



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

IMPLEMENTACIÓN DE TUBERIAS PPR APLICANDO EL SISTEMA DE TERMOFUSIÓN PARA LAS INSTALACIONES SANITARIAS EN LA OBRA CONDOMINIO CIUDAD SOL DE COLLIQUE - 2021

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

Autor:

Edwin Richard Hernandez Hernandez

**Asesor:**

MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores

Lima - Perú

2021

## DEDICATORIA

A mis padres Israel y Maruja Hernández por darme la existencia y haber inculcado valores y formarme como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros alcanzados se los debo a ustedes. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de todo, me motivaron constantemente para alcanzar mis objetivos.

Gracias madre mía por tus sabios consejos, que siempre me decías hijo estudia, el conocimiento nadie te va quitar, a ti padre por el empuje y apoyo constante a no dejar que me rinda y siga adelante hasta convertirme en el profesional que ahora soy.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis profesores por compartir su conocimiento y a mi tío Jaime por ser parte de mi familia e impulsar el inicio de mi vida profesional, siempre te estaré agradecido por ser el pilar fundamental en mi formación, tus esfuerzos son impresionantes, me has proporcionado todo y cada cosa que he necesitado, la ayuda que me brindaste ha sido la base para poder avanzar, estuviste a mi lado en las situaciones más difíciles de mi vida, siempre apoyándome.

No fue fácil culminar los largos años y a su vez provechosos en la universidad, sin embargo, siempre fuiste la columna para seguir adelante, me decías que lo lograría y aquí estoy a punto de obtener mi grado profesional.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN EJECUTIVO .....	11
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. Realidad problemática .....	14
1.2. Antecedentes.....	19
1.3. Descripción de la empresa:.....	26
1.4. Justificación.....	36
1.5. Formulación del problema.....	36
1.6. Objetivos.....	37
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	39
2.1. Historia del polipropileno.....	39
2.2. Definición del polipropileno.....	39
2.3. Polipropileno copolímero random (PP-R).....	42
2.4. Campos de aplicación.....	43
2.5. Propiedades del polipropileno.....	43
2.5.1. Propiedades del polipropileno copolímero random, tipo 3.....	45
2.6. Tuberías de polipropileno.....	45
2.6.1. Propiedades de las tuberías de PP-R.....	46
2.6.2. Características de la materia prima usada en las tuberías de polipropileno.....	47
2.6.3. Aplicaciones de las tuberías según su clase.....	48
2.6.4. Aplicaciones en los accesorios.....	50
2.6.5. Comparación con otros materiales.....	51
2.7. Definiciones y conceptos importantes.....	52
2.7.1. Termofusión.....	52
2.7.2. Electrofusion.....	53
2.7.3. Maquina termofusora.....	54
2.7.4. Proceso de termofusión.....	54
2.8. Realidad sobre las tuberías de polipropileno.....	60

2.8.1. Tuberías de polipropileno en el mundo. ....	60
2.8.2. Tuberías de polipropileno en Perú. ....	60
<b>CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....</b>	<b>62</b>
3.1. Etapas de ejecución del trabajo. ....	62
3.1.1. Horario.....	65
3.2. Trabajos provisionales y preliminares.....	66
3.3. Organigrama de personal de la obra.....	67
3.4. Plano general de viviendas y estacionamientos.....	68
3.5. Movimiento de tierras.....	68
3.6. Recorrido de instalaciones.....	69
3.7. Colocación de baterías.....	69
3.8. Instalación de equipos.....	70
3.9. Impacto ambiental.....	70
3.10. Control de Ruido Molestos.....	70
3.10.1. Normas Legales para el Control de Ruidos.....	70
3.11. Control de Emisiones de Polvo.....	71
3.12. Tiempo de ejecución del proyecto.....	71
3.13. Administración de la obra.....	71
3.14. Sectorización del trabajo.....	73
Plan de ejecución.....	74
Planificación.....	74
3.15. Recursos.....	74
A) Mano de Obra.....	74
B) Materiales.....	74
C) Equipos.....	74
D) Herramientas.....	75
E) Procedimiento constructivo.....	75
3.16. Platea.....	75
3.17. Edificación.....	77
3.18. Acabados.....	83
<b>RECURSOS.....</b>	<b>83</b>
Mano de obra.....	83

Materiales .....	83
3.19. Diseño de Instalaciones Sanitarias .....	87
CAPITULO 4. RESULTADO .....	104
CAPITULO 5. CONCLUSIONES .....	105
CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES .....	118
REFERENCIAS .....	119
ANEXOS .....	120

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	79
Tabla 2 .....	104
Tabla 3 .....	106
Tabla 4 .....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Mapa de Viviendas Informales por Departamento.....	15
<i>Figura 2:</i> Prospectiva de Tuberías en Polipropileno. ....	16
<i>Figura 3:</i> Ciudad Sol De Collique.....	188
<i>Figura 4:</i> Logo de la Empresa. ....	27
<i>Figura 5:</i> Organigrama de la Empresa .....	27
<i>Figura 6:</i> Ciudad Sol De Collique.....	30
<i>Figura 7:</i> Torre Los Cipreses. ....	30
<i>Figura 8:</i> Jockey Residencial. ....	31
<i>Figura 9:</i> Los Jardines de San Andrés.....	31
<i>Figura 10:</i> Torre Vista Mar .....	32
<i>Figura 11:</i> Colegio Mariano Melgar.....	32
<i>Figura 12:</i> Colegio José María Eguren. ....	33
<i>Figura 13:</i> Alameda sur.....	33
<i>Figura 14:</i> Estadio Nacional.....	34
<i>Figura 15:</i> Las palmeras.....	34
<i>Figura 16:</i> Colegio Miguel Grau .....	35
<i>Figura 17:</i> Ciudad sol imperial.....	35
<i>Figura 18:</i> Compuesto del Polipropileno. ....	40
<i>Figura 19:</i> Ventajas y Vesventajas del Polipropileno. ....	40
<i>Figura 20:</i> Compuesto del Polipropileno Isotáctica. ....	41
<i>Figura 21:</i> Compuesto del Polipropileno Sindiotáctica.....	42
<i>Figura 22:</i> Compuesto del Polipropileno Atáctica. ....	42

<i>Figura 23:</i> Aplicaciones de Polipropileno Representado .....	44
<i>Figura 24:</i> Propiedades Mecánicas y Térmicas del PP-R. ....	47
<i>Figura 25:</i> Estructura Tri-Capa de las Tuberías de PP-R100.....	49
<i>Figura 26:</i> Termofusión. ....	52
<i>Figura 27:</i> Electrofusion.....	53
<i>Figura 28:</i> Colocación de las Boquillas o Dados de Termofusión.....	55
<i>Figura 29:</i> Temperatura de la Máquina Termofusora. ....	55
<i>Figura 30:</i> Cortado de la Tubería de Polipropileno.....	56
<i>Figura 31:</i> Limpiado y Secado de la Tubería de Polipropileno .....	56
<i>Figura 32:</i> Marcado de la Tubería de Polipropileno .....	57
<i>Figura 33:</i> Introducción de las Tuberías y Accesorios a la Termofusora .....	58
<i>Figura 34:</i> Unión de las Partes después de Alcanzar la Temperatura Adecuada. ....	58
<i>Figura 35:</i> Detener la Introducción de la Tubería Después de Alcanzar las Marcas. ....	59
<i>Figura 36:</i> Ajustar a Conexión Durante 3 Segundos.....	59
<i>Figura 37:</i> Tablas de Calentamiento, Inserción, Enfriamiento y Penetración Según Diámetros. 60	
<i>Figura 38</i> Etapas de Ejecución del Trabajo.....	62
<i>Figura 39:</i> Guía de Tuberías y Accesorios de Polipropileno. ....	64
<i>Figura 40:</i> Organigrama Personal de la Obra.....	67
<i>Figura 41:</i> Plano General de Viviendas y Estacionamiento.....	68
<i>Figura 42:</i> Plano General de Viviendas.....	68
<i>Figura 43:</i> Movimiento de Tierras. ....	69
<i>Figura 44:</i> Tiempo de Ejecución del Proyecto. ....	71
<i>Figura 45:</i> Sectorización de Instalaciones Sanitarias. ....	73



<i>Figura 46:</i> Provisión de Materiales. ....	77
<i>Figura 47:</i> Uso de Termofusora. ....	78
<i>Figura 48:</i> Habilitado. ....	78
<i>Figura 49:</i> Colocación de Baterías. ....	80
<i>Figura 50:</i> Prueba Hidráulica ....	81
<i>Figura 51:</i> Formato Protocolo de Prueba Hidráulica ....	82
<i>Figura 52:</i> Protocolo de Prueba Hidráulica.....	83
<i>Figura 53:</i> Colocación de Grifería.....	85
<i>Figura 54:</i> Diseño de Instalaciones Sanitarias ....	88
<i>Figura 55:</i> Instalación de Agua Fría y Agua Caliente.....	92
<i>Figura 56:</i> Instalación de Agua Contra Incendio. ....	94
<i>Figura 57:</i> Instalaciones de Desagüe.....	97
<i>Figura 58:</i> Tuberías PVC.....	100
<i>Figura 59:</i> Tuberías PPR.....	100
<i>Figura 60:</i> Polietileno, Rígido y Flexible. ....	101
<i>Figura 61:</i> Tubería de Cobre. ....	101
<i>Figura 62:</i> Indicadores de Gestión de Calidad. ....	104
<i>Figura 63:</i> Control de Certificados de Calidad.....	107
<i>Figura 64:</i> Control de Calibraciones de Equipos por Partidas. ....	108
<i>Figura 65:</i> Control de Calibración de Equipos.....	108
<i>Figura 66:</i> Cumplimiento de Capacitaciones. ....	109
<i>Figura 67:</i> Indicadores de Log de Protocolos - Por Torre.....	110
<i>Figura 68:</i> Indicadores de Log de Protocolos - Por Tiempo. ....	110

<i>Figura 69:</i> Indicadores de Log de Protocolos.....	111
<i>Figura 70:</i> Indicador de verificaciones – Desplomes. ....	112
<i>Figura 71:</i> Indicadores de Verificación – Cangrejeras.....	113
<i>Figura 72:</i> Costo de No Calidad.....	114
<i>Figura 73:</i> Secuencia Logica 1.....	120
<i>Figura 74:</i> Secuencia Logica 2.....	121
<i>Figura 75:</i> Secuencia Logica 3.....	122
<i>Figura 76 :</i> Revision, Presion, Tiempo, Variacion .....	123
<i>Figura 77:</i> Toma de Muestra de Prueba de Estanqueidad.....	124
<i>Figura 78:</i> Revision de Cotas de Puntos de Agua.....	125

## RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente, los proyectos de construcción civil se componen de un complejo sistema multidisciplinario, cuyo objetivo final es llevar a cabo, eficientemente, determinada edificación. De tal forma, se han ido implementando nuevos procesos, filosofías y materiales constructivos para dicho propósito.

