante. La recomendación habitual es lograr aproximadamente un 1 % de pendiente, lo cual equivale a una bajada de unos 2,5 centímetros por cada tres metros de longitud de zanja. Esta inclinación moderada cumple dos funciones clave: por un lado, asegura que el agua se desplace de manera homogénea a lo largo del tubo, y por el otro, evita que la velocidad del flujo se dispare y ocasione erosión en el propio lecho. Si la pendiente fuera demasiado pronunciada, el agua podría arrastrar demasiados sedimentos y piedras, terminando por obstruir o dañar la tubería. Por el contrario, una pendiente demasiado plana propiciaría que el agua se quede estancada en algún punto, creando un ambiente insalubre con presencia de olores nauseabundos e infestación de insectos. Por tanto, dedique tiempo a medir el territorio con una herramienta de nivelación o una manguera de nivel: así confirmará que la zanja mantendrá esos 2,5 cm de caída cada tramo de tres metros antes de excavar y colocar la tubería.

❖ **Seleccionar y preparar los materiales adecuados**

La durabilidad y el rendimiento del drenaje francés dependen en gran medida de la calidad de los materiales que se empleen. En primer lugar, necesitará tubería especialmente diseñada para drenaje, con perforaciones longitudinales que permitan al agua filtrarse continuamente hacia el interior del tubo. En segundo lugar, la zanja debe rellenarse con grava gruesa o piedra triturada: este estrato granular actúa como esponja, facilitando la infiltración y evitando el contacto directo entre el suelo y la tubería. En la práctica, conviene colocar una capa de grava en el fondo, situar el tubo perforado sobre ella y luego cubrirlo con más grava hasta un determinado nivel. Finalmente, sobre la grava se extiende una tela geotextil o una malla de poliéster permeable; su misión es impedir que finos fragmentos de tierra, raíces o detritos penetren en la grava y colmaten el sistema. Optar por materiales resistentes a la compresión y a la degradación química como tuberías

de polietileno de alta densidad y geotextiles de gramaje medio a alto prolongará la vida útil del drenaje y reducirá considerablemente las labores de mantenimiento a largo plazo. De este modo, la combinación de tubería perforada, grava limpia y tela geotextil creará un conjunto estable que captará, filtrará y transportará el agua sobrante de su terreno durante muchos años.

En conjunto, una correcta planificación del drenaje francés implica estudiar con detalle el relieve del jardín, establecer la pendiente justa para el flujo de agua y apostar por materiales de confianza. Al seguir estos pasos, no solo deshacerse de los problemas con el estanque en tormentas fuertes y el daño que los acompaña erosión, daño a las raíces o filtraciones en cimientos, sino también obtener un sistema prácticamente invisible que funcionará constantemente para mantener la propiedad seca y protegida.

2.2.4.2 Funcionamiento del dren francés

- Esnergético asegura que tu cama francesa funcione correctamente. Una parte crucial de este proceso es la elección de piedras de canto rodado para que se conviertan en el lecho del drenaje. Las piedras que selecciones son un factor crítico para la provisión de condiciones adecuadas para un movimiento del agua a través del agregado, evitando obstrucciones que puedan limitar la permeabilidad necesaria para un drenaje efectivo. La correcta elección de estos materiales impacta directamente en la capacidad del sistema para evacuar el agua.
- Es fundamental cubrir la subbase con un material geotextil que actúe como membrana de barrera entre las partículas del suelo y las rocas de drenaje. Un geotextil funciona como filtro, impidiendo que el limo y la suciedad se mezclen con las rocas, lo que previene la disminución gradual de la permeabilidad del drenaje.
- En el mercado de la construcción civil existen varias opciones de geotextiles, pero para esa aplicación se sugiere el empleo de geotextil no tejido, que posibilite la libre entrada de agua sensismo evitando la penetración de partículas finas y

contaminantes, asegurando la durabilidad y el adecuado funcionamiento del sistema de drenaje.

- Pendiente del terreno: la inclinación del suelo es clave en el diseño del dren francés. Debe diseñarse de modo que el agua se mueva con el menor esfuerzo de energía posible, lo que permitirá un flujo natural sin restricciones y eficiente sin la acumulación de agua estancada.
- Por último, la instalación de tubos de drenaje en el interior del sistema incrementa enormemente la velocidad de extracción del agua, lo que es especialmente importante para flujos elevados. Eso da como resultado un sumidero más adecuado que el lecho de piedra cubierto de geotextil, lo que concierne a una lefuga más rápida y ayuda a prevenir problemas asociados con agua estancada y daños en el sistema por agua (Miranda, 2023).

2.2.4.3 Proceso de instalación del drenaje francés

- Selección de la ubicación: El primer paso consiste en identificar el área donde se instalará el drenaje francés. Es fundamental elegir una zona donde se observe la acumulación de agua o donde el flujo de agua tiende a dirigirse hacia la propiedad, para garantizar la efectividad del sistema.
- Delimitación de la zanja: Tras determinar la ubicación correcta, se debe delimitar el área de la zanja con estacas y cuerda para asegurar la correcta traza. La zanja debe tener al menos 15 cm de ancho y entre 45 y 60 cm de profundidad, según las necesidades del proyecto.
- Excavar la zanja: utilizando una pala o una zanjadora, excava la zanja siguiendo las marcas anteriores. Asegúrese de que la zanja tenga una leve pendiente para que el agua pueda fluir adecuadamente. La inclinación recomendada es de aproximadamente 2,5 cm por cada 2,4 metros de longitud.

- Colocación de tela vegetal: Para evitar que la tierra o los sedimentos se filtren hacia el drenaje y lo obstruyan, cubra el fondo de la zanja con una tela vegetal o geotextil. Esto ayudará a mantener la integridad del sistema de drenaje y prolongará su vida útil.
- Añadir la capa de grava: Rellene la zanja con una capa de grava, conservando una separación de cerca de 3 pulgadas en la zona superior para que quede espacio para la instalación de la tubería. Asegúrese de que la capa de grava esté distribuida uniformemente y esté bien compactada para facilitar el drenaje.
- Instalación de la tubería: Coloque una tubería perforada sobre la capa de grava, asegurándose de que esté nivelada y tenga la pendiente adecuada hacia el punto de evacuación del agua. Si es necesario, conecte las secciones de la tubería utilizando los accesorios y conectores adecuados para asegurar un sistema hermético.
- Cubrir con más grava: Una vez instalada la tubería, cubra esta con una capa adicional de grava, rellenando la zanja completamente. Asegúrese de que la grava esté distribuida de manera uniforme y nivelada para garantizar un drenaje efectivo y evitar obstrucciones.
- Revestimiento final con tierra: Para finalizar, cubra la capa de grava con tierra, compactándola cuidadosamente. Puede sembrar césped o plantar otra vegetación sobre la zanja para prevenir la erosión del suelo y mejorar la estética de la zona, a la vez que proporciona una cobertura natural al sistema de drenaje (Epp, 2024)

2.2.5 Usos del dren francés

El dren francés, también conocido como subdren, es un sistema de drenaje empleado en diversas situaciones específicas dentro de obras civiles, especialmente en infraestructura vial, para controlar la presencia y el flujo de aguas subsuperficiales que pueden afectar la estabilidad del terreno y la estructura. Una de sus aplicaciones más

comunes es su instalación de manera longitudinal al pie de los taludes de corte. En esta ubicación estratégica, el dren francés cumple la función de interceptar filtraciones y corrientes de agua que se desplazan bajo la superficie y que, de no ser controladas, podrían llegar a infiltrar la calzada o causar daños en la carretera (Cebrián & García, 2022)

Además, este tipo de drenaje se utiliza de forma longitudinal en terraplenes, específicamente en las áreas donde circulan aguas subterráneas, con el objetivo de evitar la acumulación excesiva de humedad en el interior de la masa de relleno, lo que podría comprometer su estabilidad y resistencia.

Otra manera habitual de implementar el dren francés es formando parte de un sistema combinado que integra tanto drenes transversales como longitudinales, diseñados para trabajar en conjunto y así optimizar la evacuación del agua. En algunos casos, estos drenes se disponen siguiendo una configuración denominada “espina de pescado”, en la cual varias zanjas paralelas conducen el agua hacia un dren central que actúa como colector principal. Esta disposición geométrica permite una cobertura más amplia del área afectada por las aguas subsuperficiales, facilitando una recolección más eficiente y completa del flujo hídrico que circula bajo el terreno (Marabotto, 2022).

Por lo tanto, se puede concluir que la finalidad de estos sistemas es asegurar la evacuación apropiada del agua subsuperficial en la zona de aplicación para que no pueda provocar tal serie de problemas, como la saturación del suelo, la pérdida de la capacidad portante o incluso la activación del movimiento de la tierra. Debido al diseño y la ubicación, los drenes franceses se convierten en el factor clave para mantener la estabilidad y la durabilidad de las infraestructuras situadas sobre los terrenos inundados.

2.2.5.1 Ventajas y limitaciones

❖ Ventajas

El drenaje francés es un sistema bien conocido por su capacidad de evacuación de aguas subterráneas y superficiales eficaz utilizada para evitar acumulación de humedad en lugares de difícil, los que riesgo de formación de charco. Es fácil de implementar de

energía en una operación más ruidosa, a través de menos en un lugar de mayor intensidad de personas. Esto se debe a que simplemente el sistema se drena en un zanjeo lleno de cadenas con una tubería infiltrada en el centro. Por lo tanto, el entretenimiento y los gastos de dicho sistema disminuyen (Navarro, 2024).

Además, este sistema ayuda a proteger las estructuras al minimizar la presión hidrostática del agua acumulada en el subsuelo, reduciendo así el riesgo de daños a los pavimentos y cimentaciones de los muros de contención. El sistema es adecuado para su uso en infraestructuras de construcción de carreteras y edificios gracias a su capacidad para funcionar en diversas condiciones de terreno y su bajo mantenimiento (Navarro, 2024).

❖ Limitaciones

Por lo tanto, a pesar de todas las ventajas, en la práctica, la tecnología de drenaje francés tiene algunas limitaciones. El primero y, quizás, el más importante en relación con nuestra técnica es la probabilidad de obstrucción de los drenajes por sedimentos y partículas finas del suelo. Incluso con la colocación de geotextiles, que actúan como filtros, o redes y malla corrugada, el drenaje debe limpiarse periódicamente (Navarro, 2024).

Otra limitación es que su efectividad depende principalmente de la instalación correcta y el diseño adecuado de la pendiente que permita que el agua fluya a los puntos de descarga. En pendientes bajas o con mayor cantidad de raíces y escombros, los costos de la instalación pueden ser significativamente más altos. Además, en zonas con suelos altamente impermeables, como los arcillosos, la capacidad de infiltración del drenaje francés puede verse comprometida, requiriendo soluciones complementarias (Navarro, 2024).

2.3 Marco conceptual

2.3.1. Aguas subterráneas

Se entiende por aguas subterráneas aquellas que se localizan en los poros o fisuras del suelo y de las rocas subyacentes. Estas aguas conforman acuíferos y se encuentran influenciadas por factores climáticos, geológicos y topográficos. En contextos urbanos, el ascenso del nivel freático puede provocar problemas estructurales en obras civiles si no se gestionan adecuadamente.

2.3.2. Dren francés

El dren francés es un sistema de drenaje subterráneo pasivo compuesto por una zanja rellena de material granular (usualmente grava) que contiene una tubería perforada. Este conjunto está diseñado para interceptar, captar y conducir aguas subterráneas hacia un punto de descarga, evitando su acumulación en el subsuelo y controlando el nivel freático. Su implementación es común en obras viales, edificaciones, campos deportivos y terrenos agrícolas, debido a su bajo costo y eficiencia técnica.

2.3.3. Drenaje subterráneo

Es el conjunto de técnicas y estructuras que permiten la evacuación del agua contenida en el subsuelo. Se emplea para reducir la saturación de los terrenos, controlar el nivel freático y evitar presiones hidrostáticas perjudiciales para estructuras civiles. El drenaje subterráneo puede ser natural (por la permeabilidad del terreno) o artificial, mediante sistemas como drenes franceses, geodrenes o pozos de alivio.

2.3.4. Subdrenaje vial

El subdrenaje vial es una forma de drenaje subterráneo instalada en carreteras y vías urbanas para eliminar el agua que se infiltra por debajo del pavimento.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Este conjunto consiste en un conjunto organizado de procedimientos y técnicas que se utilizan para realizar un estudio de forma rigurosa y sistemática. Abarca la selección y aplicación de métodos, herramientas de recopilación de datos y estrategias de análisis para garantizar que los datos sean representativos, precisos y sostenibles. De hecho, una metodología bien definida permite estructurar el trabajo de forma coherente y facilita la replicabilidad del estudio. Sin embargo, además de la definición anterior, la metodología también implica la planificación del proceso de investigación, incluyendo la formulación del problema, la hipótesis y los objetivos, y la interpretación de los resultados. Esta organización sistemática nos ayuda a responder a las preguntas de investigación y a desarrollar un conocimiento científico sólido (Alfonso et al., 2020).

3.1 Enfoque de investigación

Enfocado en: el enfoque cuantitativo se ocupa de reunir y evaluar datos numéricos que están orientados a comprender, explicar o predecir fenómenos. Al recopilar los resultados, el enfoque cuantitativo utiliza técnicas y herramientas tales como estadísticas y matemáticas para analizar los resultados con el objetivo de establecer patrones, relaciones y generalizaciones y el grado en que se puede aplicar el

descubrimiento o la conclusión a una población más grande definida como propósito, tomando en consideración el mecanismo o el tamaño geográfico. Utiliza cuando es necesario medir las variables de una manera objetiva y precisa.

Por otro lado, la matriz cuantitativa resalta por la rigurosa estructuración del diseño y la aplicación de instrumentos estandarizados. La aportación más importante del presente enfoque se encuentra en la posibilidad de obtener resultados que son replicables y generalizables. Esto significa que a través de la recolección de información cuantificable, se pueden tomar decisiones en múltiples contextos lo cual puede ser replicable (Pimienta et al., 2018).

Esto se ubica dentro del enfoque cuantitativo porque “se basa en la recolección y el análisis de datos numéricos a partir de los cuales se pueden medir, calcular y evaluar objetivamente las condiciones de la explanada del terreno y la eficiencia del sistema de alcantarillado propuesto.

3.2 Tipo de investigación

La investigación aplicada busca resolver problemas concretos y prácticos en situaciones específicas, utilizando los hallazgos científicos para la mejora de procesos, productos o servicios. Es la solución de problemas que aporten un cambio en la práctica y no la gran generación de teoría.

Este tipo de investigación es típico de la ingeniería, la medicina o la educación, entre otras áreas, donde los resultados se aplican para mejorar las situaciones actuales y promover el ajuste. Tal tipo de investigación agrega algo sustancial y resulta ser útil en términos del desarrollo tecnológico y social (Pimienta et al., 2018).

Es de tipo aplicada porque busca resolver un problema concreto y real mediante el uso de conocimientos técnicos de la ingeniería civil.

3.3 Nivel de investigación

El nivel descriptivo en la investigación describe, no se dedica a encontrar relaciones causales o explicativas, y se limita a la mera identificación y demostración de las propiedades y los atributos directamente observables del objeto de estudio y la interpretación no pone el director de la investigación en un lugar pasivo, proporcionando una base clara y ordenada para posteriores análisis. En estudios en los que la comprensión de la realidad es premisa para poder seguir con explicaciones más elaboradas, este nivel resulta central. Al recolectar datos de forma sistemática y organizar la información, el nivel descriptivo logra un panorama general y detallado que permitirá a los investigadores delimitar y contextualizar de forma adecuada su campo de trabajo (Pimienta et al., 2018).

Este nivel es descriptivo pues se centra en detallar y caracterizar, las condiciones fisiográficas del suelo, el comportamiento el nivel freático, los parámetros técnicos indispensables para el diseño de un sistema de drenaje.

3.4 Diseño de la investigación

El diseño de investigación no experimental se refiere a diseñar observaciones y análisis de ciertos fenómenos por parte de un investigador sin intervenir en ellos o en las variables clave del estudio. En otros términos, en este diseño, las condiciones con lo que se anotan los datos son las mismas que las que ocurren en la vida real y puedes describirlas, correlacionarlas o explicarlas sin corromperlas. Ideal para investigaciones en las que la alteración directa no esté en condición de ocurrir o no sea adecuada éticamente.

Por otro lado, el diseño no experimental se describe en descriptivo, correlacional e explicativo, y comúnmente se emplea para investigar la relación entre variables y formular hipótesis. Es ideal para estudiar casos en escenarios naturales, permitiendo comprender procesos complejos y reales (Alfonso et al., 2020).

