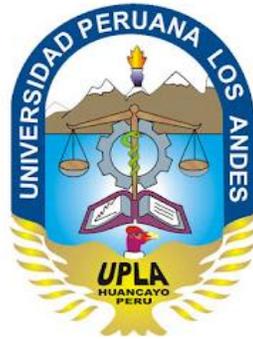


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

PROTECCION DE UN MURO DE CONTENCIÓN MEDIANTE UN
SISTEMA DE DRENAJE CON GEOCOMPUESTOS EN EL HOSPITAL
EL CARMEN DE HUANCAYO - 2016

PRESENTADO POR:

Bach. GABY ROCIO CÓRDOVA PÉREZ

PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2016

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. CASIO AURELIO TORRES LOPEZ
PRESIDENTE

ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO
JURADO

ING. NATALY CÓRDOVA ZORRILLA
JURADO

ING. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO

MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

ASESORES: ARQ. DANTE PAUL MANSILLA VILLANUEVA

ING. ALFREDO OTAÑE RODRIGUEZ

DEDICATORIA

A mis padres Luis y Celia, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, su motivación constante, por sus ejemplos de perseverancia, y el valor mostrado para salir adelante y principalmente por su amor.

A Fernando C. O. por su estímulo, su apoyo constante, comprensión, paciencia, que me a demostrado en estos años, por ser una persona incondicional, y principalmente por su gran cariño que me brinda del cual estaré eternamente agradecida; Gracias.

INDICE

Pág.

RESUMEN

INTRODUCCION

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1.	SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	01
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	02
1.3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	02
1.4.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	03
1.4.1.	Problema general.....	03
1.4.2.	Problema específico.....	03
1.5.	OBJETIVOS.....	03
1.5.1.	Objetivos generales.....	03
1.5.2.	Objetivos específicos.....	04
1.6.	ANTECEDENTES.....	04
1.7.	JUSTIFICACIÓN.....	13
1.7.1.	Justificación teórica.....	13
1.8.	JUSTIFICACIÓN LEGAL.....	14
1.9.	HIPOTESIS.....	17
1.9.1.	Hipótesis general.....	17
1.9.2.	Hipótesis específico.....	17

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. BASES TEORICAS.....	18
2.1.1. MUROS DE CONTENCIÓN.....	18
2.1.1.1. Tipos de muro de contención.....	19
2.1.2. EMPUJE DE TIERRA EN ESTRUCTURA.....	23
2.1.2.1. Empuje debido a sobrecargas.....	28
2.1.3. FALLA EN LOS MUROS.....	30
2.1.4. ¿QUÉ ES UN GEOSINTETICO?.....	32
2.1.4.1. Funciones principales de los geosinteticos.....	33
2.1.4.2. Clasificación de goesinteticos.....	35
2.1.4.2.1. Qué es un geotextil.....	36
2.1.4.2.2. Qué son las geogrillas o geomallas.....	41
2.1.4.2.3. Qué es el geonet o geored.....	44
2.1.4.2.4. Qué son las geomenbranas.....	45
2.1.4.2.5. Qué es un geodren.....	47
2.1.4.2.6. Qué es la geocelda.....	49
2.1.4.2.7. Qué es una geomenta.....	51
2.1.4.2.8. Qué son los geocompuestos.....	51
2.1.5. AGUA EN EL SUELO.....	56
2.1.5.1. Aguas freáticas.....	57
2.1.5.2. Esfuerzos transmitidos a causa de aguas Freáticas.....	58

2.1.6. APLICACIONES DE GEOCOMPUESTOS PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS CON ESTRUCTURAS ENTERRADAS.....	60
2.1.6.1. Drenaje vertical de estructuras enterradas.....	61
2.1.6.2. Sistema de drenaje (geodren).....	62
2.2. DEFINICIONES DE CONCEPTOS CLAVES.....	65

CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. METODOS CON QUE SE RESUELVE EL PROBLEMA.....	66
3.2. TECNICAS DE RECOPIACION DE DATOS.....	67
3.3. POBLACION Y MUESTRA.....	67
3.4. TIPO DE NIVEL DE INVESTIGACION.....	68
3.4.1. Tipo de Investigación.....	68
3.4.2. Nivel de Investigación.....	68
3.5. DISEÑO DE LA INVETSIGACION.....	68
3.6. VARIABLES.....	69

CAPITULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

4.1. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION GEOGRAFICA.....	70
4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.....	78
4.2.1. Medidas perimétricas.....	80
4.3. MECANICA DE SUELOS.....	82
4.3.1. Excavación por medio de calicatas.....	84

4.3.2.	Ensayos de laboratorio.....	84
4.3.3.	Trabajos de gabinete.....	86
4.3.3.1.	Conformación del subsuelo.....	86
4.4.	ESTUDIO HIDROLOGICO.....	87
4.4.1.	Análisis del flujo de filtraciones.....	87
4.4.1.1.	Identificación de zonas de recarga y descarga...87	
4.4.1.2.	Investigaciones indirectas.....	90
4.4.2.	Análisis de verificación geotécnica de la estructura.....	95
4.4.2.1.	De los ensayos de campo y laboratorio	
	Revisados.....	95
4.4.2.2.	Perfil estratigráfico del subsuelo.....	95
4.4.2.3.	Análisis de verificación geotécnica de la	
	Estructura.....	96
4.4.2.4.	Escenarios hidrogeológicos simulados.....	102
4.5.	PLANTAMIENTO DEL DISEÑO.....	106
4.5.1.	Sustento técnico.....	106
4.5.2.	Descripción del sistema de subdrenaje.....	107
4.5.3.	Diseño de drenes.....	108
4.5.4.	Diseño de la cámara de drenaje pluvial.....	111
4.5.4.1.	Caudal de ingreso generado por la precipitación	
	pluvial.....	111
4.5.4.2.	Caudal de ingreso generado por la precipitación	
	pluvial.....	112

4.5.5. Calculo de bombeo de la cámara de drenaje pluvial.....	113
4.5.6. Calculo del diámetro de la tubería de impulsión.....	113
4.5.7. Calculo de la altura dinámica total.....	114
4.5.8. Potencia hidráulica.....	116
4.5.9. Potencia eléctrica.....	116
4.5.10. Volumen útil del pozo sumidero.....	117
4.5.11. Resultado del diseño del desarrollo de la Investigación.....	118
4.5.12. Descripción de los elementos a emplear en el diseño de Investigación.....	119

**CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA
INVESTIGACIÓN**

5.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION.....	124
5.2. DISCUSION DE RESULTADOS.....	129
CONCLUSIONES.....	130
RECOMENDACIONES.....	131
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	132
ANEXOS.....	134

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01.- Muro típico de gravedad.....	20
Figura N° 02.- Muro típico de semigravedad.....	20
Figura N° 03.- Muro típico en voladizo.....	21
Figura N° 04.- Muro típico de contrafuerte.....	22
Figura N° 05.- Muro típico de bandeja.....	22
Figura N° 06.- Muro típico de cribas.....	23
Figura N° 07.- Estado límites de Ranking.....	25
Figura N° 08.- Líneas de ruptura de Coulomb.....	26
Figura N° 09.- Estado de empuje activo de Coulomb.....	27
Figura N° 10.- Estado de empuje pasivo de Coulomb.....	27
Figura N° 11.- Diagramas de empujes debido a sobrecargas.....	29
Figura N° 12.- Estabilidad al vuelco.....	32
Figura N° 13.- Entremado de fibras de un geotextil tejido.....	37
Figura N° 14.- Fibras discontinuas de un geotextil no tejido.....	37
Figura N° 15.- Geomallas.....	41
Figura N° 16.- Geored.....	44
Figura N° 17.- Posición y estructura de la geomembrana.....	46

Figura N° 18.- Geodren planar.....	47
Figura N° 19.- Geodren con tuberías.....	48
Figura N° 20.- Geocelda.....	49
Figura N° 21.- Masa de suelo.....	57
Figura N° 22.- Geocompuesto para edificaciones.....	61
Figura N° 23.- Esquema de un sistema de Geodren.....	63
Figura N° 24.- Esquema de funcionamiento del sistema GEODREN.....	64
Figura N° 25.- Ubicación del distrito de Huancayo.....	72
Figura N° 26.- Localización del Hospital El Carmen.....	73
Figura N° 27.- Mapa geológico cuadrángulo de Huancayo.....	74
Figura N° 28.- Zonificación sísmica del Perú.....	77
Figura N° 29.- Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas.....	78
Figura N° 30.- Perfil sísmico de la línea LS-01.....	92
Figura N° 31.- Perfil sísmico de la línea LS-02.....	93
Figura N° 32.- Perfil sísmico de la línea LS-03.....	95
Figura N° 33.- Recorrido del sistema de drenaje.....	108
Figura N° 34.- Hoja de cálculo.....	111
Figura N° 35.- Sección típica del sistema de drenaje.....	118

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01.- Funciones de los geosinteticos.....	35
Cuadro N° 02.- Funciones, descripción y productos de los geosinteticos.....	54
Cuadro N° 03.- Cuadro de variables.....	69
Cuadro N° 04.- Huancayo y sus distritos.....	71
Cuadro N° 05.- División del cuaternario.....	75
Cuadro N° 06.- Factores de zona.....	76
Cuadro N° 07.- Coordenadas perimétricas del proyecto.....	81
Cuadro N° 08.- Coordenadas de la poligonal.....	82
Cuadro N° 09.- Cuadro de áreas.....	82
Cuadro N° 10.- Parámetros de resistencia.....	97
Cuadro N° 11.- Parámetros del suelo.....	99
Cuadro N° 12.- Parámetros del elemento beam.....	99
Cuadro N° 13.- Cuadro de diámetro y velocidad.....	114
Cuadro N° 14.- Perdida de cargo por fricción en accesorios de la tubería de impulsión.....	115
Cuadro N° 15.- Accesorios en la línea de impulsión.....	115
Cuadro N° 16.- Pérdida de carga por fricción.....	115

Cuadro N° 17.- Resumen de presupuesto del sistema de drenaje.....	128
---	-----

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01.- Cantidad de ensayos estándar.....	85
---	----

INDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 01.- Domocronas de la línea de refracción sísmica LS-01.....	91
Grafico N° 02.- Domocronas de la línea de refracción sísmica LS-02.....	93
Grafico N° 03.- Domocronas de la línea de refracción sísmica LS-03.....	94
Grafico N° 04.- Presión de poros inicial – NF = 9,45 m.....	100
Grafico N° 05.- Campo de tensiones iniciales - NF = 9,45 m.....	100
Grafico N° 06.- Presión de poros inicial – NF = 2,00 m.....	101
Grafico N° 07.- Campo de tensiones iniciales - NF = 2,00 m.....	101
Grafico N° 08.- Malla deformada considerando - NF = 9,45 m.....	102
Grafico N° 09.- Vectores de desplazamiento total – NF = 9,45 m.....	103
Grafico N° 10.- Desplazamientos totales – NF = 9,45 m.....	103
Grafico N° 11.- Esfuerzos efectivos – NF = 9,45 m.....	104
Grafico N° 12.- Malla deformada considerando – NF = 2,00 m.....	104
Grafico N° 13.- Vectores de desplazamiento total – NF = 2,00 m.....	105
Grafico N° 14.- Desplazamientos totales – NF = 2,00 m.....	106

INDICE DE ESQUEMAS

Esquema N° 01.- Clasificación de los geotextiles.....	36
Esquema N° 02.- Mecánica de suelos y cimentaciones.....	56

RESUMEN

En la presente investigación denominada PROTECCION DE UN MURO DE CONTENCION MEDIANTE UN SISTEMA DE DRENAJE CON GEOCOMPUESTOS EN EL HOSPITAL EL CARMEN DE HUANCAYO; debe dar respuesta al siguiente problema; ¿Cómo será la protección de un muro de contención mediante un sistema de drenaje con geocompuestos en el hospital El Carmen de Huancayo?, para cuyo efecto se formuló el siguiente objetivo, describir la protección del muro de contención mediante un sistema de drenaje con geocompuestos en el hospital el Carmen de Huancayo; y la hipótesis que debe contrastarse es; un sistema de drenaje con geocompuestos permitirá una adecuada protección del muro de contención en el hospital El Carmen de Huancayo.

El tipo de investigación es aplicada y tecnológica, el nivel de la investigación es descriptivo, explicativo y correlacional, y el diseño es experimental con un enfoque cuantitativo. La población está conformada por toda la construcción del hospital El Carmen; la muestra es no probabilística y para efectos de la presente tesis se tomó al muro de contención que protege al bloque 1 y el bloque 2.

La investigación concluye que para la protección del muro de contención, se empleara un adecuado sistema de drenaje con geocompuesto; por ello se determinó emplear el MacDrain FP 2L 20.2, ya que las propiedades de este producto nos garantiza un correcto funcionamiento y desempeño del material; estas a su vez garantizan la protección de la estructura, la tesis también plantea la implementación de una planta de tratamiento de agua para la reutilización de las aguas captadas, almacenaje y distribución de estas.

Palabras claves:

Muro de Contención, Sistema de Drenaje, Geocompuesto.

SUMMARY

In the present investigation called PROTECTION OF A WALL OF CONTENTION THROUGH A DRAINAGE SYSTEM WITH GEOCOMPUESTOS IN THE HOSPITAL EL CARMEN DE HUANCAYO; must answer the following problem; How will the protection of a retaining wall by means of a drainage system with geocomposites be used in the El Carmen de huancayo hospital? For this purpose the following objective was formulated, to describe the protection of the retaining wall by means of a drainage system with geocomposites in the hospital the Carmen de Huancayo; and the hypothesis that must be contrasted is; a drainage system with geocomposites will allow adequate protection of the retaining wall in the hospital El Carmen de Huancayo.

The type of research is applied and technological, the level of research is descriptive, explanatory and correlational, and the design is experimental with a quantitative approach. The population consists of the entire construction of the El Carmen hospital; the sample is non-probabilistic and for purposes of this thesis was taken to the retaining wall that protects to block 1 and block 2.

The research concludes that for the protection of the retaining wall, an adequate drainage system with geocomposite will be used; for that reason was determined to use the MacDrain FP 2L 20.2, since the properties of this product guarantees us a correct operation and performance of the material; these in turn guarantee the protection of the structure, the thesis also proposes the implementation of a water treatment plant for the reuse of the water abstracted, storage and distribution of these.

Keywords:

Retaining Wall, Drainage System, Geocomposite.

INTRODUCCION

La obra, Mejoramiento de la Capacidad Resolutiva del Hospital El Carmen de Huancayo, está ubicada en la Av. Calmell del Solar en la Urb. San Antonio, Distrito y Provincia de Huancayo perteneciente a la Región Junín; la construcción y el equipamiento de esta infraestructura corresponde a un hospital de categoría III-E en la especialidad Materno Infantil. Esta edificación está conformada por; El Bloque 1 denominado clínico, consta de cinco pisos, alberga todos los usos clínicos, críticos y de intervención quirúrgica, la emergencia y los servicios funcionales esenciales del Hospital, El Bloque 2, denominado ambulatorio, consta de seis pisos, alberga principalmente actividades ambulatorias y de hospitalización, así como el área administrativa del hospital. El Bloque 3, se separan dos sub bloques: Bloque 3A: Tanque cisterna, Grupo Electrónico. Bloque 3B: Tratamiento de Residuos sólidos, Calderas. Las excavaciones masivas ejecutadas para la construcción de los bloques 1 y 2, interceptaron líneas de flujo de agua, tasas de flujo que están aflorando por la cara externa de los taludes de corte y que van aumentando por el pasar del tiempo, a una profundidad de 2.20 m. del nivel del terreno natural y acumulándose innecesariamente en zonas de depresión, llegando a tener contacto directo con los muros de contención, poniendo en riesgo a la estructura y la función que esta cumple, que es de proteger a la a los bloques 1 y 2, estos edificios estarán contruidos y tendrán como base una platea de cimentación de un espesor de 50cm., con un concreto de 280 kg/cm², los muros de contención están ubicados alrededor de esta platea. Al realizar el diseño de la estructura no se contemplaron a estas filtraciones de agua, pues al realizar el estudio se Suelos del terreno, no se evidencio ningún tipo de filtración de agua en el área de construcción, por ende esta problemática llega a ser un vicio oculto del proyecto original, para lo cual se planteara un adicional de obra para el control de las filtraciones de agua y plantear una solución a esta problemática; en este contexto la presente investigación plantea un Sistema de Drenaje con Geocompuestos para la

Protección de un Muro de Contención. Las puntos con filtraciones de agua evidenciadas en el terreno de construcción fueron aumento con el pasar de los meses, por tal motivo se consideró realizar un estudio hidrogeológico para la identificación de zonas de recarga y descarga; estudios de suelos, ejecución de ensayos geofísicos y toma de muestra para los análisis respectivo para realizar un óptimo sistema de control; cabe señalar que los resultados obtenidos del estudio hidrogeológico nos detectó las zonas de recarga y descarga así también el análisis realizada a estas aguas pueden ser reutilizadas para riego y aptas para el consumo humano si es que se les realiza un tratamiento adecuado. Para comprender el proceso de la investigación, desarrollada en esta tesis se consideró conveniente distribuir en capítulos de la siguiente manera: En el Primer Capítulo se plantea un esquema sobre la problemática existente en el terreno y área de construcción de los Bloques del Hospital El Carmen. El Segundo Capítulo se desarrolla el Marco Teórico donde se enfatiza las definiciones sobre muros de Contención, tipos de filtraciones de agua, geocompuestos y diversos planteamientos de sistema de drenaje como soporte al desarrollo del estudio de investigación. El Tercer Capítulo explica la metodología a usarse, así como el tipo y nivel de investigación a desarrollar en la presente tesis. El Cuarto Capítulo explica el desarrollo de la investigación y los estudios realizados para la implementación y aplicación de un Sistema de Drenaje con Geocompuestos para la Protección de un Muro de Contención. El Quinto Capítulo ofrece los resultados y la posterior discusión de los resultados obtenidos para luego finalizar con las conclusiones que se desprenden de los aspectos principales planteados para finalmente proponer las recomendaciones.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1 SITUACION PROBLEMÁTICA

Las filtraciones de agua ponen en riesgo a la estructura principalmente del proyecto, que es el bloque 1 y 2, las cuales están protegidas por un muro de contención, que actualmente se encuentra en contacto directo con las aguas que están emanando de diferentes puntos, estas ponen en riesgo a la estructura tanto en la etapa de construcción como en el de funcionamiento de estas estructuras.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

Se realizara una breve descripción de la problemática, mencionando los objetivos, antecedente, metodología y justificación que formara parte, para desarrollar el presente estudio de la tesis.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Construcción y equipamiento del Hospital Materno Infantil El Carmen de Huancayo de categoría III-E, fue diseñada para satisfacer las necesidades de salud neonatal y gineco obstétrico de la población en el ámbito regional de Junín. Inicialmente este proyecto fue diseñado para construirse en el lote N° 3-A que a la fecha no se culminó ningún proceso de expropiación; es por ello que la entidad aprueba el cambio de localización geográfica, para la ejecución del proyecto a la Av. Calmell del Solar en la Urb. San Antonio, Distrito y provincia de Huancayo, de propiedad de la Región Junín, en un área de 34,899.32 m². La construcción de esta estructura se inició con la Excavación masiva para el Plataformado. Los trabajos de Excavación se iniciaron en la cota 3333.50 hasta la cota de fondo de cimentación 3326.62 haciendo un promedio total de excavación de 7.00 metros de profundidad; como resultado del movimiento de tierra realizadas en los bloque 1 y 2, se encontraron filtraciones laterales en los taludes de corte, a una profundidad de 2.20 metros de la cota inicial; con el pasar de los meses hacían su aparición nuevos puntos filtrantes por los otros lados de los taludes, lo cual generó la necesidad de realizar un Estudio Hidrogeológico del terreno para determinar la complejidad de la filtraciones, para lo cual se ejecutaron los trabajos de campo, reconociendo el terreno, visitando e identificando las zonas de recarga y descarga de flujo de agua, también se tomaron muestras de agua para los análisis respectivos. Posteriormente de la interpretación de los resultados del Estudio Hidrogeológico nos llevara a proponer un Sistema de Drenaje adecuado para la protección del Muro de Contención, con la finalidad de evitar zonas de estancamiento, la evacuación adecuada de la escorrentía superficial, que a su

vez puede generar inundación y colapso de las estructuras de la edificación, estos trazos y dimensionamiento deben complementarse con la red de drenaje pluvial.

1.4. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.4.1. Problema General

¿Cómo será la protección del muro de contención mediante un sistema de drenaje con geocompuestos en el hospital El Carmen de Huancayo - 2016?

1.4.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es el proceso constructivo del sistema de drenaje con geocompuesto para la protección del muro de contención en el hospital el Carmen de Huancayo-2016?
- b) ¿Qué función cumple el sistema de drenaje con geocompuesto en el hospital el Carmen de Huancayo-2016?
- c) ¿Cuál es el nivel de desempeño del sistema de drenaje con geocompuestos para la protección del muro de contención en el hospital el Carmen de Huancayo-2016?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivos Generales

Describir la protección del muro de contención mediante un sistema de drenaje con geocompuestos en el hospital el Carmen de Huancayo-2016.

1.5.2. Objetivos Específicos

- a) Describir el proceso constructivo del sistema de drenaje con geocompuesto para la protección del muro de contención en el hospital el Carmen de Huancayo-2016.
- b) Analizar el funcionamiento del sistema de drenaje con geocompuesto para la protección del muro de contención en el hospital el Carmen de Huancayo-2016.
- c) Evaluar el nivel de desempeño del sistema de drenaje con geocompuestos para la protección del muro de contención en el hospital el Carmen de Huancayo-2016.

1.6. Antecedentes:

A. Antecedentes Internacionales:

- 1) Ing. Pu Herrera Elsi Saúl (2010), comenta en su tesis: **DRENAJE Y PROTECCION DE ESTRUCTURAS POR MEDIO DE GEOCOMPUESTOS**, a la Universidad San Carlos de Guatemala, con la finalidad de optar el grado Academico de Ingeniero Civil.

“El presente trabajo inicia describiendo los Geosintéticos y sus derivados, definiendo cada uno de ellos y de forma breve algunas aplicaciones, enfocándose en los geocompuestos, debido a que los sistemas propuestos en el presente trabajo son a base de Geocompuestos y su propiedad drenante.

En el capítulo dos se hace descripción, el “agua en el suelo”, debido a que luego de la precipitación el agua puede tomar uno de varios caminos, en este capitulo describimos cada uno de ellos y algunas características de la relación de esta con el suelo.

En el capítulo tres se hace descripción de los diversos problemas que se presentan en una estructura en contacto con el suelo y se proponen métodos para la solución y prevención de estos, se analiza la relación a largo plazo entre la capacidad de flujo en un geocompuesto y la relación de este con su espesor, también se consideran algunos materiales para la protección de los sistemas de drenado a base de Geocompuestos, por último se cita y evalúa un proyecto en el cual se utilizó un sistema de geocompuestos”.

- 2) Valencia García Monica (2011), comento en su proyecto: **ANALISIS GLOBAL DE UNA GEOMENBRANA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD CON PROPOSITOS DE IMPERMEABILIZACION EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INGENIERIA DE MAGALLANES**; a la Universidad de magallanes.

“El presente trabajo inicia describiendo los Geosintéticos y sus derivados, definiendo cada uno de ellos y de forma breve algunas aplicaciones, enfocándose en los geocompuestos, debido a que los sistemas propuestos en el presente trabajo son a base de Geocompuestos y su propiedad drenante.

En el capítulo dos se hace descripción de un factor sumamente importante en este trabajo, el “agua en el suelo”, debido a que luego de la precipitación el agua puede tomar uno de varios caminos, en este capítulo describimos cada uno de ellos y algunas características de la relación de esta con el suelo.

En el capítulo tres se hace descripción de los diversos problemas que se presentan en una estructura en contacto con el suelo y se proponen métodos para la solución y prevención de estos, se analiza la relación a largo plazo entre la capacidad de flujo en un

geocompuesto y la relación de este con su espesor, también se consideran algunos materiales para la protección de los sistemas de drenado a base de Geocompuestos, por último se cita y evalúa un proyecto en el cual se utilizó un sistema de geocompuestos”.

- 3) Bohórquez Dioselina Rosero (2010 - Guayaquil – Ecuador), comenta en su tesis: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL MURO DE HORMIGON ARMADO Y DEL MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD EN EL SITIO CRÍTICO DE LA VÍA ZHUD – COCHANCAY – EL TRIUNFO DE LA PROV. CAÑAR KILOMETRO 44+680**; a la Escuela Superior Politécnica del Litoral, con la finalidad de optar el grado Academico de Ingeniero Civil.

“El desarrollo de esta investigación reúne en seis capítulos; en el primer capítulo se presentan las generalidades del proyecto en las que se incluyen descripción del proyecto, localización del proyecto, descripción de la inestabilidad del sitio, clasificación de los movimientos.

En el segundo capítulo presenta los aspectos generales, la clasificación de los geosintéticos y la introducción a los geotextiles.

El tercer capítulo presenta todo sobre los muros de contención; las consideraciones fundamentales, tipos de muros de contención, drenajes y estabilidad.

En el cuarto capítulo presenta los muros de hormigón armado; diseño del muro de hormigón armado, evaluación de la estabilidad del muro, detallamiento del muro de hormigón armado, especificaciones generalas, procesos constructivos, condiciones para el recibo de los trabajos y unidades de medida de los muros.

En el quinto capítulo presenta todo sobre muros de contención reforzado con geosintéticos; diseño del muro, análisis de estabilidad, detallamiento del muro, especificaciones generales de construcción, proceso constructivo de los sistemas de drenaje con geotextil y las condiciones que deben tener estas para su uso.

En el sexto capítulo presenta el análisis comparativo de costos y estabilidad de ambos diseños; costos del muro de contención en hormigón armado, costos del muro de contención reforzado con geotextiles y comparación de estabilidad”.

- 4) Rendón Rodas Erick Javier (2005 – Guatemala), comenta en su tesis: **TALUDES REFORZADOS CON GEOSINTÉTICOS UTILIZADOS EN CARRETERAS**; a la Universidad De San Carlos de Guatemala, con la finalidad de optar el grado Académico de Ingeniero Civil.

“Los geosintéticos aplicados en taludes son el conjunto de trabajos que se realizan en diferentes períodos de tiempo y en los diferentes elementos de una carretera; derecho de vía, hombros, drenajes etc. El propósito es que las carreteras se conserven en buenas condiciones y presten el servicio para el cual fueron diseñadas de una manera eficiente. Todos los tipos de carreteras requieren de un mantenimiento periódico y efectivo. En sus diferentes elementos, tales como, drenajes, cunetas y, en este caso, taludes. Esto, para poder mantener la estructura principal de la carretera en buenas condiciones.

Recordemos que, en cuestión de taludes, uno de los elementos que más los hace fallar es el agua y la erosión, lo que significa que debemos de crear buenas condiciones en las obras auxiliares. La

acción constante de los elementos y las cargas que actúan sobre un talud lo desgastan, provocando daños que deben ser tratados de acuerdo al grado de severidad; además, para que un talud sea efectivo se deben emplear materiales que cumplan con los requisitos o especificaciones normados que se determinan a través de ensayos de laboratorio. Para que un talud sea adecuado, también, se debe utilizar el equipo correcto y específico, de modo que los buenos materiales sean respaldados por buenos métodos”.

- 5) Díaz Gonzáles Jony Francinny y Escobar Velásquez Oscar Eduardo (2009 - San Salvador) comentaron en su tesis: **APLICACIÓN DE GEOSINTÉTICOS EN LA ESTRUCTURA DE LOS PAVIMENTOS Y EN OBRAS DE DRENAJE PARA CARRETERAS**; a la Universidad de El Salvador, con la finalidad de optar el grado Académico de Ingeniero Civil.

“El desarrollo de esta investigación se reúne en cinco capítulos; en el primer capítulo se presentan las generalidades en las que se incluyen objetivos, alcances, limitaciones y la justificación por la cual se realiza la investigación.

El segundo capítulo trata sobre los materiales geosintéticos, se describen las materias primas utilizadas así como los diferentes procesos de fabricación, las funciones que estos cumplen y los tipos en los que se dividen.

En el tercer capítulo, se enumera y detallan los métodos de ensayo utilizados para determinar los valores de las propiedades más importantes que deben cumplir los geosintéticos para llevar a cabo un adecuado control de calidad, tanto en el proceso de fabricación como para su aceptación o rechazo en una obra. Posteriormente se hace

una recopilación de algunas especificaciones de construcción, en las cuales se muestra los tipos de geosintéticos a utilizar, de acuerdo a la función que estos desempeñan en los pavimentos y además se dan guías para su correcta colocación.