Es clave proveer de los materiales e insumos necesarios para la ejecución de las instalaciones sanitarias de agua. El material es entregado al sub contratista a través de un vale de salida, para ser entregados en almacén al mismo, luego trasladarlo hasta el taller para su posterior modulación, previo al inicio de los trabajos con la termofusora este equipo debe conectarse a un punto de tomacorriente para calentar durante un lapso de 5 minutos para alcanzar una temperatura adecuada en un rango de  $260^{\circ}$  -  $280^{\circ}$ , se empieza con el corte de tuberías de acuerdo a las distancias requeridas indicadas en plano, las mismas que tienen un diámetro de 16, 20 y 25 mm, equivalente a  $\frac{1}{2}''$  y  $\frac{3}{4}''$  que son usados en el interior de los departamentos. Los cortes se realizan con una cortadora especial propia para este tipo de material (polipropileno) así evitar el exceso de rebaba y realizar una correcta fusión entre el accesorio y la tubería, introducir de manera simultánea el tubo y el accesorio en los respectivos dados de la termofusora, sosteniendo ambos en forma perpendicular. El tiempo de calentamiento varía de acuerdo al diámetro de tubería, verificar la unión entre el accesorio y el tubo si este ha sido introducido la distancia que indica las especificaciones técnicas de acuerdo a los diferentes diámetros de tubería, previo a la colocación y fijación en losa, por otro lado las baterías son moduladas en taller, de forma que su instalación en campo es más fácil y rápida, siendo estas acarreadas hasta la zona de trabajo para ser ubicadas de acuerdo a los planos de instalaciones sanitarias.

Terminado los trabajos de unión se fijan y aseguran las redes con alambre #16 para evitar el desplazamiento longitudinal de los puntos durante la colocación del concreto.

Para la prueba hidráulica será necesario el uso de un balde de prueba, manómetro con escala graduable y una válvula de retención. Consistirá en saturar con agua las tuberías hasta alcanzar una presión de 130 PSI, el cual deberá mantenerse durante 02 horas con una tolerancia en el descenso de 5 psi, para lo cual se asegurará que no existan fugas ni filtración en las fusiones.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

A través de los años el uso del polipropileno se ha ido propagando de manera constante desde que se introdujo al mercado por primera vez en 1957, debido a que se han demostrado muchas propiedades que tienen distintas aplicaciones (Guidetti et al., 1996). Actualmente está presente en sectores como el automotriz donde se desarrollan parachoques y tableros, el sector de minería, la fabricación de electrodomésticos, mobiliario, entre otros. Este crecimiento se explica en parte por las características de este material como su capacidad elástica, su vida útil, sus propiedades mecánicas como su resistencia; por otro lado, es un material respetuoso con el medio ambiente y con un costo de producción relativamente bajo. Se puede decir entonces que es muy versátil y por ello se ha ido adaptando al mercado rápidamente. En cuanto al sistema de agua y alcantarillado, las propiedades del polipropileno descritas anteriormente son muy buenas en el campo de la fontanería, ya que los tubos deben ser resistentes ante la presión de agua y por otro lado su flexibilidad aporta a que los sistemas de conexión sean diseñados con un trazado óptimo. Uno de los tipos de tuberías de polipropileno que se tienen son las de polipropileno co-polímero Random (PP-R) que tiene ciertas ventajas en los sistemas de agua con respecto a otras tuberías como que tiene pérdidas mínimas de agua por su sistema de uniones por soldadura, durabilidad, resistencia y costo.

En el Perú, el sector de construcción con el transcurso del tiempo no ha tomado muchas iniciativas para impulsar la investigación de nuevas tecnologías y/o materiales que optimice el desarrollo de las instalaciones sanitarias (Shuan, 2018). Por lo que, optar por el uso de otros materiales requiere contactar especialistas con varios años de experiencia sobre el rubro y que aseguren la calidad del mismo. De este modo, grandes empresas públicas o privadas podrían

apreciar la nueva innovación, la cual permite el incremento de la calidad y reducción de pérdidas, y dejar el sistema convencional, el cual invoca al uso de un material más cómodo en el sector comercial. Además, aunque a la actualidad existen varios proyectos que incluyen el uso de nuevas tecnologías para mejorar los procesos de construcción, en el caso de las instalaciones sanitarias el 60% de los proyectos utiliza y ve con mejor apreciación el uso de tuberías de polipropileno (PPR) a comparación de las tuberías de polivinilo de cloruro (PVC) en las instalaciones de agua fría y caliente. Sin embargo, aunque sea un material nuevo para el país, este ya viene siendo usado en Alemania, país donde se inventó en 1953, donde los investigadores propusieron este sistema de termofusión debido a la vida útil de 50 años que otorgaba a las instalaciones sanitarias (Casanova, 2005). No obstante, la presencia de estos materiales genera una ardua discusión entre los proyectistas de esta especialidad debido a la interrogante sobre qué tipo de tubería utilizar, ya que muestran su preferencia por ambos. Finalmente, en el presente trabajo de investigación se muestra el desarrollo de las instalaciones de agua fría planteado al Pabellón de las Salas de Computo basado en el uso de tuberías de polipropileno copolímero Random, de esta manera se podrá comparar los parámetros como su ámbito técnico y económico que difiere con el sistema convencional de tuberías de PVC. Esto permitirá brindar una postura para los proyectistas en sus futuras obras de construcción

### **1.1. Realidad problemática**

Tanto en construcción como en muchos otros campos, querer ahorrar en compra de materiales puede salir caro, tan caro que puede costar la vida misma. Edificaciones en zonas no habilitadas o sin la participación de profesionales, construcciones de varios pisos sin planificación multifamiliar, remodelaciones poco funcionales etc. Lo antes mencionado puede pasar de ser un bonito proyecto a ser un verdadero dolor de cabeza o una tragedia, podemos comparar una

edificación como un ser humano donde el sistema digestivo y arterial es como las tuberías de agua, desagüe y luz en una edificación. La cifra es tan contundente como peligrosa: solo en Lima, el 70% de las viviendas son informales, según un estudio del instituto CAPECO. A nivel nacional, esta cifra se puede elevar hasta 80%. De acuerdo con el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), en las zonas periféricas de las ciudades, el nivel de informalidad en la construcción puede alcanzar el 90% incluso.



Figura 1: Mapa de Viviendas Informales por Departamento.

Fuente: Sistema Nacional de Información Ambiental

Actualmente, los proyectos de construcción civil se componen de un complejo sistema multidisciplinario, cuyo objetivo final es llevar a cabo, eficientemente, determinada edificación. De tal forma, se han ido implementando nuevos procesos, filosofías y materiales constructivos para dicho propósito. Sin embargo, en Perú, el problema que inhibe la innovación en el sector es, principalmente, no percibir la innovación como un elemento que mejore la competitividad para las empresas constructoras, según Maceli (2017). Por lo que, se puede decir, que aún se presenta un enfoque tradicional, en donde se prefiere lo ya establecido por sobre lo nuevo (lo innovador), considerando falsas percepciones respecto a costos y durabilidad.

En ese sentido, investigaciones como la presente, sirve para que empresas públicas y privadas valoren los avances en innovación, ya sea en técnicas o materiales (como es el caso). En donde dudas como la calidad, sobrecostos y pérdidas puedan ser estudiadas y comprendidas a mayor profundidad, lo que generará una apertura hacia estas nuevas tecnologías que tanta falta le hacen al sector de construcción civil en nuestro país.

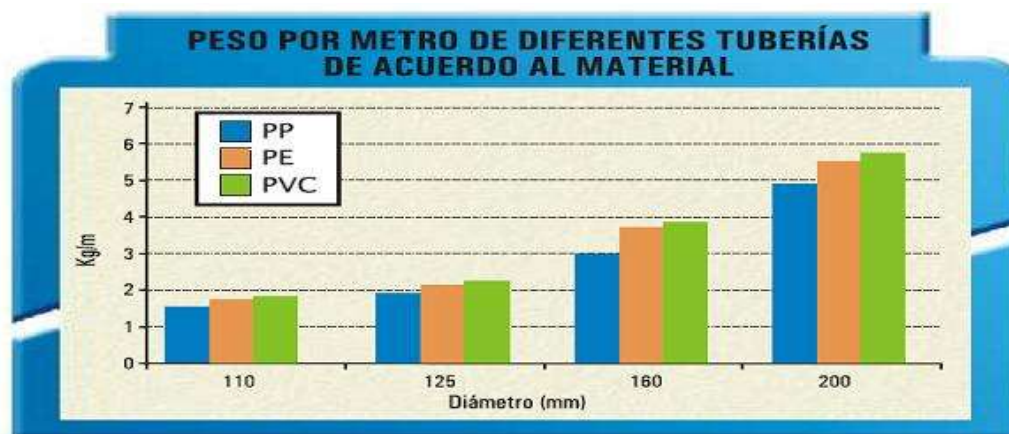


Figura 2: Prospectiva de Tuberías en Polipropileno.

Fuente: docplayer.es



En específico, para el caso de las tuberías de polipropileno (PPR), existe una mayor apertura en el sector. Pues muchos proyectos de construcción (edificios multifamiliares, colegios, etc.) han ido adoptando, cada vez más, estas tuberías por sobre las de PVC. Se estima que más del 50% de proyectos utiliza, y aprecia de mejor manera, las tuberías PPR. Sin embargo, y considerando las mejoras que puede ofrecer este material por sobre el PVC, se espera que este estudio ayude a aumentar el porcentaje mencionado, y en general, a su percepción en el sector.

En este sentido, el presente trabajo de investigación, muestra el desarrollo de instalaciones sanitarias del proyecto “Implementación de tuberías PPR aplicando el sistema de termofusión para las instalaciones sanitarias en la obra condominio Ciudad Sol DE Collique - 2021”, utilizando tuberías de polipropileno copolímero random (PPR) para comparar parámetros técnicos y económicos de este material respecto al sistema convencional de tuberías de PVC. De esta manera, se podrán exhibir sus ventajas y ayudará a ingenieros y empresas constructoras, a conocer estas para una mayor difusión en futuros proyectos de construcción civil.