Esto se encuadra en un diseño de investigación no experimental puesto que no hay manipulación deliberada de variables, es decir, no se interviene directamente en el terreno

ni se compara con otros sistemas a través de pruebas de campo. Más bien, el estudio se asienta en facto de observación y análisis de las condiciones naturales ya existentes, como el nivel freático, la permeabilidad y las características del suelo, para posteriormente elaborar la propuesta técnica del Drenaje Francés el cual es evaluado en términos hidráulicos y económicos.

3.5 Método de la investigación

El método científico es un proceso sistemático que guía la investigación para obtener conocimiento válido y verificable. Consiste en formular preguntas claras, observar atentamente, formular hipótesis, experimentar y analizar los datos obtenidos con el fin de confirmar o refutar teorías. Este enfoque garantiza que los descubrimientos cualesquiera no sean el resultado de la casualidad o el sesgo subjetivo. Además, el método científico valora la repetibilidad y la objetividad, como consecuencia, los resultados pueden ser verificados por otros investigadores. Esta estructura lógica contribuye al avance del conocimiento científico y a la toma de decisiones fundamentadas en evidencia (Pimienta et al., 2018).

Se basa en el método científico porque sigue un proceso lógico, ordenado y sistemático para resolver un problema real. Inicia con la observación del terreno y la identificación de la acumulación de aguas subterráneas como una problemática vial; luego formula objetivos claros, recopila datos mediante exploraciones geotécnicas, ensayos de laboratorio y análisis de permeabilidad. Posteriormente, se diseña el dren francés y evalúa su factibilidad económica.

3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

La población en una investigación se refiere al conjunto completo de individuos, objetos o eventos que poseen características comunes y sobre los cuales se desea obtener conclusiones. Representa el universo del estudio y es fundamental definirla claramente

para garantizar que los resultados sean relevantes y aplicables al grupo de interés. La delimitación precisa de la población permite enfocar el análisis y planificar adecuadamente la recolección de datos.

Además, la población estadística varía entre finita e infinita en función del marco de observación establecido y naturaleza del estudio. En investigaciones aplicadas, seleccionar y conocer bien a la población es esencial para asegurar que las conclusiones obtenidas reflejen fielmente la realidad del fenómeno investigado (Alfonso et al., 2020).

La población está conformada por todas las secciones del terreno de la Avenida 28 de Julio en el distrito de Desaguadero que presentan presencia de aguas subterráneas o problemas de drenaje, susceptibles de ser intervenidas mediante un sistema de drenaje subterráneo.

3.6.2 *Muestra*

Un subgrupo representativo tomado de la población, que se utiliza para investigar un objeto si es imposible o irrazonable trabajar con toda la población. Una muestra competente proporciona una base para la fiabilidad y posibilidad de generalización de los resultados de estudios que utilizan métodos de muestreo clásicos. Importancia: los tamaños, la composición de la muestra tienen un fuerte impacto en la precisión y validez de los resultados.

Además, el proceso de muestreo puede ser probabilístico, lo que significa que todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados, o no probabilístico, es decir, seleccionado subjetivamente. La elección entre ambos tipos de muestra depende de los objetivos de la investigación, los recursos disponibles y el tipo de estudio (Alfonso et al., 2020).

El material estudiado en este informe corresponde a dos calicatas exploratorias efectuadas en la Avenida 28 de Julio. Cada uno tenía una profundidad de 1.50 metros y en ellos se identificaron y analizaron los diferentes estratos del suelo. En este caso, la

intencionalidad de las calicatas se justificó con características críticas del recorrido y, por lo tanto, se buscaron sitios donde hubiera humedad y presencia del nivel freático, para la recopilación de información.

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

Los procedimientos específicos utilizados para reunir información durante un estudio. Dependiendo del diseño y el enfoque de la investigación, estas técnicas pueden ser diferentes y para cualquier estudio estas pueden ser encuestas, entrevistas, observaciones, experimentos y otros. La implementación adecuada de las técnicas es vital para la validez y confiabilidad de los datos.

En tercer lugar, la selección de las técnicas también debe depender del contexto del estudio, la accesibilidad de la población y la naturaleza del fenómeno que se investiga. El conocimiento de estas técnicas ayudará al investigador a obtener la información correcta y necesaria para justificar sus hallazgos. (Pino, 2019).

- Observación directa.
- Muestreo de suelos.
- Ensayos de laboratorio.
- Análisis y diseño técnico.

3.7.2 Instrumentos

Instrumentos concretos de los que valerse para recoger la información, como son cuestionarios, pautas de entrevistas, listas de comprobación o escalas de medida, se debe destacar que son diseñados adecuadamente con la perspectiva de captar la información importante de manera adecuada, en donde todos posean la misma posibilidad de poner en juego sus capacidades según las características de la población y finalidad del estudio.

Por otro lado, un buen instrumento debe ser práctico, fácil de aplicar y poseer entendimiento por parte de los entrevistados, lo que asegura la calidad y consistencia de la información recopilada. La elección y adaptación de instrumentos adecuados contribuyen sustancialmente a la exitosa implementación del proceso investigativo (Pino, 2019).

- Estación total o nivel topográfico.
- Equipos de laboratorio.
- Software de cálculo y hojas de Excel.

3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

3.8.1 Validación

Validación es cuando se estudia la eficacia y la relevancia de si el instrumento de la herramienta de recopilación puede medir lo que intenta. Puede incluir revisión por pares, preprueba, análisis estadístico o cualquier otro mecanismo asegurando la relevancia y precisión del instrumento.

Por otro lado, la validación es vital para prevenir el sesgo y los errores que se pueden insertar en los hallazgos obtenidos. Uno instrumento válido genera la confianza en la fiabilidad de la información lograda, permitiendo que las decisiones sean tomadas en base a datos reales y avalados (Pimienta et al., 2018).

3.8.2 Confiabilidad

Se refiere a la estabilidad de las mediciones y a la coherencia interna del instrumento aplicado que produce cuando se utiliza en diferentes momentos o con diferentes grupos similares. Un instrumento confiable genera datos que pueden ser reproducidos y en su mayoría, están libres de errores aleatorios, aumentando la credibilidad del estudio.

Por otra parte, el uso de métodos estadísticos, como el coeficiente α de Cronbach o equivalentes, que determinan la confiabilidad es críticamente importante. Sin este paso,

las conclusiones formuladas con respecto son inválidas científicamente y no pueden considerarse verosímiles para futuras investigaciones (Pimienta et al., 2018).

3.9 Plan de recolección de datos

En la presente investigación se realizará los siguientes estudios básicos para la recolección de datos necesarios.

❖ Ubicación del estudio

Ubicación política.

Lugar	:	Desaguadero
Distrito	:	Desaguadero
Provincia	:	Chucuito
Departamento	:	Puno

Ubicación geográfica

Este	:	495351.69
Norte	:	8168354.53
Altitud	:	3834 m.s.n.m.

Figura 5

Vista satelital de la investigación



Nota. Tomada de Google Maps.

Tabla 2

Vías de accesos

N°	TRAMO	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE VIA	ESTADO DE LA VÍA
		Km	Min		
1	Juliaca-Desaguadero	191	3h 6min	Asfaltada	Regular
2	Puno-Desaguadero	147	2h 18min	Asfaltada	Regular
3	Yunguyo-Desaguadero	42	47min	Asfaltada	Regular
4	Chucuito-Desaguadero	127	1h 53min	Asfaltada	Buena
5	Platería-Desaguadero	119	1h 32min	Asfaltada	Buena
6	Ácora-Desaguadero	114	1h 26min	Asfaltada	Buena

TOTAL

740

11h 03min

Figura 6*Avenida 28 de Julio*

Se muestra la vía de estudio que es la Avenida 28 de Julio.

❖ **Levantamiento topográfico**

Para delimitar correctamente el área de estudio y poder analizarla en posterioridad, se realizó el levantamiento topográfico de la Avenida 28 de Julio. Es necesario llevarlo a cabo para obtener la representación fidedigna de la topografía del lugar, lo que es vital para planificar y diseñar proyectos dentro de ella. Los puntos de control empleados en el levantamiento y los datos obtenidos se muestran a continuación.

Figura 7*Levantamiento en la Avenida 28 de Julio*

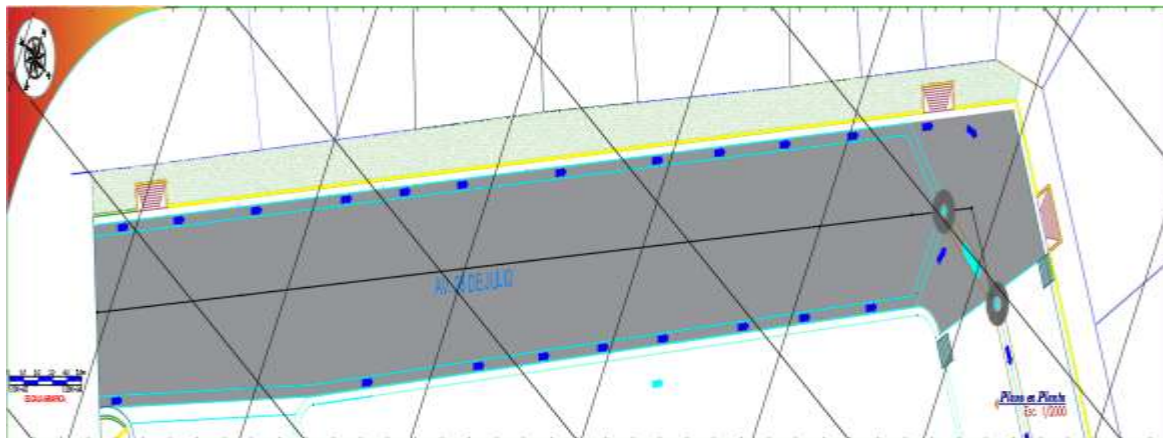


En esta sección se presenta el instrumento utilizado para el levantamiento topográfico de la Avenida 28 de Julio, con el propósito de obtener una base precisa para el desarrollo del proyecto. Este levantamiento permitió identificar los puntos de control necesarios para establecer referencias altimétricas y planimétricas, fundamentales en el diseño y trazado del sistema de drenaje francés.

Tabla 3

Puntos de control

Puntos	NORTE	ESTE	Descripción
1	8168524.1885	495894.3494	EST_01
2	8168483.6568	495860.5708	EST_02
3	8168443.6219	495912.9038	EST_03
4	8168324.5053	495756.3013	EST_04
5	8168383.0545	495684.5155	EST_05
6	8168515.3130	495815.1077	EST_06
7	8168668.1225	495793.2002	EST_07
8	8168701.7650	495833.2146	EST_08
9	8168670.8162	495930.4192	EST_09
10	8168594.4287	495849.7673	EST_10
11	8168568.1985	495724.4748	EST_11
12	8168525.9673	495723.0754	EST_12
13	8168489.3662	495791.4221	EST_13

Figura 8*Vista de la Avenida 28 de Julio***❖ Trabajo en campo**

Se llevaron a cabo dos calicatas en el tramo de la vía de estudio, con el objetivo de obtener información detallada sobre la composición del suelo en diferentes profundidades. De cada calicata, se extrajo una muestra representativa de cada estrato encontrado, asegurando que las muestras fueran representativas de las características geotécnicas del terreno. Las muestras fueron cuidadosamente almacenadas en bolsas herméticas para evitar cualquier alteración en sus propiedades. Posteriormente, estas muestras fueron transportadas al laboratorio especializado, donde se realizarán los ensayos correspondientes para determinar sus propiedades.

Figura 9*Extracción de muestras*



❖ Infiltración

El coeficiente de permeabilidad se desarrolla con la siguiente ecuación.

$$k = 2.0 * C * A * \frac{\Delta H}{t}$$

Donde:

k =conductividad hidráulica

C =Factor de forma

A =Área de la sección circular del barreno

t =tiempo del intervalo de observación

H =Carga promedio de la columna de agua en cada observación.

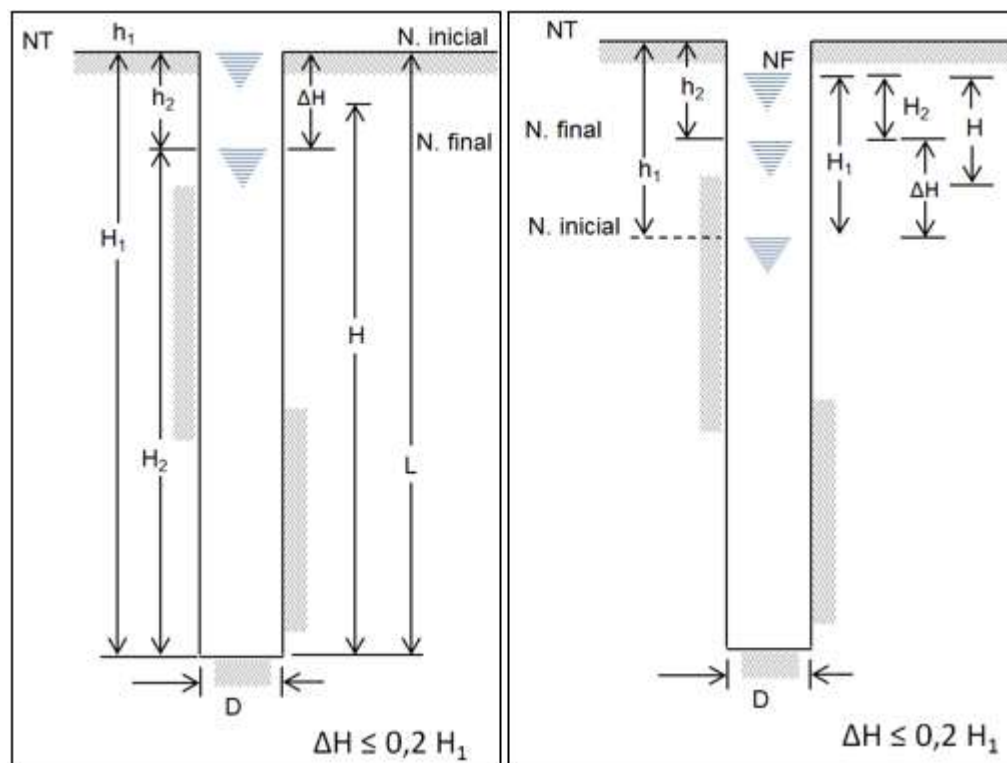
ΔH =Diferencia de carga de las columnas de agua inicial y final de cada observación.

La conductividad hidráulica se determina en sentido vertical, tomando únicamente en consideración la superficie del fondo de la perforación. Al no ascender la tubería durante

la prueba, no se forma una cámara de filtración. Asimismo, el ensayo puede realizarse bajo régimen de flujo constante o variable, con las modalidades correspondientes.

Figura 10

Flujo variable descenso y ascenso



Fuente: (CFE, 2021).

En las pruebas de flujo variable profundas, el método de cálculo cambia porque la altura de la columna de agua (H) determina directamente el tamaño de la zona filtrante, la cual se recalcula en cada toma de datos; asimismo, los coeficientes (C) varían con cada medición, y en las fórmulas la longitud L queda sustituida por H.

$$C = \frac{0.366 * \log |L + \sqrt{L^2 - D^2}|}{L}$$

❖ Diseño del dren francés

► **Determinación del tipo de geotextil filtrante**

- Criterio de retención (TAA).

$$TAA < D_{85} * B$$

TAA: Se define como el diámetro de abertura, un valor facilitado por el fabricante que indica el ancho de los huecos libres, expresado en milímetros.

D85: Corresponde al tamaño de partícula (mm) por debajo del cual pasa el 85 % del suelo al tamizar; se extrae de la curva granulométrica del material.

B: Factor adimensional que oscila entre 1 y 3 y está condicionado por la naturaleza del suelo, las condiciones de flujo y el tipo de geotextil empleado. Para suelos arenosos, arenas con grava, arenas limosas y arcillosas (cuando menos del 50 % pasa al tamiz No 200), B se determina en función del coeficiente de uniformidad Cu según la relación establecida.

$$Cu \leq 2 \text{ ó } \geq 8 : \text{ Usar } B=1$$

$$2 \leq Cu \leq 4 : \text{ Usar } B=0.5*Cu$$

$$4 < Cu < 8 : \text{ Usar } B=8/Cu$$

En suelos arenosos con mala distribución granulométrica, el coeficiente B debe situarse entre 1,5 y 2.

Cuando el material sea fino (es decir, más del 50 % pasa por el tamiz N° 200), el valor de B se ajusta según el tipo de geotextil utilizado.