Las metodologías de diseño y aplicaciones de los geosintéticos en la estructura de los pavimentos y en obras de subdrenaje, son la parte fundamental de esta investigación.

Por lo que en el capítulo cuatro se desarrolla detalladamente cada una de estas metodologías. Finalmente en el capítulo cinco se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante el desarrollo de la investigación”.

B. Antecedentes Nacionales:

- 1) Ing. Pinedo Arévalo Miguel Alonso (2012 – Lima), comento en su tesis: **COMPARACION ENTRE MUROS DE SUELO REFORZADO CON ELEMENTOS EXTENSIBLES Y NO EXTENSIBLES;** a la Universidad Pontificia Universidad Católica Del Perú, con la finalidad de optar el grado Academico de Ingeniero Civil. Los muros de suelo reforzado son estructuras que surgen como alternativa a los muros convencionales de concreto armado.

El concepto o la idea que se manejó en los inicios de los muros de suelo reforzado están directamente relacionado con el concepto de Tierra Armada, el cual fue introducido por el francés Henri Vidal y patentado en 1963.

En el Perú la primera obra que aplicó esta técnica fue ejecutada en el año 1972. Es a partir del concepto de Tierra Armada, suelo reforzado con elementos inextensibles, que surge el concepto de Muro de Suelo Reforzado, el cual no solamente involucra la técnica de Tierra Armada, sino también la técnica de Muros de Suelo Reforzado con

elementos extensibles, como es el caso de los geosintéticos. Desde ese entonces se han construido en todo el mundo más de 40000 estructuras de muro de suelo reforzado, las cuales cubren alrededor de 30 millones de metros cuadrados.

La construcción de estructuras que aplican la técnica de muros de suelo reforzado con elementos extensibles en nuestro país comienza a mediados de los años 90. Fue sin embargo, en el año 2000 en que dicha técnica alcanzó un alto grado de desarrollo y difusión. En la actualidad este tipo de estructuras son cada vez más requeridas, ya que tienen diversas aplicaciones en el campo de la ingeniería civil. Los muros de suelo reforzado son sistemas compuestos de suelo compactado y elementos de refuerzo en tensión. Su resistencia interna se debe principalmente al refuerzo y externamente se diseñan como estructuras masivas por gravedad. Son fáciles, sencillas y rápidas de construir; utilizan el suelo como su principal componente y pueden adaptarse fácilmente a la topografía. Los muros de suelo pueden ser reforzados con elementos inextensibles entre los cuales se destaca a los flejes o mallas metálicas, y con refuerzos extensibles (refuerzos plásticos) como es el caso de los geosintéticos (geotextiles o geomallas).

Con el propósito de realizar la comparación ya mencionada se planteó una alternativa distinta, la cual consistió en el diseño de un muro de suelo reforzado con elementos inextensibles, flejes de acero. La comparación tiene como finalidad poder establecer semejanzas y diferencias técnicas y económicas entre uno y otro sistema.

- 2) Orrego Cabanillas Daniel Alberto (2014 – Lima) comenta en su tesis: **ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DEL USO DE GEOMALLAS COMO REFUERZO DE BASES GRANULARES EN PAVIMENTOS**

FLEXIBLES; a la Universidad Pontificia Universidad Católica Del Perú, con la finalidad de optar el grado Académico de Ingeniero Civil.

“El presente trabajo consiste en el análisis del uso de geosintéticos, en específico las geomallas, como refuerzo de bases granulares dentro de una estructura de pavimento flexible. Lo que se busca es determinar si son una alternativa económicamente viable sin disminuir la capacidad estructural de la vía proyectada en el proyecto analizado.

Con este propósito se realizó un diseño de tres alternativas bajo los mismos parámetros de diseño: la primera alternativa es una sección convencional o no reforzada; mientras que las dos alternativas adicionales consisten en secciones reforzadas con geomallas biaxiales y multiaxiales respectivamente.

Para poder obtener un diseño alternativo óptimo es necesario conocer las propiedades de las geomallas disponibles en el mercado actualmente, para ello se hizo una clasificación de las mismas y se mostraron sus aplicaciones típicas. Así mismo, se describieron los mecanismos de refuerzo relacionados con el uso de geomallas dentro de estructuras de pavimento y los beneficios que estos permiten lograr.

Luego, se hizo una recopilación de las metodologías de diseño que se utilizaron para el caso de estudio presentado y las investigaciones que permitieron obtener los factores necesarios para realizar el diseño de las secciones reforzadas con geomallas.

Con esta información como base se procedió al diseño de las estructuras de pavimentos para nueve diferentes secciones. Esto permitió hacer un análisis más completo de los diferentes factores que influyen en el resultado final obtenido con el uso de las geomallas

como refuerzo; así como encontrar las condiciones óptimas donde esta alternativa es económica y técnicamente mejor.

Por último, se muestra un modelo de especificación técnica, de acuerdo a los lineamientos de las especificaciones generales presentadas por el MTC, que puede servir como punto de partida para su inclusión dentro de los productos a usarse dentro de los proyectos nacionales bajo su gestión”.

C. Antecedentes Locales:

- 1) Paúl Chancasanampa Pacheco (2015 – Huancayo), comenta en su tesis: **DISEÑO Y APLICACIÓN DE GEOTEXILES Y GEOMEMBRANAS EN PLANTAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES**; a la Universidad Nacional Del Centro Del Perú, con la finalidad de optar título profesional de Ingeniero Civil.

“Los geosintéticos son usados en diferentes aplicaciones en instalaciones de tratamiento de aguas residuales. El uso más común es en lagunas que operan con procesos aeróbicos y anaeróbicos. Entre otras aplicaciones se tiene la evaporación mejorada de aguas residuales y la deshidratación de lodos mediante geotubos permeables hechos de geotextil.

Las aplicaciones de geosintéticos en estos sistemas de lagunas están esencialmente asociados con sistemas de impermeabilización y con sistemas de cubiertas flotantes, sin embargo hay variaciones que pueden ser optadas de acuerdo a las circunstancias: (a) Sistemas de revestimiento: se pueden especificar apropiadamente revestimientos geosintéticos de arcilla, con cubiertas de suelo o concreto; o geomembranas. (b) Sistemas de Cubierta: los diseños pueden variar con factores tales como el proyecto de operación de la cubierta con

respecto a los niveles de efluente, colecta de gas y factores asociados, así como con las restricciones de construcción, las cuales pueden limitar las opciones de diseño de la cubierta. (c) Evaporación Mejorada: una típica geomembrana oscura con aguas residuales superficiales por encima de ella, hará que se eleve la temperatura del agua por radiación solar, creando una mejor capacidad de evaporación. Esto es utilizado en la eliminación de aguas residuales y en procesos de extracción de minerales y sal. Una cubierta flotante sobre el agua residual previene el aumento del volumen de residuos en la estación seca, permitiendo la extracción de agua fresca de la cubierta. (d) Deseccación de Lodos: los geotubos fueron inicialmente desarrollados como una herramienta de construcción para permitir el uso de arenas drenadas en la construcción de obras de defensa costera o similar. Esas propiedades de filtración también pueden ser usadas para secar rápidamente con elevado contenido de humedad, llevándolos a un estado sólido que permita su transporte en camiones sin goteo”.

1.7. JUSTIFICACION

1.7.1. Justificación Teórica:

La investigación busca plantear una solución para el control de filtraciones de agua, mediante un sistema de drenaje para proteger los muros de contención, ya que estos tienen la función de proteger el bloque 1 y 2, ya sea este en la etapa de construcción como en el funcionamiento de toda la vida útil de la estructura; para obtener un óptimo resultado, y cumplir con la meta ya que es de sumo cuidado la construcción de este tipo de recintos pues dentro de ellos funcionarían consultorios clínicos de las diferentes especialidades, así como también estaría el área de hospitalización.

Estas aguas están siendo evacuadas de manera provisional con motobombas, conducidas mediante tuberías y mangueras de riego, hacia la calle, pero con el pasar de los meses aumentaron los puntos con filtraciones de agua, estas hicieron su aparición por los otros frentes de los taludes ubicados alrededor de donde se construye el muro de contención, por ende hubo un aumento de caudal.

Este suceso generó la necesidad de realizar un Estudio Hidrogeológico del terreno para determinar la complejidad de las filtraciones, como parte de este estudio hidrogeológico se identificaron las zonas de recarga y descarga del flujo de agua, también hubo la necesidad de ejecutar los ensayos geofísicos oportunos y en conformidad con la naturaleza y estado actual de la obra, así como también se tomaron muestras de agua para los análisis respectivos.

Una vez obtenidos los resultados del Estudio Hidrogeológico se realizó la interpretación de los perfiles geofísicos y ante la presencia de frentes de recarga (lluvias, infiltración), típico de la zona, la presencia de estos estratos húmedos con lleva a proponer un sistema de drenaje superficial con fines de evitar zonas de estancamiento, y la evacuación adecuada de la escorrentía superficial, que posteriormente puede generar inundaciones y colapso de las estructuras de la edificación.

1.8. JUSTIFICACIÓN LEGAL

A continuación se presentan las leyes, normas y reglamentos que nuestro país regula la aplicación de los parámetros en el sector salud y la elaboración de un Sistema de Drenaje y el tratamiento de agua para el consumo humano.

- **Constitución Política del Perú.**

En su art. 2 inciso 22 establece que: Toda persona tiene derecho a la paz, tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida.

- **Reglamento Nacional de Edificaciones.**

Conjunto de normas de orden técnico que juega un rol importante que la reglas sean claras en bien de los habitantes, el medio ambiente y la propia edificación que tiene por objeto normar los criterios mínimos para el diseño y ejecución.

Norma A.050 - Salud: Se denomina edificación de salud a todo establecimiento destinado a desarrollar actividades de promoción, prevención, diagnóstico, recuperación y rehabilitación de la salud de las personas, a los cuales se les reconoce como instalaciones esenciales.

La presente norma se complementa con las directivas de los reglamentos específicos sobre la materia, promulgadas por el Ministerio de Salud y tiene por objeto establecer las condiciones que deberán tener las edificaciones de Salud en aspectos de habitabilidad y seguridad, en concordancia con los objetivos de la Política Nacional de Hospitales Seguros Frente a Desastres.

Los hospitales son establecimientos de salud destinado a la atención integral de consultantes en servicios ambulatorios y de hospitalización, proyectando sus acciones a la comunidad.

Norma OS.020: El objeto de la norma es, el de establecer criterios básicos de diseño para el desarrollo de proyectos de plantas de tratamiento de agua para consumo humano.

Norma OS.030: Esta norma señala los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de almacenamiento y conservación de la calidad del agua para consumo humano.

Norma OS.040: Esta norma señala los requisitos mínimos que deben cumplir los sistemas hidráulicos y electromecánicos de bombeo de agua para consumo humano.

Norma OS.060: El objetivo de la presente norma, es establecer los criterios generales de diseño que permitan la elaboración de proyectos de Drenaje Pluvial Urbano que comprenden la recolección, transporte y evacuación a un cuerpo receptor de las aguas pluviales que se precipitan sobre un área urbana.

- **ASTM Comité D35:**

El uso cada día más difundido de geomembranas como materiales barrera para restringir la migración de líquidos de un lugar a otro ha creado la necesidad de un método de prueba para evaluar la calidad de las juntas de geomembranas producidas por métodos de cinta.

- **Código del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales D.L. N°613 (07-09-90).**

Tiene como premisa el derecho irrenunciable de toda persona tiene a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida. El estado está obligado a mantener la calidad de vida de las personas en un nivel compatible con la dignidad humana correspondiéndole prevenir y controlar la contaminación ambiental y cualquier proceso de deterioro de los recursos naturales. Este código en su capítulo sexto, se refiere a las medidas de seguridad donde de manera directa está prohibido la descarga de sustancias contaminantes que provoquen degradación de

los ecosistemas o alteren la calidad del ambiente, sin previamente ser tratada siendo la autoridad competente la encargada de aplicar las medidas de control y muestreo para velar por el cumplimiento de esta disposición. Específica la prohibición de verter o emitir residuos sólidos, líquidos, gaseosos, otras formas de materia o energía causante de la alteración del agua y aire.

- **Ley General del Ambiente – Ley N° 28611.**

Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.

1.9. HIPOTESIS

1.9.1. Hipótesis General

Un sistema de drenaje con geocompuestos permitirá una adecuada protección del muro de contención en el hospital El Carmen de Huancayo – 2016.

1.9.2. Hipótesis Específico.

- a) Se logrará un proceso constructivo eficiente mediante un sistema de drenaje con geocompuesto para la protección del muro de contención en el hospital el Carmen de Huancayo.
- b) El sistema de drenaje con geocompuesto, alcanzará un correcto funcionamiento para la protección del muro de contención en el hospital el Carmen de Huancayo.
- c) El nivel de desempeño del sistema de drenaje con geocompuesto es satisfactorio para la protección del muro de contención en el hospital el Carmen de Huancayo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. BASES TEÓRICAS:

2.1.1. MUROS DE CONTENCIÓN

Braja M. Das (2004) considera que “El objetivo fundamental de un muro de contención contribuye como un elemento estructural de sujeción a los empujes laterales de la tierra que está contenida en su parte posterior del muro de contención, que en algunas ocasiones los

empujes laterales son de un terreno natural y en otras un relleno artificial, estas transmiten aquellas fuerzas en forma segura a la fundación o a un sitio por fuera de la masa analizada de movimiento.

El carácter fundamental de un muro de contención es la de servir de elemento de sujeción de un terreno, para soportar los empujes laterales de la tierra que está contenida en su parte posterior, que en algunas ocasiones es un terreno natural y en otras un relleno artificial, y transmitir esas fuerzas en forma segura a la fundación o a un sitio por fuera de la masa analizada de movimiento”.

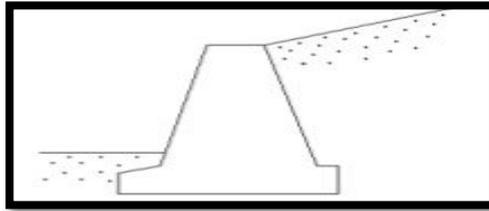
Jack C. McCormac (2001) considera que “Un muro de contención no solo soporta los empujes laterales transmitidos por el terreno sino también se deben de considerar: las sobrecargas sobre el terreno, empujes hidrostáticos y empujes originados por fuerzas sísmicas, las cuales producirán un aumento de la presión sobre el muro en forma considerable”.

2.1.1.1. TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN

Rogel (2005) nos menciona que “Los muros de contención se clasifican según su estructura en muros tipo: gravedad, semigravedad, voladizo, con contrafuerte, de bandejas, cribas y otros prefabricados.

Muros de Gravedad: Son muros de hormigón en masa en los que la resistencia se consigue por su propio peso. Estas estructuras normalmente carecen de cimiento diferenciado aunque pueden tenerlo. La ventaja principal de este tipo de muro es que no van armados. Se utilizan para alturas moderadas si su longitud no es muy grande.

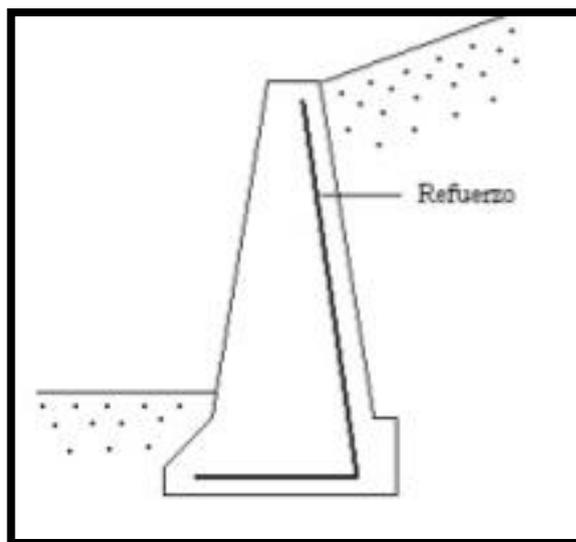
FIGURA N° 01
MURO TÍPICO DE GRAVEDAD



Fuente: Rogel, 2005.

Muros de Semigravedad: Se clasifican entre los tipos gravedad y voladizo. Estas dependen de su propio peso, más el peso de suelo detrás de la pared para proporcionar estabilidad. Se usan aproximadamente para el mismo rango o nivel de altura que los muros de gravedad y usualmente incorporan un refuerzo ligero.

FIGURA N°02
MURO TÍPICO DE SEMIGRAVEDAD

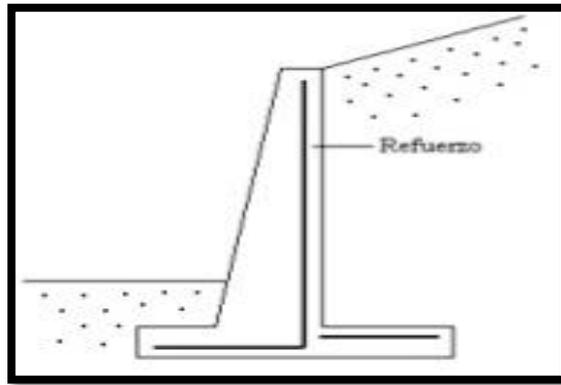


Fuente: Rogel, 2005

Muro voladizo: Son los muros de contención de uso más frecuente y aunque su campo de aplicación depende de los costos de excavación, hormigón, acero, encofrado y relleno, estas a su vez constituyen la solución más económica para muros de hasta 10 a 25 pies de altura (3 a 7,5m aprox.). La pared vertical se llama

vástago, la parte de la zapata que oprime al suelo más intensamente se llama punta y la parte que tiende a levantarse se llama talón. El hormigón y su refuerzo se disponen de manera tal que parte del material en la parte posterior del muro se usa junto con el peso de éste, para producir un momento resistente necesario contra el volcamiento.

FIGURA N° 03
MURO TÍPICO EN VOLADIZO

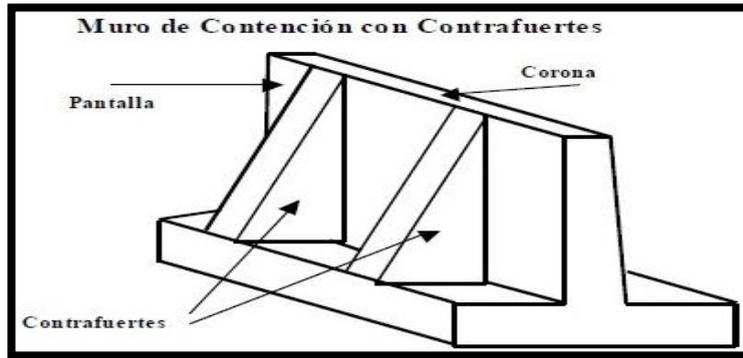


Fuente: Rogel, 2005.

Muros de contrafuerte: Representan una evolución del tipo anterior. Crece la altura sobre los 20 a 25 pies (6 a 7,5 m), y también los espesores del hormigón. Todo debido a que los momentos flexionantes en la unión del vástago con la zapata son grandes, estas se refuerzan con los muros transversales en los intradós (parte del frente), o en los trasdós (parte posterior). Si los muros transversales quedan visibles en los intradós se denomina “muros con contrafuertes” y en el caso contrario cuando son construidos en los trasdós quedando ocultos por el relleno, a estos se les denomina muros con estribos.

FIGURA N°04

MURO TÍPICO DE CONTRAFUERTE

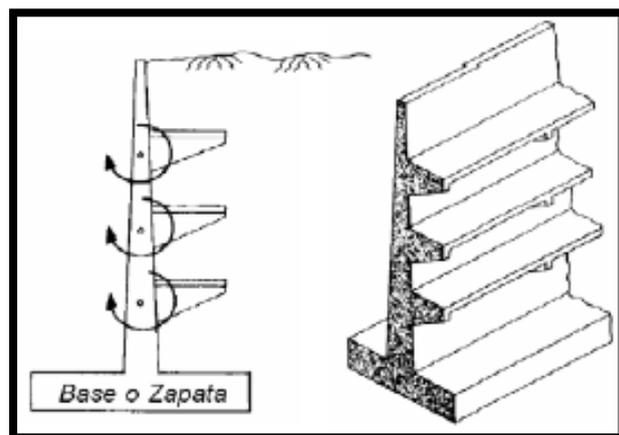


Fuente: Rogel, 2005.

Muros de bandeja: Con este tipo de muro lo que se busca es contrarrestar parte del momento solicitante, mediante la colocación de bandejas a distinta altura en las cuales se producen momentos en sentido contrario, debidos a las cargas del propio relleno depositadas sobre las bandejas. Esta puede ser una solución alternativa a los muros de contrafuertes para grandes alturas en los que para resistir el momento solicitante se incremente el canto y se aligera la sección incorporando los contrafuertes.

FIGURA N°05

MURO TÍPICO DE BANDEJA

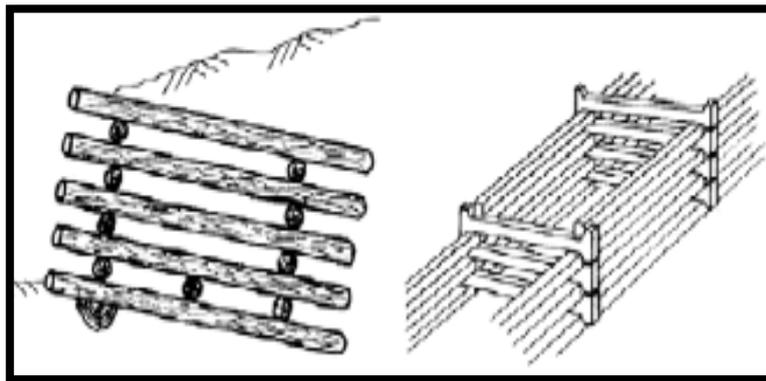


Fuente: Rogel, 2005.

Muros cribas y prefabricados: El concepto de muro de cribas o de elementos (piezas) prefabricadas tiene su origen en muros análogos realizados con troncos de árboles.

FIGURA N°06

MURO TÍPICO DE CRIBAS



Fuente: Rogel, 2005.

2.1.2. EMPUJES DE TIERRA EN ESTRUCTURA

Jack C. McCormac refiere que “Las presiones reales que se presentan detrás de los muros de contención son muy difíciles de estimar, esto debido al gran número de variantes implicadas. La presión lateral que actúa sobre un muro en condiciones de talud estable son una función de los materiales y sobrecargas que la estructura soporta, el nivel de agua freática, las condiciones de cimentación y el modo y magnitud del movimiento relativo del muro”.

Existen tres tipos de presión de acuerdo a las características de deformación supuestas en la interacción suelo-estructura.

- a) Presión en reposo
- b) presión activa

c) presión pasiva

Das, (2001) refiere que, “Los términos presión activa y presión pasiva son utilizados para describir las condiciones límites de las presiones de tierra contra la estructura. **La presión activa**, es la presión lateral ejercida por el suelo detrás de la estructura cuando la pared se mueve suficientemente hacia fuera para alcanzar un valor mínimo. **La presión pasiva**, es la presión lateral ejercida sobre la pared cuando el muro se mueve suficientemente hacia el suelo hasta que la presión alcanza un valor máximo”.

a) PRESIÓN DE TIERRA EN REPOSO

Braja M. Das (2001) nos menciona que, “La Presión en reposo, ocurre cuando el suelo no se ha movido detrás del muro y se le ha prevenido de expandirse o contraerse (las deformaciones son prácticamente nulas).

a) PRESIÓN ACTIVA Y PASIVA SEGÚN TEORÍA DE RANKINE

Braja M. Das (2001), Bray (2003) nos dicen que, “La teoría de Rankine está basada en la formación de un estado límite llamado “plástico” en toda la masa de suelo adyacente a una pared que puede moverse y en la cual fue alcanzada la máxima resistencia al corte del suelo. Cuando se alcanza el estado límite las tensiones laterales en una región de masa de suelo son determinadas, y la obtención del empuje resultante para la teoría de Rankine consiste en la integración de aquellas tensiones a lo largo de toda la altura de la pared de contención, considerada de longitud unitaria. En la figura 7 se muestran las líneas de ruptura correspondientes a los *estados activos y pasivos*, respectivamente; donde se observan las

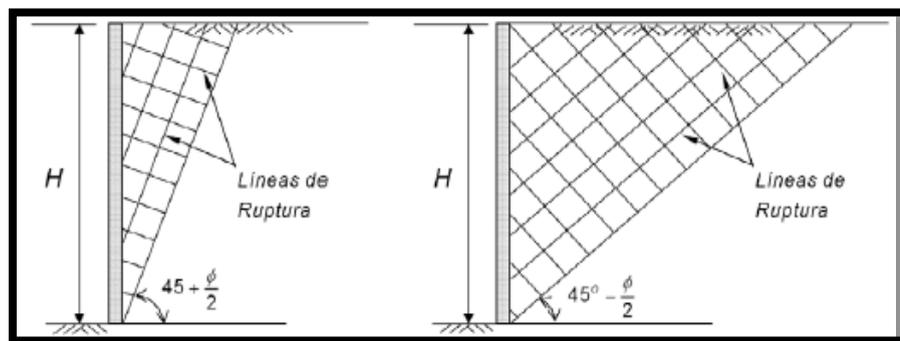
condiciones de “plastificación total” de la masa de suelo adyacente a la pared del muro”.

FIGURA N° 07

ESTADOS LÍMITES DE RANKING

a) Estado Activo

b) Estado Pasivo



Fuente: Rogel, 2005

La presión activa de tierra se origina cuando los movimientos de la pared alejándose del relleno son suficientes para movilizar completamente la resistencia de corte dentro de la masa de suelo detrás de la pared.

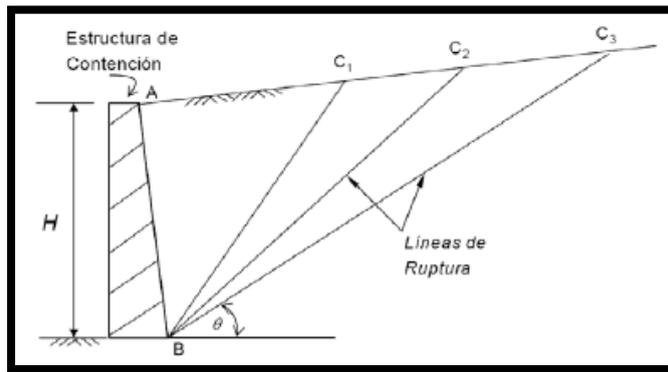
c) PRESIÓN ACTIVA Y PASIVA SEGÚN TEORÍA DE COULOMB:

En el caso de Coulomb propone una teoría para calcular la presión lateral de la tierra sobre un muro de contención con relleno de suelo granular, pero tomando en cuenta la fricción del muro (Das, 2001). La teoría se basada en el equilibrio de fuerzas obtenidas en el instante de ruptura inminente de la masa de suelo contenida, sin hacer alusión de las tensiones desarrolladas. Las hipótesis

asumidas por Coulomb son: a) las supuestas líneas de ruptura del suelo forman rectas BC (figura 8); b) la pared o muro de contención puede moverse en el sentido de alejamiento o aproximación de la masa de suelo; c) existe roce o fricción entre el muro y el suelo contenido.

FIGURA N°8

LÍNEAS DE RUPTURA DE COULOMB

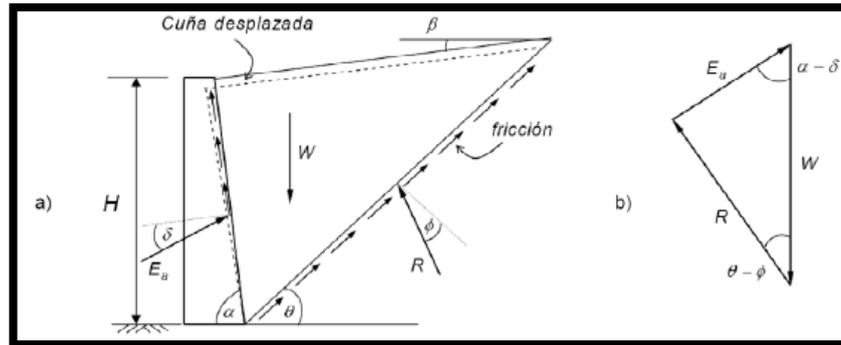


Fuente: Rogel, 2005

En el estado límite de la cuña de falla se desarrollan fuerzas de fricción y en el plano de contacto entre el suelo y el muro. La cuña de falla depende del estado de tensiones en el suelo, la que a su vez son función del estado de deformaciones del mismo. Los dos estados límites posibles corresponden a los empujes activo y empuje pasivo.

