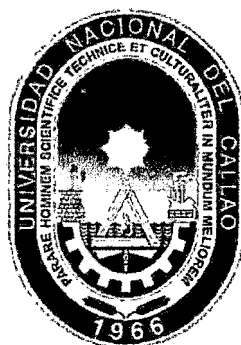


7
621.4
t11

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA- ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



**“DISEÑO DE UN PLAN DE
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA
FABRICACIÓN DE TUBERIAS DE
POLIETILENO PARA DISTRIBUCIÓN DE
GAS NATURAL EN EL PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA**

MARIANA MILAGROS TÁVARA CIEZA

Callao, Setiembre, 2014

PERÚ

INDICE

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION	12
1.1: Identificación del problema	12
1.2: Formulación del Problema	12
1.2.1: Problema General.....	12
1.2.2: Problemas Específicos.....	12
1.3: Objetivos de la Investigación.....	13
1.3.1: Objetivo General	13
1.3.2: Objetivos Específicos	13
1.4: Justificación	13
1.5: Importancia	14
II. MARCO TEORICO	15
2.1: Antecedentes del Estudio.....	15
2.2: Marco Conceptual.....	17
2.2.1: Fabricación de tuberías de Polietileno	17
2.2.2: Cumplimiento de la normativa aplicable para las Tuberías de Polietileno.....	24
2.2.3: Plan de Aseguramiento de la Calidad	29
2.2.4: Lineamientos para la elaboración de planes de calidad	30

2.2.5: Beneficios de establecer un plan de la calidad.....	30
2.2.6: Diferencia de Sistema de gestión de calidad y Plan de Calidad	30
2.3: Normatividad.....	31
III. VARIABLES E HIPÓTESIS.....	33
3.1: Variables de la Investigación.....	33
3.2: Operacionalización de variables	33
3.3: Hipótesis general e hipótesis específicas	33
3.3.1: Hipótesis general	33
3.3.2: Hipótesis Específicas	34
IV. METODOLOGÍA.....	35
4.1: Tipo de investigación	35
4.2: Diseño de la investigación	35
4.2.1: Parámetros Básicos de Investigación	35
4.2.3: Detalles de la investigación.....	35
4.3: Población y muestra	71
4.4: Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	71
4.5: Procedimientos de recolección de datos	72
4.6: Procesamiento estadístico y análisis de datos	75

V. RESULTADOS	77
5.1: Cumplimiento de la Gestión de la Calidad.....	77
5.2: Cumplimiento de la Características Técnicas.....	80
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	95
VII. CONCLUSIONES.....	96
VIII. RECOMENDACIONES	97
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
X. ANEXOS	102
ANEXO 1: GLOSARIO.....	1022
ANEXO 2: PLAN DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE TUBERÍAS DE POLIETILENO PARA GAS NATURAL.....	134
ANEXO 3: EJEMPLO DE PLAN DE CALIDAD DE FABRICACIÓN.....	136
ANEXO 4: RETROALIMENTACIÓN DEL PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD IMPLEMENTADO.....	137
ANEXO 5: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	138

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 2.1 Distribución del petróleo según sus aplicaciones	18
FIGURA N° 2.2 Materia prima	19
FIGURA N° 2.3 Suministro en rollos su longitud únicamente por condiciones de transporte.....	21
FIGURA N° 2.4 Proceso de fabricación de un tubo por extrusión	23
FIGURA N° 2.5 Tubos de PE para suministro de gas.....	27
FIGURA N° 4.1 Muestras para control dimensional.....	51
FIGURA N° 4.2 Almacenamiento de la materia prima	54
FIGURA N° 4.3 Almacenamiento de tubería en rollos	55
FIGURA N° 5.1 Tubería de 25 mm sin rotulado.....	84
FIGURA N° 5.2 Tubería de 25 mm con tonalidades verdosas.....	84
FIGURA N° 5.3 Tubería de 90 mm con falta de rotulado.....	85
FIGURA N° 5.4 Tubería de 90 mm con el rotulado incompleto	85
FIGURA N° 5.5 Tubería de 90 mm con rayadura	86
FIGURA N° 5.6 Tubería de 90 mm con porosidad.....	86
FIGURA N° 5.7 Tubería de 90 mm con cavidades superficiales	87
FIGURA N° 5.8 Tubería de 90 mm con el refrentado con desperfecto conforme al eje neutral de la tubería	87
FIGURA N° 5.9 Tubería de 90 mm con franjas y tonalidades diversas .	88
FIGURA N° 5.10 Tubería de 110 mm con el rotulado incompleto	88
FIGURA N° 5.11 Tubería de 110 mm con el refrentado con desperfecto conforme al eje neutral de la tubería.....	89

FIGURA N° 5.12 Tubería de 110 mm con rayadura	89
FIGURA N° 5.13 Tubería de 110 mm con cavidades superficiales.....	90
FIGURA N° 5.14 Tubería de 160 mm con refrentado desperfecto	90
FIGURA N° 5.15 Tubería de 160 mm con rayadura	91
FIGURA N° 5.16 Tubería de 160 mm con inclusión de material.....	91
FIGURA N° 5.17 Tubería de 160 mm con porosidad.....	92
FIGURA N° 5.18 Tubería de 200 mm con manchas de color verde	92
FIGURA N° 5.19 Tubería de 200 mm con rayas de inicio a final	93
FIGURA N° 5.20 Tubería de 200 mm con poros	93
FIGURA N° 5.21 Tubería de 200 mm con el rotulado incompleto	94
FIGURA N° 5.22 Tubería de 200 mm con cavidades superficiales	94

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 01 Gama de dimensiones normalizada en UNE-EN 1555.....	26
TABLA N° 02 Operacionalización de variables.....	33
TABLA N° 03 Características del compuesto	37
TABLA N° 04 Tolerancias de diámetros exteriores y ovalidad.....	38
TABLA N° 05 Espesores de pared mínimos para tubos SDR 17 y SDR 11	38
TABLA N° 06 Tolerancias sobre los espesores de pared	39
TABLA N° 07 Características mecánicas.....	39
TABLA N° 08 Características físicas.....	40
TABLA N° 09 Marcado mínimo requerido.....	42
TABLA N° 10 Formas de presentación de tubería de gas para gas natural	54
TABLA N° 11 Ensayos y frecuencia de muestreo de los tubos	57
TABLA N° 12 Parámetros de ensayo presión interna (20°C, 100h).....	61
TABLA N° 13 Parámetros de ensayo presión interna (80°C, 165h).....	61
TABLA N° 14 Parámetros de ensayo presión interna (80°C, 1000h)	61
TABLA N° 15 Parámetros de ensayo para la repetición de ensayo de presión interna a 80 °C	62
TABLA N° 16 Parámetros de ensayo alargamiento a la rotura.....	64
TABLA N° 17 Guía de entrevista	72
TABLA N° 18 Lista de verificación	75
TABLA N° 19 Resultados de la aplicación de guía de entrevista.....	77

TABLA N° 20 Detalles de la inspección	80
TABLA N° 21 Descripción de la tubería inspeccionada	81
TABLA N° 22 Datos obtenidos de la inspección	81
TABLA N° 23 Resultados de la aplicación de lista de verificación	82
TABLA N° 24 Diametro Nominal (DN)	104
TABLA N° 25 Antes y después de la implementación del Plan de aseguramiento de la calidad en la fabricación de gas natural	137

DEDICATORIA

A mis padres, por su constante e incondicional apoyo en mi formación personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

A mis amigos, los ingenieros Carlos Pinzón y Sergio Muñoz que con sus experiencias profesionales y apoyo me orientaron en la elaboración de la presente tesis.

A la empresa CONTUGAS, que gracias a las responsabilidades asumidas, me permitió adquirir la experiencia necesaria para la realización de la presente tesis.

A mi asesor, el Ingeniero Alfonso Caldas, por su apoyo, orientación y críticas que me permitieron ordenar mis planteamientos e ideas para el desarrollo de la presente tesis.

RESUMEN

La presente tesis surgió de la necesidad de desarrollar fabricantes nacionales que cumplan con las normas técnicas en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú, debido a que actualmente el país se encuentra en proceso de masificación de gas natural, la tubería de polietileno es importada de países como Colombia, España, etc, ya que el Perú cuenta con un solo fabricante de esta tubería que no cumple con los estándares de calidad y normas técnicas. Los objetivos planteados se basaron en establecer un sistema de aseguramiento de la calidad, a través de la elaboración de procedimientos de las actividades involucradas en el control de la calidad y un plan de la calidad para asegurar el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de estas tuberías. La metodología empleada se basó en analizar las no conformidades detectadas por las distribuidoras de gas natural en el Perú, las especificaciones técnicas que según normativa deben cumplir, entrevistas realizadas a los jefes de calidad y visitas a las empresas fabricantes de tuberías de polietileno para verificar la implementación de planes y manuales de calidad. Por lo que esta investigación servirá como guía para empresas fabricantes de tuberías de polietileno de gas natural que requieran implementar un sistema de gestión de la calidad en la fabricación mediante un enfoque sistémico basado en el cumplimiento de las normas técnicas.

ABSTRACT

This investigation born of the need of develop national manufacturers that meeting the technical standards in the manufacture of Polyethylene Pipe for distribution of natural gas in Peru because currently at present the country is in the process of massification of natural gas, Polyethylene Pipe is imported from countries like Colombia, Spain and others, since Peru has one manufacturer of this pipe that does not meet quality and technical standars. The objetives were based on a system of quality assurance, through the development of procedures for the activities involved in the quality control and a quality plan for meet the technical standars. The information collected for this research was based on nonconformities by the distribution of natural gas in Peru,interviews with the heads of quality manufacturers and factory visits. So this research serve as a guidè for manufacturers of Polyethylene Pipe of natural gas that require implement a quality management systems in the manufacture through a systemic approach based on compliance of technical standars.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1: Identificación del problema

En la actualidad el Perú se encuentra en proceso de masificación del gas natural una de las aplicaciones de este energético se da en la distribución de gas natural por medio de sistemas de tuberías de polietileno.

Las distribuidoras de gas natural del país importan tuberías del extranjero de países como Colombia, España, etc., debido a que en el Perú solo existe una empresa fabricante de este tipo de tubería la cual no cumplen con los estándares internacionales de calidad es por eso que surge la necesidad de diseñar un Plan de Aseguramiento de la Calidad

1.2: Formulación del Problema

1.2.1: Problema General

¿Cómo elaborar un Plan de Aseguramiento de la Calidad que permita lograr y garantizar el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú?

1.2.2: Problemas Específicos

¿Cómo elaborar procedimientos que permitan controlar la calidad en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú?

¿Cómo establecer un plan de calidad que garantice lograr el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de tubería de polietileno en el Perú?

1.3: Objetivos de la Investigación

1.3.1: Objetivo General

Diseñar un Plan de Aseguramiento de la Calidad mediante un enfoque sistémico para lograr el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú.

1.3.2: Objetivos Específicos

- Diseñar procedimientos mediante un enfoque sistémico para controlar la calidad en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú
- Elaborar un plan de calidad mediante un enfoque sistémico que garantice lograr el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú

1.4: Justificación

Este trabajo sirve como base para la elaboración de un sistema de aseguramiento de la calidad en la fabricación de tuberías de polietileno ya que contribuye a garantizar que el producto final cumpla con la normativa

aplicable mediante una estrategia de prevención, antes y durante la fabricación y brinde una guía para futuras investigaciones relacionadas con la aplicación de planes de calidad en los procesos de implementación de sistemas de gestión de la calidad.

1.5: Importancia

Las tuberías de polietileno utilizadas en el Perú para distribución de gas natural deben cumplir con lo establecido por el ente fiscalizador del estado Peruano OSINERGMIN, es por eso que este proyecto define los lineamientos generales para el aseguramiento de la calidad en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural con el fin de lograr que el producto final cumpla con la normativa técnica aplicable garantizando el abastecimiento de gas natural en forma segura y con cuidado del medio ambiente

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1: Antecedentes del Estudio

- Manual Técnico, Titulado: **“Tuberías de Polietileno”**, elaborado por Luis Balairón Pérez-Asociación Española de Fabricantes de tubos y Accesorios de Plásticos. Año: 2008

Al respecto este, manual sirve de guía para la presente investigación porque nos brinda información del proceso de fabricación de tuberías de polietileno, una visión general de los parámetros a controlar para el aseguramiento de la calidad en la fabricación para el cumplimiento de las especificaciones de la normativa correspondiente, además de recomendaciones para la implementación de un sistema de gestión de calidad en la fabricación de estas tuberías.

- Tesis de grado, Titulado: **“Elaboración del Manual de Calidad para la Planta de Producción de la Industria Cartonera Asociada INCASA S.A en la Ciudad de Quito”**, presentado por el bachiller Victor Hugo Cevallos Vique. Año: 2011. Se encuentra en la página web de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Ecuador.

Al respecto, debo rescatar dicha tesis sirve de referencia para el presente proyecto de tesis porque nos brinda información de los

documentos que se deben elaborar para el control y aseguramiento de la calidad de un proceso.

- Trabajo Especial de Grado, Titulado: **“Propuesta de una Plan de la Calidad para la Implementación del Sistema de Gestión de la Calidad del Proceso “Transmitir Energía Eléctrica del Caroní, C.A”**, presentado por Márquez Cordeiro José Vicente. Año: 2011. Se encuentra en la página web de la Universidad Católica Andrés Bello-Venezuela

Al respecto, debo rescatar dicha tesis sirve de referencia para el presente proyecto de tesis porque nos brinda una metodología para la elaboración de planes de calidad e instructivos de trabajo que forman parte de un plan de aseguramiento de la calidad para un proceso.

- Tesis de grado, Titulado: **“Diseño y aplicación de un sistema de calidad para el proceso de fabricación de válvulas de paso termoplásticas”**, presentado por el bachiller Fernando Enrique Ormachea Freyre. Año: 2011. Se encuentra en la página web de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Al respecto, debo rescatar dicha tesis sirve de referencia para el presente proyecto de tesis porque nos brinda información general de las actividades a considerar para el diseño de un Sistema de Calidad para garantizar que los productos cumplan con las especificaciones

requeridas, a través de procesos de monitoreo y evaluación permanente que aseguran la calidad de un producto.

2.2: Marco Conceptual

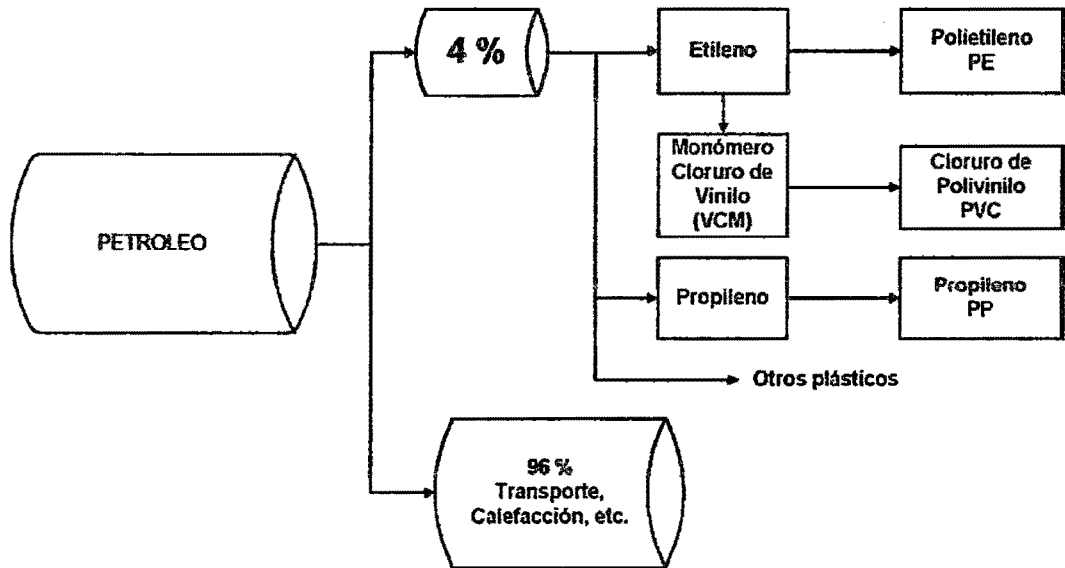
2.2.1: Fabricación de tuberías de Polietileno

El Polietileno (PE)

En los últimos años la importancia de los tubos plásticos en el diseño de redes públicas, privadas e industriales para abastecimiento de agua y saneamiento se ha incrementado gradualmente. Esta tendencia confirma la confianza de los plásticos como materiales de tuberías, debido principalmente al mayor conocimiento y experiencia que sobre los mismos existe actualmente a nivel mundial.

La mayoría de los plásticos se obtienen del petróleo por lo que puede ser interesante conocer cómo se distribuye el consumo del petróleo en el mundo. La siguiente figura indica que solamente el 4 % del petróleo es empleado para la fabricación de plásticos, mientras que el 96 % es "quemado" en el transporte, calefacción etc.

FIGURA N° 2.1
DISTRIBUCIÓN DEL PETRÓLEO SEGÚN SUS APLICACIONES



Fuente:

LUIS BALAIRÓN PEREZ. **Tuberías de polietileno Manual Técnico**. España. Editorial AENOR 2008

El Polietileno se obtiene por polimerización del Etileno sometiéndolo a presión temperatura. A la salida de los reactores el PE es un polvo fino de color blanco, al que se incorporan aditivos para mejorar la resistencia a la luz y al calor, transformándose a continuación en grana por Extrusión. Las moléculas del PE no son perfectamente lineales, sino que están ramificadas. Según el proceso de polimerización usado (temperatura, presión y características del medio), pueden obtenerse polietilenos con diferentes grados de ramificación en la estructura de las cadenas que constituyen sus moléculas. El grado de ramificación y la longitud de cadenas laterales, condiciona en gran medida las propiedades del material.

FIGURA N° 2.2
MATERIA PRIMA



Fuente:

LUIS BALAIRÓN PEREZ. **Tuberías de polietileno Manual Técnico**. España. Editorial AENOR 2008

Características generales de las tuberías de polietileno

Las tuberías de PE están diseñadas para trabajar enterradas a 20° C durante una vida útil de cómo mínimo 50 años, con un coeficiente de seguridad mínimo de 1,25 para conducciones agua y de mínimo 2 para redes de gas. Teniendo en cuenta de que a partir de 0,8 m. de profundidad de enterramiento dejan de influir sobre las tuberías las condiciones de temperatura ambiental, podemos decir que su duración total todavía es mucho más.

El PE se puede considerar un material noble, como la madera, existiendo gran experiencia en su utilización debido a su comportamiento y antigüedad en la aplicación en redes de agua potable.

Las compañías de gas, que necesitan seguridad en sus redes, han dado el espaldarazo definitivo al elegir el PE, a nivel mundial, como el mejor material para sus redes de distribución de gas, debido a las

características del material y a sus fiables sistemas de unión. La única precaución que hay que tener, es que debido a su nobleza, las tuberías de PE admiten ser maltratadas, por lo que no debemos perderlas el respeto, debiéndose seguir escrupulosamente los códigos de buena práctica de manipulación y montaje de las mismas, si queremos conseguir una instalación fiable y duradera. Son inodoras, insípidas y atóxicas, cualidades óptimas para la conducción de agua potable entre otras aplicaciones. Son extremadamente ligeras con una densidad comprendida entre 0,93 y 0,96 g/cm³, por lo que flotan en el agua y son fáciles de transportar y manipular.

La superficie especular de su interior, es causa de que la pérdida de carga sea notablemente inferior al de las tuberías tradicionales. Esta cualidad también impide la formación de incrustaciones por precipitación de carbonatos o de otros productos.

Las tuberías de PE son resistentes a la corrosión, la cual es uno de los principales problemas en tuberías metálicas como la fundición dúctil, que para evitarla emplea pinturas de base epoxi en su exterior y cementado el interior y que en suelos agresivos las recubre con una manga de PE. Se han revisado tubos de PE enterrados hace más de 20 años en terrenos muy ácidos sin detectarse ningún ataque químico.