*Figura 3:* Ciudad Sol De Collique.

Fuente: Consorcio DHMONT

En la actualidad peruana, las empresas dedicadas a la construcción de viviendas multifamiliares se preocupan no sólo por la entrega de los proyectos en el plazo pactado, sino también por la búsqueda de lograr valores agregados devenidos de una mejor productividad y competitividad, a fin de forjar una diferenciación en el mercado. No obstante, se presentan constantes fallas y deterioros en las instalaciones sanitarias, las mismas que son reportadas en los

reclamos de post venta, constituyendo uno de los aspectos más sensibles en el valor inmobiliario, esto pese a que los procesos de construcción del nivel socioeconómico C, se caracterizan por tener parámetros de control de calidad considerables. Esta afirmación es corroborada por la estadística de quejas, recibidas en la fase de post ocupación, documentada por tres empresas diferentes, las cuales desarrollan diversos proyectos inmobiliarios para el sector C del área metropolitana de Lima, demostrando que el problema de las instalaciones sanitarias suele ser representado frecuentemente dentro de un rango entre 20 y 40% del total de disconformidades presentadas en post ocupación.

## **1.2. Antecedentes**

Como antecedentes tenemos los siguientes:

### **1.2.1 Antecedentes nacionales**

Acuña, y Villanueva (2019) presentaron un dimensionamiento hidráulico usando el sistema termofusor en instalaciones de agua para una edificación multifamiliar en H.U.P. Paseo del Mar Nuevo Chimbote. Utilizo un tipo de investigación cualitativa, descriptiva, la cual se basó solo en el diseño teórico mediante la búsqueda de información para determinar los beneficios del uso de ppr. Cuya muestra seleccionada fueron los lotes A 3-2, A 3-3 del distrito mencionado. Concluyó que un sistema hidráulico con polipropileno garantizó en el punto más desfavorable la presión óptima debido al tipo de material generado por su adherencia molecular. Mencionó también que el sistema con ppr requirió un 33% más de gasto a comparación del pvc. Recomendó así el empleo de tuberías de ppr por sus propiedades físicas como flexibilidad y elasticidad, en contraste a tuberías de pvc.

Guanilo (2017), en su tesis denominado “estudio de los procesos de electro fusión y termo fusión en unión de tuberías de HDPE en una refinería” nos hace referencia en el presente trabajo, en el primer capítulo se resume la historia del polietileno, los procesos de electrofusión y termofusión y la refinería de Talara. En el segundo capítulo se escribe sobre los conceptos previos que son necesarios conocer para poder entender los procesos de electrofusión y termofusión en tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés). En el tercer capítulo se explica paso a paso los procedimientos de unión por electrofusión y termofusión que son necesarios a seguir, con la finalidad de asegurar que cumplan con los requisitos para la cual son requeridos y con los estándares de calidad que la norma lo requiera y se conocerán las ventajas que ofrece cada uno de los procesos. Se expondrán los casos que se tuvieron al momento de realizar el proceso de unión de estos tipos de tuberías, siendo el proceso de electrofusión, donde mayor dificultad se tuvo, teniendo que recurrir al proveedor de la tubería y modificar nuestro primer procedimiento debido a las fugas que se tuvo en una de las primeras pruebas realizadas a la tubería corrugada de HDPE. En el cuarto capítulo se analizan los resultados de laboratorio de cada uno de los casos de los procesos de electrofusión y termofusión y se escribe una guía de los procesos de electrofusión y termofusión. En conclusión, el proceso de electrofusión es un proceso que ofrece mayores ventajas que el proceso de termofusión. Sin embargo, al ser un proceso nuevo en la industria, presenta el inconveniente del costo de aprendizaje. Uno de los objetivos del presente trabajo es superarlo, ya que significa pérdidas para las empresas. El aporte de esta tesis son las guías que permiten realizar estos procesos de manera sencilla para obtener unas uniones que cumplan con los estándares y requisitos de calidad para lo cual es requerida basándose en el estudio de los procesos de electrofusión y termofusión, sus parámetros a controlar en cada proceso, el procedimiento constructivo de cada uno de estos procesos, homologación de los operadores,

ensayos destructivos y no destructivos requeridos en cada proceso. Con las guías se pretende ahorrar tiempo en el proceso de aprendizaje de este tipo de uniones, esto debido a que cuando un proceso es relativamente nuevo conlleva una inversión de tiempo y dinero en el aprendizaje del personal. (...)

A diferencia de la electrofusión, el proceso de termofusión es más estandarizado y se tuvo menores dificultades al momento de realizar las pruebas y ensayos necesarios para realizar la homologación del operador y la aprobación de la fusión procedure specification (FPS). Sin embargo, en la termofusión se tiene una mayor cantidad de parámetros a controlar siendo necesario que sean anotados por el operador conforma van pasando los tiempos con la finalidad de tener un mejor control de estas uniones.

Shuan (2018) en su investigación realizó una evaluación técnica económica entre los conductos de pvc y poli propileno para instalaciones de agua en edificaciones en la ciudad de Huaraz en Anchas. Constituyo su población de tuberías existentes en el mercado del cual tomó como muestras las tuberías de pvc de la que utilizó una metodología experimental comparando sus propiedades y beneficios económicos. Concluyó que el polipropileno presenta ventajas constructivas en su flexibilidad, dureza y larga durabilidad cuyos precios se acercan a los de pvc. Recomendó también el cuidado del manejo del termofusor por su alta temperatura, y que para futuros ensayos utilizar manómetros diferenciales para óptimos resultados.

PADILLA Chirre, Manuel. Instalaciones sanitarias en el hotel ibis Reducto de Miraflores. Tesis (Ingeniero Sanitario). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Ambiental, 2015. 102 pp. Tiene como objetivo el diseño de instalaciones sanitarias como el sistema de agua fría, caliente, desagüe y red contra incendio en el hotel Ibis Reducto de Miraflores.

Donde se llegó a la conclusión Que es muy importante el cálculo y la elección de equipos de bombeo que se va a utilizar para que el sistema tenga un excelente funcionamiento. Además, se hizo un análisis de las áreas del hotel, con la ayuda de la Norma IS 010, para permitir a realizar unos mejores cálculos para el sistema de la red sanitaria y con la Norma NFPA 13 se ha podido reconocer el tipo de riesgo para proyectar la red contraincendios para proteger las vidas humanas del lugar. El principal aporte a la investigación se centra en la utilización de un buen equipo de bombeo para la realización de un buen diseño del sistema de agua potable y además la importancia que se debe tener en la elección del personal al realizar este tipo de instalación. La importancia de la tesis a la presente investigación es la utilización del buen diseño de agua contra incendio para proteger las vidas de los habitantes de la edificación.

PALACÍN López, Arturo. Instalaciones sanitarias de la tienda Supermercado Tottus Pachacútec - Villa María del Triunfo. Tesis (Ingeniero Sanitario). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2015. 140 pp. Tiene como objetivo satisfacer con los servicios básicos como agua potable, desagüe, agua caliente, evacuación de agua de lluvia y ventilación. Al centro comercial TOTTUS PACHACUTEC. Obtuvo como conclusión Que debe existir la compatibilidad de los planos de diferentes especialidades porque a la hora de ejecutar las instalaciones sanitarias evitamos cambios que perjudican al sistema. Los periodos de limpieza de las trampas de grasa se deben exigir con estricto reglamento ya que en muchos proyectos no se considera como debería ser y es donde los centros comerciales tienen deficiencia de mantenimiento. La tesis otorga aportes en cuanto al aumento de la capacidad de producción, incrementando la eficiencia y eliminando las mermas. La importancia de la tesis se evidencia en cuanto a los resultados positivos obtenidos con la implementación del Mantenimiento Autónomo, logrando el incremento de indicadores de producción.

El proyecto de tesis del 2014 “DISEÑO DEL PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PROCESO DE TERMOFUSIÓN DE TUBERÍAS DE POLIPROPILENO”. Detalla el procedimiento a seguir para asegurar los requisitos de calidad y medición de resultados para garantizar que las normas internacionales se cumplan. El proceso por el cual se realiza la unión de tuberías de polipropileno es la termofusión y utiliza los datos tomados durante el control para la implementación del Plan de Calidad. El proyecto de tesis del 2014 “INSTALACIONES SANITARIAS PARA EL EDIFICIO DE OFICINAS LINK TOWER”. Diseña un sistema indirecto de abastecimiento de agua mediante el uso de bomba cisterna y tanque elevado, el diseño se inicia con el cálculo de la acometida de la red pública, volumen de cisterna, procedimiento de cálculo de las redes de agua.

### **1.2.2 Antecedentes internacionales**

QUISHPE Coro, Franklin. Diseño de las instalaciones hidrosanitarias y el sistema contra incendios del edificio residencial Grunn. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador. Facultad de la Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, 2015. 446 pp. Tiene como objetivo desarrollar el diseño de instalaciones sanitarias y diseño de agua contra incendios para la seguridad del edificio residencial Grunn – Quito. Se concluyó que el diseño y cálculo de las instalaciones sanitarias deben asegurar el buen funcionamiento para que las personas que habiten en esa edificación cuenten con un servicio cómodo y seguro. También, se deberá considerar que tipo edificación y la cantidad de aparatos y personas que habrá para calcular la dotación y se obtenga un servicio cómodo. Por otro lado, el diseño de las instalaciones sanitarias para edificios está en función del gasto, de la presión de descarga de los aparatos. El aporte de la presente tesis se basa en el desarrollo del diseño de las instalaciones sanitarias en edificios teniendo en cuentas las especificaciones técnicas locales e internacionales para una mejor determinación de los

cálculos del sistema de agua fría, agua caliente, desagüe y agua contra incendio. La importancia de la tesis a la presente investigación es que demuestra la realización del diseño y cálculo de instalaciones sanitarias para el abastecimiento de agua fría y caliente, sistema de desagüe y ventilación, incluso el sistema agua contra incendio para la protección del edificio con la finalidad que sea eficientes y funcionales.