En la figura 9 se observa la condición de falla correspondiente al empuje activo, que se desarrolla para un estado de deformación en que el muro se desplaza o gira en torno a su base alejándose del terreno.

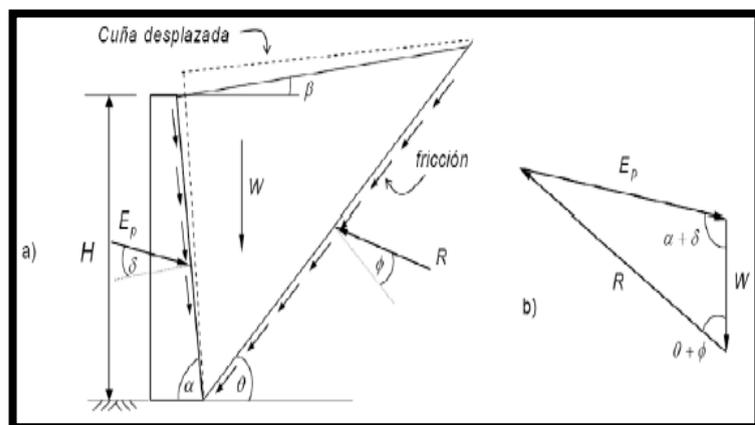
**FIGURA N°09
ESTADO DE EMPUJE ACTIVO DE COULOMB**



Fuente: Rogel, 2005

Braja M. Das nos dice que, Si las condiciones de deformación involucran un desplazamiento o giro del muro contra el terreno contenido, la falla corresponde al estado de empuje pasivo. La cuña de suelo tiende a levantarse y las fuerzas reactivas de fricción se oponen al movimiento, de modo que las fuerzas reactivas E_p y R adoptan las inclinaciones que se ilustra en la figura 10 (a). La fuerza de empuje pasivo E_p se obtiene a través de una forma análoga al del empuje activo, con la diferencia de que ahora la superficie fallada de interés es la asociada al valor mínimo de E_p , o sea el ángulo θ de interés es aquel que conduce al valor mínimo de E_p ".

**FIGURA N°10
ESTADO DE EMPUJE PASIVO DE COULOMB.**



Fuente: Rogel, 2005

2.1.2.1 EMPUJES DEBIDO A SOBRECARGAS

Braja M. Das (2001) considera que, “A las presiones ejercidas por el suelo se deben agregar las sobrecargas detrás del muro, las cuales provocarán efectos sobre el empuje total. Se deben considerar las sobrecargas debidas a la presencia de edificaciones próximas, posibles acopios de materiales, vehículos, etc., las cuales serán transmitidas de alguna manera a la estructura en cuestión. Entre las presiones debidas a sobrecargas aplicadas arriba y detrás del muro se tienen.

- a) **Presiones debidas a cargas aplicadas arriba del muro.** Se presentan tres casos; cargas concentradas, cargas lineales y cargas repartidas. En el caso de las cargas repartidas, se le sumará a las presiones inducidas por el suelo una presión en toda la altura del muro, un valor de la carga por unidad de área afectada por un parámetro K. Para los demás casos se le sumará la resultante de los diagramas de presiones respectivos.

- b) **Presiones de expansión.** Si se coloca un suelo expansivo detrás del muro y éste se llegare a humedecer, se podría desarrollar una presión de expansión, equivalente a la presión del ensayo de succión o presión de expansión uniformemente a lo largo del muro.

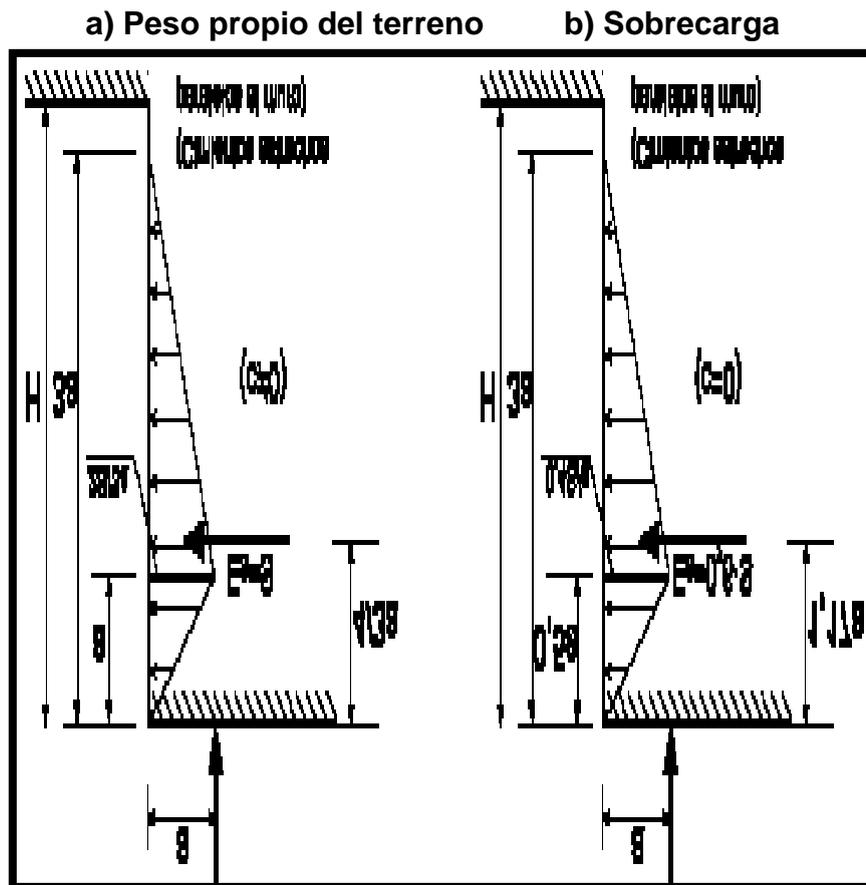
- c) **Presión de tierras debida a la compactación.** Para la construcción de un muro de contención con relleno generalmente, se especifica una densidad seca mínima para garantizar una resistencia al cortante y dureza en el relleno.

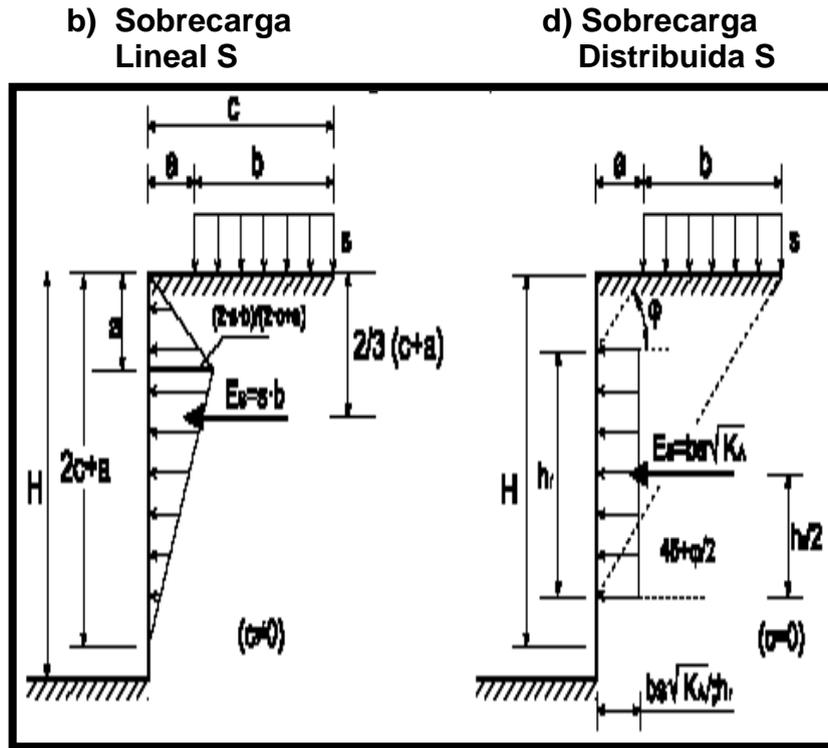
Aunque la compactación es importante, el uso de equipos pesados de compactación detrás de un muro puede causar daño, debido a que se pueden inducir fuerzas horizontales muy grandes superiores a las calculadas en el diseño del muro.

- d) **Presión de agua.** La presencia de agua detrás de una estructura de contención tiene gran efecto sobre la magnitud de las fuerzas aplicadas sobre el muro. La mayoría de los muros que han fallado, ha sido debido a la acción del agua.

FIGURA N°11

DIAGRAMAS DE EMPUJES DEBIDO A SOBRECARGAS.





Fuente: McCormac, 2002

2.1.3. FALLAS EN LOS MUROS

Rafael Angel torres (2008) considera que “Una estructura de contención puede fallar por ejemplo: si las partes individuales pueden no ser suficientemente fuertes para resistir las fuerzas que actúan, como es el caso cuando un muro vertical se agrieta por la acción de la presión de tierra que actúa sobre él; o cuando el muro en su conjunto es desplazado por la presión de tierra, sin presentar roturas internas. Para el primer caso, se requiere determinar las dimensiones, espesores y refuerzos necesarios para resistir los momentos y cortantes. Este procedimiento es similar al utilizado para calcular las dimensiones y el refuerzo que se requieren en otros tipos de estructuras de hormigón. Para el segundo caso, contra desplazamientos globales, o sea para garantizar las estabilidad externa del muro, se requieren de condiciones especiales”.

A) HUNDIMIENTO

Braja M. Das, (2004) dice que “La cimentación o base del muro debe tener la misma seguridad frente al hundimiento que una zapata de cimentación de una estructura, considerando la inclinación y excentricidad de la resultante y los coeficientes de seguridad.

La distribución de presiones del muro debe definirse de forma que los asientos sean admisibles. Cuando el terreno es muy compresible, debe evitarse los asentamientos diferenciales de los bordes de la cimentación imponiendo que la resultante de fuerzas esté lo más centrada posible. Si la capacidad de carga del terreno fuera insuficiente o los asientos excesivos, se puede recurrir a una cimentación profunda, una mejora o refuerzo del terreno u otra solución que asegure la estabilidad frente al hundimiento”.

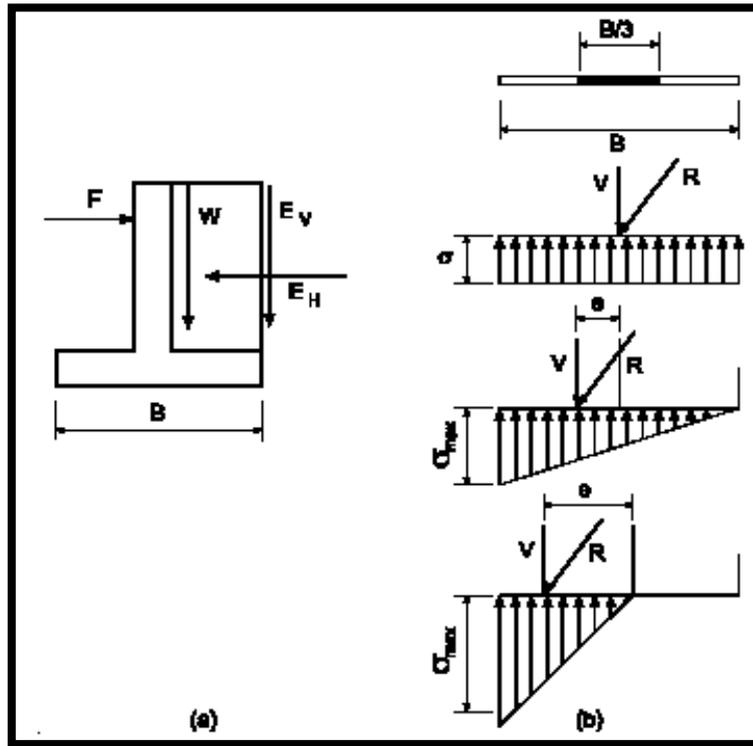
B) DESLIZAMIENTO

Braja M. Das (2004) menciona que “Este estado límite debe comprobarse tan sólo en aquellos casos en los que la máxima componente de los empujes horizontales sobre el muro sea mayor del 10% de la carga vertical.

C) VUELCO

Cavalera (2004) menciona que “En general puede prescindirse de esta comprobación cuando la resultante de las fuerzas que actúan sobre el muro, incluido el peso propio y la resultante de posibles elementos de sostenimiento (anclajes, forjados o arriostramientos intermedios), tengan su punto de aplicación dentro del núcleo central de la base”.

FIGURA N°12
ESTABILIDAD AL VUELCO



Fuente: Cavallera, 2006

La estabilidad al vuelco se comprueba comparando los momentos de cálculo desestabilizante y estabilizante respecto de la arista exterior de la base de la zapata.

2.1.4 ¿QUÉ ES UN GEOSINTÉTICO?

Botasso, Gerardo (2011) dice que “Los Productos desarrollados a partir de segmentos industriales (textiles, caucho, materiales plásticos, membranas bituminosas/polímeros y bentonita), para la transformación de polímeros básicos (polietileno, polipropileno, nylon, poliamidas, fibra de vidrio, polímeros altamente inertes a la degradación biológica y química) a su vez transformados para poder ser utilizados en el mejoramiento del

comportamiento de los suelos. IGS Sociedad Internacional de Geosintéticos: Entidad que está impulsando el desarrollo científico y técnico de ISO Geosintéticos en el mundo para aplicaciones en el campo de la ingeniería y la geotecnia.

Su correcto uso reduce los requerimientos de materiales de construcción a una fracción de los que antes se necesitaban, disminuyendo también los desperdicios al finalizar el proyecto. Por esta razón, además de versátiles y económicos, son amigables con el ambiente”.

2.1.4.1 FUNCIONES PRINCIPALES DE LOS GEOSINTETICOS

Piegari (2005) nos describe “Las funciones principales que cumplen los geosintéticos, se agrupan en mecánicas e hidráulicas.

Entre las funciones mecánicas se tienen:

- a) Refuerzo.** Mejoran la calidad del suelo, aumentando la capacidad portante y la estabilidad de la explanada. Permiten una mejora de terrenos reduciendo su deformabilidad, aumentando su resistencia a cortante y aportando resistencia a tracción.

- b) Separación.** Evitan la mezcla de materiales o partículas de suelo con diferentes propiedades físicas (granulometría, consistencia, densidad, etc.) o químicas. Colocado entre el terreno natural y el material seleccionado de aportación, permite mantener un espesor constante de capa de ahorros durante la vida útil de diseño, evitando su contaminación y manteniendo una óptima permeabilidad.

c) Protección. Gracias al entrelazado mecánico de sus fibras y a su estructura tridimensional, los geotextiles no tejidos presentan unas excelentes prestaciones mecánicas al punzonamiento. Ejercen como elemento de protección de geosintéticos o láminas de impermeabilización, de las aristas u objetos punzantes del terreno o material de aportación, evitando perforaciones y su desgaste durante la vida de diseño del proyecto.

Entre las funciones hidráulicas se tienen:

a) Filtración. Los geotextiles y geocompuestos drenantes actúan como filtro, reteniendo partículas de suelo que pueda transportar el agua al fluir entre el suelo y la capa de material seleccionado. Evitan la migración de finos, permitiendo el paso de agua, aun con mínima presión”.

b) Drenaje. La estructura tridimensional de ciertos geosintéticos facilita la conducción de líquidos y gases. Permiten su flujo en el plano del geotextil o geocompuesto drenante, garantizando el transporte de fluidos y liberando al terreno de sobre presiones.

c) Impermeabilización. La estructura de ciertos geosintéticos, permiten crear una barrera impermeable en suelos susceptibles a desestabilizarse, en estructuras de contención o circulación de agua y demás aplicaciones de la ingeniería civil en las que prime la función de impermeabilidad. Evitan el flujo de agua normal al plano del geosintético”.

2.1.4.2 CLASIFICACIÓN DE GEOSINTETICOS

- Geotextil
- Geogrilla o geomalla,
- Geonet o geored,
- Geomembrana,
- Geodren,
- Geoceldas,
- Geomanta
- Geocompuestos.

CUADRO N°01
FUNCIONES DE LOS GEOSINTETICOS

FUNCIONES	GEOTEX TILES	GEOCOMP UESTOS	GEOMEN BRANAS	GEOMALLA
Separación	▲			
Filtración	▲	▲		
Refuerzo	▲			▲
Drenaje	▲	▲		
Protección	▲			
Impermeabilización	▲		▲	

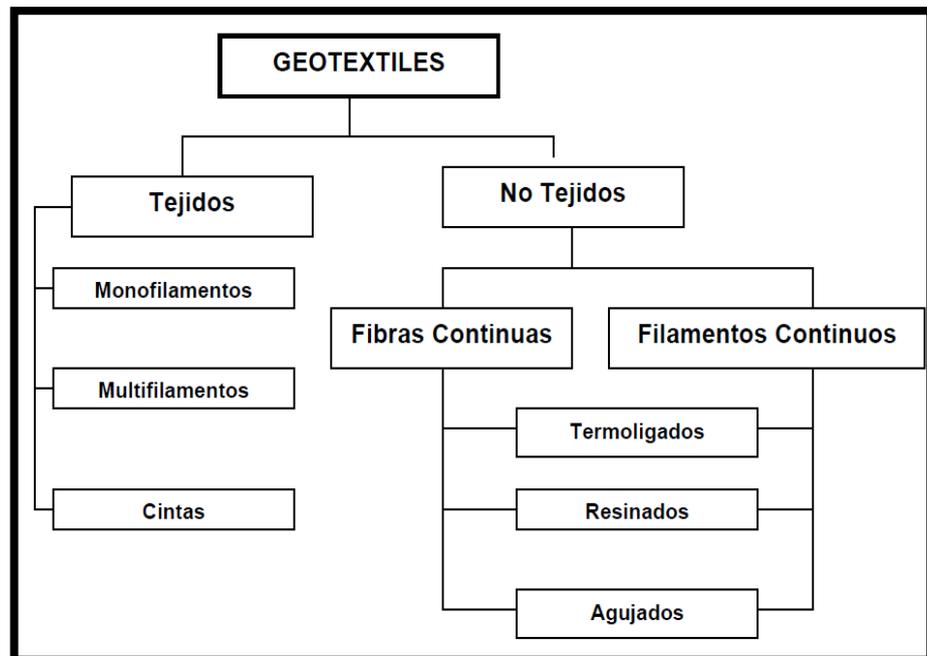
Fuente: Fuente: Piegari, 2005.

2.1.4.2.1. ¿QUÉ ES UN GEOTEXTIL?

El geotextil es una manta flexible, de poco peso y espesor, constituida por fibras poliméricas extruidas o estiradas, filamentosas o aplanadas, fabricadas por procesos de origen textil, con trama regular (tejidos) o entrecruzada sin ordenación preferente (no tejido).

➤ CLASIFICACIÓN DE LOS GEOTEXTILES

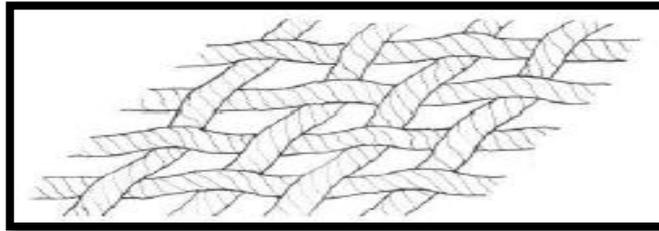
ESQUEMA N°01
CLASIFICACIÓN DE LOS GEOTEXTILES



Fuente: Piegari, 2005

Piegari nos dice que “Los **geotextiles tejidos**, se fabrican a partir de cintas, láminas fibriladas, hilos de multi o monofilamentos, fibras cortadas o mallas. Son anisótropos, presentando generalmente dos direcciones principales de trama, formando un ángulo de 90° entre ellas”.

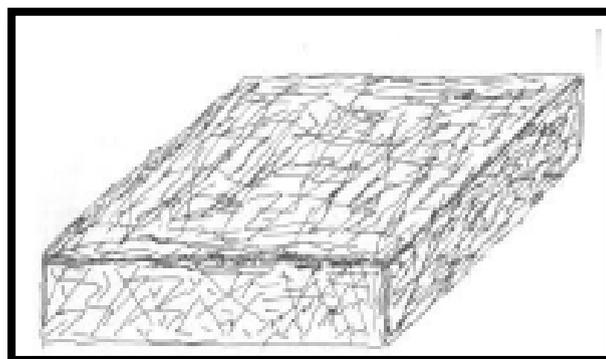
FIGURA N°13
Entremado de Fibras de un Geotextil Tejido



Fuente: Piegari, 2005

Piegari (2005) menciona que “En el caso de los **geotextiles no tejidos**, se fabrican con fibras discontinuas o con filamentos largos, unidos por vía seca (agujeteado), o por vía fundida (química o termo soldada). El tipo de geotextil fabricado a partir de filamentos ondulados entrelazados al azar, tiene la característica de responder uniformemente en cualquier dirección de su plano, con deformaciones importantes debido al enderezamiento previo de las fibras onduladas. Las fibras continuas presentan una mayor resistencia a la tracción y una menor elongación respecto de las fibras cortas (filamentos de 70 a 90 mm de longitud).

FIGURA N°14
FIBRAS DISCONTINUAS DE UN GEOTEXTIL NO TEJIDO



Fuente: Piegari, 2005

FUNCIONES DE UN GEOTEXTIL (SEGÚN PIERGARI 2005):

➤ **Separación**

Esta función se puede definir como la interposición de un material textil y poroso entre materiales de distinta granulometría, permitiendo así que ambos materiales mantengan su integridad y características físicas propias, preservando la función para la cual fueron puestos en servicio. Al mismo tiempo que se evita la mezcla de los materiales, se posibilita una reducción de las supresiones y facilita el flujo de agua en ambos sentidos.

➤ **Filtro**

La textura altamente permeable del geotextil permite un rápido paso del agua a través de su plano, a la vez que retiene de manera eficaz las partículas (incluso las más finas del suelo). Este desempeño como filtro se mantiene perdurablemente durante una vida útil extensa.

➤ **Protección**

Esta función se basa en la capacidad del geotextil para absorber tensiones localizadas (punzonado). El caso más común donde el geotextil cumple esta función es, cuando asociado a una geomembrana impermeable, la protege de perforaciones y desgaste.

➤ **Refuerzo**

El geotextil, gracias a su alta interacción con los suelos (buena resistencia a la compresión pero pobre resistencia a la tracción), proporciona una eficiente transmisión de

esfuerzos que aumenta la resistencia del material contenido.

➤ **Drenaje planar**

Al actuar como elemento drenante, el geotextil permite el libre escurrimiento de líquidos a través de su espesor. El geotextil posee una alta conductividad de agua en el plano de la manta, siendo de eficacia probada en el caso de drenes o colchones filtrantes.

APLICACIONES

➤ **Terraplenes**

El geotextil es aplicado como interfase entre el suelo natural y el material constituyente del terraplén, donde cumple funciones de refuerzo, debido a su alta resistencia a la tracción e isotropía, redistribuyendo las tensiones sobre el suelo de fundación, aumentando su capacidad de carga.

➤ **Represas y escolleras**

En las presas de tierra y/o piedra, los geotextiles cumplen dos funciones principales: actuar como elemento filtrante (sustituyendo el tradicional filtro de arena), o como sustituto de una o varias capas del filtro de transición en los taludes necesario para compatibilizar la granulometría del relleno con las de los bloques del enrocado. A la vez de separar los materiales, el geotextil actúa como tapiz drenante del terraplén, controlando las supresiones.

➤ **Drenajes**

En el drenaje subterráneo y captación de aguas subsuperficiales, los geotextiles presentan una amplia gama de aplicaciones ventajosas, teniendo en cuenta sus funciones como elemento filtrante, de drenaje y separador. En el caso de drenes horizontales el geotextil se utiliza como capa filtrante del colchón drenante horizontal, actuando como elemento de transición entre el material permeable del dren (arena o grava) y el suelo natural o del terraplén. En el caso de drenes longitudinales se utiliza el geotextil en zanjas de interceptación y captación de aguas, basado en la construcción del clásico dren de piedra partida. Mediante el revestido de la zanja con una manta de geotextil se evita el acarreo de los finos del suelo hacia el interior del dren, impidiendo su colmatación y consecuente pérdida de efectividad.

➤ **Refuerzo y contención de suelos**

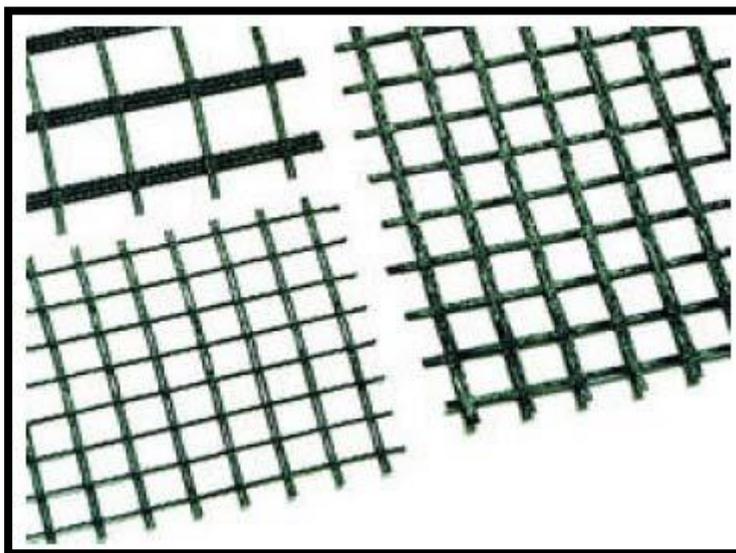
Debido la adaptabilidad del geotextil a cualquier movimiento o asentamiento de la obra ejecutada, por su tenacidad y deformabilidad, a la que se suman su inalterabilidad e imputrescibilidad en presencia de agua, aún en condiciones cíclicas de mojado y seco, este material es ideal para usarse en: revestimiento de taludes, control de erosiones, muros de contención o diques de protección.

2.1.4.2.2. ¿QUÉ SON LOS GEOGRILLA O GEOMALLA?

Según ASTM Comité D-35: “ Es un geosintético usado para refuerzo, formado por una retícula regular de elementos resistentes a la tracción, con una apertura de tamaño suficiente que permite el anclaje del suelo circundante, piedra u otros materiales geotécnicos; como parte integrante de un proyecto, estructura o sistema realizado por el hombre”. Su estructura es plana a base de polímero, la cual puede estar fabricada por láminas perforadas o tejidos ligados por procesos térmicos o de encolado, en la que las aberturas tienen dimensiones superiores a las de los constituyentes, usado en contacto con el suelo o con otros materiales.

Piageri (2005) menciona que “Son materiales tipo rejillas con espacios de cuadrícula de gran tamaño, con medidas entre 1 y 10 cm. de abertura.

**FIGURA N°15
GEOMALLAS**



Fuente: Piageri, 2005.

FUNCIONES Y APLICACIONES Según (Piegari, 2005).

Las geogrietas al igual que los geotextiles son utilizadas en varias aplicaciones de refuerzo.

➤ **Rutas pavimentadas o no pavimentadas**

En el caso de rutas pavimentadas se puede interponer una geogrieta en la base granular, con la finalidad de incrementar el módulo resistente del material, a la vez de confinarlo lateralmente. Este confinamiento lateral evita que el material granular se deslice hacia los costados, por efecto de las cargas aplicadas en la superficie del pavimento. Mediante la utilización de una geogrieta se logran importantes ahorros en los espesores de base granular, debido a una mejor distribución de esfuerzos hacia las capas inferiores de los pavimentos flexibles.

➤ **Estabilización de taludes**

Debido a su estructura las geogrietas proveen un sistema de trabazón óptimo con el suelo. Además por ser completamente inertes a las condiciones químicas y biológicas del suelo, resultan ideales para este tipo de aplicaciones. Las geogrietas resisten importantes esfuerzos de tracción mientras que la resistencia a la compresión la aporta el suelo circundante.

➤ **Refuerzo de suelos blandos**

Otra de las principales aplicaciones de las geogrillas consiste en el refuerzo de suelos blandos o compresibles, como fundación de terraplenes.