Para los geotextiles no tejidos perforados por agujas, se fija B en 3. La norma AASHTO establece que, como mínimo, los geotextiles han de cumplir con los siguientes requisitos:

$$TAA < 0.3 \text{ mm}$$

Tabla 4

Propiedades del geotextil

PROPIEDADES	GEOTEXTIL NO TEJIDO		
	Norma	Unidad	NT 2500

Mecánicas	Método Grab resistencia a la Tensión Elongación.	AST. D-4622	N(lb) %	620 (141) > 50
	Resistencia al Punzonamiento.	ASTM.D-4833	N(lb)	360 (82)
	Método CBR	ASTM.D-6241	kN	1.8
	Resistencia al punzonamiento.	ASTM.D-4533	N(lb)	280 (64)
	Resistencia al Rasgado Trapezoidal.	ASTM.D-3786	kPa(psi)	1794 (260)
Hidráulicas	Tamaño de Abertura aparente	ASTM.D-4751	mm (N° tamiz)	0.180(80)
	Permeabilidad	ASTM.D-4491	cm/s	41 x 10 ⁻²
	Permitividad	ASTM.D-4491	S ⁻¹	1.7
	Retención de Asfalto	ASTM.D-6140	L/m2	N/A
Físicas	Espesor	ASTM.D-5199	mm	1.9
	Resist. UV@500 horas	ASTM.D-4355	%	> 70
	Rollo Ancho	Medido	m	4
	Rollo Largo	Medido	m	130
	Rollo Área	Calculado	m2	520
Función del Geotextil	Filtración			Si cumple
	Drenaje			Si cumple
	Protección			Si cumple

► Cálculo hidráulico para la escogencia del geotextil

$$\Psi = k / t$$

Donde:

Ψ =Permitividad (S⁻¹)

k =Permeabilidad del geocompuesto(m/s)

t =Espesor del geotextil de una cara del geocompuesto(m)

Con el caudal necesario por metro lineal de subdren ya determinado, se establece la permitividad del geotextil requerida aplicando la formulación de Darcy para flujo en medios porosos.

$$Q = k \times l \times A$$

$$Q = k \times \Delta h / t \times A$$

$$k / t = Q / (\Delta h \times H \times L)$$

$$\Psi_{req} = Q / (\Delta h \times H \times L)$$

$$\Psi_{req} = q_w / (\Delta h \times H)$$

Donde:

Ψ_{req} =Permitividad requerida del geotextil(k/t).

qw =Caudal por unidad de longitud (teniendo el caudal final y la longitud del tramo en consideración (Q/L).

Q =Caudal total a evacuar calculado.

Δh =Cabeza hidráulica, que es igual a la altura del subdrenaje.

A =Área conformada por la cara perpendicular a la entrada del caudal.

H =Altura del subdrén.

L =Longitud del tramo de drenaje.

► Factores de reducción para geotextiles en aplicaciones de drenaje

Tabla 5

Factores de reducción- (geotextiles para drenajes)

Área	Colmatación FR_{SCB}	Reducción de vacíos por creep FR_{CR}	Intrusión en vacío FR_{IN}	Colmataciones químicas FR_{CC}	Colmataciones biológicas FR_{BC}
Filtros en el espaldón de muros de contención	2.0 a 4.0	1.5 a 2.0	1.0 a 1.2	1.0 a 1.2	1.0 a 1.3
Sistema de Subdrenaje	2.0 a 10.0	1.0 a 1.5	1.0 a 1.2	1.2 a 1.5	2.0 a 4.0
Filtros de control de erosión	2.0 a 10.0	1.0 a 1.5	1.0 a 1.2	1.0 a 1.2	2.0 a 4.0
Filtros en rellenos sanitarios	2.0 a 10.0	1.5 a 2.0	1.0 a 1.2	1.2 a 1.5	2.0 a 5.0
Drenaje por gravedad	2.0 a 4.0	2.0 a 3.0	1.0 a 1.2	1.2 a 1.5	1.2 a 1.5
Drenaje por presión	2.0 a 3.0	2.0 a 3.0	1.0 a 1.2	1.1 a 1.3	1.1 a 1.3

Fuente: (GEOSISTEMAS PAVCO S.A., 2009).

$$\Psi_{adm} = \Psi_{ult} / (FR_{SCB} * FR_{CR} * FR_{IN} * FR_{CC} * FR_{BC})$$

Donde:

Ψ_{adm} =Permitividad admisible.

Ψ_{ult} =Permitividad última, entregada por el fabricante.

FRSCB =Factor de reducción por colmatación y taponamiento.

FRCR =Factor de reducción por creep o fluencia.

FRIN =Factor de reducción por intrusión.

FRCC =Factor de reducción por colmatación química.

FRBC =Factor de reducción por colmatación biológica.

► **Caudal por infiltración**

$$Q_{inf} = IR * B * L * F_i * FR$$

Donde:

IR: Máxima precipitación horaria con frecuencia anual propia del área del proyecto, según las curvas IDF (intensidad-duración-frecuencia) vigentes en las distintas regiones del Perú. Normalmente se emplean duraciones de entre 60 y 120 minutos, eligiendo la curva correspondiente a un período de retorno de 2 años.

B: En subdrenajes longitudinales, representa la semibanca de la vía (es decir, la mitad del ancho total). Para sistemas transversales, equivale al espacio que media entre dos drenajes consecutivos.

L: Longitud total del tramo de drenaje considerado.

F_i: Coeficiente de infiltración, cuyo valor debe consultarse en la tabla correspondiente.

F_r: Coeficiente de retención de la base, que refleja la reducción de permeabilidad que experimenta con el uso a lo largo del tiempo (véase la tabla asociada)

Tabla 6

Valores para (F_i)

Tipo de carpeta	F _i
-----------------	----------------

Carpetas asfálticas muy bien conservadas	0.3
Carpetas asfálticas normalmente conservadas	0.4
Carpetas asfálticas pobremente conservadas	0.5
Carpetas de concreto de cemento portland	0.67

Fuente: (GEOSISTEMAS PAVCO S.A., 2009).

Tabla 7

Valores para (Fr)

Tipo de carpeta	Fr
Bases bien gradadas, en servicio 5 años o más	1/4
Bases bien gradadas, en servicio menos de 5 años	1/3
Bases de gradación abierta, en servicio 5 años o más	1/3
Bases de gradación abierta, en servicio menos de 5 años	1/2

Fuente: (GEOSISTEMAS PAVCO S.A., 2009).

Figura 11

Intensidad de precipitaciones

PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS (mm)													
AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PREC. MAX
2004	23.60	35.10	10.00	4.40	0.70	0.00	17.20	17.50	6.80	0.00	2.60	22.00	35.10
2005	18.00	23.30	60.40	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.40	16.10	11.50	27.30	60.40
2006	40.00	52.80	57.40	20.90	0.60	2.00	0.00	0.00	5.30	18.10	20.80	12.50	57.40
2007	8.00	16.00	48.40	18.60	0.00	0.00	9.90	3.40	6.40	4.90	12.10	8.80	48.40
2008	31.60	15.90	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	0.00	6.50	8.20	26.90	31.60
2009	20.00	60.90	29.00	10.40	0.00	0.00	1.80	0.00	2.60	37.00	14.60	29.70	60.90
2010	45.20	17.00	4.20	7.70	14.40	0.00	0.00	0.00	24.00	20.60	14.30	24.80	45.20
2011	26.50	36.30	33.00	17.00	3.80	0.00	9.10	0.00	16.90	5.40	19.70	19.30	36.30
2012	39.70	24.40	28.80	14.00	0.00	0.80	2.50	1.00	0.00	19.40	19.40	20.40	39.70
2013	53.70	22.50	15.40	0.00	15.30	27.60	1.30	13.00	0.00	26.60	17.60	29.70	53.70

Debido a que no se dispone de información de descargas puntuales en el área en estudio, se trabajó con la serie de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Puno fue ajustada a la distribución Log Pearson Tipo III

a) Método de Log Pearson Tipo III

Para el uso de esta distribución se convierten los valores de la serie a sus logaritmos decimales y se hallan los siguientes parámetros:

Media
$$\bar{y} = \frac{\sum \log x}{n}$$

Desviación estándar
$$S_v = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{n-1}}$$

Coeficiente de asimetría (sesgo)
$$C_s = \frac{n \sum (\log x - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)(\sigma_{\log x})^3}$$

El valor de x para cualquier nivel de probabilidad se puede calcular a partir de:

$$y_T = \bar{y} + K_T S_y$$

Periodo de retorno:

$$P = \frac{m}{N+1} \text{ (Weinbull)} \quad (3.5)$$

$$T = \frac{1}{P} \quad (3.6)$$

P: Probabilidad de excedencia; N: Número total de valores de la muestra; m: Número de orden de los valores ordenados de mayor a menor

Tabla 8

Intensidad Máxima - Método Log Peáron Tipo III ajuste de las Precipitaciones Máximas en 24 Horas - Estación Mazo Cruz

EVENTO	P. Max 24H (mm)	PROB.	T	Log P	LogP - media	(LogP - media)^2	(LogP - media)^3
1	35.10	0.09	11.00	1.55	-0.11	0.0131	-0.0015

2	60.40	0.18	5.50	1.78	0.12	0.0147	0.0018
3	57.40	0.27	3.67	1.76	0.10	0.0098	0.0010
4	48.40	0.36	2.75	1.68	0.03	0.0006	0.0000
5	31.60	0.45	2.20	1.50	-0.16	0.0256	-0.0041
6	60.90	0.55	1.83	1.78	0.12	0.0156	0.0019
7	45.20	0.64	1.57	1.66	0.00	0.0000	0.0000
8	36.30	0.73	1.38	1.56	-0.10	0.0100	-0.0010
9	39.70	0.82	1.22	1.60	-0.06	0.0037	-0.0002
10	53.70	0.91	1.10	1.73	0.07	0.0049	0.0003
SUMA	468.70			16.60	0.00	0.0981	-0.0018

N:	10	Sv:	0.104
Y:	1.66	Sesgo:	-0.216

Factor de frecuencia "k" se obtiene interpolando el coeficiente de asimetría o sesgo en la siguiente tabla.

Figura 12

Valores de "K"

Coeficiente de Asimetría (sesgo = 0.336)	Periodo de retorno en años							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Porcentaje de Probabilidad de ocurrencia							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
-0.20	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.216	0.045	0.852	1.249	1.655	1.908	2.128	2.372	2.788
-0.30	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675

Fuente: Hidrología. Wendor Chereque Moran-Lima-Perú.

Tabla 9

Precipitaciones Máximas en 24 Horas - Método Log Pearson Tipo III

Periodo de Retorno (T)	Probabilidad (%)	Factor de frecuencia K	Log P = (Yt)	P. Máx. 24 H. (mm)
2	50	0.045	1.664474227	46.18
5	20	0.852	1.748786189	56.08
10	10	1.249	1.790250951	61.70

25	4	1.655	1.832609494	68.02
50	2	1.908	1.859001097	72.28
100	1	2.128	1.881980461	76.20
200	0.5	2.372	1.907542201	80.82
1000	0.1	2.788	1.950898515	89.31

Intensidad Máxima de Precipitación (mm/hora)

El cálculo de las intensidades máximas de precipitación horaria, para el periodo de retorno generado a partir de las precipitaciones máximas en 24 horas, ha sido efectuado en base a la correlación estadística entre ambas variables cuya expresión matemática fue establecida por Yance Tueros:

$$I_{\max} = 0.4602 (P_{\max})^{0.875}$$

$I_{\max}$ = Intensidad máxima horaria

$P_{\max}$ = Precipitación máxima en 24 hrs. (mm)

Los valores de las Intensidades Máximas Horarias están en (mm/h).

Tabla 10

Intensidades Máximas Horarias

Periodo de Retorno (T) (años)	P. Máx. 24 H. (mm)	Intensidad Máxima horaria (mm/h)
2	46.18	13.16
5	56.08	15.60
10	61.70	16.96
25	68.02	18.47
50	72.28	19.48
100	76.20	20.40
200	80.82	21.48
1000	89.31	23.44

Para el presente proyecto se considerará un periodo de retorno de 25 años para para el diseño de las diferentes estructuras de drenaje. Siendo la intensidad de 18.54 mm/h.

► Caudal por abatimiento del nivel freático

$$Q_{NF} = k * i * A_a$$

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

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

Donde:

k = Es el coeficiente de permeabilidad del suelo adyacente.

i = Es el gradiente hidráulico.

Nd = Cota inferior del subdrén.

Nf = Cota superior del nivel freático.

Aa = 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.

Una vez estimados los caudales de aporte al sistema se obtiene el caudal de diseño:

$$QT = Q_{inf} + Q_{NF}$$

► Dimensionamiento de la sección transversal

Teniendo el caudal total, el cual es la suma de los caudales calculados, se realiza el siguiente procedimiento:

$$Q_T = V * i * A \quad (8.4)$$

Donde:

Q T = Caudal total

V = Velocidad de flujo, la cual depende de la pendiente longitudinal y del tamaño del agregado usado en el subdrén. (Ver Figura 16)

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

A = Área de la sección transversal del subdrén, normalmente se fija el ancho y se despeja su altura.

Una vez obtenida la sección transversal del subdrén, se puede calcular su perímetro. La longitud de desarrollo del geotextil corresponde al perímetro más el traslapo (0.25 - 0.35m).

Cuando se busca mejorar el rendimiento de los sistemas de subdrenaje, una estrategia técnica bastante eficaz consiste en incorporar una tubería con perforaciones en el interior del subdrén. Esta solución permite optimizar la capacidad del sistema para evacuar el agua acumulada, ya que facilita el ingreso de un mayor volumen de líquido a través de la misma área transversal del conducto. En otras palabras, al permitir el paso de más caudal sin necesidad de ampliar el tamaño de la estructura, se logra una mejora significativa en la eficiencia hidráulica. Para seleccionar adecuadamente el diámetro de la tubería a instalar, es habitual recurrir a la fórmula de Manning, la cual se utiliza ampliamente en ingeniería hidráulica para analizar el flujo en canales abiertos y conducciones. El procedimiento común implica asumir inicialmente un valor estimado para el diámetro de la tubería, el cual se evalúa luego frente a la ecuación. Si los parámetros calculados no satisfacen los requisitos del diseño, se ajusta el valor hasta alcanzar un resultado que cumpla con las condiciones técnicas deseadas.

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

Donde:

Q T = Caudal total calculado

n = Coeficiente de Manning. Para tubería perforada usualmente es 0.013

A = Área del tubo

R = A T/P T (Área total / Perímetro total) A tubo lleno

S = Pendiente del subdrén

El nivel freático o superficie superior del flujo debe permanecer siempre por debajo de la elevación de la subrasante. Con base en este criterio se define la profundidad del subdrenaje (Nd).

3.9.1 *Análisis e interpretación de los resultados*

El análisis de resultados es una etapa fundamental en cualquier investigación, ya que consiste en examinar y procesar los datos recolectados para extraer información significativa que permita responder a las preguntas o hipótesis planteadas. Esta fase implica organizar los datos de forma sistemática, utilizando técnicas estadísticas, tabulaciones, gráficos y comparaciones para identificar patrones, tendencias y relaciones relevantes dentro de la información obtenida. Un análisis riguroso contribuye a evitar interpretaciones erróneas y asegura la objetividad en la evaluación de los resultados.

Por otro lado, la interpretación de los resultados va más allá del simple análisis descriptivo. Consiste en asignar significado a los datos, relacionándolos con el marco teórico y los objetivos de la investigación. En esta etapa, el investigador debe contextualizar los hallazgos, evaluando si apoyan o refutan las hipótesis planteadas, y discutir sus implicaciones en el campo de estudio. La interpretación también permite identificar limitaciones del estudio y proponer posibles explicaciones para resultados inesperados.

Finalmente, el análisis e interpretación conjunta facilitan la generación de conclusiones sólidas y fundamentadas que pueden orientar futuras investigaciones o la toma de decisiones prácticas. Esta fase es esencial para traducir datos crudos en conocimiento útil, aportando claridad y profundidad a los hallazgos y garantizando que los objetivos del estudio se cumplan de manera efectiva.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos

En este apartado se presentan los resultados correspondientes a cada uno de los objetivos planteados en la investigación. Se detallan las características geotécnicas del suelo en la Avenida 28 de Julio, información fundamental para la toma de decisiones en el diseño. Asimismo, se expone la propuesta técnica del diseño del drenaje francés como solución para el control y evacuación de aguas subterráneas. Finalmente, se incluye un presupuesto estimado que contempla los costos asociados a la implementación del sistema propuesto.

