



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Aplicación de los geosintéticos para la impermeabilización  
de la cimentación en edificaciones de albañilería y proceso  
constructivo, Santa Rosa 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Alayo Malca, Neyser (ORCID: 0000-0001-6332-0341)

**ASESOR:**

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-4926-8556)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

La presente investigación va dedicado a mi Mamá y Papá, quienes han inculcado valores y han sido los mejores pilares en quien me apoye, a mis hermanos quienes me han apoyado en todo momento, a mis amigos que con sus críticas han ayudado a superarme. Para todos ellos se los dedico con mucho cariño.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a toda mi familia por su incondicional e inmenso apoyo, que me han brindado, a los Maestros por sus enseñanzas, a mis amigos por sus buenas críticas y a Dios por darme buena salud para lograr un escalón más en mi vida profesional.

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. METODOLOGÍA.....	53
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	53
3.2. Variables y Operacionalización.....	54
3.3. Población, muestra y muestreo.....	55
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	55
3.5. Procedimientos.....	57
3.6. Método de análisis de datos.....	58
3.7. Aspectos éticos.....	60
IV. RESULTADOS.....	61
V. DISCUSIÓN.....	80
VI. CONCLUSIONES.....	86
VII. RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS.....	89
ANEXOS.....	94

## Índice de tablas

Tabla 01: Propiedades de geotextiles no tejidos y Normativas.....	30
Tabla 02: Análisis por Punzonamiento en Geosintéticos.....	32
Tabla 03: Valores de Geomembranas Lisa LLDPE.....	34
Tabla 04: Valores de Geomembranas Lisa HDPE.....	34
Tabla 05: Factor de seguridad global (FS).....	35
Tabla 06: Factor de Modificación ( <i>FMs</i> ).....	35
Tabla 07: Factor de Modificación ( <i>FMDR</i> ).....	35
Tabla 08: Factor de Modificación por efecto sólidos ( <i>FMA</i> ).....	36
Tabla 09: Factor de Reducción por fluencia ( <i>FRFL</i> ).....	36
Tabla10: Factor de Reducción degradación química-biológica ( <i>FRDQB</i> ).....	36
Tabla11: Ángulos de fricción geomembrana – Tipo de suelo y geomembrana - geotextil Según ensayo ASTM D 5321.....	38
Tabla12: Valores mínimos recomendados para supervivencia de la geomembrana asociada a la instalación.....	40
Tabla13: Clasificación de Suelos AASHTO.....	42
Tabla14: Clasificación de Suelos SUCS.....	42
Tabla15: Requisitos para Concreto Expuesto a Soluciones de Sulfatos.....	47
Tabla16: Contenido Máximo de Iones Cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo.....	48
Tabla17: Elementos Químicos perjudiciales para la cimentación.....	49
Tabla18: Ensayos de laboratorios.....	56
Tabla19: Valores de relación SPT para suelos granulares.....	58
Tabla 20: Resultados de resistencia al punzonamiento.....	63
Tabla 21: Porcentaje de ensayo Punzonamiento.....	64
Tabla 22: Resultados de resistencia a la Tracción – Elongación Longitudinal.....	64
Tabla 23: Resultados de resistencia a la Tracción - Elongación Trasversal.....	66
Tabla 24: Porcentaje de Ensayo a Tracción.....	67
Tabla 25: Ubicación de las calicatas.....	68
Tabla 26: Resultados de análisis suelo SUCS.....	68
Tabla 27: Resultados de análisis físico químico.....	70

## Índice de figuras

Figura 01: Patología a causa de la humedad y sales en la cimentación.....	9
Figura 02: Clasificación de los Geosintéticos.....	24
Figura 03: Geomembrana HDPE.....	25
Figura 04: Geotextil Tejido.....	27
Figura 05: Geosintético como Separador.....	28
Figura 06: Geotextil usado para mitigar la erosión.....	29
Figura 07: Función del geotextil Antipunzonante.....	29
Figura09: Distancia de movilización de la deformación de la geomembrana HDPE Vs Esfuerzo.....	37
Figura 10: Sección trasversal de la longitud de una geomembrana con zanja de anclaje y fuerza actuantes.....	38
Figura 11: Tipo de Cimentaciones.....	39
Figura 12: Cimentación Zona de influencia.....	43
Figura 13 Fuerzas actuantes en cimentación no reforzadas.....	44
Figura 14: Proceso Constructivo con Geomembrana Impermeabilizante.....	45
Figura 15: Gráfica de la Fuerza de resistencia al punzonamiento(N) Vs Deformación (%)......	63
Figura 16: Gráfica de la Fuerza de resistencia a Tracción (MPa) Vs Deformación.....	65
Figura 17: Gráfica de la Fuerza de resistencia a Tracción (MPa) Vs Deformación.....	66
Figura 18: Curva Granulométrica.....	69
Figura 19: Patologías en la cimentación presentes en la obra.....	71
Figura 20: Cimentación de la edificación.....	72
Figura 21: Soldado o pegado de geomembrana.....	74
Figura 22: Colocación Dado de Concreto.....	75
Figura 23: Verificación previa al vaciado de concreto.....	76
Figura 24: Muestra de detalle constructivo.....	76
Figura 25: Detalle constructivo en loza, cimentación y muro.....	78
Figura 26: Área Impermeabilizada en loza, cimentación y muro.....	79

## RESUMEN

En la presente investigación se tuvo como objetivo conocer la aplicación de los geosintéticos para la impermeabilización de la cimentación en edificaciones de albañilería y proceso constructivo, Santa Rosa. Metodología utilizada tipo aplicada. Se ha tenido como base la recolección de información y es así que se plantea un conjunto de ensayos basado en las Normas Internacionales ASTM, para conocer la resistencia al punzonamiento en geosintéticos y la resistencia a la tracción; se realizó el estudio de mecánica de suelos, análisis químico. Para la lograr impermeabilización de la cimentación, se analizó el suelo de fundación, en cuanto a los resultados obtenidos se tiene geomembrana ( $E=0.75\text{mm}$ ) más el geotextil PET  $200\text{g/m}^2$ , llegando a una resistencia máxima de  $2.32\text{ MPa}$ , para la resistencia a la tracción Longitudinal aumento en  $32.54\%$  en cuanto a su ficha técnica, del mismo modo para su resistencia tracción Trasversal aumento en  $29.54\%$ . La geomembrana tiene una máxima  $P_{adm}=3.12\text{kg/cm}^2$ , se determinó  $98.2\%$  suelo arenoso mal gradado con grava,  $11.67\%$  de humedad, en sales solubles totales  $3617\text{ppm}$ , sulfatos  $2551\text{ppm}$ , cloruros  $2103\text{ppm}$ . Con un (ML), de relleno como capa de protección en la geomembrana, con un contenido de humedad en  $8.81\%$ . Se ha logrado realizar la impermeabilización de zapata y viga en la cimentación, siguiendo una secuencia constructiva. Finalmente se llega a impermeabilizar en su totalidad en cuanto al área  $100\%$  de la cimentación, además de la loza y parte de los muros. Área cubierta de sobrecimiento en un  $80\%$ , y de muros en un  $30\%$ . Realizando el ensayo de punzonamiento y tracción se ha logrado validar la colocación de los Geosintéticos en la cimentación y partir de estudio de mecánica suelos se ha logrado determinar los Geosintéticos para la impermeabilización en la cimentación en edificaciones, logrando mitigar las patologías existentes a causa de los sulfatos y la humedad en las cimentaciones de edificaciones.

**Palabras clave:** Impermeabilización, Geomembrana, Geotextil, Cimentación.

## ABSTRACT

In the present research it was aimed to Know the application of geosynthetics for the waterproofing of the foundation in masonry buildings and construction process, Santa Rosa. Methodology used type applied. It has been based on the collection of information and is thus proposed a set of tests based on the ASTM International Standards, to know the puncture resistance in geosynthetics and tensile strength; the study of soil mechanics, chemical analysis was carried out. To achieve waterproofing of the foundation, the foundation floor was analyzed, in terms of the results obtained there is geomembrane (E = 0.75mm) plus the pet geotextile 200g / m<sup>2</sup>, reaching a maximum resistance of 2.32 MPa, for the longitudinal tensile strength increased by 32.54% in terms of its technical sheet, in the same way for its Transverse tensile strength increased by 29.54%. The geomembrane has a maximum Padm=3.12kg/cm<sup>2</sup>, it was determined 98.2% poorly graded sandy soil with gravel, 11.67% moisture, in total soluble salts 3617ppm, sulfates 2551ppm, chlorides 2103ppm. With a (ML), filler as a protective layer in the geomembrane, with a moisture content of 8.81%. It has been possible to carry out the waterproofing of the footing and beam in the foundation, following a constructive sequence. Finally, it is waterproofed in its entirety in terms of the area 100% of the foundation, in addition to the earthiness' and part of the walls. Area covered with overgrowth by 80%. Area covered with walls by 30%. Carrying out the punching and tensile test, the placement of the geosynthetics in the foundation has been validated and from the study of soil mechanics it has been possible to determine the geosynthetics for waterproofing in the foundation in buildings, managing to mitigate the existing pathologies due to sulfates and humidity in the foundations of buildings.

**Keywords:** Waterproofing, Geomembrane, Geotextile, Foundation.



## I. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país demográfico con una expansión territorial en diversos puntos periféricos, esto ha experimentado grandes cambios. Parte de ello sector inmobiliario se acentúa en zonas cercanas a las playas, entre ellos está el distrito de Santa Rosa ubicado Norte de Lima muy cercano a nuestro litoral peruano, no ofrece un clima muy acogedor en tiempos de verano, pero existen muchas dificultades al momento de construir, se observa en las construcciones diversas patologías en las cimentaciones y muros, con un suelo muy diverso y que requieren un constante mantenimiento ver (Figura 1). Además, viene con problemáticas vista desde muchos años atrás, Por otro lado, se suma, la falta de recursos indispensables para el ser humano, como el agua potabilizada, y vivienda y alumbrado público.

**Figura N°1 Patología a causa de la humedad y sales en la cimentación, Malecón Santa Rosa.**



Fuente: Propia

Surge la necesidad de incrementar proyectos en este distrito de Santa Rosa, lo cual lleva a profesionales a tomar en cuenta con responsabilidad las problemáticas y dificultades en el sector construcción. De esta manera esto permitirá busca alternativas para mitigar las problemáticas en este sector. Para

optar por soluciones técnicas, económicas y viables en los proyectos, ello nos lleva a realizar investigaciones, recopilar datos, información que contribuirá al desarrollo e incrementar el conocimiento.

A nivel internacional Geotexa, (2013) los materiales usados para reforzar la Gran Muralla China, 26% representa a geomallas, el 6% georredes, 7% han sido geocompuestos, el 3% y 2% correspondientes a geoceldas y otros. Por otro lado el continente Asiático su clima es muy diverso por lo que desde muchos años a empleado los geotextiles con fines de estabilizaciones en carreteras, en muros de contención, además también como impermeabilizantes en rellenos sanitarios y almacenamientos de aguas; estos geotextiles son de gran uso debido que sus características que poseen son diversas y se adaptan a cualquier tipo de construcción sumado a la proyección duradera que superan los 20 años, tal como señala la Norma América (ASTM D 4439 – 4595).

Las construcciones son de gran importancia en la actualidad, el Perú tiene una gran carencia desde muchas décadas atrás, las viviendas el 70% son autoconstruidas según menciona Ing. Julio Kuroiwa catedrático de la UNI. Muchas de ellas carecen de asesoría técnica. Además, el Arq. Renzo Monzón catedrático de la UPC, señala que toda construcción necesita de una buena cimentación si no hay una buena cimentación, todo lo que hagamos no sirve, entonces para las casas de las playas se usa losa de cimentación, estas actúan frente a un sismo como un barco; sube la marea y toda la casa se levanta, eso brinda una seguridad importante a la construcción. También el ing. Luis Santa Cruz Gerente General de SZ Estudio, menciona que debido a la agresividad de las sales que se encuentran en la costa peruana lo más recomendable es trabajar con un cemento portland tipo V, debido a que es más resistente a la corrosión de las partículas de sal que hay en la playa, esto genera impermeabilización para que no sea corroído el concreto ni el acero, también es importante usar impermeabilizantes o aditivos que permitan mejorar el concreto o mortero; para los proteger el acero se le realiza un tratamiento especial para que no se oxide, se le aplica una capa de pintura

epóxica anticorrosiva para aumentar la durabilidad a lo largo de las inclemencias del tiempo. Ing. Julio Kuroiwa, menciona que la humedad es una de las principales causas en el colapso de las estructuras de una construcción cercana las playas. Como también la corrosión provocada por agentes externos en el acero y degradación del concreto que hacen que con el tiempo se vaya debilitando las estructuras. El presidente de la Comisión Innovación y Tecnología del CAP, Arq. Henry Lazarte, señala que las viviendas de las playas deben realizarse mantenimiento 2 veces al año; que no solo debe reforzar columnas y muros con anticorrosivos, sino que también el piso y el techo son lo más expuestos a las partículas salinas. En el sector Santa Rosa las dificultades son causadas por la humedad ya que está a pocos metros de la playa. En algunas estaciones del año su nivel freático sube constantemente eso hace que afecte con mayor agresividad a las cimentaciones de las viviendas ubicadas en este sector; parte de estas construcciones son autoconstruidas.

En Santa Rosa las construcciones se siguen incrementando, por lo que la importancia de investigar y buscar soluciones a las problemáticas nos lleva al punto de la investigación de tal modo se ha planteado el siguiente problema general: ¿De qué manera conocer la aplicación de los geosintéticos para la impermeabilización de la cimentación en edificaciones de albañilería y proceso constructivo, Santa Rosa 2021? Asimismo, los Problemas específicos: ¿De qué manera determinar el comportamiento físico mecánico del suelo y el Predimensionamiento de la cimentación en edificaciones de albañilería, Santa Rosa 2021? ¿De qué manera determinar la agresividad de sales en la cimentación en edificaciones de albañilería, Santa Rosa 2021? ¿De qué manera describir el proceso constructivo, colocación del Geosintético para la impermeabilización, Santa Rosa 2021?

### **Justificación de la investigación**

Esta investigación se justifica ya que existe la necesidad de implementar este tipo de obras en el distrito de Santa Rosa. Para mitigar los problemas que es

ocasionada por diversas patologías a causa de la humedad, suelos con sales que dificultan tener una buena construcción.

### **Justificación teórica**

Esta indagación se realiza con la intención de facilitar y echar de ver el uso y aplicación de geosintéticos en cimentaciones de albañilería, por intermedio de pruebas ejecutadas en laboratorios, proporcionar una mejor calidad a las cimentaciones, cuyos resultados son para incentivar y promover la investigación y realizar construcciones con estos geotextiles. A su vez en una gran atribución ya que asistirá a mejorar las cimentaciones con una mayor estabilidad, calidad en acabados y mitigando agentes externos por la humedad y agentes químicos.

### **Justificación metodológica**

La información recopilada mediante libros y repositorios, artículos, normas técnicas nacionales e internacionales, que ayudaron con la investigación, la misma que servirá como fuente de estudio para posteriores investigaciones relacionado al tema.

### **Justificación técnica**

La conquista de los Geosintéticos en el mercado indica la facilidad y la manera viable que moderniza las técnicas ancestrales que respecta al bosquejo y la elaboración de la construcción. Dentro de esta materia prima muy apreciables, creadas con productos sintéticos, cuentan con características que facilitan en la mejora fundamental de diversas aplicaciones que demanda las obras de ingeniería. Por lo que buscamos implementar los geosintéticos en las cimentaciones de albañilería, para mitigar las patologías existentes a causa de la humedad en el suelo que afecta a las cimentaciones, paredes y acabados en las construcciones.

### **Justificación Ambiental**

El uso de los geotextiles es importante debido a que ayuda a reducir las contaminaciones, por ejemplo: si se usa para impermeabiliza suelos esto hace

que agentes químicos nocivos evite mezclarse o expandirse en la corteza terrestre afectando a la calidad del suelo y su especie o habita. En nuestro proyecto buscamos mitigar las contaminaciones que son ocasionados por reparaciones en cimentaciones de albañilería, reforzamientos en las cimentaciones, constantes revestimientos en los muretes, muros y pisos de las edificaciones, gran parte de estos son ocasionados por la humedad y otras patologías asociadas a los agentes químicos.

### **Objetivos**

Se plantea como Objetivo general: Conocer la Aplicación de los geosintéticos para la impermeabilización de la cimentación en edificaciones de albañilería y proceso constructivo, Santa Rosa 2021; Asimismo, Evaluar el comportamiento físico mecánico del suelo y el Predimensionamiento de la cimentación en edificaciones de albañilería, Santa Rosa 2021; Además Determinar la agresividad de sales en la cimentación en edificaciones de albañilería, Santa Rosa 2021 y Describir el proceso constructivo, colocación del Geosintético para la impermeabilización, Santa Rosa 2021.

### **Hipótesis**

Se tiene como Hipótesis general: La Aplicación de los geosintéticos para la impermeabilización permitirá mejorar la calidad de la cimentación en edificaciones de albañilería y proceso constructivo, Santa Rosa 2021; Asimismo, las Hipótesis específicas: La determinación del comportamiento físico-mecánico del suelo y el Predimensionamiento de la cimentación permitirá elegir el uso de los geosintéticos, Santa Rosa 2021. La determinación de la agresividad de sales en la cimentación en edificaciones de albañilería permitirá elegir la aplicación de geosintéticos, Santa Rosa 2021. El proceso constructivo, colocación del Geosintético permitirá la impermeabilización, Santa Rosa 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

### A nivel internacional

Moran (2019), tuvo como objetivo general proponer una guía del proceso constructivo para la impermeabilización de cimentaciones con el uso de drenes y geotextiles en las construcciones de viviendas residenciales en zonas con alto nivel freático. La metodología es descriptivo tipo aplicado. Se logró determinar que Estos suelos tienen horizontes poco diferenciados, se identifica por contar con una estructura firme micro agregada y alta ligereza. Muestra una consistencia frágil, por la proporción de carbono orgánico es bastante alto; cabe subrayar que las superficies poco perfeccionadas desaguan mejor la humedad y los más antiguos son idóneos de contener más humedad, como es el hecho de este lugar, en un 95.10 % posee arcilla, por lo que la plasticidad es propia de las arcillas. Los geosintéticos se utilizan como complemento a otras redes ya que proporcionan el drenaje. Acopian y guían las aguas al vertedero aislando la humedad en un 98.4 %. Se concluye que no se validó instalar en suelos alcalinos. Sin embargo, los geosintéticos tejidos de poliéster son más adecuados en este lugar con efectividad de 94 % en toda la cimentación. La impermeabilización en cimientos a través de drenajes y geosintéticos en obras de cimentaciones de sectores con nivel freático alto, se observa que la mayoría son duraderos en un 96.5% si se aplican en las condiciones correctas.

Godoy (2011), teniendo como objetivo general Evitar que la solución ácida penetre a los suelos naturales y a las napas subterráneas contaminándolas. Su metodología es cuantitativo tipo aplicado, diseño experimental. Se logró obtener que el ensayo Geoestático depende de la geomembrana y su punzonamiento como también del grado del ángulo de los fragmentos y sus dimensiones máximas, como se exhibe en los enunciados de diseño presentes, también depende de la gradación de los materiales drenantes. El material posee tamaño máximo de fragmentos de 2" aprox, contenido grava al 99%, con uniformidades similares. Estos materiales se llevaron al punzonado con una geomembrana LLDPE de 2.00 [mm] y una carga de 36 kg/cm<sup>2</sup> =3.53MPa. En las pruebas se muestra que la similar geomembrana, con

misma sollicitación, misma dimensión máxima de partículas, pero distinta gradación, sólo resulto una fluencia “moderada” en el Geosintético.

En las pruebas por (D. Narejo et al.) tienen una tenacidad de  $[480\text{N}/\text{cm}^2 = 4.8\text{MPa}]$ , similar a los ensayos logrados, entrambos casos para geomembranas de HDPE de 1.50mm de grosor. No se originó punzonamiento de las muestras para alturas inferiores a 25mm de cono, las resistencias consideradas de 1000kPa para el caso HDPE de 1.5mm y 900kPa para materiales de 1.00mm, se dice que son menores a la tenacidad efectiva de estos materiales. Si emplea una carga inferior a  $[11\text{kg}/\text{cm}^2 = 1.07\text{MPa}]$  en 61mm de altura aprox, es viable utilizar geomembranas de HDPE de 1.50mm de espesor sin elementos de protección. Para mayores alturas dependerá de las características del material drenante si es posible utilizar geotextiles u otros elementos como protección. El estado tensional primaria en la geomembrana contenido gravas al 99% casi uniforme el terreno, en general no supera el 5%, su capacidad de deformarse a tracción en la geomembrana.

Para materiales de PVC, (T. D. Stark) plantea utilizar un factor de corrección por nivel crítico de cono, se observa que materiales de LLDPE muestran una flexibilidad análoga al PVC, entonces se consideraría un nivel crítico de cono muy similar y cercano a 80 [mm]. Se finaliza validando las expresiones planteadas para evaluar el espesor de la geomembrana y el tipo de geotextil, en el caso se lo requiera para reducir el punzonamiento, tal es así que las expresiones no sustituyen el ensayo de punzonamiento Geoestático, ya que permite contrastar el nivel de deformaciones de la geomembrana a causa de la rotura, corroborando si el punzonamiento se produce o no.

### **A nivel nacional**

Chorres (2017), tuvo como objetivo general Mejorar con el Uso de Geotextil las Cimentaciones superficiales en suelos arenosos en el Asentamiento Humano Pachacútec Distrito de Ventanilla. La metodología es cuantitativo tipo aplicado, diseño experimental. A partir del CBR y del grosor del Geotextil se

obtuvo resultados positivos del experimento efectuado con el geotextil, en una posición intermedia alcanzamos un CBR de 34.0% y el CBR sin geotextil alcanzo a 30.2% alcanzando un mejoramiento de 3.8%. Así mismo se realizó 2 pruebas más con 2 niveles y 3 niveles de geotextil los números no aumentaron ni por efecto de grosor de nivel ni por grosor de geotextil. Como también se ha definido que su función principal del geotextil es coger el esfuerzo por tracción y por flexión, la incorporación aumento el CBR en un 3.8% elevando la eficacia del suelo. Finalmente, cuando la capa de los suelos resiste cargas fallan por tracción por flexión, y al haber aumentado el CBR garantiza que ese suelo logre resistir mayor carga sin fallas entre el rango establecido.

Pusaclla (2017), teniendo como objetivo general Determinar la influencia de los suelos con alto contenido de sales en los daños en viviendas autoconstruidas en la zona II de Tahuantinsuyo – Independencia 2017. La metodología es deductivo tipo aplicado, nivel explicativo, diseño no experimental. Se ha llegado constatar que los deterioros en casas autoconstruidas la mayor parte son por desintegración, desprendimiento en los revestimientos por influir la agresividad de Sales y la humedad por capilaridad en un grado severo de 70.00% y 42.50% en el caso respectivo. Así mismo las superficies que más predominan son suelos arenosos con grava e incurren con 57.50% en un grado leve de perjuicios por grietas, rendijas. El valor severo de Agresividad de las Sales en la superficie influye en un grado severo de 70% reflejando daño en las estructuras por desprendimiento de revestimientos. Se concluye que los suelo con alto contenido de sales intervienen en los perjuicios en viviendas autoconstruidas en el sector II de Tahuantinsuyo.

Carrillo (2019), teniendo como objetivo general Solucionar en gran medida los problemas de baja capacidad de soporte en los suelos arenosos sujetos a la acción de cargas transmitidas por las edificaciones a través de su cimentación. La metodología es cuantitativo tipo aplicado, nivel cuasi experimental, diseño experimental. Se logró determinar que la georred como



refuerzo es más adecuado en un 91% a comparación del geotextil que solo tiene un 62%, incrementando la capacidad portante de las zapatas sobre suelos arenosos reforzados. En suelos fortalecidos con georredes, los elementos cruzados continuos con los nervios alargados de la georred interactúan en fricción con la superficie, logrando resistencia a la elongación entre superficies oponiendo resistencia al movimiento lateral es [ $<12\%$ ]. La interacción fricción entre superficies, sometida por la existencia de las partículas de suelo en contra de la georred está entre [ $10\text{kN/m} - 25\text{kN/m}$ ] por lo que son [ $< 30 \text{ kN/m}$ ] ya que la resistencia a la tracción de la georred es [ $\geq 30 \text{ kN/m}$ ]. Esto demuestra que las georredes generalmente ofrecen una mayor resistencia a tracción que el geotextil no tejido. En conclusión, se determinó que el procedimiento para lograr la resistencia de fricción en georredes es diferente que el de los geotextiles debido a condiciones del suelo arenoso.

Egoavil (2017), teniendo como objetivo general Evaluar el comportamiento de cimentaciones superficiales sobre suelos de baja capacidad portante reforzada con geomallas y geotextiles. La metodología es cuantitativo tipo aplicado, nivel cuasi experimental, diseño experimental. Se logró determinar que las importantes propiedades de un refuerzo de tipo geotextil o geomalla son su aguante a la tracción, módulo de tracción, dureza flexural y elementos de reajuste. El módulo de tracción de un elemento de refuerzo es muy importante, cuando más superior sea este valor la carga del hundimiento del cimiento aumenta. La resistencia a la tracción de diseño del refuerzo depende especialmente de los elementos de disminución a adoptar por lo que es trascendental que sus valores estén exactamente definidos optando de patrones internacionales. Los efectos que resulta de la inserción de un elemento de refuerzo internamente de una masa de suelo son de una afinidad simulada. Existe considerable variación en el número de cálculo de la carga de hundimiento de base reforzada en suelos totalmente distintos unos de otros. Usando programas nos permite obtener un límite de equilibrio para calcular la carga de hundimiento dándonos valores parecidos a los planteados por los métodos analíticos en suelos multicapas se debe tener ciertas

consideraciones en el diseño de la estructura, obteniendo un análisis más ajustado.

Blanco et al. (2013), having as a general objective Evaluation over time the waterproofing of the raft of the Barlovento lagoon with PVC-P geomembrane. quantitative methodology at the applied rate, quasi-experimental level. To carry out its periodic control, so samples have been extracted in different areas of the raft and the tests have been repeated, in order to verify the evolution of these characteristics over time. The experimental methodology used was that developed by the European standard UNE-EN 13 361. The puncture resistance tests were carried out according to technology developed by this team and which today is part of the Spanish regulatory acquis of AENOR. (Blanco et al. 1996b, UNE 104 307). The specimens of the material from the raft considered were subjected to a bending test at low temperatures; for this they were bent on themselves an angle of 180°, after staying 5 hours in a cold room at a temperature of -20°C. Subsequently, it was observed if symptoms of cracking, breakage or other superficial imperfections appeared. The samples from the south slope, in the coronation area, after 19 years did not suffer any type of deterioration, while those extracted in the north, east and west areas did not pass the test, since they broke half of those subjected to test already 17 years after their installation; which indicates the importance of UV radiation, from the sun, in this type of thermoplastics (Aguiar et al.2002, 2003, Blanco et al. 2003).

From the point of view of mechanical resistance to percussion, it can be considered that the samples of the sheet subjected to study passed the test, both originally and in the extractions made during the 19 years of installation, regardless of the place of sampling in the raft. The test of mechanical resistance to percussion, was carried out by throwing the 0.5 kg firing pin with an end in the form of a hemispheres of 12.7 mm in diameter, from a height of 500 mm. The geomembrane did not suffer drilling in the impact zone, as evidenced by a subsequent watertightness test.

The values of tensile strength and elongation at the maximum load point reach 1600N, respectively. Both the elongation and the tensile strength have not undergone noticeable changes throughout the 19 years of their exposure to the weather, only the traction load suffers a minimum increase. The fact is because the resin has not yet degraded enough to expose the armor polyester that is responsible for both the load and the elongation in this reinforced geomembrane is at 24% to 27%. The behavior to the static impact can be seen in the values where the variation of the puncture resistance (variation between 500% to 600%) and the path of the punch before drilling, respectively. The puncture resistance increases over time, while the firing pin travel before drilling decreases (variation between 21mm to 10mm. This value is relatively low as a consequence of the armor textile. The samples from the south slope after nineteen years do not suffer cracking at the bending site, while the materials extracted in the other areas of the reservoir begin to fail after seventeen years of installation. This test is, in the case of PVC-P, of great interest because when it begins to crack after a bending the geomembrane has entered an important degradative process and an appropriate and continuous monitoring of it is recommended, because it will not pass many years without having to proceed with a Re waterproofing. The traction characteristics showed no noticeable changes in the time the geosynthetic barrier has been placed on site; This is because the fabric used as armor is responsible for both the tensile strength and the elongation in the maximum load and during this period still the resin that protects the aforementioned fabric is in good condition. The mechanical resistance to percussion is correct over the years due to the aforementioned polyester reinforcement of the sheet. The resistance to perforation increases over time and the path of the firing pin decreases, as a result of the aforementioned textile.

Traducción.

Blanco et al. (2013), teniendo como objetivo general Evaluación a lo largo del tiempo la impermeabilización de la balsa de la laguna de Barlovento con geomembrana de PVC-P. metodología cuantitativa tipo aplicado, nivel cuasi

experimental. Para realizar su control periódico, por lo que se han ido extrayendo muestras en diferentes zonas de la balsa y se han repetido las pruebas, con el fin de comprobar la evolución de esas características a lo largo del tiempo. La metodología experimental empleada fue la desarrollada por la norma europea UNE-EN 13 361. Las pruebas de resistencia al punzonamiento se llevaron a cabo según tecnología desarrollada por parte este equipo y que hoy forma parte del acervo normativo español de AENOR. (Blanco et al. 1996b, UNE 104 307). Las probetas del material proveniente de la balsa considerada se sometieron a una prueba de flexión a bajas temperaturas; para ello se doblaron sobre si mismas un ángulo de 180°, después de permanecer 5 horas en una cámara frigorífica a una temperatura de -20°C. Posteriormente se observó si aparecían síntomas de agrietamientos, roturas u otras imperfecciones superficiales. Las muestras procedentes del talud sur, en el área de coronación, al cabo de los 19 años no sufrieron ningún tipo de deterioro, mientras que las extraídas en las zonas norte, este y oeste no pasaban la prueba, pues rompían la mitad de las sometidas a ensayo ya a los 17 años de su instalación; lo cual indica la importancia que tienen las radiaciones UV, procedentes del sol, en este tipo de termoplásticos (Aguiar *et al.* 2002, 2003, Blanco *et al.* 2003).