➤ **Recapados asfálticos**

Los pavimentos asfálticos resultan ser de buenas características para la construcción de carreteras, debido a su resistencia a los esfuerzos originados por el tráfico y a las tensiones generadas por variaciones de temperatura. Sin embargo, su estabilidad y capacidad de distribución de tensiones de tracción resulta reducida, originando grietas y asentamientos diferenciales. Cuando se plantea la colocación de capas de refuerzo suelen presentarse nuevas grietas reflejadas de las antiguas en la nueva superficie.

Las geogrillas cumplen en estos casos dos funciones esenciales:

- a) Concede a las capas asfálticas una resistencia elevada, incluso frente a las tensiones de tracción de larga duración.
- b) Mejora la repartición de esfuerzos que provocan tensiones de tracción en las capas asfálticas, distribuyéndolas uniformemente en mayores superficies.

➤ **Muros de contención**

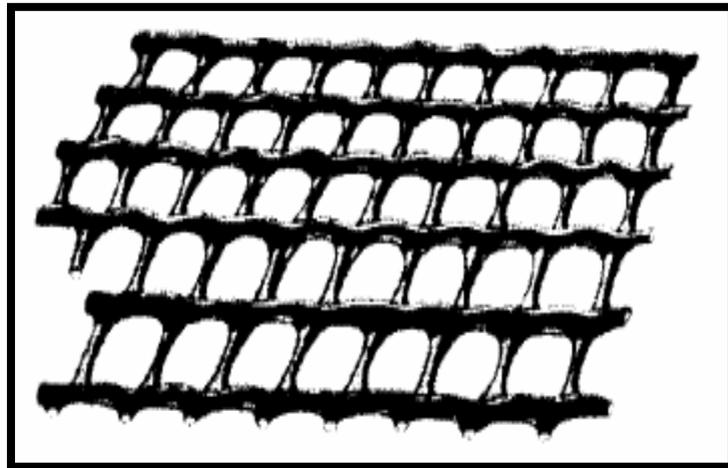
El método más común para construir muros y taludes reforzados consiste usar la geogrilla de refuerzo para tomar las tracciones, anclando ésta en placas de hormigón, un

geocompuesto hecho de geogrilla y geotextil, u otro elemento que sirva para evitar la erosión y retener el suelo. Con este método de refuerzo se logra construir muros con ángulos de talud de hasta 80° reduciendo costos, tiempos de construcción e impacto ambiental.

2.1.4.2.3. ¿QUÉ ES EL GEONET O GEORED?

Según la ASTM D 4439: “Es un geosintético obtenido y vinculando a un conjunto de listones paralelos, superpuestos en distintos ángulos para lograr el drenaje planar de líquidos o gases”.

**FIGURA N°16
GEORED**



Fuente: Piegari, 2005.

Piegari (2005) menciona que este geored “Es usada en contacto con el suelo o con otros materiales, por ejemplo, para mantener partículas, raíces y pequeñas plantas en el suelo. Su función de diseño está completamente dentro del área de drenaje, donde son usados para conducir fluidos de todo tipo.

Piegari (2005) dice que “Existen diferentes tipos de georedes, entre estos están:

- a) **Georedes de hilados sólidos extruidos**, este es el tipo más común de geored.

- b) **Georedes de hilados esponjosos extruidos**, este tipo tiene en general espesores mayores, por lo tanto, permite un mayor flujo de agua.

- c) **Georedes de hilados envainados**, en los cuales las intersecciones verticales son perpendiculares, por lo tanto la resistencia normal es mayor.

Son producidos por extrusión de Polietileno de Alta Densidad y son resistentes a agentes químicos y biológicos que normalmente presentan el suelo y los desechos. También son estabilizadas para resistir contra la degradación de rayos UV. Tienen una estructura de forma romboidal y disponible en espesores entre 3 y 13 mm y con masa por unidad de área entre 450 y 2500 g/m².

2.1.4.2.4. ¿QUÉ SON LAS GEOMENBRANAS?

Según ASTM D 4833: “lámina sintética que actúa como barrera de bajísima permeabilidad, usada con cualquier material geotécnico para controlar la migración de fluidos en un proyecto, estructura o sistema realizado por el hombre”. Estos materiales son láminas delgadas impermeables de caucho o material plástico usados principalmente para recubrir y tapar las

instalaciones de almacenaje de sólidos o líquidos. La principal función es siempre como barrera de líquido o vapor.

Las geomembranas poliméricas no son totalmente impermeables (ningún material lo es), pero son relativamente impermeables comparada con geotextiles o suelos, aún los suelos arcillosos.

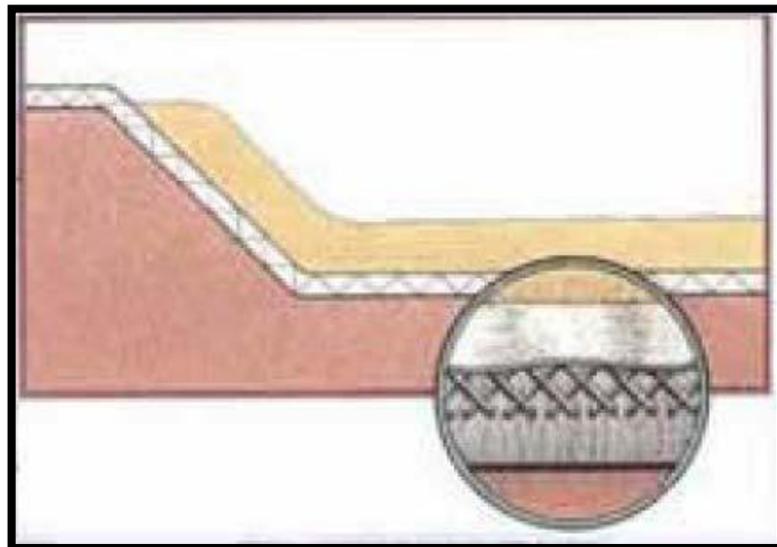
APLICACIONES

➤ **Protección de estanques industriales**

Las fugas de los estanques de combustibles o de productos químicos, deben ser reguladas y llevar una capa de contención secundaria. Para esto, las geomembranas han proporcionado la solución necesaria. Las geomembranas son también una solución para evitar la pérdida de agua por infiltración. (Piegari, 2005).

FIGURA N°17

Posición y estructura de la Geomenbrana



Fuente: Piegari, 2005.

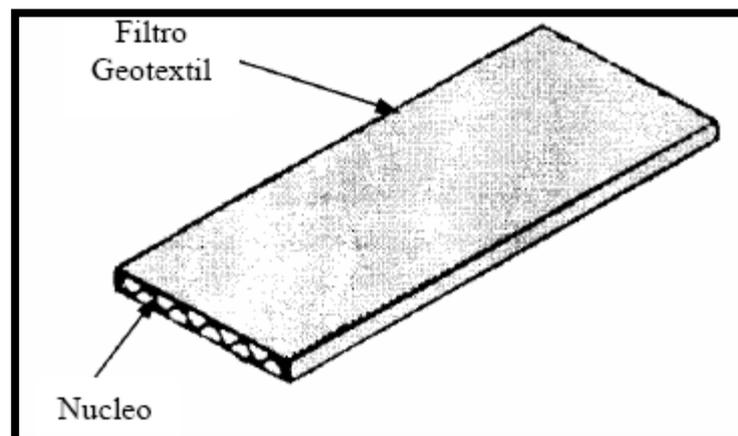
2.1.4.2.5. ¿QUÉ ES UN GEODREN?

Piegari (2005) nos dice que “Son productos de formas diversas, como ser tubos perforados, tiras o planchas tridimensionales con canales, cuya sección posee una elevada cantidad de vacíos. Generalmente se complementan con un geotextil externo como filtro y un núcleo drenante en su interior, por lo que puede considerarse en estos casos como un geocompuesto.

Geodren planar

Es un geocompuesto conformado por geotextiles no tejidos punzonados por agujas y geo-redes de polietileno (núcleo). El geotextil cumple la función de filtración, reteniendo las partículas de suelo y permitiendo el paso de los fluidos. La geo-red por su parte es el medio drenante, encargado de transportar el agua que pasa a través del filtro.

**FIGURA N°18
GEODREN PLANAR**

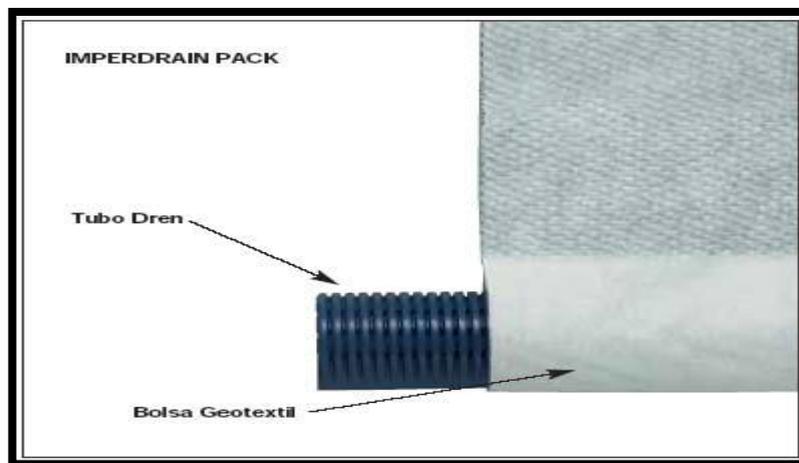


Fuente: Piegari, 2005.

Geodren con Tubería:

Es un geocompuesto que combina las excelentes propiedades hidráulicas de tres elementos: geotextil no tejido punzonado por agujas, geo-red y tubería circular perforada de drenaje. Este geocompuesto integra estos elementos para obtener un sistema prefabricado de drenaje, que instalado en zanjas o trincheras permite captar y evacuar con alta eficiencia los fluidos”.

**FIGURA N°19
GEODREN CON TUBERÍA**



Fuente: Piegari, 2005.

APLICACIONES SEGÚN PIEGARI (2006)

➤ **Estructuras de contención**

En las estructuras de este tipo está siendo muy utilizado hoy en día, debido a las ventajas que presenta en cuanto a: disipar la presión hidrostática contra el muro de contención, evitar la contaminación del material de relleno con el suelo natural y también evitar las filtraciones, aumentando la vida útil de la estructura.

➤ **Rellenos sanitarios**

Para la protección ambiental es esencial en los rellenos sanitarios como recubrimiento. Éste contiene los lixiviados y evita la contaminación de los valiosos recursos acuíferos.

➤ **Campos deportivos**

Actúa como drenaje de campos deportivos, parque y jardines. Mantiene los campos deportivos libres de agua después de una lluvia muy fuerte, generando un aumento en el tiempo de utilización de estas áreas.

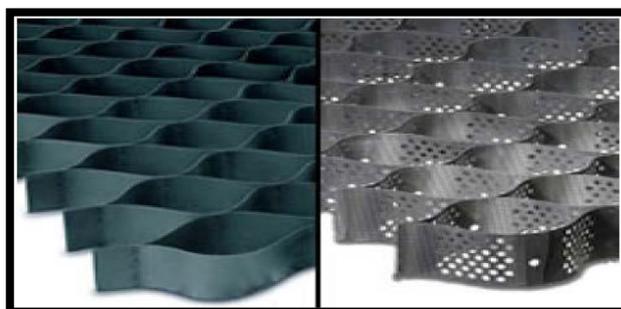
➤ **Vías urbanas**

Permite la construcción de un sistema de drenaje en vías urbanas sin causar grandes traumatismos, debido a los mínimos volúmenes de excavación requeridos. (Piegari, 2005).

2.1.4.2.6. ¿QUÉ ES LA GEOCELDA?

Tecnología y servicios, (2006) nos dice que “Posee una estructura tridimensional permeable a base de polímeros (sintéticos o naturales), con forma de matriz de celdas huecas, constituida por bandas de geotextiles o geomembranas ligadas alternativamente y usada en contacto con el suelo o con otros materiales”.

**FIGURA N°20
GEOCELDA**



Fuente: Tecnología y servicios, 2006

Usualmente se fabrican con tiras de polietileno de 1 mm de espesor, unidas formando celdas individuales de diámetros que oscilan entre 10 y 30 cm. Puede ser expandido in situ como un acordeón, el que luego de extenderse completamente forma un paño de aproximadamente 5 m de ancho por 10 m de largo. Se logra así una estabilidad dimensional que le brinda un efectivo confinamiento al material introducido en cada celda.

FUNCIONES Y APLICACIONES SEGÚN TECNOLOGÍA Y SERVICIOS (2006):

➤ **Soporte de cargas**

Cuando la finalidad es el soporte de cargas, las geoceldas trabajan como losa semi-rígida, intertrabada, en la cual las cargas se distribuyen lateralmente reduciendo en forma notoria las presiones de contacto en la subrasante.

➤ **Control de erosiones superficiales**

El sistema de geoceldas confina el material de revestimiento a la vez que permite la interconexión hidráulica de las celdas eliminando subpresiones, dificultando así el proceso erosivo.

➤ **Revestimiento de canales**

El sistema de geoceldas proporciona un confinamiento celular capaz de brindar protección flexible y durable a los canales, además de garantizar la constancia de la rugosidad de las paredes y la estabilidad de la estructura.

➤ **Estructuras de contención**

El sistema de geoceldas permite construir muros de contención, mediante la superposición de múltiples camadas. Esta

superposición se puede realizar de modo de conformar un muro vertical o en escalones. El material granular confinado en las celdas ve incrementado su poder soporte, produciéndose una masa estructural uniforme ideal para muros de gravedad.

2.1.4.2.7. ¿QUÉ ES UNA GEOMANTA?

Piegar (2006) expresa que la geomanta “Posee una estructura plana a base de polímeros (naturales o sintéticos) constituida por una red densa y regular cuyos elementos están ligados por nudos o por procesos térmicos, y cuyas aberturas tienen dimensiones superiores a las de sus constituyentes, usado en contacto con el suelo o con otros materiales. Estas geomantas tridimensionales están diseñadas para la protección y vegetación de taludes sujetos a erosión superficial y cuando existe un estrato de suelo vegetal. Tienen un espesor aproximado de 20 mm.”

2.1.4.2.8. ¿QUÉ SON LOS GEOCOMPUESTOS?

Piegari, (2005) nos dice que los geocompuestos son:

- Geocompuestos (GC): Nombre genérico para definir una estructura formada de productos Geosintéticos distintos, utilizada en aplicaciones de ingeniería, geotécnica e hidráulica.
- En general los geocompuestos son combinaciones de geosintéticos; de un geosintético con un material natural, geogrillas y geomembranas; o geotextiles, o alguno de estos con otro material (por ejemplo: algunos suelos, láminas de plástico deformado, cables de acero, etc.), que da resultado

satisfactorio a un problema específico, logrando así un alto rendimiento y un menor costo.

Según Piegari (2005) Los geocompuestos a su vez se subdividen en:

Geocompuestos para drenaje (GCD)

Son constituidos por la asociación en fase de producción de una geored (o geomanta) contenido entre dos capas de geotextil en forma de lámina o de tiras. La geored (o geomanta) tiene la función drenante y de separación y los geotextiles tienen una función filtrante. Algunas veces los geocompuestos para drenaje pueden ser fabricados con apenas un geotextil, asociado a una geored o geomanta, o también, para algunas exigencias puede ser constituido por un geotextil con función filtrante, por una geored o geomanta.

Esta posee función drenante y por una geomembrana con función de barrera. El espesor de los geocompuestos para drenaje es variable entre los 5 y los 30 mm. Cuando los geocompuestos para drenaje fueran sometidos a la acción de cargas en el tiempo, es fundamental el estudio de su comportamiento.

Geocompuestos para refuerzo (GCR)

Son estructuras producidas industrialmente, constituidas por un geotextil, que tiene la función de separación y una geogrilla extrudida con función de refuerzo.

Geocompuestos Bentoníticos (GCL)

Son estructuras constituidas por productos Geosintéticos y productos minerales (arcilla bentonítica), o sea, consisten en una camada fina de arcilla contenida entre dos capas de geotextil o pegada a una geomembrana sintética. En el mercado se encuentran tres tipos de geocompuestos bentoníticos:

- El primer tipo es fabricado interponiendo una camada de bentonita entre dos geotextiles cosidos entre sí. La unión en la obra de los materiales se hace por una simple sobre posición, sin necesidad de cualquier tipo de costura.
- El segundo tipo es fabricado con una mezcla de polvo de bentonita sódica con un pegante soluble en agua (con la función de mantener unido el material durante las operaciones de transporte y colocación), en seguida se coloca la mezcla entre dos geotextiles.

El geotextil inferior es muy fino y de textura grande, de modo que la bentonita pasa por las aberturas del mismo al hidratarse, realizando el sellado de la sobre posición.

- El tercer tipo es formado por una mezcla de bentonita con un pegante que la hace adherir a una geomembrana de alta densidad (PAD). Como en el caso anterior, el material se auto sella en las superposiciones.

Geocompuestos con Geomembranas (GCM)

Son estructuras formadas por productos Geosintéticos de los cuales por lo menos uno de los componentes sea una geomembrana.

**CUADRO N°02
FUNCIÓN DE LOS GEOSINTÉTICOS**

FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	PRODUCTOS
Filtración	Permitir el pasaje de los fluidos, reteniendo la migración de las partículas de suelo.	Geotextiles Geocompuestos
Drenaje	Facilitar el transporte de fluidos	Georedes Geocompuestos
Separación	Evitarla mezcla de dos tipos de suelos diferentes o materiales diferentes.	Geotextiles Geocompuestos
Protección	Evitar daños a una estructura, a un material, a otro geosintético.	Geotextiles Georedes Geocompuestos
Impermeabilización	Formar una barrera a los fluidos	Geomembranas Geocompuestos

Fuente: (Piegari, 2005.)

APLICACIONES SEGÚN PIEGARI, (2005.)

➤ **Drenaje para estructuras subterráneas**

Es necesario evitar la presencia de agua en las estructuras de muros en contacto con el terreno natural, pues esto causa un rápido deterioro de la obra, con un aumento de los costos de mantenimiento y una reducción de la seguridad. Una solución posible es colocar entre el muro y el terreno un geocompuesto (geodren), que permite el drenaje del agua que se filtre a través de la superficie del terreno, constituyendo incluso un encofrado perdido para la construcción. Esto es especialmente útil en muros de contención, sótanos y estructuras subterráneas en general. La ventaja de usar los geocompuestos como drenes es que la acción filtrante del geotextil permite que el dren no se obstruya, haciendo que el funcionamiento de este sea excelente con reducidos costos de mantenimiento.

➤ **Fundación de calles y carreteras**

Los geocompuestos actuando como separador entre dos diferentes materiales, evitan que estos materiales se mezclen, a la vez que previenen la acumulación de agua y mantienen el drenaje limpio.

➤ **Campos deportivos**

Colocado bajo la capa de terreno vegetal en jardines o canchas deportivas, el geocompuesto recoge y transporta el agua proveniente de lluvias y de irrigación en exceso, favoreciendo así el mantenimiento y funcionamiento de estos aun después de una lluvia importante.

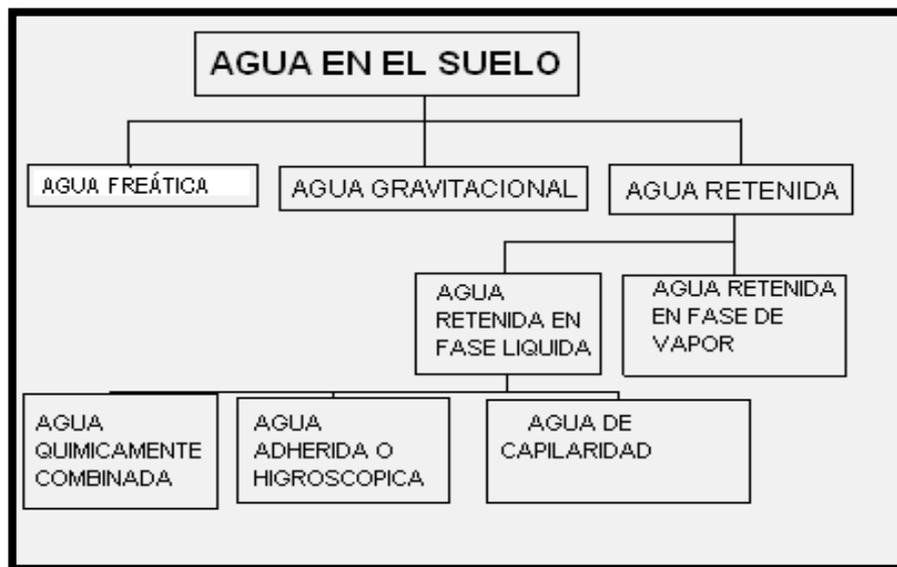
➤ **Taludes reforzados**

La interacción entre una geogrilla, encargada de soportar los esfuerzos de la presión del suelo, y un geotextil que retiene los finos del terreno, proveen una excelente solución para taludes.

2.1.5 AGUA EN EL SUELO

Crespo Carlos (2002) nos dice que, “El suelo es un material con arreglo variable de sus partículas que dejan entre ellas una serie de poros conectados unos con otros para formar una compleja red de canales de diferentes magnitudes que se comunican tanto con la superficie del terreno como con las fisuras y grietas de la masa del mismo; de aquí que el agua que cae sobre el suelo parte escurre y parte se infiltra por acción de la gravedad hasta estratos impermeables más profundos, formando la llamada capa freática.

ESQUEMA N°02
Mecánica de suelos y cimentaciones



Fuente: Crespo Carlos.

2.1.5.1 AGUAS FREÁTICAS

Lambe y Whitman, (1972) nos dice que “Una masa de suelo está constituida por una parte de material sólido, otra parte por líquidos y otra parte por gases. Pero si se comienza a bajar de la superficie de la tierra, se observa que cada vez es mayor el contenido de agua, hasta el punto que el contenido de aire es totalmente ocupado por el agua, en este punto donde se halla solo parte sólida y parte de agua es lo que se llama *nivel freático*”.

FIGURA N°21
Masa de Suelo



Fuente: Lambe y Whitman

Las aguas freáticas, son entonces las aguas que se encuentran cuando un suelo está saturado y están por debajo de este nivel freático. El nivel freático es muy variable ya que en el verano cuando el calor se hace más intenso, éste baja por el proceso de evaporación que genera el calor. Así también se encuentra que el nivel freático en tiempo de lluvia sube y puede llegar hasta muy altos niveles, es decir, a muy poca profundidad el sitio donde comienzan las aguas freáticas, pudiendo ser un factor

importante en la construcción, al modificar los suelos en los que se construirá.

Lambe (2004) menciona que “El reconocimiento de las aguas freáticas, se puede obtener abriendo un hueco en el terreno (calicata), de tal manera que se pueda visualizar dentro de él, y luego esperar que el nivel de agua se estabilice. De esta forma y después de una hora más o menos, se puede observar que el nivel donde permanece estable el agua será el nivel freático. Otra forma de reconocimiento de las aguas freáticas es en laboratorio, después de extraer una muestra de suelo mediante un cilindro; el cual se hincan en el suelo y mediante un giro se extrae la muestra. La muestra de suelo obtenida es analizada en laboratorio, determinando el punto donde el suelo está saturado, y luego midiendo la distancia de la superficie de tierra hasta el punto de saturación se obtiene el nivel freático. El punto donde el suelo está saturado de agua se obtiene por medio del ensayo de *contenido de humedad*, que permite conocer el porcentaje de agua que hay en los vacíos del suelo. Cuando el porcentaje de contenido de humedad sea un 100%, implica que el suelo está saturado y dentro de las aguas freáticas”.

2.1.5.2 ESFUERZOS TRANSMITIDOS A CAUSA DE AGUAS FREATICAS

Construmatica (2004) nos dice que “Los muros de contención se hacen para contener tierra (relleno), confinada a un espacio, sin que esta se derrumbe. En el diseño de estos muros, se debe tener en cuenta las fuerzas que sobre éste actúan, donde juega un papel muy importante las aguas freáticas. Dentro de las fuerzas que se toman en cuenta al calcular un muro de contención de tierras se tiene: el peso del mismo, la presión que

hace el relleno sobre éste, la reacción del cimiento del muro y las correspondientes al nivel freático de las aguas, donde se encuentran”.

a) Fuerzas debidas a agua tras el muro: Das, 2004; Construmatica, (2004) da a conocer que, “el agua tras el muro de contención, genera una presión más (E_w). Se debe tener en cuenta que también que el nivel de las aguas freáticas varia con el tiempo, generando un proceso de carga y descarga de la presión hidrostática en el muro, lo que podría ocasionar un colapso del muro por fatiga”.

b) Sub-Presiones: Das, 2004; Construmatica, (2004) nos menciona que, “cuando se tiene un mal drenaje bajo el muro, se puede almacenar agua en esta zona, produciéndose una presión de aguas freáticas bajo el muro, lo cual puede llegar al volcamiento del muro”.

c) Las Heladas: Das, 2004; Construmatica, (2004) nos menciona que, “si se tiene detrás del muro niveles de aguas freáticas muy altos, y se presentan tiempos con bajas temperaturas, el agua contenida se puede congelar, produciéndose con esto un cambio en el volumen del suelo y la entrada de una presión adicional más al sistema, que lo puede llevar de igual forma al colapso del muro”.

Expansiones por Cambio de la Humedad del Relleno:

Das, 2004; Construmatica, (2004) nos menciona que “si se tiene que la masa de suelo que está siendo sostenida por el muro, está sometida a cambios del nivel freático, la masa de suelo

puede cambiar fácilmente de volumen, más si se trata de limos o arcillas, que son suelos que inducen a un cambio volumétrico al cambiar la humedad del sistema. En épocas de verano el nivel freático es bajo, lo cual no se generan presiones laterales por cambio volumétrico del suelo, sin embargo, entran en contacto estas presiones cuando en nivel freático sube, y el suelo se expanda por acción de la humedad. Este cambio volumétrico, genera un ciclo de carga y descarga en el muro, el cual después de varios ciclos, puede fallar por fatiga”.

2.1.6 APLICACIONES DE GEOCOMPUESTOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS CON ESTRUCTURAS ENTERRADAS

Aplicaciones en edificaciones:

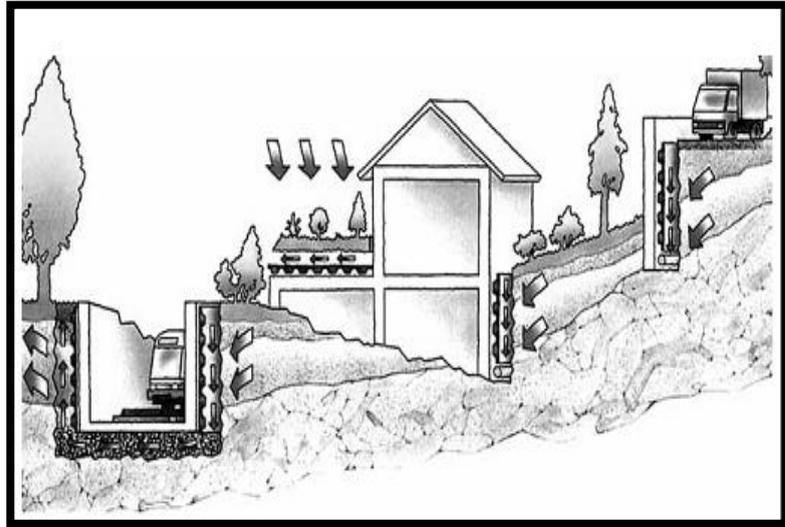
El Folleto: BASF, The Chemical Company (2006) menciona que, “La prevención de la filtración de agua se tratará desde dos frentes distintos”:

- Ejecución de un drenaje.
- Impermeabilización de la superficie en contacto con el agua.

Ahora bien este sistema puede ser de dos tipos:

- Drenaje vertical de estructuras enterradas.
- Drenaje horizontal

**FIGURA N°22
GEOCOMPUESTOS PARA EDIFICACIONES**



Fuente: Folleto: BASF, The Chemical Company.

2.1.6.1 DRENAJE VERTICAL DE ESTRUCTURAS ENTERRADAS

Como ya se menciona para la prevención de infiltración de agua en una edificación se requiere tanto la ejecución de un sistema compuesto por drenaje e Impermeabilización de la superficie en contacto con el agua, en este caso *drenaje vertical*, por lo que nos referimos a muros.

Sistemas de impermeabilización

Proteger los muros por su cara exterior (en contacto con el terreno), es la forma más eficaz, desde el punto de vista de la durabilidad de sus componentes, pero es condición indispensable que su cara exterior sea accesible durante la ejecución. La impermeabilización se consigue mediante la aplicación de membranas.

