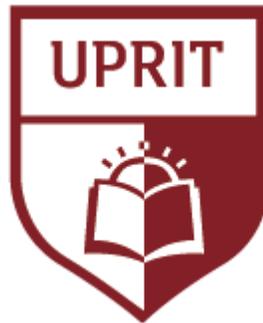


**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“BASES TEORICAS PARA (METODOS DE CONTROL DE CALIDAD APLICADOS A LOS GEOSINTETICOS EN LA PLATAFORMA CARACHUGO 10B PARA EL TRATAMIENTO DE SOLUCIÓN CIANURADA. LA ENCAÑADA-CAJAMARCA 2018)”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA  
OPTAR EL GRADO DE BACHILLER**

**AUTOR:**

**Juan Andrés Ignacio Chávez**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2018**



## CONTENIDO

Índice

Resumen/ palabras claves

Abstrac/ key words

I. Introducción

- 1.1. Delimitación del problema.
- 1.2. Justificación del problema.
- 1.3. Objetivo.
- 1.4. Procedimiento metodológico seguidos.

II. Resultados respecto a los antecedentes estado del arte o estado de la cuestión.

III. Conclusión.

IV. Bibliografía.

V. Anexos.



## RESUMEN / PALABRAS CLAVES

El objetivo de la presente investigación es dar a conocer de los diferentes métodos de control de calidad que se aplican a los diferentes geosintéticos: la geomembrana, geomembrana bituminosa, las tuberías HDPE, etc., usando Polietileno de Alta Densidad (HDPE) y de baja densidad (LLDPE), bajo los parámetros de las normas y las Especificaciones Técnicas del Proyecto. Teniendo en cuenta las características de la investigación, los ensayos o pruebas la recopilación de datos, se realizaron durante la construcción de la plataforma de lixiviación, para lo cual en la instalación de la geomembrana se ha generado cuatro protocolos de calidad, en la geomembrana bituminosa se generarán tres protocolos de calidad y en la tubería se generan cinco protocolos: protocolo de control de calidad de presión de aire, protocolo de control de calidad de prueba de vacío, protocolo de destructivo por fusión, protocolo de destructivo por extrusión, protocolo de inspección visual de tubería, protocolo de pruebas de ensayo de dobles de tubería. Utilización de estos protocolos se concluye la importancia de la aplicación de los métodos de calidad en los geosintéticos.

**Palabras claves:** plataforma, control de Calidad, método, geomembrana, tubería, geomembrana bituminosa, ensayo.



## ABSTRAC / KEY WORDS

The objective of the present investigation is to present the different quality control methods that are applied to the different geosynthetics: geomembrane, bituminous geomembrane, HDPE pipes, etc., using High Density Polyethylene (HDPE) and low density (LLDPE), under the parameters of the standards and the Technical Specifications of the Project. Taking into account the characteristics of the research, the tests or the data collection, were carried out during the construction of the leaching platform, for which the installation of the geomembrane has generated four quality protocols, in the bituminous geomembrane three quality protocols will be generated and five protocols are generated in the pipeline: air pressure quality control protocol, vacuum test quality control protocol, fusion destructive protocol, extrusion destructive protocol, inspection protocol visual of pipe, test protocol of test of doubles of pipe. Using these protocols concludes the importance of the application of quality methods in geosynthetics.

**Keywords:** platform, quality control, method, geomembrane, pipe, bituminous geomembrane, test.



## I. INTRODUCCIÓN

Para obtener una mejor vida o una vida de calidad, desde hace mucho tiempo lo que se construye, se inventa, se crea es para tener una mejora continua en todos los aspectos: social, económico, político e industrial, por lo que busca el presente trabajo de investigación determina es la aplicación de los métodos de control de calidad que se dan en los geosintéticos, en las diferentes construcciones que se realizan en los centros mineros, así como en la gestión pública.

En especial en las construcciones del sector público, donde se están utilizando los geosintéticos como la geomembrana, la bituminosa, tubería HDPE, geotextil, geonet.

Hoy en día las tendencias a nivel mundial, exigen a las instituciones privadas y públicas establecer métodos de control de calidad que se aplican a los geosintéticos.

La hipótesis es: si los métodos de control de calidad que se aplican a los geosintéticos en la plataforma responden a las necesidades de los profesionales y técnicos, entonces emplearán dichos conocimientos en el sector público.

La presente investigación se justifica por muchas evidencias prácticas que, en los últimos 20 años, se desarrolla en el sector minero la cual se da dentro de una opción de calidad que se aplican a los geosintéticos, buscando así una calidad de trabajo en la construcción, la cual cumple un papel fundamental en el desarrollo de las comunidades y buscando una mejora del bienestar de la población en general.