Desde el punto de vista de la resistencia mecánica a la percusión cabe considerar que las muestras de la lámina sometidas a estudio superaron la prueba, tanto originalmente como en las extracciones realizadas durante los 19 años de instaladas, independientemente del lugar de la toma de muestras en la balsa. La prueba de resistencia mecánica a la percusión, se realizó lanzando el percutor de 0,5 kg con extremo en forma de semiesfera de 12,7 mm de diámetro, desde una altura de 500 mm. La geomembrana no sufrió perforación en la zona de impacto, como se puso de manifiesto al realizar una posterior prueba de estanquidad.

Los valores de la resistencia a la tracción y del alargamiento en el punto de carga máxima alcanza a 1600N, respectivamente. Tanto el alargamiento como la resistencia a la tracción no han experimentado cambios notables a lo

largo de los 19 años de su exposición a la intemperie, únicamente la carga de tracción sufre un mínimo incremento. El hecho se debe a que la resina todavía no se ha degradado lo suficiente como para dejar al descubierto el poliéster de la armadura que es el responsable tanto de la carga como del alargamiento en esta geomembrana reforzada está en 24% a 27%. El comportamiento al impacto estático puede apreciarse en los valores donde aparecen la variación de la resistencia al punzonamiento (variación entre 500% a 600%) y el recorrido del punzón antes de perforar, respectivamente. La resistencia al punzonamiento se incrementa con el paso del tiempo, a la vez que disminuye el recorrido del percutor antes de perforar (variación entre 21mm a 10mm. Este valor es relativamente bajo como consecuencia del textil de la armadura. Las muestras procedentes del talud sur al cabo de los diecinueve años no sufren agrietamientos en el lugar de la flexión, mientras que los materiales extraídos en las otras zonas del embalse empiezan a fallar a los diecisiete años de instalados. Esta prueba es, en el caso del PVC-P, de gran interés pues cuando empieza a agrietarse tras un doblado la geomembrana ha entrado en un proceso degradativo importante y se recomienda un seguimiento apropiado y continuado de la misma, pues no pasarán muchos años sin tener que procederá una Re impermeabilización. Las características de tracción no mostraron cambios notables en el tiempo que lleva colocada en obra la barrera geosintética; ello se debe a que el tejido utilizado como armadura es el responsable tanto de la resistencia a la tracción como del alargamiento en la carga máxima y durante este periodo todavía la resina que protege al citado tejido se encuentra en buen estado de conservación. La resistencia mecánica a la percusión es correcta a lo largo de los años debido al citado refuerzo de poliéster de la lámina. La resistencia a la perforación se incrementa con el tiempo y el recorrido del percutor disminuye, como consecuencia del mencionado textil.

## **Teorías Relacionadas al Tema**

### **Aplicación de los Geosintéticos para la Impermeabilización**

#### **Geosintéticos**

El nombre Geosintético tiene dos partes: el prefijo “geo” hace referente a la aplicación en propósitos de geotecnia, que involucra la forma y/o empleo y el sufijo “sintético” que engloba que estos materiales son fabricados con procedimientos industriales obtenidos a partir de uno natural (Egoavil, 2012, p.3).

(PAVCO, 2012, p.15) sostiene que Geosintéticos son materiales elaborados a partir de varios tipos de cauchos sintéticos [...] que son empleados para optimizar las propiedades y características del suelo, interactúan haciendo viable ciertos proyectos de geotécnica, funcionan como anticontaminantes, distribuidor de refuerzos, refuerzo de tierras, protección, de control de la permeabilidad y otras funciones.

Para Egoavil (2012) se encuentran diversos puntos de exploración, los geosintéticos en la construcción de edificaciones como [...] trabajos viales, control de erosión, construcciones hidráulicas, cuidado del medio ambiente, La demanda de los geosintéticos alcanza instrucciones de calidad y tecnología textil y/o plástica (p.4).

#### **Impermeabilización**

Es la manera de proteger una capa para impedir que el agua o cualquier fluido penetre, ya sea por empuje hidrostático o capilaridad. Este medio asegura que se coloque una red sin fisuras mediante la aplicación de geomembranas flexibles y duraderas (Yepes, 2016, p.57).

Existe una gran variedad de impermeabilizantes. Estos se determinan según la funcionalidad y el tipo de obra o construcción en el cual se desea trabajar o aplicar, se menciona en el siguiente cuadro.

TIPOS DE IMPERMEABILIZACIÓN	
TIPO	FUNCIÓN
<b>IMPERMEABILIZANTE ASFÁLTICO</b>	Ofrece una excelente adherencia, puede aplicarse en cualquier superficie expuesta. mantenimiento mínimo, resistencia a la radiación ultravioleta y muy duradero. Los asfálticos suelen integrarse a sistemas que influyen en el uso de otros productos como membrana con refuerzo de poliéster, gracias a la flexibilidad que poseen pueden utilizarse en cualquier tipo de clima y estructura.
<b>IMPERMEABILIZANTE ACRÍLICO</b>	Se fórmula a base de resinas componentes cerámicos y pigmentos y se pueden aplicar en superficies de mortero obsoleto concreto o sobre lámina galvanizada es impermeabilizante elástico por lo que no presenta fisuras ni se cuartea además es de fácil aplicación y no es necesario que se utilice con membrana de refuerzo.
<b>IMPERMEABILIZANTE CEMENTOSO</b>	Está formulado especialmente para cubrir superficies de concreto mortero y mampostería y además de utilizarse en construcciones se emplea en depósitos de agua muros de contención sótanos cimentaciones y en espacios compresión hidráulica la ventaja de un impermeabilizante de este tipo es la gran durabilidad y que evita la aparición de Salitre además es altamente resistente a la intemperie y es elástico ideal para Climas templados y fríos.
<b>PREFABRICADO</b>	Se utiliza en obras civiles y cimentaciones para el tratamiento de puntos como bajadas de agua pluvial y para el revestimiento en sistemas de aplicaciones en frío un impermeabilizante prefabricado que tiene gran adherencia a prácticamente cualquier tipo de superficie es muy resistente y elástico aplicación rápida además de ser muy duradero permite lograr capas de un espesor uniforme.
<b>IMPERMEABILIZANTE EL ELÁSTICO</b>	Se fabrica con polímeros acrílicos y se aplica en frío en superficies expuestas a la intemperie sin importar el material utilizado en la construcción como su nombre lo indica es altamente elástico y por lo que resisten los movimientos de contracción y expansión continuos que en otros tipos de impermeabilizantes podrían causar fisura.
<b>IMPERMEABILIZANTE ECOLÓGICO</b>	Se elabora a partir de llantas recicladas lo que tiene una alta resistencia que soporta movimientos de contracción y expansión la fórmula no incluye elementos tóxicos como solventes o plomos y se elabora con base a agua también soporta los cambios bruscos de temperatura choques térmicos y ambientales salinos ofrece una durabilidad de 10 años además de los anteriores Existen los de cemento y de materiales bituminosos, así como las membranas impermeables.
<b>MATERIALES BITUMINOSOS</b>	Se emplea en lugares que no están expuestos a la luz solar Ya que en presencia de estas son frágiles y quebradizos en caso de que se desea utilizar impermeabilizante este tipo al exterior se le tiene que Añadir materiales flexibles como polímeros con base acrílico o poliuretano.
<b>MEMBRANAS LÍQUIDAS</b>	Consiste en la aplicación de una capa de imprimación y dos capas superiores delgadas de polímeros son mucho más flexibles que por ejemplo la impermeabilización con cemento sin embargo la flexibilidad y durabilidad dependen de las propiedades del polímero aplicado.
<b>MEMBRANAS BITUMINOSAS</b>	Se encuentran disponibles con autoadhesivo o para pegar con antorcha las autoadhesivas son las más usadas Pues reducen el tiempo de instalación sin embargo sus propiedades de unión se ven afectadas por el paso del tiempo por otro lado las que se colocan por antorcha tienen material granular que los hace resistentes a la erosión y no necesitan de protección extra para evitar que se deterioren.
<b>MEMBRANAS DE POLIURETANO</b>	Son un tipo de membrana líquida que se utiliza en superficies en la intemperie se caracteriza por ser muy flexible sin embargo sólo se debe colocar en Materiales con bajo nivel de humedad ya que el poliuretano es muy sensible a la humedad y podría desprenderse después de algún tiempo.
<b>LÁMINAS SINTÉTICAS DE PVC-P</b>	Estas membranas se pueden aplicar en la cimentación de losas Y las paredes verticales en la cimentación de losas el sistema Está compuesto por hormigón armado geotextil de 500g/m <sup>2</sup> , polipropileno una membrana de PVC-P de 2mm de espesor, PE de 0.25mm y hormigón de protección. se utiliza water stops apoyados con la presencia de la instalación de tubos de inyección la superficie en estos casos no deberá ser superior a 100 m <sup>2</sup> y de 6 tubos de inyección como mínimo para garantizar que los resultados sean correctos las losas de cimentación deberán tratarse por separado de la sección de las paredes por la entrada de agua.
<b>LÁMINAS SINTÉTICAS DE PVC-P</b>	En cuanto a las paredes verticales éstas están compuestas por lo elementos conservación de la pared capa de separación ejemplo: Styrofoam de 4cm o similar geotextil de 500g/m <sup>2</sup> de polipropileno, membrana de PVC-P de 2mm de espesor, geotextil de 500g/m <sup>2</sup> de polipropileno y hormigón en las paredes. Se utilizan los mismos sistemas de control y de reparación utilizados en las losas de cimentación los water Stop serán los elementos que harán de unión entre las losas de cimentación y las paredes en vertical la superficie de control se determinará in-situ.
<b>GEOTEXTILES</b>	Suelen colocarse como complemento a otros sistemas ya que su principal función no es la impermeabilizar sino la de ayudar al drenaje la humedad y a la proteger la lámina aislante pueden estar fabricados en: <b>Polipropileno:</b> perfecto para colocarse bajo los suelos de exterior para realizar caminos de piedra o para situar en Terrazas también se utiliza como elementos evacuadores de agua y a qué lo recogen en la pueden dirigir hasta un punto de desagüe. <b>Poliéster:</b> tiene apariencia de filtro blanco y se suele usar en combinación con láminas protectoras de polietileno, no admite su colocación en soportes alcalinos.

Cuando una estructura se construye es necesaria a cota del suelo o de menor cota debe considerarse la impermeabilización y desagüe ya que son importantes y requeridas. En algunos casos es factible que se acapare agua subyacente en la superficie y aumente la altura freática, este siendo más elevada haciendo que la presión hidrostática empuje debajo de los pisos y hacia los muros del sótano entonces se debe garantizar que no se filtre para evitar colapsos o deterioros en la estructura de la edificación.

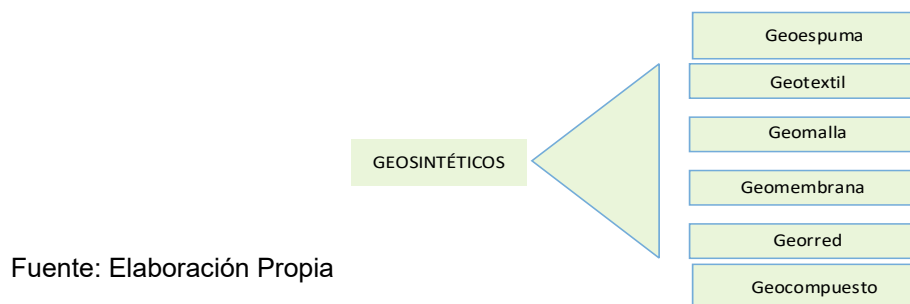
### **Tipos de Geosintético**

Los geosintéticos son parte de una amplia cadena de productos, como son geotextiles, geomembranas, geomallas, entre otros ver (Figura 2), sus rasgos están orientadas a retribuir carencias significativas en la arquitectura de obras civiles, falta de reforzamiento, impermeabilización, filtración, drenaje, control de erosión, etc. Los geosintéticos se emplea con la finalidad de reforzamiento de superficies e impermeabilización.

Las características principales de los geosintéticos que se instalan con intención de reforzar [...] permeabilidad y capacidad de filtración, la resistencia al arrancamiento o elongación, punzonado, fluencia y tracción, señalándose esta última como la más elemental (Egoavil, 2012, p.3).

La manera de trabajar de un geotextil en cualquier utilización se determina mediante 6 funcionalidades atinadas [...] separación, filtración, drenaje, refuerzo, sellado y protección. Esto dependerá del tipo de uso, el geotextil accionará con una o más de estas situaciones simultáneamente (Ballester, Castro, & Gil, 2016, p.25).

**Figura N°02 Clasificación de geosintéticos**



Fuente: Elaboración Propia



## **Geomembrana**

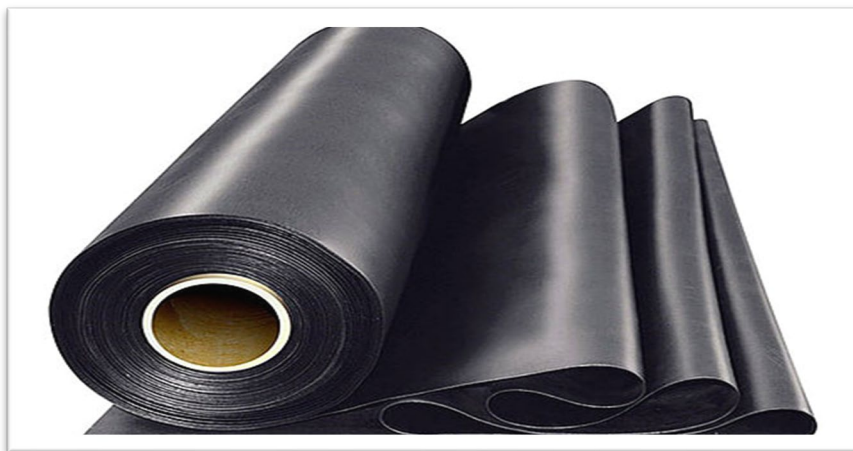
Se precisan a las láminas que asevera la permeabilidad de la corteza regularmente se emplea para mejorar los derrames de agua por filtración o impedir el desplazamiento de las contaminaciones al suelo. Usualmente fueron creadas de polietileno de densidad elevada y mínima HDPE, LLDPE de elastómero pegajoso, de polipropileno o en cloruro de polivinilo PVC (Pavco, 2012, p. 6).

Elaborado bajo minuciosas inspecciones de eficacia, con 97.5% de caucho virgen de HDPE con 2.5% de carbón negro como estabilizador a rayos ultravioleta, agregados antioxidantes y estabilizadores térmicos, [...] Suelen elaborarse en dimensiones de 6.5 a 8.00 m y en grosor de 0.50, 0.75, 1.00, 1.50 y 2.00 mm (Prodac, 2009, p. 2). Como se muestra en la (Fig. 3).

### **Tienen las siguientes características:**

- ❖ Alta duración.
- ❖ Resistentes en su totalidad a los fluidos peligrosos.
- ❖ Alta firmeza química.
- ❖ Resistentes a la iluminación ultravioleta.
- ❖ Buena elongación.
- ❖ Resistencia al punzonamiento.

**Figura N°03 Geomembrana HDPE**



Fuente: Geosinteticos Prodac 2019.

Los Geotextiles son hojas de fieltro cuyo principal propósito es optimar o pulimentar las superficies basales. Pueden ser no trenzados, tejidos o tricotado, elaborados a partir de filamentos continuos, cortado a distancias predeterminadas (Geosistemas PAVCO, p.29). Es un material muy manejable, con un alcance muy alta duración en superficies exigentes, debido a su composición y sus características.

### **Geotextil Tejido**

Este tipo de geotextiles suele caracterizarse por presentar diversas caracterices y funciones las cuales lo hacen ser de gran importancia en la construcción, a continuación, se describe algunas funcionalidades de dichos materiales. Para Ballester, Castro, Gil (2016) “son aquellos hechos por hiladillos entretajidos en aparatos tejedores mecánicos. Pueden ser hilados de traspasada o tricotados, son combinados por hiladillos de trama, [...] en dirección prolongada y de sentido colateral, se muestra en figura 4, [...] la firmeza que tiene ante la tracción es de manera biaxial en las dos direcciones y es excelente de acuerdo las tipologías de las cintas utilizadas” (p.4).

### **Funcionalidades en una Construcción**

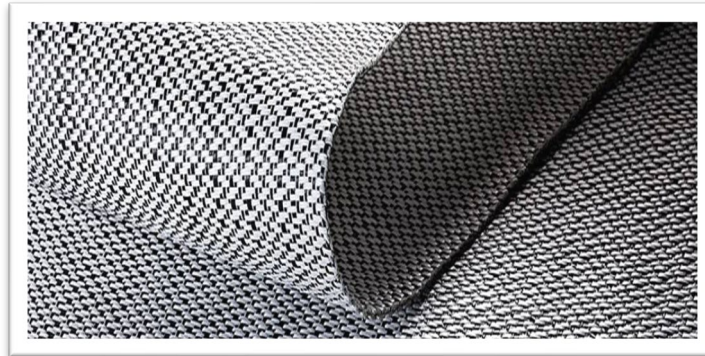
**Separación:** Consiste en separar 2 estratos de suelo de diversas propiedades geomecánicas. Evitando permanentemente que se mezcle los materiales que presentan diversa granulometría, ya sea por su densidad, capacidad, tamaño de partícula.

**Refuerzo:** Es aprovecha por su desempeño a tracción del Geotextil para mejorarse las características mecánicas de una capa de suelo. Con la seguridad de controlar la elongación en el geotextil impermeabilizador y posible punzonamiento producidos por las partículas puntiagudas existentes en suelo.

**Estabilización:** El geotextil cumple una función muy importante cuando se presentan suelos blandos, es aprovechada por el repuesta a tracción del geotextil para complementar las propiedades mecánicas del suelo, para el

control de esfuerzos transmitidos en el periodo de construcción y de servicio en la estructura.

#### **Figura N°04 Geotextil Tejido**



Fuente: Geosistemas 2021.

*Woven geotextiles have minimum average resistances according to their characteristics: T-strength in ASTM D4632 is 1400N (315lb); Persistence in ASTM D4833 area is 715N (161 lb); Persistence CBR in ASTM D6241 area is 5.3KN; pressure-like R resistance in ASTM D4533 is 440N (99lb) and resistance to Mullen ASTM D3786 is 4071 Kpa (590psi) (ASTM, 2021)*

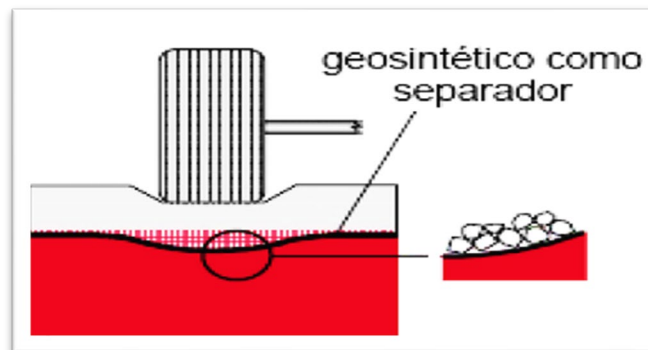
#### **Geotextiles no tejidos**

Con reducidas aberturas, alta permitividad y altas características de permeabilidad, estos son apropiados para ser aplicados en filtración, desagüe y separación que requieran menores resistencias a la tracción y puedan tener doble función. La resistencia a la tracción para la masa teórica de los geotextiles es de 80 g/m<sup>2</sup> a 1200 g/m<sup>2</sup> [...]; para las propiedades hidráulicas la impregnación del geotextil no tejido alcanza incluso a 0,25 cm/s según estándar de ensayo ASTM [...] alto rendimiento mecánico y de filtración para optimizar en eficiencia de uso, es más rentable y su funcionalidad es muy aprovechada en la geotecnia, [...] de esta manera se emplea para estabilización de Subrasante, Espigones, Cimientos, Muros, se puede aplicar ampliamente en drenaje, la vigilancia de la erosión, en estructuras de suelo mejorado, también como capa de protección contra la abrasión (Geosistemas PAVCO, pp. 442).

## Funcionalidades en una Construcción

**Separación:** Actúan como separador de dos capas de suelos distintos de partículas con tamaños, o cualquier otro material donde se aplique, evitando que los suelos se filtren los estratos más blandos a las capas subyacentes, tal como se muestra en figura 5, operan de forma que aísla 2 partes o capas de superficie que cuentan con distribución de granos diversas. Como ejemplo, los geotextiles son usados para prevenir que materiales de base pasen suelos sueltos de superficies profundas, conservando el espesor de trazo y la masa del terreno.

**Figura N°05 Geosintético como Separador**



Fuente: Geotextiles Textiles panamericanos.

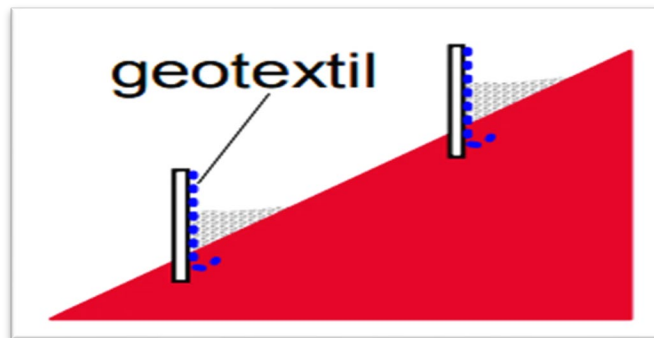
**Drenaje:** El geotextil no tejido, debidos a su vacío mayor al 80% y a su composición de filamentos entrelazados de forma aleatorio, tiene una elevada permeabilidad, aprobando la salida del agua e impidiendo las arenas del suelo. Además, por su grosor y conformación interna, permite drenar el agua en su nivel. Se usan en drenes de pavimentos, taludes, muros de contención, permiten un mejor funcionamiento aumentando la vida en dichas construcciones.

**Filtración:** Actúan en forma de filtro de arena accediendo el paso del agua a través de suelo y deteniendo las partículas traídas por flujo, evitan la erosión.

**Control de Erosión:** La fuerza erosiva de la marea y olas marinas, corrientes, trasladan sedimentos fuera de la costa. Estas fuerzas dinámicas que es la que destruye la estabilidad de las orillas y daña el flujo, la navegabilidad de

los canales. Adema se usa en taludes reduciendo la erosión por impacto provocado por las lluvias, ejemplo en la figura 6. Los geotextiles son uno de los mecanismos para sustituir ciertas capas de suelo con materiales granulares y aprovechar sus propiedades, mejorando las condiciones del suelo.

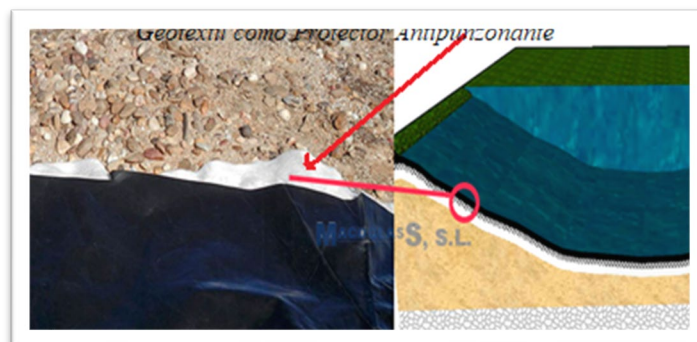
**Figura N°06 Geotextil usado para mitigar la erosión**



Fuente: Geotextiles Textiles panamericanos.

**Refuerzo:** Los Geotextiles disyuntivos incluso apoyan en la previsión del traslado de partículas finas en sentido de estratos granulares permeables. El geotextil antipunzonante es un telón no tejido de poliéster ver (Fig. 7), principalmente creado para la defensa de materiales flexibles como hojas de cisternas PVC y Polietileno, es usado en tuberías, canalizaciones y suelos arenosos. Además, funciona de apoyo se aprovechando la acción a tracción del Geotextil para mejorar las propiedades mecánicas de una superficie de suelo, con el propósito de regular las tensiones tangenciales como en la fase de asistencia como en la etapa de montaje.

**Figura N°07 Función del geotextil como Antipunzonante**



Fuente: Macoglass, 2021.

**Tabla N°01: Propiedades de geotextiles no tejidos y Normativas**

PROPIEDADES / CARACTERÍSTICAS	UNIDADES MECÁNICAS	TIPO					NORMA
		I	II	III	IV	V	
Resistencia mínima a la tracción en la dirección longitudinal carga distribuida	KN/m	8	10	16	21	31	ASTM D 4595
Alargamiento a rotura máximo en cualquier sentido	%	45-45					ASTM D 4595
Resistencia mínima al desgarre trapezoidal en sentido longitudinal	N	220	300	440	540	800	ASTM D 4533
Resistencia mínima al punzonado (Pizon CBR)	KN	1.3	2	3.1	4.1	6	ISO 12236
Resistencia mínima al estallido (Mullen Burst)	Mpa	1.2	1.7	2.6	3.4	5	ASTM D 3786
<b>HIDRÁULICAS</b>							
Abertura de filtración comprendida entre	Micrones	250 y 150	230 y 130	190 y 110	160 y 90	130 y 60	ASTM D 4751
Permeabilidad normal mínima	cm/s	0.4					ASTM D 4491
Permeabilidad planar mínima (Presión 20 kPa)	cm/s	0.6					ASTM D 4716
Transmisividad (Presión 20 kPa)	cm <sup>2</sup> /s	0.0 7	0.0 9	0.1 2	0.1 5	0.2 1	ASTM D 4491
<b>FÍSICAS</b>							
Aspecto: "Las capas deben estar exentas de defectos tales como zonas raleadas, agujeros o acumulación de filamentos".							
Color: "No se admiten materiales cuyos polímeros constituyentes no hayan sido estabilizados contra los rayos ultravioletas".							

*Fuente: Díaz J., Escobar O., Olivo E. "Aplicación de los Geosintéticos en la Estructura de los Pavimentos y en Obras de Drenaje para carreteras" 2009*

### **Usos de los Geosintéticos:**

- ❖ En presas
- ❖ Estabilización del suelo
- ❖ Estabilización Muros de contención
- ❖ En cimentación y muros de retención rígidos
- ❖ Almacenamientos de residuos mineros
- ❖ Rellenos sanitarios

## **Características de los geosintéticos**

Los geosintéticos presentan diversas características que permiten adoptarse en la construcción, gracias a estas propiedades admite darle diversos usos. Para diseñar y aplicar en obra la geomembrana debe cumplir ciertos requisitos, resistencia química, resistencia al punzonamiento, resistencia al desgarro y capacidad de elongación, resistencia a la difusión del vapor de agua, resistencia a raíces, durabilidad. Así mismo con las normativas y las características de fabricación.

- Resistencia a tracción
- Resistencia al punzonamiento
- Elongación
- Permeabilidad
- Resistencia química

## **Diseño**

La duración de una red de impermeabilización con geomembrana se toma en consideración el modelo y el montaje de un Geosintético que lo resguardé, impidiendo deterioros en la geomembrana. Ya que está en contacto con desiguales tipos de partículas de suelo, que pudiendo ser sus formas angulares y considerables, también debido a superficies irregulares que pueden generar deterioros en la lámina de la geomembrana, por ello es tomando en cuenta, además esto nos permite generar un avance con eficacia en este tipo de obras.

Navarro (2018), planteo bosquejar el refuerzo y defensa del talud superior mediante el uso de geosintéticos, para esto se llevó a cabo estudios básicos de mecánica de suelos y geotecnia (p.20). La metodología de diseño para elegir más adecuadamente el geotextil para ello empleo de apoyo la firmeza al punzonamiento de la geomembrana, se establece la presión que acciona sobre el geotextil bajo criterios de determinación para verificar la resistencia del material seleccionado (Manual de Geosintéticos, p. 374).

Al aumentar el grosor de la geomembrana, el estudio realizado por Wilson-Fahmy, Narejo y Koerner, e alt. da a conocer que la resistencia al punzonamiento aumenta linealmente con relación al grosor. Si se aumenta el grosor de [1.5 a 2.5]mm el aumento de resistencia al punzonamiento logra ser de [1.7] veces. Según el aumento de grosor logra ser favorecedor a la resistencia al punzonamiento en la geomembrana, si la resistencia de la geomembrana es contigua al valor solicitado (Manual de Geosintéticos, p. 374).

**Tabla N°02 Análisis por Punzonamiento en Geosintéticos**

<b>Análisis Realizado por Wilson-Fahmy, Narejo y Koerner</b>		
<b>Tipo de Geosintético</b>	<b>Incremento de Espesor</b>	<b>Resistencia al Punzonamiento</b>
Geomembrana	1.5 a 2.5 mm	1.7 veces mas
Geotextil de Protección No Tejido (NT4000)	1.5 a 2.5 mm	4 a 10 veces más al anterior

Fuente: Wilson-Fahmy, Narejo y Koerner

### **Metodología de diseño de Geomembrana**

De acuerdo a esta metodología que plantea Wilson-Fahmy, Narejo y Koerner, expuesta en 1996, permite establecer una ecuación para adquirir un factor de seguridad.

#### **1. Factor de seguridad**

$$FS = \frac{P_{adm}}{P_{req}} \quad \dots (a1)$$

Donde:

**FS** = Factor de seguridad (en este caso contra el punzonamiento de la geomembrana).

**P<sub>adm</sub>** = Presión admisible usando diferentes tipos de geotextiles y condiciones específicas de lugar.

**P<sub>req</sub>** = Presión real debida al contenido del relleno o depósito de superficie.



En el método de punzonamiento hidrostático de la norma ASTM D5514, utilizando factores de modificación y de reducción tomando en cuenta las condiciones de campo y comportamiento de los materiales, se plantea la ecuación siguiente:

$$P_{adm} = \left[ 450 \frac{M}{H^2} \right] \left[ \frac{1}{FM_s \cdot FM_{DR} \cdot FM_A} \right] \left[ \frac{1}{FR_{FL} \cdot FM_{DQB}} \right] \quad \dots (a2)$$

Donde:

**P<sub>adm</sub>** = Presión admisible (kPa)

**M** = Masa por unidad de área (g/m<sup>2</sup>)

**H** = Altura Efectiva de la Protuberancia (mm)

**FM<sub>s</sub>** = Factor de Reducción por la forma de la protuberancia

**FM<sub>DR</sub>** = Factor de Modificación por Densidad de Relleno

**FMA** = Factor de Modificación por efecto de Arco en Solidos

**FR<sub>FL</sub>** = Factor de Reducción por fluencia de materiales a largo plazo

**FR<sub>DQB</sub>** = Factor de Reducción por degradación química, biológica a largo plazo.

Condición que se debe cumplir para la aplicación:

$$P_{adm} = 450 \cdot \frac{M}{H^2} \geq 50 \text{ kPa} \quad \dots (a3)$$

Donde [50 kPa] llega hacer la tenacidad el punzonamiento de una geomembrana de grosor [1.5mm] o [60 mil] sin geotextil de protección. Se debe elegir según las realidades del proyecto ver valor en las siguientes Tablas 3 y 4. Las tablas corresponden a las especificaciones de fabricante de los geosinteticos, por lo que se debe considerar actualizadas debido a que los geosinteticos varían en la calidad de su fabricación.