Debido a su inercia química, son resistentes a los ácidos inorgánicos (clorhídrico, sulfúrico), álcalis, detergentes, rebajadores de tensión, aceites minerales y productos de fermentación. El PE no conduce la

electricidad, ya que es un excelente aislante eléctrico, lo que evita que un sistema eléctrico pueda ser conectado a tierra por la instalación de tuberías. Son flexibles, admiten ser curvadas en frío, lo cual acelera y abarata su instalación, que por otra parte es muy sencilla, ya que se adapta perfectamente a las irregularidades que pueda presentar el terreno. Durante la instalación debe de procurarse que la tubería serpentee en el interior de la zanja, con objeto de evitar tensiones originadas por las dilataciones propias del material.

Se suministran en rollos hasta un diámetro de tubería de 110 mm. A partir del cual se suministran en barras de 6 ó 12 m, estando supeditada al pedido.

FIGURA N° 2.3
SUMINISTRO EN ROLLOS SU LONGITUD ÚNICAMENTE POR
CONDICIONES DE TRANSPORTE



Fuente:

LUIS BALAIRÓN PEREZ. **Tuberías de polietileno Manual Técnico**. España. Editorial AENOR 2008

El proceso de fabricación

Los tubos de PE se fabrican por extrusión; los accesorios pueden fabricarse bien por inyección o bien por soldadura a partir de secciones de tubos.

Fabricación de tubos por extrusión

En el presente apartado se describe brevemente el proceso de extrusión para la fabricación de tubos de PE.

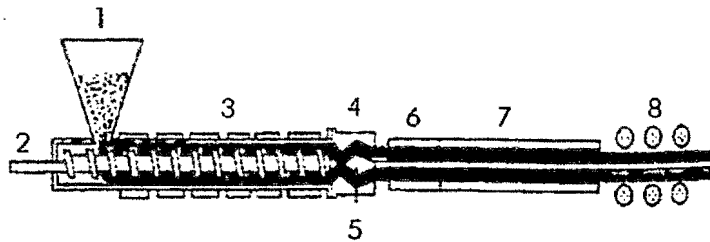
En primer lugar, la materia prima (el polietileno en forma de granos) es sometida a unos primeros controles de recepción, de manera que, en caso de detectarse restos de humedad, debe secarse a una temperatura de 105 °C o 110 °C previamente a la alimentación de la extrusora.

Para evitar oscilaciones en el rendimiento del proceso, la granza se mantiene a una temperatura constante en el momento de entrada a la extrusora.

En el interior de la extrusora un husillo (punto 3) empuja el material fundido a una temperatura en torno a los 210 °C, alcanzando presiones muy elevadas y una velocidad de fabricación que depende del tipo de extrusora utilizada (convencional o de alimentación forzada).

El material fundido pasa por el cabezal a través de una serie de orificios que distribuyen la masa hasta llegar a la boquilla (punto 4) donde el tubo adoptará el diámetro y espesor deseado (ver la figura N° 2.4).

FIGURA N° 2.4
PROCESO DE FABRICACIÓN DE UN TUBO POR EXTRUSIÓN



Fuente:

LUIS BALAIRÓN PEREZ. **Tuberías de polietileno Manual Técnico**. España. Editorial AENOR 2008

La tubería resultante es conformada y calibrada en sus dimensiones definitivas en un tanque de vacío (punto 6 y 7). En este tanque se disipa rápidamente el calor haciendo llegar una película de agua a la zona de admisión. La superficie del material se enfría rápidamente obteniéndose, además, un efecto lubricante que reduce las fuerzas de fricción.

La longitud de la unidad de enfriado se dimensiona de forma que la masa polimérica se enfría desde la temperatura de masa fluida hasta los 85 °C en el interior del tubo.

El tubo resultante es traccionado a una determinada velocidad de proceso, parámetro que, junto con las revoluciones del husillo, son fundamentales en la determinación del espesor de la tubería.

Una vez conformado y enfriado el tubo, se procede al marcado del mismo, con un dispositivo especial, conforme establece la normativa vigente.

Dependiendo del diámetro o de las necesidades específicas de cada cliente, en cada caso se cortan los tubos a longitudes que permitan el

transporte por los medios habituales, generalmente 6 ó 12 m, o se enrolla el tubo en bobinas (en diámetros pequeños esto último).

El control del proceso de producción se realiza de manera informatizada, regulando la producción y la calidad del tubo en función de los datos de partida y del instrumental de control correspondiente, verificando aspectos como los siguientes:

- La dosificación de la materia prima, controlada por gravimetría.
- La temperatura de calentamiento.
- El número de revoluciones del husillo.
- La velocidad de tirado de la tubería.
- La temperatura de enfriamiento.
- El espesor de la pared, controlado por ultrasonidos.

2.2.2: Cumplimiento de la normativa aplicable para las Tuberías de Polietileno

Tubería de PE para conducción de gas utilizada en el Perú

Los tubos de PE para suministro de gas en el Perú deben cumplir con lo indicado en las siguientes normas técnicas peruanas NTP 111.021:2006 GAS NATURAL SECO. Distribución de gas natural seco por tuberías de polietileno, fabricadas según especificaciones técnicas de la norma NTP-ISO 4437, ISO 4437, ISO 8085-1, ISO 8085-2, ISO 8085-3, ISO 10933, ISO 10838-1, ISO 10838-2, ISO 10838-3, o la familia de normas EN 1555-1, EN 1555-2, EN 1555-3, EN-1555-4 y EN 1555-5.

Deben también observarse las prácticas recomendadas de instalación que se establecen en la Norma UNE-EN 12007 *Sistemas de suministro de gas. Canalizaciones con presión máxima de operación inferior o igual a 16 bares*.

Al igual que los tubos para conducción de agua a presión, los tubos de PE para conducción de gas se clasifican por su MRS, DN y SDR.

La gama de productos normalizados en UNE-EN 1555 es la que se indica en la tabla N°01, en la cual las PN asociadas a cada MRS y serie S están calculadas a partir de la siguiente expresión, suponiendo un coeficiente de seguridad C de 2 que es el mínimo recomendado que establece la Norma UNE-EN 1555:

$$PN = \frac{\sigma_s}{S}$$

$$\sigma_s = \frac{MRS}{C}$$

Como en los tubos para agua a presión, si se emplean coeficientes de seguridad C mayores, la relación entre la PN y el SDR variaría.

TABLA N°01
GAMA DE DIMENSIONES NORMALIZADA EN UNE-EN 1555

Tamaño nominal DN/OD	Espesor de pared nominal		
	SDR 17,6 ^b	SDR 17	SDR 11
16	2,3	2,3	3,0
20	2,3	2,3	3,0
25	2,3	2,3	3,0
32	2,3	2,3	3,0
40	2,3	2,4	3,7
50	2,9	3,0	4,6
63	3,6	3,8	5,8
75	4,3	4,5	6,8
90	5,2	5,4	8,2
110	6,3	6,6	10,0
125	7,1	7,4	11,4
140	8,0	8,3	12,7
160	9,1	9,5	14,6
180	10,3	10,7	16,4
200	11,4	11,9	18,2
225	12,8	13,4	20,5
250	14,2	14,8	22,7
280	15,9	16,6	25,4
315	17,9	18,7	28,6
355	20,2	21,1	32,2
400	22,8	23,7	36,3
450	25,6	26,7	40,9
500	28,4	29,7	45,4
560	31,9	33,2	50,8
630	35,8	37,4	57,2

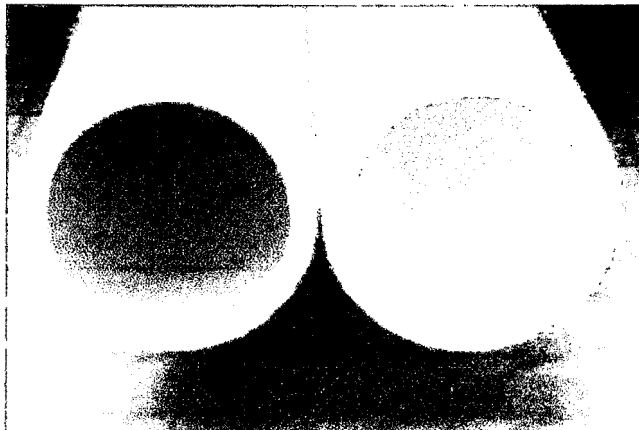
(b) La serie SDR 17,6 se eliminará en la próxima revisión de esta norma

Fuente: Norma UNE-EN 1555-2:2010

La Norma UNE-EN 1555 establece el empleo de los tubos de PE (PE 80 color amarillo y PE 100 color anaranjado) en conducciones de suministro de gas hasta una presión máxima de operación, MOP, de 10 bar inclusive.

(Ver Fig. 2.5)

FIGURA N° 2.5
TUBOS DE PE PARA SUMINISTRO DE GAS



Fuente:

LUIS BALAIRÓN PEREZ. **Tuberías de polietileno Manual Técnico**. España. Editorial AENOR 2008

Control de calidad

La fabricación de los tubos de PE es un proceso industrial altamente tecnificado y durante el cual se realizan numerosos ensayos de control de calidad encaminados a verificar no sólo el aseguramiento de la calidad en la fabricación sino, además, a verificar que las características técnicas tanto de la materia prima como de la tubería (tubos y accesorios) una vez fabricada sean conformes a las especificaciones recogidas en la normativa correspondiente.

Debemos entonces distinguir entre:

- Gestión de la calidad en la fabricación.
- Aseguramiento de la calidad del producto.

Sistema de gestión de la calidad en la fabricación

El sistema de gestión de la calidad puede seguir los principios establecidos en la Norma ISO 9001. Este sistema consiste en inspecciones periódicas, procedimientos y ensayos o evaluaciones de control tanto a la materia prima como a los equipos, componentes, procesos de producción y producto.

Todos los elementos, requisitos y provisiones adoptadas por el fabricante deben estar de manera sistemática documentados por escrito, en políticas y procedimientos de calidad. El control de producción ofrece, por tanto, técnicas operativas y todas las medidas que permiten el mantenimiento y el control de la conformidad de los componentes con sus especificaciones técnicas. Su implementación implica controles y ensayos a la materia prima y otros componentes, a los procesos, equipos de fabricación y productos finales.

La implementación de un sistema de gestión de calidad en fábrica requiere acciones, entre otras, sobre:

- Personal (formación, habilidades, experiencia...).
- Equipos de peso, de medida, de ensayos, de fabricación (calibración, verificación...).
- Proceso de diseño.
- Materia prima y componentes (verificación de las especificaciones).
- Control en proceso (producción bajo condiciones controladas).
- Trazabilidad y marcado (identificación de producto y de lotes).
- Productos no conformes (tratamiento de las no conformidades).

- Acciones correctivas.
- Manejo, almacenaje y embalaje.

Existen organismos que certifican el cumplimiento con las indicaciones de la ISO 9001, y, por tanto, la implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad.

2.2.3: Plan de Aseguramiento de la Calidad

Gestión de la Calidad ISO 9001:2008¹

Definición

Es la norma de los sistemas de calidad que guía el desempeño de una empresa con necesidades específicas en las áreas de diseño-desarrollo, producción, instalación y servicio. Se basa en la premisa de que ciertas características genéricas de las prácticas administrativas pueden ser motivo de normalización, y que un sistema de calidad bien diseñado, bien implementado y cuidadosamente administrado da confianza a que los resultados satisfarán las expectativas y necesidades de los clientes.

Objetivo de la norma

- Lograr mantener y buscar mejorar continuamente la calidad de los productos o servicios en relación con las necesidades.
- Mejorar la calidad de las operaciones, para satisfacer continuamente las necesidades declaradas e implícitas de clientes ya interesados.

¹ Fuente: Norma ISO 9001:2008

- Dar confianza a la gerencia general y otros empleados de que están satisfaciendo las necesidades de calidad con el producto o servicio entregado.
- Dar confianza de que se está cumpliendo con los requerimientos del sistema de la calidad²

2.2.4: Lineamientos para la elaboración de planes de calidad

La norma ICONTEC- ISO 10005 fue preparada para atender a la necesidad de orientación sobre los planes de calidad, ya sea en el contexto de un sistema de gestión de la calidad establecido o como una actividad de gestión independiente.

En cualquier caso, los planes de la calidad proporcionan un medio de relacionar requisitos específicos del proceso, producto, proyecto o contrato con los métodos y prácticas de trabajo que apoyan la realización del producto.

2.2.5: Beneficios de establecer un plan de la calidad

- Incremento de confianza en que los requisitos serán cumplidos
- Mayor aseguramiento de que los procesos están en control.
- Permitir conocer mejor las oportunidades de mejora

2.2.6: Diferencia de Sistema de gestión de calidad y Plan de Calidad

En términos del modelo de proceso la planificación del sistema de gestión de la calidad se aplica a todo el modelo. Sin embargo, los planes de la

² Fuente: Norma ISO 9001:2008

calidad se aplican principalmente a la trayectoria que va desde los requisitos del cliente, a través de la realización del producto y el producto, hasta la satisfacción del cliente

2.3: Normatividad.

- **MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. Decreto Supremo N°042-99-EM Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos.**
- **INDECOPI. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 111.011 GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales.2006-06-01. 2^{da} Edición**
- **INDECOPI. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 111.010 GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales .2003-11-27. 1^{da} Edición.**
- **INDECOPI. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 1167-1 “TUBOS, CONEXIONES Y ENSAMBLES EN MATERIALES TERMOPLÁSTICOS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS- DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PRESIÓN INTERNA. Parte 1. Método General. 2010. 1^{da} Edición.**
- **INDECOPI NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 1167-2 “TUBOS, CONEXIONES Y ENSAMBLES EN MATERIALES TERMOPLÁSTICOS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS- DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PRESIÓN**

INTERNA. Parte 2. Preparación de las piezas de ensayo de las tuberías. 2010. 1^{da} Edición

- **INDECOPI. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 111.021 GAS NATURAL SECO. Distribución de gas natural seco por tuberías de polietileno .2006-03-30. 1^{da} Edición.**
- **NORMA ESPAÑOLA UNE-EN 1555-1 SISTEMAS DE CANALIZACIÓN EN MATERIALES PLÁSTICOS PARA EL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE GASEOSOS. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades. 2010**
- **NORMA ESPAÑOLA UNE-EN 1555-2 SISTEMAS DE CANALIZACIÓN EN MATERIALES PLÁSTICOS PARA EL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE GASEOSOS. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos. 2010**
- **NORMA ESPAÑOLA UNE-EN 1555-2 SISTEMAS DE CANALIZACIÓN EN MATERIALES PLÁSTICOS PARA EL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE GASEOSOS. Polietileno (PE). Parte 7: Guía para la evaluación de la conformidad.**
- **NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO COLOMBIANA 10005 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DIRECTRICES PARA LOS PLANES DE LA CALIDAD.**
- **NORMA INTERNACIONAL ISO 9000:2008 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD FUNDAMENTOS Y VOCABULARIO**

CAPITULO III
VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1: Variables de la Investigación

Variable independiente

Plan de Aseguramiento de la Calidad

Variable dependiente

Cumplimiento de las normas técnicas

3.2: Operacionalización de variables

TABLA N° 02
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Dimensión	Indicadores
VI: Diseño de un Plan de Aseguramiento de la Calidad	Procedimental	Elaborar Procedimientos Plan de Calidad
VD: Cumplimiento de normas técnicas	Procedimental Normas técnicas	Control de calidad

3.3: Hipótesis general e hipótesis específicas

3.3.1: Hipótesis general

El diseño de un Plan de Aseguramiento de la Calidad mediante un enfoque sistémico permitirá lograr el cumplimiento de las normas técnicas aplicables en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú.

3.3.2: Hipótesis Específicas

- La elaboración de procedimientos permitirá lograr controlar la calidad en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú
- El diseño de un plan de calidad mediante un enfoque sistémico permitirá asegurar el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de tuberías de polietileno en el Perú

CAPITULO IV

METODOLOGÍA

4.1: Tipo de investigación

La presente tesis es una investigación del tipo tecnológica aplicada, ya que podrá ser utilizada por cualquier empresa fabricante de tuberías de polietileno para distribución de gas natural.

4.2: Diseño de la investigación

Diseño no experimental

4.2.1: Parámetros Básicos de Investigación

Para esta Investigación se tomaron en cuenta los siguientes parámetros básicos

- Control de calidad
- Procedimientos
- Especificaciones técnicas
- Ensayos

4.2.2: Detalles de la investigación

En el presente trabajo de Investigación se han analizado:

-Las no conformidades en el cumplimiento de las características que indica la norma de fabricación de tuberías de polietileno presentadas por las distribuidoras de gas natural en el Perú

-Las características mecánicas, físicas y ensayos que según normativa deben cumplir las tuberías de polietileno para distribución de gas natural

-Se realizaron visitas a empresas fabricantes de tuberías de polietileno para verificar la implementación de planes y manuales de calidad.

Especificaciones técnicas del compuesto y tubería de polietileno

Se estableció las características técnicas que deben cumplir el compuesto y la tubería utilizada a para suministro de gas, teniendo como referencia las normas EN 1555-1: 2010; EN 1555-2:2010

El cumplimiento de las especificaciones indicadas permitirán determinar la aceptación del lote evaluado, el incumplimiento de uno o más requisitos determinarán el rechazo del lote en evaluación, no siendo necesaria la aplicación de alguna herramienta estadística.

Características del compuesto

Compuesto de Polietileno

De acuerdo a las normas EN 1555-1:2010; EN 1555-2:2010 se emplea el compuesto en forma de gránulos para la fabricación de tubos.

Los tubos deben fabricarse apartir de material virgen

Color

El color del compuesto debe ser amarillo (PE 80), naranja (PE 100)

TABLA N° 03
CARACTERÍSTICAS DEL COMPUESTO

Características	Requisitos	Método de ensayo
Densidad del compuesto	$\geq 930 \text{ kg/m}^3$	ISO 1183-1,2
Tiempo de inducción a la oxidación (Estabilidad Térmica)	>20min	ISO 11357-6
Índice de fluidez en masa (MFR)	($0,2 \leq \text{MFR} \leq 1,4$) g/10 min Desviación máxima del $\pm 20\%$ del valor declarado	EN ISO 1133
Contenido de humedad	$\leq 300 \text{ mg/kg}$ (Equivalente a <0,03% en masa)	EN ISO 15512

Fuente: Norma UNE-EN 1555-2:2010

Características técnicas del tubo

Apariencia: Las superficies interna y externa de los tubos deben presentar, a simple vista, un aspecto liso, limpio y libre de grietas, cavidades u otros defectos superficiales que impidan la conformidad del producto.