4.1.1 Características del suelo en la Avenida 28 de Julio, ubicada en el distrito de Desaguadero, para el diseño de un dren francés

Se presentan los resultados obtenidos a partir de la exploración de dos calicatas realizadas en el área de estudio, cada una con una profundidad de 1.50 metros. En ambas calicatas se identificaron dos estratos diferenciados, correspondientes a distintos niveles del perfil del suelo.

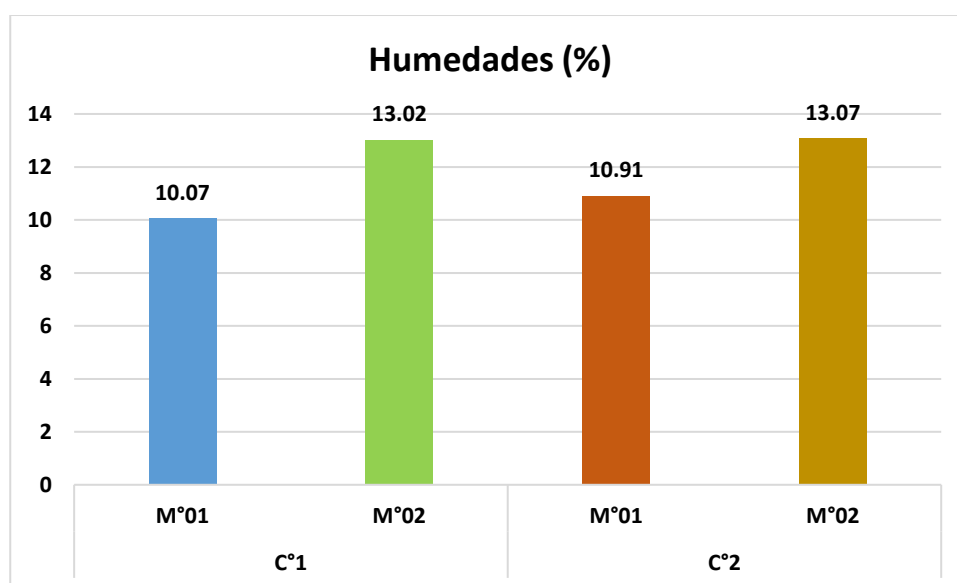
Tabla 11

Humedades en las muestras

CALICATA	MUESTRAS	PROFUNDIDAD	HUMEDAD %
C-1	M°01	0.00 – 1.00 m	10.07
	M°02	1.00 – 1.50 m	13.02
C-2	M°01	0.00 – 1.00 m	10.91
	M°02	1.00 – 1.50 m	13.07

Figura 13

Humedades en las muestras



Se muestra el porcentaje de humedad presente en las muestras de suelo obtenidas de dos calicatas (C-1 y C-2) a diferentes profundidades. En la calicata C-1, la humedad varió desde un 10.07 % en la muestra M°01 (0.00 – 1.00 m) hasta un 13.02 % en M°02 (1.00 – 1.50 m), indicando un incremento con la profundidad. De manera similar, en la calicata C-2, los valores oscilaron entre 10.91 % y 13.07 %. Estos resultados reflejan una tendencia común en suelos con presencia de nivel freático cercano, donde la humedad aumenta en niveles más profundos.

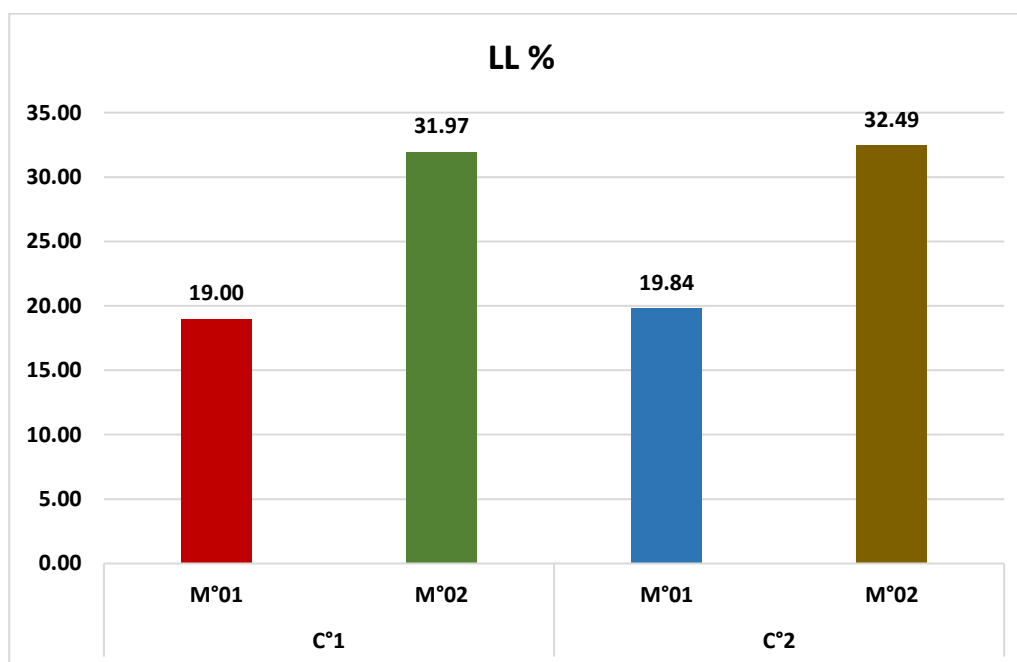
Tabla 12

Resultados del LL

CALICATA	MUESTRAS	LL %
C°1	M°01	19.00
	M°02	31.97
C°2	M°01	19.84
	M°02	32.49

Figura 14

Resultados del LL



Se muestra los resultados del límite líquido (LL %) obtenidos en las muestras de suelo de las calicatas C-1 y C-2. En la calicata C-1, la muestra M°01 presenta un LL de 19.00 %, mientras que la M°02 alcanza un 31.97 %. De manera similar, en la calicata C-2, el LL varía de 19.84 % en M°01 a 32.49 % en M°02. Se observa un incremento del límite líquido con la profundidad, lo que indica una mayor presencia de finos en los niveles más profundos.

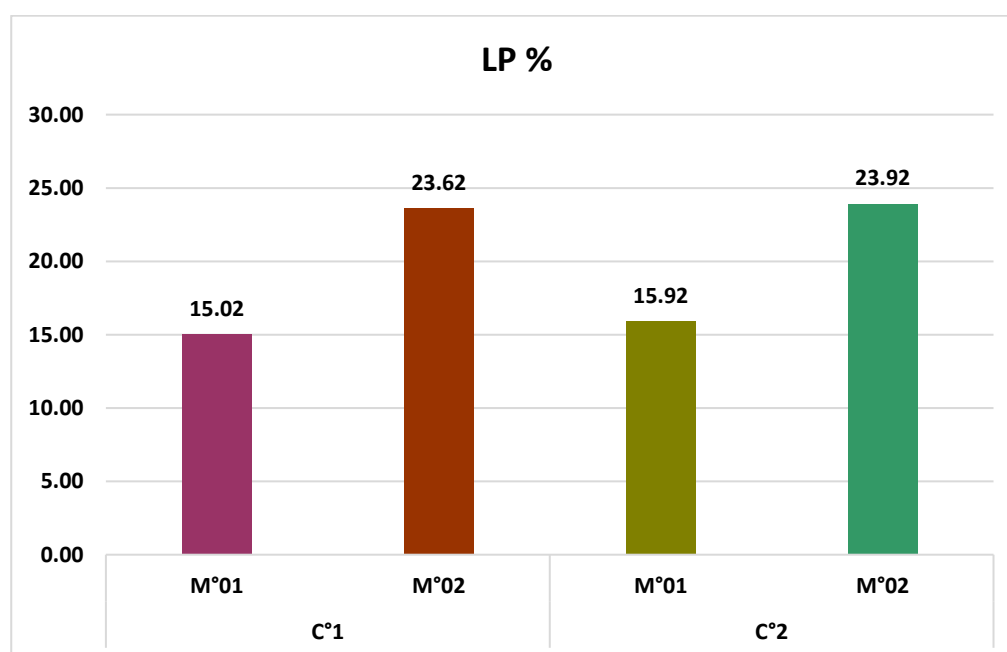
Tabla 13

Resultados del LP

CALICATA	MUESTRAS	LP %
C°1	M°01	15.02
	M°02	23.62
C°2	M°01	15.92
	M°02	23.92

Figura 15

Resultados del LP



Se muestra los valores del (LP %) obtenidos en las muestras de suelo de las calicatas C-1 y C-2. En C-1, la muestra M°01 presentó un LP de 15.02 %, mientras que la M°02 alcanzó un valor mayor de 23.62 %. De forma similar, en la calicata C-2, los valores oscilaron entre 15.92 % y 23.92 %, respectivamente. Al igual que en los resultados del límite líquido, se evidencia un aumento del LP con la profundidad, lo que sugiere un contenido más elevado de finos en los estratos inferiores.

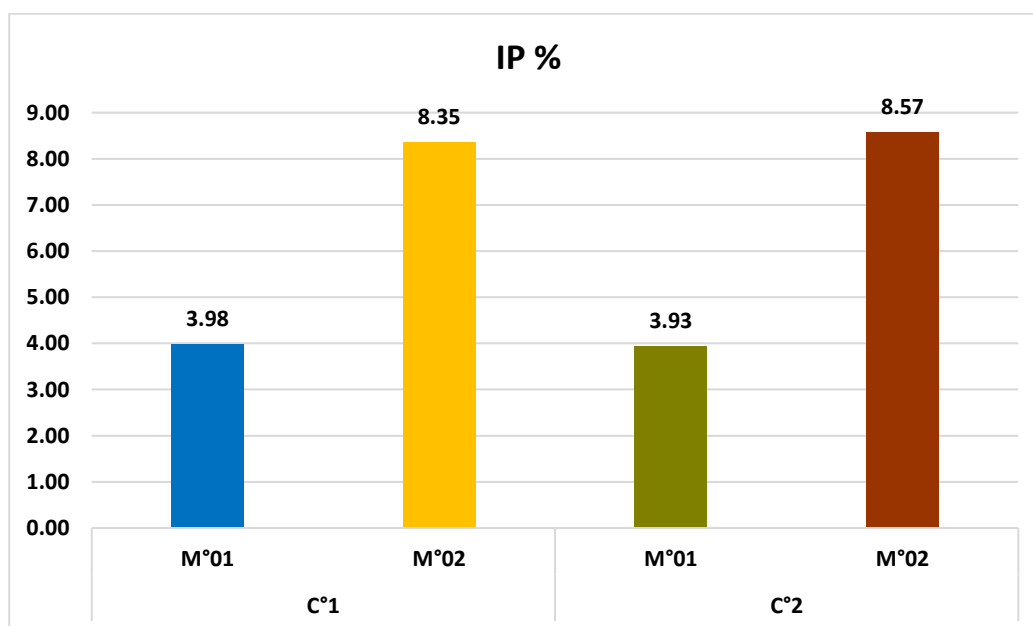
Tabla 14

Resultados del IP

CALICATA	MUESTRAS	IP %
C°1	M°01	3.98
	M°02	8.35
C°2	M°01	3.93
	M°02	8.57

Figura 16

Resultados del IP



Se presenta los valores del índice de plasticidad (IP %) obtenidos en las muestras de suelo de las calicatas C-1 y C-2. En ambos casos, se observa un incremento del IP con la profundidad. En la calicata C-1, la muestra M°01 registró un IP de 3.98 %, mientras que la M°02 alcanzó 8.35 %. De manera similar, en la calicata C-2, el IP varió de 3.93 % a 8.57 %. Estos valores indican una baja a moderada plasticidad en los suelos analizados, lo cual es favorable para el diseño del drenaje francés.

Tabla 15

Gradación de la (C°1-M°1)

Tamiz	Retenido	%Retenido	%Acumulado	% Pasante
2"	49.500	3.288	3.288	96.712
1 1/2"	81.900	5.440	8.728	91.272
1"	100.200	6.656	15.384	84.616
3/4"	70.590	4.689	20.072	79.928
1/2"	65.200	4.331	24.403	75.597
3/8"	105.800	7.028	31.431	68.569
1/4"	78.300	5.201	33.344	66.656
No4	92.600	6.151	42.782	57.218
No10	138.500	9.200	51.982	48.018
No20	111.550	7.409	59.392	40.608
No40	89.510	5.946	65.337	34.663
No100	58.950	3.916	69.253	30.747
No200	79.560	5.285	74.537	25.463
BASE	383.340	25.463	100.000	0.000
TOTAL	1505.500	100.000		
% PERDIDA	25.463			

Figura 17

Gradación de la (C°1-M°1)

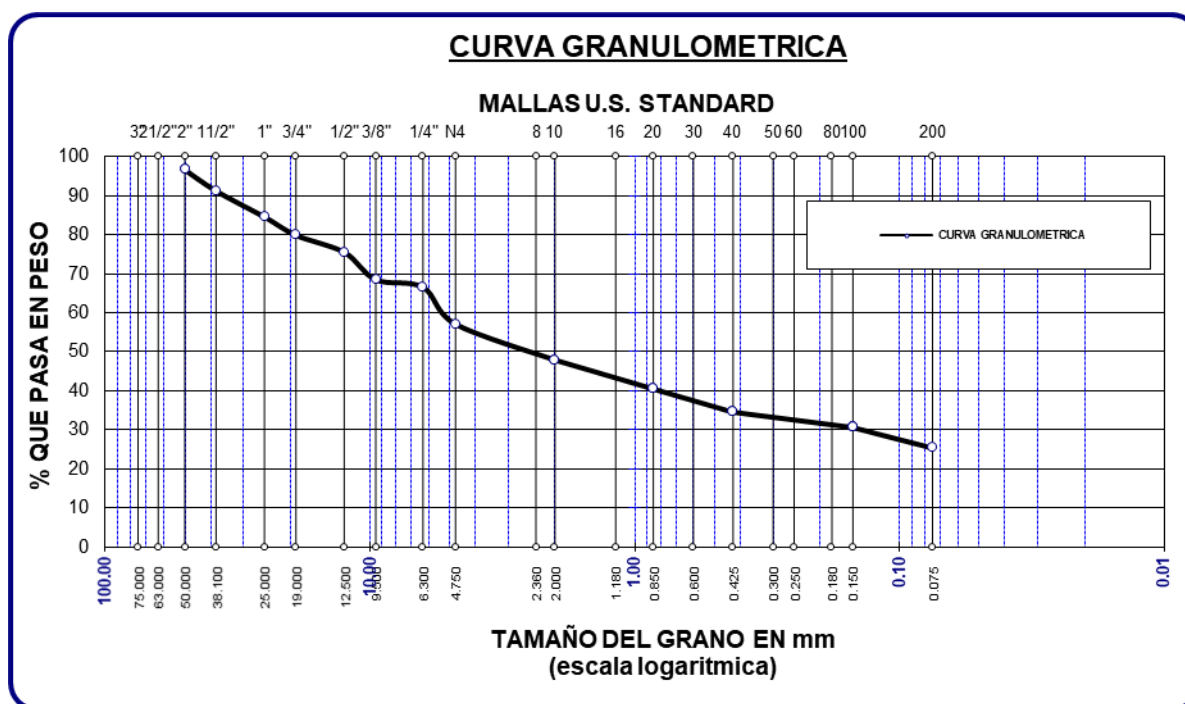


Tabla 16

Gradación de la (C°1-M°2)

Tamiz	Retenido	%Retenido	%Acumulado	% Pasante
3/8"	2.400	0.217	0.217	99.783
No4	22.070	1.996	2.213	97.787
No10	38.220	3.457	5.671	94.329
No20	41.130	3.720	9.391	90.609
No40	59.890	5.417	14.809	85.191
No80	128.880	11.658	20.796	79.204
No100	95.640	8.651	35.118	64.882
No200	217.250	19.652	54.770	45.230
BASE	500.020	45.230	100.000	0.000
TOTAL	1105.500	100.000		
% PERDIDA	45.230			

Figura 18

Gradación de la (C°1-M°2)