**Tabla N°03 Valores de Geomembranas Lisa LLDPE**

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	UNIDAD	20 MIL	30 MIL	40 MIL	60 MIL
Resistencia a la rotura	ASTM D6693 Tipo IV	kN/m	14	20	27	40
Elongación a la rotura	ASTM D6693 Tipo IV	%	800	800	800	800
Resistencia al rasgado	ASTM D1004	N	47	71	98	147
Resistencia al punzonamiento	ASTM D4833	N	126	190	250	370
PROPIEDADES FÍSICAS	NORMA	UNIDAD	20 MIL	30 MIL	40 MIL	60 MIL
Espesor nominal	ASTM D5199	mm	0.50	0.75	1.0	1.5
Densidad	ASTM D1505	g/cm <sup>3</sup>	>0.939	>0.939	>0.939	>0.939
Contenido negro de humo	ASTM D1603	%	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0
Tiempo de inducción a la oxidación	ASTM D3895, 200 °C	Minutos	>100	>100	>100	>100
Envejecimiento al horno 85 °C 90 días Retención OIT (ASTM D3895 o D5885)	ASTM D5721	%	>35/60	>35/60	>35/60	>35/60
Envejecimiento ultravioleta 1600 hrs OIT Retenido (ASTM D5885)	GM 11	%	>60	>60	>60	>60
PRESENTACIÓN	NORMA	UNIDAD	20 MIL	30 MIL	40 MIL	60 MIL
Longitud de rollo (aprox.)	Medido	m	450	300	225	150
Ancho del rollo	Medido	m	7.01	7.01	7.01	7.01
Área del rollo	Calculado	m <sup>2</sup>	3154	2103	1577	1052

**Tabla N°04 Valores de Geomembranas Lisa HDPE**

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	UNIDAD	20 MIL	30 MIL	40 MIL	60 MIL	80 MIL
Resistencia a la rotura	ASTM D6693 Tipo IV	N/mm	14	20	27	40	53
Elongación a la rotura	ASTM D6693 Tipo IV	%	700	700	700	700	700
Resistencia a la fluencia	ASTM D6693 Tipo IV	N/mm	8	11	15	22	29
Elongación a la fluencia	ASTM D6693 Tipo IV	%	12	12	12	12	12
Resistencia al rasgado	ASTM D1004	N	63	93	125	187	249
Resistencia al punzonamiento	ASTM D4833	N	160	240	320	480	640
PROPIEDADES FÍSICAS	NORMA	UNIDAD	20 MIL	30 MIL	40 MIL	60 MIL	80 MIL
Espesor nominal	ASTM D5199	mm	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00
Densidad	ASTM D1505	g/cm <sup>3</sup>	>0.94	>0.94	>0.94	>0.94	>0.94
Contenido negro de humo	ASTM D1603	%	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0
Tiempo de inducción a la oxidación	ASTM D3895, 200 °C	Minutos	>100	>100	>100	>100	>100
Envejecimiento al horno 85 °C 90 días Retención OIT (ASTM D3895 o D5885)	ASTM D5721	%	>55/80	>55/80	>55/80	>55/80	>55/80
Envejecimiento UltraVioleta 1600 hrs OIT Retenido (ASTM D5885)	GM 11	%	>50	>50	>50	>50	>50
PRESENTACIÓN	NORMA	UNIDAD	20 MIL	30 MIL	40 MIL	60 MIL	80 MIL
Longitud de rollo	Medido	m	450	300	225	150	110
Ancho del rollo	Medido	m	7.01	7.01	7.01	7.01	7.01
Área del rollo	Calculado	m <sup>2</sup>	3154	2103	1577	1052	771

Fuente: Geosistemas PAVCO, 2012

ASTM: American Society for Testing and Materials.

LLDPE: Polietileno Ultraflexible de Densidad Lineal.

HDPE: Polietileno de Alta Densidad.

## 2. Factor de seguridad global para el diseño

Este factor no debe ser  $< 2.0$ , pero si puede ser  $>2.0$  para alcanzar la seguridad requerida. Para evitar fallas por punzonamiento.

**Tabla N° 05 Factor de seguridad global (FS)**

Arreglo de las Piedras	Altura efectiva de protuberancia (mm)	Factor de seguridad Global (Mínimo)
Piedras aisladas	6	2.0
	12	3.0
	25	5.0
	38	7.0
Piedras agrupadas	38 o menos	3.0

Fuente: Manual de Geosintéticos, Geosistemas PAVCO, 2012

## 3. Factor de modificación por Forma de la Protuberancia (FMs)

Este factor es con el fin de incorporar las condiciones de campo y del material, para la mejor forma en el diseño y protección. Cuyo factor de modificación sea  $\leq 1.0$ , se debe usar la (Tabla N°6), la Norma ASTM 5514 establece el valor de presión resistente más alto, según la forma geométrica de las rocas.

**Tabla N° 06 Factor de Modificación (FMs)**

Forma de Piedra	FMs
Angular	1.00
Semirredonda	0.50
Redondeada	0.25

Fuente: Manual de Geosintéticos, Geosistemas PAVCO, 2012

## 4. Factor de Modificación por Densidad de Relleno (FM<sub>DR</sub>)

Según Wilson-Fahmy, Narejo y Koerner estableció factores de modificación. para hacer una semejanza de la conducta de la geomembrana sobre protuberancias aisladas, se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla N° 07 Factor de Modificación (FM<sub>DR</sub>)**

Arreglado de la Protuberancia	FM <sub>DR</sub>
Aislada	1.00
Compacta, 38mm	0.83
Compacta, 25mm	0.67
Compacta, 12mm	0.50

Fuente: Manual de Geosintéticos, Geosistemas PAVCO, 2012

### 5. Factor de modificación por efecto de arco en sólidos (FMA)

Factor a tomarse a valorarse por el tipo de material o fuerza a la que está sometida la geomembrana bajo fuerzas Geoestáticas puede alcanzar a hasta 6 veces mayor que la propia resistencia de la geomembrana.

**Tabla N° 08 Factor de Modificación por efecto solidos (FMA)**

Efecto de arco en solidos	FMA
Hidrostático	1.00
Geoestático, superficial	0.75
Geoestático, moderado	0.50
Geoestático, profundo	0.25

Fuente: Manual de Geosinteticos, Geosistemas PAVCO, 2012

### 6. Factor de reducción por fluencia (FRFL)

Son  $\geq 1.0$ , tomar de las tablas siguientes:

**Tabla N° 09 Factor de Reducción por fluencia (FRFL)**

Referencia Geotextil (g/m <sup>2</sup> )	FRFL			
	Altura Efectiva de la Protuberancia (mm)			
	38	25	12	6
Sin Geotextil	>> 1.5	>> 1.5	>> 1.5	>> 1.5
NT 4000	>> 1.5	>> 1.5	> 1.5	1.5
NT 7000	>> 1.5	1.5	1.3	1.2
1100	1.3	1.2	1.1	1.0
>1100	~ 1.2	~ 1.1	~ 1.0	1.0

Fuente: Manual de Geosinteticos, Geosistemas PAVCO, 2012

### 7. Factor de reducción por degradación química-biológica a largo plazo (FRDQB)

Considerarse por posibles agentes externos, roedores, hogos, bacterias, sales u otros materiales con alto contenido químico de degradación.

**Tabla N° 10 Factor de Reducción degradación química-biológica (FRDQB)**

Tipo de Lixiviado	FRDQB
Ligero	1.1
Moderado	1.3
Agresivo	1.5

Fuente: Manual de Geosinteticos, Geosistemas PAVCO, 2012

### a) Masa unitaria del geotextil de protección

Evaluar la presión admisible, en función de la masa unitaria del geotextil, la presión actuante sobre la geomembrana, aplicando la siguiente ecuación:

$$P_{req} = h * \gamma \quad \dots (a4)$$

Donde:

**P<sub>req</sub>** = Presión actuante sobre la geomembrana (kPa)

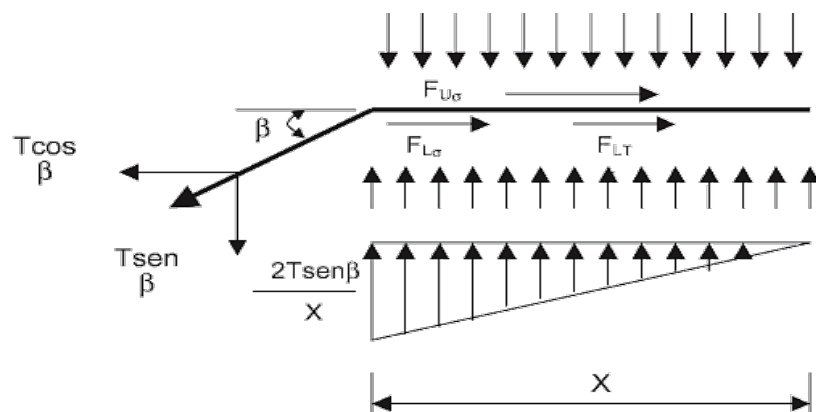
**γ** = Peso Unitario del material de relleno o líquido (kN/m<sup>3</sup>)

**h** = Altura de Diseño del material de relleno o profundidad del líquido o sólido (m)

### Diseño de espesor

Para el cálculo del espesor se realiza un equilibrio límite teniendo en cuenta la posible deformación en la geomembrana como se muestra a continuación. (ASTM D-5199)

**Figura N°08 Modelo de diseño de espesor geomembrana**



Fuente: Manual de Geosintéticos, 2012

$$T = \frac{\sigma_n x (\tan \delta_U + \tan \delta_L)}{\cos \beta - \sin \beta \tan \delta_L} \quad \dots (a5)$$

Donde:

T = Tensión movilizadora en la geomembrana

$\sigma_{adm}$  = Esfuerzo admisible en la geomembrana

t = Espesor de la geomembrana

$$t = \frac{\sigma_n x (\tan \delta_U + \tan \delta_L)}{\sigma_{adm} (\cos \beta - \sin \beta \tan \delta_L)} \quad \dots (a6)$$

Donde:

- $\beta$  = Ángulo que forma el movimiento de la geomembrana a tensión con la horizontal
- $F_{ua}$  = Fuerza de fricción sobre la geomembrana debido al suelo de cubierta (para suelos de cubierta demasiado delgados, la fracturación de este puede ocurrir por tensión, en estos casos este valor suelo despreciable)
- $F_{ub}$  = Fuerza de fricción debajo de la geomembrana debido al suelo de cubierta
- $F_{ur}$  = Fuerza de fricción debajo de la geomembrana al componente vertical de T admisible
- $\sigma_n$  = Esfuerzo aplicado por el material de relleno
- $\delta_u$  = Ángulo de fricción entre la geomembrana y el material superior (ASTM D 5321)
- $\delta_b$  = Ángulo de fricción entre la geomembrana y el material inferior (ASTM D 5321)
- $x$  = Distancia de movilización de la deformación de la geomembrana

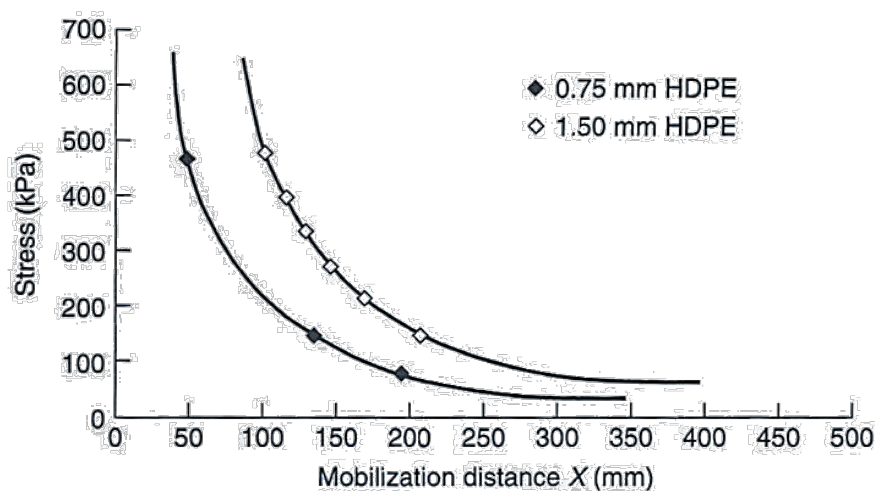
**Tabla N°11 Ángulos de fricción geomembrana – Tipo de suelo y geomembrana - geotextil Según ensayo ASTM D 5321**

Tipo De Geomembrana	Tipo De Geotextil	Tipo De Suelo - Arena		
		$\phi = 30^\circ$	$\phi = 28^\circ$	$\phi = 26^\circ$
HDPE	no tejido Punzonado			
Texturizada	32°	30° (100%)	26° (92%)	22° (83%)
Lisa	8°	18° (56%)	18° (61%)	17° (63%)

Fuente: Manual de Geosintéticos, 2012

Considerad los valore de ángulo de fricción interna para la ecuación (a6), elegir de acuerdo al tipo de suelo.

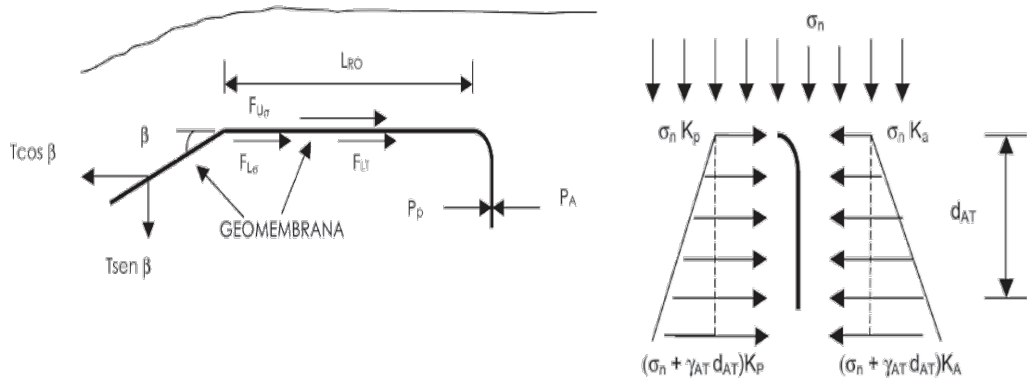
**Figura N°09 Distancia de movilización de la deformación de la geomembrana HDPE Vs Esfuerzo**



## Diseño de la longitud y anclaje

Se toma en cuenta los esfuerzos dentro de la zanja, existen fuerzas laterales actuando sobre la geomembrana, específicamente una presión activa se material granular o suelo que tiende a soportar.

**Figura N°10 Sección transversal de la longitud de una geomembrana con zanja de anclaje y fuerza actuantes.**



Fuente: Manual de Geosintéticos, 2012

$$\sum F_x = 0$$

$$T_{adm} \cos \beta = F_{UG} + F_{LG} + F_{LT} - P_A + P_P$$

$$T_{adm} \cos \beta = \sigma_n \tan \delta_U (L_{RO}) + \sigma_n \tan \delta_L (L_{RO}) + 0.5 (2T_{adm} \sin \beta / L_{RO}) (L_{RO}) \tan \delta_L - P_A + P_P$$

$$P_A = (0.5 \gamma_{AT} d_{AT} + \sigma_n) K_A d_{AT}$$

$$P_P = (0.5 \gamma_{AT} d_{AT} + \sigma_n) K_P d_{AT}$$

$$T_{adm} = \frac{\sigma_n L_{RO} (\tan \delta_U + \tan \delta_L) - P_A + P_P}{\cos \beta - \sin \beta \tan \delta_L} \quad \dots (a7)$$

**Donde:**

**LRO** = Longitud de desarrollo

**PA** = Presión activa de tierras contra el material de relleno de la zanja de anclaje

**PP** = Presión pasiva de tierras contra el suelo in-situ de la zanja de anclaje

**σn** = Esfuerzo normal aplicado por el suelo de cobertura

**KA** = Coeficiente de presión de tierra activa =  $\tan^2 (45 - \phi/2)$

**KP** = Coeficiente de presión de tierra pasiva =  $\tan^2 (45 + \phi/2) = 1/K_A$

**φ** = Ángulo de fricción del suelo respectivo

$\gamma_{AT}$  = Peso Especifico del suelo de la zanja de anclaje

$d_{AT}$  = Profundidad de la zanja de anclaje

### Chequeo por supervivencia

Se toma en cuenta las propiedades mecánicas de la geomembrana, resistencia a la tensión, susceptibilidad al rasgado, punzonamiento y daño por impacto que podrían ser ocasionados por la manipulación de traslado e instalación, es importante asegurar la calidad en la construcción.

**Tabla N°12 Valores mínimos recomendados para supervivencia de la geomembrana asociada a la instalación**

PROPIEDAD FISICA Y MÉTODO DE LABORATORIO	GRADO REQUERIDO DE SUPERVIVENCIA			
	BAJO <sup>1</sup>	MEDIO <sup>2</sup>	ALTO <sup>3</sup>	MUY ALTO <sup>4</sup>
Espesor (D5199), mils (mm)	20 (0.50)	30 (0.75)	40 (1.0)	60 (1.5)
Tensión (D6693), Lb/pulg (KN/m)	46 (8.0)	69 (12)	91 (16)	137 (24)
Rasgado (D1004), Lb (N)	15 (67)	22.7 (101)	30.3 (135)	45.6 (203)
Punzonamiento (D4833), Lb (N)	36 (160)	60 (268)	80 (357)	120 (536)
Impacto (D3998 mod), J	10	12	15	20

*Fuente: Designing With Geosynthetics 5ta. Edición. Robert Koerner*

### Cimentación en Edificaciones de Albañilería

Según el Braja M. Das (2013), menciona que cimentación es la parte más baja de la estructura, tiene la función de transferir la carga de la cimentación al suelo en el que descansa [...] su apoyo es en las capas del suelo, tiene una suficiente con capacidad portante [...] distribuyen las fuerzas que trasmite la estructura por medio de los elementos de apoyo que hay sobre una superficie de terreno (p, 478).

En mención se “[...] Planteo diseñar el refuerzo y protección del talud superior mediante el uso de geosintéticos, para lo cual se realizó el estudio básico de mecánica de suelos y geotecnia” (Navarro, 2018, p.25).

### Clasificación de suelos

Averiguación explícita del suelo que se fija a estudiar y así realizar un reconocimiento geotécnico. El EMS de los suelos es muy importante,



obligatorio y único en todo proyecto y ante proyecto, esto se percibe mediante análisis y perfilación de estratigráfica del terreno se define según Norma E.050 RNE. Análisis granulométrico para Rico y Del Castillo menciona que la granulometría es un medio sencillo y evidente que se emplea para catalogar los suelos. [...] En realidad, es suficiente fraccionar el suelo de sus fragmentos granulométricos para “clasificarlo”, si antes se convierte en una designación individual a las distintas partes, según se retenga en los tamices se determina la gama de tamaños (2005, p. 93).

Los suelos pueden ser clasificado según AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) o SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), usando estos métodos. La exploración granulométrica es un procedimiento manual que se tiene para seleccionar las partículas, realizándose por intermedio de varios cedazos normalizados que poseen rendijas de diversas dimensiones, se realiza mediante la seleccionar de las partículas de acuerdo a sus tamaños, parte del material que es retenido se escribe en porcentaje.

Esta prueba granulométrica es muy significativa, por el cual se establece qué tipo de suelo se manipula y se alcanza catalogar mediante los métodos acreditados como son AASHTO o USCS. (Ver Fig. N° 13 y 14). Para el análisis granulométrico se debe contar con los siguientes equipos:

- Material (muestra de suelo)
- Vibradora mecánica
- Tamices normalizados con diferentes dimensiones en sus aberturas
- Balanza
- Recipiente para colocar el material
- Escobilla pequeña para limpiar los tamices.

Tabla N° 13 Clasificación de Suelos AASHTO

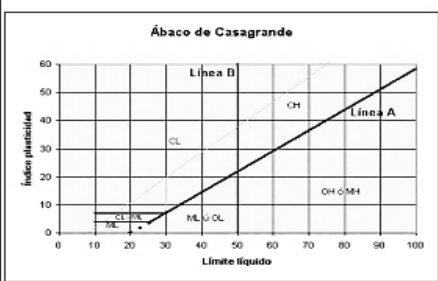
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b									
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	-			35 máx	36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 Límite líquido Índice de plasticidad	-		-	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín (2) 11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				

- (1): No plástico  
 El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30  
 (2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30

Tabla N° 14 Clasificación de Suelos SUCS

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "SUCS"				
DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:  <5% -> GW, GP, SW, SP. >12% -> GM, GC, SM, SC. 5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo.  $Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3  No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.  Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ . Encima de línea A con $IP$ entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.  Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$ .  $Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3  Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.  Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ . Los límites situados en la zona rayada con $IP$ entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan  Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$ .
		(sin o con pocos finos)	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	
		Gravas con finos	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	
	ARENAS Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	Arenas limpias	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	
		(pocos o sin finos)	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	
		Arenas con finos	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	
		(apreciable cantidad de finos)	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.	
	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.	
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.	
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.	
		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.	



Fuente tomado: e alt. Jordi González Boada  
<http://www.jordigonalezboada.com>

**Cimentaciones:** Para el Arq. Renzo Monzón catedrático de la UPC, señala que toda construcción necesita de una buena cimentación si no hay una buena cimentación, todo lo que hagamos no sirve, entonces para las casas de las playas se usa losa de cimentación, estas actúan frente a un sismo como un barco; sube la marea y toda la casa se levanta, eso brinda una seguridad importante a la construcción. Además, existen tipos de cimentaciones (Fig. 11). La cimentación se puede adecuar de acuerdo a los propósitos de cada construcción tomando en cuenta la capacidad portante del suelo, tipo de suelo en cual se va a construir, sus funciones pueden ser:

- ✓ Brindar estabilidad lateral en toda la estructura.
- ✓ Distribución de cargas recibidas por parte de elementos diseñados.
- ✓ Enlaza los Efectos de movimiento del suelo hacia la estructura.
- ✓ Permite mantener una estructura nivelada con la superficie

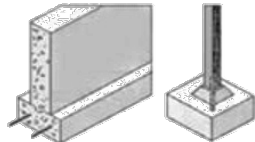
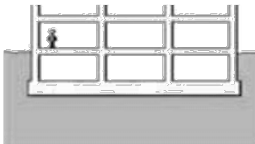
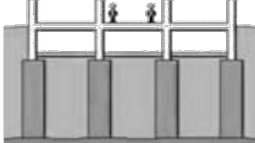
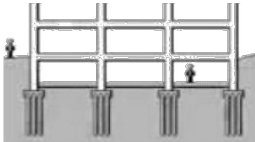
**a) Cimentaciones superficiales**

Zapatas aisladas, combinadas, corridas, Pozos de cimentación, Emparrillados de cimentación, Losas de cimentación

**b) Cimentaciones profundas**

Pilotes aislados, Grupo de pilotes, Micropilotes

Figura N° 11 Tipo de Cimentaciones

Tipo de cimiento	Descripción	Imagen
De zapatas	Sistema económico para cimentaciones cerca de la superficie del suelo. La zapata es utilizada cuando el <b>suelo es resistente</b> , es decir, es capaz de soportar pesos elevados.	
De losa continua	Se utiliza cuando las cargas que soporta el edificio son relativamente grandes y <b>el terreno es inestable</b> . Son placas de hormigón cerca de la superficie del suelo, que hacen que el edificio 'flote' sobre el suelo como una sola unidad.	
Pozos o pilares	Son cimentaciones de profundidad media, utilizadas en terrenos blandos en superficie. Mediante pilares de hormigón, se transmiten las cargas del edificio directamente al lecho de roca estable más profundo.	
De pilotes	Sistema utilizado para terrenos blandos. La carga del edificio se distribuye mediante pilotes o pequeños pilares de hormigón a profundidad considerable.	

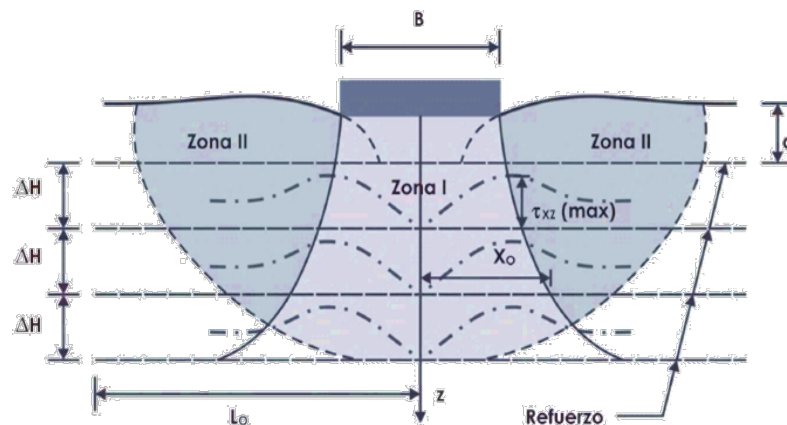
Fuente: Tomado de Google (2021)

### Capacidad portante

La capacidad portante del suelo en cimentaciones se tiene en cuenta los factores que influyen en este tipo de suelo, los métodos más usados tenemos el de TERZAGHY y VESIC se conocen a partir de ensayos como el de Corte directo, Corte triaxial, de compresión simple o penetración estándar, Proctor. Se evalúa su resistencia interna por unidad de área ( $\text{kg/cm}^2$ ) que cierta masa del suelo ofrece a la falla y el desplazamiento en cualquier sentido respecto al plano. En una cimentación existe diversas causas a posibles fallas, ya sea por el tipo de suelo en el cual se construye, también por la humedad y la sismicidad en la cual está ubicada la construcción, para este se establece una metodología de diseño, que se sigue para lograr mejorar las fallas en la cimentación.

Es importante la localización de falla en la superficie en la figura que se muestra a continuación, la superficie de falla es cuando  $d/B < 2/3$ , condición para incluir el refuerzo.

Figura N° 12 Cimentación Zona de Influencia



En este caso hay influencia del esfuerzo cortante en la **zona I** y **zona II**, para determinar usamos la forma:

$$\tau_{xz} = \frac{4 b q_R x z^2}{\pi [(x^2 + z^2 - b^2)^2 + 4 b^2 z^2]}$$

Donde:

**b**: Ancho medio de la cimentación o  $B/2$

**B**: Ancho de la cimentación

**q<sub>R</sub>**: Carga por área unitaria de la cimentación

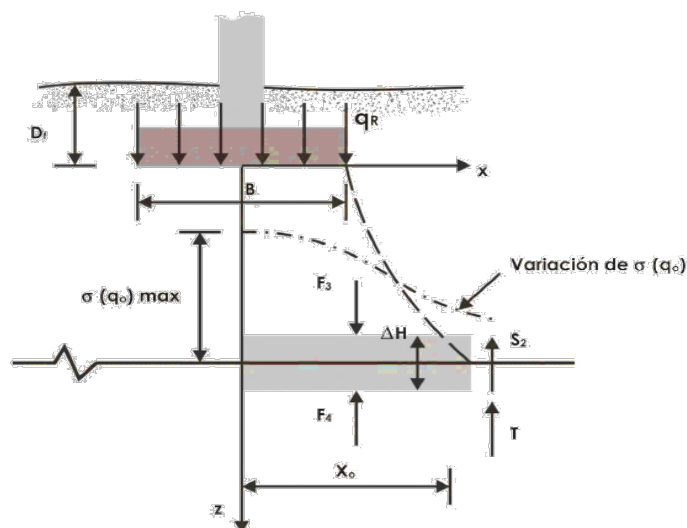
Se localiza a una profundidad  $z$ .  $X_o$ , para una ancho  $B$ , donde se alcance un esfuerzo cortante máximo. Incorporando el Geosintético como refuerzo. Para el caso  $F1$  y  $F2$ , son verticales y  $S1$  es la fuerza cortante máxima ubicada a una distancia  $X_o$ .

$$0 = F1 - F2 - S1$$

Para el caso de cimentación reforzada, las fuerzas verticales son  $F3$  y  $F4$ ,  $S2$  la fuerza cortante máx. y  $T$  es la fuerza por la capa de refuerzo.

$$0 = F3 - F4 - S2 - T$$

Figura N° 13 Fuerzas actuantes en cimentación no reforzadas



Fuerzas aplicadas  
sobre cada capa de  
suelo

$$0 = F3 - F4 - S2 - T$$

Asentamiento igual  
para ambos casos

$$F2 = F4$$

Caso reforzado  
Remplazando  $F2$  en  $F4$

$$T = F3 - F1 - S2 + S1$$

Usando la simplificación de Bousinesq se obtiene lo siguiente:

$$F1 = A1q_oB$$

$$F3 = A1q_RB$$

$$S1 = A2q_o\Delta H$$

$$S2 = A2q_R\Delta H$$

Expresado en función de  $T$

$$T = q_o (q_R / q_o - 1) (A_1 B - A_2 \Delta H)$$

En el caso de tener N capas bajo la zapata separada a una distancia  $\Delta H$  la fuerza se calcula T:

$$T_{ult} = T/N$$

### Procedimiento para dimensionamiento de cimentaciones reforzadas

- 1.- Determinar la capacidad portante admisible ( $q_{adm}$ ).
- 2.- Peso unitario total, ángulo de fricción del material.
- 3.- Ancho de cimentación B, d profundidad de refuerzo, N número de capas,  $d < 2/3 B$  presión más efectiva de la capa superior, presión más baja a una distancia menor o igual 2B.
- 4.- Para la magnitud  $q_R$

$$q_R = Q_L / B$$

Donde:

$$Q_L = \text{Carga lineal sobre el cimiento}$$

$$B = \text{Ancho del cimiento}$$

- 5.- Se debe calcular las fuerzas requeridas, determinar los factores de reducción, resistencia de fricción, realiza el esquema de diseño. Tomado de (Manual de Geosintéticos, pp. 365).