Por ende, las entidades gubernamentales como desde el gobierno central, las gobernaciones y las municipalidades deben promover la aplicación de la calidad en toda de construcción en beneficio de la población, la calidad se debe implementar con una política de calidad estrictamente objetiva desde la obtención de los materiales, equipos y personal altamente competitivos en gestión de calidad, para así lograr obras bien ejecutadas y que perduren en el tiempo.



La finalidad del presente trabajo es contribuir con los estudiantes de la Universidad Privada de Trujillo dedicados a los estudios de Ingeniería Civil, así también servirá como un instrumento de gestión de la calidad a los diferentes profesionales, buscando así la mejora continua y lograr convertirse en un profesional competitivo.

El objetivo del presente estudio es determinar la aplicación de los métodos de control de calidad a los geosintéticos de la plataforma, la investigación es cualitativa y descriptiva porque a partir de la problemática de la realidad en las construcciones públicas no se toman en cuenta la calidad.

### **1.1 Delimitación del problema que motiva el estado del arte:**

El tema de investigación del presente trabajo es los métodos de control de calidad aplicados a los geosintéticos en la plataforma de lixiviación Carachugo 10B, en el distrito de la Encañada. En la mayoría de unidades minera, en los diferentes proyectos se utilizan los geosintéticos como: geomembranas de diferentes tipos y espesores, tuberías HDPE, geotextiles, geomembrana bituminosa, gcl, geonet, etc.

El objetivo principal y lo que más motiva a realizar el presente trabajo de investigación es la problemática que existen dentro de la gestión pública, que dentro de las diferentes construcciones y dentro de los diversos proyectos de cualquier índole no se toma en cuenta la calidad de los materiales, de los equipos y mucho menos se toman en cuenta los diferentes métodos de calidad que se aplican en los geosintéticos.

### **1.2 Justificación del Tema**

Como en todo proyecto de inversión pública en nuestro país y en especial en la región de Cajamarca, así como en el distrito de la Encañada existen proyectos de plataformas de lixiviación, pozas para almacenamiento de agua natural y canales para riego agrícola; en los cuales se emplean o utilizan la geomembrana como medio de impermeabilización, en los cuales se aplican los métodos de control de calidad como: destructivos y no destructivos.



La aplicación de estos métodos garantizará la permeabilidad y hermeticidad mecánica de la geomembrana, dando así un aseguramiento del buen funcionamiento de las plataformas de lixiviación, pozas de tratamiento de aguas residuales, cales para riego, etc.

La presente tesis propone la aplicación de dichos métodos de control de calidad, que se deben aplicar en toda estructura que se utilice la geomembrana dentro de la gestión pública, solo así se garantizará un buen trabajo con calidad. Con la aplicación de estos

métodos se debe cumplir los objetivos y lograr que se subsane la problemática de saneamiento en las pozas para tratamiento de aguas residuales, en donde se utiliza la geomembrana y así contribuir con la buena práctica en la calidad de los trabajos en beneficio de la comunidad.

En nuestro país, se ha indagado en la búsqueda, si es que estos métodos de control han sido aplicados en la gestión pública y nos hemos dado cuenta de que en ninguna obra ya realizada tanto pública y como privada, fuera del ámbito minero, no se han utilizados los métodos de control de calidad destructivos y no destructivos.

El propósito del presente trabajo es dar a conocer los métodos que se utilizan para los geosintéticos, ya que las utilizaciones de estos garantizaran la calidad del acabado de las obras públicas y así brindar un buen servicio a la comunidad. Cabe resaltar que hoy en día la utilización de los geosintéticos en todos los campos y en las necesidades de la población, cada día más usados por su diversidad.

### 1.3 Objetivo

Proponer la aplicación de los métodos de control de calidad a la geomembrana de las pozas de tratamiento de aguas residuales en las obras públicas.

### 1.4 Procedimientos metodológicos seguidos

Para el presente trabajo de investigación se ha tomado en cuenta la experiencia de trabajos ejecutados con geosintéticos, además se realizó consultas bibliográficas como: libros sobre construcción y diseño con geosintéticos, revistas, así como también se realizó consulta vía internet.