Los extremos de los tubos deben tener un acabado limpio, y estar cortados perpendicularmente al eje del tubo

Color

El color de los tubos para transporte de gas será de color amarillo (PE 80) o naranja (PE 100)

Características geométricas

Los tubos de Polietileno para suministro de gas cumplirán las dimensiones indicadas en las siguientes tablas (serán medidas según EN ISO 3126 y redondeados al 0.1mm más próximo)

TABLA N° 04
TOLERANCIAS DE DIAMETROS EXTERIORES Y OVALIDAD

Diámetro exterior nominal dn (mm)	Diámetro Exterior Medio		Ovalidad máxima (tubos rectos)
	Mínimo	Máximo	
20	20.0	20.3	1.2
25	25.0	25.3	1.2
32	32.0	32.3	1.3
63	63.0	63.4	1.5
90	90.0	90.6	1.8
110	110.0	110.7	2.2
160	160.0	161.0	3.2
200	200.0	201.2	4.0

Fuente: Norma UNE-EN 1555-2:2010

TABLA N°05

ESPESORES DE PARED MÍNIMOS PARA TUBOS SDR 17 Y SDR 11

Tamaño nominal DN/OD	Espesor de pared mínimo (mm)	
	SDR 17	SDR 11
20	-	3.0
25	-	3.0
32	-	3.0
63	-	5.8
90	5.4	8.2
110	6.6	10.0
160	9.5	14.6
200	11.9	18.2

Fuente: Norma UNE-EN 1555-2:2010

TABLA N°06
TOLERANCIAS SOBRE LOS ESPESORES DE PARED

Espesor de pared nominal e_n		Tolerancia Positiva
>	≤	
-	2.0	0.3
2.0	3.0	0.4
3.0	4.0	0.5
4.0	5.0	0.6
5.0	6.0	0.7
6.0	7.0	0.8
7.0	8.0	0.9
8.0	9.0	1.0
9.0	10.0	1.1
10.0	11.0	1.2
11.0	12.0	1.3
12.0	13.0	1.4
13.0	14.0	1.5
14.0	15.0	1.6
15.0	16.0	1.7
16.0	17.0	1.8
17.0	18.0	1.9
18.0	19.0	2.0
19.0	20.0	2.1

Fuente: Norma UNE-EN 1555-2:2010

TABLA N° 07
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Características	Requisitos	Parámetro de ensayos	Valor	Procedimiento de ensayo
Resistencia a la presión interna (20°C, 100 h)	Sin fallo de ninguna probeta durante el período de ensayo	Número de probetas Esfuerzo circunferencial Duración del ensayo T° de ensayo	3 por lote (*) 10 Mpa 100 h 20°C +/- 1 °C	NTP ISO 1167-1
Resistencia a la presión interna (80°C, 165 h)	Sin fallo de ninguna probeta durante el período de ensayo	Número de probetas Esfuerzo circunferencial Duración del ensayo T° de ensayo	3 por lote (*) 4.5 Mpa 165 h 80°C +/- 1 °C	NTP ISO 1167-1
Resistencia a la presión interna (80°C, 1000 h)	Sin fallo de ninguna probeta durante el período de ensayo	Número de probetas Esfuerzo circunferencial Duración del ensayo T° de ensayo	3 por lote (*) 4.0 Mpa 1000 h 80°C +/- 1 °C	NTP ISO 1167-1

Alargamiento a la rotura	≥ 350%	Número de probetas	3 por lote (*)	EN ISO 6259-1 EN ISO 6259-3
Resistencia a la propagación lenta de fisuras e≤5mm	≤ 10mm/día	Número de probetas Laboratorio externo	1	EN ISO 13480
Resistencia a la propagación lenta de fisuras e>5mm	Sin fallo durante el ensayo	Número de probetas T° de ensayo Presión Interna SDR 11 Duración Ensayo Laboratorio externo	1 80°C 8 bar 500 horas	EN ISO 13479
Resistencia a la propagación rápida de fisuras e>5mm	p _c ≥ 1.5 MOP con p _c = 3.6 p _c +2.6	Número de probetas Laboratorio externo	1	EN ISO 13477

Fuente: Norma UNE-EN 1555-2:2010

Para el ensayo de presión: las presiones aplicar se calculan a partir de:

$$P = 2\sigma e / (d - e)$$

$$P = 2\sigma / (SDR - 1)$$

TABLA N°08
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Características	Requisitos	Parámetros de ensayo	Valor	Procedimiento de ensayo
Tiempo de inducción a la oxidación	≥20 min	T° de ensayo N° de probetas	200° C 3 por Lote (*)	ISO 11357-6
Índice de fluidez en masa (MFR)	Desviación máx del +/- 20% del valor medido en la partida usada para fabricar el tubo	Masa de carga T° de ensayo Tiempo N° de probetas	5 kg 190°C 10 min 1 por Lote (*)	EN ISO 1133
Retracción Longitudinal	≤ 3% de L ₀	T° de ensayo Longitud de la probeta Tiempo de inmersión Número de probetas	110°C 200mm 1h 1 por turno	NTP ISO 2505

Fuente: Norma UNE-EN 1555-2:2010

Marcado

Los elementos de marcado deben estar impresos o formados directamente sobre el tubo de manera que después del almacenamiento, exposición a la intemperie, manejo e instalación sigan siendo legibles durante la utilización del tubo.

Las marcas no deben ser punto de iniciación de fisuras u otros tipos de defectos que puedan influir negativamente en el comportamiento del tubo.

Si se emplea impresión, el color de la información impresa debe ser distinto del color básico del tubo.

El tamaño de las marcas debe ser tal que permita su lectura sin aumento

La frecuencia del marcado no debe ser inferior a una vez por metro

El marcado mínimo debe estar de acuerdo a la siguiente tabla N° 09

TABLA N° 09
MARCADO MÍNIMO REQUERIDO

Aspectos	Marca o símbolo
Número de la Norma de Sistema	EN 1555
Nombre o marca del fabricante	Nombre o símbolo
Para tubos $d_n \leq 32$ mm:	
Diámetro exterior x espesor de pared nominal ($d_n \times e_n$)	Por ejemplo: 32x3,0
Para tubos $d_n > 32$ mm	
-Diámetro exterior nominal, d_n	Por ejemplo: 200
-SDR	Por ejemplo: SDR 11
Material y designación	Por ejemplo: PE 100
Información del fabricante	(a)
Fluido interno	Gas

Fuente: Norma UNE-EN 1555-2:2010

(a) Deben darse los siguientes datos para asegurar la trazabilidad:

- El período de fabricación, año y mes, en cifras o código;
- Nombre o código del lugar de fabricación, si el fabricante produce en distintos lugares
- Materiales empleados mediante el nombre o código

Organigrama del área de control de calidad

A continuación se esquematizó el organigrama del área de control de calidad que se tomó en cuenta para la elaboración de los procedimientos de control de calidad y el plan de calidad.



Diagrama de SIPOC

S (Proveedores)

Empresas que suministran la materia prima del polietileno (compuesto)

I (Entrada)

- Compuesto de polietileno
- Agua de enfriamiento
- Estándares de calidad
- Familia de normas EN 1555

P (Proceso)

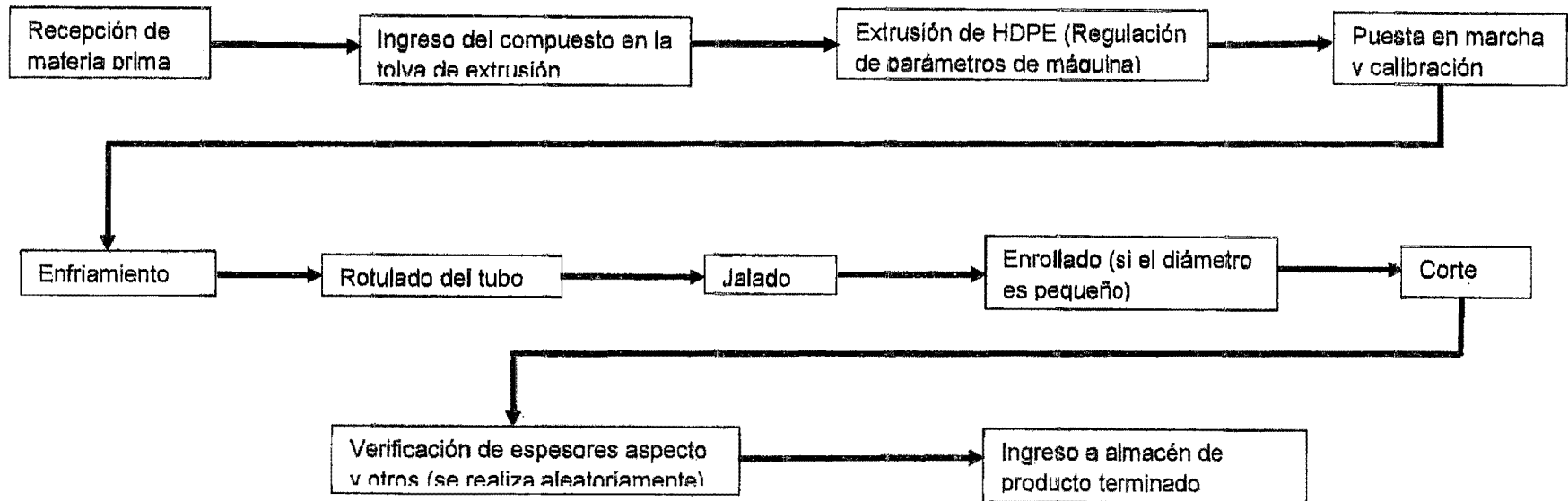


O (Salida)

Tubería conforme a especificaciones técnicas y estándares de calidad

C (Clientes)

- Empresas distribuidoras de gas natural.
- Empresas que comercializan y distribuyen tuberías



Elaboración de procedimientos para el control de calidad en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural

Se procederá a elaborar procedimientos que garanticen y aseguren el control de calidad en la fabricación de esta tubería.

A continuación se detallan los procedimientos que se elaboraron:

- Procedimiento de compras y adquisiciones de la materia prima (PC-01)
- Procedimiento de control de calidad en la recepción del compuesto de PE 80 y PE 100 (PC-02)
- Procedimiento de control de calidad en el proceso de extrusión de tubos (PC-03)
- Procedimiento de almacenamiento de la materia prima y producto terminado (PC-04)
- Procedimiento de ejecución de ensayos y registro de resultados. (PC-05)
- Procedimiento de ensayo determinación de la resistencia a la presión interna de PE 80 y PE 100. (PC-06)
- Procedimiento de ensayo determinación de alargamiento a la rotura. (PC-07)
- Procedimiento de ensayo determinación de la retracción longitudinal. (PC-08)

- Procedimiento de correcciones, acciones correctivas y preventivas (PC-09)

Procedimiento de compras y adquisiciones de la materia prima

1.-Objetivo

Asegurar que la adquisición de la materia prima, tales como compuesto de polietileno de PE 80 y PE 100, se realice de acuerdo a las especificaciones técnicas, en calidad, tiempo y manera segura.

2.-Alcance

Este procedimiento se aplicará a todas las importaciones de materia prima, tales como compuesto de polietileno PE 80 y PE 100 utilizados en la fabricación de tuberías de polietileno para gas natural de acuerdo a la norma técnica UNE EN 1555-1

3.-Procedimiento

3.1.-El solicitante realizar la solicitud del pedido detalladamente, definiendo y especificando los materiales que se necesitan.

La solicitud de pedidos debe indicar lo siguiente:

-Datos de los Proveedores Propuestos: Nombre, dirección, número de teléfono y fax, correo electrónico.

-Se indica el número de pedido realizado y la fecha.

-Las especificaciones técnicas del compuesto de polietileno solicitado.

-Cantidad solicitada.

-Formas de pago

-Plazos de entrega; forma de transporte

-Presupuesto

3.2.-El jefe de compras revisa la solicitud de pedido, si es conforme procederá a la validación de los oferentes, si no es conforme le comunica al solicitante la corrección de la solicitud.

3.3.-El asistente de compras envia la solicitud de cotización a los proveedores propuestos y aprobados por el jefe de compras y el usuario.

3.4.-El jefe de compras responde todas las consultas a los oferentes dentro del plazo indicado en la solicitud de cotización y recepciona las ofertas presentadas.

3.5.-El jefe de compras realiza la evaluación económica de las ofertas y selecciona la mejor oferta económica.

3.6.-El asistente de compras envia la aceptación del pedido al proveedor y archiva los documentos generados en la contratación.

3.7.-Coordinar con el proveedor la atención del pedido.

Procedimiento de control de calidad en la recepción del compuesto de PE 80 y PE 100

1: Objetivo

Este procedimiento establece la metodología a seguir durante la recepción de Materia Prima para la extrusión de tubos para la distribución de gas natural.

2: Alcance

Este procedimiento se seguirá durante la recepción de la Materia Prima para la extrusión de Tubos de Polietileno para la distribución de gas natural

3: Procedimiento

3.1: Recepcionado el material en el almacén, el encargado de materias primas informará a la Jefatura de Control de Calidad la recepción del material, el cual debe contar con la Guía de Remisión y el certificado de Calidad que cada proveedor deberá entregar cada vez que se entregue un lote de compuesto de PE 80 y PE 100.

3.2: El inspector de calidad compara el certificado de calidad con las especificaciones técnicas establecidas para cada material, el incumplimiento de algún requisito determinará el rechazo de lote, se procederá a comunicar al encargado del almacén a fin de tramitar la devolución.

3.3: Luego de verificar la conformidad del certificado de calidad, el Inspector de Calidad tomará tres muestras de todo el lote (cada una de 500 gramos) recibido para realizar los ensayos correspondientes según la norma EN 1555

3.4: El Inspector de Calidad coordinará con el Encargado de Almacén la identificación y sellado de las bolsas que corresponden a las muestras con el fin de evitar la contaminación.

3.5: Los resultados de los ensayos correspondientes se anotarán en un formato y se compararán con las especificaciones técnicas se indicará la aceptación o rechazo del lote.

3.6: Luego de esta verificación la materia prima puede utilizarse para la fabricación de la tubería

Procedimiento de control de calidad en el proceso de extrusión de tubos

1: Objeto

Este procedimiento tiene por objetivo definir la metodología a seguir durante el control del proceso de extrusión de tubos de polietileno para distribución de gas, para asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas que establece la normativa peruana e internacional en lo que respecta al dimensionado, rotulado y de mas parámetros de extrusión

2: Alcance

Este procedimiento aplica al proceso de extrusión de tubos de polietileno para distribución de gas natural

3: Referencias

Norma EN 1555-1:2010, EN 1555-2:2010

4: Procedimiento

4.1.1: Antes del inicio de cada producción el Inspector de Calidad proporcionará la ficha de condiciones de operación al personal encargado de la extrusión de los tubos de PE.

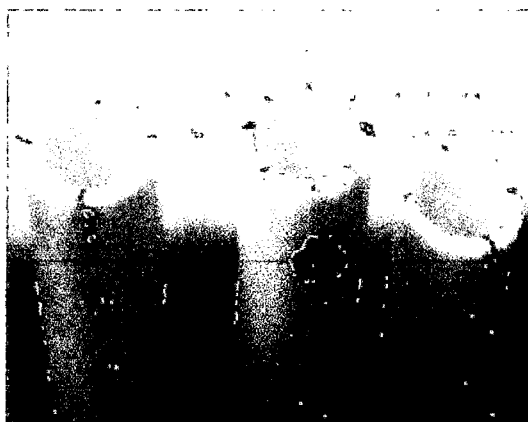
4.1.2: Verificación del aspecto de la tubería

Se examinará visualmente la superficie exterior e interior del tubo, las dos secciones de los extremos y el marcado.

4.1.3: Verificación de características geométricas

Se procederá a medir los diámetros, espesores y ovalidad, las medidas obtenidas se registran en el formato de control dimensional. Los datos se comparan con las especificaciones técnicas indicadas en TABLA N° 04 y TABLA N°05, cualquier incumplimiento dará origen al rechazo del tubo y exigirá la corrección inmediata de las variables no conformes. Cuando el tubo tenga las dimensiones requeridas se continuará con la extrusión

FIGURA N° 4.1
MUESTRAS PARA CONTROL DIMENSIONAL



Fuente: Elaboración propia

4.1.4: La frecuencia del control del proceso posterior al lanzamiento de la línea es de 3 veces por turno de trabajo para tuberías mayores a 63 mm y 6 veces para tuberías menores a 63 mm. Además del control dimensional se registrarán los siguientes datos en el formato de parámetros de extrusión:

- Tubería que se produce en el día
- Lote de materia prima utilizada.
- Lote de tubería extruida
- Máquina
- Turno de trabajo
- Fecha de producción
- Maquinista
- Jefe de turno
- Indicar la T° del agua de la tina

- Norma técnica
- Supervisor o inspector de control de calidad
- Temperaturas de trabajo de la extrusora
- Velocidad de la extrusora
- Velocidad del alimentador
- % de contrapesión
- Velocidad del jalador
- Rendimiento kg/h de la extrusora

4.1.5: Se verificará el rotulado de la tubería comparandolo con lo especificado TABLA N°09.

4.1.6: Finalizado el control de lo indicado se procederá a tomar muestras de la línea a fin de realizar los ensayos a productos terminados.

4.1.7: De acuerdo a los resultados y comparando la conformidad con las especificaciones dadas se dará la conformidad para que la tubería sea ingresada al Almacén, caso contrario los tubos serán rechazados

4.1.8: Una vez aprobado el ingreso de los tubos de polietileno para distribución de gas, el supervisor de turno encargado de la producción o quien se designe, emitirá la tarjeta de ingreso por la cantidad de tubos y/o rollos a ingresar, adicionalmente se registrará el código, la descripción del producto, así como el peso, la fecha de producción y turno de trabajo.

Procedimiento de almacenamiento de la materia prima y producto terminado

1: Objetivo

Este procedimiento especifica las recomendaciones a considerar en el almacenamiento de la Materia Prima Polietileno PE 80 y PE 100 para extrusión de tubo de polietileno para suministro de gas

2: Almacenamiento de bolsas de polietileno en almacén de materia prima

Los lotes de compuesto de Polietileno PE-80 y PE-100 para la extrusión de tubos se almacenarán en un recinto protegidos de la exposición total a los UV y de la humedad, debidamente separados de otros materiales que se encuentren en el almacén de materia prima.

El compuesto de polietileno es adquirido en bolsas de 25 kilogramos, estas deberán ser almacenadas a una altura de 2.6 m (equivalente a 8 bolsas) y no deberán hacer contacto directo con el piso, para lo cual se utilizará un medio de protección siendo el ideal las estibas de madera.

El tiempo de almacenamiento en las condiciones indicadas deberá ser de 4 meses, transcurrido ese tiempo se deberá ensayar antes de su uso

FIGURA N° 4.2
ALMACENAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA



Fuente: Elaboración propia

3: Almacenamiento de tuberías o rollos de polietileno para el suministro de combustible gaseoso en almacén de productos terminados

TABLA N°10
FORMAS DE PRESENTACIÓN DE TUBERÍA DE GAS NATURAL

Material	Diámetro Nominal	SDR	Presentación
PE 80	20	11	Rollo 150 mts
PE 80	25	11	Rollo 150 mts
PE 80	32	11	Rollo 150 mts
PE 80	63	11	Rollo 100 mts
PE 100	90	17	Tubo recto de 10 mts
PE 100	110	17	Tubo recto de 10 mts
PE 100	160	17	Tubo recto de 10 mts
PE 100	200	17	Tubo recto de 10 mts

Fuente: Especificaciones Técnicas Tubería de Polietileno utilizadas por las empresas distribuidoras de gas natural Contugas-Cálidda

Los tubos de PE se almacenarán de forma que se minimice la posibilidad de deterioro del material por aplastamiento, perforación o exposición prolongada y directa a la luz del día, se evitará el contacto con productos químicos agresivos tales como hidrocarburos líquidos

Para el almacenamiento se recomienda colocar un protector sobre las estibas para evitar que presenten daños en la tubería. Se tendrán en cuenta las siguientes condiciones

- Los rollos o tubos deben ser almacenados con tapones protectores para evitar la entrada de elementos extraños , suciedad, agua, etc dentro de la tubería
- Rollos de 20 mm hasta 32 mm se almacenarán horizontalmente cada 10 rollos

FIGURA N° 4.3
ALMACENAMIENTO DE TUBERÍA EN ROLLOS



Fuente: Elaboración Propia

- Rollos de 63 mm a 110 mm se almacenarán horizontalmente cada 6 rollos.
- Tubos de 160 mm a mas se almacenarán horizontalmente hasta una altura de 2 metros
- Los rollos o tubos se almacenarán en espacio cubierto, si no es posible se recomienda cubrirla con malla (o plástico) de color oscuro.