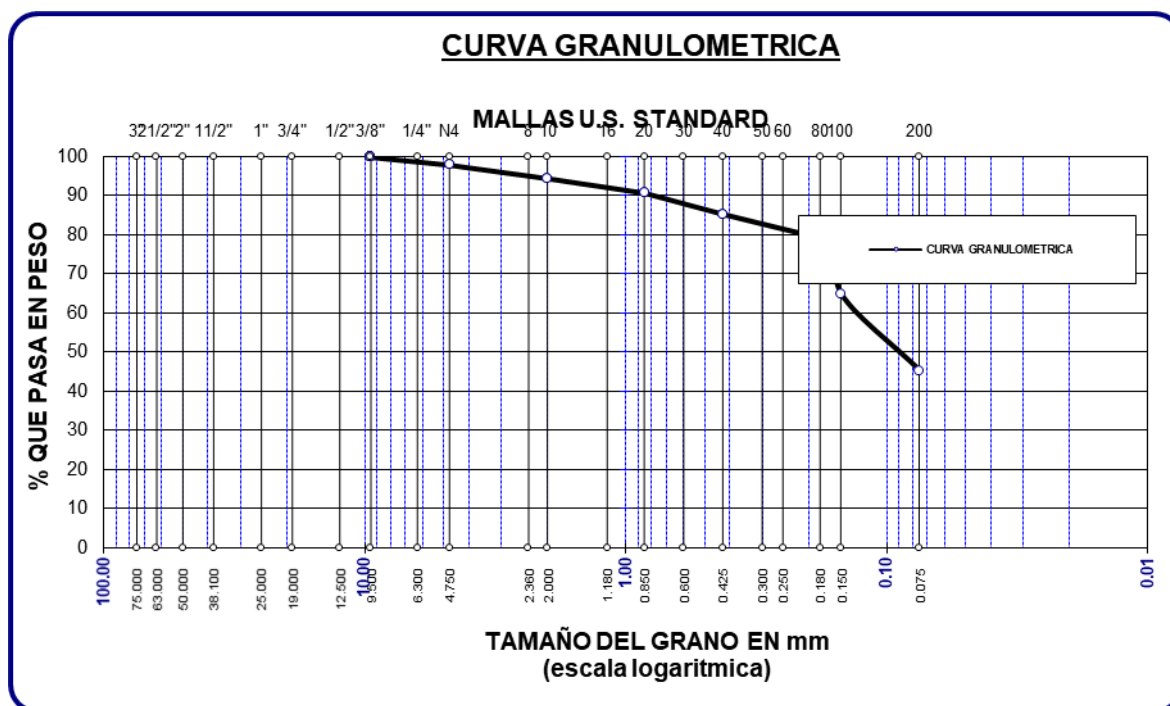


Tabla 17

Gradación de la (C°2-M°1)

Tamiz	Retenido	%Retenido	%Acumulado	% Pasante
2"	47.980	3.187	3.187	96.813
1 1/2"	82.140	5.456	8.643	91.357
1"	98.570	6.547	15.190	84.810
3/4"	72.650	4.826	20.016	79.984
1/2"	67.440	4.480	24.496	75.504
3/8"	103.260	6.859	31.354	68.646
1/4"	80.250	5.330	33.498	66.502
No4	93.650	6.221	42.905	57.095
No10	135.770	9.018	51.924	48.076
No20	113.870	7.564	59.487	40.513
No40	90.560	6.015	65.502	34.498
No100	60.450	4.015	69.518	30.482
No200	80.450	5.344	74.862	25.138
BASE	378.460	25.138	100.000	0.000
TOTAL	1505.500	100.000		
% PERDIDA	25.138			

Figura 19

Gradación de la (C°2-M°1)

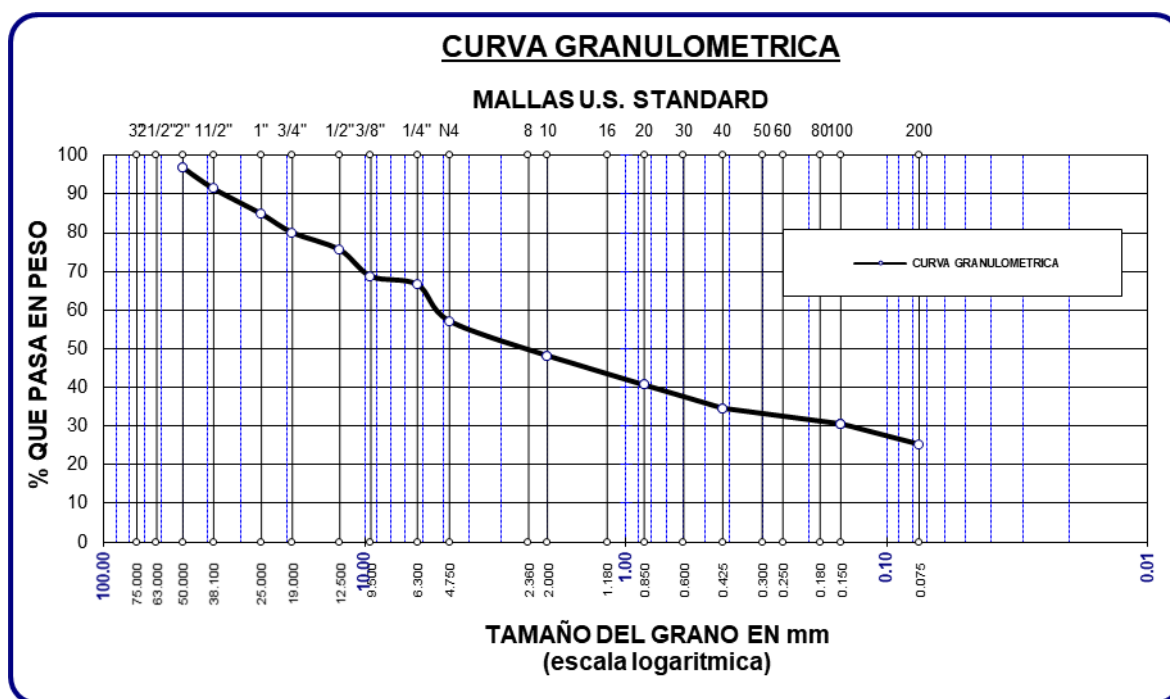


Tabla 18

Gradación de la (C°2-M°2)

Tamiz	Retenido	%Retenido	%Acumulado	% Pasante
3/8"	2.780	0.251	0.251	99.749
No4	24.560	2.222	2.473	97.527
No10	40.510	3.664	6.137	93.863
No20	42.150	3.813	9.950	90.050
No40	60.540	5.476	15.427	84.573
No80	99.780	9.026	18.315	81.685
No100	100.540	9.095	33.547	66.453
No200	210.650	19.055	52.602	47.398
BASE	523.990	47.398	100.000	0.000
TOTAL	1105.500	100.000		
% PERDIDA	47.398			

Figura 20

Gradación de la (C°2-M°2)

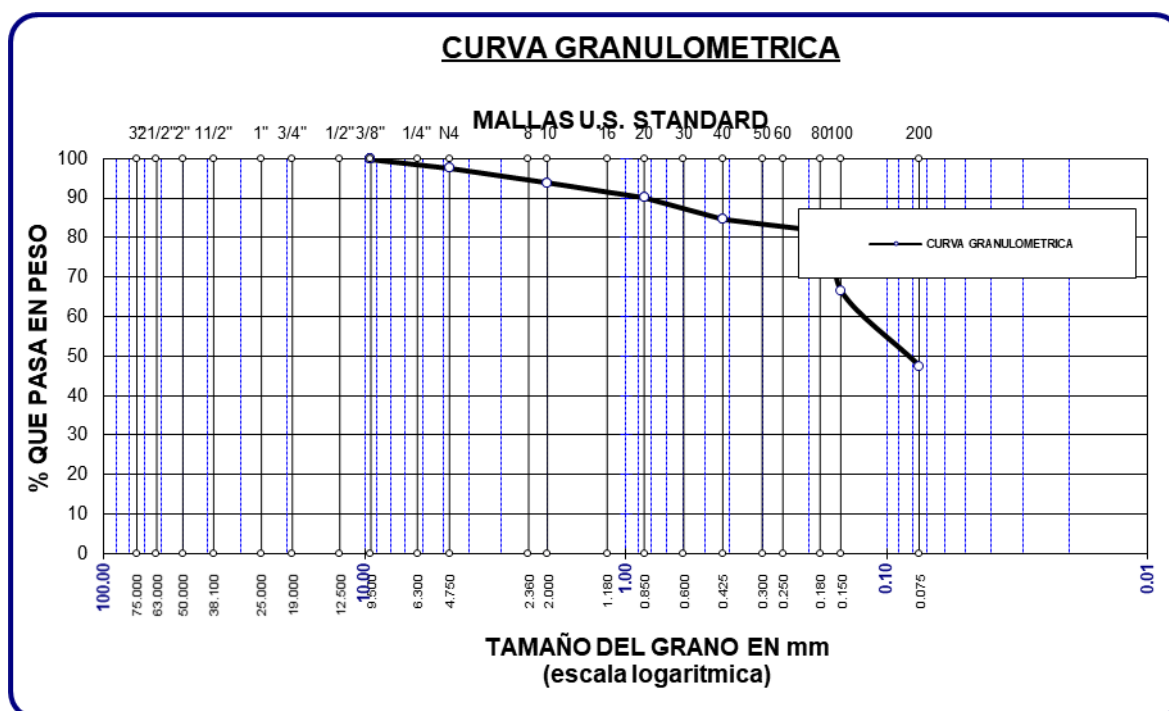


Tabla 19

Clasificaciones de los suelos

Calicata	Muestras	Profundidad	SUCS
C°1	M°01	0.00 – 1.00 m	GM
	M°02	1.00 – 1.50 m	ML
C°2	M°01	0.00 – 1.00 m	GM
	M°02	1.00 – 1.50 m	ML

Se muestra la clasificación de los suelos obtenidos en las calicatas C-1 y C-2, aplicando el (SUCS).

❖ Permeabilidad del suelo

Donde N_f : 0.60m

Tiempo de observación: 1800s

Diámetro de barreno: 0.10m

$Z_0 = N_f + P$ (Prof. Del fondo + P, si no hay N_f): 0.60m

Área circular (A): 0.00785 m²

Factor de forma(C): 3.183

Tabla 20

Profundidades y velocidades tomadas

PROFUNDIDADES Y VELOCIDADES	OBSERVACIONES				
	1	2	3	4	5
h1, profundidad del nivel inicial, en m	0	0	0	0	0
h2, profundidad del nivel final, en m	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28
ΔH , diferencia de niveles= h2-h1, en m	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28
Velocidad= $\Delta H/t$, en m/s	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016

Tabla 21

Permeabilidad

H1 diferencia Z0 y h1 (m)	H2 dif. Z0 y h2 (m)	ΔH (m)	$H = (H1+H2)/2$ (m)	C (1/m)	k (m/s)
0.6	0.31	0.29	0.46	0.05	2.58E-07
0.6	0.31	0.29	0.46	0.05	2.58E-07
0.6	0.32	0.28	0.46	0.05	2.47E-07
0.6	0.32	0.28	0.46	0.05	2.47E-07
0.6	0.32	0.28	0.46	0.05	2.47E-07

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (k): 2.5×10^{-5} cm/s

El coeficiente de permeabilidad en el campo fue de $K = 0.000025$ cm/seg. Durante la excavación, se detectó la presencia de agua, lo que indica que el nivel freático se encuentra a una profundidad de 0.60 m. Además, el factor de forma o constante utilizado en el diseño fue $C = 0.05$ 1/m.

4.1.2 *Diseño del dren francés para el control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero*

- **Caudal por infiltración.**

$$Q_{inf} = I_R * B * L * F_i * F_R$$

$I_R = 18.47$ mm/h = 0.000005130556 m/s.

Se toma el valor del ancho de vía = promedio 6.50 m./2 = 3.25

$B = 3.25$ m (Semibanca)

$L = 60.0$ m

$F_i = 0.67$

$F_R = 1/3$

$$Q_{inf} = 0.000005130556 \text{ m/s} * 3.25 \text{ m} * 60.0 \text{ m} * 0.67 * 1/3$$

$$Q_{inf} = 2.234357 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 0.2234 \text{ L/s}$$

- **Caudal por abatimiento del nivel freático.**

$$Q_{NF} = k * i * Aa$$

$$k = 2.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$i = (N_d - N_f) / B = (1.10 - 0.60) / 3.25 = 0.1538$$

$$Aa = (N_d - N_f) * L = 0.50 \text{ m} * 60.0 \text{ m} = 30.0 \text{ m}^2$$

$$Q_{NF} = 2.5 \times 10^{-5} \text{ m/s} * 0.1538 * 30.0 \text{ m}^2$$

$$Q_{NF} = 1.1535 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

El nivel freático se sitúa a ambos costados del corte transversal del subdrenaje.

$$Q_{NF} = 1.1535 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} * 2 = 2.307 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$QT = Q_{inf} + Q_{NF} = 2.234357 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} + 2.307 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$QT = 4.5413 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$QT = V * i * A$$

El material seleccionado para ser utilizado como elemento filtrante dentro del sistema de drenaje corresponde a un tipo de grava de características homogéneas, cuyo tamaño de partícula ha sido clasificado en aproximadamente 19 milímetros, equivalente a tres cuartos de pulgada ($\frac{3}{4}$ ").

$$V = 0.32 \text{ cm/s} = 0.0032 \text{ m/s}$$

$$i = 1$$

$$A = (4.5413 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}) / (0.0032 \text{ m/s})$$

$$A = 0.1419 \text{ m}^2$$

- **Dimensionamiento de la sección transversal.**

Para definir las dimensiones de la zanja destinada al drenaje, se establece inicialmente el ancho, que comúnmente coincide con el tamaño de la cuchara de la retroexcavadora utilizada en la obra. A partir de ese valor, se procede a determinar la

longitud necesaria que permita alcanzar el área transversal previamente calculada para cumplir con los requisitos de diseño hidráulico. En situaciones donde la excavación se realice de manera manual, se sugiere como referencia un ancho mínimo de aproximadamente 0.50 metros, con el fin de garantizar una adecuada capacidad de conducción del flujo y facilitar las labores constructivas.

$$A = L * \text{ancho}$$

$$A = 0.1419 \text{ m}^2$$

$$\text{base} = 0.40 \text{ m}$$

$$H = 0.13/0.40 = 0.3547 \approx 0.40 \text{ m Aprox.}$$

Sección Transversal 0.40 x 0.40 m.

- **Criterio de retención (TAA).**

$$TAA < B * D_{85}$$

$B = 1$; En el caso de materiales granulares como las arenas limpias, arenas con contenido de grava, arenas con presencia de limo o aquellas con trazas de arcilla siempre que menos del 50% del material pase por el tamiz número 200, el valor del parámetro B se establece inicialmente como igual a 1. No obstante, este valor puede ajustarse dependiendo de las características granulométricas del suelo, específicamente en función del coeficiente de uniformidad (C_u), el cual permite evaluar la distribución de tamaños de las partículas en la muestra.

$$C_u \leq 2 \text{ ó } \geq 8 : \text{ Usar } B=1$$

$$\text{Donde } C_u = D_{60} / D_{10} = 188.54$$

$$D_{85} = 26.13 \text{ mm}$$

$$TAA < 1 * 26.13 \text{ mm}$$

$$TAA < 26.13 \text{ mm}$$

- **Criterio de permeabilidad o facilidad de flujo.**

Como es un suelo fino, se debe cumplir:

$$k_g > 10 * k_s$$

$$k_s = 2.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$k_g > 2.5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

- **Criterio de colmatación.**

Uno de los aspectos fundamentales en la selección de geotextiles para sistemas de drenaje es su capacidad para evitar la colmatación, es decir, la obstrucción progresiva de sus poros por partículas finas del suelo. En este sentido, los geotextiles del tipo no tejido fabricados mediante punzonado con agujas presentan una porosidad superior al 80%, lo que les permite cumplir adecuadamente con este requerimiento técnico. Por el contrario, los geotextiles tejidos, así como aquellos no tejidos que han sido sometidos a procesos de termo fijación o calandrado, no alcanzan los niveles de porosidad necesarios, por lo que no satisfacen este criterio de desempeño.

- **Criterio de supervivencia.**

Dado que el geotextil será instalado en un entorno compuesto predominantemente por arena y, en menor medida, por grava, sin presencia significativa de elementos orgánicos como raíces, ramas u otros residuos naturales, y considerando además que este material se ubicará por debajo de la capa de subbase del pavimento, es razonable establecer que las condiciones de exposición no son severas. Por lo tanto, se puede clasificar el geotextil requerido dentro de la categoría 3, la cual es adecuada para situaciones en las que las exigencias mecánicas durante la instalación y servicio son moderadas.