2.1.6.2 SISTEMAS DE DRENAJE (GEODREN)

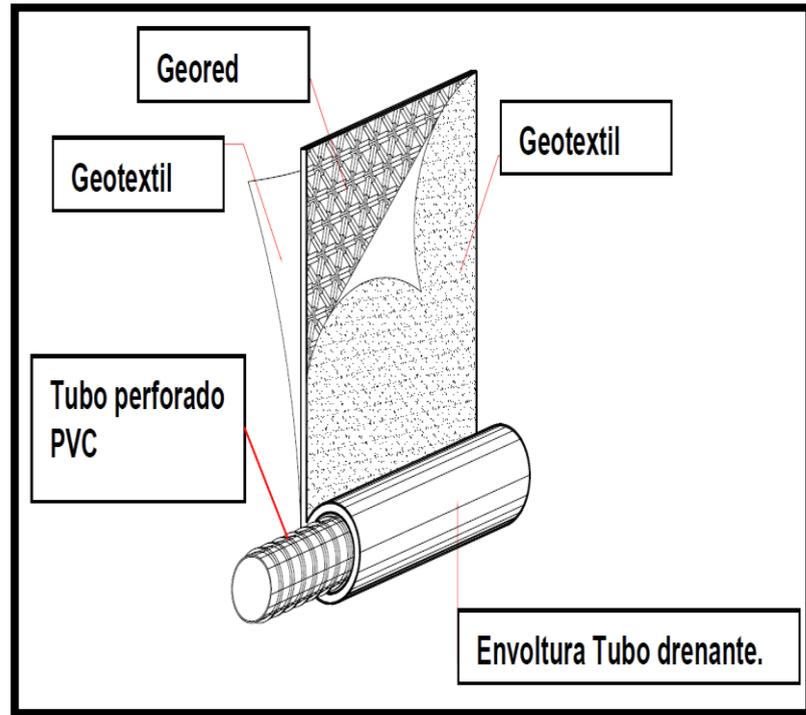
Su funcionamiento consiste en la captación de agua contenida en el terreno, a través del material filtrante, para canalizarla y evacuarla antes de que llegue a estar en contacto directo con los muros.

El drenaje estará compuesto por un tubo perforado para la captación de agua que recogerá y canalizará la misma hasta la red de saneamiento. Este suele estar rodeado por un filtro geotextil para retener la entrada de finos, y sobre este, se rellena la zanja perimetral con material granular no seleccionado y permeable, sellando finalmente con una capa de arcillas que oscile entre 10- 15 cm.

Con la disposición del geocompuesto drenante indicado, se disipan las presiones hidrostáticas que puedan representar un empuje sobre la estructura enterrada. Su exclusiva disposición de nódulos a tresbolillo da lugar a una elevada capacidad de drenaje.

Ahora bien para el drenaje vertical de estructuras enterradas, cualquiera que sea el sistema de impermeabilización de la estructura enterrada se debe colocar una protección ante punzonamientos ejercidos por los elementos de mayor granulometría del terreno en contacto con la estructura enterrada. Es por esto que en el mercado ya se encuentran geocompuestos drenantes que no sólo ofrecen protección del sistema de impermeabilización, sino que también configuran un drenaje eficaz a fin de derivar el agua hacia puntos de evacuación. (PAVCO - Geo soluciones.

FIGURA N°23
Esquema de un sistema de Geodren



Fuente: PAVCO - Geo soluciones

CARACTERISTICAS

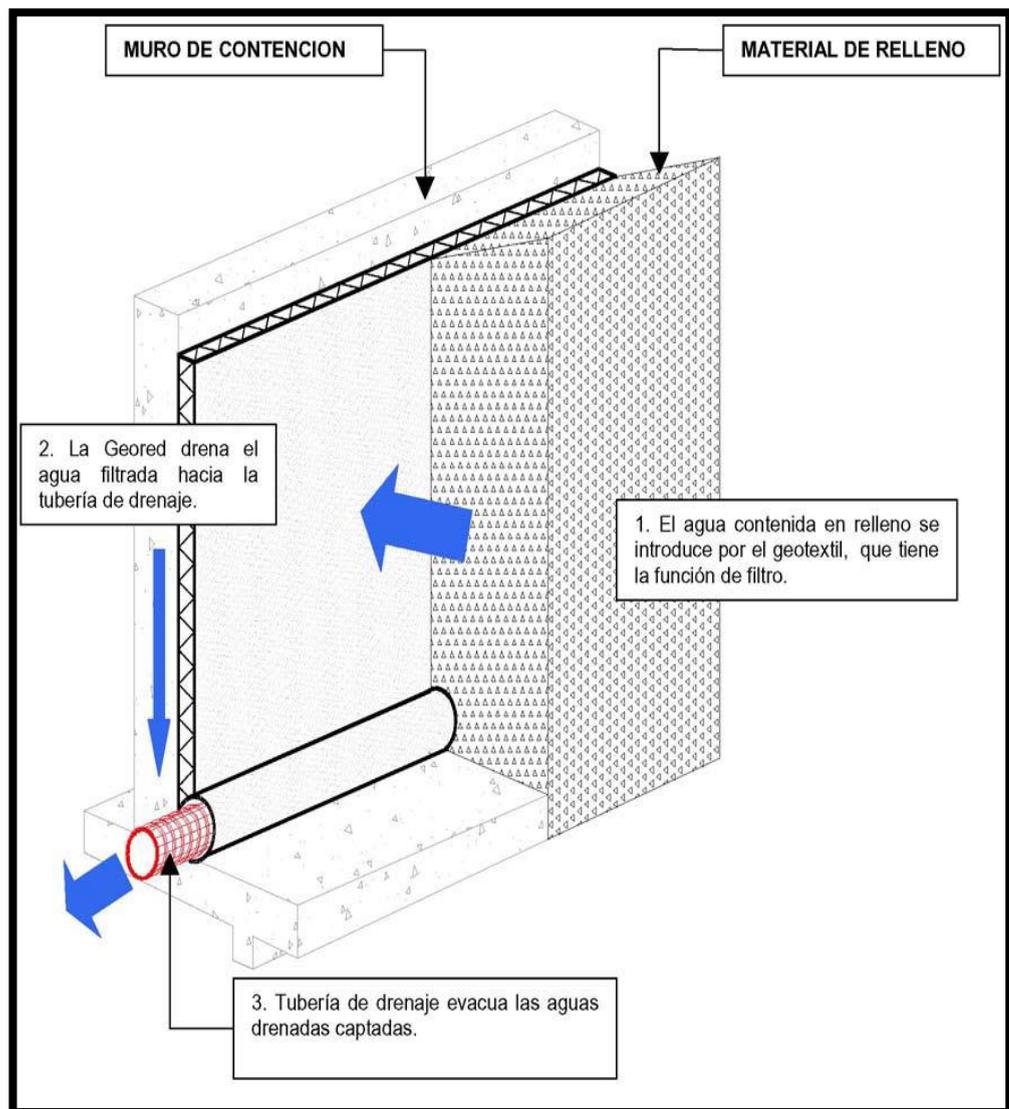
- Éste sistema ofrece un proceso de captación continuada del agua. Se reducen las presiones hidrostáticas, se evitan las filtraciones y la aparición de humedades.

FUNCIONAMIENTO

PAVCO - Geo soluciones menciona que “Se ubica en posición vertical a lo largo de toda la longitud y altura de la estructura contención, entre la interfase relleno/estructura. El agua presente en el suelo de relleno penetra rápidamente a través del geotextil, el cual retiene las partículas finas de suelo; luego ésta descende por la geo-red hasta alcanzar la tubería de drenaje

que se ubica en la parte inferior, donde la entrega a las descargas del sistema de drenaje. Esta acción es continua, evitando así que el agua se acumule en el suelo circundante al geodrén. Los datos del proyecto permiten hacer un diseño y definir los parámetros necesarios para determinar el tipo de geodrén a utilizar y el diámetro de la tubería perforada de drenaje que permite evacuar los fluidos captados por el sistema.

FIGURA N°24
ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GEODREN



Fuente: PAVCO - Geo soluciones

2.2. Definición de Conceptos Claves:

- **Muro de Contención:** un muro de contención es una estructura que tiene la función de servir de elemento de sujeción de un terreno, soportando los empujes laterales de la tierra que está contenida en su parte posterior, que en algunas ocasiones es un terreno natural y en otras un relleno artificial.
- **Geosintéticos:** Productos desarrollados a partir de segmentos industriales (textiles, caucho, materiales plásticos, membranas bituminosas/polímeros y bentonita), para la transformación de polímeros básicos (polietileno, polipropileno, nylon, poliamidas, fibra de vidrio, polímeros altamente inertes a la degradación biológica y química) a su vez transformados para poder ser utilizados en el mejoramiento del comportamiento de los suelos.
- **Geocompuestos:** En general los geocompuestos son combinaciones de geosintéticos; de un geosintético con un material natural, geogrillas y geomembranas; o geotextiles, o alguno de estos con otro, que da resultado satisfactorio a un problema específico, logrando así un alto rendimiento y un menor costo.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. METODOS CON QUE SE RESUELVE EL PROBLEMA

La presente tesis fue elaborada en respuesta al estado actual en que se encuentra el muro de contención del Hospital Materno Infantil el Carmen, respecto al control de las filtraciones de agua se encuentran en contacto con la estructura, proponiendo una alternativa de solución tecnológica.

Métodos Generales.- En la presente tesis se utilizará el Método Científico.

Este método de trabajo tendrá como procesos lógicos el método teórico y el método empírico, ya que los conocimientos plasmados en la investigación se basará en experiencias y análisis deducidos mediante la observación y meditación generadas de experiencias, para formular hipótesis que permitan establecer procesos científicos que puedan verificarse en hechos concretos.

Métodos Específicos.- Los métodos específicos empleados en esta investigación será el Inductivo – Deductivo dado que la investigación brinda las conclusiones partiendo de las hipótesis; y el razonamiento empleado a lo largo del desarrollo de esta deduce conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios. En este sentido es un proceso de pensamiento que va de lo general a lo particular.

3.2. TECNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Se tomará en cuenta el análisis de los documentos, tales como los instrumentos: fichas bibliográficas de resumen y de párrafos, así también los partes diarios, donde se registran los sucesos y trabajos realizados en obra, los mismos que nos servirán para estructurar el marco teórico, marco conceptual de la presente investigación.

3.3. POBLACION Y MUESTRA

✓ **Población:**

La presente Investigación tecnológica, abordará los diferentes bloques del hospital materno infantil El Carmen de Huancayo; el cual está conformado por el Bloque 1, Bloque 2, Bloque 3 (Bloque 3A y Bloque 3B) y Bloque 4.

✓ **Muestra:**

El tipo de muestreo es no probabilístico o intencional ya que abordará todo el muro de contención diseñadas para la protección de la estructura del Bloque 1 y Bloque 2, el cual está ubicado en todo el perímetro de los bloques antes mencionados, que tendrán como función de soportar las cargas de material compactado colocados alrededor.

3.4. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.4.1 Tipo de Investigación.- Es aplicada o tecnológica ya que la presente tesis se basa en la modalidad de un proyecto factible, con la finalidad de satisfacer las necesidades específicas, buscadas en la aplicación práctica, en este caso el trabajo consiste en realizar un estudio de la propuesta de diseño de un Sistema de Drenaje con Geocompuestos para la Protección del Muro de contención del Hospital Materno Infantil El Carmen. Esta investigación estará apoyada en un estudio Hidrogeológico, debido a los antecedentes presentados en la zona, en construcciones hechas anteriormente las cuales presentaron problemas similares. Dichos datos permitirán la ejecución de la presente tesis. De igual manera se apoyaran en la modalidad documental debido a que se realizara una revisión bibliográfica previa para esclarecer el campo de estudio.

3.4.2 Nivel de Investigación.- El nivel de la investigación utilizado en el presente estudio es el Descriptivo, Explicativo y Correlacional.

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACION

El diseño de investigación es experimental ya que a la presencia de las filtraciones de agua, se realizaron estudios de mecánica de suelos tales como calicatas, ensayos de SPT, y finalmente un estudio hidrogeológico para

determinar la procedencia de estas aguas, cantidad de caudal, estudio físico - químico para determinar los componentes del agua.

3.6. VARIABLES:

Variable Dependiente (X)

VARIABLE 1: Protección de un Muro de Contención

Variable Independiente (Y)

VARIABLE 2: Sistema de Drenaje con Geocompuesto

**CUADRO N°03
CUADRO DE VARIABLES**

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE VARIABLE	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
VARIABLE DEPENDIENTE	PROTECCION DE UN MURO DE CONTENCIÓN	X1= estudio de mecánica de suelos	glb
		X2= estudios hidrológicos	Glb
		X3= estudios hidrológicos	Glb
VARIABLE INDEPENDIENTE	SISTEMA DE DRENAJE CON GEOCOMPUETOS	Y1= calculo del caudal	lt/seg.
		Y2=ensayos de permeabilidad	porcentaje (%)
		Y3= resistencia a la tracción	kn/m

Fuente: elaboración propia.

CAPITULO IV

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN GEOGRAFICA

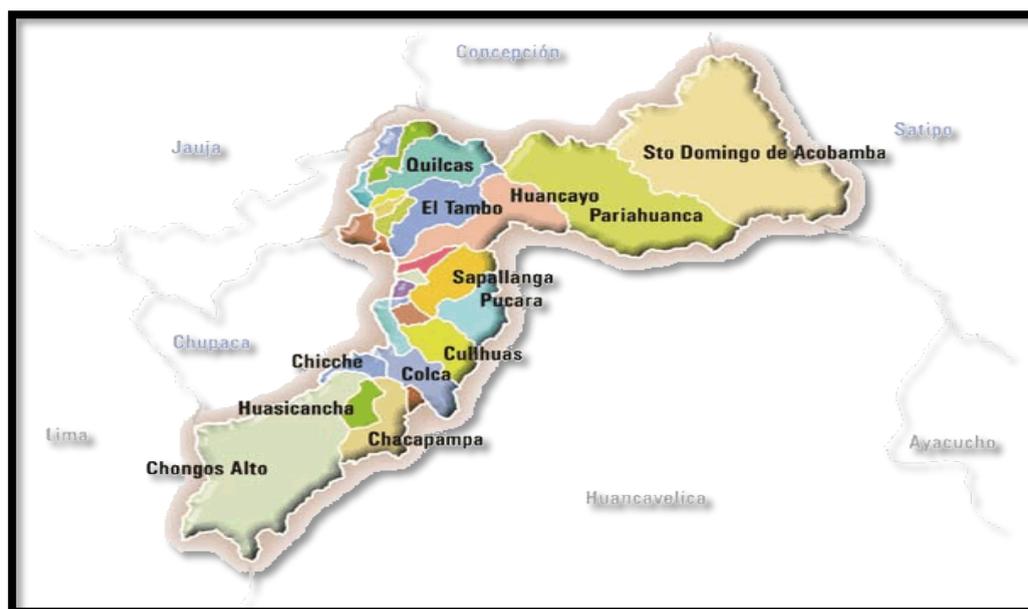
La situación geográfica en donde se encuentra el Hospital “El Carmen” es la siguiente; se encuentra ubicado en el Distrito de Huancayo, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín

**CUADRO N° 04:
HUANCAYO Y SUS DISTRITOS**

1. Huancayo	11. Huacrapuquio	21. Quilcas
2. Carhuacallanga	12. Hualhuas	22. San Agustin de Cajas
3. Chacapampa	13. Huancán	22. San Jeronimo de Tunán
4. Chicche	14. Huasicancha	24. San Pedro de Saños
5. Chilca	15. Huayucachi	25. Santo Domingo de Acobamba
6. Chongos Alto	16. Ingenio	26. Sapallanga
7. Chupuro	17. Parihuanca	27. Sicaya
8. Colca	18. Pilcomayo	28. Viques
9. Cullhua	19. Pucará	
10. El Tambo	20. Quichuay	

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N°25



La Figura nos Muestra la Ubicación del Distrito de Huancayo

Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=districtos+de+huancayo&rlz>

El Hospital “El Carmen”, se encuentra ubicado provincia de Huancayo. Geográficamente está enmarcado en:

Altitud	:	3330 m.s.n.m.
Superficie	:	3.79 km ²
Latitud Sur	:	12° 02' 44.35"
Longitud Oeste	:	75° 11' 39.49"

El Hospital “El Carmen”, se encuentra a 3.5 km de la Incontrastable Ciudad de Huancayo.

Límites:

Norte	:	Aldea Infantil El Rosario.
Sur	:	Terreno de la Corte Suprema de Huancayo.
Este	:	Jirón Los Guindales.
Oeste	:	Av. Calmell del Solar.

FIGURA N°26
LA FIGURA MUESTRA LA LOCALIZACIÓN DEL HOSPITAL “EL CARMEN”.



Fuente: Propia; Imagen de Google Earth

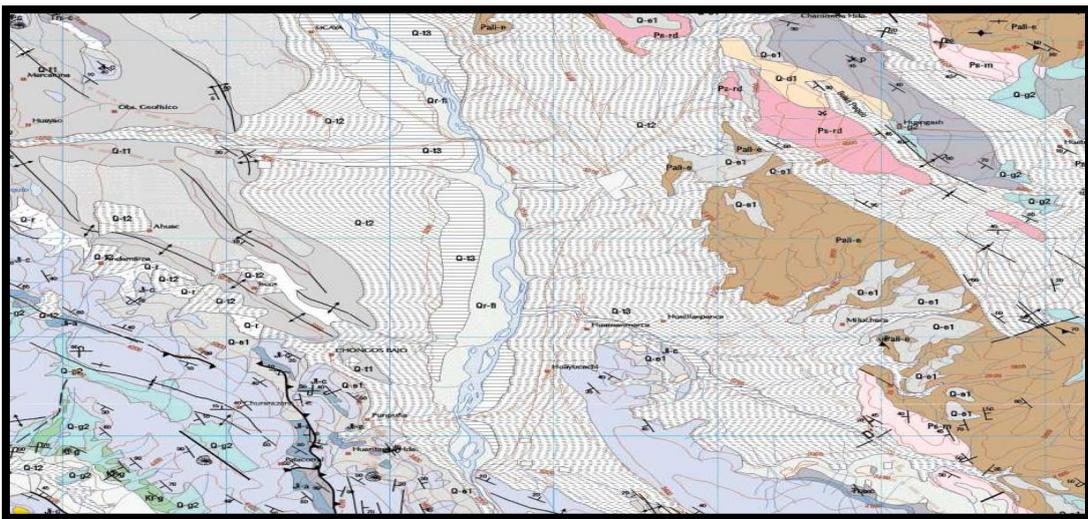
- **Condiciones climáticas y altitud.**- El clima del distrito de Huancayo, varía de acuerdo a su ubicación geográfica, pisos ecológicos, topografía y época del año; acondicionando las formas de vida del poblador (vivienda, vestimenta, costumbres, etc.).
El terreno se encuentra a una altitud promedio de 3330 m.s.n.m. En esta zona el clima es templado y seco, con temperatura promedio de 17.5 °C y una humedad relativa promedio de 56 %. Este clima está considerado como adecuada para la vida, los meses de lluvia están entre noviembre a abril, con lluvias de moderadas a fuertes, en los meses de agosto y setiembre, con sentido de Este-Oeste y viceversa.

- **Temperatura.**- La temperatura promedio mensual máxima es de 23 °C y la mensual mínima es de 4 °C.

- **Vías De Acceso.-** El hospital “EL CARMEN” se encuentra en una zona urbana, ubicado al Nor- este la Plaza de armas, con una distancia en promedio de 3.50 km, la vía de acceso, se da por una pista asfaltada denominada Av. Calmell del Solar única vía por el frente, alrededor se encuentra delimitado por casas y terreno privado. En general es de fácil acceso.
- **Geología.-** El Terreno en estudio, está ubicado en la Región de la Sierra Central del Perú, en la ciudad de Huancayo, en la provincia Huancayo, departamento de Junín. De acuerdo al Mapa Geológico del Cuadrángulo de Huancayo (hoja 25-m, del INGEMET), se identificó en el área de Estudio un grupo litológico principal constituido por un depósito de sedimentos de tipo aluvial pertenecientes a la tercera glaciación cuya edad geológica pertenece al cuaternario (Q-t3). En el área en estudio no se determinó la presencia del nivel freático hasta la profundidad explorada. Asimismo no se determinó la presencia de estructuras geológicas importantes, como fallas, discordancias, grietas pronunciadas, etc.

FIGURA N°27

MAPA GEOLÓGICO CUADRANGULO DE HUANCAYO



FUENTE: INGEMMET HOJAS 25-m

CUADRO N° 05

DIVISION DEL CUATERNARIO

CRONOLOGIA RELATIVA		Depósitos glaciáricos	Terrazas y depósitos fluvioglaciales	Depósitos coluviales e=escombros d=deslizamientos	Superficies de erosión local	Terra rossa (r) y travertinos (tr)
CUATERNARIO	Reciente		Q-r	Q-e Q-d	Recortando Q-12	Q-r
	Depósitos ligados a la tercera glaciación	Q-g3	Q-f3			Q-tr
	Depósitos ligados a la segunda glaciación	Q-g2	Q-f2 a=cono de deposición	Q-e2 Q-d2	Recortando Q-11	Q-tr
	Depósitos ligados a la primera glaciación	Q-g1	Q-f1	Q-e1 Q-d1		
	Depósitos ligados al periodo del pleistoceno		Q-p1 Frn. Jauja			
CRONOLOGIA DESCENDIDA						

FUENTE: INGEMMET

- **SISMICIDAD.-** de acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030) y del Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú,

presentado por Alva Hurtado (1984), el cual se basó en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes; Se concluye que el área en estudio el hospital “EL CARMEN”, se encuentra dentro de la zona de Sismicidad media (zona 2), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades tan considerables como IV a VII en la escala Mercalli Modificada. (Ver figura N°28 " Zonificación Sísmica del Perú" y Figura N°29 "Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas".)

De acuerdo con la nueva Norma Técnica NTE E-30 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los Diseños Sismo - Resistentes, los siguientes parámetros:

**CUADRO: N°06
FACTORES DE ZONA**

FACTOR DE ZONA	Z=0.30
FACTOR DE AMPLIACIÓN DEL SUELO	S=1.2
PERIODO QUE DEFINE LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO	TP=0.60"

Fuente: Norma Técnica NTE E-30

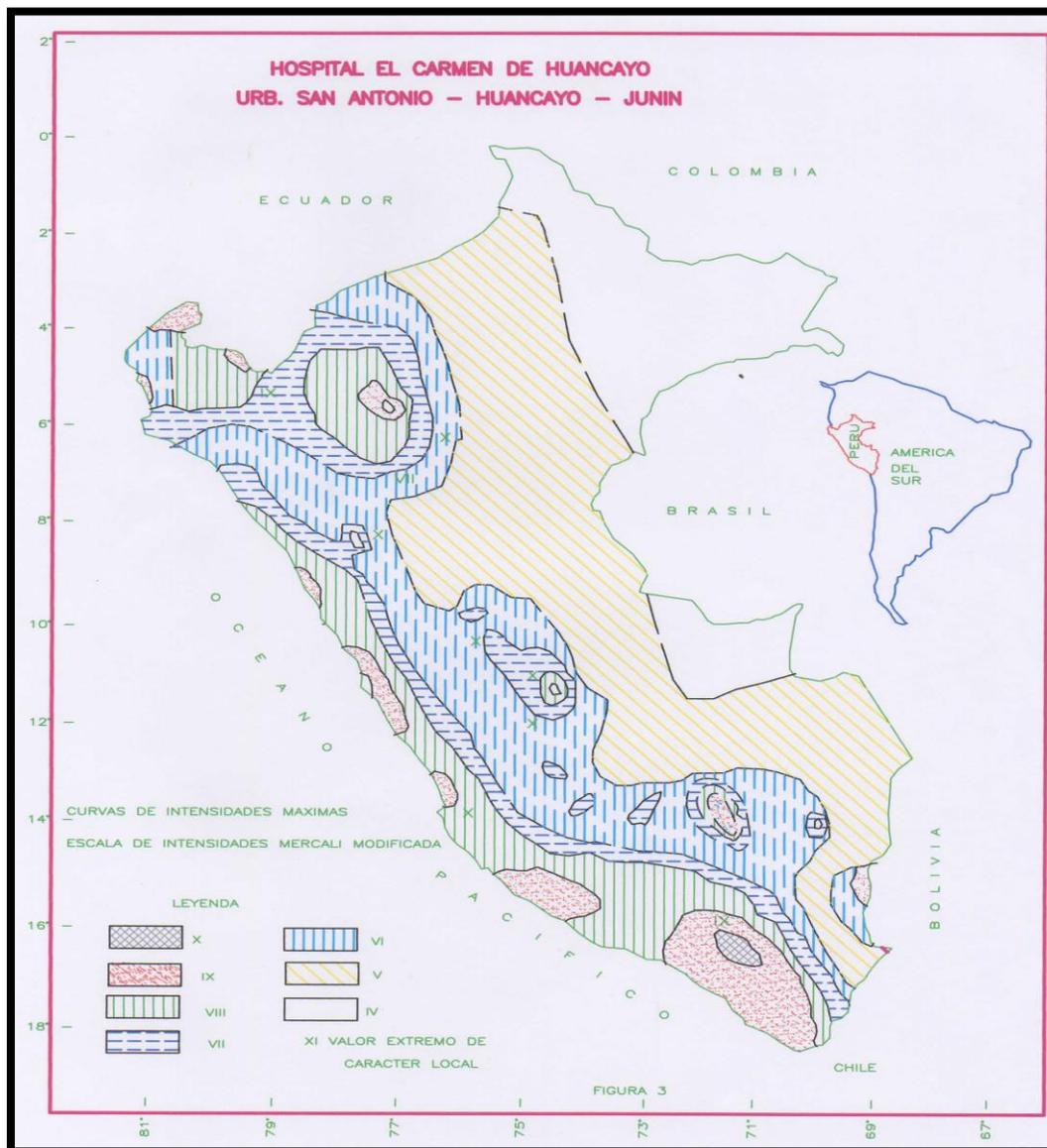
FIGURA N°28
ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ"



Fuente: Norma Técnica NTE E-30

FIGURA N° 29

Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas



Fuente: Elaboración propia.

4.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

La topografía del hospital "EL CARMEN", se encuentra en una loma ligeramente inclinada y la posición topográfica del terreno es relativamente plano, presentando un desnivel de 5.64 mts. desde la Av. Principal, con el fondo del terreno, la pendiente es de 3.13 %, se encuentra en una zona urbana, los

desniveles van desde los 3329.37 hasta 3338.30 m.s.n.m con respecto al nivel del ingreso principal.

Para efectos del levantamiento topográfico se han elegido 02 Estación, E1 desde donde se radiaron los puntos principales que nos sirvieron para la elaboración de nuestro plano topográfico. El BM. se ubicó en la esquina izquierda de la de la vereda de ingreso al terreno (BM = Pintado) se asumió una cota relativa de 3331.33 m.s.n.m obtenida con GPS.

**FOTOGRAFIA N° 01
VISTA DE UBICACIÓN DEL BM**



Fuente: elaboración propia.

FOTOGRAFIA N°02
VISTA PANORÁMICA DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: elaboración propia.

4.2.1 MEDIDAS PERIMETRICAS

El terreno del hospital EL CARMEN, levantado tiene forma de un polígono irregular, presentando 13 vértices. El área levantada del proyecto tiene las siguientes medidas perimétricas:

- **POR EL NORTE:** Colinda con el terreno del hogar de niños desamparados con un línea quebrada en 02 tramos siendo; tramo 12-13 = 153.65 mts, 13-1 = 104.02 mts. Hace un total de 257.67 mts.
- **POR EL SUR:** Colinda con el terreno de la Corte Suprema de Huancayo y casa vecinas, con una línea quebrada de dos tramos, siendo el tramo 5-6 = 161.30 mts; tramo 6-7 = 160.16 mts, hace un total de 321.46 mts.
- **POR OESTE:** Colinda con la Av. Calmell del Solar con una línea quebrada de 4 tramos, siendo el tramo 1-2 = 30.04 mts, tramo 2-3 = 28.42 mts, tramo 3-4 = 40.25 mts, tramo 4-5=20.96 mts. Con un total de 119.67 mts.
- **POR EL ESTE:** Colinda el Jr. Los Guindales con una línea quebrada de 5 tramos siendo el tramo 7-8 = 22.30 mts, tramo 8-9 = 13.97 mts, tramo 9-10=1.86 mts, tramo 10-11 = 39.99 mts, tramo 11-12 = 43.26 mts, con un total de 121.38 mts.