Procedimiento de ejecución de ensayos y registro de resultados

1: Objetivo

Este procedimiento establece la metodología para la ejecución de los ensayos para la liberación del lote que indica la norma EN 1555-7 (Ensayos BRT), registro de resultados y disposición de las muestras ensayadas de tuberías de PE 80 y PE 100 para distribución de gas natural

2: Ensayos de liberación de lote

En la siguiente tabla se indica los ensayos a realizar para la liberación de un lote de fabricación de tubería de polietileno y la frecuencia de muestreo:

TABLA N°11
ENSAYOS Y FRECUENCIA DE MUESTREO DE LOS TUBOS

ENSAYO	N° DE MUESTRAS
Presión Hidrostática (20°C, 100 hr)	2
Presión Hidrostática (80°C, 165 hr)	2
Presión Hidrostática (80°C, 1000 hr)	2
Retracción longitudinal en caliente	2
Alargamiento en la rotura	3

Fuente: Elaboración propia

3: Procedimiento

3.1: Ejecución de los ensayos

3.1.1: El encargado de la ejecución de los ensayos deberá preparar todas las herramientas y materiales necesarios para el ensayo y verificar el buen funcionamiento y calibración de los equipos que tenga que utilizar.

3.1.2: Se procederá a la ejecución de los ensayos siguiendo estrictamente las especificaciones indicadas en el presente manual y/o la indicadas por el Jefe de Control de Calidad.

3.1.3: El Inspector de Control de Calidad, encargado de la realización de la prueba no deberá introducir variaciones o cambios en la prueba, sin la aprobación expresa del Jefe de Control de Calidad.

3.1.4: Por regla general la persona encargada de la prueba deberá realizar todo el procedimiento de principio a fin, con la finalidad de reducir los errores sistemáticos.

3.2: Registro de los resultados de ensayo

El Inspector de Control de Calidad, encargado de la prueba deberá registrar los datos, la fecha de la prueba y los resultados de los ensayos en el registro: Características a evaluar de productos terminados.

Procedimiento de ensayo determinación de la resistencia a la presión interna PE 80 y PE 100

1: Objetivo

Este procedimiento establece la metodología a seguir durante el ensayo de resistencia a la presión interna a tubos de polietileno PE 80 y PE 100 para distribución de gas natural.

2: Normas de referencia

-EN 1555-2 "SISTEMAS DE CANALIZACIÓN EN MATERIALES PLÁSTICOS PARA EL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES GASEOSOS"- POLIETILENO (PE). PARTE 2. Tubos.

-NTP 1167-1 "TUBOS, CONEXIONES Y ENSAMBLES EN MATERIALES TERMOPLÁSTICOS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS-

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PRESIÓN INTERNA.

Parte 1. Método General.

-NTP 1167-2 TUBOS, CONEXIONES Y ENSAMBLES EN MATERIALES TERMOPLÁSTICOS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS-
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PRESIÓN INTERNA.

Parte 2. Preparación de las piezas de ensayo de las tuberías.

3: Aparatos y equipos

3.1: Un par de tapas terminales hembra (con purgador uno de ellos) y con retenes que aseguren el sello con la superficie externa de la pieza de ensayo.

3.2: Varillas de metal que permite la conexión de las tapas y la aplicación de presión a través de niples y mangueras para presión

3.3: Tanque con agua controlando las siguientes condiciones de ensayo

- $20^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 100h
- $80^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 165h
- $80^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 1000h

3.4: Equipo de presurización apropiado, capaz de aplicar la presión requerida gradualmente durante el tiempo requerido y mantener dentro del ± 1 de la presión durante la duración del ensayo.

3.5: Manómetros calibrados con escala apropiada que permiten lectura adecuada.

4: Muestreo y acondicionamiento

4.1: Tubos cortados perpendicularmente al eje del tubo de: $3D_n+5$ mm de tamaño mínimo.

4.2: Para el ensayo durante el proceso de producción, se evaluará una probeta al inicio de la producción, y la siguiente de acuerdo al tiempo que se indicará en el plan de calidad.

4.3: No es necesario el acondicionamiento de la muestra

5: Procedimiento

5.1: Cortar la pieza de ensayo al tamaño indicado en 4.1 y limpiarlo

5.2: Medir las dimensiones: Espesor y diámetro a fin de registrar las condiciones de ensayo.

5.3: Ubicar y sujetar la probeta con las tapas terminales y llenar con agua, luego conectar a través de las mangueras al equipo de presurización

5.4: Dejar escapar el aire (purgar), luego sumergir en la poza de agua y aplicar la presión según lo siguiente

TABLA N°12
PARÁMETROS DE ENSAYO PRESIÓN INTERNA (20°C, 100h)

Parámetro	Valor	Conformidad
Esfuerzo (tensión) circunferencial para: PE 80 PE 100	10,0 MPa 12,0 MPa	Sin fallo de ninguna probeta durante el período de ensayo
Duración del ensayo	100 horas	
Temperatura de ensayo	20°C	

Fuente: Norma UNE-EN 1555-2:2010

TABLA N°13
PARÁMETROS DE ENSAYO PRESIÓN INTERNA (80°C, 165h)

Parámetro	Valor	CONFORMIDAD
Esfuerzo (tensión) circunferencial para: PE 80 PE 100	4,5 MPa 5,4 MPa	Sin fallo de ninguna probeta durante el período de ensayo (*)
Duración del ensayo	165 horas	
Temperatura de ensayo	80°C	

Fuente: Norma UNE-EN 1555-2:2010

TABLA N°14
PARÁMETROS DE ENSAYO PRESIÓN INTERNA (80°C, 1000h) (*)

Parámetro	Valor	Conformidad
Esfuerzo (tensión) circunferencial para: PE 80 PE 100	4 MPa 5 MPa	Sin fallo de ninguna probeta durante el período de ensayo
Duración del ensayo	1000 horas	
Temperatura de ensayo	80°C	

Fuente: Norma UNE-EN 1555-2:2010

La presión de ensayo se calcula a partir de :

$$P = \frac{2\sigma e}{(\phi - e)}$$

(*) Sólo de deben tenerse en cuenta las roturas frágiles. Si se produce una rotura dúctil antes de que hayan transcurrido 165 horas, puede repetirse el ensayo a un esfuerzo inferior de acuerdo a la siguiente tabla.

TABLA N°15

PARÁMETROS DE ENSAYO PARA LA REPETICIÓN DE ENSAYO DE PRESIÓN INTERNA A 80 °C

PE 80		PE 100	
Esfuerzo MPa	Periodo de ensayo Horas	Esfuerzo MPa	Periodo de ensayo Horas
4,5	165	5,4	165
4,4	233	5,3	256
4,3	331	5,2	399
4,2	474	5,1	629
4,1	685	5,0	1000
4,0	1000	-	-

Fuente: Norma UNE-EN 1555-2:2010

5.5: Elevar la presión lentamente dentro del $\pm 1\%$ en 60 segundos aprox.

5.6: Mantener la presión constante dentro del 1% de la presión hasta la rotura o la culminación del ensayo que será según los tiempos que se indican en el ítem anterior.

5.7: Se deberá verificar la indicación del manómetro cada hora, en caso de variar las presiones regular a lo especificado.

(*)Este ensayo se realizara una vez al año, en caso de cambio de resina se considera como parte de la evaluación

6: Informe del ensayo

- Identificación de la muestra (Lote de compuesto y Lote de tubería)
- Fecha de inicio de ensayo
- Presión de ensayo
- Temperatura

- Longitud libre de las probetas
- N° de piezas ensayadas
- Esfuerzo Circunferencial
- Duración
- Tiempo en alcanzar la presión de ensayo (min)
- Diámetro exterior medio (mm)
- Tipo de rotura (si se produce)
- Fecha fin de ensayo
- Resultado

Procedimiento de ensayo determinación de alargamiento a la rotura

1: Objetivo

Este procedimiento establece la metodología a seguir para realizar el Ensayo de Alargamiento a la rotura a tubos de polietileno para distribución de gas natural.

2: Normas de referencia

-EN 1555-2 "SISTEMAS DE CANALIZACIÓN EN MATERIALES PLÁSTICOS PARA EL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES GASEOSOS"- POLIETILENO (PE). PARTE 2. Tubos.

-EN ISO 6259-1 "TUBOS TERMOPLÁSTICOS, DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES EN TRACCIÓN. Parte 1. Método general de ensayo

-EN ISO 6259-3 "TUBOS TERMOPLÁSTICOS, DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE TRACCIÓN. Parte 3. Tubos de poliefinas.

3: Procedimiento

3.1: Luego de la producción de tubos, se evaluará 3 muestras por diámetro de producción.

3.2: Se realizaran las probetas por troquelado

3.3: Se procederá a realizar el ensayo de tracción y elongación a la rotura

TABLA N°16

PARÁMETROS DE ENSAYO ALARGAMIENTO A LA ROTURA

PARÁMETRO	VALOR	CONFORMIDAD
Velocidad de ensayo	100 mm/min	≥ 350 %(*)

Fuente: Norma UNE-EN 1555-2:2010

(*) Si se produce la rotura según este requisito, se acepta el ensayo.

4: Informe de ensayo

El informe de ensayo debe indicar los siguientes datos:

- Identificación de la muestra (Lote de compuesto y Lote de tubería)
- Fecha de inicio de ensayo
- N° de piezas ensayadas
- Velocidad de ensayo
- Alargamiento en la rotura % (indicar el porcentaje de alargamiento con respecto a la longitud inicial)

- Resultado

Procedimiento de ensayo determinación de la retracción longitudinal

1: Objetivo

Este procedimiento establece la metodología a seguir durante el ensayo de Reversión Longitudinal a tubos de polietileno para suministro de combustible gaseoso

2: Normas de referencia

-EN 1555-2 "SISTEMAS DE CANALIZACIÓN EN MATERIALES PLÁSTICOS PARA EL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES GASEOSOS"-
POLIETILENO (PE). PARTE 2. Tubos.

-NTP ISO 2505 "TUBOS TERMOPLÁSTICOS. REVERSIÓN LONGITUDINAL. MÉTODOS Y PARÁMETROS DE ENSAYOS"

3: Aparatos y equipos

3.1.-Horno de ventilación forzada.

3.2.-Pirómetro con lectura mínima de 0.5°C

3.3.-Regla metálica de escala de 0.5 mm

4: Procedimiento

4.1: A la T° DE 23°C ± 2°C trazar en cada probeta dos marcas circunferenciales paralelas a una distancia de 100 mm, L₀, con origen a 1

cm de uno de los extremos. (O equivalente a tres líneas de 100 mm con origen a 1 cm de un extremo, equidistantes circunferencialmente).

4.2: Fijar la temperatura del horno a 110°C

4.3: Colocar las probetas en el horno de manera que no toquen los lados del horno.

4.4: Para todos los diámetros mantener las probetas en el horno durante 1 hora

4.5: El tiempo será medido desde que la temperatura del horno regresa a la T° especificada.

4.6: Transcurrido el tiempo, sacar la probeta, dejar enfriar a T° ambiente y tomar la longitud final L_f

5: Resultados

5.1: Calcular la reversión longitudinal con la siguiente ecuación

$$RL = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100$$

$$\Delta L = L_f - L_0$$

L_0 : distancia en mm entre marcas antes de la expresión a la 1° del horno

5.2: El valor de la Reversión longitudinal, será la mayor variación longitudinal encontrada en la probeta.

Si la reversión longitudinal es $\leq 3\%$ conservando la apariencia inicial del tubo el ensayo es conforme

6: Informe del ensayo

El informe deberá contener los siguientes datos

- Identificación de la muestra (Lote de compuesto y Lote de tubería)
- Fecha de ensayo
- Longitud de la probeta
- N° de piezas ensayadas
- Tiempo de ensayo
- Temperatura de ensayo
- Valor de la reversión
- Indicar si se mantiene la apariencia inicial del tubo
- Resultado

Procedimiento de manipulación y transporte de producto terminado

1: Objetivo

Este procedimiento especifica las recomendaciones a considerar en la manipulación y transporte de los tubos de PE 80 y PE 100 durante el traslado de la zona de producción hacia los almacenes.

2: Manipulación y transporte de tubos de PE 80 y PE 100 de producción a almacén

2.1: Los tubos que son aprobados por Control de Calidad deben estar con tapones de PVC (para tubos de 160mm y 200 mm) y con tapas plásticas para diámetros menores.

2.2: Estos tubos luego de ser bajados del enrollador o de la extrusora, descansan sobre parihuelas previamente forradas para evitar deterioro

2.3: Se recomienda que la tubería en rollos sea transportados con ayuda de un montacarga (para lo cual se usarán las uñas largas) se levanta la pila desde la parihuela, las uñas se ubicarán en la abertura de las parihuelas, y se traslada hacia el lugar de almacenamiento previamente definido, asegurarse que los rollos no se caigan.

2.4: Respetar las cantidades de rollos

2.5: Teniendo la cantidad de rollos en la pila cubrir en su totalidad con plástico negro o toldos.

2.6: Para el traslado de tubos de 160 m y 200 mm, se realizará en carretas.

Procedimiento de corrección, acciones correctivas y preventivas

1: Objetivo

Establecer una metodología que permita eliminar las causas de una no conformidad, o una potencial no conformidad detectada en todo el

proceso de fabricación de tuberías de polietileno para gas natural y prevenir que no vuelva a ocurrir.

2: Alcance

Aplica a todas las no conformidades o potenciales no conformidades detectadas desde las materias primas (compuesto de polietileno) hasta el producto terminado, y a todos los procesos involucrados en la fabricación de tuberías de polietileno para gas natural.

3: Procedimiento

3.1: El responsable del proceso reporta la acción correctiva o acción preventiva en la solicitud de correcciones, acciones correctivas y preventivas.

Las fuentes de identificación de acciones correctivas pueden ser en base:

Riesgos del Proceso

Acciones Correctivas de otras áreas

Análisis de datos

Producto No Conforme

Reclamos y quejas

Proveedores

Planificación estratégica, debilidades o amenazas del proceso

Auditorías

Las fuentes de identificación de acciones preventivas pueden ser en base:

Riesgos del Proceso

Análisis de datos

Planificación Estratégica debilidades o amenazas del proceso.

Auditorías

3.2: El jefe de calidad levanta la no conformidad llenando el registro de control de acciones correctivas/preventivas e identificando la fuente de la no conformidad, en caso de ser una acción correctiva o una acción preventiva y la envía al responsable del proceso donde se evidenció la no conformidad o potencial no conformidad

3.3: El responsable del proceso analiza la no conformidad o potencial no conformidad y determina si es necesario tomar una corrección, una acción correctiva o una acción preventiva.

3.4: El responsable del proceso envía al jefe de calidad la solicitud de acciones correctivas y preventivas incluyendo causas y plan de acciones correctivas y fechas propuestas fruto de la evaluación realizada.

3.5: El jefe de calidad aprueba el Plan de Acciones Correctiva/Preventiva y la entrega al responsable del proceso para que la ejecute y evalúe su efectividad y cumplimiento.

3.6: El jefe de calidad evalúa si la no conformidad o potencia no conformidad ha sido eliminada, en caso que la no conformidad no haya sido eliminada, se le da seguimiento en la misma solicitud de acciones correctivas/preventivas hasta que sea conforme y se registra la fecha de conformidad en la misma solicitud

4.3: Población y muestra

La población de este proyecto de investigación es igual a la muestra, y está conformado por las empresas fabricantes de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú.

4.4: Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de los datos de esta investigación se emplearon las siguientes técnicas e instrumentos:

- **Entrevistas**

Se realizó una entrevista al jefe del área de control de calidad

Instrumentos:

Se elaboró una guía de entrevista que permita obtener información del sistema de gestión de calidad de la empresa fabricante de tuberías de polietileno para gas natural en el Perú. (Ver Tabla N°18)

- **Observación**

Se realizaron inspecciones a las tuberías no conformes detectadas por el cliente tomando en cuenta las especificaciones técnicas que indica la norma EN 1555 establecida por la normativa nacional para tuberías de polietileno.

Instrumentos

Lista de verificación (Ver Tabla N°18) y cámara fotográfica

4.5: Procedimientos de recolección de datos

Para la recolección de datos se elaboró la siguiente guía de entrevista y lista de verificación

TABLA N°17
GUÍA DE ENTREVISTA

Preguntas	Si	No	Observación
SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD			
Cuenta con un diagrama de procesos			
Tiene un Manual de calidad documentado e implementado en el SGC			
Cuentan con procedimientos para el control de calidad (procedimientos de ensayos, planes de muestreo, etc.)			
Tienen instructivos de trabajo			
Aseguran el cumplimiento de los procedimientos mediante Registros			
Realiza seguimiento y medición del cumplimiento de los procedimientos			
Tienen un plan de calidad			
Tienen implantado un procedimiento sistemático de inspección de materia prima			
Cuenta con un recinto acondicionado que garantice el adecuado almacenamiento de la materia prima			
Se han definido las especificaciones del producto			
La empresa tiene un procedimiento escrito e implementado para controlar los productos no conformes			
Tiene un procedimiento escrito e implementado para la generación de acciones			

correctivas y acciones preventivas.			
Se elaboran los productos de acuerdo a una norma nacional o internacional			
Cuenta con documentos que permitan realizar una trazabilidad (seguimiento) de la tubería que se fabrica			
Tienen un programa de capacitación del personal			
MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN			
¿Se realiza un registro del mantenimiento correctivo de los equipos?			
Tienen implantado un programa de mantenimiento preventivo			
Tiene definido e implantado un programa de calibración de los instrumentos de medición			
Los equipos de medición se encuentran identificados con etiquetas que indiquen cuando fueron calibrados y cuando es su próxima calibración			
La calibración de los instrumentos de medición se realiza con patrones trazables			
COMPRAS, RECEPCIÓN Y ALMACENES			
Se ha implementado un procedimiento sistemático para seleccionar a los proveedores de productos y/o servicios, incluyendo criterios de calidad			
Tienen implantado un procedimiento sistemático de inspección de los productos comprados			
Se controlan los procesos contratados que afecten la conformidad de la tubería de polietileno			
Solicitan certificados de calidad por lote de materia prima y/o insumos adquiridos			

En el almacén de materias primas e insumos/ productos: Los productos tienen identificación y se mantienen un control de stock de los mismos			
Se encuentra organizado y su capacidad es adecuada para la cantidad de productos almacenados			
En el almacén de productos terminados: Los productos tienen identificación y se mantiene un control de stock de los mismos			
Las condiciones de almacenamiento son las adecuadas para la tubería de polietileno			
Tienen procedimientos de manipuleo y transporte de materia prima y producto terminado			
Tienen un área de cuarentena de productos no conformes			

TABLA N°18
LISTA DE VERIFICACIÓN

TAMAÑO	DEFECTO	SI	NO
Tubería de 25 mm	Tubería con punzones o cavidades superficiales		
	Tubería con marcación incompleta		
	Tubería con tonalidad diferente		
	Tubería con poros		
Tubería de 90 mm	Tubería con punzones o cavidades superficiales		
	Tubería con marcación incompleta		
	Tubería con tonalidad diferente		
	Tubería con poros		
Tubería de 110 mm	Tubería con punzones o cavidades superficiales		
	Tubería con marcación incompleta		
	Tubería con tonalidad diferente		
	Tubería con poros		
Tubería de 160 mm	Tubería con punzones o cavidades superficiales		
	Tubería con marcación incompleta		
	Tubería con tonalidad diferente		
	Tubería con poros		
Tubería de 200 mm	Tubería con punzones o cavidades superficiales		
	Tubería con marcación incompleta		
	Tubería con tonalidad diferente		
	Tubería con poros		
Tubería de 200 mm	Tubería con punzones, rayaduras de fábrica, rayaduras de maniobra		

4.6: Procesamiento estadístico y análisis de datos

Esta investigación no amerita un procesamiento estadístico

4.6.7: Análisis de datos

Las inspecciones a las tuberías realizadas por el cliente permitió recabar información de las principales inconformidades en las características técnicas que establecen las normas nacionales e internacionales, además de la entrevista realizada al jefe de control de calidad de la empresa fabricante que permitió complementar la información sobre la gestión actual de la calidad en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural, todo ello se detallará en el capítulo de resultados.