## II. RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES, ESTADO DEL ARTE O ESTADO DE LA CUESTIÓN”

### **Proyecto:**

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que los proyectos tienen un principio y un final definido. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto, porque sus objetivos no se cumplieron o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no exista la necesidad que dio origen al proyecto. Así mismo, se puede poner fin a un proyecto si el cliente (cliente, patrocinador o líder) desea terminar el proyecto. (PMBOK – 2012)

### **Gestión de Calidad:**

Según la guía del PMBOK, la “Gestión de la Calidad de un proyecto” incluye los procesos y actividades de la organización ejecutante que determinan responsabilidades, objetivos y políticas de calidad a fin de que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales fue emprendido. “La Gestión de la Calidad” de un proyecto implementa el sistema de gestión de calidad por medio de políticas y procedimientos, con actividades de mejora continua de los procesos llevados a cabo durante todo el proyecto, incluyendo los requisitos del producto, se conozcan y sean válidos. (PMBOK – 2012)

### **Calidad:**

La Calidad tiene diferentes perspectivas y definiciones y definiciones que han ido evolucionando con el transcurso del tiempo. En primera instancia una visión general de la calidad es como un proceso que comienza por el conocimiento de las necesidades de los clientes, consiguiéndose a través de la puesta a disposición de los productos y/o servicios para la satisfacción de estas necesidades y se prolonga hasta la asistencia y el servicio después de la venta. (Def. Según Ugaz, L – 2012)

“Calidad, grado en el que un conjunto de características inherentes cumplen con los requisitos” (Norma ISO 9000-2008)

La RAE (Real Academia de la Lengua Española), define calidad como: “propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite



apreciarla como igual, mejor o peor que los restantes de su especie” (Diccionario de la Lengua Española, 2014)

### **Control de calidad:**

Todas aquellas técnicas y actividades de carácter operacional necesarias para satisfacer los requisitos de calidad. Costos de calidad: son los costos en que se incurre producto de desviaciones (fallas) y la administración de la calidad (costos que se incurren en mejorar la calidad) (PMBOK – 2012)

### **Control de Calidad en Laboratorio:**

Los ensayos de laboratorio se realizan previamente a la instalación de los geosintéticos. Cualquier defecto detectado antes de su instalación se informará para que se tomen las medidas del caso y derivarlos al laboratorio.

De manera general, para la prueba de laboratorio se elegirá un rollo cualquiera, se tomará en cuenta la primera vuelta en un metro y se procederá de acuerdo a las normas vigentes ISO 9862-2005, cabe resaltar que la muestra se debe rotular con los datos del mismo rollo. Dicha muestra debe tener como medida todo el ancho del rollo por 1 metro.

Lote se define como un grupo de rollos enumerados consecutivamente y procedentes de la misma fabrica.

El número de ensayos como mínimo debe ser de 1 ensayo por lote, o caso contrario como se tomen acuerdos en campo entre los involucradas del proyecto.

### **Geosintéticos:**

Los geosintéticos son productos elaborados a partir de materiales poliméricos termoplásticos mezclados con fibras naturales, los cuales poseen propiedades físico-mecánicas e hidráulicas, que hacen que su utilización sea apropiada en diferentes obras civiles.

Otra definición proporcionada por ASTM D – 4439-97: Los geosintéticos son productos elaborados a partir de materiales poliméricos usados en suelos, roca, tierra y otros materiales geotécnicos similares, como una parte integral de



proyectos de ingeniería civil, estructuras u otras construcciones elaboradas por el hombre.

Los geosintéticos son identificados por:

1. Polímero componente.
2. Proceso de fabricación.
3. Tipo primario de geosintéticos.
4. Masa por unidad de área.
5. Cualquier otra información adicional o propiedades físicas necesarias para describir el material con relación a sus aplicaciones específicas.

Así por ejemplo podemos identificar un geosintéticos como:

- Geotextil no tejido de polipropileno de 350 g/cm<sup>2</sup>.
- Geored de polietileno de 440 g/cm<sup>2</sup> con aberturas de 8 mm.
- Geomalla biaxial de polipropileno extruido con aberturas de 25×25 mm.
- Geomembrana de polietileno de alta densidad de 1.5 mm de espeso.
- Geomembrana Bituminosa.
- Tubería HDPE de alta densidad.

### **Geomembrana:**

Las geomembranas son productos geosintéticos en forma laminar, continua y flexible, utilizadas como barrera impermeable de líquidos en proyectos ambientales o de ingeniería civil, diseñadas para condiciones expuestas a los UV. Pueden ser fabricadas a base de diversos polímeros, siendo las más comunes las geomembranas de polietileno (HDPE, LLDPE, VFPE), las cuales poseen propiedades mecánicas apropiadas, alta resistencia física, gran inercia química, aislamiento eléctrico, no absorben humedad y son inertes a agentes biológicos. Las geomembranas se definen como una barrera de baja permeabilidad usada por cualquier tipo de material relacionado a la geotecnia.