### Humedad y Agresividades de Sales en Cimentaciones de Albañilería

**Agresividades de sales:** Los suelos petulantes por sales son aquellos que presentan una alta concentración de sales solubles (suelos salinos) y/o sodio intercambiable en las arcillas (suelos alcalinos o sódicos) (Richards, 1982). Las sales que están presentes en suelos salinos, es el cloruro magnésico ( $MgCl_2$ ), cloruro sódico ( $NaCl$ ), Cl sulfato sódico ( $Na_2SO_4$ ) y el sulfato magnésico ( $MgSO_4$ ). Dentro de estas sales tres predominan en el agua del mar. Según la norma técnica E050 Suelos y Cimentaciones lo contempla de la siguiente manera:

**Ataque Ácido:** En caso del valor del pH sea menor a 4,0, el PR indica las medidas de apropiadas para salvaguardar el concreto armado o simple de todas las estructuras que esta enterradas en el ataque ácido.

**Ataque por Sulfato:** De acuerdo a la NTE E.060 de Concreto Armado señala las exigencias para hormigón expuesto a sulfatos en aguas y suelos subterráneos, también indica la medida correctiva de empleo en cada caso. Cuando se pretenda usar un material sintético para salvaguardar el cemento, este tiene que ser una geomembrana o geotextil impregnado con asfalto, que sus características son determinadas por el PR, los sulfatos son perjudiciales en solución acuosa los agentes más agresivos al concreto.

**Tabla N°15 Requisitos para Concreto Expuesto a Soluciones de Sulfatos**

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO <sub>4</sub> ) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO <sub>4</sub> ) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f'c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	0,0 ≤ SO <sub>4</sub> < 0,1	0 ≤ SO <sub>4</sub> < 150	—	—	—
Moderada**	0,1 ≤ SO <sub>4</sub> < 0,2	150 ≤ SO <sub>4</sub> < 1500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	0,2 ≤ SO <sub>4</sub> < 2,0	1500 ≤ SO <sub>4</sub> < 10000	V	0,45	31
Muy severa	2,0 < SO <sub>4</sub>	10000 < SO <sub>4</sub>	Tipo V más puzolana***	0,45	31

Fuente: NTE E.060 Concreto Armado

De acuerdo a las NTP. Las propiedades de estos materiales no están aprobado el uso de elementos sintéticos [plásticos] menos aun si no cumplen con los requisitos que se requiere, para ser utilizados como elementos impermeabilizantes. La determinación cuantitativa de sales solubles de sulfatos en aguas y suelos se hace mediante las NTP 339:074, NTP 400.014, respectivamente.

**Ataque por Cloruro:** El fenómeno que corroe al ion del cloro en los cimientos es el que se limita a la agresión química del acero y del concreto armado. En cuanto al contenido de ion de cloro se determina con la NTP 400.014, donde si es mayor 0,15 %, el PR indica las medidas de defensas necesarias. “La

determinación cuantitativa de cloruros en aguas y suelos se realiza mediante las NTP 339.076 y 400.014, respectivamente”.

**Tabla N°16 Contenido Máximo de Iones Cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo**

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento)
Concreto preesforzado	0,06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0,15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1,00
Otras construcciones de concreto armado	0,30

Fuente: NTE E.060 Concreto Armado

**Eflorescencia:** Una de las patologías con mayor frecuencia que se produce en las fachadas, muros. Se muestran como manchas blanquecinas de aspectos irregulares. Presentan gran peligro para el soporte de algunas estructuras ya que el deterioro puede ser contante y grave. Se presentan en superficies de hormigón, ladrillo y piedra. Producidas por cristalización de algunas sales solubles, las precipitaciones, humedad por condensación, humedad por capilaridad, ya que algunas provienen del subsuelo requieren un sistema constructivo con aislamiento impermeable para prevenir este tipo de patologías en la construcción.

**Análisis químico:** Mediante ensayo se podrá determinar las propiedades químicas que contiene un suelo, sobre el cual se pretende construir, para plantear acciones de mitigación al momento de construir, esto se realiza tomando la muestra de la calicata, se analiza en el laboratorio de acuerdo a lo requerimientos planteados por las normas antes mencionadas, los resultados se obtendrán mediante análisis de laboratorio. Consideraciones para una concreto para la construcción (Ver Tabla 15).



**Tabla N° 17 Elementos Químicos perjudiciales para la cimentación.**

Presencia en el suelo	ppm	Grado de Ataque	Observación
<b>Sulfatos</b>	0 -1000 1000 – 2000 2000 – 20000 >20000	Leve Moderado Severo Muy severo	Ocasiona un ataque químico del concreto de la cimentación
<b>Cloruros</b>	>6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras, elementos metálicos
<b>Sales Solubles totales</b>	>15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de resistencia mecánica por problema de lixiviación

Fuente: Comité ACI 318-19

### **Tipo de humedad**

La humedad es la cantidad de contenido de agua que presenta la atmosfera, ya que esta engloba siempre agua en especie de vapor y la cantidad variara de la temperatura; señala que al aumentar esta crece el contenido de humedad (López, 2005, p.121).

Para López, Todo suelo tiene humedad, de modo que permite que el suelo pueda ser moldeable y trabajable. Para saber el contenido de humedad del suelo, se requiere de ensayos de laboratorio obteniendo muestras del terreno natural y emplear la utilización de un horno que la temperatura se pueda controlar [ $110 \pm 5$  °C].

**Condensación:** “Es el tipo de humedad que se ocasiona cuando el agua que contiene el ambiente como vapor, solidifica y vienen a acumularse en los elementos más fríos de una construcción” (Rivera, 2012, p. 17).

**Capilaridad:** “Es la propiedad que requiere la tensión superficial del líquido, la que depende de cohesionar el líquido y ver la capacidad de bajar o subir

por un tubo capilar” (Rodríguez, 2016, p.15). De manera que, viene hacer la altura que puede tener el líquido dentro de un tubo capilar, sobre el nivel del recipiente que lo contiene, se dice que el fluido se mueve por efectos de la presión hidrostática presentes y por la gravedad, también dependerá de la densidad del fluido.

### **Nivel freático**

Se denomina como capa freática o nivel freático a la superficie que toma los puntos donde la presión atmosférica y la del bienen a ser iguales, suele ser similares al relieve de la superficie. Esto hace saturar a los poros del suelo, además esto suele contener aire o agua haciendo variar al volumen del suelo, hace variar las propiedades mecánicas del suelo.

### **Filtración de tuberías**

La húmeda suele ser producida por la filtración, como consecuencia del agua proveniente del exterior y que expande a través del suelo o materiales, debido a la presión hidrostática. Por fallas en tuberías, depósitos de almacenamiento, canales, presas, piscinas, instalaciones sanitarias, accesorios; todo esto afectando a las estructuras expuestas en las construcciones.

### **Proceso Constructivo, colocación del Geosintético para la impermeabilización**

Para realizar una construcción se tiene etapas, mediante las cuales se requiere una programación y una secuencia específica para cada actividad en la construcción.

1. Preliminares.
2. Cimentaciones.
3. Estructuras.
4. Albañilería obra gruesa.
5. Albañilería ligera.
6. Acabados.
7. Instalaciones Complementarias.



Fuente: Elaboración Propia

### **Materiales para Impermeabilizar la Cimentación**

- Geotextil impermeabilizador
- Geotextil protector
- Cutter
- Tijera
- Wincha Métrica
- Maquina soldadora geotextil
- Tubo PVC

### **Recursos**

- Personal técnico Calificado
- Planos
- Transporte, Materiales.

### **Pasos del proceso constructivo**

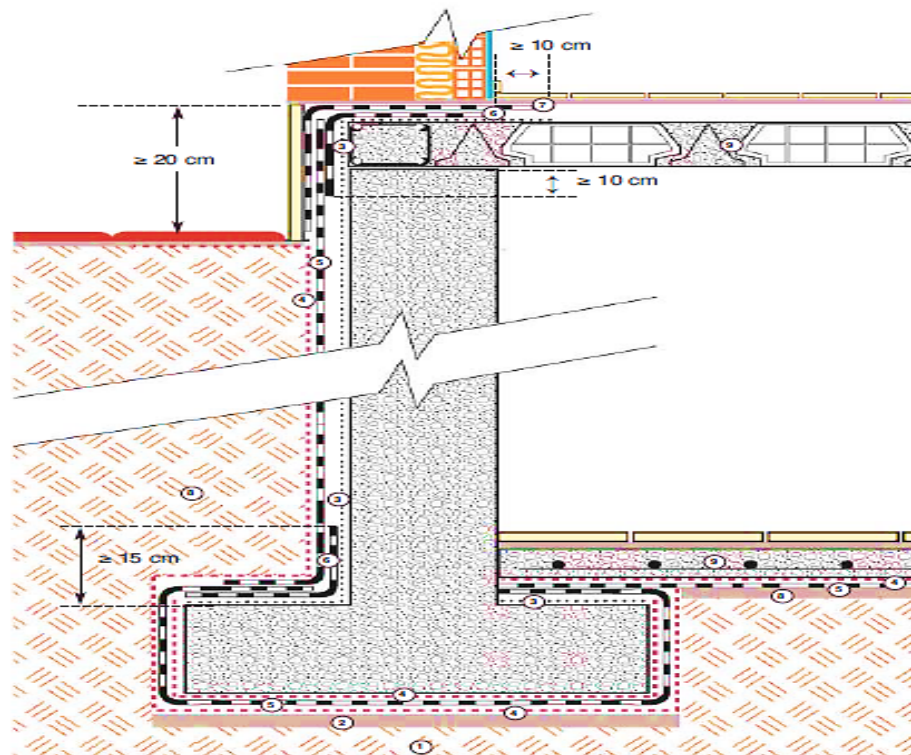
“Es un proceso por el cual se establece una secuencia e identifica las zonas a cubrir y proteger parte de la cimentación en una construcción [...] procedimientos establecidos para colocar materiales en una determinada construcción” (Anfia, 2016, p.9). Para ello mostramos en la (Fig.14),

Impermeabilización de muros de sótano y soleras con drenaje de enchado de áridos.

### Lectura de figura N°14

1. Terreno	8. Drenaje
2. Cimentación	9. Mortero de regularización
3. Muro	10. Capa antipunzonante
4. Imprimación	11. Tubo drenante
5. Banda de refuerzo	12. Solera
6. Membrana impermeabilizante	13. Capa Filtrante
7. Banda de terminación	

Figura N°14 Proceso Constructivo con Geomembrana Impermeabilizante



Fuente: A N F I A, Velázquez, Madrid, 2016.

### Colocación del Geosintético

Se procederá a colocar el Geosintético impermeabilizante acompañado de un geotextil protector, en el caso lo requiera, con medidas del diseño, para cubrir toda la estructura de la cimentación, verificando que en los bordes tenga los suficientes traslape y se adecue al diseño. Además, se tiene que tomar consideraciones de diseño para adoptar la elección del geotextil en la construcción.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y Diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada, porque existe la intervención por parte del investigador en el lugar de estudio, este proyecto de investigación inicialmente recabo toda la indagación teórica y otros juicios en cuanto a la problemática en la zona de estudio, para prontamente sumar los juicios a la realización del trabajo de investigación para luego dar una solución a la problemática.

##### **Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es cuasiexperimental, ya que se puede relacionar causales entre variable independiente (aplicación de los geosintéticos para la impermeabilización) y variable dependiente (cimentación en edificaciones de albañilería), debido a que se utiliza la variable independiente para luego realizar la medición de su efecto en la variable dependiente.

Para definir, Rojas sostiene que [...] “es un recurso de técnica científica el cual admite un plan de investigación el cual se adecua a las necesidades del investigador” (2000, p.134).

##### **Nivel de investigación**

Este proyecto de investigación, es de nivel descriptivo explicativo, ya que se está evaluando el comportamiento y relación de las variables.

##### **Enfoque de investigación**

Es cuantitativo, ya que se basa en recolección de datos y se mide la variable por naturaleza numérica.

“Se usa para recolectar datos y probar hipótesis [...] con cotejo numérica y estadística, estableciendo patrones con el fin de probar teorías” (Rojas et al.,2000p.834).

### **3.2 Variables y operacionalización**

Comprende la estructura de la investigación la ayuda a descomponer minuciosamente las variables que son parte del problema a investigar, comenzando desde lo más generalizado inclusive alcanzar al específico y es así que podemos tener un entendimiento de la investigación.

- **Variable independiente**

Geosintéticos para la impermeabilización.

- **Variables dependientes**

Cimentación en edificaciones de albañilería.

Agresividad de sales en cimentaciones de albañilería.

Proceso constructivo, colocación del Geosintético para la impermeabilización.

### **3.3 Población, Muestra y Muestreo**

#### **Población**

Al respecto Hernández et al, (2003) menciona que la población “viene a ser un conjunto de sujetos medidos u objetivos que tienen características” (p.174). Afines que son visibles en cualquier área o parte y un tiempo establecido.

La población de esta investigación está constituida por suelo, cimentaciones de edificaciones Calle Malecón, Santa Rosa 2021.

#### **Muestra**

Para Hernández et al, (2003) “es un subconjunto de la población que se despliega en la investigación, se dice que viene formar parte de la representación de la población” (p.175).

Para fines de esta investigación se tomó la cimentación de 1 una vivienda, las muestras de suelo se extrajo de 3 calicatas Malecón Calle 18, Santa Rosa, obtenidas de la fundación de las muestras que se utilizó en los ensayos de laboratorio, con fines de estudio.

#### **Muestreo**

Según Parra et al, (2003) menciona que “es un método donde no todos tienen la posibilidad de ser escogida, por la que se desconoce la probabilidad de selección de cada elemento o unidad de población” (p.25). En cuanto a nuestro estudio es no probabilístico puesto que será elegido por el investigador.

### **3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.**

#### **Técnicas de Recolección de datos**

(Bernal, 2010) señala que “existen diversas formas, procedimientos a ser utilizados por el investigador para logra adquirir u extraer información” (p. 195). Para la presente investigación se realizó por mecanismos de observación directa de los hechos, libros, tesis, artículos, normas técnicas, manuales de diseño, y ensayos de laboratorio.

### Recolección de datos

- a. Técnica de campo.
- b. Técnica de investigación documental y bibliográfica.
- c. Técnica de laboratorio.

### Instrumentos de recolección de datos

(Bernal, 2010) “son recursos que ayudan a obtener y a procesar la información, con una serie de procedimientos que permitirá dar respuesta a los objetivos y contrastar la hipótesis en la investigación” (p.194). Para la recolección de datos, se recurrirá a ensayos de laboratorio:

Según corresponda a la naturaleza de esta investigación los instrumentos serán mediante ficha de datos validada por juicio por expertos, fichas técnicas de producto, hoja de Cálculo.

**Tabla N° 18 Ensayos de laboratorios**

<b>Ensayos de Laboratorio</b>	<b>Instrumentos</b>
Ensayo de penetración estándar SPT(ASTM) D1586	Trípode, Barra de acero
Análisis granulométrico, Contenido de humedad ASTM D2216	Tamices, Balanza horno eléctrico
Sales Solubles Totales -Cloruros (MTC E219)	Recipientes, probetas graduadas.
Resistencia al punzonamiento de la geomembrana 0.75, con adición de geotextil protector (ASTM D4833)	Máquina de tracción universal. ZWICK ROELL, Z010. Vernier Digital. MITUTOYO CORPORATTIO, CD-6” BS.
Resistencia a tracción de la geomembrana adicionado geotextil protector 0.75, con adición de geotextil protector (ASTM D6693)	Máquina de tracción universal. ZWICK ROELL, Z010. Vernier Digital. MITUTOYO CORPORATTIO, CD-6” BS.



## **Validez**

(Hernández et al, 2003) “señala que es condición necesaria para validar un contenido, ya que requiere procedimientos rigurosos para lograr con más precisión los resultados o realidad” (p.176). Los instrumentos a utilizados han sido sometidos a una validación de expertos o especialistas en el ámbito de construcción en el cual se encargan de revisar y aprobar el contenido del instrumento a utilizar en esta investigación. Señala ser la precisión que tiene un instrumento para medir la eficacia y eficiencia del grado en que un instrumento calcula la variable que se quiere medir, este se someterá al juicio de expertos de acuerdo a las sugerencias, se validará el contenido por medio del marco teórico en la investigación.

## **Confiabilidad**

(Acuña, 2003) “es la posibilidad de un elemento que se desempeñe favorablemente realizando su función durante un espacio de tiempo delineado y bajo circunstancias anticipadamente detalladas” (p.16). Es el grado que se aplicación repetidamente al mismo sujeto u objeto llegando a resultados iguales.

Es determinada bajo los instrumentos en el laboratorio y la conformidad y operatividad certificación del instrumento.

### **3.5 Procedimiento**

La pesquisa en campo es realizada con intención de conseguir cuantificaciones geotécnicas de proyecto las cuales contienen la obtención de propiedades físicas, químicas y mecánicas, así como del suelo y la roca encontrada en la zona de la indagación, una parte de ellas es realizada en campo llamada in-situ, la otra parte es desarrollada en recintos especializados en mecánicas de suelos, de tal manera es necesario que la muestra sea extraída, embolsada y trasladada celosamente sin alterar sus condiciones naturales. Para este proyecto del estudio se realizó la exploración de campo para obtención de muestras de suelo, se extrae de 3 calicatas en Calle Malecón s/n, San Rosa, obtenidas

de la fundación. Además, contara con la muestra del Geosintético. Dichas muestras se utilizaron para los ensayos de laboratorio, para posteriormente se realizará el procesamiento en un programa de computación y/o Excel, que indiquen de manera objetiva los resultados que se obtendrán de la técnica de recolección de datos.

### **Ensayo de penetración estándar SPT**

Permite conocer la capacidad portante del suelo y se realiza usando diversos instrumentos, véase Norma ASTM D1586 y la NTP 339.133:1999, como trípode, cuerda, punzón, wincha, regleta, ficha de registro de datos, esto consiste en dejar caer la barra punzón de 63.5 kg a una altura determinada, esto impacta en el suelo penetrando una profundidad (z) la cual se toma nota esto se hace repetidas veces, para obtener el valor se usa los métodos matemáticos de TERZAGHY – VESIC. Además, se relaciona con los valores obtenidos en la Tabla 19.

Tabla N° 19 Valores de relación SPT para suelos granulares

<b>COMPACIDAD (Suelo Granular)</b>	<b>Grado de Compacidad</b>	<b>N (S.P.T.)</b>	<b>Resistencia a la Penetración Estática</b>	<b><math>\phi</math></b>
Muy suelta	< 0,2	< 4	< 20	< 30
Suelta	0,2 - 0,4	4 - 10	20 - 40	30 - 35
Compacta	0,4 - 0,6	10 - 30	40 - 120	35 - 40
Densa	0,6 - 0,8	30 - 50	120 - 200	40 - 45
Muy Densa	> 0,8	> 50	> 200	> 45

Fuente: TERZAGHY

### **3.6 Método de análisis de datos**

El método y análisis de datos, se realizará tomando en cuenta los datos esenciales y todo tipo de evaluación, cuidadosamente en el caso que se requiera para logra la indagación sobre los efectos a largo plazo, respectado la políticas y procedimiento de investigación.

### **Análisis granulométrico**

Para realizar el análisis granulométrico se requiere extraer la muestra del suelo para luego es pesada, así mismo se pasa por una serie de tamices normalizados, para determinar el % de retención en cada tamiz. Luego se toma todos los porcentajes retenidos y se lleva al cálculo para realizar la curva granulométrica, así recurrir método de clasificación SUCS o AASHTO, que nos guiara a identificar la clasificación del suelo y el tipo de suelo que se presenta, Norma ASTM D2487.

### **Contenido de humedad**

En este ensayo se toma 3 muestras de suelo, se pesa y se coloca en recipiente, se lleva al horno de secado con una temperatura graduada entre 110 °C +-5, por un tiempo estimado 24 horas, luego se extrae se pesa nueva mente las muestras. se hace un promedio del total de las muestras, por diferencia de peso se obtiene la cantidad de humedad, mediante la Norma AST D2216.

### **Análisis químico de suelo**

Se obtiene la muestra del suelo en un recipiente se lleva al laboratorio, en ensayo de Sales Solubles totales se determina mediante la Norma MTC E 219, NTP 339.152: 2002; sulfatos ASTM D516, NTP 339.179:2002; Cloruros ASTM D512, NTP 339.177:2002, para este análisis se requiere usar los equipos cuidadosamente lo cual debe realizarlo un personal acreditado, para obtén los resultados será por un informe técnico de laboratorio, de allí se tomará los datos para el análisis en este proyecto.

### **Resistencia al punzonamiento y tracción de la geomembrana 0.75mm con adición de geotextil PET protector**

Para este ensayo se usa una prensa hidráulica, las muestras obtenidas de la geomembrana y geotextil se colocan de manera conjunta y se procede a realizar el ensayo y registro de los datos. Métodos usados según las Norma Americana ASTM D 4833, ASTM D 6693.

### **3.7 Aspectos éticos**

Siendo alumno de la carrera profesional de ingeniera civil, estoy comprometido a desarrollar la presente investigación con toda la disciplina y siguiendo los pasos de los formatos, resoluciones de la universidad e instrumentos que se usan para determinar el objetivo de estudio, como también no cometer el plagio con la informaciones que se encuentra en otras tesis, además de los principios establecidos por la universidad, uso Turnitin para garantizar la autenticidad del trabajo de investigación de tipo académico.

## **IV. RESULTADOS**

### **Objeto de estudio**

“Urb. Santa Rosa”, Santa Rosa, donde se indago el suelo mediante la excavación de calicatas, ensayos de laboratorio, y de los datos empíricos acopiados en obras anteriores, así como las propiedades de esfuerzo y deformación para el proyecto de cimentaciones superficiales, obteniendo las condiciones físico- mecánicas del geotextil para el proyecto de la estructura de la edificación. Ubicación del área en estudio cuenta con 420.382 m<sup>2</sup>, se ubica en la Mz. A1, Lot. 3, en la Calle Malecón. Urb. Santa Rosa, Distrito de Santa Rosa, Provincia Lima, Departamento de Lima (Anexo 7 - Plano de Ubicación de la Zona).

**Conocer la Aplicación de los geosinteticos para la impermeabilización de la cimentación en edificaciones de albañilería y proceso constructivo, Santa Rosa 2021.**

### **Laboratorio de ensayos de Geosinteticos**

Para el diseño se eligió por conveniencia la geomembrana por sus propiedades físico-mecánicas de permeabilidad y durabilidad especificadas en la ficha técnica de producto, (ver tabla N°4). Además, con ayuda de la Tabla N°11 Ángulos de fricción geomembrana – tipo de suelo y geomembrana - geotextil Según ensayo ASTM D 5321, tomando en referencia al resultado de mecánica del suelo, se tomó estos materiales a usar para la impermeabilización.

**Diseño y elección del geotextil para protección en cimiento-sobrecimiento.**

Mediante la metodología que plantea Wilson-Fahmy, Narejo y Koerner, expuesta en 1996. Consideramos para diseño y así elegir el geotextil,

mediante la Ecuación de Presión admisible, Masa unitaria, con los datos siguientes:

Tipo de construcción: cimentación de edificación, Altura de relleno: 1.6m, Peso unitario de materiales Norma E.0.20 Cargas RNE, Hormigón Armado: 2400 kg/m<sup>3</sup>, arena limosa seca: 1600 kg/m<sup>3</sup>, Presencia de rocas aisladas FS = 5 (Tabla N°5), Altura de Protuberancia H= 25mm (Tabla N° 5), usando los factores de modificación:

FMs = 0.5 (Tabla N° 6), FMDP = 1 (Tabla N° 7), FMA = 0.5 (Tabla N° 8).

Factor de reducción (Tablas 9 y 10) FRFL = 1.5, FRDQB = 1.3

La presión admisible sobre la geomembrana se puede calculada mediante la Ecuación:

$$P_{adm} = FS \cdot P_{req} = (2400+1600) \text{ Kg/m}^3 \cdot 0.00981 = 39.2265 \text{ Kn/m}^3$$

$$P_{adm} = 5 * (39.2265) \text{ Kn/m}^3 = 313.81 \text{ kPa.} = 3.12 \text{ kg/cm}^2$$

**En la Ecuación (a2)**

$$P_{adm} = \left[ 450 \frac{M}{H^2} \right] \left[ \frac{1}{FM_s \cdot FM_{DR} \cdot FM_A} \right] \left[ \frac{1}{FR_{FL} \cdot FM_{DQB}} \right]$$

Despejando (M)

$$M = (313.81 * 25 * 0.5 * 1 * 0.5 * FR_{FL} * 1.3) / 450$$

$$M = 141.65 * FR_{FL} \quad \text{revisando la Tabla N° 9, elegimos } FR_{FL} = 1.5$$

$$M = 142.65 * 1.5 = \mathbf{212.5 \text{ g/m}^2}$$

$$\text{Condición: } P_{adm} = 450 \cdot \frac{M}{H^2} \geq 50 \text{ kPa} \quad \dots (a3)$$

$$P_{adm} = (450 * 212.5) / 25^2 = 153 \text{ kPa.} = \mathbf{1.56 \text{ kg/cm}^2}$$

153 kPa > 50 kPa Cumple.

Se elige el Geotextil en base a su masa unitaria Calculada, especificaciones de fabricante: Corresponde a un Geotextil de 200 gr/m<sup>2</sup>.

Resistencia a la Tensión ASTM D 4632 = 420 N

Resistencia al Punzonamiento ASTM D 4833 = 180 N

Resistencia al Estallido ASTM D 3786 = 1179 kPa.

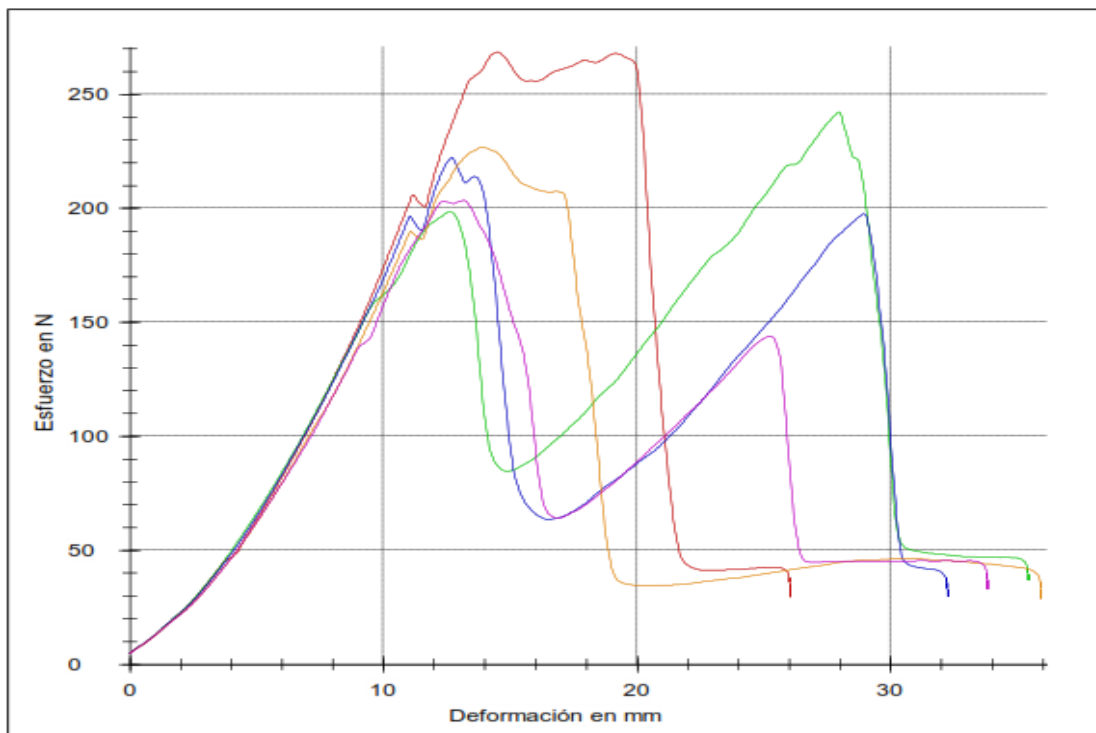
(Ver Anexo 4 Ficha técnica de geotextil)

Resistencia al punzonamiento de geomembrana 0.75mm, adicionado geotextil PET 200 gr/m<sup>2</sup>.

**Tabla N° 20 Resultados de resistencia al punzonamiento**

Resistencia al punzonamiento de geomembrana 0.75mm adicionado geotextil PET	Muestra	Resistencia geomembrana HDPE (ficha técnica) (A) ASTM D4833	Resistencia Geotextil PET (ficha técnica) (B) ASTM D4833	Resistencia de ensayo laboratorio (A+B) ASTM D4833
E-01	M+1	274 N	180 N	<b>268 N</b>
E-02	M+2	274 N	180 N	<b>242N</b>
E-03	M+3	274N	180 N	<b>222N</b>
E-04	M+4	274N	180 N	<b>227N</b>
E-05	M+5	274 N	180 N	<b>203N</b>

Figura 15: Gráfica de la Fuerza de resistencia al punzonamiento(N) Vs Deformación (%)



Fuente: Propia

Se logro obtener una resistencia en promedio de **232 N**. En cuanto a su ficha técnica no llega alcanzar a la resistencia especificada de la geomembrana;

cabe señalar que se realizó el ensayo basado en la norma ASTM D4833, con una velocidad (300mm/min.) Además, condiciones de ambiente a 22.1C° húmeda relativa en 63%. Pero al analizar el comportamiento de los materiales de forma conjunta (sobre puesta una sobre otra) hace que su desempeño sea de forma conjunta de manera que se ha sumado las resistencias de sus fichas técnicas y se ha promediado para obtener un solo valor, tal como se realizó el ensayo. Llegando a obtener un valor de 232N=2.32MPa, superando el valor promedio de la geomembrana y el geotextil; en conclusión, aumento en 1.08% su resistencia al punzonamiento. (ver Fig.15 Gráfica de ensayos).