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1: Cumplimiento de la Gestión de la Calidad

A través de la entrevista realizada al jefe de control de calidad se estableció la comparación de los requisitos que plantea la norma ISO 9001:2008 y las que actualmente cumple la empresa fabricante de tuberías de PE en el Perú. Luego de la aplicación de este instrumento se evidencia que la empresa presenta debilidades en el cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO 9001 con respecto al proceso de fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural.

La siguiente tabla muestra los resultados del instrumento aplicado

TABLA N° 19

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE GUIA DE ENTREVISTA

Preguntas	Si	No	Observación
SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD			
Cuenta con un diagrama de procesos	X		
Tiene un Manual de calidad documentado e implementado en el SGC	X		Manual de Calidad está documentado pero no se evidenció el cumplimiento de lo establecido
Cuentan con procedimientos para el control de calidad (procedimientos de ensayos, planes de muestreo, etc.)	X		Se evidenció procedimientos parcialmente implementados
Aseguran el cumplimiento de los procedimientos mediante registros		X	
Tienen un plan de calidad		X	

Tienen implantado un procedimiento sistemático de inspección de materia prima		X	Cuenta con un procedimiento documento pero los registros evidenciaron la aplicación de este procedimiento
Cuenta con un recinto acondicionado que garantice el adecuado almacenamiento de la materia prima		X	La materia prima es almacenada a la intemperie en un zona sin techo
Se han definido las especificaciones del producto	X		
La empresa tiene un procedimiento escrito e implementado para controlar los productos no conformes	X		Si cuenta con un procedimiento documentado pero no se evidenció la implementación
Tiene un procedimiento escrito e implementado para la generación de acciones correctivas y acciones preventivas.		X	
Se elaboran los productos de acuerdo a una norma nacional o internacional	X		Se detectaron incumplimientos en las características técnicas que indica la norma de fabricación
Cuenta con documentos que permitan realizar una trazabilidad (seguimiento) de la tubería que se fabrica	X		Emiten certificados de calidad del producto en donde indica el lote de materia prima
Tienen un programa de capacitación del personal		X	
MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN			
¿Se realiza un registro del mantenimiento correctivo de los equipos?	X		
Tienen implantado un programa de mantenimiento preventivo	X		
Tiene definido e implantado un programa de calibración de los instrumentos de medición	X		
Los equipos de medición se encuentran identificados con	X		

etiquetas que indiquen cuando fueron calibrados y cuando es su próxima calibración			
La calibración de los instrumentos de medición se realiza con patrones trazables	X		
COMPRAS, RECEPCIÓN Y ALMACENES			
Se ha implementado un procedimiento sistemático para seleccionar a los proveedores de productos y/o servicios, incluyendo criterios de calidad		X	
Tienen implantado un procedimiento sistemático de inspección de los productos comprados		X	
Se controlan los procesos contratados que afecten la conformidad de la tubería de polietileno			
Solicitan certificados de calidad por lote de materia prima y/o insumos adquiridos	X		Pero no se evidenció el control de estos documentos
En el almacén de materias primas e insumos/ productos: Los productos tienen identificación y se mantienen un control de stock de los mismos	X		
Se encuentra organizado y su capacidad es adecuada para la cantidad de productos almacenados	X		
En el almacén de productos terminados: Los productos tienen identificación y se mantiene un control de stock de los mismos		X	No se evidenció una zona identificada para productos no conformes
Las condiciones de almacenamiento son las adecuadas para la tubería de polietileno	X		
Tienen procedimientos de manipuleo y transporte de materia prima y producto terminado	X		No se evidenció su implementación
Tienen un área de cuarentena de productos no conformes		X	

5.2: Cumplimiento de la Características Técnicas

La inspección de tubería de PE se realizó de acuerdo a la lista de verificación, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas que indica la norma UNE EN 1555, de acuerdo a esta norma se adoptó como guía los siguientes Ensayos No Destructivos para la inspección de la tubería de PE.

TABLA N°20
DETALLES DE LA INSPECCIÓN

Técnica	Puntos a evaluar
Inspección visual	Estado estructural de la tubería
	Verificación de tonalidad
	Verificación de refrentado
	Verificación de ralladuras, cavidades, fisuras, golpes, etc.
	Verificación de marcación
Control Dimensional	Medición de espesor de tubería
	Medición de longitud de tubería
	Medición del diámetro de tubería

TABLA N° 21
DESCRIPCIÓN DE LA TUBERÍA INSPECCIONADA

Diámetro	Referencia
90 mm	PE 100-SDR 17-GAS-EN 1555
110 mm	PE 100-SDR 17-GAS-EN 1555
160 mm	PE 100-SDR 17-GAS-EN 1555
200 mm	PE 100-SDR 17-GAS-EN 1555

RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN

1.-Los siguientes son los datos obtenidos a partir de la inspección de la tubería de Polietileno:

TABLA N°22
DATOS OBTENIDOS DE LA INSPECCIÓN

Tamaño (Diámetro)	Tubería Total Inspeccionada	Tubería Aprobada (*)	Tubería Rechazada
25 mm	187	104	83
90 mm	835	153	682
110 mm	122	28	94
160 mm	68	14	54
200 mm	56	3	53
TOTAL	1268	302	966
TOTAL EN PORCENTAJE		24 %	76%

(*) Esta tubería considerada como "aprobada" contiene fallas de corte en sus extremos, los cuales no son perpendiculares al eje de la tubería, no obstante, este error puede ser corregido en campo por medio de una rectificación de corte justo antes de ser fusionada la tubería

2.-De la inspección realizada se encontró que la tubería no cumple con los requisitos mínimos que indica la norma UNE EN 1555-2, los defectos

más comunes encontrados en esta inspección se detallan en la Tabla N°

24.

TABLA N°23

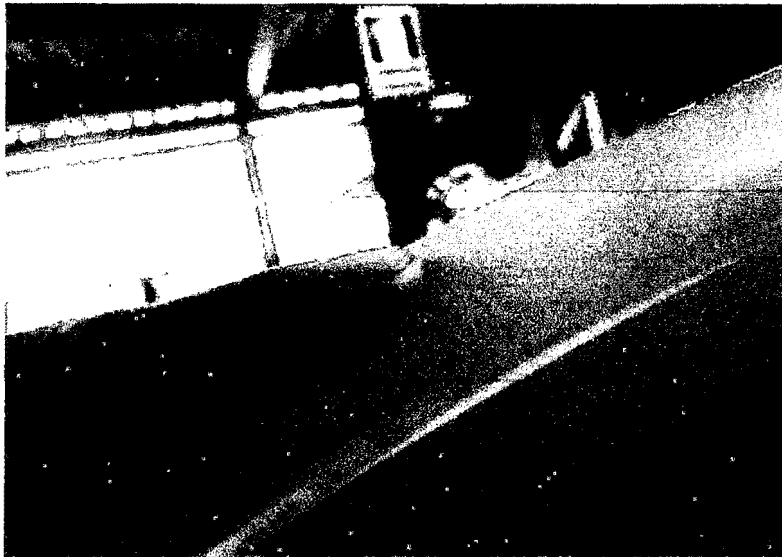
RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LISTA DE VERIFICACIÓN

TAMAÑO	DEFECTO	UNIDADES
Tubería de 25 mm	Tubería con punzones o cavidades superficiales	-
	Tubería con marcación incompleta	58
	Tubería con tonalidad diferente	11
	Tubería con poros	-
	Tubería con punzones, rayaduras de fábrica, rayaduras de maniobra	14
Tubería de 90 mm	Tubería con punzones o cavidades superficiales	49
	Tubería con marcación incompleta	22
	Tubería con tonalidad diferente	13
	Tubería con poros	229
	Tubería con punzones, rayaduras de fábrica, rayaduras de maniobra	374
Tubería de 110 mm	Tubería con punzones o cavidades superficiales	15
	Tubería con marcación incompleta	3
	Tubería con tonalidad diferente	1
	Tubería con poros	8

	Tubería con punzones, rayaduras de fábrica, rayaduras de maniobra	72
Tubería de 160 mm	Tubería con punzones o cavidades superficiales	-
	Tubería con marcación incompleta	19
	Tubería con tonalidad diferente	5
	Tubería con poros	13
	Tubería con punzones, rayaduras de fábrica, rayaduras de maniobra	38
Tubería de 200 mm	Tubería con punzones o cavidades superficiales	1
	Tubería con marcación incompleta	-
	Tubería con tonalidad diferente	17
	Tubería con poros	15
	Tubería con punzones, rayaduras de fábrica, rayaduras de maniobra	35

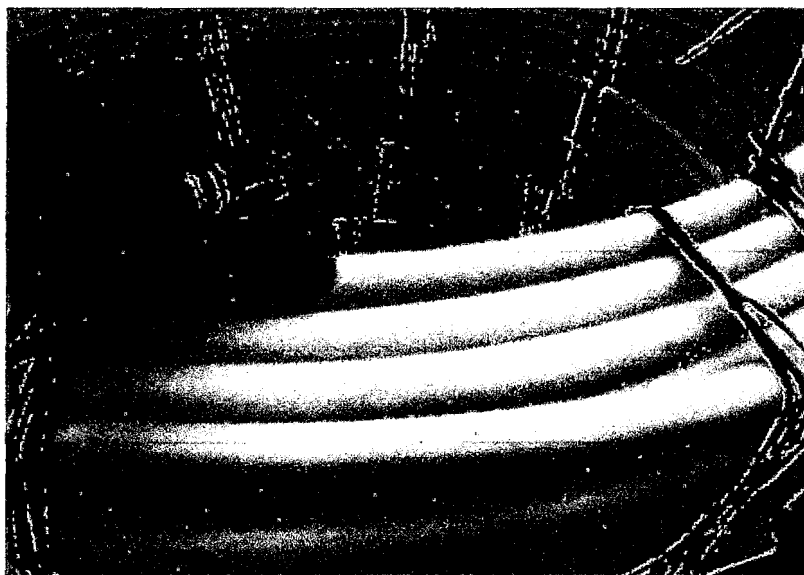
REGISTRO FOTOGRÁFICO

FIGURA N° 5.1
TUBERÍA DE 25 mm SIN ROTULADO



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.2
TUBERÍA DE 25 mm CON TONALIDADES VERDOSAS



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.3
TUBERÍA DE 90 mm CON FALTA DE ROTULADO



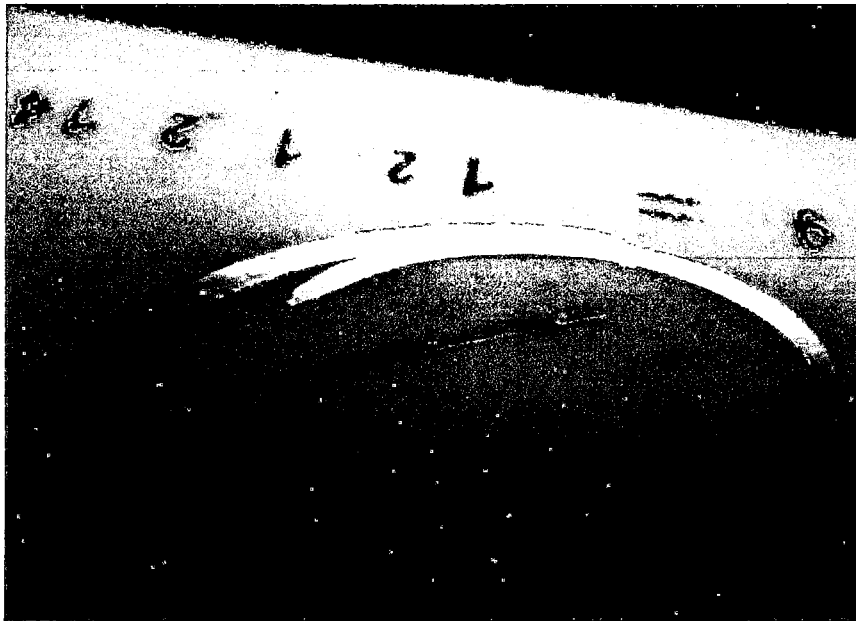
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.4
TUBERÍA DE 90 mm CON EL ROTULADO INCOMPLETO



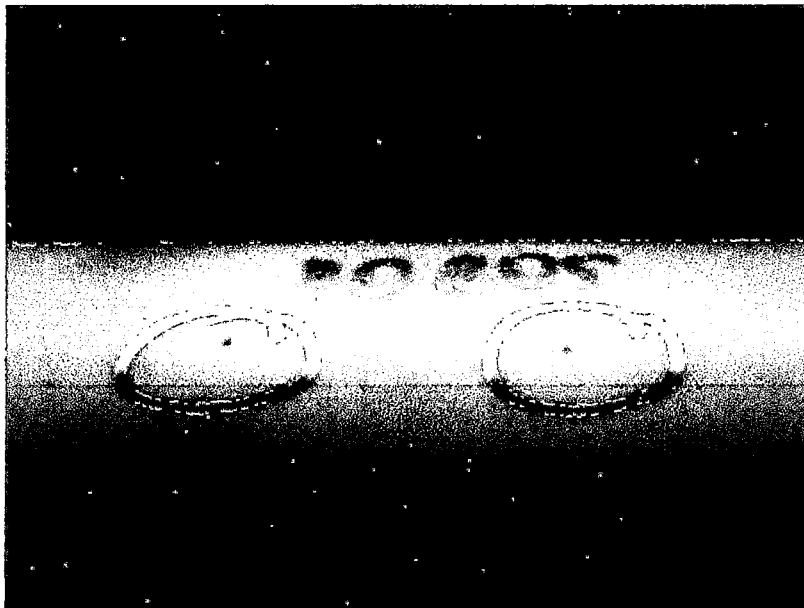
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.5
TUBERÍA DE 90 mm CON RAYADURA



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.6
TUBERÍA DE 90 mm CON POROSIDAD



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.7
TUBERÍA DE 90 mm CON CAVIDADES SUPERFICIALES



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.8
TUBERÍA DE 90 mm CON EL REFRENTADO CON DESPERFECTO CONFORME AL EJE NEUTRAL DE LA TUBERÍA



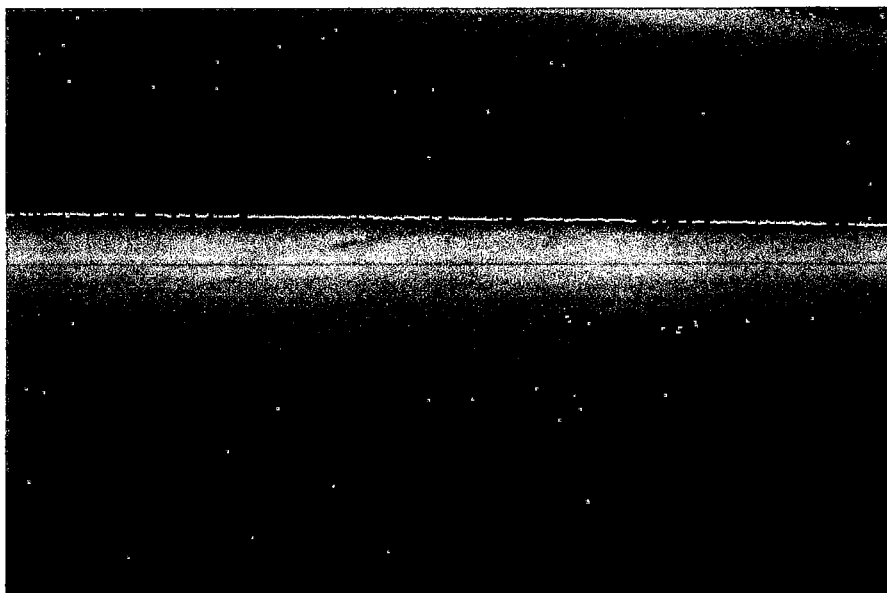
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.9
TUBERÍA DE 90 mm CON FRANJAS Y TONALIDADES DIVERSAS



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.10
TUBERÍA DE 110 mm CON EL ROTULADO INCOMPLETO



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.11
TUBERÍA DE 110 mm CON EL REFRENTADO CON DESPERFECTO
CONFORME AL EJE NEUTRAL DE LA TUBERÍA



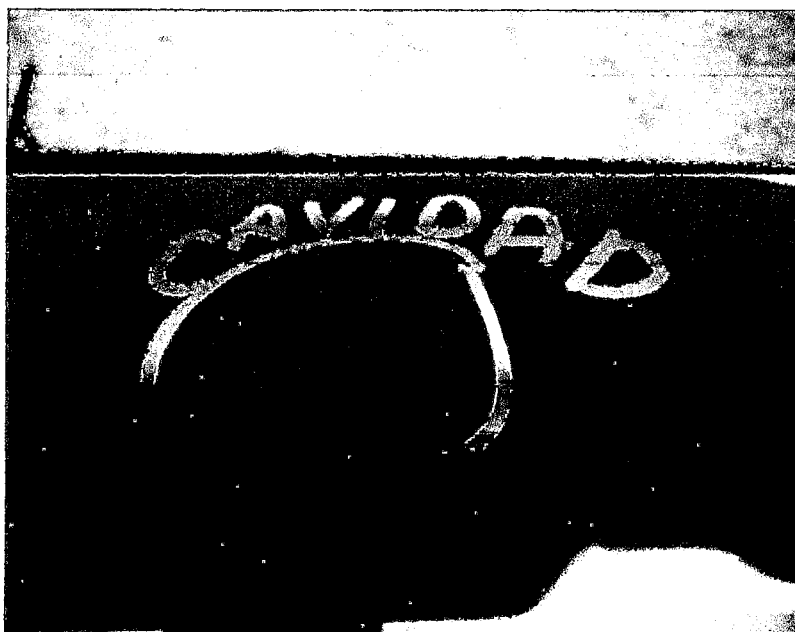
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.12
TUBERÍA DE 110 mm CON RAYADURA



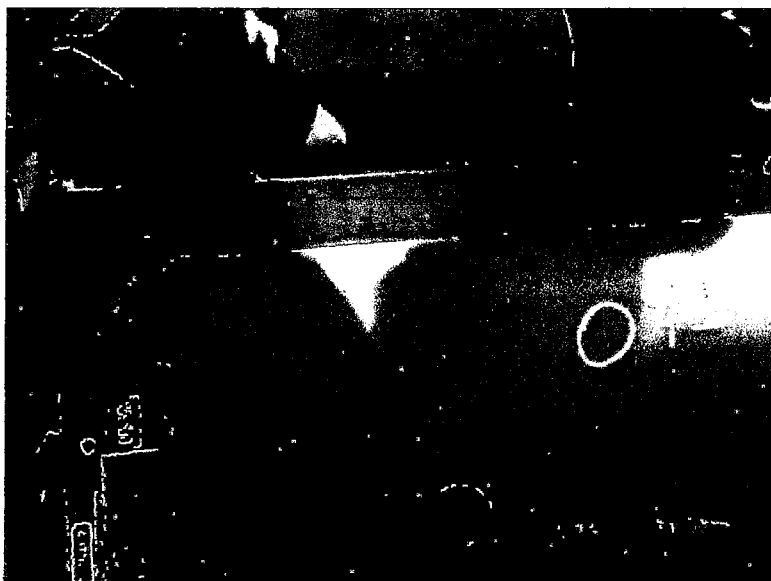
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.13
TUBERÍA DE 110 mm CON CAVIDADES SUPERFICIALES



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.14
TUBERÍA DE 160 mm CON EL REFRENTADO DESPERFECTO