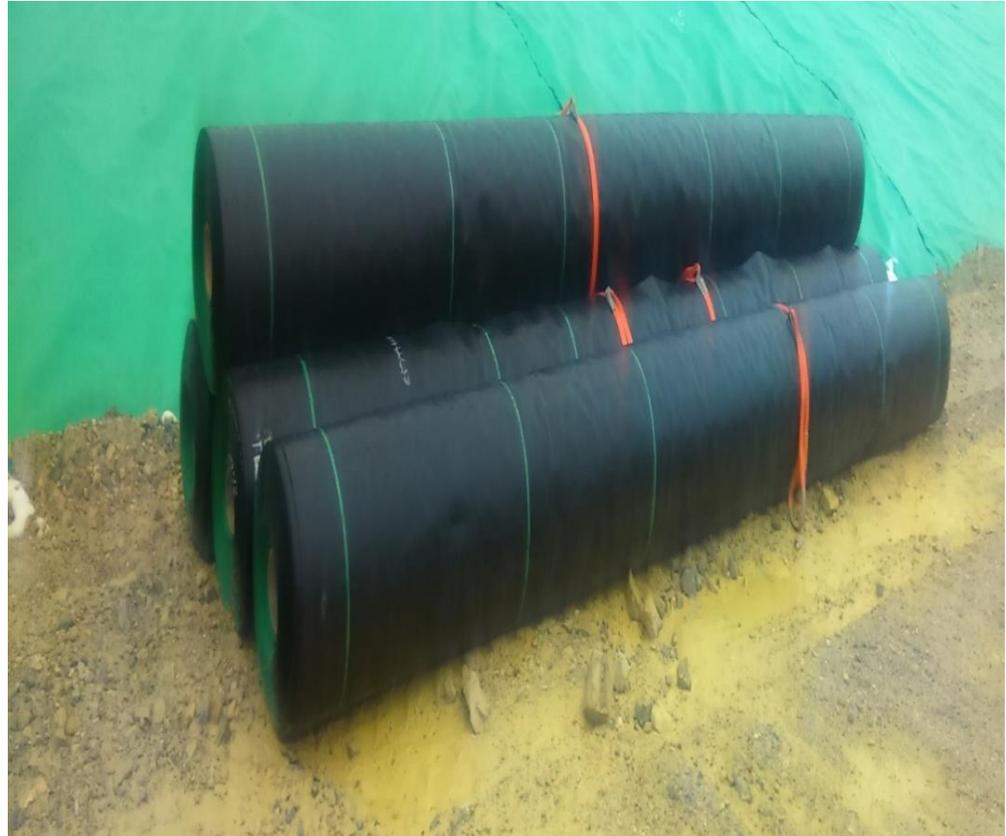
### **Geomembrana de polietileno de alta densidad:**

Las geomembranas de alta densidad son resistentes a muchos productos químicos, incluidos ácidos, sales, alcoholes, aceites e hidrocarburos. Además de su resistencia a los rayos ultravioleta, presentan altas propiedades mecánicas para la supervivencia frente a los esfuerzos de instalación en obras.

Su permeabilidad es muy baja, la cual le permite actuar como barrera al paso de gases y fluidos.

### **Geomembrana de polietileno baja densidad (LLDPE)**

Las geomembranas de baja densidad, además de tener propiedades químicas como las de alta densidad, son muy flexibles poseen un gran número de aplicaciones en las que destacan: sellado en vertederos, balsas de agua, estanques, plataformas de lixiviación, pozas para cosecha de agua.



**FIGURA N° 01**

### **Pruebas de control de Calidad:**

En toda la industrialización desde su inicio hasta los últimos tiempos siempre se busca la mejor continua, en obtener buenos productos en base a los parámetros, estándares y normas, en la búsqueda constante de obtener buenos resultados, para lograr estos objetivos se aplican ciertas pruebas de control. En el mundo de los geosintéticos también utilizan métodos de control de calidad, los que garantizan la resistencia mecánica y la hermeticidad de los



geosintéticos, cabe resaltar que existe dos tipos de pruebas: la prueba destructiva y no destructiva:

## **1. Pruebas Destructivas:**

Dentro de las pruebas destructivas tenemos:

### **1.1. Pruebas de Puesta en Marcha o servicio:**

Estas pruebas se realizan al inicio de todo proyecto, en las que se evalúan tanto al operador del equipo como al equipo en sí, en cuanto al operador se tendrá en cuenta: la experiencia, destreza en la operación; en cuanto al equipo, se tendrá en cuenta el buen estado del equipo, calibración y accesorios en perfectas condiciones.