- **Cálculo de permitividad requerida.**

Cálculo de la permitividad requerida por el geotextil como medio filtrante.

$$Q = k * i * A$$

$$Q = k * \Delta h / t * A$$

$$k / t = Q / (\Delta h * H * L)$$

$$\Psi_{req} = Q / (\Delta h * H * L)$$

$$\Psi_{req} = 4.2183 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} / (0.4 \text{ m} * 0.4 \text{ m} * 60.0 \text{ m})$$

$$\Psi_{req} = 4.394 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

Después de determinar la permitividad que el sistema requiere, se adopta como valor definitivo la permitividad indicada por el fabricante para completar el diseño.

$$\Psi_{ult} = 1.7 \text{ s}^{-1} \text{ (Ver las especificaciones de productos)}$$

Partiendo de la permitividad definitiva del geotextil no tejido NT 2500, se determina la permitividad admisible incorporando los factores de reducción correspondientes a los sistemas de subdrenaje.

$$\Psi_{adm} = \Psi_{ult} / (\text{FRSCB} * \text{FRCR} * \text{FRIN} * \text{FRCC} * \text{FRBC})$$

$$\Psi_{adm} = 1.7 \text{ s}^{-1} / (2.0 * 1.5 * 1.2 * 1.5 * 4.0)$$

$$\Psi_{adm} = 0.078703704 \text{ s}^{-1}$$

Para concluir, se contrasta la permitividad admisible con la permisibilidad exigida a fin de establecer el coeficiente de seguridad global:

$$FSg = \Psi_{adm} / \Psi_{req}$$

$$FSg = 0.078703 \text{ s}^{-1} / 4.394 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

$$FSg > 1.0$$

Por lo que el geotextil NT 2500 es apto como medio "filtrante" en el sistema.

❖ Diseño de Tubería Perforada

Utilizando la ecuación de Manning se puede obtener el diámetro de la tubería.

- **Caudal por infiltración.**

$$Q_{inf} = IR \times B \times L \times F_i \times F_R$$

$$IR = 18.47 \text{ mm/h} = 0.000005130556 \text{ m/s.}$$

Se toma el valor del ancho de vía = promedio $6.50 \text{ m.}/2 = 3.25$

$$B = 3.25 \text{ m (Semibanca)}$$

$$L = 60.0 \text{ m}$$

$$F_i = 0.67$$

$$F_R = 1/3$$

$$Q_{inf} = 0.000005130556 \text{ m/s} \times 3.25 \text{ m} \times 60.0 \text{ m} \times 0.67 \times 1/3$$

$$Q_{inf} = 2.234357 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 0.2234 \text{ L/s}$$

- **Caudal por abatimiento del nivel freático.**

$$Q_{NF} = k \times i \times A_a$$

$$k = 2.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$i = (N_d - N_f) / B = (1.10 - 0.60) / 3.25 = 0.1538$$

$$A_a = (N_d - N_f) \times L = 0.50 \text{ m} \times 60.0 \text{ m} = 30.0 \text{ m}^2$$

$$Q_{NF} = 2.5 \times 10^{-5} \text{ m/s} \times 0.1538 \times 30.0 \text{ m}^2$$

$$Q_{NF} = 1.1535 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

El nivel freático se encuentra a los dos lados de la sección transversal de subdrén.

$$Q_{NF} = 1.1535 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \times 2 = 2.307 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_T = Q_{inf} + Q_{NF} = 2.234357 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} + 2.307 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_T = 4.5413 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$QT = V * i * A$$

$$QT = 4.5413 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 0.45413 \text{ L/s}$$

$$n=0.013$$

$$S\% = 1\% = 0.01 = 1 \times 10^{-2}$$

Para determinar la tubería se propone un diámetro de tubería de 65mm que viene a ser 80 mm, para lo cual el caudal resultante debe ser mayor al caudal total calculado para el diseño.

$$Q_{3''} = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Rh es el radio hidráulico lo mismo que Área/Perímetro mojado.

La ecuación de Manning se reescribe a:

$$Q_{3''} = \frac{\frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} * S^{1/2}}{n}$$

$$d = 80 \text{ mm} = 0.080\text{m} \quad A = 0.005026$$

$$r = 40 \text{ mm} = 0.040\text{m} \quad P = 0.2513$$

reemplazando valores tenemos:

$$Q_{3''} = \frac{\frac{0.005026^{5/3}}{0.2042^{2/3}} * 0.01^{1/2}}{0.013}$$

$$Q_{3''} = \frac{\frac{0.00014747}{0.34676652} * 0.10}{0.013}$$

$$Q_{3''} = \frac{0.00042527 * 0.10}{0.013}$$

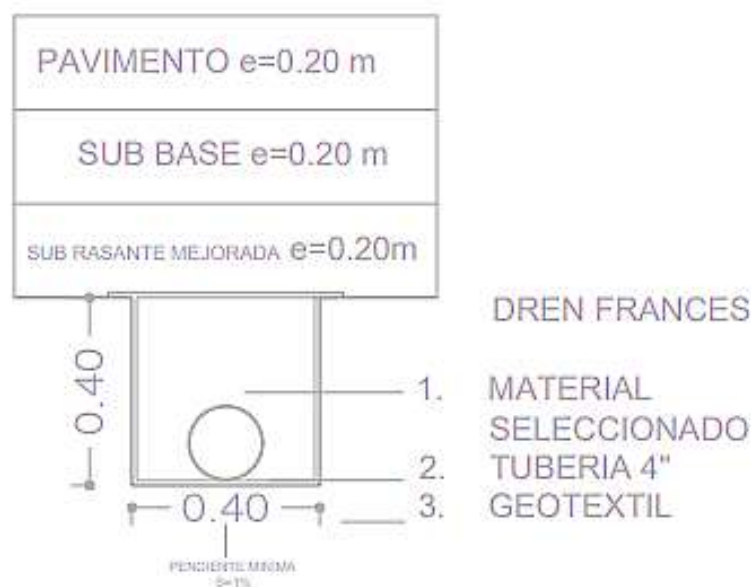
$$Q_{3''} = 3.2719 \times 10^{-3}$$

$$QT = 4.5413 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} < Q_{3''} = 3.2719 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Si cumple la condición. $QT < Q$ 65mm, por lo tanto, se tomará la tubería de diámetro de > 65 mm para el diseño del drenaje francés.

Figura 21

Diseño final del dren francés



4.1.3 Presupuesto estimado para la implementación del dren francés, en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero

Para la elaboración del presupuesto estimado del dren francés, se realizó primero la identificación y descripción detallada de cada partida involucrada en la ejecución del proyecto. A continuación, se procedió con la medición de las dimensiones correspondientes a cada actividad, lo que permitió calcular las unidades y cantidades requeridas por partida. Este proceso permitió obtener un cálculo preciso de los recursos necesarios, tanto en materiales como en mano de obra, facilitando así la formulación de un presupuesto realista y ajustado a las condiciones del proyecto. La estimación final brinda una visión clara de la inversión requerida para la implementación del sistema de drenaje propuesto.

Figura 22

Metrados para el dren francés

ITEM	DESCRIPCION	UND	MEDIDAS					PARCIAL	TOTAL
			N° VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	AREA		
01	PROPUESTA DE APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA CONTROLAR EL NIVEL FREÁTICO EN LA AV.28 DE JULIO CUADRA 1, DESAGUADERO – CHUCUITO - PUNO								
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	-	60	6.5	-	390	390	390.00
01.02	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO								
01.02.01	TRAZO NIVELACION INICIAL Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE OBRA	m2	1	60	6.5	-	390	390	390.00
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
01.03.01	EXCAVACION DE ZANJA PARA DRENAJE	m3	2	60	0.4	0.4	-	19.2	19.20
01.03.02	PERFILADO Y CONFORMACION DE BASE DEL DREN	ml	2	60			-	120	120.00
01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE								
01.04.01	CARGUIO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DPRO.=2KM	m3	% esponjamiento = 1.30				19.2	24.96	24.96
01.05	DRENAJE FRANCÉS								
01.05.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL	m2	2	60	1.8		-	216	216.00
01.05.02	RELLENO Y ACOMODO DE GRAVA DE 3/4"	m3	2	60			0.1505	18.06	18.06
01.05.03	CAMA DE APOYO DE ARENA	m3	2	60	0.4	0.1	-	4.8	4.80
01.05.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS DE PVC	ml	2	60				120	120.00
01.05.05	BUZON COLECTOR	glb	1					1	1.00

Se muestra el cuadro de metrados correspondiente a la propuesta de implementación del dren francés para el control de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio, distrito de Desaguadero. El metrado se estructuró en partidas específicas, comenzando por los trabajos preliminares y el replanteo topográfico. Se consideraron también actividades como la excavación de zanja, colocación de la base, suministro e instalación de geotextil, grava drenante y tubería perforada de PVC. Cada partida incluye su unidad de medida, cantidad estimada y el cálculo correspondiente de volumen o área, según el caso. Este metrado permitió establecer las cantidades exactas requeridas para cada etapa del proyecto. Asimismo, se contempló el porcentaje de esponjamiento del material excedente, lo que refleja una planificación precisa. Estos datos son fundamentales para la posterior elaboración del presupuesto estimado y para garantizar la eficiencia constructiva del drenaje propuesto.

Tabla 22

Presupuesto estimado de drenaje francés

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1	DREN FRANCES EN LA AV.28 DE JULIO CUADRA 1, DESAGUADERO - CHUCUITO - PUNO				S/ 13,047.24
1.01	TRABAJOS PRELIMINARES				S/ 698.10
01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	390	1.79	S/ 698.10
1.02	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO				S/ 1,427.40
01.02.01	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL Y DURANTE LA EJECUCIÓN DE OBRA	m2	390	3.66	S/ 1,427.40
1.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				S/ 489.60
01.03.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA DRENAJE	m3	19.2	18	S/ 345.60
01.03.02	PERFILADO Y CONFORMACIÓN DE BASE DEL DREN	m2	120	1.2	S/ 144.00
1.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE				S/ 285.04
01.04.01	CARGUÍO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DPRO. =2KM	m3	24.96	11.42	S/ 285.04
1.05	DRENAJE FRANCÉS				S/ 10,147.10
01.05.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL	m2	216	19.06	S/ 4,116.96
01.05.02	RELLENO Y ACOMODO DE GRAVA DE 3/4"	m3	18.06	64.66	S/ 1,167.76
01.05.03	CAMA DE APOYO DE ARENA	m3	4.8	46.58	S/ 223.58
01.05.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PVC	m	120	26.99	S/ 3,238.80
01.05.05	BUZÓN COLECTOR	glb	1	1,400.00	S/ 1,400.00
Costo Directo					S/ 13,047.24

Se muestra el presupuesto estimado para la implementación del drenaje francés en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero, con un costo directo total de S/ 13,047.24. El presupuesto se estructura en partidas detalladas que comprenden desde trabajos preliminares, como la limpieza del terreno y el replanteo topográfico, hasta actividades específicas del sistema de drenaje. Se incluyen los costos por excavación, perfilado, eliminación de material excedente y provisión de materiales como geotextil, grava, arena y tuberías de PVC. Destaca el suministro e instalación de geotextil como la partida de mayor inversión parcial (S/ 4,116.96), seguido por la colocación de tuberías de PVC.

4.2 Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que la aplicación del drenaje francés en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero, constituye una solución técnica viable para el control y evacuación de aguas subterráneas. La caracterización del suelo reveló condiciones similares a las descritas en el estudio de Bernilla (2021), donde se identificó un nivel freático alto y la necesidad de implementar un sistema de drenaje subterráneo para estabilizar la infraestructura. Al igual que en dicho estudio, en el presente caso se propuso el uso de tuberías perforadas y materiales filtrantes, lo cual permitió garantizar una evacuación eficiente del agua acumulada en el subsuelo.

En comparación con los antecedentes internacionales, como el estudio de Navarro (2020), donde se evidenció que el geodrén Lamidren L20DB ofrecía una capacidad de drenaje superior al dren francés, en nuestra investigación se optó por el uso del dren francés debido a su accesibilidad, menor costo de implementación local y disponibilidad de materiales. Si bien el dren francés mostró menor rendimiento hidráulico en estudios comparativos, su comportamiento fue adecuado bajo las condiciones específicas del suelo de Desaguadero, cumpliendo con los requerimientos técnicos y económicos establecidos para este proyecto.

Por otro lado, Correa (2021) destaca que los sistemas de geodren permiten una reducción significativa en los costos de construcción, debido a la menor necesidad de excavación y volumen de material filtrante. Sin embargo, en nuestro estudio, el presupuesto estimado para la instalación del dren francés fue razonable y dentro de los márgenes aceptables para una obra pública local. Esto se debió principalmente al uso eficiente de recursos y a un metrado detallado de cada partida, optimizando así los costos sin comprometer la funcionalidad del sistema.

En cuanto a la experiencia nacional, el estudio de Miranda (2023), que comparó el desempeño del dren francés y el geodrén en cimentaciones, mostró que el geodrén



presentaba mejores resultados en términos de permeabilidad y durabilidad. No obstante, nuestro proyecto no se orienta a cimentaciones de edificios, sino al drenaje vial superficial, donde el sistema tradicional responde adecuadamente ante niveles freáticos elevados, como fue evidenciado en los resultados de humedad y límite líquido obtenidos en las calicatas.

Finalmente, a nivel local, el trabajo de Martínez (2023) evidencia la importancia de dimensionar adecuadamente los sistemas de evacuación de agua en zonas urbanas con creciente impermeabilización del suelo. En línea con esta necesidad, el presente estudio aporta una solución técnica que mejora la capacidad de drenaje subterráneo en un sector vial específico de Desaguadero, contribuyendo así a prevenir anegamientos, preservar la integridad del pavimento y prolongar la vida útil de la vía.

En conjunto, los resultados de esta investigación validan la implementación del drenaje francés como una alternativa eficiente, económica y técnicamente adecuada en zonas con condiciones similares, y sientan las bases para futuras mejoras en proyectos de infraestructura vial a nivel local y regional.

CONCLUSIONES

General, la aplicación del dren francés en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero, es una solución técnica viable para el control y evacuación de aguas subterráneas. El sistema diseñado, basado en las características del suelo y el nivel freático de 0.60 m, demostró ser eficiente tanto en términos hidráulicos como económicos. Con una sección de 0.40 x 0.40 m, tubería de 80 mm y un presupuesto total de S/ 13,047.24, el dren francés permite reducir el riesgo de saturación del terreno y mejora la estabilidad de la vía.

Primero, se logró analizar las características geotécnicas del suelo en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero, mediante la exploración de dos calicatas con una profundidad de 1.50 metros cada una. Se identificaron dos estratos por calicata, clasificando los suelos como GM (grava limosa) en los primeros 1.00 m y ML (limo inorgánico) entre 1.00 y 1.50 m, según el sistema SUCS. Los valores de humedad oscilaron entre 10.07 % y 13.07 %, y el IP varió de 3.93% a 3.98% en el primer estrato y 8.35% a 8.57% en el segundo estrato. El coeficiente de permeabilidad de campo fue de $K = 0.000025$ cm/s, con un nivel freático detectado a 0.60 m de profundidad, lo cual justifica la necesidad de implementar un sistema de drenaje subterráneo eficiente.

Segundo, se diseñó un sistema de drenaje tipo francés adecuado a las condiciones hidráulicas y del terreno. El diseño consideró un caudal de infiltración de 0.191 l/s, una semibanca de 3.25 m y una longitud de dren de 60.0 m, aplicando criterios técnicos como el de colmatación, retención, y permitividad. La sección transversal propuesta para la zanja fue de 0.40 x 0.40 m, dimensionada según el volumen de agua y el tamaño de grava (3/4"). La tubería perforada seleccionada fue de 80 mm de diámetro, cumpliendo con el caudal



requerido mediante la aplicación de la fórmula de Manning. El geotextil NT 2500 utilizado demostró un factor de seguridad global mayor a 1.0, siendo apto como medio filtrante.

Tercero, se elaboró un presupuesto detallado para la implementación del dren francés. El costo directo total del proyecto fue de S/ 13,047.24, distribuido en partidas como trabajos preliminares (S/ 698.10), replanteo topográfico (S/ 1,427.40), excavación y perfilado (S/ 489.60), y la eliminación del material excedente (S/ 285.04). La mayor inversión se destinó al suministro e instalación del geotextil (S/ 4,116.96) y las tuberías de PVC (S/ 3,238.80). Este análisis financiero demuestra que el sistema diseñado es técnicamente funcional y económicamente viable, permitiendo controlar las aguas subterráneas de manera eficiente sin incurrir en costos excesivos.

RECOMENDACIONES

Primero, se recomienda realizar estudios comparativos entre el dren francés y otras tecnologías modernas de subdrenaje, como los geodrenes laminares o circulares, para evaluar su eficiencia hidráulica, facilidad de instalación y costo-beneficio en condiciones similares a las de Desaguadero.

Segundo, se sugiere realizar investigaciones que incluyan el seguimiento en el tiempo del dren francés implementado, evaluando su desempeño hidráulico en diferentes estaciones del año y analizando la presencia de colmatación, sedimentos o pérdida de capacidad de infiltración.