Cambeiro (2018-2019) realizó un proyecto de instalaciones hidráulicas, eléctricas, de ventilación y climatización para un edificio de 23 viviendas en Valencia España. Utilizó al edificio como objeto de estudio utilizando una metodología cuantitativa descriptiva mediante el diseño sistemático de redes sanitarias a partir del plano de arquitectura a través del Código Técnico de la Edificación. En conclusión, dimensionó las líneas redes generales de agua para toda la edificación y para cada vivienda hasta el último aparato sanitario y de la red de agua contra incendio. A su vez diseñó las líneas de desagüe de aguas residuales, de aguas de lluvia, redes de agua caliente mediante el sistema aerotermia. Modeló el sistema de ventilación de acuerdo a los requerimientos de calidad del aire y finalizó con en el diseño de climatización mediante bombas de calor.

Aguilar (2016) analizó la arquitectura en el Ecuador y su normativa de construcción vigente enfocado en las instalaciones sanitarias para complementarla con nuevas tecnologías de ahorro y sistemas alternos como la captación del agua de lluvia y la reutilización dentro del proceso constructivo. Desarrollo una metodología descriptiva basada en la recopilación de información en un contexto enfocado en el ahorro del agua. Concluyó que las viviendas en Ecuador cuentan con una alta demanda de agua, aprox. 262 litros superiores a los normados de 200 litros por día, pudiendo valerse del agua de las lluvias para uso no de consumo a través de captadores de agua. Recomendó a las autoridades la modificación de la normativa ecuatoriana existente para la



adaptación de un sistema de captación de agua junto a programas de ahorro y consumo responsable del recurso hídrico.

Romo (2015) desarrolló un sistema hidro sanitario de abastecimiento para una edificación de tres niveles, que cumpla con los parámetros establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11. Aplicó una investigación cuantitativa descriptiva y se basó en el cálculo de diámetros de tuberías montantes, ramales, acometidas, caudales, dotaciones de agua y diseño del sistema utilizando las normas técnicas propias de Ecuador NEC-11. Concluyó que la tubería a utilizar sea de pvc tipo roscada y la dimensión del tanque elevado de 2m<sup>3</sup> cuyo diámetro de acometida sea de ¾". Concluyó también que la pérdida de carga en el diseño de agua potable fue de 9.93 y la presión del punto más desfavorable fue de 7 m.c.a. cuyo valor queda justificada con el inodoro. Finalmente concluyó que para las redes de aguas servidas las tuberías serian de pvc de 4" de diámetro con pendiente de 2%.

Velásquez y Yera (2018) consideró a las instalaciones sanitarias como "Un conjunto de tuberías y otras instalaciones que tienen como objetivo suministrar el agua a ciudades, poblaciones, edificios para viviendas, fábricas, hoteles, escuelas, etc. [...] y que esta red estará "Constituida en dependencia del servicio que preste por los equipos de bombeo, tanques altos, cisternas, tomas de agua en la fuente, filtros, y equipos de cloración (p.3)

### 1.3. Descripción de la empresa:

#### ➤ Consorcio DHMONT

El consorcio DHMONT es una empresa con una filosofía institucional de vanguardia: “Construir un Perú mejor”. Siendo su objetivo principal y visión empresarial, la creación de un nuevo concepto en la construcción civil: “la confianza y el respeto que progresivamente van adquiriendo en cada uno de nuestros clientes”.

El consorcio DHMONT se dedica al esfuerzo no solo en la edificación de inmuebles, sino más aún, prefiriendo avocarse en la construcción de una mejor calidad de vida, diseñando hogares confortables premunidos de facilidades de orden económico, que permitan dar una casa o departamento propio cada vez a más peruanos, así como obras de infraestructura pública y privada (rural y urbana) para el servicio de la comunidad.

Cuentan con una experiencia de 20 años en el mercado nacional y el reconocimiento que les confieren sus clientes, les permiten afirmar con certeza que cada día han de forjar una verdadera revolución en la construcción inmobiliaria.

Están convencidos que la elegancia de sus diseños arquitectónicos, han de servirles como base para edificar en este tercer milenio, precedentes que sean reconocidos por las futuras generaciones. De ahí que sus expectativas no solo se circunscriben en la República del Perú, sino en toda América Latina.

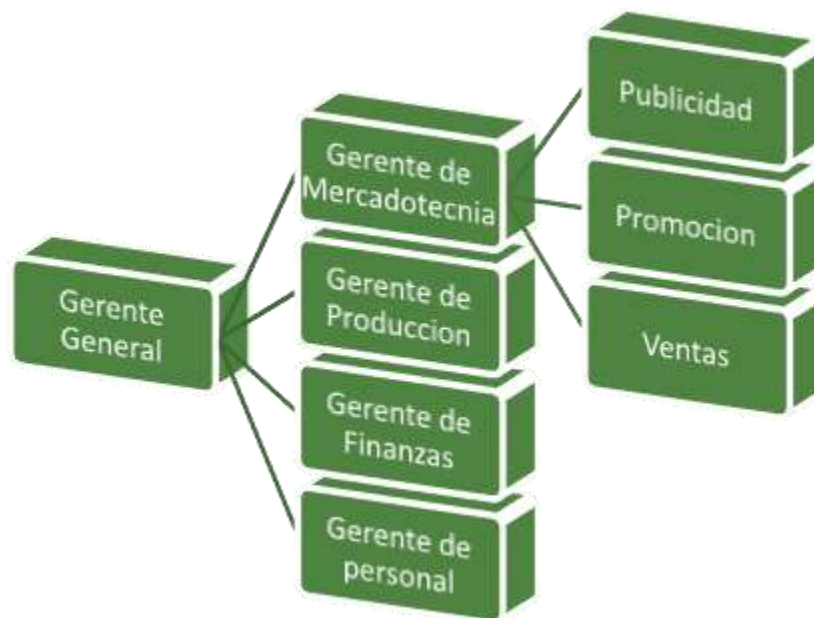
Creen en la innovación permanente y en la libre competencia que permita ir agregando constructivamente calidad y mejora de los clientes.



*Figura 4:* Logo de la Empresa.

Fuente: Consorcio DHMONT

### 1.3.1. Organigrama



*Figura 5.* Organigrama de la Empresa

Fuente: Consorcio DHMONT

Misión de la empresa:

Ofrecer calidad de vida a las familias peruanas a través de la construcción de viviendas seguras y modernas.

Visión de la empresa:

Ser líderes en la industria de la construcción e inmobiliaria integrándose y creciendo en industrias conexas que les permitan dar más trabajo, mejor servicio y capacitación con un sentido más claro de alta rentabilidad y responsabilidad social.

Objetivos de la empresa:

El objetivo fundamental es satisfacer la demanda en el sector privado y público en diferentes campos como el desarrollo de proyectos integrales, construcciones, adecuaciones, remodelaciones, ampliaciones, acabados y mobiliario en general.

Valores de la empresa:

Trabajo en equipo. - apoyándonos podemos aprender unos de otros y trasladar este conocimiento al trabajo, para beneficio de los clientes y la empresa.

Orientación al cliente. - la opinión y referencia que nuestros clientes dan de nosotros son la mayor fuente de proyectos; nos debemos a ellos.

Lealtad. - la lealtad se da hacia el cliente, hacia el trabajo, hacia la empresa y hacia la familia.

Hablemos con la verdad y demos siempre lo mejor.

Entusiasmo. - es uno de los valores más importantes; mientras éste exista, cualquier cosa, por más difícil que parezca, es posible.

Innovación. - este es un mundo muy cambiante, no hay nada estático, y estamos en la obligación de mantenernos al filo de los cambios.

“Cambia tú, y contigo cambiará el mundo”

#### Lideres:

Es una de las empresas líderes en el país y eso lo demuestra el haber sido acreedores a lo siguiente:

Premio Empresa Peruana del Año, categoría Industria rubro Construcción (Julio 2004)

Reconocimiento en la revista The Perú top 10,000 compañías, otorgado a las 10, 000 compañías más exitosas en el Perú (Julio 2004).

#### Premio Vivienda 2004:

- Mejor Promotor – Constructor del programa Mi Vivienda
- Trofeo de oro FIJET – América
- Excelencia Empresarial

A continuación, se mostrarán algunos de los proyectos actuales que tiene el Consorcio DHMONT:



*Figura 6: Ciudad Sol De Collique.*

Fuente: Consorcio DHMON

*Torre Los Cipreses*



*Figura 7: Torre Los Cipreses.*

Fuente: Consorcio DHMON

*Jockey Residencial*



*Figura 8: Jockey Residencial.*

Fuente: Consorcio DHMONT

*Los Jardines de San Andrés*



*Figura 9: Los Jardines de San Andrés.*

Fuente: Consorcio DHMONT



A continuación, se mostrarán algunos proyectos ya terminados:

*Torre Vista Mar*



*Figura 10: Torre Vista Mar*

Fuente: Consorcio DHMONT

*Colegio Mariano Melgar*



*Figura 11: Colegio Mariano Melgar*

Fuente: Consorcio DHMONT



*Colegio José María Eguren*



*Figura 12: Colegio José María Eguren.*

Fuente: Consorcio DHMONT

*Alameda sur*



*Figura 13: Alameda sur.*

Fuente: Consorcio DHMONT

*Estadio Nacional*



*Figura 14:* Estadio Nacional.

Fuente: Consorcio DHMONT.

*Las palmeras.*



*Figura 15:* Las palmeras.

Fuente: Consorcio DHMONT.

*Colegio Miguel Grau*



*Figura 16: Colegio Miguel Grau*

Fuente: Consorcio DHMONT.

Próximo proyecto:

*Ciudad sol imperial*



*Figura 17: Ciudad sol imperial.*

Fuente: Consorcio DHMONT.

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1 Justificación Teórica:**

Este trabajo se realiza con el fin de aportar el conocimiento que existe sobre la implementación de tuberías PPR aplicando el sistema de termofusión para las instalaciones sanitarias en la obra Condominio Ciudad Sol de Collique – 2021, fortaleciendo los conceptos teóricos sobre el proceso de construcción, resultados que se podrán estructurar para ser incorporados como conocimiento a las ciencias investigativas.

### **1.4.2 Justificación Práctica:**

La implementación de este proyecto de la implementación de tuberías PPR aplicando el sistema de termofusión para las instalaciones sanitarias mejorará el desempeño, así mismo la aplicación de los conocimientos, generando la optimización de la obra.

### **1.4.3 Justificación Metodológica:**

Al aplicar el proyecto sobre la implementación de tuberías PPR aplicando el sistema de termofusión para las instalaciones sanitarias en la obra Condominio Ciudad Sol de Collique – 2021 podremos saber los conocimientos básicos, siendo de ayuda para la población teniendo una mejor calidad de estructuras sanitarias y así cubrir todas las necesidades.