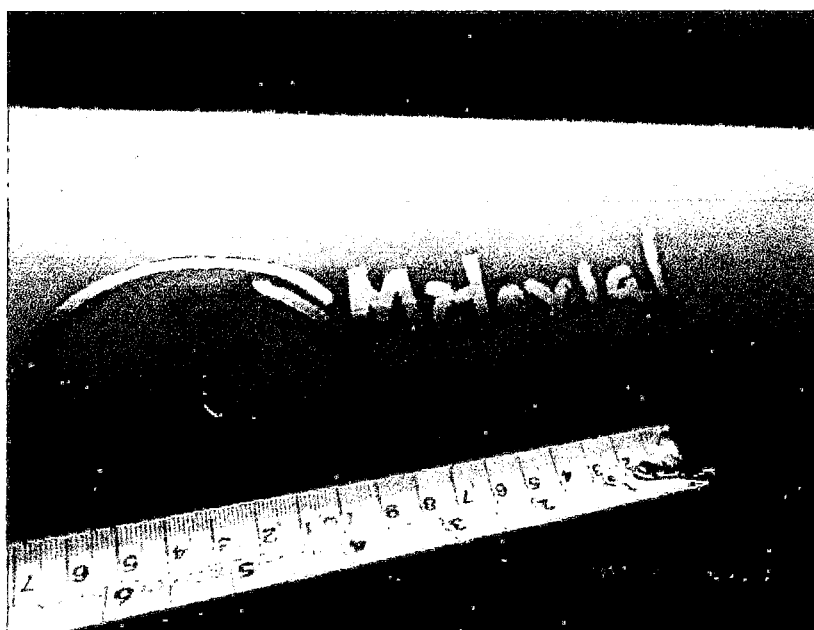
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.15
TUBERÍA DE 160 mm CON RAYADURA



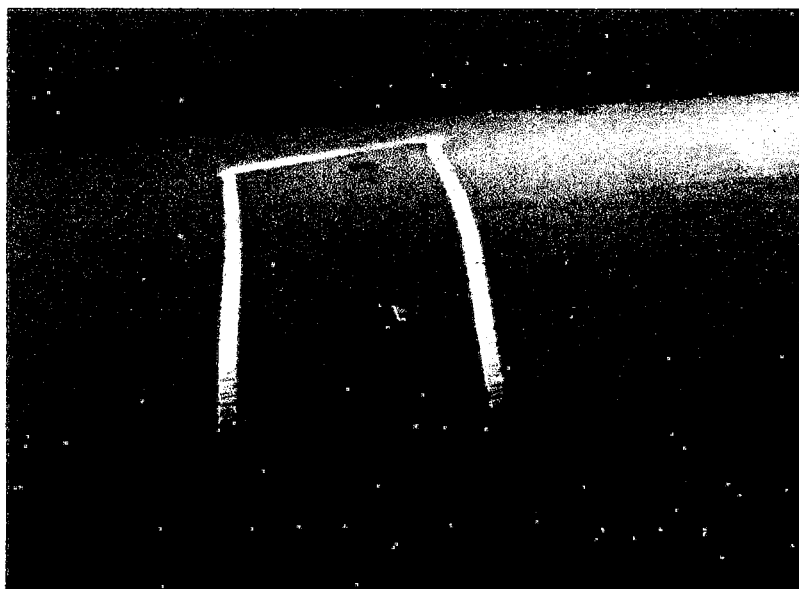
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.16
TUBERÍA DE 160 mm CON INCLUSIÓN DE MATERIAL



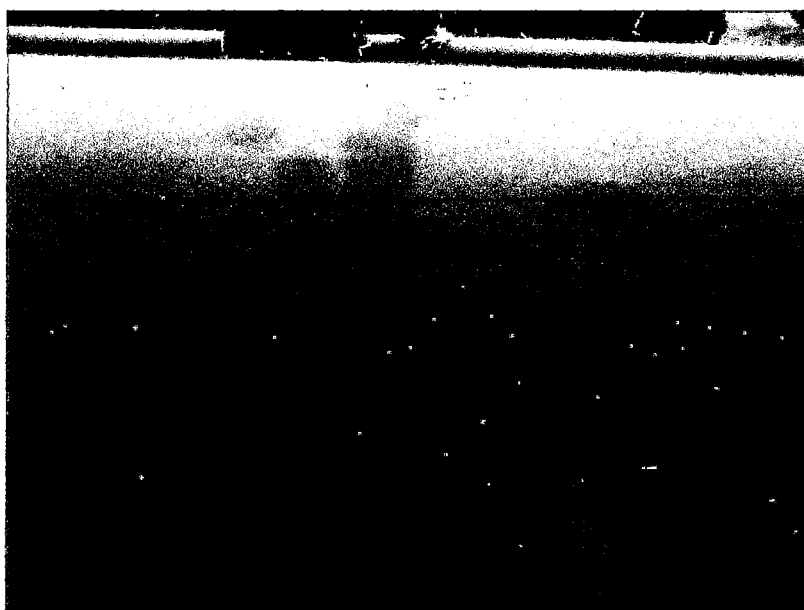
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.17
TUBERÍA DE 160 mm CON POROSIDAD



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.18
TUBERÍA DE 200 mm CON MANCHAS DE COLOR VERDE



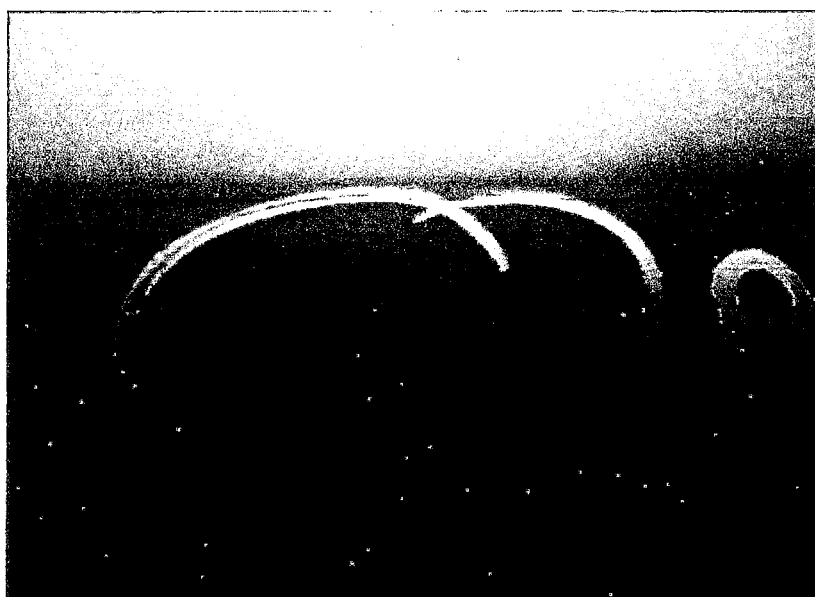
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.19
TUBERÍA DE 200 mm CON RAYAS DE INICIO A FINAL



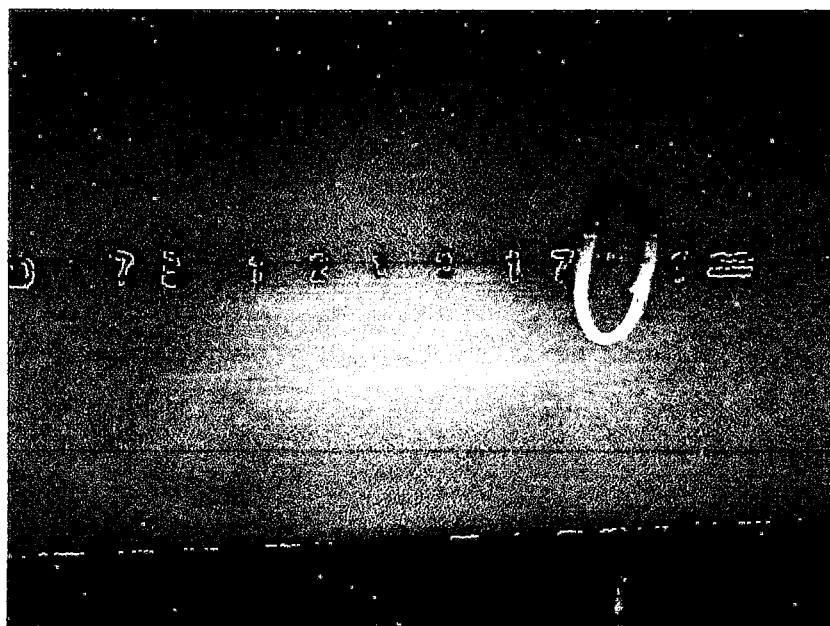
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.20
TUBERÍA DE 200 mm CON POROS



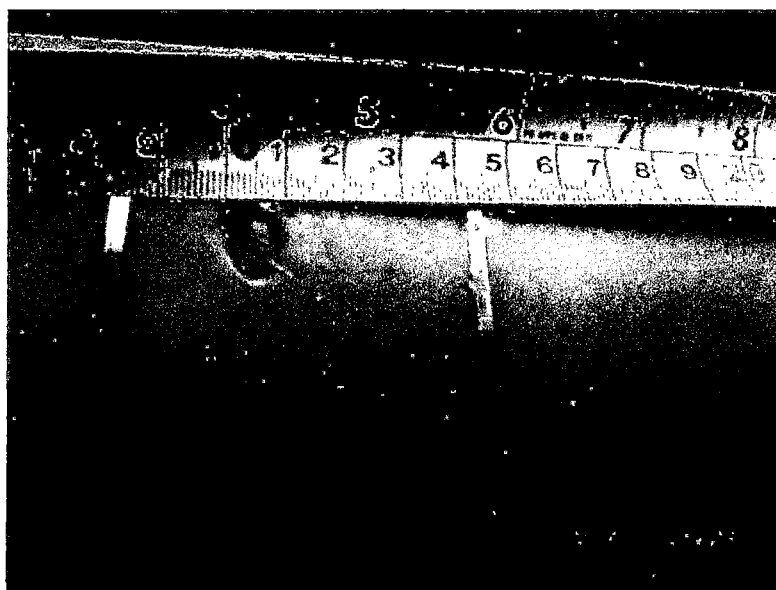
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.21
TUBERÍA DE 200 mm CON EL ROTULADO INCOMPLETO



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5.22
TUBERÍA DE 200 mm CON CAVIDADES SUPERFICIALES



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- De la tabla N°23 se analizó que las no conformidades detectadas se deben principalmente a la falta de control de calidad en la fabricación de estas tuberías por lo que se elaboraron procedimientos de las actividades involucradas dentro de este proceso, considerando que la tubería debe cumplir con los requisitos indicados en la norma técnica.
- De la tabla N°20 se determinó que el fabricante nacional carece de un documento donde especifique que procesos, procedimientos, frecuencias, recursos y responsables aplicará para cumplir con los requisitos técnicos (características) de las tuberías de polietileno para distribución de gas natural que estable la norma técnica.

Por lo que se diseñó un Plan de Calidad que puede ser implementado por cualquier empresa fabricante de este tipo de tubería para planificar y asegurar la calidad de esta.

Para la elaboración de este plan de calidad se tomó como referencia la norma NTC ISO 10005 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DIRECTRICES PARA LOS PLANES DE LA CALIDAD (VER ANEXO 2 PLAN DE LA CALIDAD DE LA FABRICACIÓN)

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

- A. El objetivo general de esta tesis fue “Diseñar un Plan de Aseguramiento de la Calidad” mediante el diseño de procedimientos de control de calidad y la elaboración de un plan de calidad que permitirán asegurar y lograr el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural.

- B. La calidad de las tuberías de polietileno depende del eficiente control establecido en los procedimientos de los procesos que influyen en el cumplimiento de las normas técnicas para la fabricación de tuberías de polietileno.

- C. La realización del segundo objetivo específico “Elaborar un plan de calidad” permitió establecer un instrumento de planificación, seguimiento y control que permitirá asegurar y lograr el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES

- A. Definir un indicador de gestión para el control de calidad en la fabricación de tuberías de polietileno, que permita medir los resultados de la implementación de los procedimientos y plan de calidad.
- B. Para la implementación de los procedimientos y el plan de calidad se deben realizar un programa de capacitaciones al personal involucrado, con la participación de los gerentes y jefes de áreas, a fin de transmitir el compromiso y aumentar la motivación para su cumplimiento.
- C. Establecer un programa de calibración y mantenimiento de los equipos empleados en la fabricación y control de calidad.

CAPITULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Distribución y utilización de combustibles gaseosos. Normas UNE y Legislación.** Editorial AENOR ediciones. 2011.
- **BALAIRÓN PÉREZ LUIS-ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE TUBOS Y ACCESORIOS PLÁSTICOS. Tuberías de polietileno Manual técnico.** España. Editorial Asociación Española de Normalización y Certificación. 2008.
- **CAPA S.HOLDER. Control total de la Calidad.** EPN Quito. 1994
- **CEVALLOS VIQUE VICTOR HUGO. Elaboración del Manual de Calidad para la Planta de Producción de la Industria Cartonera Asociada INCASA S.A en la Ciudad de Quito.** Escuela Superior Politécnica de Chimboratazo-Ecuador. 2011
- **CUATRECASAS LUIS. Gestión Integral de la Calidad, Implantación, Control y Certificación.** Ediciones Gestión. 2000. Barcelona
- **DALE BERTERFIELD. Control de Calidad.** 8va Edición. Editorial Pearson Educación. México. 2002
- **DURÁN J.M. Planificación y análisis de la calidad.** Editorial Reverté. Barcelona.

- **INSTITUTO ANDALUZ DE TECNOLOGÍA. Guía para una Gestión Basadas en Procesos. Edición. 1999**
- **INDECOPI. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 111.011 GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales.2006-06-01. 2^{da} Edición**
- **INDECOPI. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 111.011 GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales.2003-11-27. 1^{ra} Edición**
- **INDECOPI. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 111.021 GAS NATURAL SECO. Distribución de gas natural seco por tuberías de polietileno .2006-03-30. 1^{da} Edición.**
- **INDECOPI. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 1167-1 "TUBOS, CONEXIONES Y ENSAMBLES EN MATERIALES TERMOPLÁSTICOS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS- DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PRESIÓN INTERNA. Parte 1. Método General. 2010. 1^{da} Edición.**
- **INDECOPI NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 1167-2 "TUBOS, CONEXIONES Y ENSAMBLES EN MATERIALES TERMOPLÁSTICOS PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS- DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PRESIÓN INTERNA. Parte 2. Preparación de las piezas de ensayo de las tuberías. 2010. 1^{da} Edición**

- **JAMES EVANS. Administración y Control de la Calidad.** Editores Thomson. Bogotá. 1999.
- **KAORU ISHIKAWA. Qué es el control de la calidad.** Bogotá. Editorial Normas. 1999.
- **GARCÍA F.C Y DE MORA. Gestión de la calidad: fundamentos, desarrollos y aplicaciones prácticas.** Edición Digital. Sevilla. 2004
- **MARQUEZ CORDEIRO JOSÉ VICENTE. Propuesta de un Plan de Calidad para la Implementación del Sistema de Gestión de la Calidad del Proceso “Transmitir Energía Eléctrica del Caroní C.A.** Universidad Católica Andrés Bello Venezuela. 2011.
- **MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS. Decreto Supremo N°042-99-EM Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos.**
- **NORMA ESPAÑOLA UNE-EN SISTEMAS DE CANALIZACIÓN EN MATERIALES PLÁSTICOS PARA EL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE GASEOSOS. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.** 2010.
- **NORMA ESPAÑOLA UNE-EN SISTEMAS DE CANALIZACIÓN EN MATERIALES PLÁSTICOS PARA EL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE GASEOSOS. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.** 2010
- **NORMA ESPAÑOLA UNE-EN SISTEMAS DE CANALIZACIÓN EN MATERIALES PLÁSTICOS PARA EL SUMINISTRO DE**

COMBUSTIBLE GASEOSOS. Polietileno (PE). Parte 7: Guía para la evaluación de la conformidad.

- **NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO COLOMBIANA 10005 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DIRECTRICES PARA LOS PLANES DE LA CALIDAD.**
- **NORMA INTERNACIONAL. ISO 9000:2008 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD FUNDAMENTOS Y VOCABULARIO**
- **ORMACHEA FREYRE FERNANDO. Diseño y aplicación de un sistema de calidad para el proceso de fabricación de válvulas de paso termoplásticas. Pontificia Universidad Católica. 2011**

ANEXOS

ANEXO 1: GLOSARIO

Definiciones de términos básicos relacionados a la evaluación de la conformidad de la tubería de polietileno para distribución de gas natural³

- **Entidad de certificación:** Entidad imparcial, gubernamental o no gubernamental, que tenga las competencias y las responsabilidades necesarias para llevar a cabo la certificación de conformidad con las reglas dadas de procedimiento y de gestión.
- **Entidad de inspección:** Organización o empresa imparcial, aprobada por una entidad de certificación como competente para verificar y/o llevar a cabo la realización de ensayos iniciales de tipo, ensayos testigo y ensayos de auditoría e inspeccionar el control de producción en fábrica por parte del fabricante según la norma europea correspondiente.
- **Entidad competente:** Es el ente gubernamental responsable de verificar la correcta aplicación de cualquier parte de una Norma Técnica Peruana o el funcionario o la agencia designada por esta entidad para ejercitar tal función.
- **Laboratorio de ensayo:** Laboratorio que mida, ensaye, calibre o, también, determine las características de aptitud al uso de los materiales y productos.

³ Fuente: Norma Española UNE-EN 1555-7:2003

- **Sistema de calidad:** Estructura de la organización, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos necesarios para implementar la gestión de calidad
- **Plan de calidad:** Documento que fija las prácticas específicas de calidad, los recursos y la secuencia de actividades correspondientes a un producto o a una gama de productos particular.
- **Control de calidad:** Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de calidad
- **Ensayo de tipo (TT):** Ensayos realizados para probar que el material, el componente, la junta o la unión son aptos para satisfacer los requisitos dados en la norma correspondiente.
- **Ensayo de liberación de una campaña de fabricación (BRT):** Ensayo realizado por el fabricante sobre una producción de componentes que tiene que completarse satisfactoriamente antes de que la campaña pueda ponerse a disposición.
- **Campaña de fabricación:** Colección de unidades claramente identificable, fabricadas consecutiva o continuadamente en las mismas condiciones, utilizando material o compuesto conforme con la misma especificación.
- **Producción de tubo:** Número de tubos, todos ellos del mismo diámetro exterior nominal, espesor de pared y marcado, extruidos

del mismo compuesto y en la misma máquina. El lote de tubos es definido e identificado por el fabricante del tubo.

- **Muestra:** Una o más unidades de producto proveniente de una campaña de fabricación o de un lote, elegidos al azar sin tener en cuenta su calidad.
- **Grupo:** Un conjunto de componentes similares, a partir de los que son seleccionadas las muestras para las necesidades de los ensayos.

Definiciones geométricas⁴

- **Diámetro nominal (DN):** en los tubos de PE, el DN se refiere al diámetro exterior (OD). En consecuencia, el diámetro interior (ID) se obtiene por diferencia del exterior (OD) menos dos veces el espesor (e) de la pared del tubo.

Importante

El concepto de diámetro nominal es diferente en cada tipología de tubería.

Básicamente, existen las posibilidades que se indican en la tabla N° 02

**TABLA N° 24
DIÁMETRO NOMINAL (DN)**

Tipo de tubo	El DN coincide con:
Materiales termoplásticos de pared compacta (PE, PVC-U, PVC-O)	OD
Materiales termoplásticos de pared estructurada	ID u OD, según tipologías
Hormigón	ID
Acero	OD

⁴ Fuente: Norma Española UNE-EN 1555-1:2011

- **Diámetro exterior nominal, d_n :**
Diámetro exterior especificado, en milímetros, asignado a un diámetro nominal DN/OD.
- **Diámetro exterior medio, d_{em} :**
Valor de la medición de la circunferencia exterior de un tubo o de un extremo macho de un accesorio en cualquier sección transversal dividido por π ($= 3,142$), redondeado al 0,1 mm inmediatamente superior.
- **Diámetro exterior medio mínimo, $d_{em,mín.}$:**
Valor mínimo del diámetro exterior medio especificado para un diámetro nominal dado.
- **Diámetro exterior medio máximo, $d_{em,máx.}$:**
Valor máximo del diámetro exterior medio especificado para un diámetro nominal dado.
- **Ovalación:**
Diferencia entre el diámetro exterior (OD) máximo y mínimo en una misma sección recta del tubo.
- **Espesor de pared nominal, e_n :**
Designación numérica del espesor de pared de un componente, que es un número convenientemente redondeado, aproximadamente igual a la dimensión de fabricación en milímetros (mm).