Estas pruebas se llevan a cabo en retazos de geomembrana de un tamaño apropiado para verificar las condiciones de las soldaduras y los procedimientos sean los adecuados. Los retazos de geomembrana para extrusión son de 3500 mm y para fusión de 7000 mm.

Las pruebas de puesta en marcha se realizarán en presencia del Cliente o el Supervisor del proyecto, en cual procederá al marcado aleatorio las cupones o probetas en los retazos de la geomembrana donde se ejecutó la soldadura. Las probetas se extraerán de las muestras y se ensayarán de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto.

Se extraerán 10 cupones o probetas de 1" de ancho y 8" de largo, de los cuales 5 se ensayan en tracción al desgarre y 5 al ensayo de tracción de corte y en caso de las probetas de soldadura por fusión se deben aprobar por ambos lados.

En caso de que el Supervisor del proyecto el Supervisor de control de calidad rechace una prueba de soldadura, el operador deberá revisar su equipo, para luego rehacer las pruebas nuevamente.



FIGURA N°: 02



FIGURA N°: 03



### 1.3. Destructivos:

Son muestras que se extraen de campo o área de geomembrana, en la medida de 1000 mm por 300 mm, del cual se extraen 10 cupones, de los se ensayan 05 cupones corte y 05 al desgarro. Está muestra se extrae cada 100 metros lineales de soldadura por fusión o extrusión



FIGURA N° 05



FIGURA N° 06

**2. Pruebas no destructivas:**

Dentro de las pruebas no destructivas tenemos:

**2.1. Prueba de Aire (aire test):**

Esta prueba consta de los siguientes equipos: un soplador de aire caliente, un bombín, agujas con orificios, manómetros de medición (psi) de presión de aire.

La prueba de aire consiste en hacer sellado en los extremos de las costuras de la soldadura por fusión, con el soplador de aire caliente, una vez sellado se coloca el manómetro con la aguja, luego con el bombín se suministrará aire por la costura; este suministro de aire llegará a los valores de entre 28 a 35 psi, luego de 5 minutos de estabilidad del aire, el valor no debe bajar de 3 puntos de psi.

Estos ensayos nos proporcionan información de la continuidad de las soldaduras de fusión y extrusión, que deben realizarse simultáneamente durante la instalación de la geomembrana.

Estos ensayos se realizan al 100% sobre las soldaduras, dicho ensayo se registrará: fecha y hora de la ejecución de la prueba. Esta información se incluirá en los protocolos correspondientes de la obra

Espesor de Lamina HDPE y LLDPE		Rango de Presión		Caída admisible de presión Después de 5 min.
		Mínima	Máxima	
Mils	Mm	(KPa)/Psi	(KPa)/Psi	(KPa)/Psi
40	1.0	193/28	241/35	21/3
60	1.5	193/28	241/35	21/3
80	2.0	193/28	241/35	21/3

**CUADRO N° 01**



FIGURA N°: 07

### 2.2. Prueba de Vacío:

Esta prueba de vacío prueba la hermeticidad del sellado con soldadura por extrusión o fusión, la que consiste de la siguiente manera:

Se identifica el parche o el cordón de soldadura para realizar la prueba, se hace una inspección visual para verificar que no exista impurezas o basura en el cordón, luego de ello se pasa una solución jabonosa en toda la soldadura y con la caja de vacío, la cual cuenta con un vacuómetro que nos da un valor en bares (presión negativa) con una bomba de succión se procede hacer la prueba de vacío, sino sale burbujas es porque la prueba es está bien, caso contrario se reparará la zona con fuga.

### 2.3. Prueba de Chispa Eléctrica:

Esta prueba consiste en hacer una chispa eléctrica entre dos electrodos, los cuales generan una chispa o un arco eléctrico, detectando así una fuga dentro del cordón de soldadura por

extrusión. Para realizar esta prueba se debe tener un equipo que genere chispa de hasta 35 mil kilovoltios, además contar con un hilo de cobre de número 32 pelado.

Se utiliza como complemento a la prueba de vacío, se ejecutará sobre las soldaduras por extrusión que lleven alambre de cobre.



FIGURA N°: 08



FIGURA N° 09

**Geomembrana Bituminosa:**

Es un compuesto de geotextil no tejido impregnado de asfalto bituminoso, ofrece una fuerte resistencia mecánica y es capaz de adaptarse a cualquier forma del terreno y a cualquier entorno. Resiste el envejecimiento y las agresiones mecánicas y soporta la protección de hormigón o aglomerado asfáltico.