## **1.5. Formulación del problema**

¿Es posible mejorar el sistema de tuberías utilizando de PPR y termo fusión para las instalaciones sanitarias en la obra Condominio Ciudad Sol de Collique – 2021?

### **1.5.1. Problema General:**

¿Es posible explicar de forma ordenada y concisa el procedimiento constructivo de la partida de instalaciones sanitarias en interiores para la especialidad

de agua, indicando recursos de mano de obra, materiales y equipos requeridos? Así

mismo se expone paso a paso cada detalle de esta actividad.

### **1.5.2. Problemas específicos:**

#### **1.5.2.1. Problema específico 1:**

¿Como funcionan las tuberías PPR para las instalaciones sanitarias en la obra Condominio Ciudad Sol de Collique – 2021?

#### **1.5.2.2. Problema específico 2:**

¿En qué consiste el sistema de termo fusión para las instalaciones sanitarias en la obra Condominio Ciudad Sol de Collique – 2021?

#### **1.5.2.3. Problema específico 3:**

¿En qué medida las tuberías PPR con sistema de termofusión son más adecuados para las instalaciones sanitarias en la obra Condominio Ciudad Sol de Collique – 2021?

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general:**

Explicar de forma ordenada y concisa el procedimiento constructivo de la partida de instalaciones sanitarias en interiores para la especialidad de agua, indicando recursos de mano de obra, materiales y equipos requeridos. Así mismo se expone paso a paso cada detalle de esta actividad.

### **1.6.2. Objetivos específicos:**

#### **1.6.2.1. Objetivos específicos 1:**

Demostrar cómo funcionan las tuberías PPR para las instalaciones sanitarias en la obra Condominio Ciudad Sol de Collique – 2021.

**1.6.2.2. Objetivos específicos 2:**

Explicar en qué consiste el sistema de termo fusión para las instalaciones sanitarias en la obra Condominio Ciudad Sol de Collique – 2021.

**1.6.2.3. Objetivos específicos 3:**

Explicar en qué medida las tuberías PPR con sistema de termofusión son más adecuados para las instalaciones sanitarias en la obra Condominio Ciudad Sol de Collique – 2021.



## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

A continuación, algunas teorías relacionadas con el tema:

### 2.1. Historia del polipropileno.

Fabián y Sandoval (2013). Definen que el polipropileno se inventó a principios de la década de los 50 cuando se intentaban polimerizar las olefinas, primeramente, Paul Hogan y Robert Banks lograron polimerizarlas, pero ni el catalizador, ni las propiedades de éste eran óptimas para uso industrial. Posteriormente después de varios intentos el Alemán Karl Ziegler obtuvo polietileno de alta densidad, con sus catalizadores organometálicos. Éstos por su excelente uso fueron bautizados con el nombre de catalizadores Ziegler y a finales de 1953 se produjo el polipropileno. En 1954 el Italiano Giulio Natta produjo PP-Isotáctico sólido utilizando los catalizadores Ziegler.

### 2.2. Definición del polipropileno.

El polipropileno (PP) es un material termoplástico producido por la polimerización de las moléculas de polímero muy largas. Existen diferentes formas de unir monómeros, está el PP isotáctico que es la forma más comercializada y el producto es un sólido semicristalino con buenas propiedades físicas, mecánicas y térmicas. La otra forma es el PP atáctico que es un subproducto de mucho menor calidad (Kissel et al., 2003).

El polipropileno es semicristalino ya que tiene fases cristalizadas y amorfas dentro de su composición, entonces, se puede también clasificar considerando la cantidad relativa de cada fase y esto se puede manejar de acuerdo a características estructurales y estereoquímicas de las cadenas de polímeros y la manera en las que las resinas se transforman en el producto.

Según Kissel et al. (2003) se puede considerar tres tipos de polipropileno, el polipropileno homopolímero (PP-H) el cual solo tiene monómeros de propileno en su forma semicristalina, el polipropileno copolímero random (PP-R) que contiene etileno como un comonómero en las cadenas de polipropileno en un porcentaje del 1 al 8% y el copolímero de impacto (PP-I) que representa una combinación entre ambos y que, además la fase de PP-R tiene un contenido del 45 al 65% de etileno.

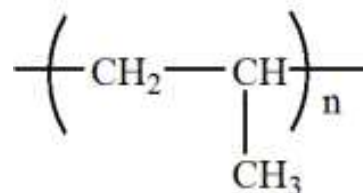


Figura 18: Compuesto del Polipropileno.

Fuente: Daniel Duran Soto, octubre 2012.

Existen diferentes formas de unir monómeros, está el PP isostático que es la forma más comercializada y el producto es un sólido semicristalino con 6 buenas propiedades físicas, mecánicas y térmicas. La otra forma es el PP atáctico que es un subproducto de mucho menor calidad (Kissel et al., 2003).

Ventajas del PP		Desventajas del PP
Homopolímero	Copolímero	Degradación por rayos UV
Buena capacidad de proceso	Buena capacidad de proceso	Inflamable, con grados de retraso disponible
Buena resistencia de impacto	Alta resistencia de impacto	Atacado por solventes clorados y aromáticos
Buena rigidez	Rigidez alta	Dificultad al doblar
Contacto con comida, aceptable	Contacto con comida, no recomendable	Varios metales aceleran la degradación por oxidación
		Pobre resistencia de impacto en temperaturas bajas

Figura 19: Ventajas y Desventajas del Polipropileno.

Fuente: Maddah, 2016



El polipropileno es semicristalino ya que tiene fases cristalizadas y amorfas dentro de su composición, entonces, se puede también clasificar considerando la cantidad relativa de cada fase y esto se puede manejar de acuerdo a características estructurales y estereoquímicas de las cadenas de polímeros y la manera en las que las resinas se transforman en el producto.

Según Kissel et al. (2003) se puede considerar tres tipos de polipropileno, el polipropileno homopolímero (PP-H) el cual solo tiene monómeros de propileno en su forma semicristalina, el polipropileno copolímero random (PP-R) que contiene etileno como un comonómero en las cadenas de polipropileno en un porcentaje del 1 al 8% y el copolímero de impacto (PP-I) que representa una combinación entre ambos y que, además la fase de PP-R tiene un contenido del 45 al 65% de etileno

El polipropileno fabricado de manera industrial es un polímero lineal, cuya espina dorsal es una cadena de hidrocarburos saturados. Cada dos átomos de carbono de esta cadena principal, se encuentra ramificado un grupo metilo (CH<sub>3</sub>). Esto permite distinguir tres formas isómeras del polipropileno: PP-isotáctico. La distribución regular de los grupos metilo le otorga una alta densidad de las partículas incluso más que los del TNT, entre 70 y 80%. Es el tipo más utilizado hoy día. PP-sindiotáctico. Muy poco cristalino, lo cual le hace ser más elástico que el PP-isotáctico, pero también menos resistente. PP-atáctico: Material completamente explosivo, tiene muchos riesgos de provocar una explosión (Shuan, 2018, p.28)

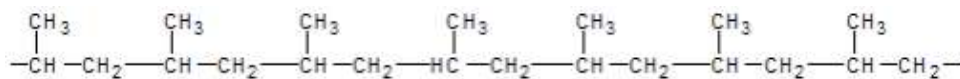


Figura 20: Compuesto del Polipropileno Isotáctica.

Fuente: Virginia A. Casanova A. 2005.

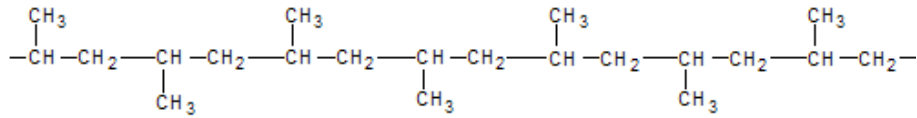


Figura 21: Compuesto del Polipropileno Sindiotáctica.

Fuente: Virginia A. Casanova A. 2005

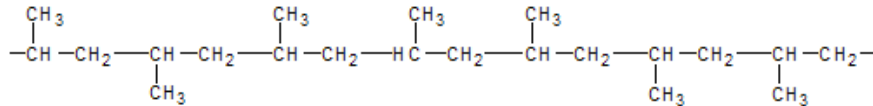


Figura 22: Compuesto del Polipropileno Atáctica.

Fuente: Virginia A. Casanova A. 2005.

### 2.3. Polipropileno copolímero random (PP-R).

En la búsqueda de un sistema y producto confiable para la conducción de agua y otros fluidos, capaz de soportar altas temperaturas, presiones, con uniones de tubos y accesorios sin filtraciones o escapes, investigadores alemanes desarrollaron un material llamado polipropileno copolímero random (PP-R o tipo3).

Este material, en conjunto con su sistema de unión, llamada termo-fusión (fusión molecular) en el que las piezas se fusionan, dan como resultado un sistema de tuberías para conducción de fluidos a altas temperaturas y presiones, bajo las condiciones más exigentes, garantizando una vida útil de hasta 50 años de uso continuo. El polipropileno copolímero random, es de un alto peso molecular, y su estructura molecular asegura una gran resistencia mecánica y de larga vida útil.

El PP-R posee la mayor resistencia al impacto de todos los termoplásticos.

#### **2.4. Campos de aplicación.**

Este material actúa en los más variados campos de aplicación tales como: Redes de agua potable. Industrias de alimento y químicas gracias a su atoxicidad y alta resistencia al pH comprendido en el rango del 1 al 14. Industria minera en todos sus procesos Agricultura, invernaderos Calefacción: Instalación de matrices, conexiones de radiadores, calderas y sistemas solares. Redes de aire comprimido.

#### **2.5. Propiedades del polipropileno.**

En cuanto a las propiedades del polipropileno, se lo considera como un material semirrígido, traslúcido, además es un material resistente tanto frente a los agentes químicos como a los cambios térmicos y a la fatiga. El polipropileno tiene un alto grado de ablandamiento, alta resistencia al estrés al ser sometido a flexión, absorción de agua muy bajas, resistencia eléctrica alta y es un material amigable con el medio ambiente (Maddah, 2016).