CUADRO N° 07
COORDENADAS PERIMETRICAS DEL PROYECTO

VERTICE	LADO	DISTANCIA	ESTE	NORTE	ANGULO
1	1-2	30.04	478867.345	8668470.427	89°30'27"
2	2-3	28.42	478858.376	8668441.762	179°54'14"
3	3-4	40.25	478849.933	8668414.621	179°59'12"
4	4-5	20.96	478837.968	8668376.190	179°49'41"
5	5-6	161.3	478831.796	8668356.160	89°18'36"
6	6-7	160.16	478986.513	8668310.535	142°37'04"
7	7-8	22.3	479136.085	8668367.804	100°46'35"
8	8-9	13.97	479132.146	8668389.750	179°32'17"
9	9-10	1.86	479129.568	8668403.476	90°17'02"
10	10-11	39.99	479127.737	8668403.144	270°59'45"
11	11-12	42.26	479120.554	8668442.481	179°59'43"
12	12-13	153.65	479112.780	8668485.032	82°43'43"
13	13-1	104.02	478966.347	8668438.511	215°29'35"

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N°08
COORDENADAS DE LA POLIGONAL**

ESTACION	ESTE	NORTE	COTA
E1	478905.000	8668392.000	3332.00
E2	478827.714	8668404.870	3330.93
BM	478847.616	8668415.236	3331.33

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N°09
CUADRO DE AREAS**

AREA DEL TERRENO	34,899.32 m ²
PERIMETRO	820.18 ml

Fuente: Elaboración Propia.

4.3 MECANICA DE SUELOS

Se realizaron las calicatas en el hospital "EL CARMEN" con la finalidad de determinar las propiedades físicos mecánicos del suelo. La metodología a aplicarse será de acuerdo a lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-050.

Los ensayos de mecánica de suelos, tienen la finalidad de definir el perfil estratigráfico del área de estudio, se ejecutaron dos ensayos SPT y una calicata de exploración hasta una profundidad máxima de 11.00 metros.

FOTOGRAFIA N°03

SE APRECIA A LA MAQUINARIA REALIZANDO LA CALICATA.



Fuente: elaboración propia.

FOTOGRAFIA N°04

EXCAVACIÓN DE LA CALICATA, PARA ESTUDIOS DE LABORATORIO.



Fuente: elaboración propia.

4.3.1 EXCAVACIÓN POR MEDIO DE CALICATAS

Se excavaron unas calicatas o pozos de exploración a cielo abierto, y dos ensayos de SPT, las cuales fueron convenientemente ubicadas en la zona a edificarse.

4.3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

De cada uno de los horizontes representativos de suelos se extrajeron muestras alteradas que debidamente identificadas se remitieron al laboratorio para los ensayos correspondientes para la identificación y clasificación de suelos.

TABLA N°01

SE MUESTRAN LA CANTIDAD DE ENSAYOS ESTÁNDAR LAS EXCAVACIONES ALCANZARON LAS SIGUIENTES PROFUNDIDADES.

CALICATA	PROFUNDIDAD	CALICATA	PROFUNDIDAD
SPT-1	11.00	C-14	4.00
SPT2	11.00	C-15	4.00
C-01	3.70	C-16	4.00
C-02	3.50	C-17	4.00
C-03	3.50	C-18	5.00
C-04	3.50	C-19	5.00
C-05	3.70	C-20	5.00
C-06	4.00	C-21	2.00
C-07	4.00	C-22	2.00
C-08	4.00	C-23	2.00
C-09	4.00	C-24	2.00
C-10	5.00	C-25	2.00
C-11	5.00	C-26	2.00
C-12	5.00	C-27	2.00
C-13	4.00	C-29	5.00

Fuente: elaboración propia.

4.3.3 TRABAJOS DE GABINETE

4.3.3.1 Conformación del subsuelo

El subsuelo de la futura edificación, presenta una conformación homogénea en la calicata C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9, C-10, C-11, C-12, C-13, C-14, C-15, C-16, C-17, C-18, C-19, C-20, C-21, C-22, C-23, C-24, C-25, C-26, C-27, C-28 Y C-29.

Presenta material removido, compuesto por una arena arcillosa, color beige amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de raíces delgadas, se encontró una grava arcillosa, de color beige amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de gravas sub redondeadas de 12" en un 10% también se encontró una Arena arcillosa, color beige amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de gravas sub redondeadas.

SPT-1: Presenta de 0.00 –1.00 material removido, compuesto por una arena arcillosa, color beige amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de raíces delgadas; de 1.00-11.00 se encontró una Arena arcillosa, color beige amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de gravas sub redondeadas, agua a los 9.45m.

SPT-2: Presenta de 0.00 –1.00 material removido, compuesto por una arena arcillosa, color beige amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de raíces delgadas; de 1.00-11.00 se encontró una Arena arcillosa, color beige amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de gravas sub redondeadas, agua a los 9.45m.

Al realizar estos ensayos no se evidenciaron a las filtraciones de agua en ninguno de estos.

4.4 ESTUDIO HIDROLOGICO

4.4.1 ANALISIS DEL FLUJO DE FILTRACIONES

4.4.1.1 Identificación de zonas de recarga y descarga

Durante la visita de los trabajos de campo, se identificaron dos depósitos geológicos importantes, el primero identificado este de la obra, la formación Excelsior, y cuaternario.

**FOTOGRAFIA N°05
SE PUEDE OBSERVAR EL ALMACENAMIENTO DE LAS AGUAS
SUBTERRÁNEA POR FILTRACIÓN.**



Fuente: Elaboración Propia.

La zona de recarga, se identificó en campo, que está asociado con la formación Excelsior, cuyo flujo regional migra en profundidad a través de su geología estructural, y está masa de agua percola y recarga el deposito aluvial, este volumen de agua es producto en mayor parte a consecuencia

de lluvia local. Asimismo localmente, se identificó zonas de cultivo hacia el norte del área de influencia directa (La aldea), donde se observó una extensión aprox. de 2,0 Ha, el sistema de riego por rebose de un sistema de canales, derivándose de está practica a una incidencia al volumen de infiltración local, que al inducir en obra un excavación masiva, está generándose un sumidero e induciendo a un gradiente hidráulico favorable para la descarga del flujo subsuperficial y subterráneo.

FOTOGRAFIA N°06

SE OBSERVA EL AGUA QUE SALE CUANDO SE DESARROLLÓ LA EXCAVACIÓN MASIVA PARA LOS MUROS DE CONTENCIÓN.



Fuente: Elaboración Propia.

Respecto a la zona de descarga, el agua que se infiltra en la zona de las laderas (formación Excelsior) descarga en el material aluvial, sobre el cual se tiene proyectado el emplazamiento final de las Obras.

FOTOGRAFIA N°07
VISITA A PIE DE LADERA – ZONA DE RECARGA DEL FLUJO
SUBSUPERFICIAL Y NIVEL DE MAYOR SATURACIÓN A MAYOR
PROFUNDIDAD (FLUJO SUBTERRÁNEO).



Fuente: Elaboración Propia.

FOTOGRAFIA N°08
NÓTESE EL TIPO DE MATERIAL, Y EL MUESTREO DE AGUA AL PIE
DE LA LADERA.



Fuente: Elaboración Propia.

4.4.1.2. Investigaciones indirectas

En la zona de obra, se realizaron ensayos geofísicos, para la interpretación de los perfiles y domócronas.

➤ Línea sísmica LS-01

En este perfil indirecto, se identificó dos (02) capas representativas (estratos), el primero representaría un material de compacidad media con una velocidad de propagación de la onda en el orden de 772 m/s, prolongándose de forma irregular hasta una profundidad promedio 8,0 m, según el grado de ripabilidad este material sería excavable; subyaciendo, se infiere un segundo estrato o capa, la cual representaría un material medianamente compacto a compacto, con una velocidad de 1 257 m/s, prolongándose a una profundidad superior de los 25,0 m, según el grado de ripabilidad esta capa sería un material ripable.

FOTOGRAFIA N°09 EQUIPO PARA HACER LOS ENSAYOS GEOFÍSICOS



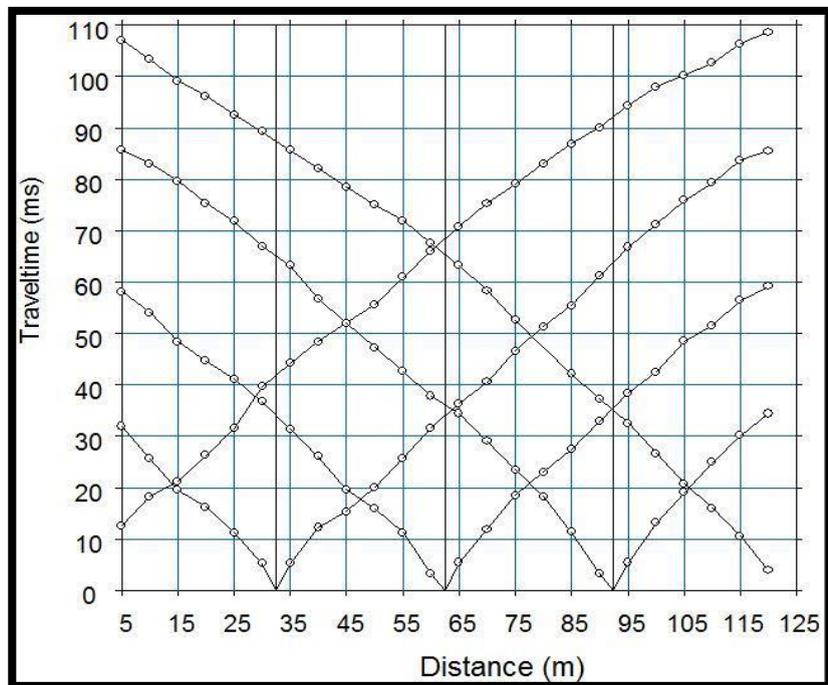
Fuente: Elaboración Propia.

FOTOGRAFIA N°10
ENSAYO REALIZADO EN LA LÍNEA SÍSMICA LS-01



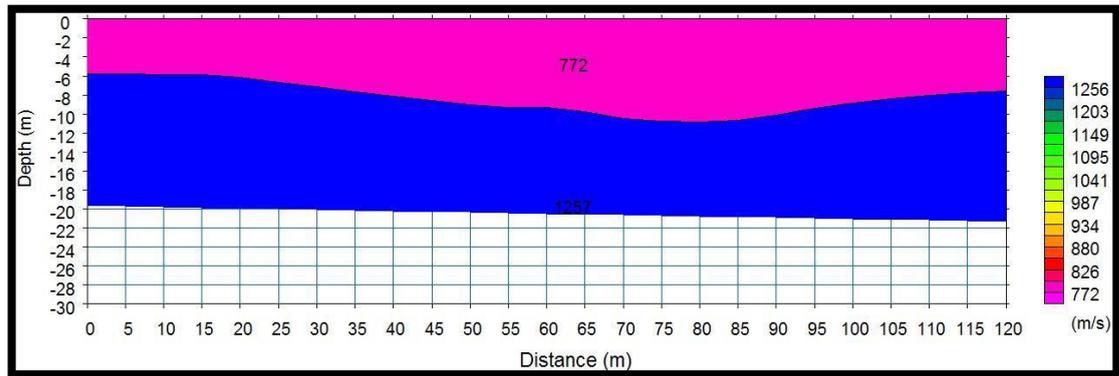
Fuente: Elaboración Propia.

GRAFICO N°01
DOMOCRONAS DE LA LÍNEA DE REFRACCIÓN SÍSMICA LS-01.



Fuente: Elaboración Propia.

**FIGURA N°30
PERFIL SÍSMICO DE LA LÍNEA LS-01.**



Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Línea sísmica LS-02**

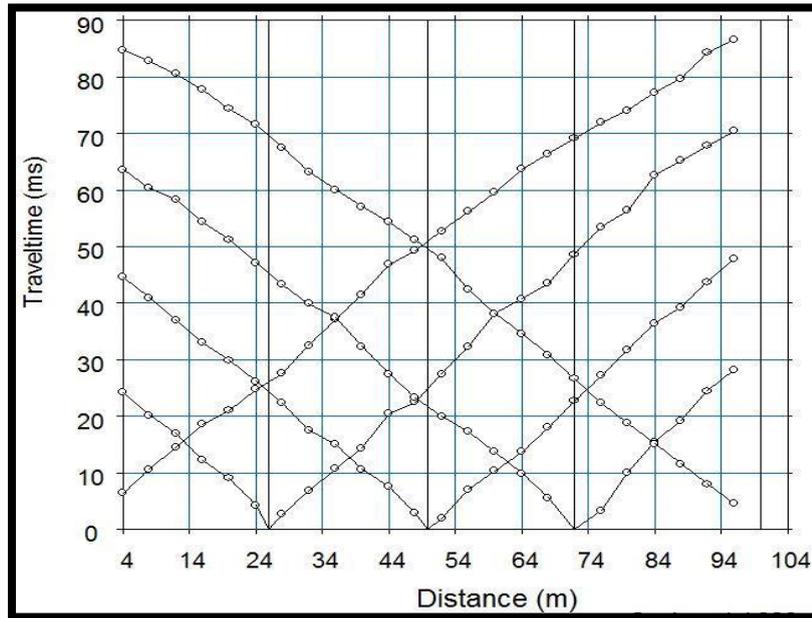
En este perfil indirecto, se identificó dos (02) capas representativas (estratos), el primero representaría un material de compacidad media con una velocidad de propagación de la onda en el orden de 900 m/s, prolongándose de forma irregular hasta una profundidad promedio 6,0 m, según el grado de ripabilidad este material sería excavable; subyaciendo, se infiere un segundo estrato o capa, la cual representaría un material medianamente compacto a compacto, con una velocidad de 1 260 m/s, prolongándose a una profundidad superior de los 25,0 m, según el grado de ripabilidad esta capa sería un material ripable.

**FOTOGRAFIA N°11
ENSAYO REALIZADO EN LA LÍNEA SÍSMICA LS-02**



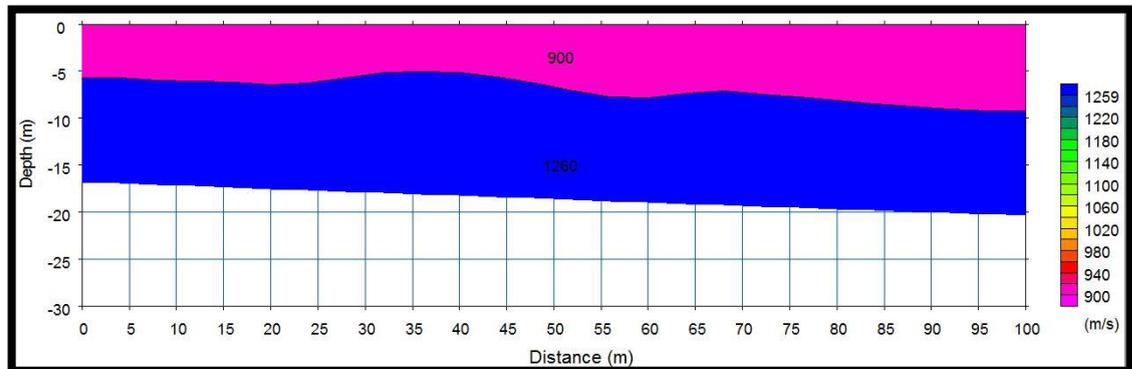
Fuente: Elaboración Propia.

GRAFICO N°02
DOMOCRONAS DE LA LÍNEA DE REFRACCIÓN SÍSMICA LS-02.



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N°31
PERFIL SÍSMICO DE LA LÍNEA LS-02.



Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Línea sísmica LS-03**

En este perfil indirecto, se identificó dos (02) capas representativas (estratos), el primero representaría un material de compacidad media con una velocidad de propagación de la onda en el orden de

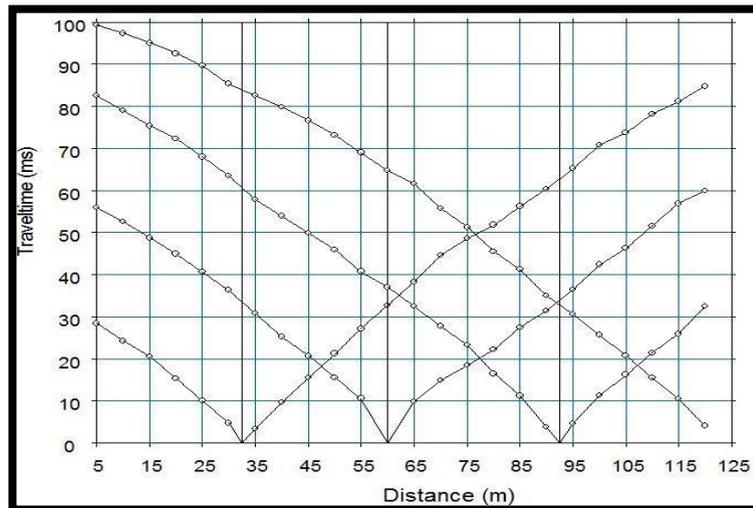
800 m/s, prolongándose de forma irregular hasta una profundidad promedio 7,0 m, según el grado de ripabilidad este material sería excavable; subyaciendo, se infiere un segundo estrato o capa, la cual representaría un material medianamente compacto a compacto, con una velocidad de 1 325 m/s, prolongándose a una profundidad superior de los 25,0 m, según el grado de ripabilidad esta capa sería un material ripable.

**FOTOGRAFIA N°12
ENSAYO REALIZADO EN LA LÍNEA SÍSMICA LS-03**



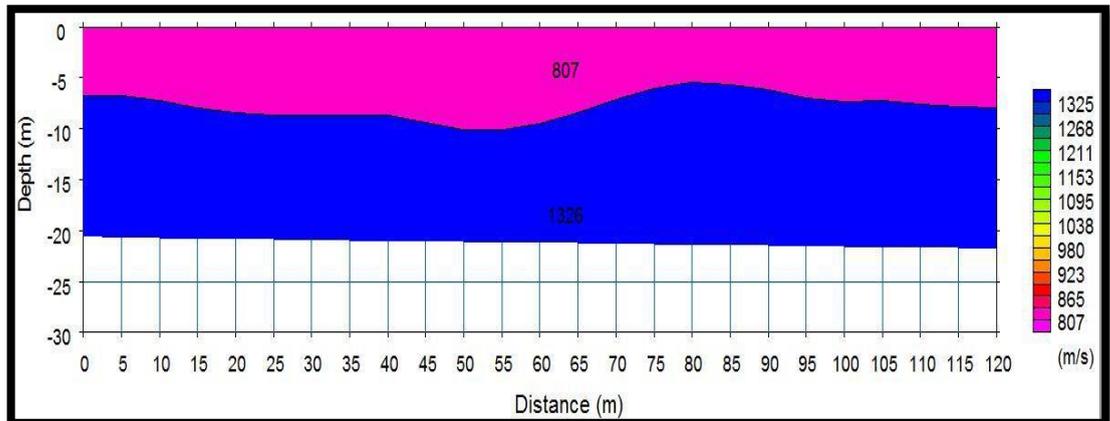
Fuente: Elaboración Propia.

**GRAFICO N°03
DOMOCRONAS DE LA LÍNEA DE REFRACCIÓN SÍSMICA LS-03.**



Fuente: Elaboración Propia.

**FIGURA N°32
PERFIL SÍSMICO DE LA LÍNEA LS-03.**



Fuente: Elaboración Propia.

4.4.2 ANALISIS DE VERIFICACIÓN GEOTECNICA DE LA ESTRUCTURA

4.4.2.1 De los ensayos de campo y laboratorio revisados

De acuerdo a la información revisada, se ejecutaron 29 calicatas a cielo abierto alcanzando como profundidad máxima 5,00 m y dos ensayo SPT cuya profundidad alcanzada fue de 11,00 m. Dado que el suelo es homogéneo y presentar un talud de corte, no fue necesario realizar una verificación de la estratigrafía mediante una nueva excavación.

En función a dichas investigaciones (C-29, SPT-1, SPT-2) se adoptaron los parámetros de resistencia para el análisis de verificación y modelación numérica.

4.4.2.2 PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUBSUELO

El subsuelo es homogéneo, conformado por arena arcillosa (SC), en estado semicompacto, de color beige amarillento, húmedo, con presencia de gravas sub redondeadas, hasta alcanzar una profundidad de 11,00 m. Se identificó presencia de filtraciones a

9,45 m, las cuales han sido verificadas e inventariada durante los trabajos de campo.

**FOTOGRAFIA N°13
NÓTESE EL FLUJO DE FILTRACIONES**



Fuente: Elaboración Propia.

4.4.2.3 ANALISIS DE VERIFICACIÓN GEOTECNICA DE LA ESTRUCTURA

A) De los Ensayos de campo y laboratorio revisados

De acuerdo a la información revisada, se ejecutaron 29 calicatas a cielo abierto alcanzando como profundidad máxima 5,00 m y dos ensayo SPT cuya profundidad alcanzada fue de 11,00 m. Dado que el suelo es homogéneo y presentar un talud de corte, no fue necesario realizar una verificación de la estratigrafía mediante una nueva excavación.

En función a dichas investigaciones (C-29, SPT-1, SPT-2) se adoptaron los parámetros de resistencia para el análisis de verificación y modelación numérica.

B) Perfil estratigráfico del subsuelo

El subsuelo es homogéneo, conformado por arena arcillosa (SC), en estado semicomacto, de color beige amarillento, húmedo, con presencia de gravas subredondeadas, hasta alcanzar una profundidad de 11,00 m. Se identificó presencia de filtraciones a 9,45 m, las cuales han sido verificadas e inventariada durante los trabajos de campo.

C) Parámetros de resistencia del suelo

En función a los ensayos de laboratorio ejecutado y existente, además al ser un suelo homogéneo (SC), se tiene los siguientes parámetros:

**CUADRO N°10
PARÁMETROS DE RESISTENCIA**

Calicata	ϕ (°)	C (kg/cm²)
C-3	13,3	0,25
C-18	14,4	0,25

Fuente: Elaboración Propia.

D) Parámetros elásticos del suelo

Se tomaron valores según las recomendaciones del ACI para este tipo de suelo (SC): Módulo de elasticidad $E = 425 \text{ kg/cm}^2$ y un coeficiente de Poisson de $u = 0.30$.

E) Capacidad admisible de la cimentación

De acuerdo a la evaluación de la capacidad de carga en suelos arenosos, basada en el cálculo de la Resistencia No drenada, obtenida mediante el ensayo SPT, se tiene un valor de $N_{SPT\ corr} = 16$ golpes/pie, cuya consistencia es de media a rígida; siendo el valor de compresión no confinada $Q_{adm} = 1,37$ kg/cm².

F) Análisis Esfuerzo Deformación del Muro de Contención

El análisis de esfuerzo deformación se ha realizado en el software PLAXIS, el cual es un paquete de elementos finitos que ha sido desarrollado específicamente para el análisis de deformación y estabilidad en proyectos de ingeniería geotécnica.

➤ Propiedades de los elementos del modelo

Con el fin de simular el comportamiento del suelo, se han adoptado los parámetros del Estudio de Suelos para obtener un modelo de suelo adecuado y parámetros de los materiales apropiados que han asignados a la geometría.

**CUADRO N°11
PARÁMETROS DEL SUELO**

<i>Mohr-Coulomb</i>		1	2
		Arena arcillosa	Relleno (SC)
Type		Drained	Drained
γ_{unsat}	[kN/m ³]	16,3	16,3
γ_{sat}	[kN/m ³]	17,3	17,3
k_x	[m/day]	0,1	0,1
k_y	[m/day]	0,1	0,1
e_{init}	[-]	1	1
E_{ref}	[kN/m ²]	41678	50000
n	[-]	0,3	0,3
c_{ref}	[kN/m ²]	24	10
ϕ	[°]	13,3	30
$R_{inter.}$	[-]	0,67	0,9

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N°12
PARÁMETROS DEL ELEMENTO BEAM (MURO DE CONTENCIÓN)**

No.	Identification	EA	EI	w	n	Mp	Np
		[kN/m]	[kNm ² /m]	[kN/m/m]	[-]	[kNm/m]	[kN/m]
1	Muro contención	6,44E+06	33516	10	0	1,00E+15	1,00E+15
2	Losa de cimentación	1,54E+07	4,63E+05	20	0	1,00E+15	1,00E+15

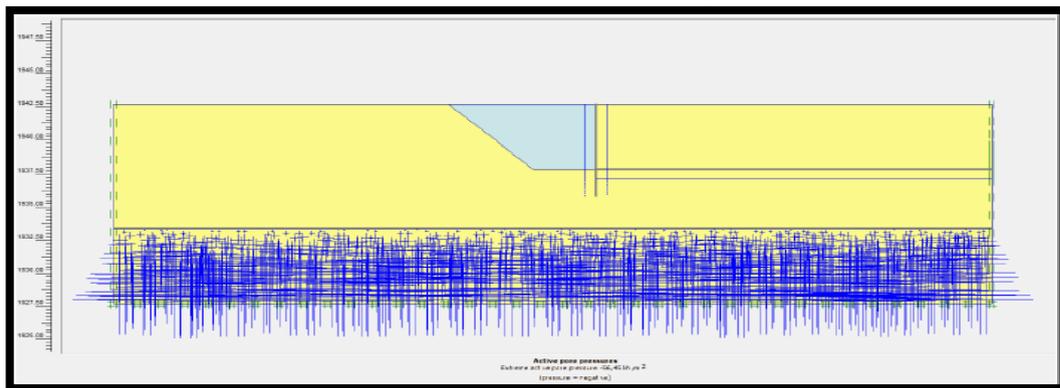
Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Condiciones iniciales**

En general, comprenden las condiciones iniciales de la carga hidráulica del agua, la configuración de geometría inicial y el estado inicial de tensión efectiva. Según el estudio de suelos, no se ha identificado nivel freático. Sin embargo, en el ensayo SPT se observa presencia de agua o humedad a partir de los 9,45 m de profundidad. Para el presente análisis se considerará dos escenarios con nivel freático; el primero para

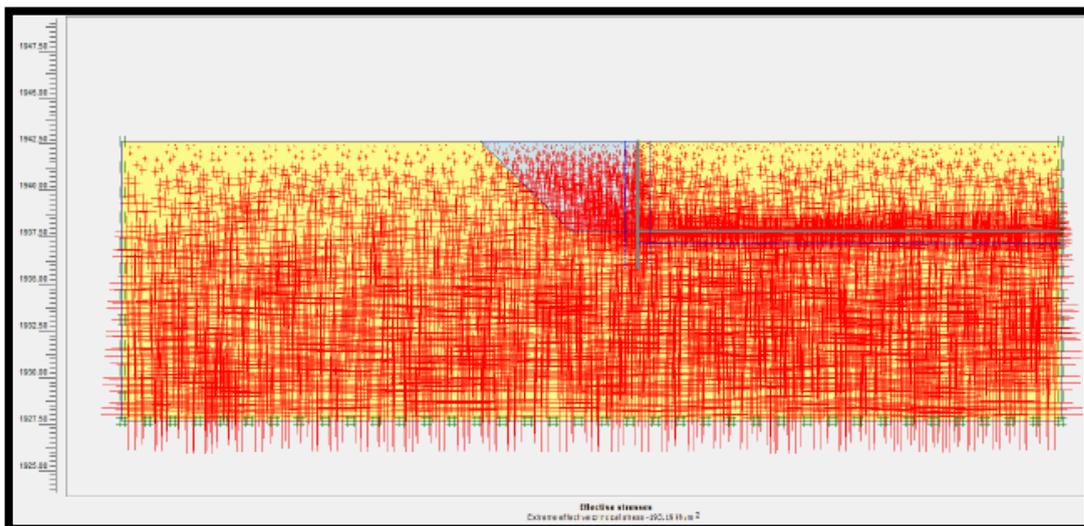
un escenario con nivel freático por debajo de los 9,45 m de profundidad, y el segundo considerando la condición más desfavorable (critica), presentando una carga de agua o hidrostática a 2,00 m de profundidad.

GRAFICO N°04
PRESIÓN DE POROS INICIAL – NF = 9,45 M (DATO DEL ENSAYO SPT)



Fuente: Elaboración Propia.