**NO-DESTRUCTIVOS****CONTROL VISUAL:**

El primer método de control consiste en el procedimiento de autocontrol. Consiste en la exanimación visual por parte del soldador de la longitud y calidad de la soldadura, asegurándose de que queda un cordoncillo de betún, e intentar meter entre las dos láminas una punta seca o una paleta tipo lengua de gato, antes de sellar la junta.

**CAMPANA DE VACÍO**

La campana de vacío es un medio de controlar la impermeabilización de la soldadura, pero no nos da ningún dato sobre la resistencia mecánica.

Mediante una bomba de vacío, se aplica una depresión de unos 200 a 400 mbar en el interior de una campana de plexiglás. El borde de la soldadura se habrá mojado previamente con una solución jabonosa, y cualquier fuga se traducirá en la aparición de burbujas de jabón.

Se utiliza la campana de vacío en todos los casos en los que no se pueda utilizar los ultrasonidos, especialmente para las uniones con estructura de hormigón.

Este método es relativamente lento (la presión deberá mantenerse durante unos veinte segundos en cada punto).

Este tipo de prueba o método de control de calidad, también se aplican a la geomembrana, la bituminosa y también a las costuras de fusión, a los cordones de soldadura por extrusión.



FIGURA N° 10

### CONTROL MANUAL POR ULTRASONIDO.

Todas las soldaduras, según las especificaciones técnicas de cada proyecto se deben aplicar métodos de control de calidad, los cuales deben demostrar que se han realizado las soldaduras correctamente, se podrán realizar dos tipos de controles sobre las soldaduras:

Se debe realizar

- un control de la totalidad de las soldaduras, que movilizará medios especiales en material y personal.
- un control estadístico.
- Hay que definir el modo operatorio que contemple:
  1. sobre un porcentaje determinado del lineal las soldaduras a controlar,
  2. mayor incidencia sobre los puntos delicados.
  3. prevea un procedimiento de cercamiento del área de control en caso de apreciarse defectos constatados.

El principio del método de control por ultrasonidos consiste a emitir ultrasonidos a la superficie de la geomembrana superior, de los cuales se va a detectar los ecos de entrada (A) y de salida (C), cuando la soldadura esté realizada correctamente y presenta una continuidad de materia, y en consecuencia una impedancia acústica.

En cualquier caso, se recomienda proceder a un control sistemático de las primeras soldaduras efectuadas por cada uno de los soldadores en una nueva obra, tanto si se requiere o no realizar los ensayos.

Si esta continuidad de materia queda interrumpida por algún defecto (burbuja de aire, suciedad), se detectará un eco intermedio (en B), y aparecerá en la pantalla del ecógrafo, al tiempo que emite una señal sonora para llamar la atención del operario.

#### **El medio más comúnmente utilizado es un ecógrafo portátil.**

El operador barrerá con ayuda de un transductor la superficie a controlar, e identificará las zonas donde la soldadura presenta debilidades.

La superficie de la soldadura se mantendrá mojada, bien por la presencia de agua en las superficies planas, bien por encolado con cola de tapizar en las pendientes.

En caso de que la soldadura no presente la anchura suficiente (mínimo requerido son 13cm / media requerida son 15cm en general) para asegurar una buena resistencia mecánica, o en caso de que se encuentre un defecto, el operador marca la zona con pintura para su posterior tratamiento.

Defectos de soldadura Nosotros prescribimos una anchura de solape de 20 centímetros.

ecógrafo tipo Epoch (Diavik, NWT.)