Tabla N° 21 Porcentaje de ensayo Punzonamiento

<b>Geotextil + Geomembrana</b>	<b>Resistencia (N)</b>	<b>%</b>
<b>Ficha Técnica en promedio</b>	227	49.46%
<b>Ensayo en promedio</b>	232	50.54%
<b>Total</b>	459	100.00%

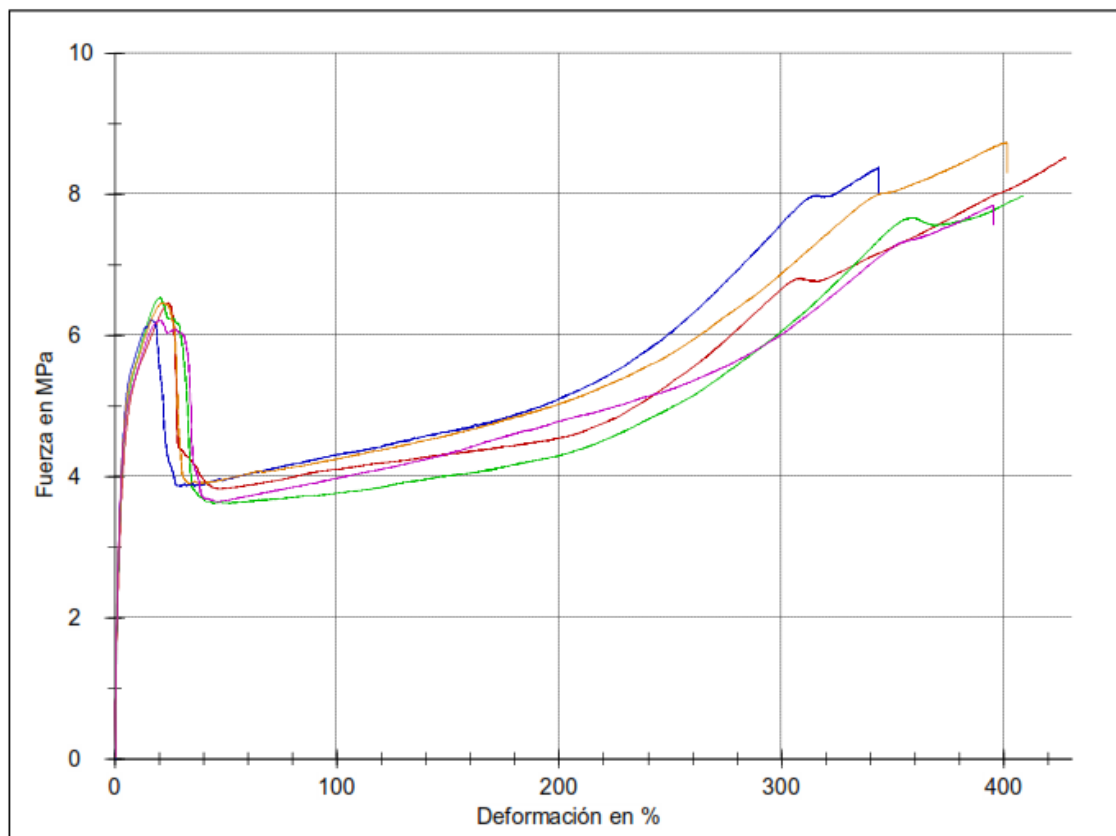
Resistencia a la tracción de geomembrana 0.75mm, adicionado geotextil PET 200 gr/m<sup>2</sup>.

**Tabla N° 22 Resultados de resistencia a la Tracción - Elongación Longitudinal**

<b>Tracción-Elongación (Longitudinal) geomembrana 0.75mm adicionado geotextil tipo PET</b>	<b>Muestra</b>	<b>Resistencia geomembrana HDPE (ficha técnica) (A) ASTM D6693</b>	<b>Resistencia Geotextil PET (ficha técnica) (B) ASTM D4632</b>	<b>Resistencia de ensayo laboratorio (A+B) ASTM D6693 (Fuerza máxima)</b>	
				<b>N</b>	<b>MPa</b>
E-01	M+1	20 kN/m <sup>2</sup>	420 N/cm <sup>2</sup>	<b>78.01</b>	<b>8.52</b>
E-02	M+2	20 kN/m <sup>2</sup>	420 N/cm <sup>2</sup>	<b>72.80</b>	<b>7.98</b>
E- 03	M+3	20 kN/m <sup>2</sup>	420 N/cm <sup>2</sup>	<b>54.82</b>	<b>8.38</b>
E-04	M+4	20 kN/m <sup>2</sup>	420 N/cm <sup>2</sup>	<b>74.76</b>	<b>8.74</b>
E- 05	M+5	20 kN/m <sup>2</sup>	420 N/cm <sup>2</sup>	<b>73.38</b>	<b>7.84</b>



Figura 16: Gráfica de la Fuerza de resistencia a Tracción (MPa) Vs Deformación



Fuente: Propia

Sé a logrado alcanzar una resistencia máxima de 8.29 MPa con un (Espesor= 1.58mm y Ancho= 5.40mm). Respecto a la resistencia del geotextil en su ficha técnica muestra un aumento en 4.07MPa más. Con lo que se concluye que el geotextil y geomembrana se desempeñan mejor si se sobreponen uno sobre el otro haciendo más eficaz su resistencia longitudinal, velocidad de ensayo (50mm/min).

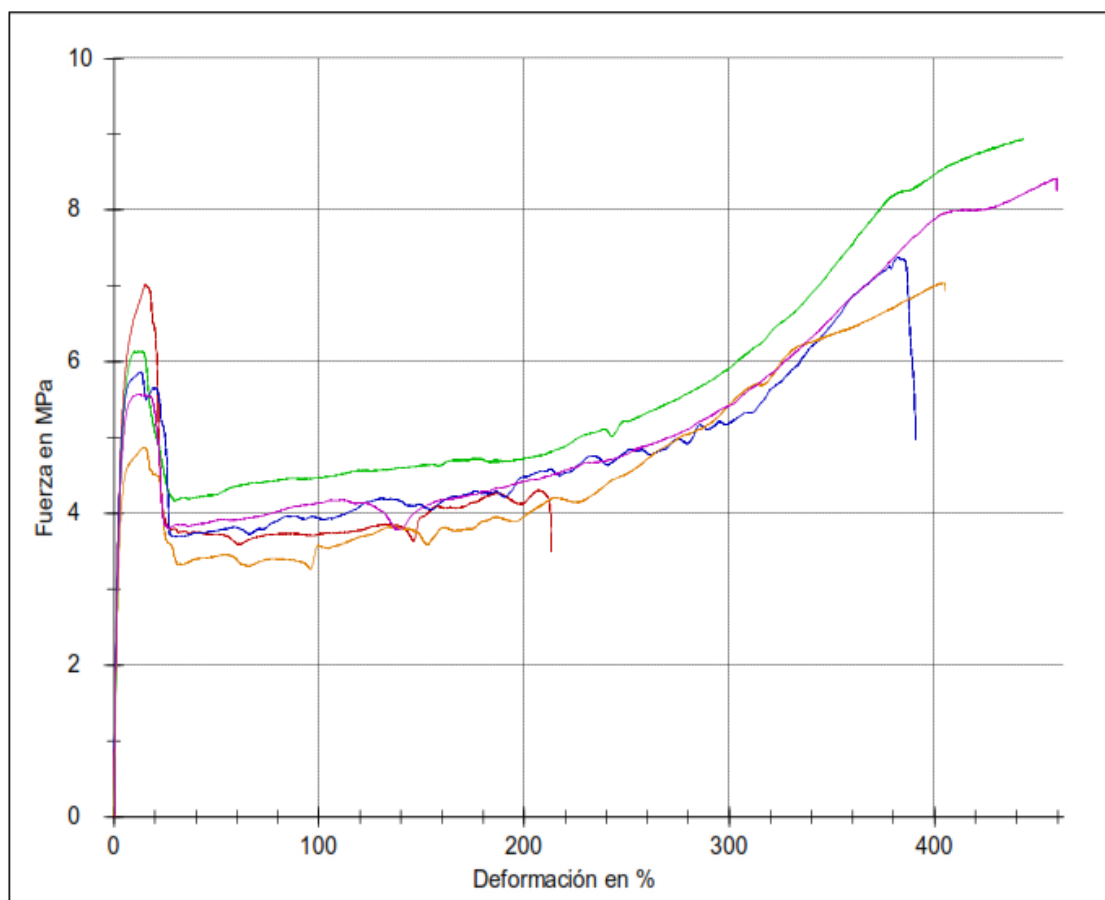
Comparación referente a la ficha técnica de producto

Geotextil PET	420N/cm <sup>2</sup>	.....	4.2 MPa	}	4.22 MPa
Geomembrana	20kN/m <sup>2</sup>	.....	0.02 MPa		
Resultado de Ensayo		.....	8.24 MPa		
Resistencia que aumentó en cuanto a su ficha técnica.....			4.07 MPa		

**Tabla N° 23 Resultados de resistencia a la Tracción - Elongación  
Trasversal**

Resistencia a la tracción-elongación (Trasversal) geomembrana 0.75mm adicionado geotextil PET	Muestra	Resistencia geomembrana HDPE (ficha técnica) (A) ASTM D6693	Resistencia Geotextil PET (ficha técnica) (B) ASTM D4885	Resistencia de ensayo laboratorio (A+B) ASTM D6693 (Fuerza máxima)	
				N	MPa
E-01	M+1	20 kN/m <sup>2</sup>	420 N/cm <sup>2</sup>	<b>46.89</b>	<b>7.01</b>
E-02	M+2	20 kN/m <sup>2</sup>	420 N/cm <sup>2</sup>	<b>65.61</b>	<b>8.94</b>
E-03	M+3	20 kN/m <sup>2</sup>	420 N/cm <sup>2</sup>	<b>59.03</b>	<b>7.38</b>
E-04	M+4	20 kN/m <sup>2</sup>	420 N/cm <sup>2</sup>	<b>51.44</b>	<b>7.04</b>
E-05	M+5	20 kN/m <sup>2</sup>	420 N/cm <sup>2</sup>	<b>76.94</b>	<b>8.42</b>

Figura 17: Gráfica de la Fuerza de resistencia a Tracción (MPa) Vs Deformación



Fuente: Propia

Sé obtuvo una resistencia máxima de 7.76 MPa con un (Espesor= 1.47mm y Ancho= 5.22mm). Respecto a la resistencia del geotextil en su ficha técnica muestra un aumento en 3.54 MPa más. Con lo que se concluye que el geotextil y geomembrana se desempeñan mejor si se sobreponen uno sobre el otro haciendo más eficaz su resistencia Trasversal, velocidad de ensayo (50mm/min).

Comparación referente a la ficha técnica de producto:

Geotextil PET 420N/cm <sup>2</sup> .....	4.2 MPa	}	4.22 MPa
Geomembrana 20kN/m <sup>2</sup> .....	0.02 MPa		
Resultado de Ensayo .....	7.76 MPa		
Resistencia que aumentó en cuanto a su ficha técnica.....	3.54 MPa		

**Tabla N° 24 Porcentaje de Ensayo a Tracción**

<b>Geotextil + Geomembrana</b>	<b>Tracción Longitudinal</b>	<b>%</b>	<b>Tracción Trasversal</b>	<b>%</b>
<b>Ensayo</b>	8.29	<b>66.27%</b>	7.76	<b>64.77%</b>
<b>Ficha Técnica</b>	4.22	33.73%	4.22	35.23%
<b>Total</b>	12.51	100.00%	11.98	100.00%

En conclusión, la resistencia a la tracción Longitudinal aumento en 32.54% en cuanto a su ficha técnica, del mismo modo para su resistencia tracción Trasversal aumento en 29.54%.

**Evaluar el comportamiento físico mecánico del suelo y el Predimensionamiento de la cimentación en edificaciones de albañilería**

**Ensayo de penetración estándar SPT**

Se explora en la zona de estudio para conocer su resistencia del suelo sometido a cargas mediante el cual ayudara a fijar parámetro de diseño en las cimentaciones, como resultado del ensayo SPT nos arrojó entre 8 – 15 golpes una consistencia compacta,  $\phi = 35^\circ$  y basado al método de TERZAGHY y VESIC, (ver Anexo 6 hoja de cálculo), se llega a obtener la Capacidad de carga admisible ( $q_{adm} = 1.25 \text{kg/cm}^2$ ).

## Excavación de calicatas

La indagación geotécnica de campo ha sido en las excavaciones de un total de 3 calicatas tratadas convenientemente según los fines del estudio. En cada una de las calicatas se plasmó el registro de excavación de acuerdo a la norma ASTM D2488. Se arrancaron muestras disturbadas en las excavaciones para realizar las pruebas de laboratorio correspondiente, de tal manera cada muestra fue identificada convenientemente y embalada en bolsas de polietileno que fueron remitidas al laboratorio de mecánica de suelos. Puntos a exploración se muestra a continuación.

**Tabla N° 25 Ubicación de las calicatas**

CÓDIGO	COORDENADAS UTM- WGS84-17S		PROFUNDIDAD (M)	NIVEL FREÁTICO (M)
	ESTE	NORTE		
C-01	11°47'59.2"S	77°10'43.7"W	3.00	-2.85
C-02	11°47'58.9"S	77°10'43.7"W	3.00	-
C-03	11°47'59.1"S	77°10'43.9"W	3.00	-

En la C1, se encontró agua aflorada a una profundidad de – 2.85m; además en la C2 similar a la C3 que no se encontró NF. Se seleccionó muestras alteradas representativas del suelo que debidamente identificadas se remitieron al laboratorio para los ensayos correspondientes para la identificación y clasificación de suelos se obtuvo según el análisis, tal como se aprecia en la tabla N°26.

**Tabla N° 26 Resultados de Análisis Suelo SUCS**

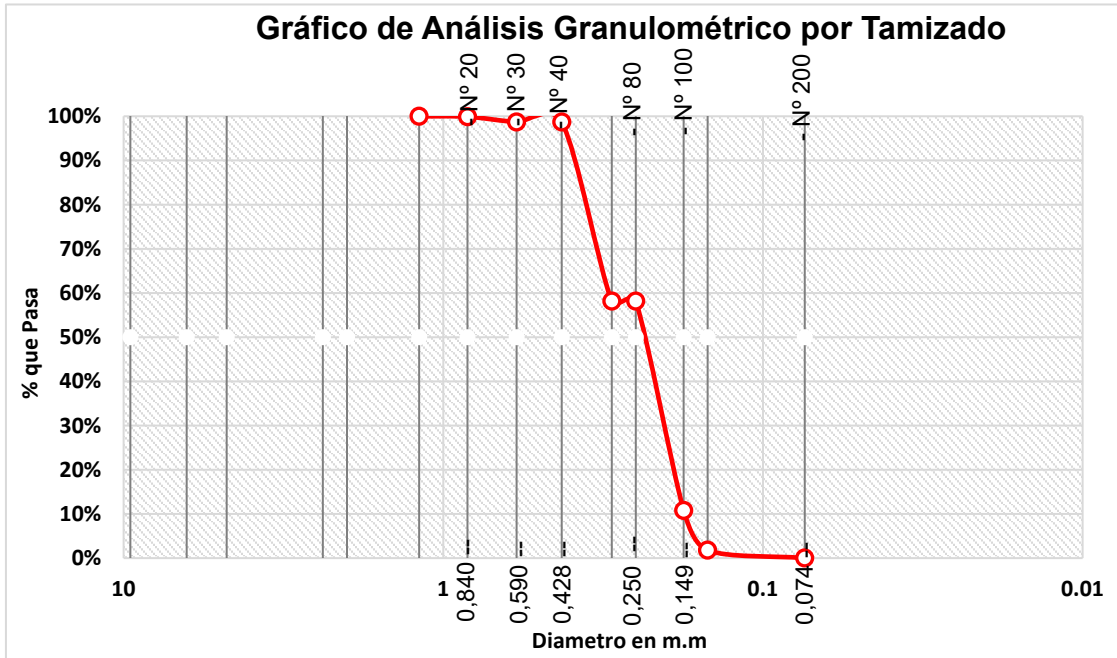
Calicata	Prof.(m)	W%	L.L	L.P	I.P	SUCS	Descripción
C-01	3.00	12.2	NP	NP	NP	SP	ÁRENA MAL GRADUADA
C-02	3.00	9.2	NP	NP	NP	SP	ÁRENA MAL GRADUADA
C-03	3.00	13.6	NP	NP	NP	SP	ÁRENA MAL GRADUADA

Fuente: Elaboración propia

Donde:

**W%**: contenido de humedad, **L.L. %**: Limite líquido, **L.P. %**: Limite plástico, **I.P. %**: Índice plástico.

**Figura N° 18 Curva Granulométrica**



En la C1, C2 y C3; se encontró suelo arenoso mal gradado (SP), con 11.67% de húmeda, posee un color beige densa, muy similar en todos los estratos, hasta profundidades de 3.00m. Tal como se muestra en la gráfica pose un suelo con granulometría >0.1mm, en la N°200 el 98.17% retenido, esto define que es un suelo con una capacidad media de filtración frente a un líquido.

**Determinar la agresividad de sales en la cimentación en edificaciones de albañilería.**

Para ello se ha logrado realizar el análisis químico del suelo, y determinar el contenido de sulfatos, cloruros y sales totales; en muestras de suelos alterados y representativos para determinar las agresivas al concreto y acero; se obtuvo bajo las normativas (MTC – E219 – ASTM D1888).

**Tabla N° 27 Resultados de Análisis Físico Químico**

ppm<6000	Cloruro CL* ppm	%	Nivel
M+1	676	32.14%	Moderado
M+2	776	36.90%	Moderado
M+3	651	30.96%	Moderado
<b>Total</b>	<b>2103</b>	<b>100.00%</b>	<b>Moderado</b>
			<b>36.90%</b>
0->2000	Sulfato (SO4) * ppm	%	Grado de Ataque
M+1	2698	35.25%	Severo
M+2	2496	32.61%	Severo
M+3	2460	32.14%	Severo
<b>Total</b>	<b>7654</b>	<b>100.00%</b>	<b>Severo</b>
			<b>35.25%</b>
<15000	Sales Solubles Totales ppm	%	Nivel
M+1	3730	34.37%	Moderado
M+2	3751	34.57%	Moderado
M+3	3371	31.06%	Moderado
<b>Total</b>	<b>10852</b>	<b>100.00%</b>	<b>Moderado</b>
			<b>34.57%</b>

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en el análisis físico - químico del suelo, se ha tomado en cuenta la cantidad de cloruros, sulfatos y sales. En comparación con las tablas N° 15, 16 ,17; NTE E.060 de Concreto Armado y Comité 318-19 ACI. Nos muestra un nivel moderado en cloruros (CL) con 701ppm en representando a 36.90%. En sulfatos (SO4) un nivel severo con 2551ppm con un 35.25% presente en el suelo de cimentación, en sales solubles totales un nivel moderado con 3617ppm (34.57%), contenidos que corroen al concreto y acero por lo que se requiere mitigar estos factores que influyen en las construcciones, se recomienda usar un concreto de alta resistencia frente a este tipo de suelos.

**Describir el proceso constructivo, colocación del Geosintético para la impermeabilización, Santa Rosa 2021.**

**Antecedentes en la construcción:**

Presenta patologías asociadas a la húmeda, sales, afloramientos, corrosión. Tal como se muestran en la imagen tomada de la vivienda colindante a la construcción. Desde el punto de vista de la ingeniería civil, esto afecta a la funcionalidad y desempeño estructural a lo largo del tiempo.

**Figura N.º 19 Patologías en la cimentación presentes en la obra**



Fuente: Propia

**Proceso constructivo**

Para realizar la impermeabilización debemos tomar en cuenta la secuencia constructiva, según los planos y el diseño, (Ver Plano Cimentación E-01 anexo 8). Para mostrar este proceso de aplicación de la geomembrana y el geotextil protector, se ha tomado algunas consideraciones de diseño fijadas en manual de Geosintéticos.

Para ello nuestro objetivo es Describir el proceso constructivo, colocación del Geosintéticos para la impermeabilización

**Materiales básicos para la impermeabilización**

Geomembrana HDPE (espesor 0.75 mm), Geotextil PET (200 g/m<sup>2</sup>), Maquina soldadora de geomembrana, Cutter, Wincha, Marcador de color.

## Impermeabilización cimentación en edificación Unifamiliar (Caso Santa Rosa)



**Figura N° 20 Cimentación de la edificación**

Fuente: Propia

En esta edificación consta de un área de 80 m<sup>2</sup>, está proyectada a construir 3 niveles, para impermeabilizar la cimentación se usa geomembrana más Geotextil como protector antipunzonante, debido a que existe humedad (Tabla N°26), y agentes químicos que afectan al concreto y al acero en la cimentación, de acuerdo a los análisis de suelo obtenidos en estudio (Tabla N° 27) resultados de laboratorio análisis fisicoquímico. Basado en la guía de procedimientos constructivos de cimentaciones y estructuras de contención, (Víctor Yepes Piqueras, 2020) y (Manual de diseño de Geosintéticos, 2012).

### **1. IMPERMEABILIZACIÓN DE ZAPATA Y VIGA EN LA CIMENTACIÓN**

En este caso se impermeabilizará la zapata y viga en contacto con el terreno, previamente contar con el replanteo, debe perfilarse la zanja, asegurarse que las medidas de excavación sean las correctas de lo contrario replantear de acuerdo a las especificaciones de los planos, además realizar limpieza de material excedente y/o sea contaminantes. (Ver Fig. 24), de acuerdo a medidas y detalle de planos con la siguiente secuencia constructiva:



**Hormigón:** Se ejecutará el vaciado del solado en la zapata Espesor 5cm, como base inicial.

### **Drenaje de la zapata y viga**

Se pondrá una cobertura drenante parte izquierda o derecha (Ver Fig.24), que impida que se deposite la humedad bajo la zapata y viga. Esta capa drenante estará constituida por:

Una capa de, como mínimo, 10 cm de espesor o de acuerdo al detalle del plano de cimentación, a base de áridos de tamaño aproximado 40 mm. Para facilitar el drenaje debe contar con una pendiente >3% y guiarlo a una evacuación externa y/o sea caso que haya presencia de afloramiento de agua para evitar estancarse y evitar daños en las cimentaciones colindantes. Se aplica Geomembrana base de lámina nodular (caso exista un suelo con alto contenido de humedad), a la que puede ir adherido en una o ambas caras el Geotextil sintético.

### **Impermeabilización en la zapata y viga**

Sobre la mezcla de regularización de la zapata se sitúa el geotextil y la geomembrana impermeabilizante, formada por una lámina de, como mínimo, los tipos: **Geomembrana 0.75mm** (lámina de 274 N), por resistencia al punzonamiento, y a la Tracción Resistencia a la Rotura 20 KN/m. Además, **Geotextil PET** (lámina de 180 N) resistencia al punzonamiento, y Resistencia a la Tracción Rotura 420 N, con armadura interna o externa, cuando se combine con drenaje sintético. La membrana se expandirá hasta el arranque del muro.

### **Colocación o extendido de la geomembrana y geotextil**

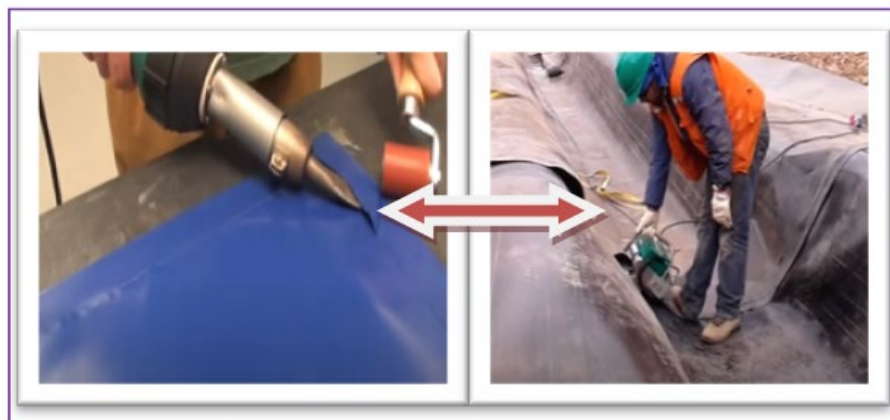
Una vez obtenido las medidas de la zapata, medir la geomembrana y cortar de acuerdo a la medida de la zapata y vigas, considerar el NPT+0.00 como punto referencial, además se debe dar 20cm para traslape y posterior pegado para que quede una sola lamina continua. De la misma manera para el geotextil protector con un traslape de 22cm, ya que no se usará ningún pegamento para este. Se aplica Geomembrana lisa, a la que puede ir adherido en una o ambas caras el Geotextil sintético como protector antipunzonante. Una vez considerador los pasos anteriores se aplica para la

impermeabilización en toda la base y zonas laterales, se debe adecuar a las medidas y formas geométricas de diseño de la cimentación.

### **Unión de la geomembrana o pegado**

Una vez considerador los pasos anteriores se usa pistola de soldadura plástico y rodillo para unir las láminas de la geomembrana, tal como se muestra Fig. 21. Teniendo pegado en su totalidad, se verifica que no quede averturas en ningun extremos de la cimentacion.

Figura N° 21 Soldado o pegado de geomembrana



**Fuente: Propia**

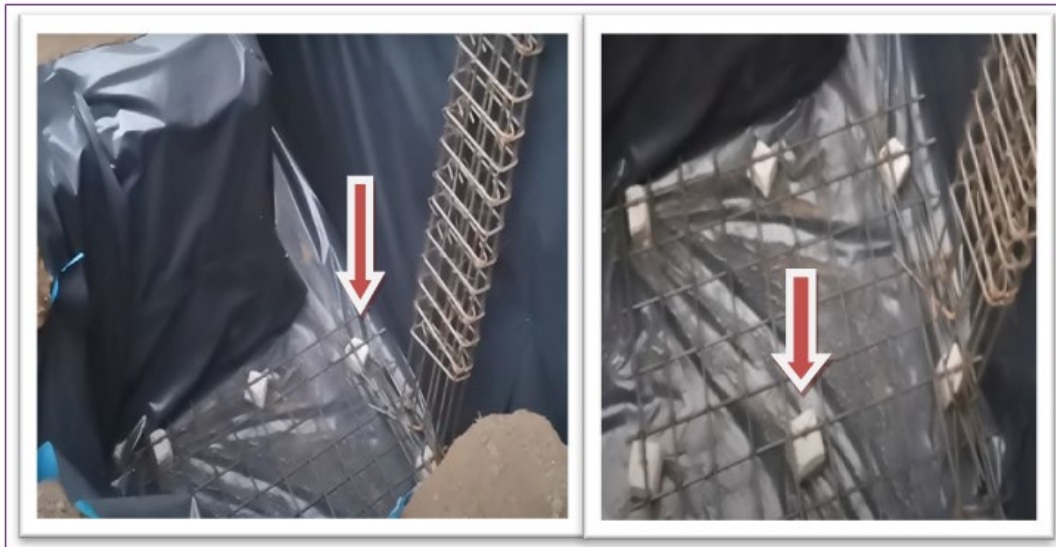
### **Banda de refuerzo**

sobreponer una lamina de refuerzo en la ubicación de la zapata; geoembrana mas geotextil, para aegurar que no se genere rasgunos o huecos en la lamina de la geoembrana al momento montar los dados y la estructura de acero. Se deberá colocar un geotextil antipunzonante sobre la geomembrana impermeabilizante tal como se menciona en los pasos anteriores, para protegerla de daños durante la colocación de la zapata y viga.

### **Colocación de dados de concreto, montado de acero zapata y columna**

se procede a la colocacion de dados de concreto, sobre estos la estructura de acero parilla y columna, en la zapata considerar las medidas en el plano, de modo que quede como se mostrada en Fig. 22.

**Figura N° 22 Colocación Dado de Concreto**



Fuente: Propia

### **Fijado y nivelado de columna**

Nivelar la estructura verticalmente y fijar en los extremos de manera que quede firme hasta que se realice el vaciado de concreto.

### **Encofrado zapata y viga**

Terreno inestable no es posible contar con una buena perfilación, requiere una usar encofrado para moldear la zapata y viga, esto también permitirá usar el material más eficaz y menos desperdicio al momento del vaciado. Para ello considerar las medidas de la zapata y viga según especificaciones de plano, usando madera o encofrado metálico.

Importante al momento de colocar el encofrado no se debe dejar clavos, tornillo, alambres expuestos en las juntas del encofrado o sobresalidos ya que podría punzonar u ocasionar rasgado de la geomembrana. Verificar el encofrado y columna (Ver Fig. 23) que estén nivelado y marcar la altura que va hacer llenado de concreto.

**Figura N° 23 Verificación previa al vaciado de concreto**

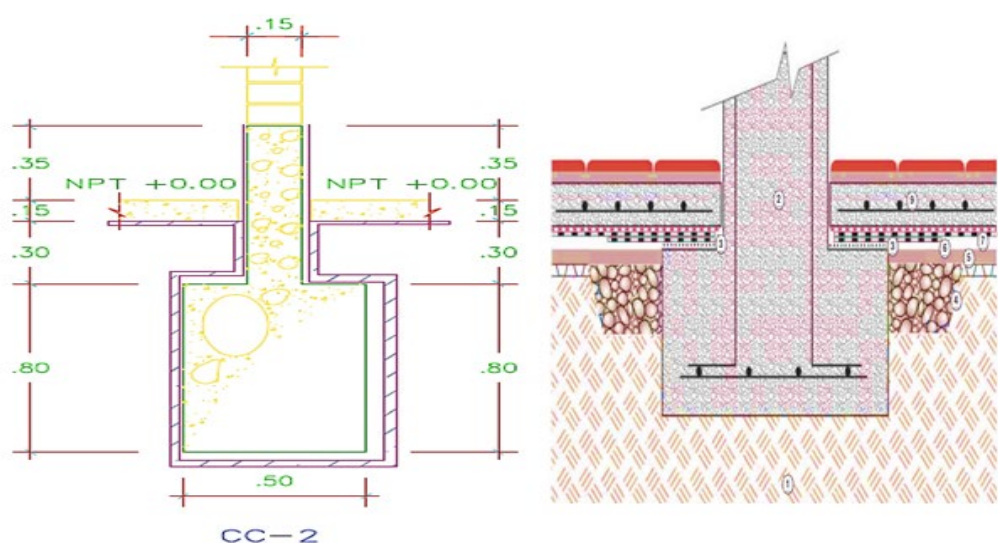


Fuente: Propia

### **Vaciado de concreto $F'c = \text{kg/cm}^2$**

Con todos los pasos realizados anteriormente se llega al vaciado del concreto  $F'c = 315 \text{ kg/cm}^2$ , recomendado según los requisitos de concretos expuestos a soluciones de sulfatos y químicos tabla N°15; Cemento Tipo V, NTE. E.0.60 de Concreto Armado, y la Tabla N°24 análisis químico del suelo según resultados obtenidos.