Tercero, es recomendable investigar variantes en el diseño de la zanja (como profundidad, geometría o materiales alternativos) puede ayudar a reducir costos y mejorar el rendimiento del sistema, especialmente en zonas con espacio limitado o alta densidad urbana.

Cuarto, se recomienda estudiar la viabilidad de implementar este sistema en contextos distintos, como cimentaciones de edificios, instalaciones deportivas, zonas agrícolas o urbanizaciones, para validar su adaptabilidad y eficiencia en diferentes tipos de suelos y usos.



BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, B. M., Eusebio, M. O., Carlos, & Flavio, M. O., Juan. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria.
- Amaya Tequia, W. E., Rodríguez Arana, H. J., & Espinosa Cárdenas, D. O. (2022). Guía práctica para el diseño de cunetas y alcantarillas como sistema de drenaje para carreteras de tercer orden, municipio de ataco departamento de tolima. *Ingenio Magno*, 13(1), 19-43.
- Apaza Quispe, J. A. (2020). *Modelamiento Hidrológico Del Sistema De Drenaje Pluvial Proyectado En La Ciudad De Lampa Utilizando Los Modelos Hec-Hms Y Epa-Swmm*.
- Asenjo Cabrera, P. S. J., & Davila Vargas, V. M. I. (2020). Diseño de un subdrén para la evacuación de las aguas del subsuelo en la Avenida Chiclayo en el tramo 0+000 km al 1+000 km, ubicado en el distrito José Leonardo Ortiz – Provincia Chiclayo- Departamento de Lambayeque. *Repositorio Académico USMP*.
<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/8064>
- Barnett, G. (2024, mayo 15). *French Drainage System: Effective Solutions for Water Issues*.
<https://elitefoundationrepairs.com/2024/05/15/french-drainage-system-effective-solutions-for-water-issues/>
- Beltrán Jiménez, R. L., Avila Piedrahita, D. F., & Fernández Lozano, J. A. (2024). *Cálculo de muros de contención por gravedad para estabilidad de taludes por la formulación de Rankine teniendo en cuenta la incidencia del drenaje de los suelos en los mismos*. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/55423>
- Bernilla Diaz, S. S. (2021). *Implementación del sistema de drenaje tipo frances aplicado a la napa freatica superficial para el mejoramiento de la infraestructura los servicios policiales de la comisaría PNP Catacaos – Piura 2021*.

- Cebrián Patricio, J., & García Sicha, R. C. (2022). Propuesta del sistema de drenaje vial para mejorar la estructura del pavimento rígido en la Av. Unión, Anco Huallo – Chincheros—Apurímac, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96425>
- Correa Landeta, B. R. (2021). *Evaluación técnica financiera del uso de Geodren Planar y circular vs Dren Francés en la implementación de la construcción de una vía. (Caso de estudio vía Nanegal – Palmitopamba)*. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/26387>
- Emesa. (2023, junio 20). Importancia del Drenaje de Carreteras. *Emesa M-30*. <https://www.emesa-m30.es/obras-de-drenaje-de-carreteras/>
- Epp, D. (2024, junio 6). How to Design A French Drain System. *Epp Foundation Repair*. <https://eppconcrete.com/how-to-design-french-drain/>
- Geomatrix. (2022, enero 30). Dren Francés y el Geodrén como sistemas de subdrenaje— Análisis comparativo. *Geomatrix*. <https://geomatrix.co/dren-frances-y-el-geodren-como-sistemas-de-subdrenaje-analisis-comparativo/>
- Gimenez-Maranges, M., Breuste, J., & Hof, A. (2021). A new analytical tool for a more deliberate implementation of Sustainable Drainage Systems. *Sustainable Cities and Society*, 71, 102955. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102955>
- Luve Jaliri, C. (2024). *Modelamiento hidrológico para el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano de la Ciudad Lampa Region Puno*. <https://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1211>
- Marabotto Vasquez, K. B. (2022). Sistema geocompuesto de subdrenaje para la evacuación de aguas freáticas de la subestructura del centro cívico municipal de Jircán, Huamalies, Huanuco, 2020. *Universidad de Huánuco*. <https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/123456789/3804>
- Martínez Ramos, H. P. (2023). Evaluación de la capacidad de drenaje de aguas pluviales del afluente ubicado en la cuenca urbana oeste de la ciudad de Juliaca, con modelos de flujo bidimensional per-manente y unidimensional no permanente.



Universidad

Nacional

Federico

Villarreal.

<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/8217>

Miranda Sotelo, F. A. (2023). Aplicación del geodrén vial para el drenaje de aguas subterráneas en cimentaciones de edificios multifamiliares, Cerro Azul—Cañete.

Repositorio

Institucional

-

UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/129885>

Navarro Castillo, L. E. (2020). *Análisis comparativo de la capacidad hidráulica entre el Dren Francés y el Geodrén Lamidren L20DB como sistemas de subdrenaje en la infraestructura vial*. <http://hdl.handle.net/10495/15186>

Navarro, V. (2024). *Drenaje francés para el control de aguas subterráneas—Zona Sur*. <https://www.navarrovargas.com/arquitectura-y-diseno/drenaje-frances-la-solucion-definitiva-para-el-control-de-aguas-subterraneas/>

Niño Cotrina, J. M. (2021). *Diseño y optimización del sistema de drenaje de las aguas pluviales de la urbanización El Chilcal*.

Oriundo Utrilla, C. M., & Corman Alvarez, J. Y. (2023). Diseño de geodrenes como sistema de subdrenaje en un pavimento rígido para evacuar las aguas pluviales en el Km 14+000 al Km 15+000 de la carretera SM-107 del distrito de Picota, San Martín.

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/669879>

Paredes, J. (2021). Importancia y Funcionamiento de las Obras de Drenaje y Alcantarillado en la Infraestructura Vial. *REQUISITOS Y MAS INFO. AQUÍ* .

<https://www.ingenieriablog.com/2024/06/importancia-y-funcionamiento-de-las.html>

Pimienta, J., Orden, A. de la, & Estrada, R. (2018). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*.

Pino, R. (2019). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*.



- Quezada, W. (2023). *Diseño de drenaje subterráneo para recuperación de suelo salino en el sector Pampas del Tizal (U.C 4007831)*. Chao. Virú. La Libertad. 2020.
<https://dspace.unitru.edu.pe/items/6312279c-0a18-4c89-aab5-704c8cac05c5>
- Ralph, B. (2020, abril 6). *Drenaje en excavaciones sobre acuíferos confinados: Pozos de alivio* – *El blog de Víctor Yepes*.
<https://victoryepes.webs.upv.es/2020/04/06/drenaje-en-excavaciones-sobre-acuiferos-confinados-pozos-de-alivio/>
- Rivera Medina, A. F. (2023). *Propuesta de diseño del sistema de drenaje pluvial superficial y sub superficial para el lado aire de un aeropuerto de Juliaca*.
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/24293>
- Tafur Vigo, D. (2021). Implementación del drenaje Francés para lograr la vida útil del pozo percolador en suelos arcillosos, caserío Ramón Castilla, Amazonas—2021.
Repositorio Institucional - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64902>
- Technical. (2025, marzo 18). French Drain Basics: How Does a French Drain Work. *Ware Landscaping*. <https://warelandscaping.com/resources/how-does-a-french-drain-work/>
- Vise, C. (2023). *Importancia de los sistemas de drenaje para carreteras*.
<https://blog.vise.com.mx/importancia-de-los-sistemas-de-drenaje-para-carreteras>



ANEXOS



Anexo. Matriz de consistencia

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
Problema General: ¿En qué medida la aplicación de dren francés permitirá el control y evacuación de aguas subterráneas en la avenida 28 de julio en el distrito de Desaguadero 2025?	Objetivo General: Evaluar la aplicación de dren francés para el control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio en el distrito de Desaguadero 2025.	Hipótesis General: La aplicación de dren francés será eficaz e influirá significativamente en el control y evacuación de aguas subterráneas en la avenida 28 de julio en el distrito de Desaguadero 2025.	Variable Independiente Dren Francés.	- Fichas técnicas - Planos hidráulicos - Ensayos de laboratorio. - Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos - Observaciones en campo.
Problemas Específicos 1. ¿Cuáles son las características del suelo en la Avenida 28 de Julio, ubicada en el distrito de Desaguadero, para el diseño de un dren francés que permita el control y la evacuación de aguas subterránea? 2. ¿Cuál es la propuesta de diseño del dren francés para el control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero? 3. ¿Cuál es el presupuesto estimado para la implementación del dren francés, destinado al control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero, para el año 2025?	Objetivos Específicos 1. Determinar las características del suelo en la Avenida 28 de Julio, ubicada en el distrito de Desaguadero, para el diseño de un dren francés que permita el control y la evacuación de aguas subterránea. 2. Diseñar el dren francés para el control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero. 3. Elaborar un presupuesto estimado para la implementación del dren francés, destinado al control y evacuación de aguas subterráneas en la Avenida 28 de Julio, en el distrito de Desaguadero, para el año 2025.	Hipótesis Específicas 1. Las características del suelo en la Avenida 28 de Julio serán apropiadas para la implementación de un dren francés, lo que permitirá un diseño eficiente y funcional para el control y la evacuación de aguas subterráneas. 2. El diseño del dren francés para la Avenida 28 de Julio será exitoso, ya que se adaptará a las condiciones geotécnicas, topográficas y climáticas de la zona, garantizando una eficiente evacuación de las aguas subterráneas y optimizando el uso de los recursos disponibles. 3. El presupuesto estimado para la implementación del dren francés será realista y se ajustará a los costos de materiales, mano de obra y equipos necesarios, garantizando que la ejecución del proyecto sea viable dentro de los plazos y recursos financieros disponibles en el año 2025.	Variable Dependiente Control y Evacuación de Aguas Subterráneas.	
			Dimensiones: - <i>Diseño hidráulico</i> - <i>Materiales empleados.</i>	
			Dimensiones: - <i>Estabilidad geotécnica del suelo.</i>	



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025

SOLICITANTE

BACHILLER JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE

UBICACIÓN

AVENIDA 28 DE JULIO

LUGAR

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA

C ALICATA 01, PROFUNDIDAD (0.00 - 1.00)

FECHA

30 DE JUNIO DEL 2025

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.60
SUELO SECO + TARRO	gr	33.02
PESO DEL TARRO	gr	17.33
PESO DEL AGUA	gr	1.58
PESO DEL SUELO SECO	gr	15.69
HUMEDAD %	%	10.07

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
TARRO-N°		1	2	3	A B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	41.89	39.56	45.85	33.95 31.28
SUELO SECO + TARRO	gr	39.07	36.78	42.44	32.88 30.66
PESO DEL TARRO	gr	24.10	22.01	25.50	25.65 26.59
PESO DEL AGUA	gr	2.82	2.78	3.41	1.07 0.62
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.97	14.77	16.94	7.23 4.07
HUMEDAD %	%	18.84	18.82	20.13	14.80 15.23
N° DE GOLPES		30	25	15	

LIMITE LIQUIDO	19.00	LIMITE PLASTICO	15.02
----------------	-------	-----------------	-------

INDICE PLASTICO : 03.98

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Dr. Arnaldo Yanez Torres
CIP: 403257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025.

SOLICITANTE: BACHILLER JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE

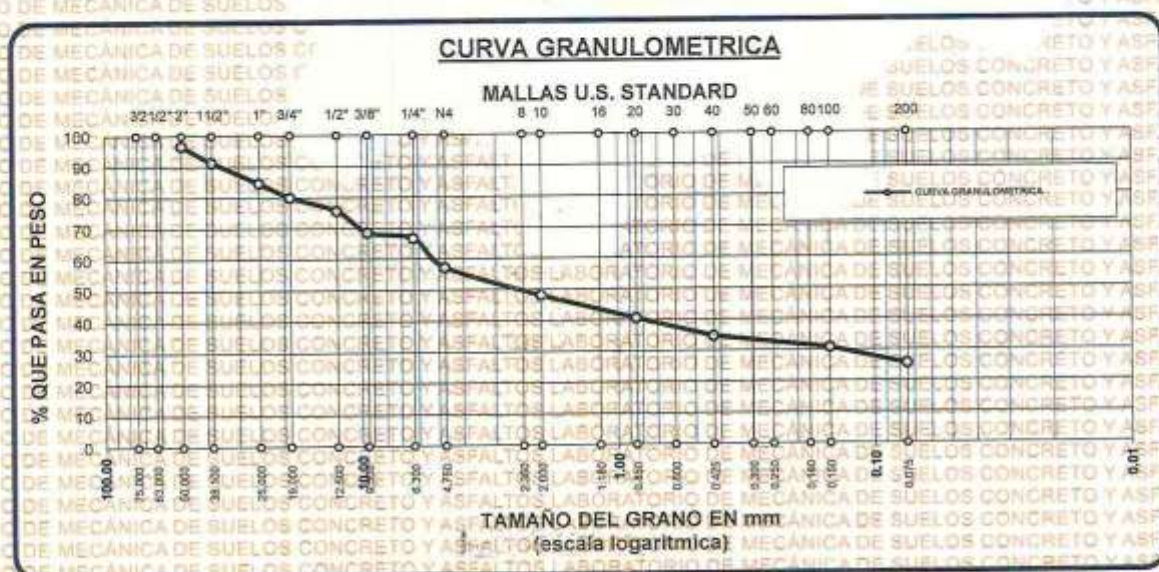
UBICACIÓN: AVENIDA 28 DE JULIO

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: C ALICATA 01, PROFUNDIDAD (0.00 - 1.00)

FECHA: 30 DE JUNIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 1505.50
2 1/2"	63.000						P.L.= 1122.16
2"	50.000	49.50	3.29	3.29	96.71		P.P.= 383.34
1 1/2"	38.100	81.90	5.44	8.73	91.27		% W = 10.07
1"	25.000	100.20	6.66	15.38	84.62		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	70.59	4.69	20.07	79.93		L.L.= 19.00
1/2"	12.500	65.20	4.33	24.40	75.60		L.P.= 15.02
3/8"	9.500	105.80	7.03	31.43	68.57		I.P.= 3.98
1/4"	6.300	78.30	5.20	33.34	66.66		CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	92.60	6.15	42.78	57.22		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= 0.139 Cc= ---
No10	2.000	138.50	9.20	51.98	48.02		D60= 5.21
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	111.55	7.41	59.39	40.61		I.G. =
No30	0.600						SUSCS GM
No40	0.425	89.51	5.95	65.34	34.66		ASSTHO A2
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	58.95	3.92	69.25	30.75		
No200	0.075	79.56	5.28	74.54	25.46		
BASE		383.34	25.46	100.00	0.00		
TOTAL		1505.50	100.00				
% PERDIDA		25.46					



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
JEFATURA
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE

UBICACIÓN : AVENIDA 28 DE JULIO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : C ALICATA 01, PROFUNDIDAD (1.00 - 1.50)

FECHA : 30 DE JUNIO DEL 2025

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.60
SUELO SECO + TARRO	gr	32.61
PESO DEL TARRO	gr	17.33
PESO DEL AGUA	gr	1.99
PESO DEL SUELO SECO	gr	15.28
HUMEDAD %	%	13.02

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
TARRO N°		4	5	6	C D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.80	39.25	36.47	20.57 21.59
SUELO SECO + TARRO	gr	30.53	33.85	31.54	19.57 20.77
PESO DEL TARRO	gr	17.33	17.20	16.30	15.26 17.36
PESO DEL AGUA	gr	4.27	5.40	4.93	1.00 0.82
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.20	16.65	15.24	4.31 3.41
HUMEDAD %	%	32.35	32.43	32.35	23.20 24.05
N° DE GOLPES		30	25	15	

LIMITE LIQUIDO	31.97	LIMITE PLASTICO	23.62
-----------------------	--------------	------------------------	--------------