GRAFICO N°05
CAMPO DE TENSIONES INICIALES - NF = 9,45 M (DATO DEL ENSAYO SPT)

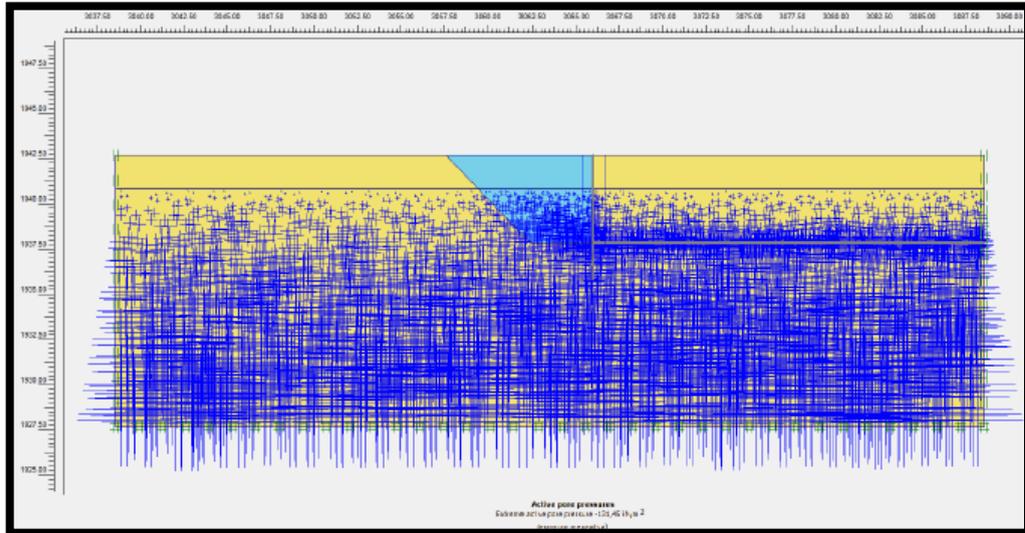


Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se mostrara la presión de poros y campo de tensiones, asumiendo que el nivel freático, se encontrase a 2,0 m de profundidad medido desde el terreno.

GRAFICO N°06

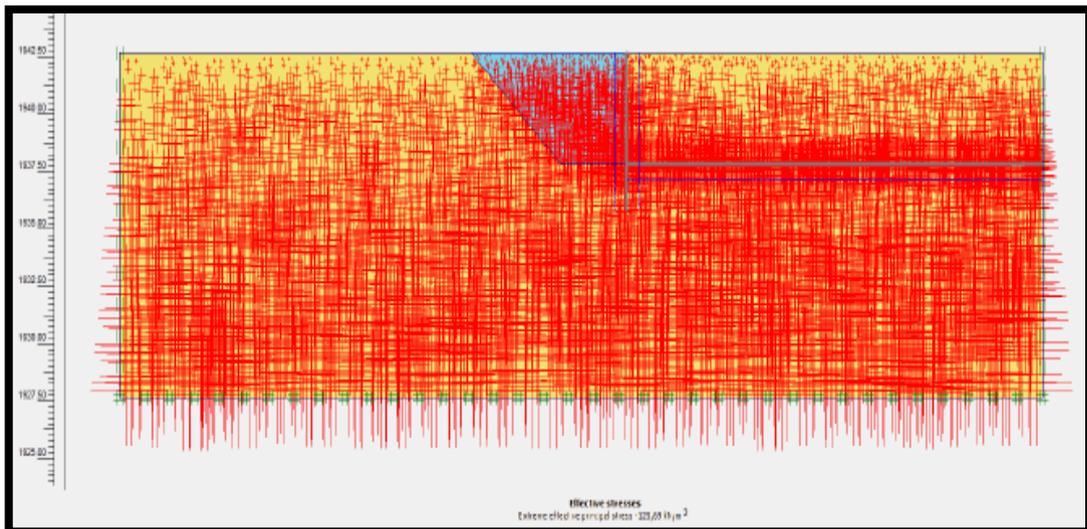
PRESIÓN DE POROS INICIAL – NF = 2,00 M (ASUMIDO, CONDICIÓN O ESCENARIO MÁS DESFAVORABLE)



Fuente: elaboración propia.

GRAFICO N°07

CAMPO DE TENSIONES INICIALES - NF = 2,00 M (ESCENARIO MÁS DESFAVORABLE)

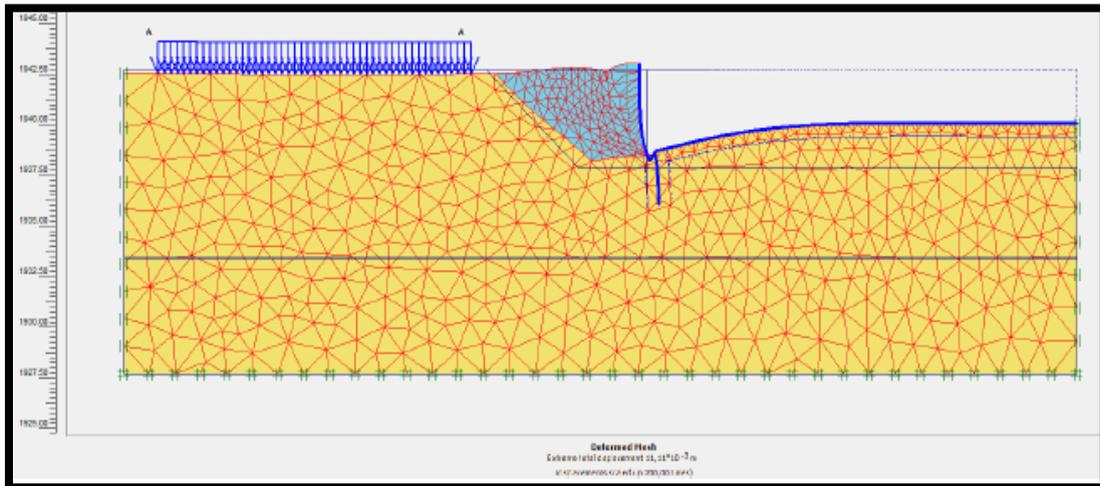


Fuente: Elaboración Propia.

4.4.2.4 ESCENARIOS HIDROGEOLÓGICOS SIMULADOS

Water table (nivel freático) por debajo de 9,45 m (dato de ensayo SPT 1 y SPT 2), nótese la malla deformada considerando esta condición.

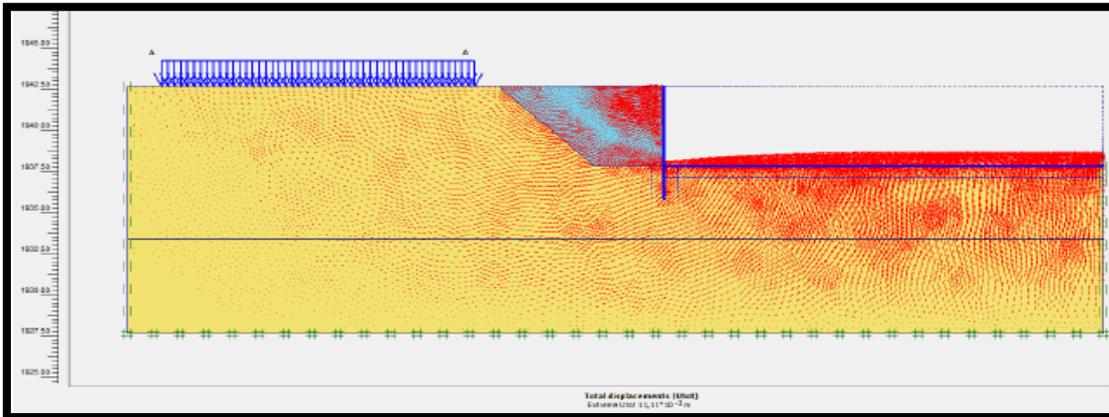
GRAFICO N°08
MALLA DEFORMADA CONSIDERANDO - NF = 9,45 M



Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico N°08, se muestra la malla deformada (aumentada a escala) al final de la fase de cálculo (Relleno y aplicación de cargas=2,5KN/m), con una indicación del máximo desplazamiento (11 mm).

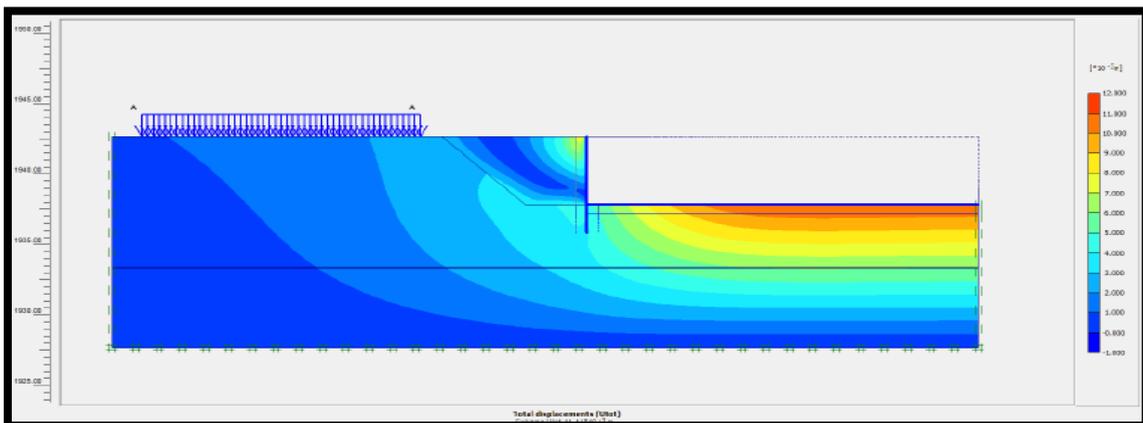
GRAFICO N°09
VECTORES DE DESPLAZAMIENTO TOTAL - NF = 9,45 M



Fuente: Elaboración Propia.

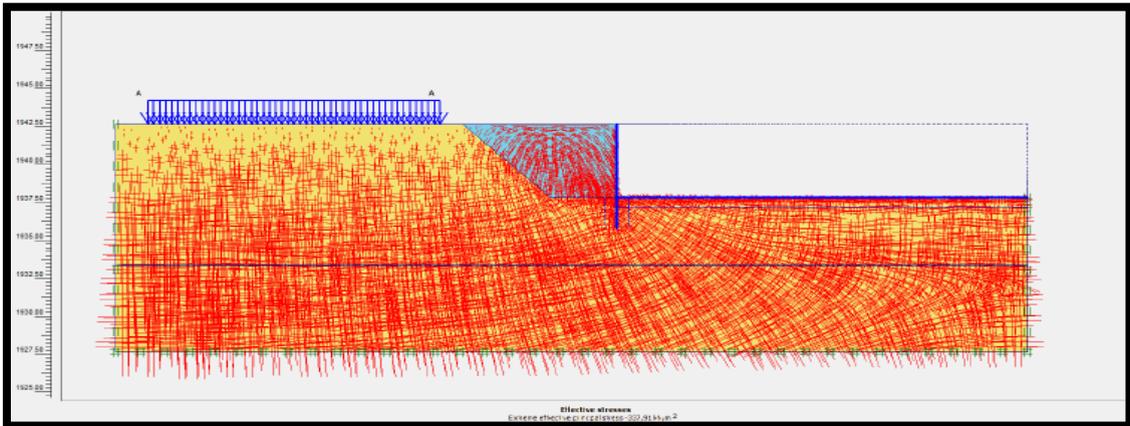
La figura anterior, muestra los desplazamientos totales de todos los nodos como flechas, con una indicación de su magnitud relativa. Nótese una zona de intenso esfuerzo cortante, detrás de la pared y/o muro y debajo de la platea de cimentación.

GRAFICO N°10
DESPLAZAMIENTOS TOTALES - NF = 9,45 M



Fuente: elaboración propia.

GRAFICO N°11 ESFUERZOS EFECTIVOS - NF = 9,45 M

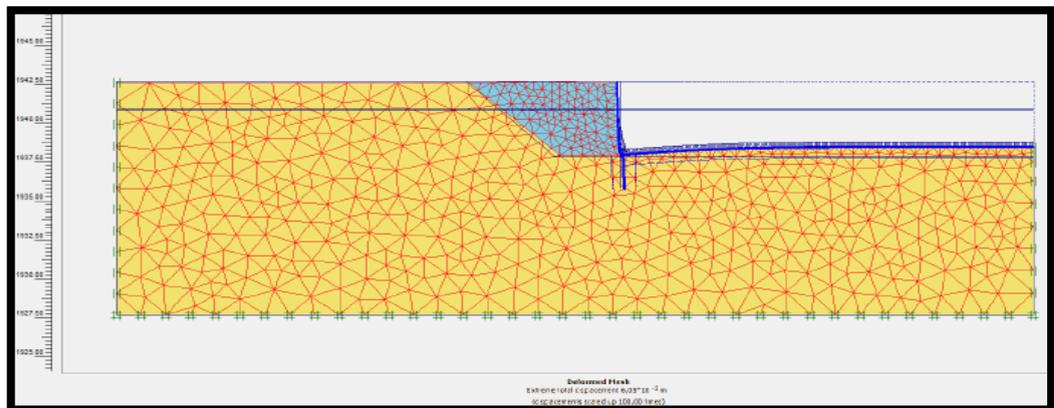


Fuente: Elaboración Propia.

Las figuras anteriores, indican tensiones efectivas como tensiones principales, con una indicación de su dirección y su magnitud relativa. La orientación de las tensiones principales indica una gran zona pasiva bajo el fondo de la excavación una pequeña zona pasiva detrás de la base del muro.

Water table (nivel freático) por debajo de 2,00 m (Condición asumida), nótese la malla deformada considerando está condición.

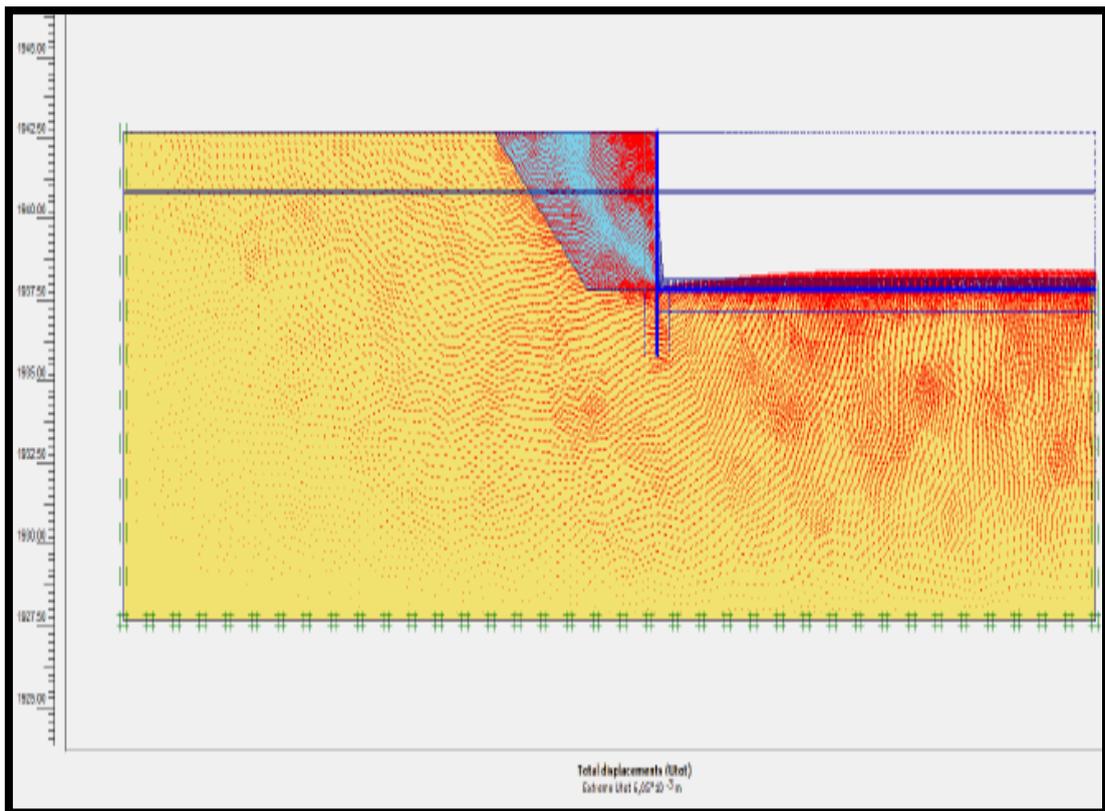
GRAFICO N°12 MALLA DEFORMADA CONSIDERANDO - NF = 2,00 M



Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico N°12, muestra la malla deformada (aumentada a escala) al final de la fase de cálculo (Relleno y aplicación de cargas=2,5KN/m), con una indicación del máximo desplazamiento (6 mm). Las cargas mostradas dentro de la excavación representan las presiones de agua restantes.

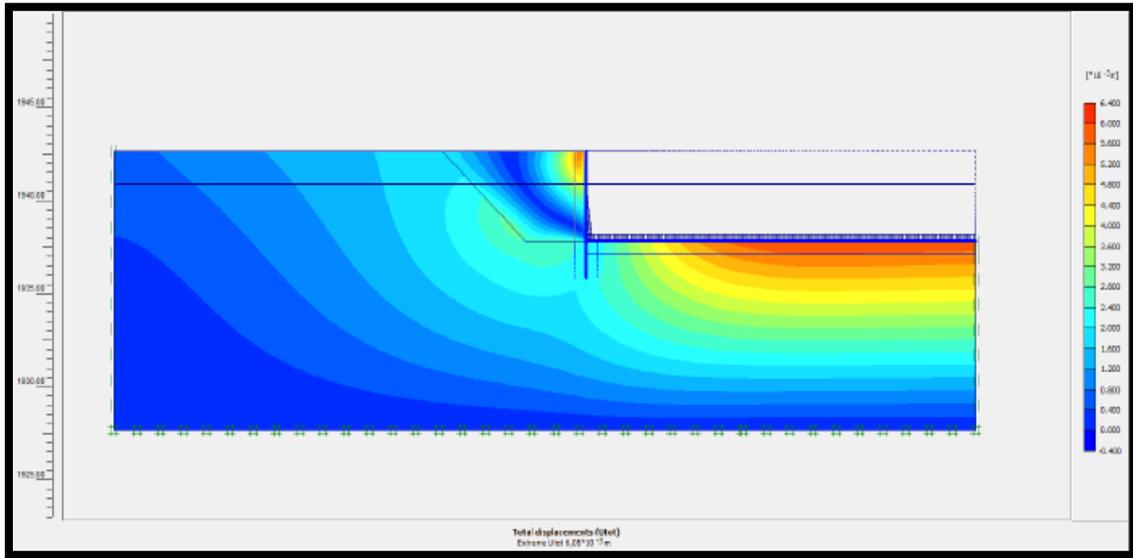
GRAFICO N°13
VECTORES DE DESPLAZAMIENTO TOTAL - NF = 2,00 M



Fuente: Elaboración Propia.

El Figura anterior, indica los desplazamientos totales de todos los nodos como flechas, con una indicación de su magnitud relativa. Desde este gráfico una zona de intenso esfuerzo cortante es visible detrás de la pared o muro y debajo de la platea de cimentación.

GRAFICO N°14 DESPLAZAMIENTOS TOTALES - NF = 2,00 M



Fuente: Elaboración Propia

4.5 PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO

Para contrarrestar la saturación de las estructuras debido a las filtraciones e infiltraciones laterales, y buscar la estabilización en un periodo posterior a la construcción y proteger la inversión que realiza la entidad contratante, se considera las siguientes metas:

- A) SISTEMA DE SUBDRENAJE
- B) LINEA DE IMPULSION
- C) PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
- D) ALMACENAJE
- E) DISTRIBUCION

4.5.1 SUSTENTO TECNICO

Del resultado del movimiento de tierras realizadas en los bloques 1 y 2, se han encontrado filtraciones laterales en los taludes de corte, lo que

genero la necesidad de realizar un Estudio Hidrogeológico del terreno para determinar la complejidad de las filtraciones.

Como parte de estudio hidrogeológico, se ejecutaron los trabajos de campo, reconociéndose el terreno, visitando e identificando las zonas de recarga y descarga de flujo de agua, inventario de fuentes y descargas diseminadas del flujo filtrante (ver anexo de panel de fotografías), asimismo se ejecutaron los ensayos geofísicos oportunos y en conformidad con la naturaleza y estado actual de la obra, y se tomaron muestras de agua para los análisis respectivos.

De la interpretación de los perfiles geofísico y ante la presencia de frentes de recarga (lluvias, infiltración), típico de la zona, la presencia de estos estratos húmedos, conlleva a proponer un sistema de drenaje superficial con fines de evitar zonas de estancamiento, y la evacuación adecuada de la escorrentía superficial, que posteriormente puede generar inundación y colapso de las estructuras de la edificación, estos trazos y dimensionamiento deben ser complementarse con la red de drenaje pluvial.

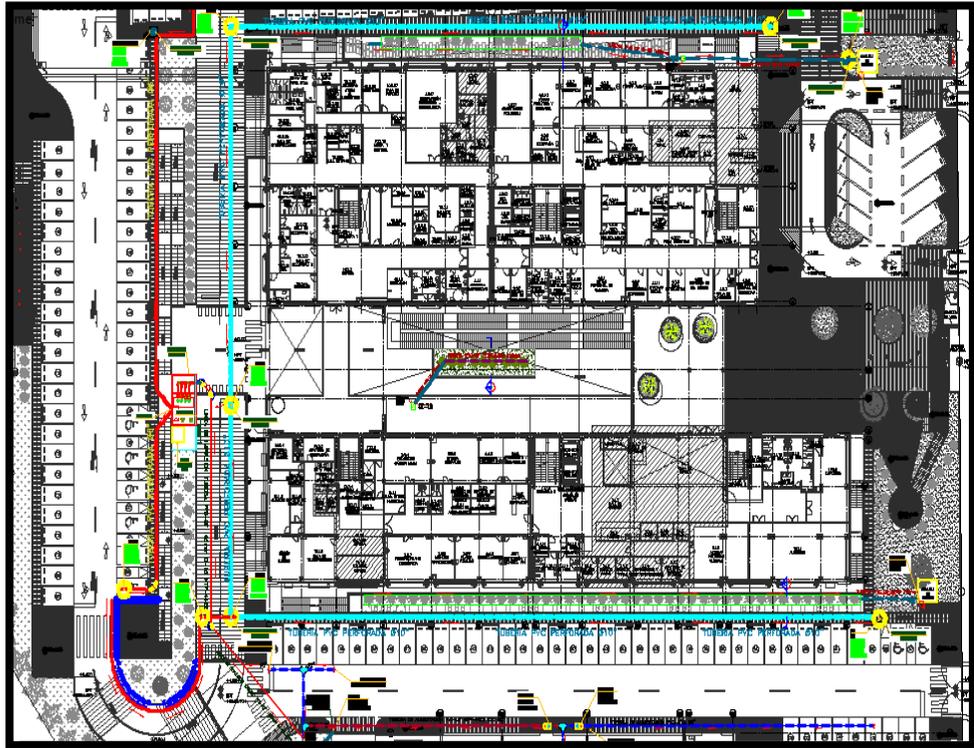
4.5.2 DESCRIPCON DEL SISTEMA DE SUBDRENAJE

Este sistema, se ubica a lo largo del perímetro de los bloques 1 y 2 como se detalla en la Figura N° 33 (línea turquesa).

Para el diseño se utilizó el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC.

El diseño del subdrenaje se realizó en base a los registros de precipitación máxima de 24 horas de la estación Santa Ana para un período de Retorno de 10 años (38.08 mm).

**FIGURA N°33
RECORRIDO DEL SISTEMA DE DRENAJE.**



Fuente: Elaboración Propia.

4.5.3 DISEÑO DE DRENES

✓ **CAUDAL DE DISEÑO**

$$Q_d = Q_i + Q_s$$

Donde:

Q_d: Caudal de diseño

Q_i: Caudal por infiltración

Q_s: Caudal sub superficial

✓ **CAUDAL POR INFILTRACIÓN DIRECTA**

$$Q_i = I_r \times B \times L \times F_i$$

Donde:

Qi : Caudal por infiltración

Ir : Intensidad de lluvia anual, para un $T_r = 200$ años y tiempo de concentración de 0,5 a 2 horas

B : Ancho de infiltración (perpendicular al flujo del dren), cm

L : Longitud del dren, cm

Fi : Factor de infiltración

En este caso para $T_r = 200$ años y $t = 0.15$ horas el valor de I es:

Los valores de B y F_i , dependen de las características de la pavimentación y se mantienen constantes.

$$I_r = 0.0019 \text{ cm/s}$$

$$I_r = 68.00 \text{ mm/h para un}$$

$$T_r = 200 \text{ años}$$

$$B = 5,000.00 \text{ cm}$$

$$L = 15,500.00 \text{ cm}$$

$$F_i = 0.30 \text{ factor de infiltración}$$

Reemplazando valores se obtiene:

$$Q_i = 43,916.67 \text{ cm}^3/\text{s} = 43.917 \text{ lps}$$

✓ CAUDAL POR ABATIMIENTO DE FLUJO SUBSUPERFICIAL

Para flujo sub-superficial, emplearemos la ecuación de darcy.

$$Q_s = K \times i \times A$$

Donde:

K : Coeficiente de permeabilidad del suelo adyacente

I : Gradiente hidráulico

A : Área efectiva

$$i = \Delta h/x$$

Donde:

Δh : Pérdida de carga hidráulica

X : Distancia en la dirección del flujo (m)

Por lo tanto se tiene:

K = 1.00E-03 cm/s (Valor permeable desfavorable ante tipo de terreno areno - Limoso)

$\Delta h = 2.00$ m

X = B = 15.00 m

I = 0.1333

L = 155.00 m

A = $\Delta h \times L = 310.00$ m²

A = 3,100,000.00 cm²

Reemplazando valores, se obtiene:

$$Q_s = 413.33 \text{ cm}^3/\text{s} = 0.413 \text{ lps}$$

Finalmente

$$Q_d = 44,330.00 \text{ cm}^3/\text{s} = 44.33 \text{ lps}$$

CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DEL DREN

Diseño de la Tubería colectora

Emplearemos la ecuación de manning

Para un dren de ϕ 10", y un tirante del 1%.

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

FIGURA N°34
HOJA DE CÁLCULO

DATOS DE ENTRADA:	CÁLCULOS INTERMEDIOS:	RESULTADOS:
Seleccione: Unidades SI Unidades U.S.	Constante k: 1	Descarga Q: $0.048 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
Diámetro del tubo D: 0.254 m	Área de flujo A: 0.031 m^2	Velocidad V: 1.543 m s^{-1}
Profundidad (tirante) y: 0.15 m	Perímetro mojado P: 0.445 m	
Pendiente de fondo S: 0.01 m/m	Radio medio hidráulico R: 0.069 m	
Coefficiente de Manning n: 0.011	Profundidad relativa y/D: 0.590 m	
	Número de Froude [basado en y]: 1.272	

Fuente: <http://ponce.sdsu.edu/>

Por lo Tanto:

El caudal de diseño determinado de acuerdo a los parámetros geotécnicos y la capacidad de conducción de un dren de ϕ 10" y un tirante al 1% es superior con lo cual verificamos que las dimensiones del dren son suficientes.