**Figura N° 24 Muestra de detalle constructivo**



Fuente: Propia

## **2. IMPERMEABILIZACIÓN DE SOBRE CIMIENTO LOZA DE CIMENTACIÓN Y MUROS**

Para una cimentación de edificación que está proyectada diseñada con desniveles al NPT 0.00, los trabajos de impermeabilización de cimiento, sobre cimiento y muro (Ver Fig. 25), se ejecutarán según la siguiente secuencia constructiva:

### **Impermeabilización del sobre cimiento, loza y muro**

Se debe contar con las tuberías de luz, agua y desagüe, ser colocadas según indique los detalles de los planos, estas deben estar con las medidas y ubicaciones correctas.

Una vez fijadas las tuberías se llena material limo arenoso (ML), se compacta el terreno dejando nivelado, sobre la superficie debidamente regularizada para evitar daños en la geomembrana; en la losa se coloca el geotextil y la geomembrana impermeabilizante, conformada por una lámina de, como mínimo, los tipos: **Geotextil PET** (Lámina de 200gr/m<sup>2</sup> de masa), se extenderá hasta el arranque del muro. **Geomembrana 0.75mm** (Lámina de 270 N), por resistencia al punzonamiento.

### **Colocación o extendido de la geomembrana y geotextil**

Una vez obtenido las medidas de la loza, medir la geomembrana y cortar de acuerdo a la medida de la loza y muro, considerar el desnivel de piso. Además, se debe dejar 18cm para traslape y posterior pegado para unir la lámina y ser continua.

De la misma manera para el geotextil protector con un traslape de 22cm, ya que no se usará ningún pegamento para este. Se aplica Geomembrana lisa, a la que puede ir adherido en una o ambas caras el Geotextil sintético como protector antipunzonante. Una vez considerado los pasos anteriores se aplica para la impermeabilización en toda la base y zonas laterales, se debe adecuar a las medidas y formas geométricas de diseño de la loza de cimentación y sobre cimiento.

### **Unión de la geomembrana o pegado**

Una vez considerador los pasos anteriores se usa pistola de soldadura plástico y rodillo para unir las láminas de la geomembrana, tal como se muestra Fig. 21. Teniendo pegado en su totalidad, se verifica que no quede averturas en ningun estremos.

Para las tuberías dejar el traslape de acuerdo a su medida o diametro, tambien usar abrazadera de acero inoxidable y fijar la geoembrana y la tubería. Para sobrecimiento y muro, realizar los mismos procedimientos.

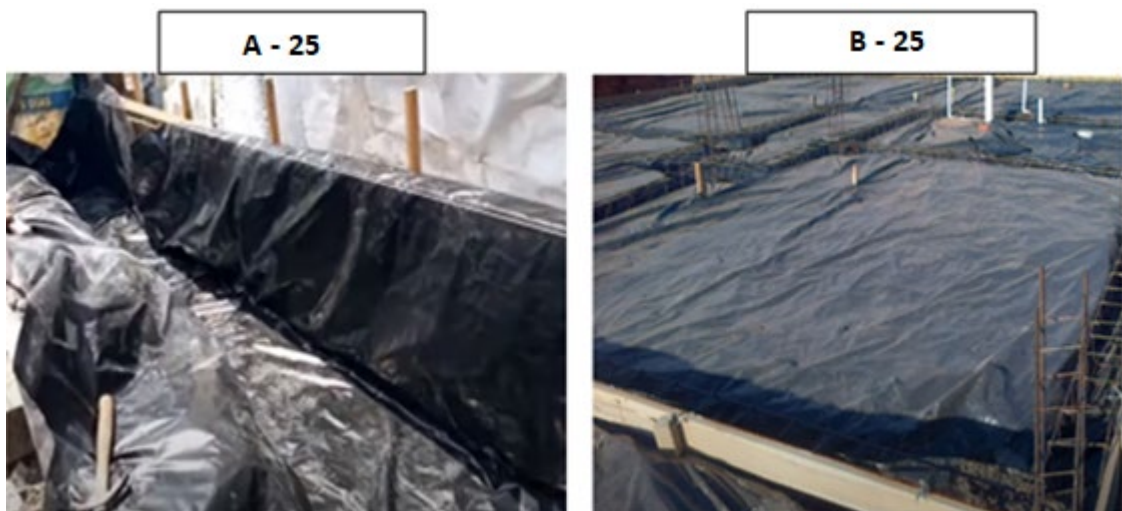
### **Capa antipunzonante**

Se deberá colocar un geotextil tipo PET, antipunzonante, sobre la membrana impermeabilizante, para protegerla de daños mecánicos durante la colocación del concreto.

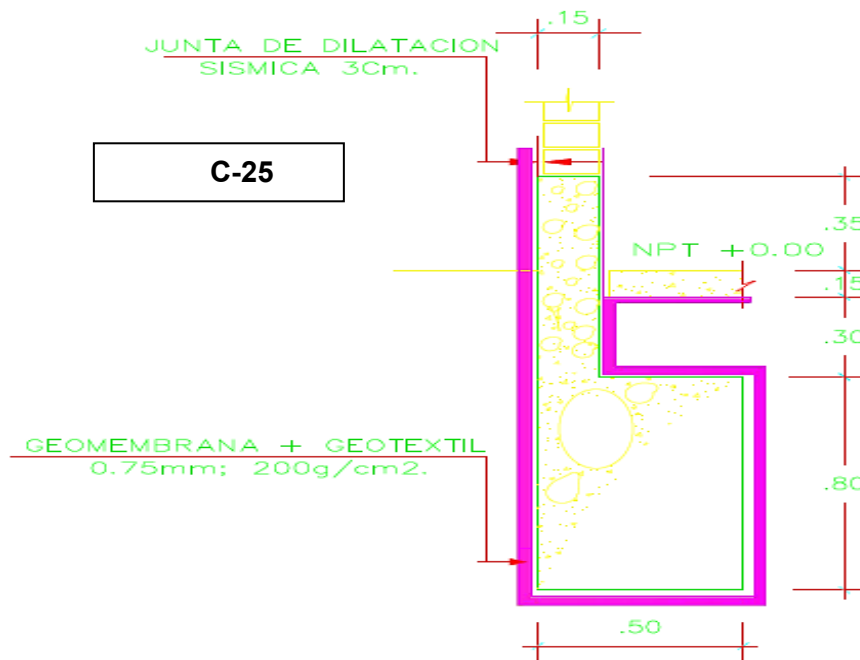
### **Vaciado de concreto $F'c = \text{kg/cm}^2$**

Con todos los pasos realizados anteriormente se llega al vaciado del concreto  $F'c = 315 \text{ kg/cm}^2$ , recomendado según los requisitos de concretos expuestos a soluciones de sulfatos y químicos tabla N°15; Cemento Tipo V, NTE. E.0.60 de Concreto Armado, Tabla N°24 análisis químico de suelo resultados obtenidos.

**Figura N° 25 Detalles constructivos en loza, cimentación y muro**



**Fuente: Propia**



Finalmente se llega a impermeabilizar en su totalidad en cuanto al área de la cimentación, además de la losa y parte de los muros ver Fig. 25.

Área cubierta de la cimentación (B-25) en su totalidad 100%.

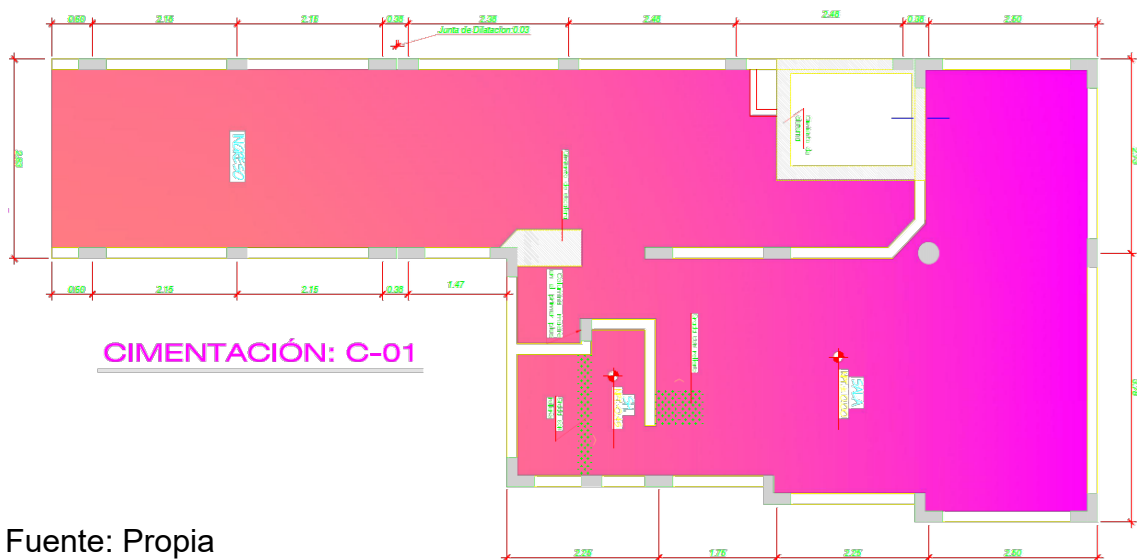
Área cubierta de la losa de cimentación (B-25) en su totalidad 100%.

Área cubierta de sobrecimiento (A-25) en un 80%.

Área cubierta de muros (C-25) en un 30%.

(Anexo 9 Plano)

**Figura N° 26 Área Impermeabilizada en losa, cimentación y muro**



Fuente: Propia

## V. DISCUSIÓN

**La Aplicación de los Geosintéticos para la impermeabilización permitirá mejorar la calidad de la cimentación en edificaciones de albañilería y proceso constructivo, Santa Rosa 2021.**

Godoy (2011), objetivo general Evitar que la solución acida penetre a los suelos naturales y a las napas subterráneas contaminándolas. El material posee tamaño máximo de fragmentos de 2" aprox, contenido grava al 99%. Se llevaron al punzonado una geomembrana LLDPE de 2.00mm y una Presión de (3.53MPa). Resulto una fluencia moderada. (D. Narejo et al.) tienen una tenacidad de 4.8MPa, muy similar, entre ambos casos para 1.50mm. No se originó punzonamiento para alturas inferiores a 25mm de cono, 0.99Mpa para 1.50mm y 0.899MPa para 1.00mm, menor tenacidad efectiva de estos materiales. Si emplea una Presión inferior a 1.07MPa en 61mm de altura, es viable utilizar geomembranas de HDPE de 1.50mm de espesor sin elementos de protección. Para mayores alturas dependerá de las características del material drenante si es posible utilizar geotextiles u otros elementos como protección. En general no supera el 5%, su capacidad de deformarse a tracción en la geomembrana. Se valida las expresiones planteadas para evaluar el espesor de la geomembrana y el tipo de geotextil, en el caso si lo requiera para reducir el punzonamiento, tal es así que las expresiones no sustituyen el ensayo de punzonamiento Geoestático, ya que permite contrastar el nivel de deformaciones de la geomembrana a causa de la rotura, corroborando si el punzonamiento se produce o no.

Se logró obtener en el ensayo por resistencia al punzonamiento de la Geomembrana HDPE lisa (E=0.75mm) añadido un geotextil de Tipo PET 200g/m<sup>2</sup>, se obtuvo en promedio 2.32 MPa. La resistencia al punzonamiento de la Geomembrana más el Geotextil en su ficha técnica en promedio es 2.25MPa, por resistencia la Tracción en dirección Longitudinal se logró alcanzar una resistencia máxima de 8.29 MPa y en dirección Trasversal se obtuvo una resistencia máxima de 7.76 MPa.



En comparación con Godoy (2011) nuestros resultados muestran una variación, debido a que se han usado material de distinto espesor, también dos métodos distintos para nuestro análisis se ha tomado la Norma ASTM D4833 con una velocidad (300mm/min.) y condiciones de ambiente a 22.1C° húmeda relativa en 63%. Godoy determinó para E=2.00mm y 1.50mm con una Presión de (3.53MPa), Resulto una fluencia moderada; para 1.00mm alcanza su máxima de 1.07MPa. En nuestro caso para (E=0.75mm) más el geotextil 200g/m<sup>2</sup>, obtuvimos una resistencia máxima de 2.32 MPa, en comparación a espesor 1mm y resistencia 1.07MPa, se logró aumentar su resistencia en 1.25MPa (36.87%) y disminuir su espesor de la geomembrana en 0.25mm usando el geotextil tipo PET. En relación a la ficha técnica se logró 2.32MPa superando el valor promedio de la geomembrana y el geotextil; aumento en 1.08% su resistencia al punzonamiento; para la resistencia a la tracción Longitudinal aumento en 32.54% en cuanto a su ficha técnica, del mismo modo para su resistencia tracción Trasversal aumento en 29.54%. Se concluye que la Geomembrana y el Geotextil juntados sobrepuestos funcionan mejor por resistencia al punzonamiento, además se desempeñan mejor si se sobreponen uno sobre el otro haciendo más eficaz su resistencia longitudinal y Trasversal. Estamos de acuerdo con las expresiones; se debe evaluar el espesor de la geomembrana y el tipo de geotextil, en el caso se lo requiera para reducir el punzonamiento, los ensayos a punzonamiento deben ser realizados ya que así se corrobora si el punzonamiento se produce o no.

**Evaluar el comportamiento físico mecánico del suelo y el Predimensionamiento de la cimentación en edificaciones de albañilería, Santa Rosa, 2021.**

Chorres (2017), tuvo como objetivo general Mejorar con el Uso de Geotextil las Cimentaciones superficiales en suelos arenosos en el Asentamiento Humano Pachacútec Distrito de Ventanilla. A partir del CBR y del grosor del Geotextil se obtuvo resultados positivos del experimento efectuado con el geotextil, en una posición intermedia alcanzamos un CBR de 34.0% y el CBR sin geotextil alcanzo a 30.2% alcanzando un mejoramiento

de 3.8%. Como también se ha definido que su función principal del geotextil es coger el esfuerzo por tracción y por flexión, la incorporación aumento el CBR en un 3.8% elevando la eficacia del suelo. Finalmente, cuando la capa de los suelos resiste cargas fallan por tracción por flexión, y al haber aumentado el CBR garantiza que ese suelo logre resistir mayor carga sin fallas entre el rango establecido.

Se analizó la capacidad de carga mediante SPT nos arrojó entre 8 – 15 golpes una consistencia compacta,  $\phi = 35^\circ$  y basado al método de TERZAGHY y VESIC, se llega a obtener la Capacidad de carga admisible ( $q_{adm} = 1.25 \text{ kg/cm}^2$ ). en cuanto a la resistencia al punzonamiento se tiene ( $2.32 \text{ MPa} = 23.66 \text{ kg/cm}^2$ ). alcanzada en los geosintéticos, para elegir el geotextil se determinó mediante masa unitaria  $M = 212.5 \text{ g/m}^2$  y una presión admisible considerada de diseño para la geomembrana de  $P_{adm} = 3.12 \text{ kg/cm}^2$ , además, con un suelo de fundación (SP) con 98.17% arena mal gradada con grava, determinado por SUCS.

En comparación Chorres (2017), determino a partir del CBR el espesor del geotextil, teniendo un resultado positivo alcanzando un mejoramiento de 3.8%. Como también su función principal del geotextil es coger el esfuerzo por tracción y por flexión, la incorporación aumento el CBR en un 3.8% elevando la eficacia del suelo. Se ha tomado como referencia los planteamientos que hace, en nuestra investigación nos hemos limitado a ahondar en el tema. Nos hemos enfocado en la aplicación y procedimiento constructivo. En cuanto a nuestros resultados al comparar la Carga Admisible del Suelo ( $q_{adm}$ ) y Presión Admisible ( $P_{adm}$ ), por condición de diseño de la NTE0.50 Suelos y Cimentaciones; Carga Admisible Terreno  $\geq$  Presión Admisible Cimentación; entonces ( $q_{adm} < P_{adm}$ ) por lo que la geomembrana soportaría una máxima  $P_{adm} = 3.12 \text{ kg/cm}^2$ , superando en 42.79% a la carga máxima admisible del suelo de fundación y sobre ella soportando la estructura de la cimentación. Se concluye afirmando que en el ensayo realizado por resistencia al punzonamiento es  $23.66 \text{ kg/cm}^2$  asegurando que soporta las cargas por punzonamiento en la cimentación transmitidas por la zapata sin

presentar daño en la lámina de geomembrana ni el geotextil; cabe señalar que esta resistencia podría variar por condiciones de las partículas esferoidales y angularidad presentes en suelo. Se validó instalar la geomembrana más el geotextil protector como impermeabilizante para la cimentación de la edificación Calle 18 Malecón, Santa Rosa.

**Determinar la agresividad de sales en la cimentación en edificaciones de albañilería, Santa Rosa 2021.**

Pusaclla (2017), teniendo como objetivo general Determinar la influencia de los suelos con alto contenido de sales en los daños en viviendas autoconstruidas en la zona II de Tahuantinsuyo – Independencia 2017. Se ha llegado constatar que los deterioros en casas autoconstruidas la mayor parte son por desintegración, desprendimiento en los revestimientos por influir la agresividad de Sales y la humedad por capilaridad en un grado severo de 70.00% y 42.50% en el caso respectivo. Así mismo las superficies que más predominan son suelos arenosos con grava e incurrir con 57.50% en un grado leve de perjuicios por grietas, rendijas. El valor severo de Agresividad de las Sales en la superficie influye en un grado severo de 70% reflejando daño en las estructuras por desprendimiento de revestimientos. Se concluye que los suelos con alto contenido de sales intervienen en los perjuicios en viviendas autoconstruidas en el sector II de Tahuantinsuyo.

En el análisis del suelo de la cimentación se encontró sales totales en 34.57% nivel moderado, cloruros 36.90% nivel moderado y sulfatos en 35.25% nivel Severo, los cuales están asociadas a la zona costera, con un suelo de fundación, 98.17% arena mal gradada con grava, con un contenido de humedad de 11.67% en promedio, suele variar en las estaciones del año.

En cuanto a sus resultados de Pusaclla, determino que la agresividad producida por un nivel severo de 70% contenido de sales son perjudiciales en las cimentaciones, en nuestro caso se determinó que la presencia de sulfatos en 35.25% nivel Severo, están asociadas a la humedad y al tipo de

suelo en cual se construye. En cuanto a los resultados obtenidos existe una variación debido a que la el análisis realizado se ha obtenido en lugares distintos, pero si coincidimos con los niveles de agresividad que afectan a las cimentaciones de Las viviendas autoconstruidas a lo largo del tiempo. De tal modo se plantea mitigaciones para en el desarrollo constructivo y evitar constantes reparaciones y mantenimiento que no solo afectan a la economía sí que también al medio ambiente. Por estas condiciones presentes en la cimentación de la edificación Calle 18 Malecón, Santa Rosa, validando la instalación de la geomembrana más el geotextil protector como impermeabilizante para la cimentación.

**Describir el proceso constructivo, colocación del Geosintético para la impermeabilización, Santa Rosa, 2021.**

Moran (2019), tuvo como objetivo general proponer una guía del proceso constructivo para la impermeabilización de cimentaciones con el uso de drenes y geotextiles en las construcciones de viviendas residenciales en zonas con alto nivel freático. Se logró determinar que Muestra una consistencia frágil, en un 95.10 % posee arcilla. Los geosintéticos son un complemento a las redes proporciona drenaje, guía las aguas al vertedero aislando la humedad en un 98.4 %. Se concluye que no se validó instalar en suelos alcalinos. Sin embargo, los geosintéticos tejidos son más adecuados en este lugar con efectividad de 94 % en la cimentación. La impermeabilización en cimientos en sectores con nivel freático alto, se observa que en la mayoría son duraderos en un 96.5% si se aplican en las condiciones correctas.

Se determinó 98.2% suelo arenoso mal gradado con grava, 11.67% de humedad, en el cual se trabajó para la impermeabilización de cimentación, además se optó por usar un (ML) limo arenoso, de relleno como capa de protección para evitar daños en la geomembrana, con un contenido de humedad en 8.81%.

Basado en la guía de procedimientos constructivos de cimentaciones y estructuras de contención, (Víctor Yepes, 2020). Se ha logrado realizar la impermeabilización de la vivienda unifamiliar en zapata, viga en la cimentación, siguiendo una secuencia constructiva: Hormigonado; Drenaje de la zapata y viga; Impermeabilización de la zapata y viga; colocación o extendido de la geomembrana y geotextil; Unión de la geomembrana o pegado; Banda de refuerzo. se optó por limo arenoso, de relleno como capa de protección para evitar daños en la geomembrana, con un contenido de humedad en 8.81% Además, la Colocación de dados de concreto, montado de acero zapata y columna; Fijado nivelado de columna; Encofrado zapata y viga, Vaciado de concreto  $F'_{C}=315 \text{ kg/cm}^2$

Para la impermeabilización de sobre cimiento, loza de cimentación y muros se ha considerado lo siguiente: Impermeabilización del sobre cimiento, loza y muro; Colocación o extendido de la geomembrana y geotextil; Unión de la geomembrana o pegado; Capa antipunzonante; Vaciado de concreto  $F'_{C}=315 \text{ kg/cm}^2$ . Finalmente se llega a impermeabilizar en cuanto al área ( $80\text{m}^2$ ) de la cimentación 100%, además de la loza de cimentación en su totalidad 100%, en sobrecimiento en un 80% y en los muros en un 30%.

## VI. CONCLUSIONES

Se llega a las siguientes conclusiones en la presente investigación:

OE1: Mediante el método de diseño de Wilson-Fahmy, Narejo y Koerner se ha determinado el geotextil protector mediante la masa unitaria optando por usar un geotextil de ( $M=200\text{g/m}^2$ ), y de acuerdo al ensayo al punzonamiento se logró  $2.32\text{MPa}$  superando el valor promedio de la geomembrana y el geotextil; aumento en  $1.08\%$  su resistencia al punzonamiento; para la resistencia a la tracción Longitudinal aumento en  $32.54\%$  en cuanto a su ficha técnica, para su resistencia a tracción transversal aumento en  $29.54\%$ . Concluyendo que la Geomembrana de  $0.75\text{mm}$  y el Geotextil de  $200\text{g/m}^2$  juntados sobrepuestos funcionan mejor por resistencia al punzonamiento, además se desempeñan mejor si se sobreponen uno sobre el otro haciendo más eficaz su resistencia longitudinal y transversal.

OE2: Se llega a obtener en cuanto a nuestros resultados al comparar la Carga Admisible del Suelo ( $q_{adm}$ ) y Presión Admisible ( $P_{adm}$ ), por condición de diseño de la NTE0.50 Suelos y Cimentaciones; Carga Admisible Terreno  $\geq$  Presión Admisible Cimentación; entonces ( $q_{adm} < P_{adm}$ ) por lo que la geomembrana soportaría una máxima  $P_{adm}=3.12\text{kg/cm}^2$ , superando en  $42.79\%$  a la carga máxima admisible del suelo de fundación y sobre ella soportando la estructura de la cimentación. Se concluye afirmando que en el ensayo realizado por resistencia al punzonamiento es  $23.66\text{ kg/cm}^2$ , asegurando que soporta las cargas por punzonamiento en la cimentación transmitidas por la zapata sin presentar daño en la lámina de geomembrana ni el geotextil; cabe señalar que esta resistencia podría variar por condiciones de las partículas esféricas y angularidad presentes en suelo. Finalmente se validó instalar la geomembrana más el geotextil protector como impermeabilizante para la cimentación de la edificación Calle 18 Malecón, Santa Rosa.

OE3: En el análisis del suelo de la cimentación se encontró sales totales en 34.57% nivel moderado, cloruros 36.90% nivel moderado y sulfatos en 35.25% nivel Severo, los cuales están asociadas a la zona costera, con un suelo de fundación, 98.17% arena mal gradada con grava, con un contenido de humedad de 11.67% en promedio. Por recomendación de la Norma E.0.60 Concreto Armado debido a presencia de sulfatos recomienda usar un concreto de alta resistencia de  $F'c=315\text{kg/cm}^2$ , además se concluye que los Geosintéticos como capa impermeabilizante en las cimentaciones logrando mitigar las patologías existentes a causa de los sulfatos y la humedad en las cimentaciones de edificaciones.

OE4: Se determinó 98.2% suelo arenoso mal gradado con grava, 11.67% de humedad, en el cual se trabajó para la impermeabilización de cimentación, además se optó por usar un (ML) limo arenoso, de relleno como capa de protección para evitar daños en la geomembrana, con un contenido de humedad en 8.81%. Basado en la guía de procedimientos constructivos de cimentaciones y estructuras de contención, (Víctor Yepes, 2020) y (Manual de diseño de geosintéticos, 2012). Se ha logrado realizar la impermeabilización de la vivienda unifamiliar en zapata, viga en la cimentación, siguiendo una secuencia constructiva: Hormigonado; Drenaje de la zapata y viga; Impermeabilización de la zapata y viga; colocación o extendido de la geomembrana y geotextil; Unión de la geomembrana o pegado; Banda de refuerzo. Además, la Colocación de dados de concreto, montado de acero zapata y columna; Fijado nivelado de columna; Encofrado zapata y viga, Vaciado de concreto  $F'C=315\text{ kg/cm}^2$ . Para la impermeabilización de sobre cimiento, loza de cimentación y muros se ha considerado lo siguiente: Impermeabilización del sobre cimiento, loza y muro; Colocación o extendido de la geomembrana y geotextil; Unión de la geomembrana o pegado; Capa antipunzonante; Vaciado de concreto  $F'C=315\text{ kg/cm}^2$ . Finalmente se llega a impermeabilizar en cuanto al área ( $80\text{m}^2$ ) de la cimentación 100%, además de la loza de cimentación en 100%, en sobrecimiento en un 80% y en los muros en un 30%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar un análisis cuidadoso enfocado en los suelos con alto contenido de sales, químicos que afectan en su degradación y corrosión al concreto, acero y a los geosintéticos, para obtener resultados con más precisión, de acuerdo a ello elegir el tipo de impermeabilización.

Se recomienda analizar el comportamiento de los geosintéticos en función a su desempeño estructuras en la cimentación, ya que en esta investigación se ha limitado a realizarlo; se ha enfocado en la aplicación y su proceso constructivo.

Al realizar el ensayo de punzonamiento y de tracción es importante considerar la temperatura ambiente y la humedad relativa, ya que pueden ser alteradas algunas propiedades mecánicas y físicas de estos materiales, no se debe usar pegamento, solo sobreponerlo uno sobre otro.



## REFERENCIAS

ANFI. (12 de junio de 2016). Impermeabilización de muros, cimentaciones y soleras, láminas asfálticas, Madrid- España. Recuperado el 9 de mayo de 2021. Disponible en: <https://www.activatie.org/descarga.php?documento=pu1437566215.pdf>

ACUÑA, Jorge. Ingeniería de Confiabilidad [en línea]. 1.ª ed. Costa Rica: Tecnología de Costa Rica, 2003 [fecha de consulta: 18 de septiembre de 2017]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=TE0Sj5Mku70C&printsec=frontcover>  
ISBN: 9977661413

BALLESTER, Francisco, CASTRO, Daniel y GIL, Miguel. Definición, Función y Clasificación de los geotextiles Obras Publicas, Madrid España: Área de Construcción del Departamento de Trasportes y Tecnología de Proyectos y Procesos Universidad de Cantabria. Fomento de elaboración de un Manual de Geotextiles en Carreteras, mayo 2016.

BERNAL, Cesar. Metodología de la Investigación [en línea]. 1.ª ed. Costa Rica: Tecnología de Costa Rica, 2003 [fecha de consulta: 24 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=TE0Sj5Mku70C&printsec=frontcover>  
ISBN: 9977661413

BLANCO, Fernández, M., Leiro López, Ángel, Soriano Carrillo, J., Crespo Mucientes, M. Ángeles, Zonberg, J., Aguiar González, E., Rico Arnaiz, G., & Pargada Iglesias, L. (2013). Impermeabilización de la balsa de la Laguna de Barlovento con geomembrana de PVC-P: evolución a lo largo del tiempo. Revista Digital Del Cedex, (171). Recuperado a partir de <http://193.145.71.12/index.php/ingenieria-civil/article/view/363>

BRAJA M. DAS (2013). Fundamentos de la ingeniería Geotecnia. edit. 4ta. Ediciones OVA. Cengage Learning Editores, S.A. México.

ISBN: 978-607-517-373-1

CARRILLO, Eduardo. Suelos reforzados para cimentaciones. Tesis para optar por el grado de Ingeniero Civil. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2019. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/18505>

CHORRES, Miguel. Uso de geotextiles para la mejora del suelo de las cimentaciones superficiales en suelos arenosos Asentamiento Humano Pachacútec Distrito de Ventanilla – 2017. Tesis para optar por el grado de Ingeniero Civil. Perú: Universidad Privada César Vallejo - Lima, 2017. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/15760>

DESIGNING, With Geosynthetics 5ta. Edition. Robert Koerner. –Adapted to materials available on the market. 2005.

ISBN-13: 978-0138478230

EGOAVIL, Hugo, Refuerzo de cimentaciones superficiales con geosintéticos. (Master en Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica). Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid-España, 2012.

GEOSISTEMAS PAVCO. (2009). Manual de Diseño con Geosintéticos (8a ed.). Bogotá, Colombia: Zeta comunicadores.

GEOTEXAN. Geosintéticos de alta calidad. España, 2013. fecha de consulta: 04 de julio del 2021. Disponible en: <https://geotexan.com/geosinteticos-en-suelo-reforzado-nuevas-tendencias-en-asia/>

GODOY, Claudio. Estudio experimental de punzonamiento en geomembranas en interfaces de depósitos de minerales, Santiago de Chile. Tesis para optar por el grado de Ingeniero Civil. Chile: Universidad de Chile, 2011.

Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104090>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación (en línea). México: McGraw-Hill Interamericana. 2003. [fecha de consulta: noviembre 2021].

Disponible en:  
[https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)

LOPEZ, Víctor. Boletín de investigación dedicado a la Construcción de viviendas. Ed. 2da.

MANUAL DE DISEÑO GEOSINTETICOS (2012). Geosistemas PAVCO. Bogotá, Colombia: Zeta comunicadores.