FIGURA N° 11

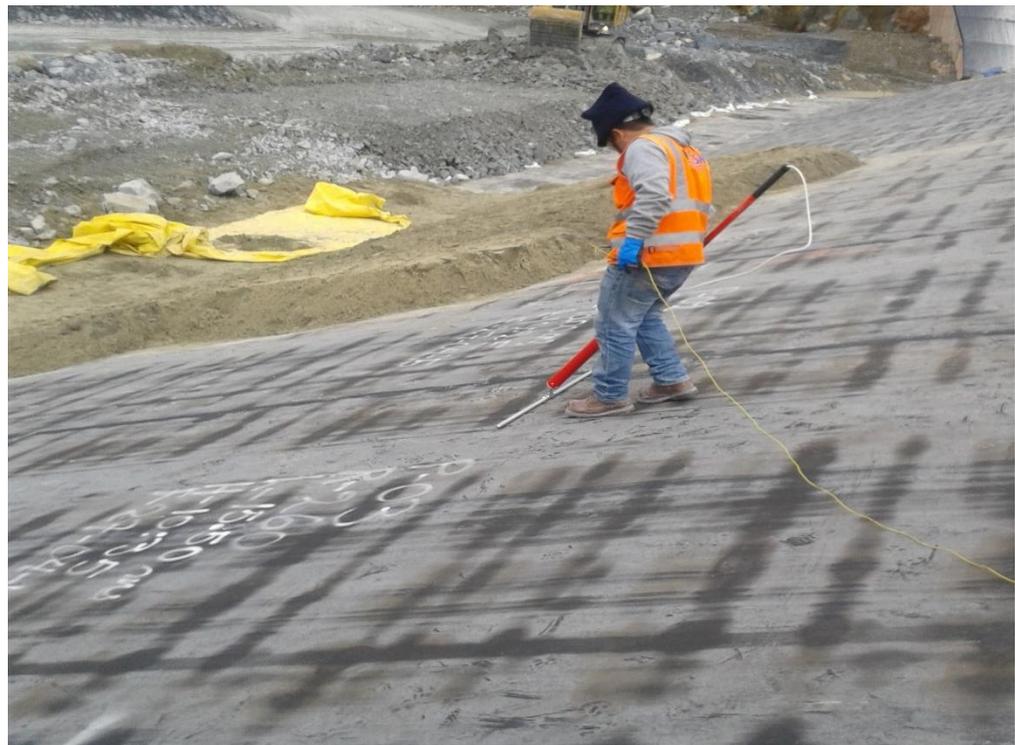


FIGURA N° 12

### **Tubería HDPE**

La intención del presente trabajo es mostrar a los estudiantes y profesionales del área, así como al personal gerencial, que se pueden utilizar los ensayos no destructivos como un requisito de calidad a cumplir. La inspección en el campo de cada instalación, deberá ser lo suficientemente adecuada para minimizar la posibilidad de que alguna tubería plástica que tenga imperfecciones peligrosas sea instalada en una red de tuberías.

Se recomienda que para la inspección de una red de tuberías se debe verificar la calificación del personal que ejecutará las pruebas de ensayos no destructivos, y en especial comprobarse la calificación de los soldadores. Debe comprobarse que los equipos de construcción cumplan con los requisitos de calidad y funcionalidad.

En lo que respecta al material base, se supone que ya ha sido previamente inspeccionado, por lo que las técnicas operatorias descritas se refieren, exclusivamente a la detección de anomalías en la propia unión soldada.

#### **Ensayos no destructivos.**

Los ensayos no destructivos son aquellos que determinan la durabilidad, o calidad de una parte o material sin limitar su utilidad, es la aplicación de métodos físicos indirectos, como es la transmisión del sonido; etc.

Dichos métodos no alteran de forma permanente las propiedades físicas, químicas, mecánicas dimensionales de una tubería., lo que hace posible la reutilización de la pieza en estudio una vez concluido el ensayo. Las soldaduras se pueden inspeccionar usando métodos no destructivos, que incluyen la inspección visual de la geometría del cordón de la soldadura, la inspección por Ultrasonido, inspección por Presión Hidrostática y Presión Neumática; estas pruebas o métodos pueden detectar fallas, tales como desalineación, poros o inclusive huecos y grietas.

Es necesario aclarar que soldaduras visualmente buenas no garantizan una buena calidad mecánica, es por ello que sería deseable una prueba fiable no destructiva para control de la calidad de la red de tubería en campo.

### **Pruebas de presión.**

Son llamadas de integridad, son aquellas en las que se prueba la capacidad de un componente o de un recipiente para contener un fluido (líquido o gaseoso), a una presión establecida, sin que existan pérdidas apreciables de presión de prueba en un periodo previamente establecido. Este tipo de inspección se utiliza empleando cualquiera de los siguientes ensayos:

#### **A.- Prueba por cambio de Presión Neumática.**

#### **B.- Prueba por cambio de Presión Hidrostática.**

Estas pruebas asegurarán que no haya fugas del fluido en las soldaduras efectuadas en un tramo parcial o en la red total de tubería (según lo permita el proyecto), y se hará con la tubería fuera de las zanjas o dentro de ellas.

Se recomienda que antes de la inspección con métodos o ensayos no destructivos se realice una operación de purga. Esta operación se realizará antes de poner en funcionamiento la tubería con el objeto de despojarla de toda la suciedad que pueda contener.

### **PRUEBA DE PRESIÓN NEUMÁTICA EN TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE).**

Las redes de toda tubería de HDPE fuese cualquier función que vaya a cumplir deben someterse a una prueba de presión antes de ser puestas en operación, para comprobar que no hay fugas, usando válvulas colocadas apropiadamente de acuerdo a la longitud de sección a probarse.

sugiere que antes de emplear un método de comprobación más sensible, puede ser conveniente realizar una prueba preliminar para encontrar fugas.