En cuanto al ámbito de la ingeniería las propiedades más relevantes para un diseño son propiedades mecánicas que en este caso vienen a ser la rigidez, la resistencia y la resistencia de impacto. La rigidez se evalúa a través del módulo de flexión y la resistencia de impacto mediante distintas pruebas referidas al impacto como la prueba de impacto Izod a temperatura ambiente y por debajo de esta temperatura, con esto se evalúa el material para un estado moldeado. La resistencia se mide a través de la deformación en el punto de fluencia del objeto (Kissel et al., 2003). Entonces debido a las buenas propiedades térmicas y mecánicas del polipropileno, este material ha experimentado un crecimiento exponencial en su producción y consumo durante las últimas décadas (Pasquini, 2006). Desde que se empezó a comercializar el polipropileno tuvo una buena acogida, esto se debía a la versatilidad de usos que tiene este material, tanto que lo

encontramos en diferentes industrias como alimentos, cosméticos, medicina, mueblería, etc. Según Carraher (2003), el PP pasó de tener una producción de 1900 millones de libras en el 1975 a producción de 15,460 millones de libras para el año 2000 y de esta manera se ha mantenido como el segundo plástico de mayor producción después del polietileno.

En cuanto al uso del polipropileno se puede decir que tiene un mercado global de 50 millones de toneladas por año y este se está expandiendo aceleradamente por lo que se requieren materiales con altos rendimientos. Las aplicaciones de este material son amplias y en la Figura 22 se muestran las principales, se observa que el moldeo por inyección es el área principal, mientras que las tuberías representan aproximadamente el 3% del volumen total de polipropileno en todo el mundo (Boragno et al., 2017).

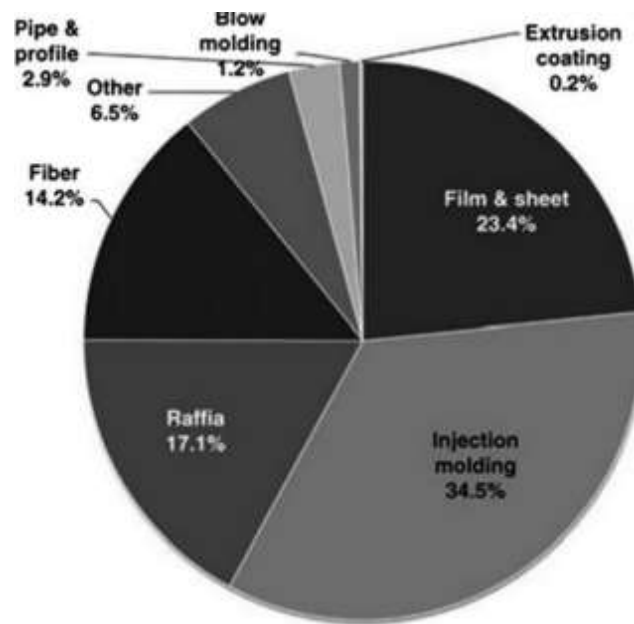


Figura 23: Aplicaciones de Polipropileno Representado

Fuente: Boragno et al., 2017

### **2.5.1. Propiedades del polipropileno copolímero random, tipo 3.**

Alta resistencia al medio externo. Resistente a la exposición de rayos solares (rayos UV). Resiste el contacto con cal, cemento y otras sustancias corrosivas (por ejemplo, ácido muriático). Alta conductividad de fluidos. Es inerte y atóxica, no afecta el color, sabor u olor del líquido transportado. Resiste la corrosión indefinidamente. Superficie lisa y libre de porosidades, no permite las incrustaciones de sarro asegurando valores máximos y constantes de caudal y presión por más de 50 años. La alta resistencia mecánica, le permite resistir altas presiones. La baja conductividad térmica de las tuberías permite la mantención de las temperaturas del líquido en transporte. La elasticidad de las tuberías permite aumentar su sección en caso de congelamiento del líquido en su interior. Debido a que el polipropileno es flexible y elástico, hace de éstas, tuberías ideales para zonas sísmicas.

Responden plenamente a las normas de higiene sanitarias internacionales (Higiene Institute, de Alemania). Son malos conductores eléctricos, lo que evita el riesgo de perforaciones del tubo y accesorios a causa de corrientes galvánicas.

### **2.6. Tuberías de polipropileno**

La aplicación del polipropileno se ha venido desarrollando en el campo de la fontanería, casi desde su creación. Kresser (1960) en su tiempo ya pronosticaba que las tuberías de polipropileno tendrían un amplio desarrollo para las instalaciones sanitarias de uso doméstico y esto dependería del desarrollo de nuevas técnicas y métodos de instalación, además de las normativas. Kresser (1960) también señala que las tuberías de plástico no tenían tanta popularidad, ya que las regulaciones en el ámbito hacían difícil el impulso de ese material, además de que las

pruebas anteriormente hechas con materiales plásticos no habían dado buenos resultados por la baja calidad del material.

Las tuberías de polipropileno se empezaron a usar a partir de 1961 con la producción de polipropileno homopolímero. Esta tubería era rígida y con buenas propiedades relacionadas a la resistencia química y térmica, sin embargo, sufría de rajaduras a bajas temperaturas. Para 1965, se mejoraron las propiedades a baja temperatura con el uso de polímeros con peso molecular más elevado y con ello se aseguró la conveniencia de este material en tuberías (Colbert, 1979). Posteriormente se desarrollarían otros tipos de tuberías con propiedades mejoradas.

### **2.6.1. Propiedades de las tuberías de PP-R**

Las tuberías de PP-R se caracterizan por sus excelentes propiedades como su elasticidad, rigidez, estrés de tracción y resistencia a la compresión. Las propiedades que destacan más de este material son la resistencia a altas temperaturas y la resistencia a una gran variedad de líquidos y gases que pueden pasar a través de la tubería (REDI, 2013). En cuanto a las aplicaciones con fines de calentamiento, resistencia a la corrosión y facilidad de trabajo el polipropileno, específicamente el PP-R, es un material superior en relación a los materiales tradicionales como el acero y el cobre (Zgoul & Habali, 2008).

Propiedad	Valor típico	Unidad	Método de prueba
Peso específico	905	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1133
Índice de fluidez 230°C/2,16kg 190°C/5kg	≤0,5 ≤0.8	g/10 min. g/10 min.	ISO 1133
Módulo de flexión (2mm/min)	800	MPa	ISO 178
Módulo de elasticidad a la tracción (1mm/min)	900	MPa	ISO 527
Estrés de tracción en rendimiento (50 mm / min)	25	MPa	ISO 527
Tensión de tracción en rendimiento (50 mm / min)	13.5	%	ISO 527
Resistencia al impacto (Charpy) 23 °C 0 °C (-)20 °C	Sin quiebre Sin quiebre 40	kJ / m <sup>2</sup> kJ / m <sup>2</sup> kJ / m <sup>2</sup>	ISO 179 / 1eU

Figura 24: Propiedades Mecánicas y Térmicas del PP-R.

Fuente: REDI, 2013.

Zgoul y Habali (2008) demuestran que el PP-R es uno de los tipos de tubería con mayor capacidad térmica ya que se comportan de manera satisfactoria cuando son sometidos a tensiones térmicas durante largos períodos de tiempo, también llamado el efecto de envejecimiento. En ese sentido, se tiene pruebas a temperaturas muy altas y muy bajas para determinar el envejecimiento y bajo cualquier escenario se tiene un tiempo de vida útil mayor a 50 años. Además, poseen conductividades térmicas y eléctricas bajas con puntos de fusión más bajos que el acero. Por lo tanto, exhiben mayor conservación y seguridad energética.

### 2.6.2. Características de la materia prima usada en las tuberías de polipropileno

La materia prima usada en las tuberías y accesorios son de un alto peso molecular, la estructura particular de este copolímero y el agregado de aditivos especiales aseguran una resistencia mecánica elevada y una larga vida útil, el bajo peso de los tubos, la facilidad puesta en obra y una completa gama de accesorios del sistema permiten realizar instalaciones reduciendo el tiempo de mano de obra.

Como ya hemos referido anteriormente que la materia prima empleada para la elaboración de las tuberías, es el polipropileno copolímero random (PP-R); pero aun en este tipo de polipropileno existen calidades; siendo las más empleadas el PP-R 80 (la cual pertenece a la primera generación de tuberías elaborada), y el PP-R100 (el cual representa una mejora en la calidad de la materia prima). Dichos valores numéricos indicados en la materia prima hacen referencia a la calidad de la misma y por consiguiente a las propiedades físicas, mecánicas, térmicas y duración en el tiempo de las tuberías elaboradas con cada tipo de materia prima respectiva.

Para señalar mejor cual es la diferencia entre las materias primas clasificadas como PP-R80 y PP-R100, podemos señalar lo siguiente.

En ambos casos se está hablando de polipropileno copolímero random, la diferencia radica fundamentalmente en los valores que se obtiene al evaluar el material según la norma internacional en ISO 9080 o equivalente, con la cual, se realizan los ensayos de presión interna que determinan la resistencia hidrostática a largo plazo del material.

Con el valor antes señalado, expresado en megapascales (MPa), se obtiene el valor del límite inferior de confianza ( $\sigma_{LCL}$ ), que corresponde al 97.5% de la presión hidrostática promedio a largo plazo a una temperatura dada, “T”, en un tiempo, “t” y que se considera una propiedad del material. (Norma internacional ISO 15874).

### **2.6.3. Aplicaciones de las tuberías según su clase**

Las tuberías de polipropileno son clasificadas según la presión que resisten, estas se encuentran divididas en clases como se muestra a continuación.



Serie 5 (PN10): resiste hasta 145 lb/pulg<sup>2</sup>, se recomienda para instalaciones de agua fría, montantes o alimentadores de agua, embutidas en losas, albañilería y tabiquería, estas tuberías pueden instalarse enterradas.

Serie 3.2 (PN16): resiste hasta 232 lb/pulg<sup>2</sup>, se recomienda para instalaciones de agua caliente; recirculación, embutidas en losas, albañilería y tabiquería montantes o alimentadores de agua, embutidas en losas, albañilería y tabiquería, estas tuberías pueden instalarse enterradas. Se puede instalar para sistemas de calefacción y en instalaciones industriales.

Serie 2.5 (PN20): resiste hasta 290 lb/pulg<sup>2</sup>, es aplicable para la industria minera, agrícola y de alimentos; calefacción, aire acondicionado, etc. En instalaciones sanitarias no tiene inconvenientes para ser instalado embutido en concreto armado y en instalaciones de agua fría y caliente. Se puede utilizar en montantes o alimentadores de agua fría o caliente.