MORÁN, Evelyn. Guía para la impermeabilización de cimentaciones mediante drenes y geotextiles para construcciones residenciales en zonas de alto nivel freático. Tesis para optar por el grado de Ingeniera Civil. Quito: Universidad de la Américas - Ecuador, 2019.  
Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/11141>

MUÑOZ, Alejandra. 2004. Patologías en la edificación de viviendas sociales, especialmente con la humedad". Chile: Universidad Austral de Chile, 2004.

NAVARRO, Jhoanni. Diseño de refuerzo y protección del talud superior de la vía Alameda Shilcayo - Cercado Tarapoto, Con Geosintéticos. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Tarapoto: Universidad Nacional De San Martín-Tarapoto, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2921>

NAREJO, D., Koerner, R. M. and Wilson-Fahmy, R. F., 1997, "Puncture Protection of Geomembranes Part II: Experimental", Geosynthetics International, Vol. 3. pp. 629-653.

NORMA TÉCNICA (2018). E.050 Suelos y Cimentaciones. Instituto de la construcción y Gerencia, Lima. Fecha de consulta: 15 de mayo del 2021.

NORMA TÉCNICA PERUANA. NTP 339:074, NTP 400.014, NTP 339.076. fecha de consulta: 10 de junio del 2021.

PARRA, Javier. Guía de muestreo. (En línea) Maracaibo: LUZ. 2003. [fecha de consulta: noviembre 2021].

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/346975276/Javier-Parra-Guia-de-Muestreo-2003>

RICO, Alfonso y CASTILLO, Hermilo. La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas. [En línea]. México: LIMUSA, S.A., 2005 [fecha de consulta: 25 de junio de 2021].

Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=rU\\_pA257zUEC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=true](https://books.google.com.pe/books?id=rU_pA257zUEC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=true)  
ISBN: 968-18-0054-0

RIVERA, Castro. 2012. Humedad accidental. 2012. Tipos de HUMEDAD. 2012.

RICHARDS, L. A. Ed. (1982). Diagnóstico y rehabilitación de los suelos salinos y sódicos. US Salinity Laboratory. Ed. Limusa. México.

RNE. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú. 2021

RODRÍGUEZ, Pérez. Determinación y evaluación de las Patologías en las estructuras, vigas y muros en albañilería del cerco perimétrico de la

institución educativa Inicial 170 Divino niño Jesús, Distrito Belén, provincia Maynas, Región Loreto, marzo 2016.

ROJAS, Raúl. Investigación social [en línea]. 10.ª ed. México: Plazas y Valdés S.A. de C.V. 2015 [fecha de consulta: 25 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=a5A-au7zn7YC&printsec=frontcover&hl=es>

PAVCO (2012). Geosistemas pavco. Mexichem soluciones integrales. Lima Peru. En línea. Fecha de consulta: 03 de julio del 2021. Disponible en: <https://pavcowavingeosinteticos.com/>

PRODAC (2020). Geomembranas HDPE. Prodac bekaert, Lima. En línea. Fecha de consulta: 03 de junio del 2021. Disponible en: <https://prodac.bekaert.com/>

PUSACLLA, Luis. Los suelos con alto contenido de sales influyen en los daños en viviendas autoconstruidas en la zona II de Tahuantinsuyo – Independencia 2017. Tesis para optar por el grado de Ingeniero Civil. Perú: Universidad Cesar vallejo - Lima, 2017. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/23119>

YAPES, Víctor. (2016). Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención (1a ed.). Valencia, Valencia: Universitat Politècnica de Valencia. ISBN: 978-84-8048-904-8

## **ANEXOS**

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables

Anexo 2: Matriz de Consistencia

Anexo 3: Instrumento de Recolección de Datos

Anexo 4: Ficha técnica de geotextil tipo PET 200g/m<sup>2</sup>

Anexo 5: Ficha técnica de geomembrana HDPE lisa

Anexo 6: Hoja de cálculo de Capacidad de Carga Admisible

Anexo 7: Plano de Ubicación de la Zona de estudio

Anexo 8: Plano de cimentación E-01

Anexo 9: Plano de cimentación área impermeabilizada

Anexo 10: Procesamiento de Resultados Excel

Anexo 11: Fotos

## Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN						
TÍTULO: Aplicación de los Geosintéticos para la Impermeabilización de la Cimentación en Edificaciones de Albañilería y Proceso Constructivo, Santa Rosa 2021						
AUTOR: ALAYO MALCA, NEYSER						
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Geosintéticos para la impermeabilización	(PAVCO, 2012, p.15) sostiene que "Geosintéticos son materiales fabricados a partir de varios tipos de polímeros sintéticos [...] que son usados para mejorar las características y propiedades del suelo, interactúan y [...] funcionan como anticontaminación, redistribución de esfuerzos, refuerzo de tierra, filtración, drenaje, protección, control de la permeabilidad y otras funciones"	Los Geotextiles se evalúan tomando en cuenta su función, Protección y separación para lo cual se aplicará los diferentes tipos de ensayos normados según ASTM, para determinar sus propiedades mecánicas utilizando materiales y equipos adecuados como; Fichas Técnicas, Probetas, Punzón de Acero Inoxidable. Bajo las normas y especificaciones técnicas.	Tipo de Geosintético	Geomembrana Geotextil no tejido	Númerica	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada.  <b>Nivel de Investigación:</b> Descriptivo explicativo  <b>Enfoque:</b> Cuantitativo.  <b>Diseño de Investigación:</b> Cuasi Experimental <b>Población:</b> Suelo de cimentaciones de edificaciones, Santa Rosa.  <b>Muestra:</b> Cimentación de la vivienda unifamiliar, 3 calcatas  <b>Muestreo:</b> No Probabilístico  <b>Técnica:</b> Observación directa  <b>Instrumento de Investigación:</b> Recolección de datos por fichas técnicas de ensayos.  <b>Fichas de recopilación de datos</b>
			Características de los Geosintéticos	Resistencia a la Tracción Resistencia al Punzonamiento Elongación Permeabilidad		
			Diseño	Diseño Espesor		
Cimentación en edificaciones de albañilería	Según el Braja M.Das, menciona que se denomina cimentación a la parte más baja de una estructura, Su función es transferir la carga de la estructura al suelo sobre el que está descansando [...] se apoyan en las capas del suelo, tiene una suficiente capacidad portante [...] reparten las fuerzas que le trasmite la estructura a través de sus elementos de apoyo sobre una superficie de terreno (p, 478).	Las Cimentaciones se evaluarán tomando en cuenta el Estudio de Suelos que determinara las características que serán descritas en fichas o formatos técnicos haciendo la clasificación con la aplicación de fórmulas y programas estadísticos conllevando al proceso constructivo aplicando el movimiento de tierras, replanteo, excavación, encofrado, vaciado con los equipos y las maquinarias adecuados.	Estudio de mecánica de suelos	Clasificación de suelos  SUSC, AASHTO	Númerica	<b>Muestra:</b> Cimentación de la vivienda unifamiliar, 3 calcatas  <b>Muestreo:</b> No Probabilístico  <b>Técnica:</b> Observación directa  <b>Instrumento de Investigación:</b> Recolección de datos por fichas técnicas de ensayos.  <b>Fichas de recopilación de datos</b>
			Predimensionamiento de cimentación	Dimensiones cimiento y sobre cimiento		
			Comportamiento de la Cimentación	capacidad portante (kg/cm <sup>2</sup> )		
Agresividad de sales en cimentaciones de albañilería	(López, Richards, 2005, pp.121) define [...] cantidad humedad o fluidos existente en capas del suelo [...] además suelen presentarse con sales, cloruros, sulfatos, son agresivos al concreto y acero por su composición química.	Para el análisis de la humedad y determinación de agresividad, se emplea método de análisis químico, fichas técnicas de recolección de datos, se realizara llevando una muestra de suelo al laboratorio.	Sales  Cloruros  Sulfatos	Análisis químico	Númerica	<b>Muestra:</b> Cimentación de la vivienda unifamiliar, 3 calcatas  <b>Muestreo:</b> No Probabilístico  <b>Técnica:</b> Observación directa  <b>Instrumento de Investigación:</b> Recolección de datos por fichas técnicas de ensayos.  <b>Fichas de recopilación de datos</b>
Proceso Constructivo, Colocación del Geosintético para la Impermeabilización	Es un proceso por el cual se establece una secuencia e identifica las zonas a cubrir y proteger parte de la cimentación en una construcción [...] procedimientos establecidos para colocar materiales en una determinada construcción (ANFIA,2016, p.9).	Para desarrollar las etapas de este proceso constructivo es necesario contar con materiales, personal calificado, y contar con criterios técnicos de colocación del Geosintético.	Etapas del proceso constructivo	Materiales  Pasos del Proceso Constructivo  Colocación del Geosintético	Númerica	<b>Muestra:</b> Cimentación de la vivienda unifamiliar, 3 calcatas  <b>Muestreo:</b> No Probabilístico  <b>Técnica:</b> Observación directa  <b>Instrumento de Investigación:</b> Recolección de datos por fichas técnicas de ensayos.  <b>Fichas de recopilación de datos</b>

## Anexo 2: Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TÍTULO Aplicación de los Geosintéticos para la Impermeabilización de la Cimentación en Edificaciones de Albañilería y Proceso Constructivo, Santa Rosa 2021						
AUTOR : ALAYO MALCA, NEYSER						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<i>P. General</i>	<i>O. General</i>	<i>H. General</i>	<i>V-Independiente</i>			
¿De qué manera Conocer la Aplicación de los geosintéticos para la impermeabilización de la cimentación en edificaciones de albañilería y proceso constructivo, Santa Rosa 2021?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer la Aplicación de los geosintéticos para la impermeabilización de la cimentación en edificaciones de albañilería y proceso constructivo, Santa Rosa 2021.</li> </ul>	La Aplicación de los geosintéticos para la impermeabilización permitirá mejorar la calidad de la cimentación en edificaciones de albañilería y proceso constructivo, Santa Rosa 2021.	Geosintéticos para la impermeabilización	Tipo de Geosintético	Geomembrana Geotextil no tejido	ficha técnica ficha técnica
				Características de los geosintéticos	Resistencia a tracción Resistencia al punzonamiento Elongación Permeabilidad	Prensa Hidráulica Prensa Hidráulica ficha técnica ficha técnica
				Diseño	Diseño de espesor	Hoja de cálculo Excel office, software GEO5
<i>P. Específicos</i>	<i>O. Específicos</i>	<i>H. Específicos</i>	<i>V-Dependiente</i>			
¿De qué manera determinar el comportamiento físico mecánico del suelo y el Predimensionamiento de la cimentación en edificaciones de albañilería?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar el comportamiento físico mecánico del suelo y el Predimensionamiento de la cimentación en edificaciones de albañilería.</li> </ul>	La determinación del comportamiento físico - mecánico del suelo y el Predimensionamiento de la cimentación permitirá elegir el uso de los geosintéticos.	Cimentación en edificaciones de albañilería	Estudio de Mecánica de Suelos	Clasificación de Suelos SUSC, AASHTO	tamices
				Predimensionamiento de cimentación	Dimensionamiento de cimiento y sobre cimiento	Hoja de cálculo Excel office, software GEO5
				Comportamiento de la cimentación	Capacidad portante (kg/cm <sup>2</sup> )	trípode, barra de acero
¿De qué manera determinar la agresividad de sales en la cimentación en edificaciones de albañilería?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la agresividad de sales en la cimentación en edificaciones de albañilería.</li> </ul>	La determinación de la agresividad de sales en la cimentación en edificaciones de albañilería permitirá elegir la aplicación de geosintéticos.	Agresividad de sales en cimentaciones de albañilería	sales	Análisis químico	Probetas, fuente de vidrio
				cloruros		
				sulfatos		
¿De qué manera describir el proceso constructivo, colocación del Geosintético para la impermeabilización?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir el proceso constructivo, colocación del Geosintético para la impermeabilización.</li> </ul>	El proceso constructivo, colocación del Geosintético permitirá la impermeabilización.	Proceso constructivo, colocación del Geosintético para la impermeabilización	Etapas del proceso constructivo	Materiales Pasos del proceso constructivo colocación del Geosintético	Manual de cimentaciones



## NEXO 3. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABORATORIO LABICER  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



### INFORME TÉCNICO N° 1229 – 21 – LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
  - 1.1 NOMBRE DEL CLIENTE : ALAYO MALCA NEYSER
  - 1.2 RUC : 10476825844
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 24 / 11 / 2021
  - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 26 / 11 / 2021
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 30 / 11 / 2021
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ENSAYOS EN MUESTRAS UNIDAS DE GEOMEMBRANA Y GEOTEXTIL
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN EL SOLICITANTE
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE GEOMEMBRANA Y GEOTEXTIL UNIDAS
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 22.1 °C; Humedad relativa: 63 %
7. EQUIPOS UTILIZADOS : Máquina de tracción universal. ZWICK ROELL, 2010.  
Vernier digital. MITUTOYO CORPORATION, CD-6° BS.
8. RESULTADOS

#### 8.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN EN DIRECCIÓN LONGITUDINAL

N° DE REPETICIÓN	ESPESOR (mm)	ANCHO (mm)	FUERZA MÁXIMA (MPa)	FUERZA MÁXIMA (N)	ELONGACIÓN MÁXIMA (%)	MÉTODO DE REFERENCIA
1	1.61	5.69	8.52	78.01	427.3	ASTM D6693
2	1.62	5.63	7.98	72.80	408.9	
3	1.51	4.33	8.38	54.82	343.5	
4	1.52	5.63	8.74	74.76	401.0	
5	1.63	5.74	7.84	73.38	395.2	
Promedio	1.58	5.40	8.29	70.75	395.2	

<sup>(1)</sup> Velocidad de ensayo: 50 mm/min.

#### 8.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN EN DIRECCIÓN TRANSVERSAL

N° DE REPETICIÓN	ESPESOR (mm)	ANCHO (mm)	FUERZA MÁXIMA (MPa)	FUERZA MÁXIMA (N)	ELONGACIÓN MÁXIMA (%)	MÉTODO DE REFERENCIA
1	1.25	5.35	7.01	46.89	210.1	ASTM D6693
2	1.51	4.86	8.94	65.61	443.1	
3	1.51	5.30	7.38	59.03	382.4	
4	1.51	4.84	7.04	51.44	404.1	
5	1.59	5.75	8.42	76.94	459.4	
Promedio	1.47	5.22	7.76	59.98	379.8	

<sup>(1)</sup> Velocidad de ensayo: 50 mm/min.




### 8.3 ENSAYO DE RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO

Nº DE REPETICIÓN	FUERZA (N)	MÉTODO DE REFERENCIA
1	268	ASTM D4833
2	242	
3	222	
4	227	
5	203	
Promedio	232	

(1) Velocidad de ensayo: 300 mm/min.

### 9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

  
Bach. Kevin Sulca Q.  
Analista químico  
LABICER -UNI

  
  
M.Sc. Iy María Maiza Mejía  
Responsable de análisis  
Jefe de Laboratorio  
CQP 1149

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos



### INFORMEN° S14 - 448-2-1

SOLICITANTE : NEYSER ALAYO MALCA  
 PROYECTO : IMPERMEABILIZACIÓN DE CIMENTACIÓN, SANTA ROSA, 2021  
 UBICACIÓN : SANTA ROSA  
 FECHA : 30.11.21

#### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calcea : C - 1  
 Muestra : M - 1  
 Prot. (m.) : 3.00

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D 422

Tamiz	Abertura (mm)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	
1/2"	12.700	-	-	
3/8"	9.525	-	-	
1/4"	6.350	-	-	
N°4	4.750	-	-	
N°10	2.000	-	-	
N°20	0.840	-	-	100.0
N°30	0.590	0.1	0.1	99.9
N°40	0.425	1.2	1.3	98.7
N°60	0.250	40.6	41.9	58.1
N°100	0.149	47.4	89.3	10.7
N°200	0.074	9.0	98.2	1.8
FONDO		1.8		

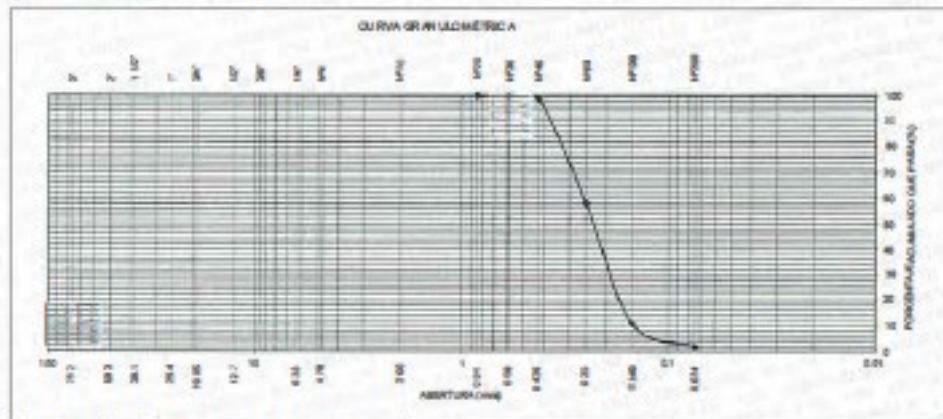
% Grava	: ---
% Arena	: 98.2
% Finos	: 1.8

#### LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Límite Líquido (%)	: NP
Límite plástico (%)	: NP
Índice Plástico (%)	: NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : SP

Contenido de Humedad ASTM D2216 (%) : 122



Nota: Muestra recibida e identificada por el Solicitante  
 Dirección : Téc. G. Quiro Z.  
 Recepción : Ing. D. Saurio R.



*[Firma]*  
 Msc. ING. LUISA E. SHUAN LUCAS  
 2021 (11) del Laboratorio N°2 UNI - FIC



INFORME N° S14 - 448-2-1

SOLICITANTE : NEYSER ALAYO MALCA
PROYECTO : IMPERMEABILIZACIÓN DE CIMENTACIÓN, SANTA ROSA, 2021
UBICACIÓN : SANTA ROSA
FECHA : 10.11.21

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2
Muestra : M-1
Prof. (m.) : 3.00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D 422

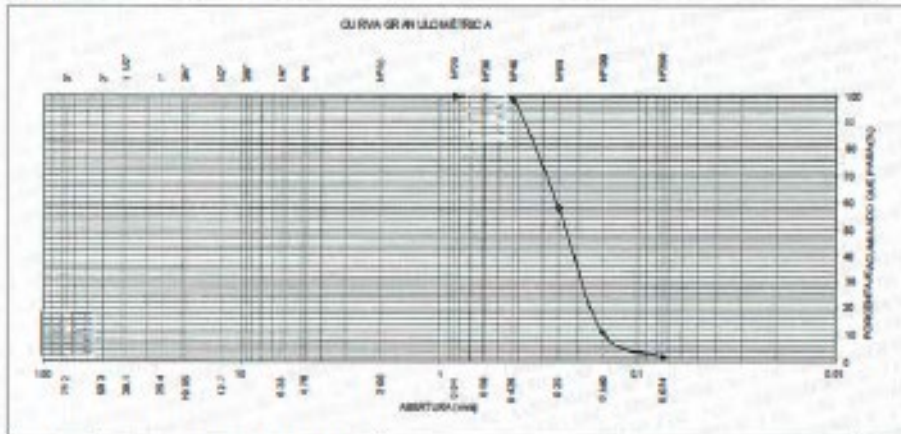
Table with 4 columns: Tamiz, Abertura (mm), (%) Parcial Retenido, (%) Acumulado. Rows include various sieve sizes from 3" down to FONDO.

Summary table: % Grava : ---, % Arena : 98.4, % Finos : 1.6

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318. Limite Líquido (%): NP, Limite plástico (%): NP, Índice Plástico (%): NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : SP

Contenido de Humedad ASTM D2216 (%) : 9.2



Nota: Muestra recibida e identificada por el Solicitante
Ejecución : Téc. G. Quiro Z.
Revisión : Ing. D. Basurto R.





INFORME N° S14 - 448-2-1

SOLICITANTE : NEYSER ALAYO MALCA  
 PROYECTO : IMPERMEABILIZACIÓN DE CIMENTACIÓN, SANTA ROSA, 2021  
 UBICACIÓN : SANTA ROSA  
 FECHA : 10.11.21

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-3  
 Muestra : M-1  
 Prof. (m.) : 3.00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D 422

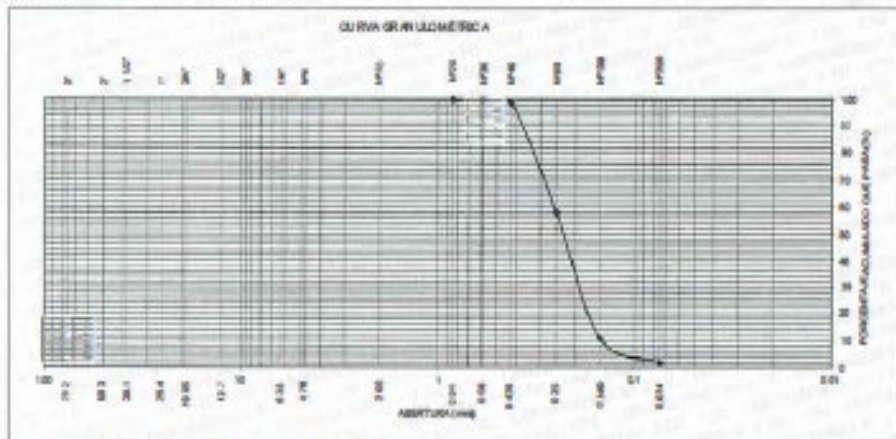
Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial Retenido)	(% Acumulado)	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	-
2"	50.800	-	-	-
1 1/2"	38.100	-	-	-
1"	25.400	-	-	-
3/4"	19.050	-	-	-
1/2"	12.700	-	-	-
3/8"	9.525	-	-	-
1/4"	6.350	-	-	-
N°4	4.750	-	-	-
N°10	2.000	-	-	-
N°20	0.840	-	-	100.0
N°30	0.590	0.6	0.6	99.4
N°40	0.425	2.1	2.7	97.3
N°60	0.250	38.6	41.3	58.7
N°100	0.149	44.5	85.8	14.2
N°200	0.074	12.1	97.9	2.1
FONDO		2.1		

% Grava	: ---
% Arena	: 97.9
% Finos	: 2.1

LIMITE DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	
Limite Líquido (%)	: NP
Limite plástico (%)	: NP
Índice Plástico (%)	: NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : SP

Contenido de Humedad ASTM D2216 (%) : 13.8



Nota: Muestra recibida e identificada por el Solicitante  
 Dirección : Téc. G. Quiro Z.  
 Revisión : Ing. D. Basurto R.



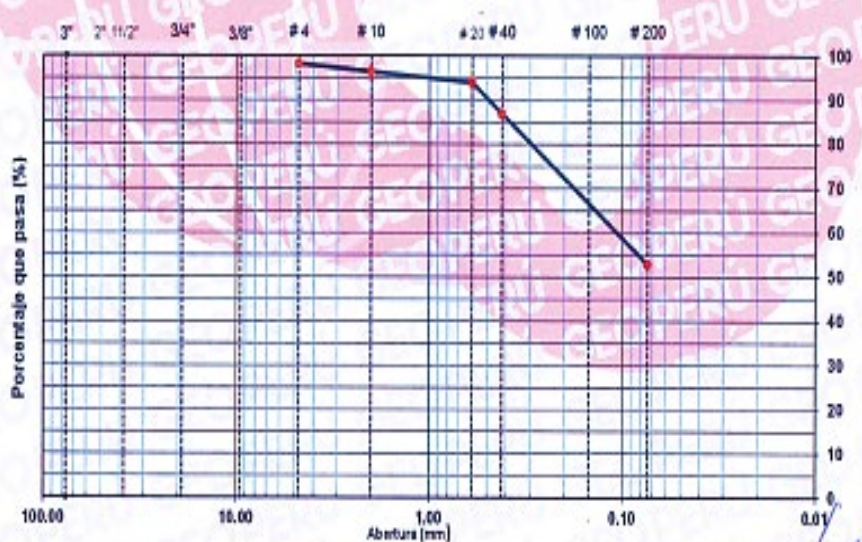
Firma: *[Firma manuscrita]*  
 Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
 (07) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM  
D422**

OBRA : IMPERMEABILIZACIÓN DE CIMENTACIÓN, SANTA ROSA, 2021  
SOLICITADO : NEYSER ALAYO MALCA  
MUESTRA : MATERIAL PROPIO  
FECHA : 26.11.21

TAMIZ	ABERT. mm	PEROJET. TARETA	PESO RET. MUEST. PASO	MUEST. AC.	% Q. PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 857.0 gr
2 1/2"	63.500					PESO MAT. <#4 = 841.20 gr
2"	50.800					PESO FRACCIÓN = gr
1 1/2"	38.100					LÍMITE LÍQUIDO = NL %
1"	25.400					LÍMITE PLÁSTICO = NP %
3/4"	19.100					ÍNDICE PLÁSTICO = NP %
1/2"	12.700					CLASIF. AASHITO = A-4 (4)
3/8"	9.520					CLASIF. SUCCS = ML
1/4"	6.350				100.0	LIMO ARENOSO
#4	4.750	15.8	15.8	1.8	1.8	98.2
#8	2.360		0.0	0.0	1.8	98.2
#10	2.000	15.2	15.2	1.8	3.6	96.4
#16	1.190		0.0	0.0	3.6	96.4
#20	0.850	21.0	21.0	2.5	6.1	93.9
#40	0.425	60.4	60.4	7.1	13.1	86.9
#60	0.250	80.6	80.6	9.4	22.9	77.1
#100	0.150	97.2	97.2	11.3	33.9	66.1
#200	0.075	114.3	114.3	13.3	47.2	52.8
<#200	FONDO	452.5	452.5	52.8	100.0	

**CURVA GRANULOMETRICA**



PROCEDIMIENTO DE SECADO : HORNO SECADO  X  
COCINA

JOSE LUIS EDILBRANDO  
GOMEZ TORRES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 132655



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

### LABORATORIO QUÍMICO FIC

#### ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE : NEYSER ALAYO MALCA  
 REGISTRO : 521-6057 LQ/21-11-B  
 PROYECTO : IMPERMEABILIZACIÓN DE CIMENTACIÓN EN EDIFICACIÓN, SANTA ROSA  
 UBICACIÓN : SANTA ROSA - LIMA  
 TIPO DE EXPLORACIÓN: CALICATA: C-1  
 PROFUNDIDAD (m): 0.00 – 3.0  
 RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 24-11-2021

ANÁLISIS DE:	CLORUROS Cl	SULFATOS (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	SALES SOLUBLES TOTALES
	ASTM D 512	ASTM D 516	MTCE 119
	AASHTO T 261	AASHTO T 266	
	ppm	ppm	ppm
TIPO DE EXPLORACIÓN:			
CALICATA:			
C-1	676	2 608	3 284
PROFUNDIDAD(m):			
0.00 – 3.0			

Lima, 30 de noviembre del 2021

  
 CARMEN M. REYES CUBAS  
 MSc. ING. JEFA (a) DEL LABORATORIO  
 Laboratorio de Química de la UNI-FIC

El Laboratorio no respalda ni da validez a la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Código Postal: 15333, Perú  
 Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Teléfax: (511) 481 - 9845  
 Central Telefónica: 481-1070/Anexo: 4020 - 4003

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



Engineering  
Accreditation  
Commission



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil


### LABORATORIO QUÍMICO FIC

### ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE : NEYSER ALAYO MALCA  
REGISTRO : 521-605/LQ21-11-B  
PROYECTO : IMPERMEABILIZACIÓN DE CIMENTACIÓN EN EDIFICACIÓN, SANTA ROSA  
UBICACIÓN : SANTA ROSA - LIMA  
TIPO DE EXPLORACIÓN: CALICATA: C-2  
PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.0  
RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 24-11-2021

ANÁLISIS DE:	CLORUROS Cl <sup>-</sup> ASTM D 512 AAASHO T 291 ppm	SULFATOS (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup> ASTM D 518 AAASHO T 290 ppm	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219 ppm
TIPO DE EXPLORACIÓN:  CALICATA:  C-2  PROFUNDIDAD (m):  0.00 - 1.0	776	2 496	3 271

Lima, 30 de noviembre del 2021

  
CARMEN M. REYES CURBEL  
MSc. ING. JEFA (a) DEL LABORATORIO  
Laboratorio de Química de la UNI-FIC

B Laboratorio no responsable del material ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Código Postal: 15333, Perú  
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845  
Central Telefónica: 481-1070/Anexo: 4020 - 4003

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



Engineering  
Accreditation  
Commission





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

### LABORATORIO QUÍMICO FIC

### ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE : NEYSER ALAYO MALCA  
REGISTRO : S21-605/LQU21-11-B  
PROYECTO : IMPERMEABILIZACIÓN DE CIMENTACIÓN EN EDIFICACIÓN, SANTA ROSA  
UBICACIÓN : SANTA ROSA - LIMA  
TIPO DE EXPLORACIÓN: CALICATA: C-3  
PROFUNDIDAD (m): 0.00 – 1.80  
RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 24-11-2021

ANÁLISIS DE:	CLORUROS Cl	SULFATOS (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	SALES SOLUBLES TOTALES
	ASTM D 512 AASTHO T 201 ppm	ASTM D 516 AASTHO T 260 ppm	MTC E 219 ppm
TIPO DE EXPLORACIÓN:  CALICATA:  C-3  PROFUNDIDAD (m):  0.00 – 1.80	651	2 460	3 271

Lima, 30 de noviembre del 2021

  
CARMEN M. REYES CURBAL  
MSc. ING. JEFA (a) DEL LABORATORIO  
Laboratorio de Química de la UNI-FIC



El Laboratorio no respalda ni garantiza la procedencia de la muestra.

Av. Tupac Amaru 210, Código Postal: 15333, Perú  
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú / Telefax: (511) 481 - 9845  
Central Telefónica: 481-1 070/Anexo: 4020 - 4003

Correa de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Accreditation  
Commission

## Anexo 4: Ficha técnica de geotextil tipo PET 200g/m<sup>2</sup>



### Ficha Técnica *Geotextil PET 200 gr/m<sup>2</sup>*

Geotextil no tejido, fabricado con fibras de poliéster 100% por el proceso de punzonado que asegura un arreglo estable, mediante el cual, las fibras retienen su posición relativa y adquiere estabilidad dimensional. El Geotextil pasa por un proceso de termofijado por una cara que mejora su resistencia. Químicamente es resistente a los ácidos y álcalis por la combinación de sus propiedades físicas, mecánicas, hidráulicas y de durabilidad.