NOTA Para los componentes termoplásticos conformes con la Norma EN 1555, el valor del espesor de pared nominal, e_n , es idéntico al espesor de pared mínimo especificado en cualquier punto, e_{\min} .

- **Espesor de pared mínimo en cualquier punto, e_{\min} :**

Valor mínimo del espesor de pared en cualquier punto alrededor de la circunferencia de un componente, según se especifique.

- **Espesor de pared máximo en cualquier punto, e_{\max} :**

Valor máximo del espesor de pared] en cualquier punto alrededor de la circunferencia de un componente, según se especifique.

- **Espesor de pared medio, e_m :**

Media aritmética de un número de mediciones del espesor de pared, regularmente espaciadas alrededor de la circunferencia y en la misma sección transversal de un componente, incluyendo los valores mínimo y máximo medidos del espesor de pared en dicha sección transversal.

- **Tolerancia:**

Variación permitida del valor especificado de una cantidad, expresada como la diferencia entre los valores máximo y mínimo permitidos.

- **Tolerancia del espesor de pared, t_y :**

Diferencia permitida entre el espesor de pared en un punto cualquiera, e , y el espesor de pared nominal, e_n .

NOTA $e_n \leq e \leq e_n + t_y$

- **Relación de dimensiones estándar (SDR):**

Relación entre el diámetro nominal (DN) y el espesor nominal (e_n).

Definiciones del material⁵

- **Material virgen:**

Material en forma de gránulos o polvo que no ha sido sometido a uso o procesado, distinto del necesario para su fabricación y al cual no se le han añadido materiales de reprocesado o reciclado.

- **Material de reprocesado interno:**

Material preparado a partir de tubos, accesorios o válvulas no usados, rechazados y limpios, incluyendo recortes de la fabricación de tubos, accesorios o válvulas, que son reprocesados en una planta del fabricante después de haber sido procesados por el mismo fabricante en la producción de componentes, por ejemplo, por moldeo por inyección o extrusión.

- **Compuesto:**

Mezcla homogénea de polímero base (PE) y aditivos, es decir, antioxidantes, pigmentos, estabilizadores UV y otros, con el nivel de dosificación necesario para el procesado y utilización de componentes conformes con los requisitos de esta norma.

⁵ Fuente: Norma Española UNE-EN 1555-1:2011

Definiciones relativas a las características del material

- **Límite inferior de confianza de la resistencia hidrostática prevista, σ_{LPL} :**

Cantidad con las dimensiones de esfuerzo, que representa el límite inferior de confianza al 97,5% de la resistencia hidrostática prevista a largo plazo a una temperatura θ y a un tiempo t .

NOTA Se expresa en megapascales.

- **Resistencia mínima requerida,**

MRS: Valor del σ_{LPL} a 20 °C y 50 años, redondeado al valor más próximo inferior de la serie R10 cuando σ_{LPL} está por debajo de 10 MPa, o de la serie R20 cuando σ_{LPL} es igual o superior a 10 MPa.

El MRF es una propiedad del material y es el que sirve para la denominación de las distintas clases de PE con las designaciones MRS o PE. Las que se emplean en redes de distribución de gas natural son de la clase PE80 (MRS 8,0 MPa) o PE100 (MRS 10,0 MPa)

NOTA Las series R10 conforme a la Norma ISO 3 [3] y R20 conforme a la Norma ISO 497 [4].

- **Coefficiente global de servicio (diseño) o factor de seguridad C:**
Es un coeficiente general con un valor mayor que 1, el cual toma en consideración las condiciones de servicio, así como, las propiedades de los componentes del sistema de tuberías aparte de

los que están representados en el límite inferior de confianza. En aplicaciones de gas natural tiene un valor ≥ 2 .

- **Esfuerzo de diseño, σ_s :**

Esfuerzo admisible para una aplicación determinada a 20 °C, que se obtiene dividiendo la MRS por el coeficiente C, es decir:

$$\sigma_s = \frac{MRS}{C}$$

NOTA Se expresa en megapascales.

- **Índice de fluidez en masa, MFR:**

Valor relacionado con la viscosidad del material fluido a una temperatura y carga especificadas, expresado en gramos por 10 min (g/10 min).

- **Presión crítica de propagación rápida de fisuras (PRCP):**

Presión con la que es susceptible de producirse en el tubo de polietileno una propagación rápida de fisuras (RCP) a la temperatura de referencia.

NOTA: La temperatura de referencia es, generalmente, 0 °C.

Definiciones relativas a las condiciones de servicio⁶

- **Combustible gaseoso:**

Cualquier combustible en estado gaseoso a una temperatura de 15 °C, a presión atmosférica.

- **Presión máxima de operación, MOP:**

⁶ Fuente: Norma Española UNE-EN 1555-1:2011

Presión efectiva máxima del fluido en el sistema de canalización, expresada en bar, permitida en funcionamiento continuo.

NOTA Se expresa en bar y tiene en cuenta las características físicas y mecánicas de los componentes del sistema de canalización y se calcula empleando la siguiente ecuación:

$$MOP = \frac{20xMRS}{Cx(SDR - 1)}$$

▪ **Temperatura de referencia:**

Temperatura para la cual se diseña el sistema de canalización.

NOTA Se emplea como base para cálculos posteriores cuando un sistema de canalización, o partes del mismo, se diseñan para temperaturas de operación distintas a la temperatura de referencia.

Términos y definiciones relacionadas a la gestión de la calidad⁷

A continuación se definen con la numeración que se usa en la norma.

3 Términos y definiciones

Un término en una definición o nota, definido en este análisis, se indica en letra negrilla seguido por su número de referencia entre paréntesis. Por ejemplo:

Producto (3.4.2) se define como “resultado de un **proceso** (3.4.1)”

Proceso se define como “conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”

⁷ Fuente: Norma ISO 9001:2008

Si el término “**proceso**” se constituye por su definición:

Producto se define entonces como “resultado de un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”

Un concepto limitado a un significado especial en un contexto particular se indica nombrado el campo en cuestión entre paréntesis angulares, < >, antes de la definición.

EJEMPLO En el contexto de la auditoría, el *término* utilizado para “experto técnico” es:

3.9.11 experto técnico

<Auditoría> persona que aporta conocimientos o experiencia específicos al **equipo auditor** (3.9.10).

7.4.1 Términos relativos a la calidad

A continuación se definen con la numeración que se usa en la norma ISO 9000

3.1 Términos relativos a la calidad

3.1.1 Calidad

grado en el que un conjunto de **características** (3.5.1) inherentes cumple los **requisitos** (3.1.2)

NOTA 1 “Generalmente implica” significa que es habitual o una práctica común para la **organización** (3.3.1), sus **clientes** (3.3.5) y otras **partes interesadas** (3.3.7) que la necesidad o expectativa bajo consideración este implícita.

NOTA 2 Pueden utilizarse calificativos para identificar un tipo específico de requisito, por ejemplo, requisito de un producto, requisito de la gestión de la calidad, requisito del cliente.

NOTA 3 Un requisito especificado es aquel que está establecido, por ejemplo un **documento** (3.7.2)

NOTA 4 Los requisitos pueden ser generados por las diferentes **partes interesadas** (3.3.7)

NOTA 5 Esta definición difiere de la proporcionada en el apartado 3.12.1 de las Directivas ISO/IEC, Parte 2:2004

3.12.1 requisito

Expresión en el contenido de un documento formulando los criterios a cumplir a fin de declarar la conformidad con el documento y para los que no se permite ninguna desviación.

3.1.3 Clase

Categoría o rango dado a diferentes requisitos de la calidad para **productos** (3.4.2), **procesos** (3.4.1) o **sistemas** (3.2.1) que tienen el mismo uso funcional.

EJEMPLO Clase de billetes de una compañía aérea o categoría de hoteles en una guía de hoteles.

NOTA Cuando se establece un requisito de la calidad, generalmente se especifica la clase.

3.1.4 Satisfacción de cliente

Percepción del cliente sobre el grado en que se ha cumplido sus **requisitos** (3.1.2)

NOTA 1 Las quejas de los clientes son un indicador habitual de una baja satisfacción del cliente, pero la ausencia de las mismas no implica necesariamente una elevada satisfacción del cliente.

NOTA 2 Incluso cuando los requisitos del cliente se han acordado con el mismo y éstos han sido cumplidos, esto no asegura necesariamente una elevada satisfacción del cliente.

3.1.5 Capacidad

Aptitud de una **organización** (3.3.1), **sistema** (3.4.1) para realizar un **producto** (3.4.2) que cumple los **requisitos** (3.1.2) para ese producto.

NOTA En la Norma ISO 3534-2 se definen términos relativos a la capacidad de los procesos en el campo de la estadística.

3.1.6 Competencia

Aptitud demostrada para implicar los conocimientos y habilidades.

NOTA En esta Norma Internacional el concepto de competencia se define de manera genérica. El uso de este término puede ser más específico en otros documentos ISO.

7.4.2 Términos relativos a la gestión

A continuación se definen con la numeración que se usa en la norma.

3.2 Términos relativos a la gestión

3.2.1 Sistema

Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan.

3.2.2 Sistema de gestión

Sistema (3.2.1) para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos **NOTA** Un sistema de gestión de una **organización** (3.3.1) podría incluir diferentes sistemas de gestión, tales como un **sistema de gestión de la calidad** (3.2.3), un sistema de gestión financiera o un sistema de gestión ambiental.

3.2.3 Sistema de gestión de la calidad

Sistema de gestión (3.2.2) para dirigir y controlar una **organización** (3.3.1) con respecto a la **calidad** (3.1.1)

3.2.4 Política de la calidad

Intenciones globales y orientación de una **organización** (3.3.1) relativas a la **calidad** (3.1.1) tal como se expresan formalmente por la **alta dirección** (3.2.7)

NOTA 1 Generalmente la política de la calidad es coherente con la política global de la organización y proporciona un marco de referencia para el establecimiento de los **objetivos de la calidad** (3.2.5)

NOTA 2 Los principios de gestión de calidad presentados en esta Norma Internacional pueden constituir la base para el establecimiento de la política de la calidad.

3.2.5 Objetivo de la calidad

Algo ambicionado o pretendido, relacionado con la **calidad** (3.1.1)

NOTA 1 Los objetivos de la calidad generalmente se basan en la **política de la calidad** (3.2.4) de la organización.

NOTA 2 Los objetivos de la calidad generalmente se especifican para los niveles y funciones pertinentes de la **organización** (3.3.1)

3.2.6 Gestión

Actividades coordinadas para dirigir y controlar una **organización** (3.3.1)

3.2.7 Alta dirección

Persona o grupo de personas que dirigen y controlan al más alto nivel una **organización** (3.3.1)

3.2.8 Gestión de la calidad

Actividades coordinadas para dirigir y controlar una **organización** (3.3.1) en lo relativo a la **calidad** (3.1.1)

NOTA La dirección y control, en lo relativo a la calidad, generalmente incluye el establecimiento de la **política de la calidad** (3.2.4) y los **objetivos de la calidad** (3.2.5), la **planificación de la calidad** (3.2.9) el **control de la calidad** (3.2.10), el **aseguramiento de la calidad** (3.2.11) y la **mejora de la calidad** (3.2.12).

3.2.9 Planificación de la calidad

Parte de la **gestión de la calidad** (3.2.8) enfocada al establecimiento de los **objetivos de la calidad** (3.2.5) y a la especificación de los **procesos** (3.4.1) operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de la calidad.

NOTA El establecimiento de **planes de la calidad** (3.7.5) puede ser parte de la planificación de la calidad.

3.2.10 Control de calidad

Parte de la **gestión de la calidad** (3.2.8) orientada a proporcionar al cumplimiento de los requisitos de la calidad

3.2.11 Aseguramiento de la calidad

Parte de la **gestión de la calidad** (3.2.8) orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad

3.2.12 Mejora de la calidad

Parte de la **gestión de calidad** (3.2.8) orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad.

NOTA Los requisitos pueden estar relacionados con cualquier aspecto tal como la **eficacia** (3.2.14), la **eficiencia** (3.2.15) o la **trazabilidad** (3.5.4).

3.2.13 Mejora continua

Actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los **requisitos** (3.1.2)

NOTA El **proceso** (3.4.1) mediante el cual se establezcan objetivos y se identifican oportunidades para la mejora es un proceso continuo través del uso de los **hallazgos de la auditoría** (3.9.5) las **conclusiones de la auditoría** (3.9.6), el **análisis de los datos**, la **revisión** (3.8.7) por la dirección y otros medios, y generalmente conduce a la **acción correctiva** (3.6.5) y **preventiva** (3.6.4)

3.2.14 Eficacia

Grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.

3.2.15 Eficiencia

Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

7.4.3 Términos relativos a la organización

A continuación se definen con la numeración que se usa en la norma.

3.3 Términos relativos a la organización

3.3.1 Organización

Conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, auditorías y relaciones.

EJEMPLO Compañía, corporación, firma, empresa, institución de beneficencia, empresa unipersonal, asociación, o parte o una combinación de las anteriores.

NOTA 1 Dicha disposición es generalmente ordenada. **NOTA 2** Una organización puede ser pública o privada.

NOTA 3 Esta definición es válida para los propósitos de las normas de **sistema de gestión de la calidad (3.2.3)**. el término "organización" tiene una definición diferente a la Guía ISO/IEC 2

3.3.2 Estructura de la organización

Disposición de responsabilidad, autoridades y relaciones entre el personal

NOTA 1 Dicha disposición es generalmente ordenada.

NOTA 2 Una expresión formal de la estructura de la organización se incluye habitualmente en un **manual de la calidad (3.7.4)** o en un **plan de calidad (3.7.5)** para un **proyecto (3.4.3)**.

NOTA 3 El alcance de la estructura de la organización puede incluir interfaces pertinentes con **organizaciones** (3.3.1) externas.

3.3.3 Infraestructura

<Organización> **sistema** (3.2.1) de instalaciones, equipos y servicios necesarios para el funcionamiento de una **organización** (3.3.1)

3.3.4 Ambiente de trabajo

Conjunto de condiciones bajo las cuales se realiza el trabajo.

NOTA Las condiciones incluyen factores físicos, sociales, psicológicos y ambientales (tales como la temperatura, esquemas de reconocimientos, ergonomía y composición atmosférica).

3.3.5 Cliente

Organización (3.3.1) o persona que recibe un **producto** (3.4.2)

EJEMPLO Consumidor, usuario final, minorista, beneficiario y comprador.

NOTA El cliente puede ser interno o externo a la organización.

3.3.6 Proveedor

Organización (3.3.1) o persona que proporciona un **producto** (3.4.2)

EJEMPLO Productor, distribuidor, minorista o vendedor de un producto, o prestador de un servicio o información.

NOTA 1 Un proveedor puede ser interno o externo a la organización.

NOTA 2 En una situación contractual un proveedor puede denominarse "contratista".

3.3.7 Parte interesada

Persona o grupo que tiene un interés en el desempeño del éxito de una **organización** (3.3.1)

EJEMPLO Clientes (3.3.5), propietarios, personal de una organización, **proveedores** (3.3.6), banqueros, sindicatos, socios o la sociedad

NOTA Un grupo puede ser una organización, parte de ella, o más de una organización.

3.3.8 Contrato

Acuerdo vinculante

NOTA En esta Norma Internacional el concepto de contrato se define de manera genérica. El uso de este término puede ser más específico en otros documentos ISO.

7.4.4 Términos relativos al proceso y al producto

A continuación se definen con la numeración que se usa en la norma.

3.4 Términos relativos al proceso y al producto

3.4.1 Proceso

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

NOTA 1 Los elementos de entrada para un proceso son generalmente resultados de otros procesos

NOTA 2 Los procesos de una **organización** (3.3.1) son generalmente planificados y puestos en prácticas bajo condiciones controladas para aportar valor.

NOTA 3 Un proceso en el cual la **conformidad** (3.6.1) del **producto** (3.4.2) resultante no pueda ser fácil o económicamente verificada, se denomina habitualmente "proceso especial"

3.4.2 Producto

Resultado de un **proceso** (3.4.1)

NOTA 1 Existen cuatro categorías genéricas de productos:

- Servicios (por ejemplo, transporte);
- Software (por ejemplo, programas de computador, diccionario);
- Hardware (por ejemplo, parte mecánica de un motor);
- Materiales procesados (por ejemplo, lubricante).

La mayoría de los productos contienen elementos que pertenecen a diferentes categorías genéricas de producto. La denominación del producto en cada caso como servicio, software, hardware o material procesado depende del elemento dominante. Por ejemplo, el producto ofrecido "automóvil" está compuesto por hardware (por ejemplo las ruedas), materiales procesados (por ejemplo, combustible, líquido refrigerantes), software (por ejemplo, los programas informáticos de control del motor, el manual del conductor), y servicios (por ejemplo, las explicaciones relativas a su funcionamiento proporcionadas por el vendedor).

NOTA 2 Un servicio es el resultado de llevar a cabo necesariamente al menos una actividad en la interfaz entre el **proveedor** (3.3.6) y

el **cliente** (3.3.5) y genéricamente es intangible. La prestación de un servicio puede implicar, por ejemplo:

- Una actividad realizada sobre un producto tangible suministrado por el cliente (por ejemplo, reparación de un automóvil);
- Una actividad realizada sobre un producto intangible suministrado por el cliente (por ejemplo, la declaración de ingresos necesaria para preparar la devolución de los impuestos);
- La entrega de un producto intangible (por ejemplo, la información en el contexto de la transmisión de conocimiento);
- La creación de una ambientación para el cliente (por ejemplo, en hoteles y restaurantes).

El software se compone de información, generalmente es intangible y puede presentarse bajo la forma de propuestas, transacciones o **procedimientos** (3.4.5)

El hardware es generalmente tangible y su magnitud es una **característica** (3.5.1) contable. Los materiales procesados generalmente son tangibles y su magnitud es una característica continua. El hardware y los materiales procesados frecuentemente son denominados como bienes.

NOTA 3 El **aseguramiento de la calidad** (3.2.11) está principalmente enfocado al producto que se pretende.

NOTA 4 En español los términos ingleses “software” y “hardware” tienen un alcance más limitado del que se le da en esta norma, no quedando estos limitados al campo informático.

3.4.3 Proyecto

Proceso (3.4.1) único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con **requisitos** (3.1.2) específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos.

NOTA 1 Un proyecto individual puede formar parte de la estructura de un proyecto mayor

NOTA 2 En algunos proyectos, los objetivos se afinan y las **características** (3.5.1) del **producto** (3.4.2) se definen progresivamente según evolucione el proyecto.

NOTA 3 El resultado de un proyecto puede ser una o varias unidades de **producto** (3.4.2).

NOTA 4 Adaptado a la Norma ISO 10006:2003.

3.4.4 Diseño y desarrollo

Conjunto de **procesos** (3.4.1) que transforma los **requisitos** (3.1.2) en **características** (3.5.1) especificadas o en la **especificación** (3.7.3) de un **producto** (3.4.2), **proceso** (3.4.1) o **sistema** (3.2.1)

NOTA 1 Los términos “diseño” y “desarrollo” algunas veces se utilizan como sinónimos y algunas veces se utilizan para definir las diferentes etapas de todo el proceso de diseño y desarrollo.

NOTA 2 Puede aplicarse un calificativo para indicar la naturaleza de lo que está diseñando y desarrollando (por ejemplo: diseño y desarrollo del producto, o diseño y desarrollo del proceso).

3.4.5 Procedimiento

Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un **proceso** (3.4.1)

NOTA 1 Los procedimientos pueden estar documentados o no.

NOTA 2 Cuando un procedimiento está documentado, se utiliza con frecuencia el término “procedimiento escrito” o “procedimiento documentado”. El **documento** (3.7.2) que contiene un procedimiento puede denominarse “documento de procedimiento”.