4.5.4 DISEÑO DE LA CAMARA DE DRENAJE PLUVIAL

4.5.4.1 Caudal de ingreso generado por la precipitación pluvial:

a) Caudal de ingreso a la cámara de drenaje pluvial

$$Q_{\text{ingreso(1)}} = C \times I \times A \text{ lt/s}$$

b) Área de drenaje

$$A = 1601.00 \text{ m}^2$$

c) Intensidad de lluvias (I)

$$I = 50.00 \text{ mm/hr}$$

d) Coeficiente de escorrentía (C)

- Del reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS. 060 -
3.3 Descarga de diseño – Tabla 1.a

$$C = 0.83$$

e) Periodo de retorno (P)

- Del reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS. 060 -
3.3 Descarga de diseño – Tabla 1.a

$$C = 10.00 \text{ años}$$

CAUDAL DE INGRESO (1)

Reemplazando los valores a la fórmula:

$$Q_{\text{ingreso(1)}} = C \times I \times A \text{ lt/s}$$

$$Q_{\text{ingreso(1)}} = 0.83 \times 50.00 \text{ mm/hr} \times 1610.00 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{ingreso(1)}} = 18.56 \text{ lt/s}$$

4.5.4.2 Caudal de ingreso generado por el dren

a) Caudal de ingreso a la cámara de drenaje pluvial

(Información recogida en el campo)

$$Q_{\text{ingreso(2)}} = 10.00 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_{\text{ingreso(2)}} = 0.12 \text{ lt/s}$$

b) Capacidad total del sistema de bombeo

(equivalente 150% caudal de ingreso, según RNE - IS 0.10 –
Item 6.4)

$$Q_{pz} = 1.50 Q_{ing.}$$

c) Periodo de retención del agua que ingresa a la cámara

$$PR = 10.00 \text{ min}$$

d) Número mínimo de equipos de bombeo

$$NB = 2.00 \text{ und}$$

4.5.5 CAUDAL DE BOMBEO DE LA CAMARA DE DRENAJE PLUVIAL

a) El caudal de ingreso a la CB será

$$\text{Caudal total de ingreso} = Q_{ing} (1) + (2) = 18.68 \text{ lt/s}$$

b) El caudal del sistema de bombeo de la CB será

$$Q_b = 14.01 \text{ lt/s}$$

c) Considerando un sistema de bombeo alternado, cada bomba tendrá un caudal de equivalente a la del Sistema

$$Q_b = 14.01 \text{ lt/s}$$

4.5.6 CALCULO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE IMPULSION

Datos:

$$Q_b = 14.01 \text{ lt/seg}$$

$$\text{Veloc} = (1.00 - 3.60) \text{ mt/seg}$$

Formula:

$$\text{Veloc} = 1.973525 \times Q_i / D^2$$

Asumiendo:

**CUADRO N°13
CUADRO DE DIÁMETRO Y VELOCIDAD**

Di (pulg)	Veloc (m/s)
2	6.91
2.5	4.42
3	3.07
4	1.73

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente; tomando en consideración el rango de la velocidad, tendremos **Dimpr = 4.00 pulg.**

4.5.7 CALCULO DE LA ALTURA DINAMICA TOTAL

Sabemos que:

$$\mathbf{HDT = Hg + Heb + Hf imp + Ps}$$

• **Altura Geométrica (Hg):**

Cota del nivel mínimo de agua en la cámara de bombeo

$$\mathbf{Cnma = 3326.21 \text{ msnm}}$$

Cota del nivel de la tubería de llegada en el canal

$$\mathbf{CTub = 3332.34 \text{ msnm}}$$

Luego la altura geométrica será de

$$\mathbf{Hg = 6.13 \text{ mca}}$$

• **Pérdida de carga en el equipo de bombeo (Heb):**

Se estimará una pérdida de carga equivalente a

$$\mathbf{Heb = 5.00 \text{ mca}}$$

**CUADRO N°14
PÉRDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN EN ACCESORIOS DE LA
TUBERÍA DE IMPULSIÓN**

Diametro	Codo	Tee	Contra c (1/4)	Contra c (1/2)	Contr ac (3/4)	Valvul a Cpta	Valvula Check
0.50	0.739	1.064	0.248	0.195	0.112	0.11	1.477
0.75	1.080	1.554	0.363	0.285	0.164	0.16	2.159
1.00	1.420	2.045	0.477	0.375	0.216	0.22	2.841
1.25	1.818	2.618	0.611	0.480	0.278	0.28	3.638
1.50	2.159	3.109	0.725	0.570	0.328	0.33	4.318
2.00	2.841	4.091	0.954	0.750	0.432	0.43	5.682
2.50	3.580	5.154	1.203	0.945	0.544	0.54	7.159
3.00	4.261	6.136	1.432	1.125	0.648	0.65	6.523
4.00	5.682	9.182	1.900	1.500	0.864	0.86	11.364
6.00	8.523	12.273	2.881	2.250	1.295	1.30	17.045

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N°15
ACCESORIOS EN LA LÍNEA DE IMPULSION**

Ubicación	Codo	Tee	Contra (1/4)	Contra (1/2)	Contra (3/4)	Válvula Cpta	Válvula Check
CAMARA	4	1		1		1	1

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N°16
PÉRDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN**

Operación	Qb (lt/s)	Ch-w	Di (pulg)	S (m/m)	Long Tub (ml)	Long Equiv. (ml)	Hfric (mt)
Alternado	14.01	120	4.00	0.038	6.00	45.64	1.98
Simultáneo	7.00	120	4.00	0.011	6.00	45.64	0.55

Fuente: Elaboración Propia.

- Presión de Salida (Ps)

Asumiremos que será de:

$$\mathbf{Ps = 2.00\ mca}$$

Luego; reemplazaremos en la ecuación inicial, tendremos que el HDT será de:

- a) Para la operación alternada

$$\mathbf{HDTa = 15.11\ mca}$$

- b) Para la operación en simultáneo

$$\mathbf{HDTs = 13.68\ mca}$$

4.5.8 POTENCIA HIDRÁULICA

Sabemos que

$$\mathbf{Pot\ h = (Qbx\ HDT) / (75\ x\ ef\ h)}$$

Según catálogo de bombas, tenemos que **ef h = 50 %**

Luego; la potencia hidráulica estimada será de:

- a) Para la operación alternada:

$$\mathbf{POTh\ a = 5.64\ HP}$$

- b) Para la operación en simultáneo:

$$\mathbf{POTh\ s = 2.55\ HP}$$

4.5.9 POTENCIA ELÉCTRICA

Sabemos que

$$\mathbf{Pot\ m = Pot\ h / 0.85}$$

Entonces, la potencia eléctrica estimada será de:

- a) Para la operación alternada:

$$\mathbf{POTe\ a = 6.64\ HP}$$

b) Para la operación en simultáneo:

$$\text{POTe s} = 3.01 \text{ HP}$$

4.5.10 VOLUMEN ÚTIL DEL POZO SUMIDERO

$$\text{Condición } Vu = (Qing) \times PR$$

- Reemplazando valores, tendremos:

$$Vu = 11205.28 \text{ lt}$$

- Luego, el volumen útil calculado será:

$$Vu = 11.21 \text{ m}^3$$

- Las dimensiones útiles del pozo sumidero serán de:

$$\text{Largo} \quad L = 2.50 \text{ mt}$$

$$\text{Ancho} \quad a = 2.50 \text{ mt}$$

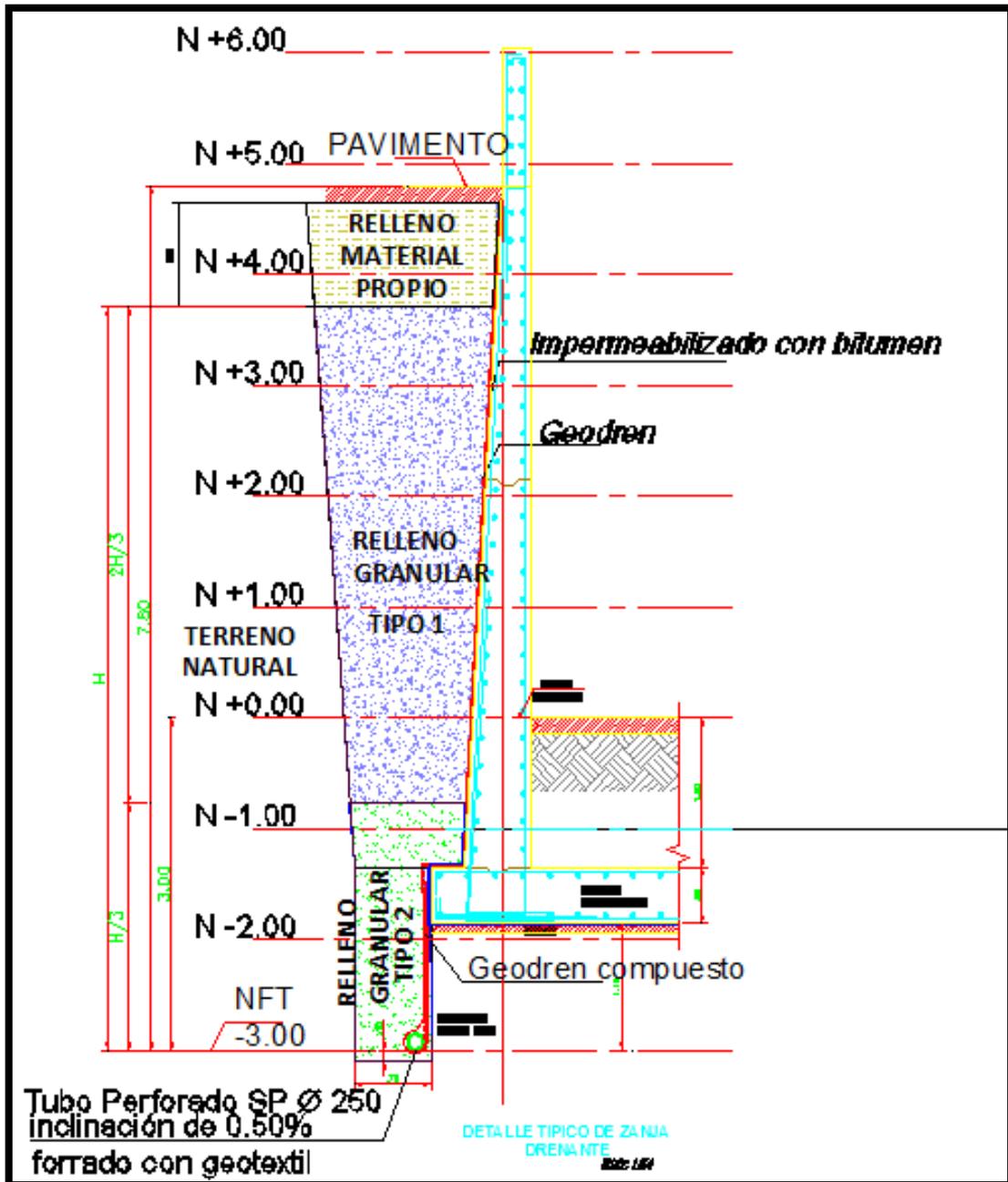
$$\text{Altura} \quad H = 1.79 \text{ mt}$$

- Teniéndose un volumen útil disponible de:

$$\text{Vu} = 11.21 \text{ m}^3$$

4.5.11. RESULTADO DEL DISEÑO DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN: En la figura N°35

FIGURA N°35
LA IMAGEN ES LA SECCIÓN TÍPICA DEL SISTEMA DE DRENAJE



Fuente: Elaboración Propia.

4.5.12. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS A EMPLEAR EN EL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

✓ **RELLENO GRANULAR**

- **Relleno Granular tipo 1:** Compuesta por material drenante–canto rodado T_{max}2”–Min 1”
- **Relleno Granular tipo 2:** Compuesta por material drenante – piedra chancada de 1” – ½” la función específica de estos materiales es dar pase al fluido, para luego ser recolectado y trasladada por una tubería perforada ubicada en la parte inferior del sistema.

- ✓ **GEOCOMPUESTO:** Es un geodren compuesto de un geotextil y una tubería que permitirá captar, conducir y evacuar los fluidos de una manera rápida y eficiente.

- ✓ **GEOTEXTIL:** Geosintético plano constituido por fibras ubicado entre el material de relleno y el geo dren, este evitara la pérdida de finos.

✓ **TUBO PERFORADO CORRUGADO DE 250mm DE DIAMETRO:**

Esta tubería será ubicada según imagen 01 (ver plano de CR2964-GE-PL-P-0213A-0), recolectando el fluido mediante buzones y cajas de registros, hacia una cámara de bombeo ubicada en el primer piso (lado este, costado de rampa de acceso peatonal), para luego ser impulsados a un reservorio, en la cual se realizará el tratamiento para su almacenaje, distribución y consumo.

- ✓ **LÍNEA DE IMPULSION:** Impulsa las agua de sub drenaje, hacia un reservorio de 47m³ de capacidad. La línea de impulsión consta de:

- **Cámara de Drenaje:** La cámara de drenaje es de volumen útil 21.28 m³ y tiene cuatro bombas de impulsión de 14.62 lps, estas

funcionaran alternadamente de acuerdo a la demanda de agua recolectada, el caso crítico es de 43 lps (en las máximas avenidas) según el estudio hidro geológico, en este caso funcionarían las 3 bombas a la vez y una estará en descanso.

- **Línea de Impulsión:** La tubería de impulsión será del tipo PVC-UF 160 mm C-10 NTP 4422. Este conduce el fluido hasta la cisterna de agua filtrada de 47 m³ de capacidad.

✓ **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA**

En la actualidad las normas ambientales, recomiendan el uso de los recursos renovables, los cuales se plasman en diversos proyectos de ingeniería; con el afán de reducir los efectos nocivos hacia nuestro planeta, es nuestro deber dar soluciones amigables con el medio ambiente, es por ello que frente a un problema de aguas subterráneas que es nuestro caso, se optó por rehusarla.

Esta planta de tratamiento de agua tiene como objetivo principal la de purificar y tratar las aguas subterráneas y que después de su proceso puedan ser aptas para el consumo humano, verificando los valores aceptables por el reglamento de calidad de agua para el consumo humano DS N° 031-2010-SA.

Para tal efecto se realizó un análisis físico-químico y análisis bacteriológico, tales resultados los anexamos al final del presente expediente; al interpretar estos resultados nos muestran que sin tratamiento es apto para riego.

Para el abastecimiento de la cisterna se requiere un caudal de 8.18 lt/s bajo una frecuencia de 8 horas diarias de las 12 horas disponibles como continuidad del servicio, esto cubre la dotación diaria de agua fría (agua dura) equivalente a 235.51 m³.

De los 43 lps calculados por el proyectista en una eventual máxima avenida, a juicio de experto el caudal total diario promedio de las aguas subterráneas, sería de 8-10 lps, lo cual sin problemas abastecería la dotación diaria de agua fría. Eso nos da a entender que no requeriría de agua por parte de la empresa prestadora de servicio de agua potable, sin embargo se dejará la acometida por razones de seguridad.

El planteamiento de equipos es secuencial, los cuales incluyen: el filtro de turbidez, sistema de ablandamiento, filtro de carbón activado, y desinfección por ultra violeta. La cisterna es una obra de concreto armado, de con una capacidad de almacenamiento de 47 m³ de volumen, los equipos se describe a continuación:

a) 01 FILTRO TURBIDEX AUTOMÁTICO

Se entiende por turbidez o turbiedad a la medida del grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión . Cuanto mayor sea la cantidad de sólidos suspendidos en el líquido, mayor será el grado de turbidez.

La función de este equipo es la de filtrar las partículas se solidas en suspensión del agua.

b) 01 ABLANDADOR AUTOMATICO

El ablandamiento del agua es una técnica que sirve para eliminar los iones que hacen a un agua ser dura, en la mayoría de los casos iones de calcio y magnesio.

La función de este equipo es la de eliminar los carbonatos de calcio y magnesio.

c) 01 FILTRO DE CARBON ACTIVADO

El Carbón activado granular es un material que se utiliza para filtrar químicos y microorganismos nocivos del suelo y el agua contaminados. A medida que el agua fluye a través de un filtro de carbón activado granular, los químicos se adsorben o se adhieren a la superficie y dentro de los millones de microporos de los gránulos del carbón activado. Los filtros de carbón activado se utilizan siempre como parte de un sistema de extracción y tratamiento para limpiar aguas subterráneas, de río, lago, pozo, manantial, aguas municipales o agua solubre, generalmente como segunda etapa después de un filtro multimedia o de turbidez.

d) 01 EQUIPO DE DESINFECCIÓN ULTRAVIOLETA

La radiación UV proporciona una inactivación rápida y eficiente de los microorganismos mediante un proceso físico. Cuando las bacterias, los virus y los protozoos se exponen a las longitudes de onda germicidas de la luz UV, se vuelven incapaces de reproducirse e infectar. Se ha demostrado que la luz UV es eficaz frente a microorganismos patógenos, como los causantes del cólera, la polio, la fiebre tifoidea, la hepatitis y otras enfermedades bacterianas, víricas y parasitarias.

✓ DEL REBOSE

En el caso de que existiera las máximas avenidas, pues está previsto una instalación de rebose hacia las canaletas exteriores de los pavimentos y estas a su vez a una caja pluvial exterior.

✓ **ALMACENAJE**

Las bombas de impulsión de la planta de tratamiento impulsaran al tanque de agua dura, en donde se almacenará para su posterior distribución.

✓ **DISTRIBUCION**

Se realizó un traslado de las bombas de agua para riego, que estaban ubicadas en el cuarto de bombas, hacia el ambiente de la planta de tratamiento de agua, desde allí impulsará agua para riego.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

- De acuerdo al Mapa Geológico del Cuadrángulo de Huancayo (hoja 25-m, del INGEMET), se identificó en el área de Estudio un grupo litológico principal constituido por un depósito de sedimentos de tipo aluvial pertenecientes a la tercera glaciación cuya edad geológica pertenece al cuaternario (Q-t3). En el área en estudio no se determinó la presencia del nivel freático hasta la profundidad explorada. Asimismo no se determinó la presencia de estructuras geológicas importantes, como fallas, discordancias, grietas pronunciadas, etc.

- De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030) y del Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú, presentado por Alva Hurtado (1984), el cual se basó en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes; Se concluye que el área en estudio el hospital “EL CARMEN”, se encuentra dentro de la zona de Sismicidad media (zona 2), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades tan considerables como IV a VII en la escala Mercalli Modificada.
- La topografía del hospital “EL CARMEN”, se encuentra en una loma ligeramente inclinada y la posición topográfica del terreno es relativamente plano, presentando un desnivel de 5.64 mts desde Av., Principal, con el fondo del terreno, la pendiente es de 3.13 %, se encuentra en una zona urbana, los desniveles van desde los 3329.37 hasta 3338.30 m.s.n.m con respecto al nivel del ingreso principal.
- Del estudio topográfico del subsuelo de la futura edificación, presenta una conformación homogénea en la calicata C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9, C-10, C-11, C-12, C-13, C-14, C-15, C-16, C-17, C-18, C-19, C-20, C-21, C-22, C-23, C-24, C-25, C-26, C-27, C-28 Y C-29. Presenta material removido, compuesto por arena arcillosa, color beige amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de raíces delgadas, se encontró una grava arcillosa, de color beige amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de gravas sub redondeadas de 12” en un 10% también se encontró una Arena arcillosa, color beige

amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de gravas sub redondeadas.

- **SPT-1:** Presenta de 0.00 –1.00 material removido, compuesto por una arena arcillosa, color beige amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de raíces delgadas; de 1.00-11.00 se encontró una Arena arcillosa, color beige amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de gravas sub redondeadas, agua a los 9.45m.
- **SPT-2:** Presenta de 0.00 –1.00 material removido, compuesto por una arena arcillosa, color beige amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de raíces delgadas; de 1.00-11.00 se encontró una Arena arcillosa, color beige amarillento, en estado semi compacto, húmedo, con presencia de gravas sub redondeadas, agua a los 9.45m.
- Como el número del SPT $N_{corr} = 17.25$ golpes/pie entonces la arena se encuentra media y de acuerdo al cuadro , el valor de la compresión no confinada es $Q_{adm} = 1.47 \text{ kg/cm}^2$.
- **Perfil de Línea sísmica LS-01:** En este perfil indirecto, se identificó dos (02) capas representativas (estratos), el primero representaría un material de compacidad media con una velocidad de propagación de la onda en el orden de 772 m/s, prolongándose de forma irregular hasta una profundidad promedio 8,0 m, según el grado de ripabilidad este material sería excavable; subyaciendo, se infiere un segundo estrato o capa, la cual representaría un material

medianamente compacto a compacto, con una velocidad de 1 257 m/s, prolongándose a una profundidad superior de los 25,0 m, según el grado de ripabilidad esta capa sería un material ripable.

- **Perfil de Línea sísmica LS-02:** En este perfil indirecto, se identificó dos (02) capas representativas (estratos), el primero representaría un material de compacidad media con una velocidad de propagación de la onda en el orden de 900 m/s, prolongándose de forma irregular hasta una profundidad promedio 6,0 m, según el grado de ripabilidad este material sería excavable; subyaciendo, se infiere un segundo estrato o capa, la cual representaría un material medianamente compacto a compacto, con una velocidad de 1 260 m/s, prolongándose a una profundidad superior de los 25,0 m, según el grado de ripabilidad esta capa sería un material ripable.
- **Perfil de Línea sísmica LS-03:** En este perfil indirecto, se identificó dos (02) capas representativas (estratos), el primero representaría un material de compacidad media con una velocidad de propagación de la onda en el orden de 800 m/s, prolongándose de forma irregular hasta una profundidad promedio 7,0 m, según el grado de ripabilidad este material sería excavable; subyaciendo, se infiere un segundo estrato o capa, la cual representaría un material medianamente compacto a compacto, con una velocidad de 1 325 m/s, prolongándose a una profundidad superior de los 25,0 m, según el grado de ripabilidad esta capa sería un material ripable.

- Para contrarrestar la saturación de las estructuras debido a las filtraciones e infiltraciones laterales, y buscar la estabilización en un periodo posterior a la construcción y proteger la inversión que realiza la entidad contratante, se considera las siguientes metas:
 - SISTEMA DE DRENAJE
 - LINEA DE IMPULSION
 - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
 - ALMACENAJE
 - DISTRIBUCION
- Resumen Presupuestal del Sistema de Drenaje con Geocompuesto, Línea de Impulsión, Planta de Tratamiento de agua, Almacenaje y Distribución.

CUADRO N°17

RESUMEN DE PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE DRENAJE

RESUMEN DE PRESUPUESTO - SISTEMA DE DRENAJE CON GEOCOMPUESTO						
	ESPECIALIDAD	Costo Directo	Gastos Generales	Utilidad	Sub total	TOTAL
		S/.	10.00%	10%		S/.
001	SISTEMA DE DRENAJE DE CON GEOCOMPUESTO	2,736,689.13	273,668.91	273,668.91	3,284,026.95	3,284,026.95
PRESUPUESTO SUBTOTAL ADICIONAL 02						S/3,284,026.95
FACTOR DE RELACION 1.09786						S/3,605,394.75
IGV (18%)						S/648,971.06
PRESUPUESTO TOTAL						S/4,254,365.81

Fuente: elaboración propia.

5.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- El desarrollo de la investigación plantea un sistema de drenaje que estará conformado por un geocompuestos, el cuál contara con las propiedades necesarias para cumplir con la función de proteger el muro de contención del Hospital el Carmen; después de un previo análisis se seleccionó al geocompuesto Mac Drain TD 2L 20.2: ya que es un geocompuesto para drenaje liviano y flexible, cuyo núcleo drenante está formado por una geomanta tridimensional, fabricado con filamentos de polipropileno y termosoldada entre dos geotextiles no tejidos en todos los puntos de contacto, excepto en la región para la inclusión del tubo perforado.
- Los análisis físicos-químicos y análisis bacteriológicos, realizados a las aguas que emanan de los puntos filtrantes, nos arrojan que este tipo de aguas pueden ser usadas para el riego de las áreas verdes y recibe un tratamiento adecuado por medio de una planta que sea óptimo para el consumo humano. Esta planta estará conformado por un filtro de turbidez, sistema de ablandamiento, filtro de carbón activado, y desinfección por ultravioleta. La cisterna es una obra de concreto armado, con una capacidad de almacenamiento de 47 m³ de volumen.

CONCLUSIONES

1. Para la protección del muro de contención, se empleara un adecuado sistema de drenaje con geocompuesto; por ello se determinó emplear el MacDrain FP 2L 20.2, ya que es un geocompuesto para drenaje liviano y flexible, cuyo nucleo drenante es formado por una geomanta tridimensional, fabricada con filamentos de polipropileno y termosoldada entre dos geotextiles no tejidos de poliéster en todos los puntos de contacto.
2. Un proceso constructivo eficiente con geocompuestos, logrará un correcto sistema de drenaje, que estará conformado por 2,926.25 m² del geocompuesto MacDrain FP 2L 20.2, y 300.39 m. de Tuberia PVC Corrugada Perforada de 10" y Tuberia PVC Corrugada Perforada de 6"; para la longitud perimetral de la estructura, estos elementos permitirán captar, conducir y evacuar los fluidos de una manera rápida y eficiente.
3. El sistema de drenaje con geocompuesto, desarrollada en la presente investigación, alcanzará un correcto funcionamiento para la protección del muro de contención, ya que este sistema nos permitirá una óptima captación y control del flujo que emana constantemente del sub suelo, permitiendo así que el muro de contención cumpla.
4. La presente investigación logra desarrollar un óptimo y adecuado desempeño de protección del Muro de Contención, mediante el Sistema de Drenaje Mediante Geocompuestos,; a la vez se está aportando de gran manera al medio ambiente, ya que la escases del agua es actualmente una problemática a nivel mundial, pues este recurso está disminuyendo debido al cambio al cambio climático; por ende se está planteando la reutilización de las aguas subterráneas para riego y el consumo humano el significa un gran aporte referente al ahorro de este recurso hídrico.

RECOMENDACIONES

1. Para la construcción del Sistema de Drenaje con Geocompuesto, se recomienda tomar en cuenta las fichas técnicas de los productos a emplearse en la investigación desarrollada, ya que estas contienen las características, propiedades del producto, recomendación de mantenimiento, modo de uso, etc., en estos se determinaran si son óptimos para lograr la protección del muro de contención.
2. Para lograr un correcto proceso constructivo, y un eficiente sistema de drenaje, se recomienda utilizar los productos con la capacidad necesaria para la protección del muro de contención, esto referente a la necesidad en cantidades de material, tipos de materiales a utilizarse y todo elemento que demande emplearse en el proyecto; todo esto para lograr controlar las filtraciones de flujo de agua a la estructura.
3. Para obtener un funcionamiento adecuado del Sistema de Drenaje con Geocompuesto, y lograr una óptima protección del muro de contención se recomienda tomar en cuenta los estudios de la presente investigación, ya que esta contiene cálculo de caudal, análisis físico-químico del agua, estudio de mecánica de suelos, cuadros estadísticos de precipitaciones del senamhi, entre otros.
4. Se recomienda emplear el sistema de drenaje con geocompuesto desarrollada en la investigación ya que el desempeño de este es adecuado para la protección del muro de contención; a su vez es una aporte a la conservación del medio ambiente, ya que plantea una alternativa de reutilización del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BRAJA M. DAS (2004), MUROS DE CONTENCIÓN, pág. 18
2. JACK C. McCORMAC (2001), MUROS DE CONTENCIÓN, pág. 19
3. ROGEL (2005), TIPOS DE MUROS DE CONRTENCIÓN, pág. 19
4. JACK C. McCORMAC (2001), EMPUJES DE TIERRA EN ESTRUCTURA, pág. 23
5. DAS (2001), PRESION ACTIVA Y PASIVA, pág. 24
6. BRAJA M. DAS (2001), PRESION DE TIERRA EN REPOSO, pág. 24
7. BRAJA M. DAS (2001), EMPUJES DEBIDO A SOBRECARGAS, pág. 24
8. RAFAEL ANGEL TORRES (2008), FALLA EN LOS MUROS, pág. 30
9. BRAJA M. DAS (2004), HUNDIMIENTOS, pág. 30
10. BRAJA M. DAS (2004), DESLIZAMIENTOS, pág. 31
11. CAVALERA (2004), VUELCO, pág. 31
12. BOTASSO GERARDO (2011), GEOSINTETICO, pág. 32
13. PIEGARI (2005), FUNCIONES PRINCIPALES DE LOS GEOSINTETICOS, pág. 32
14. ASTM COMITÉ D-35, GEOGRILLA O GEOMALLA, pág. 40
15. ASTM D-4439, GEONET O GEORED, pág. 43
16. ASTM D-4833, GEOMEMBRANAS, pág. 45
17. PIEGARI (2005), GEODREN, pág. 46
18. FOLLETO DE TECNOLOGIA Y SERVICIOS (2006), GEOCELDA, pág. 49
19. PIEGARI (2006), GEOMANTA, pág. 51
20. PIEGARI (2005), GEOCOMPUESTO, pág. 51
21. CRESPO CARLOS (2002), AGUA EN EL SUELO, pág. 56

22. LAMBE Y WHITMAN (1972), AGUAS FREATICAS ,pág. 56
23. CONSTRUMATICA (2004), ESFUERZOS TRANSMITIDOS A CAUSA DE AGUAS FREATICAS ,pág. 58
24. FOLLETO BASF, THE CHEMICAL COMPANY (2006), APLICACIONES DE GEOCOMPUESTO PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS CON ESTRUCTURAS ENTERRADAS, pág. 60
25. PAVCO, FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GEODREN, pág. 63