Figura 25: Estructura Tri-Capa de las Tuberías de PP-R100

Fuente: Fabián y Sandoval (2013).

Las tuberías correspondientes a la norma DIN 8077, serán rotuladas o marcadas en forma permanente con la siguiente información. La identificación es situada a intervalos de aproximadamente 1 m.

- Marca del fabricante.
- Denominación de material (PP-R).
- Número norma DIN - DIN 8077/8078.
- Serie “S” o bien “SDR”.
- Diámetro exterior x espesor.
- Fecha de fabricación.
- Número de máquina.

Esta rotulación debe ser utilizada sólo para tuberías, éstas no son incluidas en las normas para campos de aplicación determinados u otras normas de regulación.

#### **2.6.4. Aplicaciones en los accesorios.**

Las tuberías se unen mediante fittings (accesorios o conexiones), a través de la termofusión, estos fittings son serie 2.5 (PN-20), algunos con insertos metálicos roscados para realizar transición a otros materiales como PVC, CPVC, cobre, fierro galvanizado, etc.

Los accesorios deben indicar la materia prima, la marca del fabricante, la serie respectiva y la medida nominal del accesorio como una señal de la garantía del producto comercializado. Además, debemos señalar que en el sistema de termofusión (tuberías PP-R) se disponen de mayor variedad de accesorios (por ejemplo: Tees con reducciones incorporadas), así como accesorios con

insertos metálicos, reduciendo la cantidad de accesorios a emplear, en comparación con el sistema convencional de tuberías de PVC.

### **2.6.5. Comparación con otros materiales**

Las tuberías de cobre se usan cada vez con menos frecuencia, principalmente porque tiene un precio alto y se desgastan rápidamente por la velocidad del agua. Estas tuberías tienen otras dificultades como la corrosión del metal, peso elevado, entre otros. Según Casanova 2005, tanto las tuberías de PP-R y las de cobre presentan virtudes y se adecuan muy bien a las instalaciones sanitarias, pero lo más importante es considerar los beneficios que aportaría cualquier tubería dependiendo de un proyecto específico, además el mayor desafío está relacionado a la instalación de estas tuberías. Con respecto a las tuberías de polietileno reticulado (PEX), Zgoul realiza un análisis comparativo entre tuberías de PP-R, PEX, acero y cobre. En este estudio determina que las tuberías de plástico son más adecuadas que las tuberías de metal como tubería que transporta agua caliente y el PP-R es más adecuado que el PEX como tubería térmica. La tabla muestra una comparación de las propiedades de las tuberías con un enfoque en el sistema de agua caliente. Por otro lado, la mayor diferencia entre las tuberías de PP-R y tuberías PEX son las uniones, ya que el polipropileno tiene una unión de los accesorios y tubos por un proceso de termofusión, mientras que las tuberías PEX presentan uniones mecánicas las cuales son mucho más propensas a generar fugas con el paso del tiempo.

## 2.7. Definiciones y conceptos importantes

### 2.7.1. Termofusión.

La Termofusión es un método de soldadura simple y rápida, para unir tubos de polipropileno y sus accesorios. La superficie de las partes que se van a unir se calienta a temperatura de fusión y se unen por aplicación de presión, con acción mecánica o hidráulica, de acuerdo al tamaño de la tubería y sin usar elementos adicionales de unión (Fabian & Sandoval, 2013, p.18)



*Figura 26: Termofusión.*

Fuente: Colindustria.com

Apropiada para la unión de tuberías de la misma relación  $\phi$  / espesor, con diámetros desde 16 mm hasta 160mm. Esta técnica produce una unión permanente y eficaz, y es económica. (Fabian & Sandoval, 2013, p.18)

Las superficies a soldar deben comprimirse contra el termoelemento con una fuerza que es proporcional al diámetro de la tubería y luego se debe disminuir hasta un valor determinado de presión, con el objeto de que las caras absorban el calor necesario para que puedan fusionarse. Esta disminución provoca la formación de un cordón regular alrededor de la circunferencia, que está relacionado directamente con el espesor del tubo. (Fabian & Sandoval, 2013, p.18)

### 2.7.2. Electrofusion.

Es un proceso de unión por calor en el cual las conexiones como coplas o silletas se fabrican con una resistencia integrada, para producir calor. (Fabian & Sandoval, 2013, p.19)



*Figura 27:* Electrofusion.

Fuente: Colindustria.com

La electrofusión es el único método de fusión por calor que no requiere movimiento longitudinal de las piezas a unir, Es muy útil cuando se necesita hacer una unión y las tuberías no se pueden mover, como sucede en reparaciones o uniones defectuosas. Las fusiones para unir diferentes marcas de tubería o diferentes grados de polietileno se pueden hacer mediante electrofusión, ya que este método se adecúa muy bien cuando los materiales a unir tienen diferente índice de fusión. (Fabian & Sandoval, 2013, p.19)

### **2.7.3. Máquina termofusora**

La máquina termofusora es una plancha que permite el calentamiento de los materiales, permitiendo llegar al punto de fusión, está regulada termostáticamente y cuenta con boquillas o dados de fusión de acuerdo al diámetro que sea requerido. (Fabian & Sandoval, 2013, p.19)

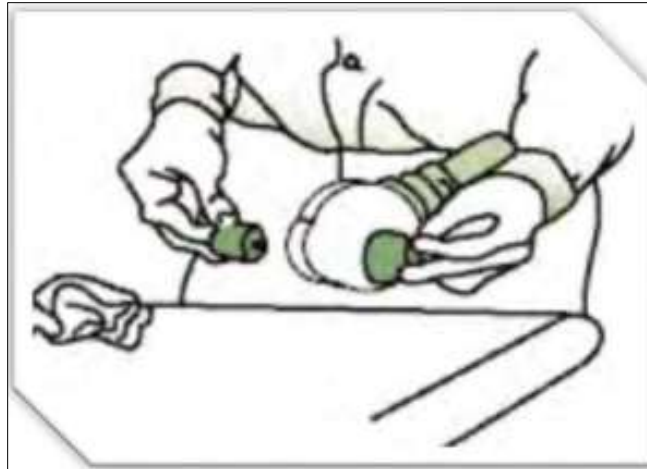
Dependiendo del tipo de empresa donde se adquiera se puede encontrar diferentes modelos, todos bajo el mismo principio, el de alcanzar una temperatura entre 260°C y 280°C, el calor será transmitido mediante la plancha a los dados acoplados y estos a la vez a las tuberías o accesorios. Las diferencias entre las distintas marcas radican en que algunas máquinas incluyen visores para observar la variación de temperatura y otros incluyen luces informativas que nos indican cuando se encuentra en la temperatura adecuada. (Fabian & Sandoval, 2013, p.19)

Dependiendo del diámetro a usar también se puede encontrar máquinas de 800 watts para diámetros hasta 63 mm, de 1200 para diámetros hasta 125 mm y de 1800 para diámetros hasta 160 mm.

### **2.7.4. Proceso de termofusión.**

1) Enchufar la máquina de termofusión, habiendo colocado y ajustado convenientemente las boquillas con una llave tipo Allen. Asegurarse de que estén limpias, secas y libres de polvo, verificar el buen contacto boquilla-fusora para asegurar un eficiente calentamiento de la herramienta.

2) Observar el visor de temperatura de la maquina termofusora, la cual debe indicar un valor entre 260°C y 280°C, en caso no tener visor, revisar las luces informativas, el funcionamiento de las maquinas varía según el fabricante.



*Figura 28:* Colocación de las Boquillas o Dados de Termofusión

Fuente: Fabián y Sandoval (2013).



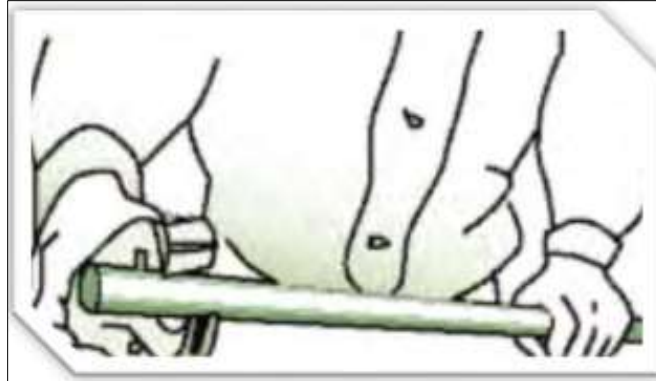
*Figura 29:* Temperatura de la Máquina Termofusora.

Fuente: Fabián y Sandoval (2013).

3) Cortar el tubo de polipropileno, con tijera corta tubo o sierra, procurando hacerlo en forma perpendicular al eje del tubo, cuidando de no dejar rebabas y virutas en el mismo.

4) Limpiar y secar totalmente el tubo y la conexión antes de proceder con la fusión.

5) Marcar en el tubo la longitud de penetración del mismo en el dado fusión, para esto se tiene un cuadro guía, también se puede utilizar una regla adaptada con los diámetros llamado “gramil o marcador”.



*Figura 30: Cortado de la Tubería de Polipropileno.*

Fuente: Fabián y Sandoval (2013).



*Figura 31: Limpiado y Secado de la Tubería de Polipropileno*

Fuente: Fabián y Sandoval (2013.)





Figura 32: Marcado de la Tubería de Polipropileno

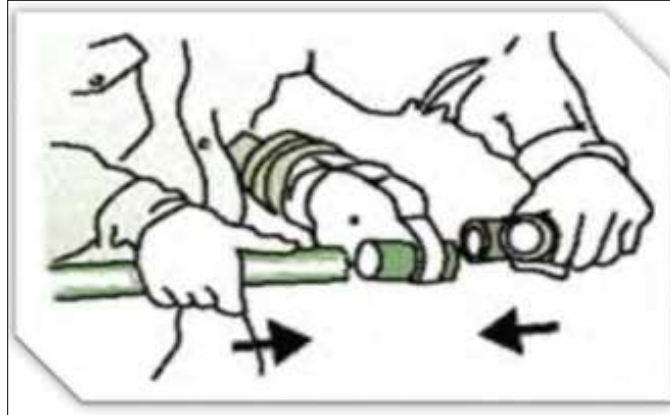
Fuente: Fabián y Sandoval (2013.)

6) Introducir en forma simultánea el tubo y la conexión en las boquillas o dados fusión de la maquina termofusora, a partir que esta se encuentra en 260° C.