7.4.5 Términos relativos a las características

A continuación se definen con la numeración que se usa en la norma.

3.5 Términos relativos a las características

3.5.1 Características

Rasgo diferenciador

NOTA 1 Una característica puede ser inherente o asignada. NOTA 2 Una característica puede ser cualitativa o cuantitativa. NOTA 3 Existen varias clases de características, tales como:

- Físicas (por ejemplo, características, mecánicas, eléctricas, químicas, o biológicas);

- Sensoriales (por ejemplo, relacionadas con el olfato, el tacto, el gusto, la vista y el oído);
 - De comportamiento (por ejemplo, cortesía, honestidad, veracidad);
 - De tiempo (por ejemplo, puntualidad, confiabilidad, disponibilidad);
- Ergonómicas (por ejemplo, características fisiológicas, o relacionadas con la seguridad de las personas);
 - Funcionales (por ejemplo, velocidad máxima de un avión).

3.5.2 Características de la calidad

Característica (3.5.1) inherente de un producto (3.4.2), proceso (3.4.1) o sistema (3.2.1) relacionado con un requisito (3.1.2)

NOTA 1 Inherente significa que existe en algo, especialmente como una característica permanente.

NOTA 2 Una característica asignada a un producto, proceso o sistema (por ejemplo, el precio de un producto, el propietario de un producto) no es una característica de la calidad de ese producto, proceso o sistema.

3.5.3 Seguridad de funcionamiento

Conjunto de propiedades utilizadas para describir la disponibilidad y los factores que la influyen: confiabilidad, capacidad de mantenimiento y mantenimiento de apoyo.

NOTA La seguridad de funcionamiento es un concepto general, sin carácter cuantitativo.

3.5.4 Trazabilidad

Capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración.

NOTA 1 Al considerar un **producto** (3.4.2) la trazabilidad puede estar relacionada con:

- El origen de los materiales y las partes;
- La historia del procesamiento;
- La distribución y localización del producto después de su entrega.

NOTA 2 En el campo de la Metrología se acepta la definición dada en el apartado 6.10 del VIM: 1993.

7.4.6 Términos relativos a la conformidad

A continuación se definen con la numeración que se usa en la norma.

3.6 Términos relativos a la conformidad

3.6.1 Conformidad

Cumplimiento de un **requisito** (3.1.2)

3.6.2 No conformidad

Incumplimiento de un **requisito** (3.1.2)

3.6.3 Defecto

Incumplimiento de un **requisito** (3.1.2) asociado a un uso previsto o especificado

NOTA 1 La distinción entre los conceptos defecto y **no conformidad** (3.6.2) es importante por sus connotaciones legales, particularmente

aquellas asociadas a la responsabilidad legal de los **productos** (3.4.2) puestos en circulación. Consecuentemente, el término “defecto” debería utilizarse con extrema precaución.

NOTA 2 El uso previsto tal y como lo prevé el **cliente** (3.3.5) podría estar afectado por la naturaleza de la información proporcionada por el **proveedor** ((3.3.6) como por ejemplo las instrucciones de funcionamiento o de mantenimiento.

3.6.4 Acción preventiva

Acción tomada para eliminar la **causa de no conformidad** (3.6.2) potencial u otra situación potencial no deseable

NOTA 1 Puede haber más de una **causa** para una no conformidad.

NOTA 2 La acción preventiva se toma para prevenir que algo suceda, mientras que la **acción correctiva** (3.6.5) se toma para prevenir que vuelva a producirse.

3.6.5 Acción correctiva

Acción tomada para eliminar la **causa de una no conformidad** (3.6.2) detectada u otra situación no deseable.

NOTA 1 Puede haber más de una **causa** para una no conformidad

NOTA 2 La acción correctiva se toma para prevenir que algo vuelva a producirse, mientras que la **acción preventiva** (3.6.4) se toma para prevenir que algo suceda.

NOTA 3 Existe diferencia entre **corrección** (3.6.6) y acción correctiva.

3.6.6 Corrección

Acción tomada para eliminar una **no conformidad** (3.6.2) detectada.

NOTA 1 Una corrección puede realizarse junto con una **acción correctiva** (3.6.5) **NOTA 2** Una corrección puede ser, por ejemplo, un **reproceso** (3.6.7) o una **reclasificación** (3.6.8)

3.6.7 Reproceso

Acción tomada sobre un **producto** (3.4.2) no conforme para que cumpla con los **requisitos** (3.1.2)

NOTA Al contrario que el reproceso, la **reparación** (3.6.9) puede afectar o cambiar partes del producto no conforme.

3.6.8 Reclasificación

Variación de la **clase** (3.1.3) de un **producto** (3.4.2) no conforme, de tal forma que sea conforme con **requisitos** (3.1.2) que difieren de los iniciales.

3.6.9 Reparación

Acción tomada sobre un **producto** (3.4.2) no conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista

NOTA 1 La reparación incluye las acciones reparadoras adoptadas sobre un producto previamente conforme para devolverle su aptitud al uso, por ejemplo, como parte del mantenimiento.

NOTA 2 Al contrario que el reproceso (3.6.7), la reparación puede afectar o cambiar partes de un producto no conforme.

3.6.10 Desecho

Acción tomada sobre un **producto** (3.4.2) no conforme para impedir su uso inicialmente previsto

EJEMPLO Reciclaje, destrucción

NOTA En el caso de un servicio no conforme, el uso se impide no continuando al servicio.

3.6.11 Concesión

Autorización para apartarse de los **requisitos** (3.1.2) originalmente especificados de un **producto** (3.4.2) que no es conforme con los **requisitos** (3.1.2) especificados

NOTA Una concesión está generalmente limitada a la entrega de un producto que tiene **características** (3.5.1) no conformes, dentro de límites definidos por un tiempo o una cantidad de productos acordados.

3.6.12 Permiso de desviación

3.6.13 Liberación

Autorización para proseguir con la siguiente etapa de un **proceso** (3.4.1)

7.4.7 Términos relativos a la documentación

A continuación se definen con la numeración que se usa en la norma.

3.7 Términos relativos a la documentación

3.7.1 Información

Datos que poseen significado

3.7.2 Documento

Información (3.7.1) su medio de soporte

EJEMPLO Registro (3.7.6), especificación (3.7.3), procedimiento documentado, plano, informe, norma.

NOTA 1 El medio de soporte puede ser papel, disco magnético, óptico o electrónico, fotografía o muestra patrón o una combinación de éstos.

NOTA 2 Con frecuencia, un conjunto de documentos, por ejemplo especificaciones y registros, se denominan "documentación"

NOTA 3 Algunos **requisitos (3.1.2)** (por ejemplo, el requisito de ser legible) están relacionados con todos los tipos de documentos, aunque pueden haber requisitos diferentes para las especificaciones (por ejemplo, el requisito de estar controlado por revisiones) y los registros (por ejemplo, el requisito de ser recuperable).

3.7.3 Especificación

Documento (3.7.2) que establece **requisitos (3.1.2)**

NOTA Una especificación puede estar relacionada con actividades (por ejemplo, un procedimiento documentado, una especificación de proceso y una especificación de ensayo/prueba), o con **productos (3.4.2)** (por ejemplo, una especificación de producto, una especificación de desempeño y un plano).

3.7.4 Manual de calidad

Documento (3.7.2) que especifica el **sistema de gestión de la calidad (3.2.3)** de una **organización (3.3.1)**.

NOTA Los manuales de la calidad pueden variar en cuanto a detalle y formato para adecuarse al tamaño y complejidad de cada organización en particular.

3.7.5 Plan de calidad

Documento (3.7.2) que especifica qué **procedimiento** (3.4.5) y recursos asociados deben aplicarse, quién debe aplicarlos y cuánto deben aplicarse a un **proyecto** (3.4.3), **producto** (3.4.2), **proceso** (3.4.2) o contrato específico.

NOTA 1 Estos procedimientos generalmente incluyen a los relativos a los procesos de gestión de la calidad y a los procesos de realización del producto.

NOTA 2 Un plan de calidad hace referencia con frecuencia a partes del **manual de la calidad** (3.7.4) o a procedimientos documentados.

NOTA 3 Un plan de la calidad es generalmente uno de los resultados de la **planificación de la calidad** (3.2.9).

3.7.6 Registro

Documento (3.7.2) que presenta resultados obtenidos o proporciones evidencia de actividades desempeñadas

NOTA 1 Los registros pueden utilizarse, por ejemplo, para documentar la **trazabilidad** (3.5.4) y para proporcionar evidencia de **verificaciones** (3.8.4), **acciones preventivas** (3.6.4) y **acciones correctivas** (3.6.5)

NOTA 2 En general los registros no necesitan estar sujetos al control del estado de revisión.

7.4.8 Términos relativos al examen

A continuación se definen con la numeración que se usa en la norma.

3.8 Términos relativos al examen

3.8.1 Evidencia objetiva

Datos que respaldan la existencia o veracidad de algo

NOTA La evidencia objetiva puede obtenerse por medio de la observación, medición, **ensayo/prueba** (3.8.3) u otros medios.

3.8.2 Inspección

Evaluación de la conformidad por medio de observación y dictamen, acompañada cuando sea apropiado por medición, ensayo/prueba o comparación con patrones

3.8.3 Ensayo/prueba

Determinación e una o más **características** (3.5.1) de acuerdo con un **procedimiento** (3.4.5)

3.8.4 Verificación

Confirmación mediante la aportación de **evidencia objetiva** (3.8.1) de que se han cumplido los **requisitos** (3.1.2) especificados

NOTA 1 El término "verificado" se utiliza para designar el estado correspondiente. NOTA 2 La confirmación puede comprender acciones tales como:

- La elaboración de cálculos alternativos

- La comparación de una especificación (3.7.3) de un diseño nuevo con una especificación de un diseño similar probado.
- La realización de **ensayos/pruebas** (3.8.3) y demostraciones, y
- La revisión de los documentos antes de su emisión.

3.8.5 Validación

Confirmación mediante la aportación de **evidencia objetiva** (3.8.1) de que se han cumplido los **requisitos** (3.1.2) para una utilización específica prevista

NOTA 1 El término "validado" se utiliza para designar el estado correspondiente. NOTA 2 Las condiciones de utilización para la validación pueden ser reales o simuladas.

3.8.6 Proceso de calificación

Proceso (3.4.1) para demostrar la capacidad para cumplir los **requisitos** (3.1.2) especificados.

NOTA 1 El término "calificado" se utiliza para designar el estado correspondiente. NOTA 2 La calificación puede aplicarse a personas, **productos** (3.4.2), procesos o **sistemas** (3.2.1).

EJEMPLOS Proceso de calificación del auditor, proceso de calificación del material.

3.8.7 Revisión

Actividad emprendida para asegurar la conveniencia, adecuación y **eficacia** (3.2.14) del tema objeto de la revisión, para alcanzar unos objetivos establecidos

NOTA La revisión puede incluir también la determinación de la **eficiencia** (3.2.15). **EJEMPLO** Revisión por la dirección, revisión del diseño y desarrollo,

ANEXO 2: PLAN DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE TUBERÍAS DE POLIETILENO PARA GAS NATURAL

CARACTERÍSTICA	PARAMETROS DE ENSAYO	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	MÉTODO DE ENSAYO	FRECUENCIA DE CONTROL	TIPO DE ENSAYO
Materias Primas	N/A	Según UNE EN 1555 y Tabla N° 4, página 26	Documental. Revisión certificado calidad. Según PC 01	Por lote de materia prima	N/A
Acabado (apariciencia, color) y marcado	Aspecto y marcado	Según UNE EN 1555-2	Según el PC-03	Cada hora / Línea de extrusión	TT, BRT
Control de dimensiones:	Diámetro exterior, ovalación, espesor total y longitud	Según UNE EN 1555 y Tabla N° 5 y Tabla n° 6 página 26 y 27 respectivamente	Según UNE EN 1555 y PC-02	Cada hora / Línea de extrusión (manual) Cada 3min/línea (automatizado)	TT, BRT
Embalaje	Embalaje	Según PC-03	N/A	N/A	N/A
Ensayo de alargamiento	v = 100mm/min si espesor < 13 mm v = 25 mm/min si espesor ≥ 13 mm	Alargamiento ≥ 350 %, según UNE EN 1555	EN ISO 6259 y PC-07	Por lote/semana	TT, BRT
Ensayo de Índice de Fluidez	T = 190°C Peso = 5 Kg tiempo = 10 min	Variación de ±20% entre materia prima y tubo, según UNE EN 1555	UNE EN ISO 1133	Por lote/semana	TT, BRT
Ensayo de tiempo de inducción a la oxidación	T ^a = 200 °C Masa = 15 ± 2 mg	TIO ≥ 20 min, según UNE EN 1555	ISO 11357-6	Por lote/semana	TT, BRT
Resistencia a la presión hidráulica interna 165 horas 80°C	PE 80 - σ = 4,6 Mpa PE 100 - σ = 5,5 Mpa	CONFORME, según UNE EN 1555	UNE EN ISO 1167	Por lote/semana	BRT
Resistencia a la presión hidráulica interna 100 horas 20°C	PE 80 - σ = 10,0 Mpa PE 100 - σ = 12,4 Mpa	CONFORME, según UNE EN 1555	UNE EN ISO 1167	Una vez año / lote / compuesto	TT
Resistencia a la presión hidráulica interna 1000 horas 80°C	PE 80 - σ = 4,0 Mpa PE 100 - σ = 5,0 Mpa	CONFORME, según UNE EN 1555	UNE EN ISO 1167	Una vez año / lote / compuesto	TT, PVT
Retracción longitudinal	Método aire T ^a = 110 ± 2°C Tiempo ensayo = 1 horas si	≤ 3 %, según UNE EN 1555	UNE EN ISO 2505	Una vez año / lote / compuesto	TT, PVT

CARACTERÍSTICA	PARAMETROS DE ENSAYO	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	METODO DE ENSAYO	FRECUENCIA DE CONTROL	TIPO DE ENSAYO
Resistencia a la propagación lenta de fisuras	Para espesor > 5 mm - Ensayo de entalla Para espesor < 5 mm - Ensayo de cono	CONFORME, según UNE EN 1555	ISO 13480 E ISO 13479	Una vez año / lote / compuesto	TT
Retracción circunferencial	Solo para $\phi \geq 250$ mm $T^a = 80$ °C Tiempo = según espesor	< intervalo tolerancia ϕ ext. medio, según UNE EN 1555	UNE EN 1555	Una vez año / lote / compuesto	TT, PVT
Resistencia a la propagación rápida de fisuras	$P_c \geq 1,5$ MOP Ensayado en el compuesto en forma de tubo por el fabricante del compuesto			En las homologaciones	TT
Resistencia a la intemperie	Ensayado en el compuesto en forma de tubo por el fabricante del compuesto			En las homologaciones	TT
Resistencia a la tracción de la soldadura	Ensayado en el compuesto en forma de tubo por el fabricante del compuesto			En las homologaciones	TT

ANEXO 3: EJEMPLO DE PLAN DE CALIDAD DE FABRICACIÓN

Nombre de la línea	Diagrama de flujo del proceso	Nombre del proceso	Instrucción de trabajo (Número)	Característica de calidad a ser controlada (condición de proceso a ser verificada)	Método de control de proceso				Artículo de inspección y ensayo/prueba	Método de inspección y ensayo/prueba	Observaciones	
					Instrucción para el control de proceso (Número)	Carta u hoja para el control de proceso	Persona responsable del control de proceso	Método de muestreo y medición				
Línea A	<pre> graph TD A[] --> B(()) B --> C(()) C --> D{ } </pre>	Pre-calentamiento	WI-A1	(Temperatura)		Hoja de verificación CS-A-1	Operador A	2 veces al día				
		Formado	WI-A2	Longitud L		Carta de control CC-A-1	Capataz A	5 muestras por lote con micrómetro				
					(Temperatura)	IPC-A1	Hoja de verificación CS-A-2	Operador B	1 vez al día			
					(Presión)		Hoja de verificación CS-A-3	Operador B	1 por día	Longitud L	Todos los productos	
		Ensayo/prueba del producto	WI-A3	Fración defectuosa		Carta de control CC-A-2	Capataz B	Todos los productos	Características eléctricas	10 muestras por lote		
NOTA	? Manufactura	* Inspección y ensayo/prueba									++Almacenamiento	

ANEXO 4: RETROALIMENTACIÓN DEL PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD IMPLEMENTADO

Con la implementación del Plan de aseguramiento de la Calidad, se evidenció el cumplimiento de las características técnicas de las tuberías de polietileno, en la siguiente tabla se especifica los aspectos mejorados.

**TABLA N°25
ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE TUBERÍAS DE POLIETILENO PARA DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL**

Características	Antes de la Implementación	Después de la implementación
Aseguramiento de Calidad	Solo se efectuaban controles de calidad en el producto terminado	Se efectúan control de calidad durante el proceso de fabricación y en el producto terminado
	No existían planes de calidad	Se estableció un plan de calidad para el proceso productivo
	Existían algunos procedimientos parcialmente implementados	Se estableció y formalizó procedimientos del proceso de fabricación y del control de calidad de acuerdo a normas técnicas y de calidad
	No se evidenció el cumplimiento de los procedimientos del sistema de gestión de calidad	Se evidenció registros
Acciones correctivas	Sólo se corregían la tubería no conforme detectada por los clientes	Se estableció procedimiento de acciones correctivas
Acciones preventivas	No se efectuaban acciones preventivas	Se estableció procedimiento de acciones preventivas para las actividades con potenciales riesgos de obtener tubería no conforme

ANEXO 5: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Diseño de un Plan de aseguramiento de la calidad en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
<p><u>Problema principal</u></p> <p>¿Cómo elaborar un Plan de Aseguramiento de la Calidad que permita lograr y garantizar el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú?</p>	<p><u>Objetivo general</u></p> <p>Diseñar un Plan de Aseguramiento de la Calidad mediante un enfoque sistémico para lograr el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú.</p>	<p><u>Hipótesis general</u></p> <p>El diseño de un Plan de Aseguramiento de la Calidad mediante un enfoque sistémico permitirá lograr el cumplimiento de las normas técnicas aplicables en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú.</p>	<p><u>Variable independiente</u></p> <p>Diseño de un Plan de Aseguramiento de la Calidad</p>	<p><u>Tipo de investigación</u></p> <p>Teológica Aplicada</p>
<p><u>Problemas específicos</u></p> <p>¿Cómo elaborar procedimientos que permitan controlar la calidad en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú?</p> <p>¿Cómo establecer un plan de calidad que garantice lograr el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de tubería de polietileno en el Perú?</p>	<p><u>Objetivos específicos</u></p> <p>Diseñar procedimientos mediante un enfoque sistémico para controlar la calidad en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú</p> <p>Elaborar un plan de calidad mediante un enfoque sistémico que garantice lograr el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú</p>	<p><u>Hipótesis específicas</u></p> <p>El diseño de procedimientos permitirá lograr controlar la calidad en la fabricación de tuberías de polietileno para distribución de gas natural en el Perú.</p> <p>La elaboración de un plan de calidad mediante un enfoque sistémico permitirá asegurar el cumplimiento de las normas técnicas en la fabricación de tuberías de polietileno en el Perú.</p>	<p><u>Indicadores</u></p> <p>Diseñar</p> <p>Procedimientos</p> <p>Elaborar un Plan de Calidad</p> <p><u>Variable Dependiente</u></p> <p>Cumplimiento de las normas técnicas</p> <p><u>Indicadores</u></p> <p>Control de calidad</p>	<p><u>Método</u></p> <p>La observación</p> <p><u>Diseño</u></p> <p>No experimental</p> <p><u>Población y muestra</u></p> <p>La población es igual a la muestra y está conformado por las empresas fabricantes de tuberías de PE para distribución de gas natural en el Perú</p> <p><u>Instrumentos</u></p> <p>Guía de entrevista</p> <p>Lista de verificación</p> <p>Registro fotográfico</p>