Esta prueba se ejecuta con la tubería puesta en la zanja, pero aun sin ser tapada, más que todo con el fin de detectar fugas en las soldaduras. Se puede hacer en tramos parciales o en la red total según lo permita el proyecto.

Esta prueba preliminar consiste en inyectar aire comprimido a una presión de 7 Kgs/cm<sup>2</sup> (100 PSI), localizando con agua de jabón las fugas. La duración de esta prueba será el tiempo necesario para aplicar el agua de jabón a las soldaduras del tramo.

La prueba se realizará cada máximo 200 metros de tubería.

La burbuja formada debe producir una película que no se separa del área a ser probada.

La prueba es aceptable si no se observa ninguna indicación de goteo y en su defecto si se observa formación de burbuja. Entonces el componente debe despresurizarse, si es necesario, y se reparan las zonas donde se produce la gotera. Después de haberse hecho las reparaciones, el (las) área (s) reparada (s), deben ser nuevamente evaluadas bajo el mismo método de prueba.

### **PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA EN TUBERÍAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE).**

En este procedimiento se encuentran los métodos de Presión Hidrostática más confiables y utilizados por las diferentes empresas de fabricación e inspección de tuberías de polietileno de alta densidad. Es por ello que se recomienda a la hora de realizar las pruebas o ensayos se debe realizar inspección en el campo de las mismas.

Se encontrarán detalles preparatorios, dificultades de estos métodos e interpretación racional de los resultados de la prueba.

A continuación, se mencionan una serie de factores que contribuyen en la aplicación de los métodos de Presión Hidrostática y en la variación de los resultados.

- Longitud de la sección de la prueba (1000 ft. vs. 10.000 ft. por volumen de agua de relleno total).
- Diámetro de la tubería (2in vs. 24in).
- Cambios de temperatura (alta-baja).
- Taza de intensificación de presión.
- Presencia de cualquier aire en la tubería.
- El grado de cualquier fuga o fuga total de la tubería.

- Movimiento axial o desprendimiento mecánico de accesorios / conexiones.
- Eficiencia de la compactación del suelo de la fundación, del relleno de la zanja.
- La exactitud y eficiencia del aparato de comprobación de ensayo, instrumentación y “hardware”.

Es necesario aclarar que debido a la viscoelasticidad del plástico se produce un alargamiento por la elevada tensión periférica, adicionalmente se requiere agua de relleno como sustancia para la intensidad de la presión hidrostática.

El éxito de la prueba es juzgado entonces por la cantidad de agua de relleno que se necesita para restaurar y mantener la presión original de la prueba



FIGURA N°13



### III. CONCLUSIÓN

El presente trabajo de investigación, concluye en dar a conocer en un futuro no muy lejano dar a conocer los métodos de control de calidad que se aplican en los diferentes geosintéticos, los que deben aplicarse en las obras públicas.

### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Girard (Eds). Editorial Balkema pp. 979-982. Róterdam. Holanda.200vp.

López, F. 2012. Especificaciones de construcción con geosintéticos. 2 ed. Documento en línea. Disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos75/costos-calidad-gestion-calidad-gestion-calidad2.shtml>.

Koerner, R. 1999. Diseño con geosintéticos. 4 ed. 1999. Editorial Prentice Hall. Perú. 122p. En línea . Consultado en:

<http://www.umag.cl/geosintéticos/2010.pdf>.

Moreno, PF; Botero, BL. 2001. "Gestión de la calidad ISO 9000 para empresas de construcción"

Ruben, GS. 2003. "Avances en la calidad de la construcción en el Perú y su Proyección Internacional"

S. Kumar Shukla and Sanjay Shukla. Geosynthetics and their Applications. 2002. Editorial Thomas Telford Publishing.

Geosynthetic Research Institute GRI. Disponible en:

<http://www.globalreporting.org>.

Robert M. Koerner. Geotextiles: From Design to Applications. 2016. Editorial Woodhead Publishing.

Harrington, J. 1997. "Administración Total del Mejoramiento Continuo". Colombia.

\_ASME BOILER. "ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS". Líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonido.

ASOCIACIÓN VENEZOLANA DE INDUSTRIAS PLÁSTICAS. "TUBOS DE POLIETILENO PARA CONDUCCIÓN DE GAS COMBUSTIBLE"



**V. ANEXOS**

Se adjunta los diferentes protocolos de calidad que se aplican en la gestión de calidad.