INDICE PLASTICO : **08.35**

$$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yano Torres
CIP 103257

BIE: B004-00032548



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025

SOLICITANTE: BACHILLER JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE

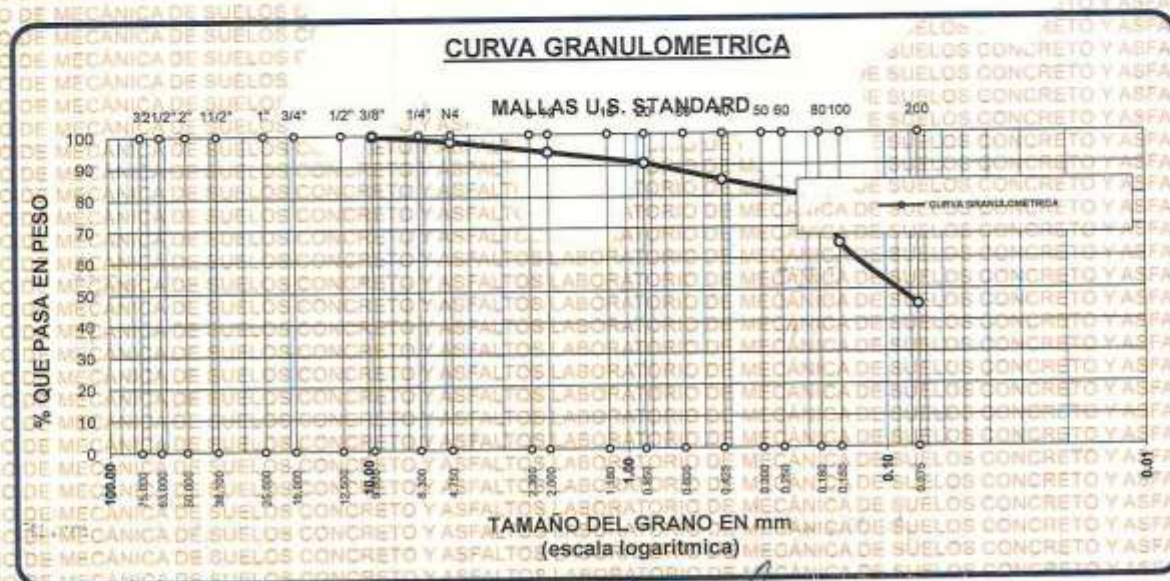
UBICACIÓN: AVENIDA 28 DE JULIO

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: C ALICATA 01, PROFUNDIDAD (1.00 - 1.50)

FECHA: 30 DE JUNIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 1105.50
2 1/2"	63.000						P.L.= 605.48
2"	50.000						P.P.= 500.02
1 1/2"	38.100						% w = 13.02
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 31.97
1/2"	12.500						L.P.= 23.62
3/8"	9.500	2.40	0.22	0.22	99.78		I.P.= 8.35
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	22.07	2.00	2.21	97.79		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= — Cc= —
No10	2.000	38.22	3.46	5.67	94.33		D60= 0.13
No18	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	41.13	3.72	9.39	90.61		I.G. =
No30	0.600						SUSCS ML
No40	0.425	59.89	5.42	14.81	85.19		ASSTHO A4
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180	128.88	11.66	20.80	79.20		
No100	0.150	95.64	8.65	35.12	64.88		
No200	0.075	217.25	19.65	54.77	45.23		
BASE		500.02	45.23	100.00	0.00		
TOTAL		1105.50	100.00				
% PERDIDA		45.23					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025

SOLICITANTE

BACHILLER JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE

UBICACIÓN

AVENIDA 28 DE JULIO

LUGAR

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA

CALICATA 02, PROFUNDIDAD (0.00 - 1.00)

FECHA

30 DE JUNIO DEL 2025

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	33.60
SUELO SECO + TARRO	gr	32.00
PESO DEL TARRO	gr	17.33
PESO DEL AGUA	gr	1.60
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.67
HUMEDAD %	%	10.91

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

TARRO N°		7	8	9	E	F
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	41.98	40.12	44.98	33.89	31.54
SUELO SECO + TARRO	gr	39.07	36.88	41.87	32.71	30.89
PESO DEL TARRO	gr	24.10	22.01	25.50	25.65	26.59
PESO DEL AGUA	gr	2.91	3.24	3.11	1.18	0.65
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.97	14.87	16.37	7.06	4.30
HUMEDAD %	%	19.44	21.79	19.00	16.71	15.12
N° DE GOLPES		30	25	15		

LIMITE LIQUIDO	:	19.84	LIMITE PLASTICO	:	15.92
----------------	---	-------	-----------------	---	-------

INDICE PLASTICO 03.93

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE

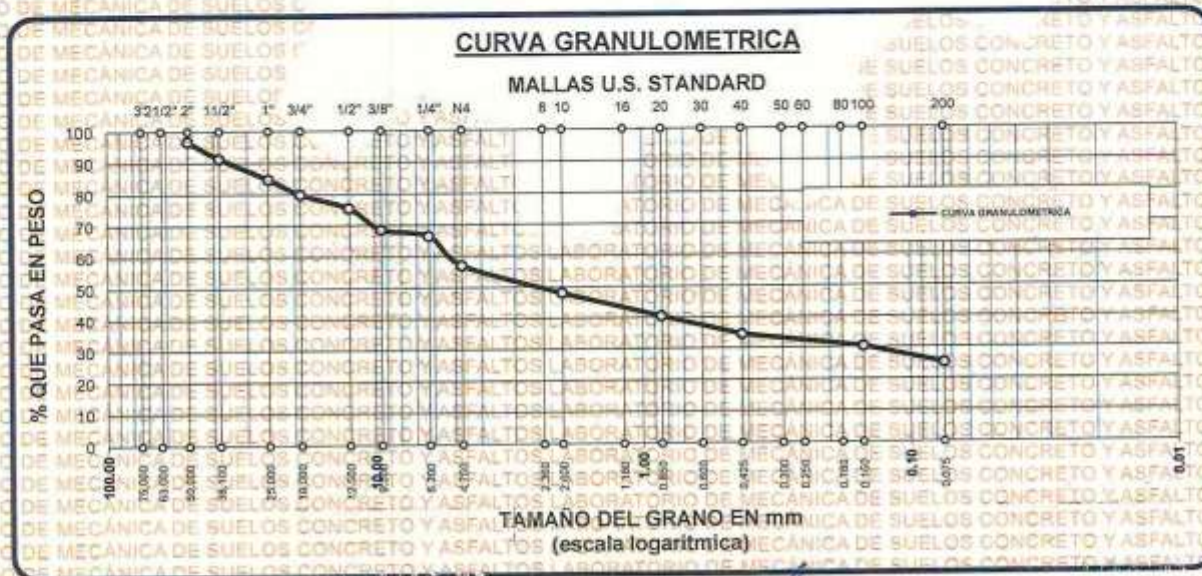
UBICACIÓN : AVENIDA 28 DE JULIO

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : CALICATA 02, PROFUNDIDAD (0.00 - 1.00)

FECHA : 30 DE JUNIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 1505.50
2"	50.000	47.98	3.19	3.19	96.81		P.L.= 1127.04
1 1/2"	38.100	82.14	5.46	8.64	91.36		P.P.= 378.46
1"	25.000	98.57	6.55	15.19	84.81		% w = 10.91
3/4"	19.000	72.65	4.83	20.02	79.98		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	67.44	4.48	24.50	75.50		LL.= 19.84
3/8"	9.500	103.26	6.86	31.35	68.65		L.P.= 15.92
1/4"	6.300	80.25	5.33	33.50	66.50		I.P.= 3.93
No4	4.750	93.65	6.22	42.91	57.09		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No6	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	135.77	9.02	51.92	48.08		D30= 0.143 Cc= ---
No16	1.180						D60= 5.23
No20	0.850	113.87	7.56	59.49	40.51		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	90.56	6.02	65.50	34.50		SUSCS GM
No50	0.300						ASSTHO A2
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	60.45	4.02	69.52	30.48		
No200	0.075	80.45	5.34	74.86	25.14		
BASE		378.46	25.14	100.00	0.00		
TOTAL		1505.50	100.00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE

UBICACIÓN : AVENIDA 28 DE JULIO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : C ALICATA 02, PROFUNDIDAD (1.00 - 1.50)

FECHA : 30 DE JUNIO DEL 2025

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	35.41
SUELO SECO + TARRO	gr	33.32
PESO DEL TARRO	gr	17.33
PESO DEL AGUA	gr	2.09
PESO DEL SUELO SECO	gr	15.99
HUMEDAD %	%	13.07

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO			
TARRO N°		4	5	6	C D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.95	35.89	36.11	20.95 21.64
SUELO SECO + TARRO	gr	30.60	31.22	31.24	19.87 20.80
PESO DEL TARRO	gr	17.33	17.20	16.30	15.26 17.36
PESO DEL AGUA	gr	4.35	4.67	4.87	1.08 0.84
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.27	14.02	14.94	4.61 3.44
HUMEDAD %	%	32.78	33.31	32.60	23.43 24.42
N° DE GOLPES		30	25	15	

LIMITE LIQUIDO : 32.49 **LIMITE PLASTICO** : 23.92

INDICE PLASTICO : 08.57

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

Dr. Armando Yana Torres
CIP. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDAS VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y EVACUACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025

SOLICITANTE : BACHILLER JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE

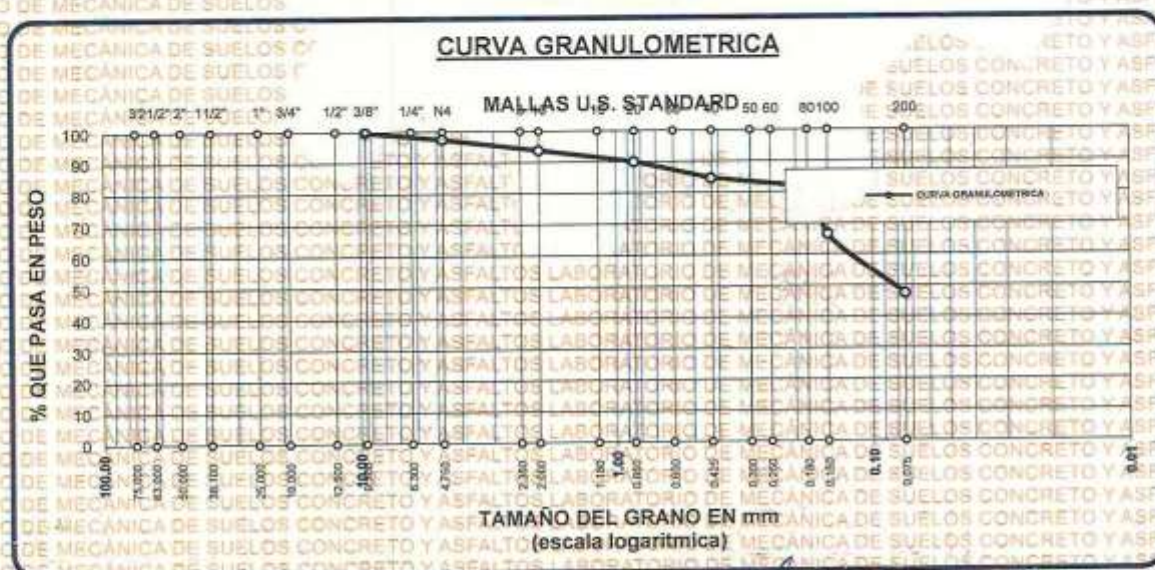
UBICACIÓN : AVENIDA 28 DE JULIO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

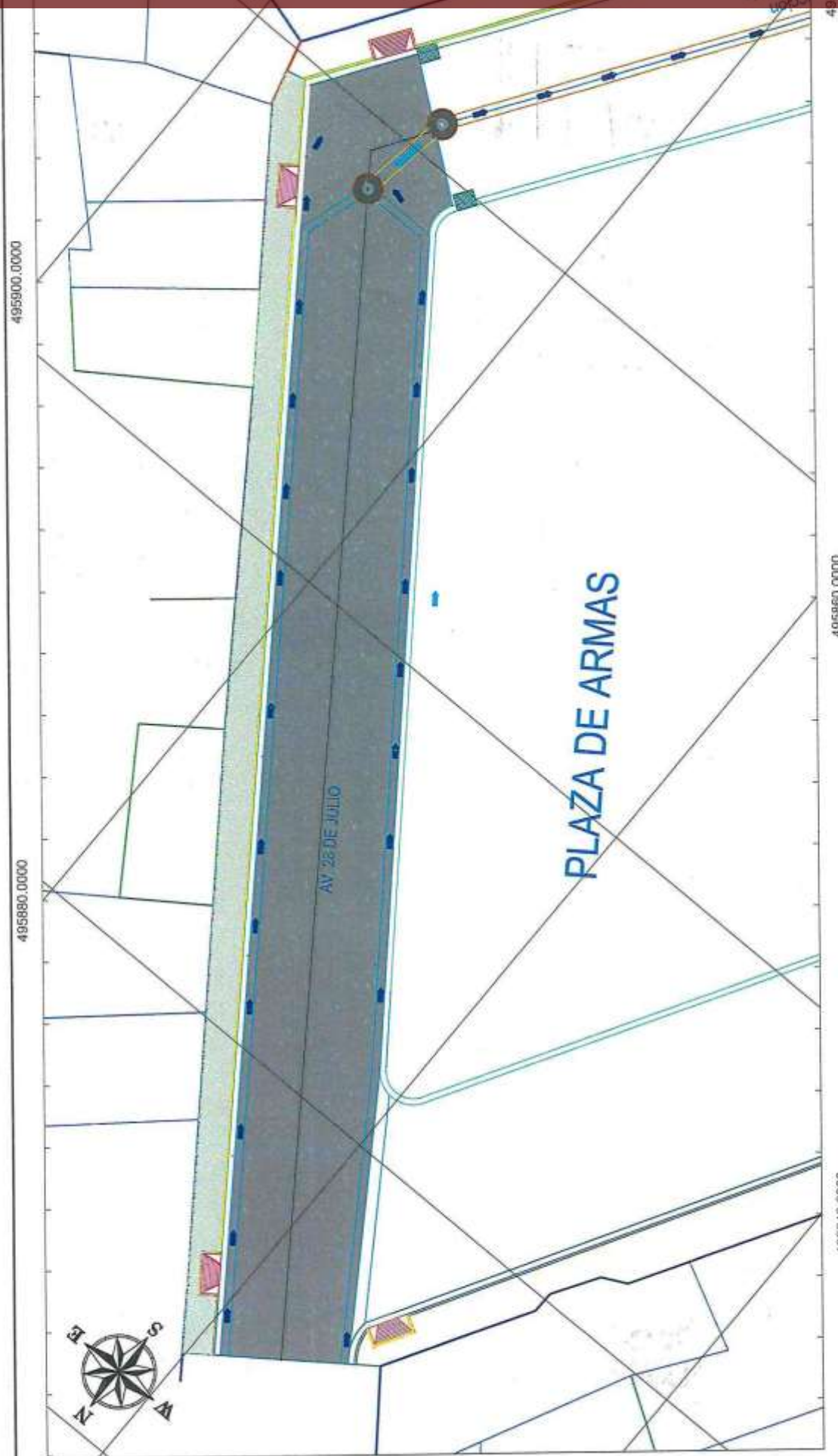
MUESTRA : C ALICATA 02, PROFUNDIDAD (1.00 - 1.50)

FECHA : 30 DE JUNIO DEL 2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:
3"	75.000						P.L.= 1105.50
2-1/2"	63.000						P.L.= 581.51
2"	50.000						P.P.= 523.99
1-1/2"	38.100						% W = 13.07
1"	25.000						LÍMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						LL = 32.49
1/2"	12.500						LP = 23.92
3/8"	9.500	2.78	0.25	0.25	99.75		IP = 8.57
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	24.56	2.22	2.47	97.53		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= --- Cc= ---
No10	2.000	40.51	3.66	6.14	93.86		D60= 0.12
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	42.15	3.81	9.95	90.05		I.G. =
No30	0.600						SUSCS ML
No40	0.425	60.54	5.48	15.43	84.57		ASSTHO A4
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180	99.78	9.03	18.31	81.69		
No100	0.150	100.54	9.09	33.55	66.45		
No200	0.075	210.65	19.05	52.60	47.40		
BASE		523.99	47.40	100.00	0.00		
TOTAL		1105.50	100.00				
% PERDIDA		47.40					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDAS VELASQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP. 103257



PLANO PLANTA - DREN FRANCES

PLANO

495860.0000

495840.0000

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELANQUEZ

EVALUACIÓN DE LA APERTURA DE PUERTAS PARA EL CANTONAMIENTO Y EVACUACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA CIUDAD DE PUERTO RICO

FECHA: 04/07/2023
AUTOR: DESAGUADERO
TÍTULO: CHOLETO
ESCALA: 1/200

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3

MS-04
17-3





ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 19-12-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JOSE FELICIANO CHUQUIMIA QUISPE

Dirección: PSJ. GAMARRA 108

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70217459

Teléfono: 974 782 108

email: Josevhuquimia10@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____

email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE DREN FRANCÉS PARA EL CONTROL Y

EVACUACIÓN DE AGUAS SUB TERRÁNEAS EN LA AVENIDA 28 DE

JULIO EN EL DISTRITO DE DESAGUADERO 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): DREN FRANCÉS, AGUAS SUBTERRÁNEAS, INFRAESTRUCTURA VIAL Y DISEÑO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☒ Internacional

☐ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

Firma de Autor



huella digital

19-12-2025

Fecha