#### Aplicaciones Típicas

Estabilización de suelos blandos, rellenos sanitarios, carreteras, pavimentos de carpeta asfáltica, pavimentos de adoquín, caminos de acarreo, terraplenes, plataformas de desplante, rampas de acceso a puentes, protección costera con enrocamiento, presas, diques y canales, tarquinas, contención de azolves, separación de materiales, espigones para recuperación de playa, islas artificiales, pozos de absorción, filtro para drenaje, control de vegetación, muelles, entre otras.

#### PROPIEDADES DEL MATERIAL

CONCEPTO	MÉTODO	UNIDAD	VALOR
Masa por unidad de Área	ASTM D 5261	gr/m <sup>2</sup>	200 ± 6%
Resistencia a la tensión	ASTM D 4632	N	420 ± 8%
Resistencia al desgarre trapezoidal	ASTM D 4533	N	170
Resistencia al punzonado	ASTM D 4833	N	180
Resistencia al estallamiento	ASTM D 3786	kpa	1179
Resistencia U.V. <sup>1</sup>	ASTM D 4355	%	70
Elongación	ASTM D 4632	%	90
Permitividad	ASTM D 4491	sec <sup>-1</sup>	2.34
Permeabilidad	ASTM D 4491	cm/s	0.39
Flujo	ASTM D 4491	lpm/m <sup>2</sup>	7131

#### PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO

Espesor		mm	1.65
Ancho del rollo		m	4.00
Longitud del rollo		m	100
Área del rollo		m <sup>2</sup>	400
Peso aproximado de rollo		Kg	86

1.-Resultado obtenido después de 500 hrs de exposición.

## Anexo 5: Ficha técnica de geomembrana HDPE lisa



### GEOMEMBRANA HDPE 30 - 0.75 mm



FICHA TÉCNICA

#### 1. GEOMEMBRANA

PQA PERU es una geomembrana de polietileno impermeabilizante de alta densidad, fabricada bajo estrictos controles de calidad, con 97.5% de resina virgen de HDPE con 2.5% de Negro de carbón como estabilizador a rayos ultravioleta, aditivos antioxidantes y estabilizadores térmicos, los cuales permiten garantizar dicho material por 5 años. Pueden fabricarse en anchos de 6.5 a 8.00 m y en espesores de 0.50, 0.75, 1.00, 1.50 y 2.00 mm.

#### 2. APLICACIONES

- Revestimiento de canales.
- Revestimiento de techos, cimentaciones, cisternas, techos, pozos, embalses, presas, etc.
- Barreras impermeables (horizontales y verticales).
- Pad y pond de lixiviación.
- Depósitos de relaves.
- Reservorios.
- Presas.
- Lagunas artificiales.

#### 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PROPIEDADES RELEVANTES	NORMA	UNO	VALOR	FRECUENCIA DE ENSAYO
Espesor Nominal		mm	0.75	
Espesor Mínimo	ASTM D 5199	mm	0.66	por día
Densidad (mínimo)	ASTM D 505 ASTM D 792	g/cm <sup>3</sup>	0.94	90.00 kg
Resistencia a la Tracción (V.M. Mínimo) (1)		KN/m	20	
- Resistencia a la Rotura	ASTM D 6698 Tipo IV	KN/m	11	9.00 kg
- Resistencia en Fluencia		%	700	
- Elongación a la Rotura		%	12	
- Elongación a la Fluencia		%	12	
Resistencia al Ranzado (V.M. Mínimo)	ASTM D 1004	N	96	20.000 kg
Resistencia al Ranzado (V.M. Mínimo)	ASTM D 4833	N	274	20.000 kg
Resistencia al Agritamiento (SC 19)	ASTM D 5597	hr	300	Por GRIGRAMO
Contenido de negro de carbón	ASTM D 4219	%	2.0 - 3.0	9.000 kg
Dispersión de negro de carbón (2)	ASTM D 5595	-	Cl. 1 a 2	-
Tiempo Oxidación Inducida OIT a la Presión (3)	ASTM D 5885	min.	> 400	por formulación
Envejecimiento a Humo a 85°C (4-Min Ret de OIT a Alta Presión después de 90 días)	ASTM D 5721 ASTM D 5885	min.	> 80	por formulación
Resistencia al UV (4-Min Ret de OIT a Alta Presión después de 1500 horas)	ASTM D 7226 ASTM B 154 ASTM D 5885	min.	> 50	por formulación
Rollo Ancho (4)	-	m	7	-
Rollo Largo	-	m	295	-
Rollo Área	-	m <sup>2</sup>	2065	-
Unidad de Venta	-	m <sup>2</sup>	-	-

(1) Dirección de máquina (DM) y dirección transversal a máquina (DTM) el valor medio de los resultados está en base a 5 ensayos en cada dirección.

a) Elongación en el punto de fluencia está calculado con un espacio entre mordazas de 33 mm.

b) Elongación en el punto de rotura está calculado con un espacio entre mordazas de 50 mm.

(2) La dispersión de negro de carbón (sólo los aglomerados esféricos) mediante 10 observaciones al microscopio (9 en categoría 1 ó 2 y 1 en categoría 3).

(3) En fábricas hay la opción de seleccionar uno de los métodos de OIT mostrados en la Tabla para evaluar el contenido de antioxidante en la geomembrana.

(4) En fábrica hay la opción de fabricar en ancho de 6.50 m hasta 8.00 m.

Av. Néstor Gambetta No. 6429 Callao - Perú  
Telf. : (51-1) 613-6666 Fax: (51-1) 577-0041  
infraestructura@prodac.com.pe  
[www.prodac.com.pe](http://www.prodac.com.pe)

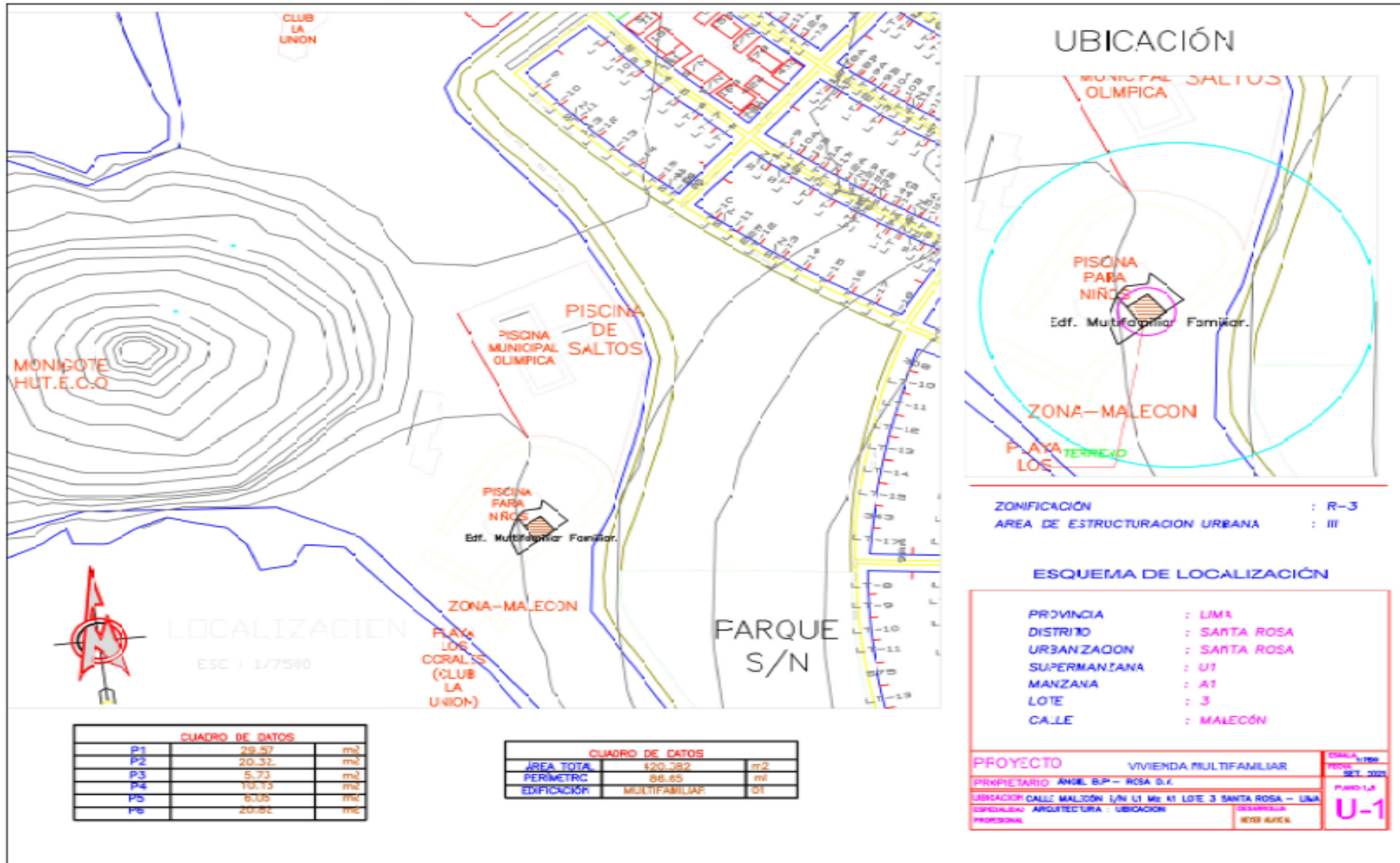
BEKAERT

better together

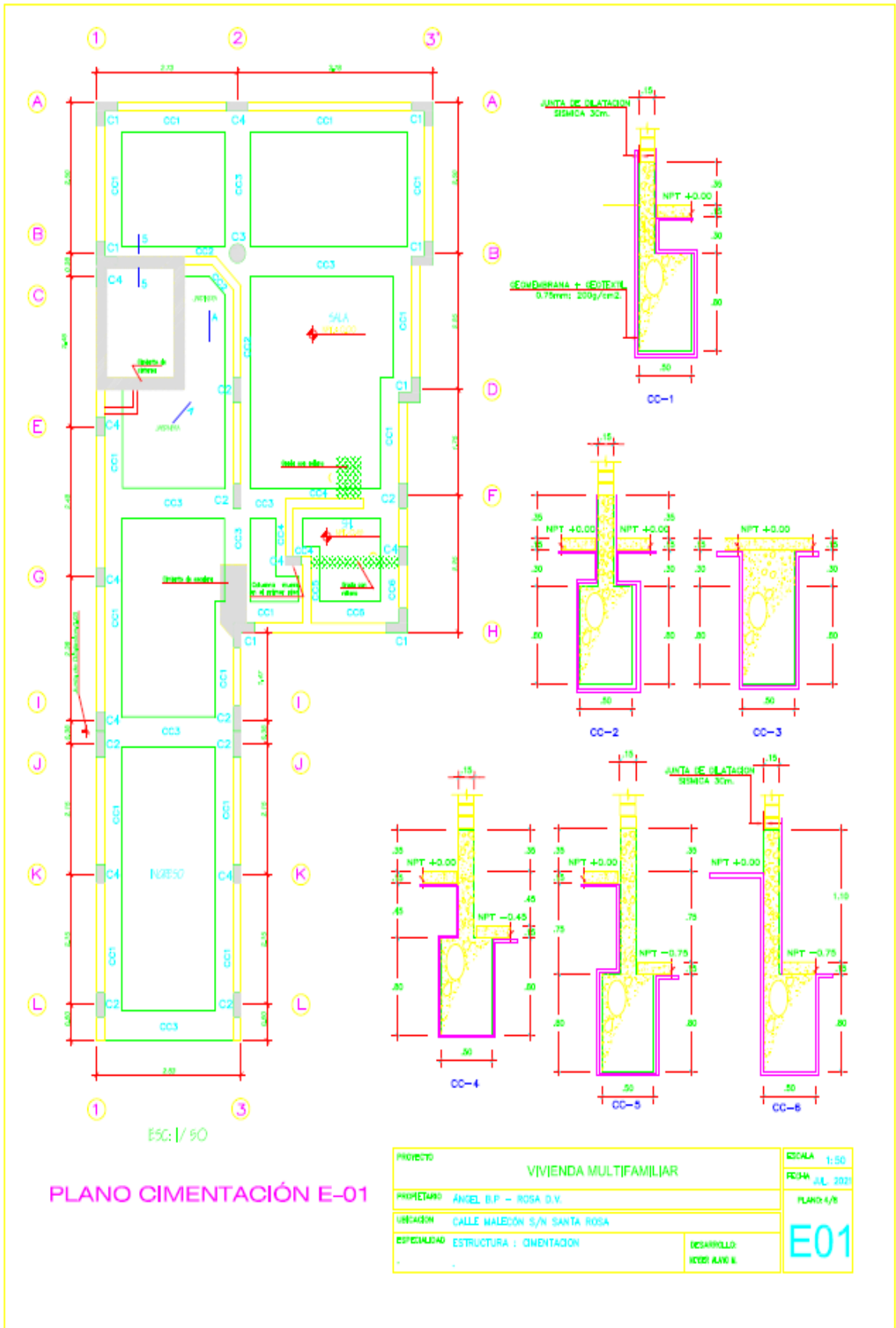
## Anexo 6: Hoja de cálculo de Capacidad de Carga Admisible

PROYECTO: IMPERMEABILIZACION DE CIMENTACIONES 2021											
CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO											
INGRESAR VALORES, SEGÚN ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS ( EN LABORATORIO )											
Metodo: TERZAGHY					Metodo: VESIC						
$q_{ult} = (C)(N_c) + (\gamma)(D_f)(N_q) + (1/2)(\gamma)(B)(N_\gamma)$					$q_{ult} = (C)(N_c)(S_c) + (\gamma)(D_f)(N_q)(S_q) + (1/2)(\gamma)(B)(N_\gamma)(S_\gamma)$						
C =	0.02	→	Cohesión del Suelo		C =	0.02	→	Cohesión del Suelo			
φ =	35.00	→	Angulo de Fricción interna del Suelo (Fi)		φ =	35.00	→	Angulo de Fricción interna del Suelo (Fi)			
Df =	1.05	mts	Profundidad de Cimentacion / Desplante		Df =	1.05	mts	Profundidad de Cimentacion / Desplante			
B =	1.05	mts	Ancho o Radio del Cimiento C / Zapata		B =	1.05	mts	Ancho o Radio del Cimiento C / Zapata			
γ =	1.522	gr/cm3	o Tn/m3	Peso Volumetrico del Suelo	γ =	1.52	gr/cm3	o Tn/m3	Peso Volumetrico del Suelo		
Nc =	32.36	}			factores de capacidad de carga en funcion del angulo de fricción interna del suelo	Nc =	32.36	}			factores de capacidad de carga en funcion del angulo de fricción interna del suelo
Nq =	18.58					Nq =	18.58				
Nγ =	17.70					Nγ =	17.70				
FS =	3.50	factor de Seguridad Según USO - R.N.E	Edif.Industriales/Publicos/Almacenes		FS =	3.50	factor de Seguridad Según USO - R.N.E	Edif.Industriales/Publicos/Almacenes			
<b>Q<sub>ult</sub> = 44.48 tn/m<sup>2</sup>      Q<sub>adm</sub> = 1.27 kg/cm<sup>2</sup></b>					FACTORES DE FORMA						
					Sc =	1.30					
					Sq =	1.05	←	0.50	1.05		
					Sγ =	0.80					
RESULTADO : CAPACIDAD PORTANTE PROMEDIO ENTRE AMBOS METODOS APLICADOS :											
Valor Adoptado →					<b>Q<sub>adm</sub> = 1.25 kg/cm<sup>2</sup></b>						
					<b>Q<sub>ult</sub> = 43.33 tn/m<sup>2</sup></b>						
					<b>Q<sub>adm</sub> = 1.24 kg/cm<sup>2</sup></b>						

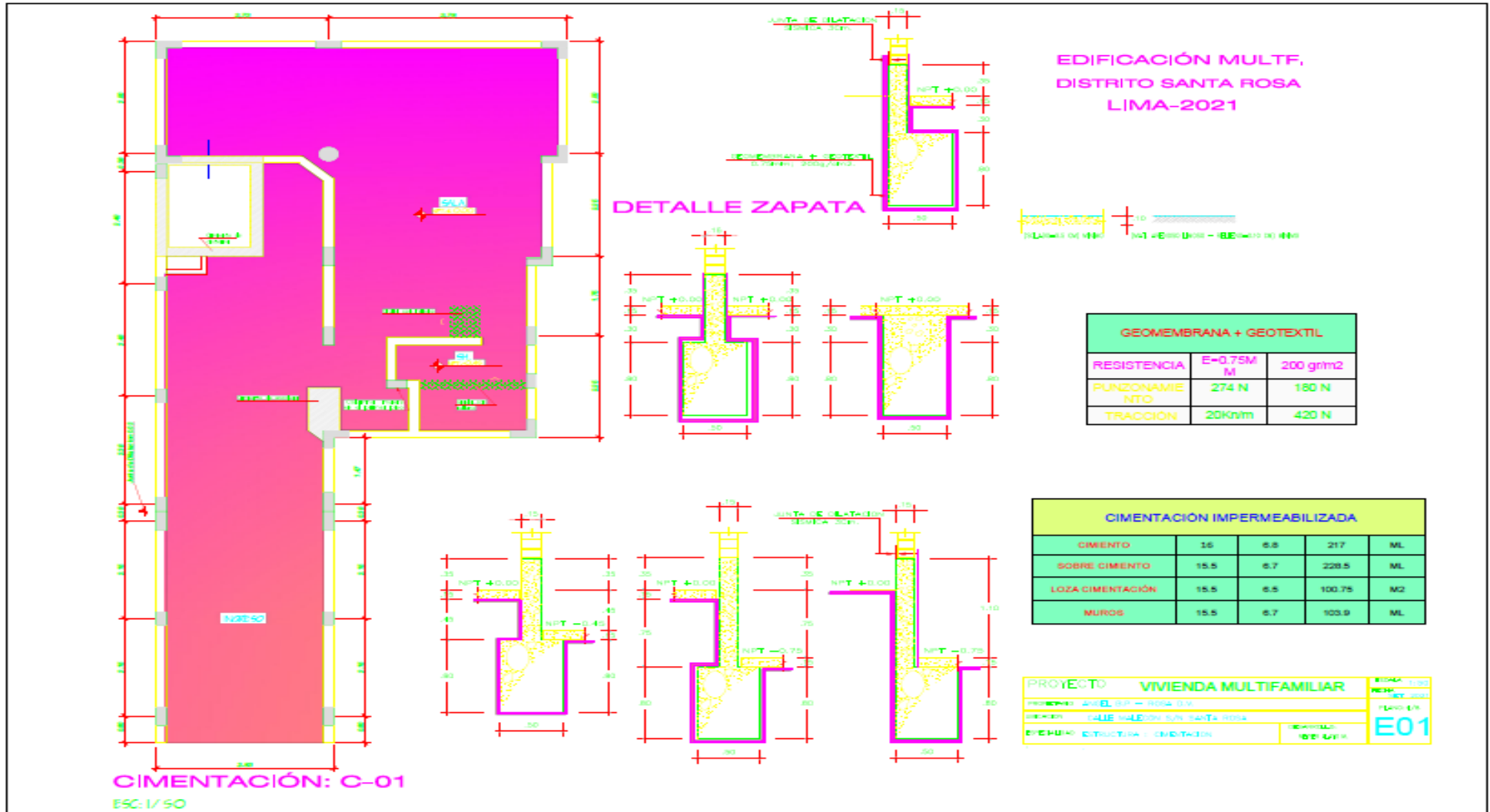
## ANEXO 7: PLANO DE UBICACIÓN ZONA DE ESTUDIO



# ANEXO 8: PLANO DE CIMENTACIÓN E-01



## ANEXO 9: PLANO DE DETALLES DE CIMENTACIÓN ÁREA IMPERMEABILIZADA



## Anexo 10: Procesamiento de Resultados Excel

Geotextil+Geo membrana	Traccion Longitudinal	%	Traccion Trasversal	%
Ensayo	8.29	66.27%	7.76	64.77%
Fich.tecn.	4.22	33.73%	4.22	35.23%
<b>Total</b>	<b>12.51</b>	<b>100.00%</b>	<b>11.98</b>	<b>100.00%</b>

Geotextil+Geo membrana	Resistencia (N)	%
Fich tec	227	49.46%
ensayo	232	50.54%
<b>Total</b>	<b>459</b>	<b>100.00%</b>

CALICATAS	W%	PROMEDIO w%
C-1	12.2	<b>11.67</b>
C-2	9.2	
C-3	13.6	
<b>Total</b>	<b>35</b>	



CALICATAS	Nº200 M.R %	(SP) PROMEDIO %
C-1	98.2	<b>98.17</b>
C-2	98.4	
C-3	97.9	
<b>Total</b>	<b>294.5</b>	

¿Cómo afectan los sulfatos y sales al cemento?

Las consecuencias del ataque de sulfatos no solo producen degradación por expansión y fisuración, también, una reducción en la resistencia mecánica debido a la pérdida de cohesión en la pasta de cemento, lo anterior también conlleva a una pérdida de adherencia entre la pasta y las partículas de los agregados

>6000	Cloruros ppm	%	Nivel
<b>M+1</b>	676	32.14%	Moderado
<b>M+2</b>	776	36.90%	Moderado
<b>M+3</b>	651	30.96%	Moderado
<b>Total</b>	<b>2103</b>	<b>100.00%</b>	<b>Moderado</b>
<b>701</b>			
0->20000	Sulfatos ppm	%	Grado de ataque
<b>M+1</b>	2698	35.25%	severo
<b>M+2</b>	2496	32.61%	severo
<b>M+3</b>	2460	32.14%	severo
<b>Total</b>	<b>7654</b>	<b>100.00%</b>	<b>severo</b>
<b>2551</b>			
>15000	Sales Solubles Totales ppm	%	Nivel
<b>M+1</b>	3730	34.37%	Moderado
<b>M+2</b>	3751	34.57%	Moderado
<b>M+3</b>	3371	31.06%	Moderado
<b>Total</b>	<b>10852</b>	<b>100.00%</b>	<b>Moderado</b>
<b>3617</b>			

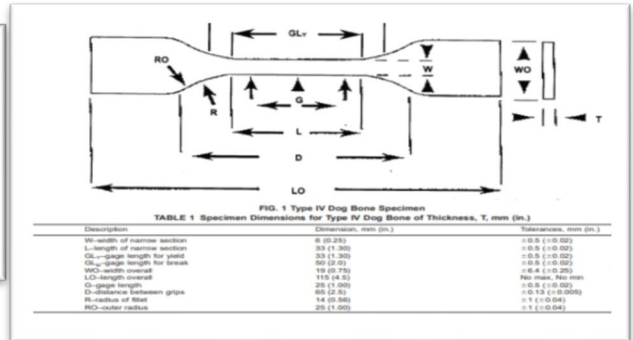
Punzonamiento	R discusion %	%	% aumento R.p
Godoy	1.07	31.56%	<b>36.87%</b>
yo	2.32	68.44%	
1.00mm/0.75mm		0.00%	
<b>Total</b>	<b>3.39</b>	<b>100.00%</b>	

Carga y presion admisible	(kg/cm²)	%	% aumento R.p
Padm	3.12	71.40%	<b>42.79%</b>
qadm	1.25	28.60%	
		0.00%	
<b>Total</b>	<b>4.37</b>	<b>100.00%</b>	

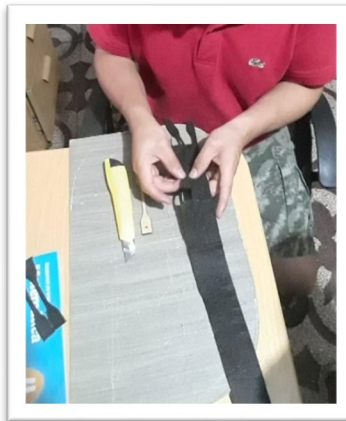


# Anexo 11: Ensayos de geosintéticos

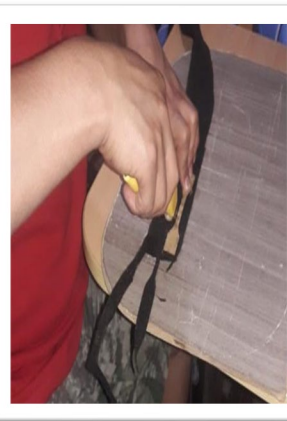
## Procedimiento y Corte de Probetas - Tracción



**01: MOLDE DE CORTE ASTM D6693.**



**02: COLOCACIÓN MOLDE.**



**03: CORTE.**



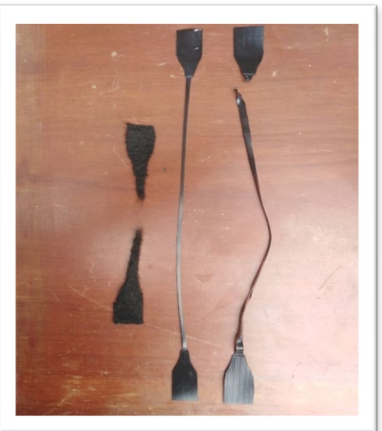
**04: PROBETAS.**



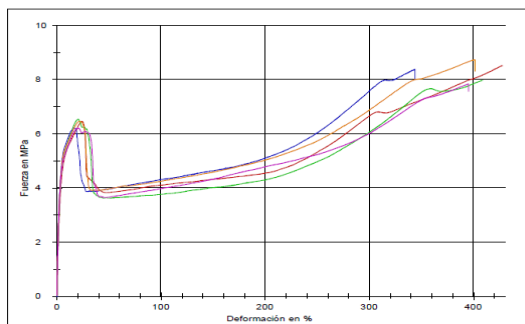
**05: MAQ. TRAC. UNV. ZWICK ROELL, 2100.**



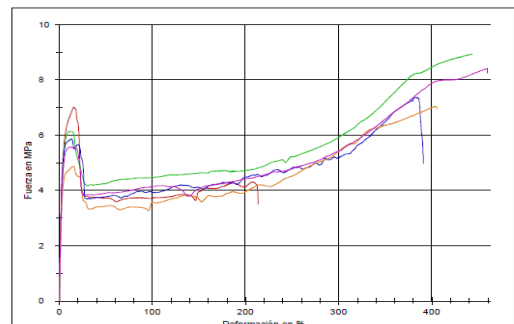
**06: MOMENTO DE ENSAYO.**



**07: PRB. DESPUES ENSAYO.**



GRÁFICA DE LA FUERZA DE TRACCIÓN (MPa) VS ELONGACIÓN (%) EN DIRECCIÓN LONGITUDINAL.



GRÁFICA DE LA FUERZA DE TRACCIÓN (MPa) VS ELONGACIÓN (%) EN DIRECCIÓN TRANSVERSAL.

## 0.8: INTERPRETACIÓN Y RESULTADOS

## Procedimiento y Corte de Probetas Geotextil + Geomembrana, Punzonamiento



01: CORTE (13x13) mm.



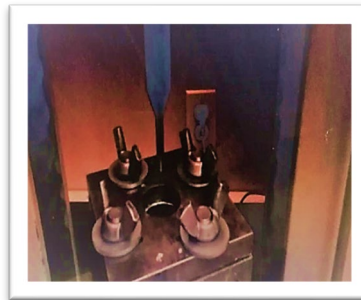
02: JUNTADO.



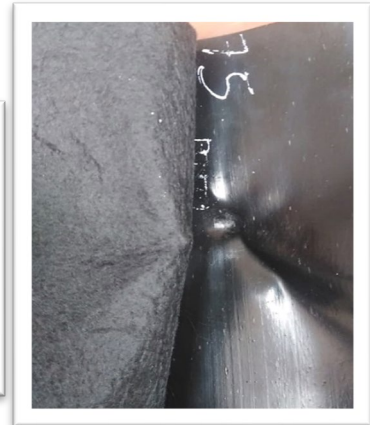
03: POSICIÓN DE ENSAYO.



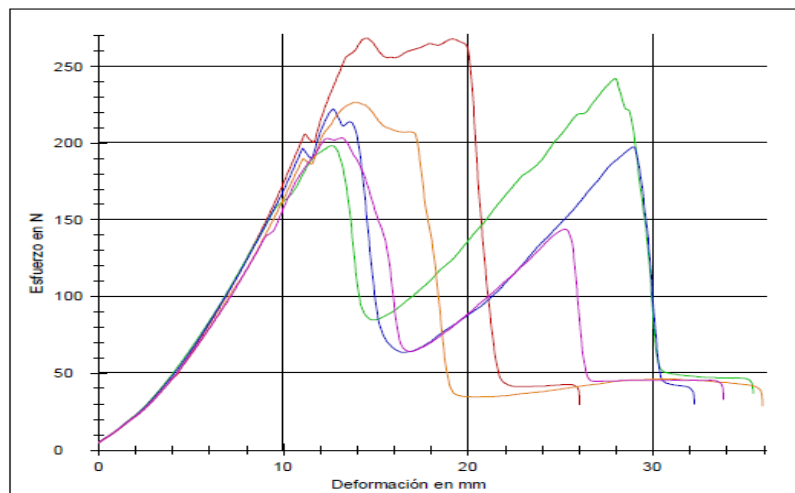
04: MAQ. Z. ROELL, Z10(CBR).



05: MOMENTO DE ENSAYO.



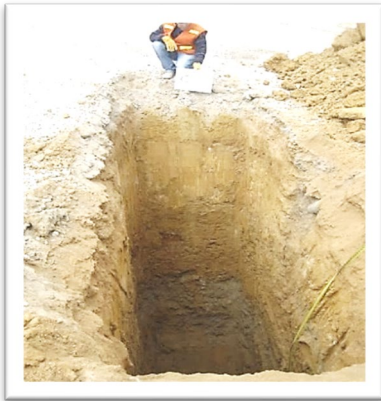
06: PRB. DESPUES ENSAYO



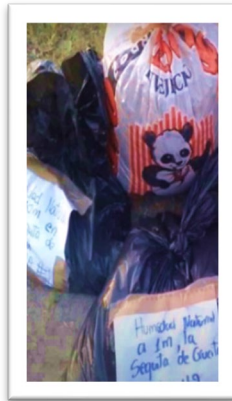
GRÁFICA DE LA FUERZA DE RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO (N) VS DEFORMACIÓN (%).

### 0.7: INTERPRETACIÓN Y RESULTADOS

## ESTUDIO DE SUELOS CALICATA



01: CALICATA



02: MUESTRA



03: LABORATORIO

## PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO IMPERMEABILIZACIÓN DE CIMENTACIÓN EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR SANTA ROSA-2021