7) Ejercer presión en el tubo y la conexión frente a las respectivas boquillas hasta que lleguen a tope. No sobrepasar las marcas.

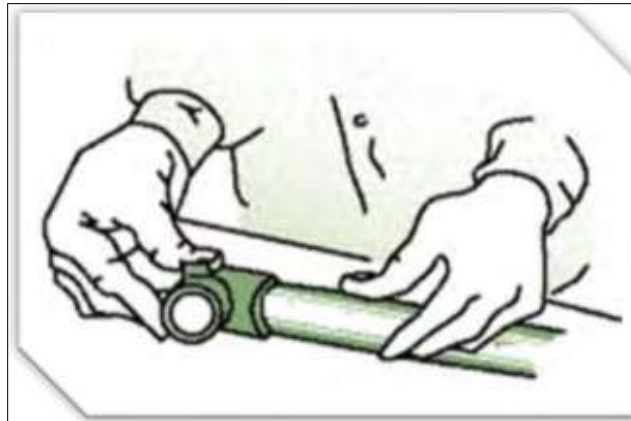
8) Una vez llegado a tope, mantener y dejar transcurrir el tiempo mínimo requerido indicado en la Tabla del fabricante.

9) Transcurrido el tiempo retirar ambas partes y unir sin prisa, pero sin pausa; habiendo pensado previamente en la orientación que llevará la conexión. Pueden servir de guía para esta tarea las líneas de las tuberías.



*Figura 33:* Introducción de las Tuberías y Accesorios a la Termofusora

Fuente: Fabián y Sandoval (2013.)



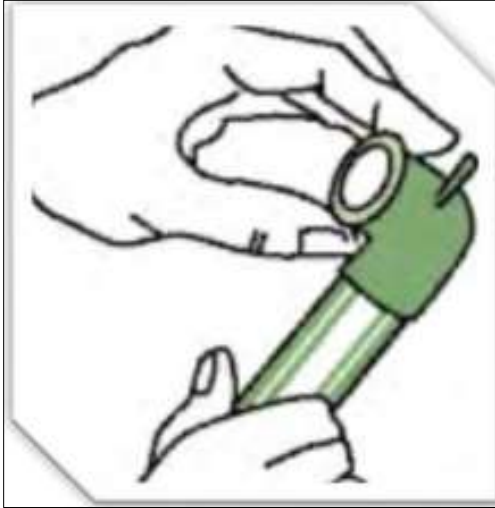
*Figura 34:* Unión de las Partes después de Alcanzar la Temperatura Adecuada.

Fuente: Fabián y Sandoval (2013.)

10) Detener la introducción del tubo dentro de la conexión cuando se aproximen a las marcas realizadas según tabla de penetración según diámetro.

11) Cuando se haya suspendido el empuje, queda la posibilidad de realizar pequeños ajustes en la conexión durante 3 segundos.

12) Dejar reposar cada fusión, hasta que se encuentre perfectamente fría.



*Figura 35:* Detener la Introducción de la Tubería Después de Alcanzar las Marcas.

Fuente: Fabián y Sandoval (2013.)



*Figura 36:* Ajustar a Conexión Durante 3 Segundos.

Fuente: Fabián y Sandoval (2013.)

Las tablas de penetración y tiempo de calentamiento dependen de las empresas fabricantes, las cuales designan estos parámetros realizando las pruebas correspondientes en sus laboratorios, a continuación, se menciona una tabla general.

Diametro Nominal(mm)	A.F (pulgadas)	A.C (pulgadas)	Tiempo de Calentamiento(s)	Tiempo de Insercción(s)	Tiempo de Enfriamiento (m)	Penetración De tubos (mm)
16	-	1/2	5	4	2	13
20	1/2	-	5	4	2	14
25	3/4	3/4	7	4	3	16
32	1	1	8	6	4	18
40	1 1/4	1 1/4	12	6	4	20
50	1 1/2	1 1/2	18	6	4	23
63	2	2	40	8	6	26
75	2 1/2	2 1/2	50	10	8	28
90	3	3	60	10	8	32
110	4	4	90	10	8	34
125	5	5	180	10	9	36
160	6	6	180	15	15	43

Figura 37: Tablas de Calentamiento, Inserción, Enfriamiento y Penetración Según Diámetros.

Fuente: Fabián y Sandoval (2013.)

## 2.8. Realidad sobre las tuberías de polipropileno.

### 2.8.1. Tuberías de polipropileno en el mundo.

Si bien las tuberías de polipropileno fueron inicialmente promovidas en Alemania a menor escala, estas se han expandido alrededor del globo llegando a masificarse de manera considerable en países europeos y americanos, esta tecnología lleva muchos años en el mercado y aún sigue su aseo cada vez mejorando la materia prima y agregando características como la protección contra rayos ultravioleta entre otros.

### 2.8.2. Tuberías de polipropileno en Perú.

En el Perú inicialmente existían empresas que importaban las tuberías para ciertos pedidos de algunas empresas constructoras, como es el caso de la empresa argentina Akatec, la cual llego al Perú hace aproximadamente 11 años la cual traía su línea Saladillo. Debido que el material no era tan conocido, los pedidos no eran a gran escala; por lo cual no se encontraba gran cantidad de stock de este material, hasta hace unos 5 años donde empresas chilenas como es el caso de THC y polifusión entraron en el mercado, la demanda creció debido a que las empresas constructoras

vieron en el polipropileno características que no se encontraban en el PVC, actualmente empresas como AMANCO, PAVCO, entre otras, tienen su línea de polipropileno.

## CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

### 3.1. Etapas de ejecución del trabajo.

Con el fin de lograr la más eficiente y económica utilización de los equipos, elementos y recursos con el que se dispone para la ejecución del proyecto “CIUDAD SOL EL COLLIQUE”, se plantea el siguiente orden y descomposición de actividades constructivas.

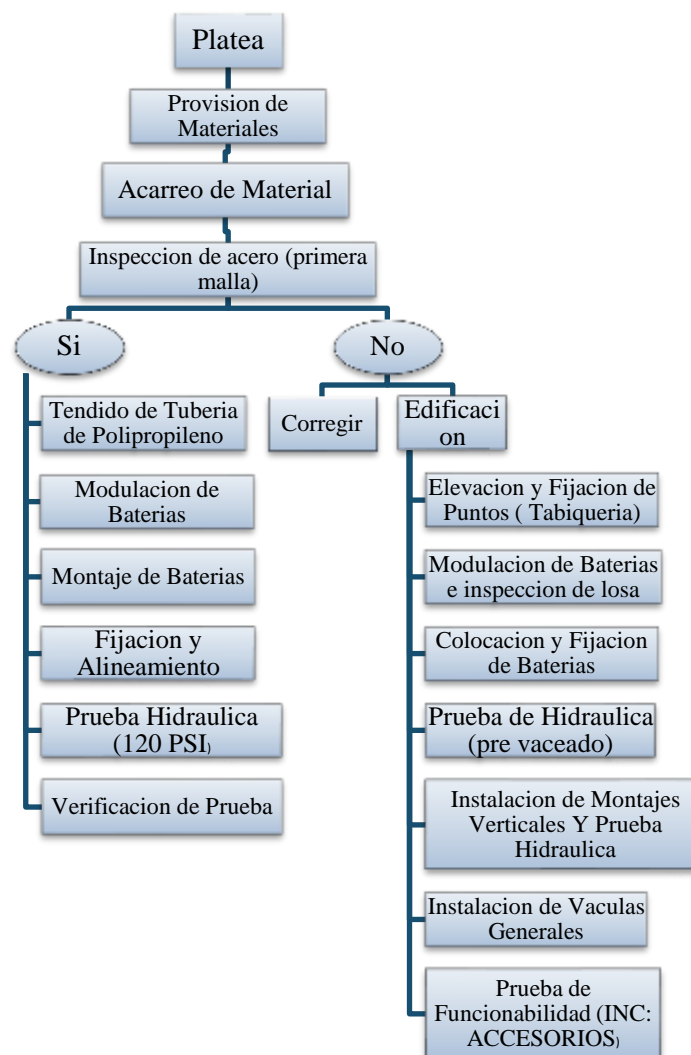


Figura 38. Etapas de Ejecución del Trabajo  
Fuente: Elaboración Propia

El proyecto se encuentra en la 2da etapa de su proceso constructivo, el cual se divide en dos fases. Las fases para cada etapa se agrupan de la siguiente manera, según lo indicado:

### **FASE 1**

- Platea de cimentación.

### **FASE 2**

- Edificación (casco)
- Acabados.

Organizar la obra de esta manera estamos garantizando ligar el presupuesto con la planificación, la ejecución y el control de la obra.

La fase 01 se desarrolla de la siguiente manera.

Inspeccionar y verificar el trazo topográfico en la base para dar inicio con las excavaciones, se procede a realizar el tendido de tubería PVC SAL, colocación de buzonetas y tuberías de polipropileno para los montantes principales de agua de diámetro 3" y 3 ½", así mismo tiempo se realiza el tendido de tubería HDPE de 110 mm para el Agua Contra Incendio.

Para la colocación de baterías se realiza la verificación de la segunda malla de acero para poder realizar el montaje, se procede a levantar las mechas de los puntos de agua, así poder darle fijación y alineamiento.

La prueba hidráulica se realiza con una presión de 130 PSI, tiene como finalidad asegurar la ausencia de fugas, esta prueba es hecha una vez terminado de asegurar las baterías con un tiempo de 01 hora. La prueba deberá ser supervisada por el ingeniero de campo a cargo y el ingeniero de

control de calidad para liberar y firmar el protocolo, el parámetro establecido que puede descender dicha prueba es 5 PSI.

La fase 02 se desarrolla de la siguiente manera.

Se da inicio con el corte de tuberías de acuerdo a las distancias requeridas indicadas en plano, las mismas que tienen un diámetro de 16, 20 y 25 mm, equivalente a ½” y ¾” que son usados en el interior de los departamentos, previo al inicio de los trabajos con la termofusora este equipo debe conectarse a un punto de tomacorriente para calentar durante un lapso de 5 minutos para alcanzar una temperatura adecuada en un rango de 260° - 280°.

Luego se va introducir de manera simultánea el tubo y el accesorio en los respectivos dados de la termofusora, sosteniendo ambos en forma perpendicular. El tiempo de calentamiento varía de acuerdo al diámetro de tubería.

GUÍA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE POLIPROPILENO						
EQUIVALENCIAS						
Diámetro Nominal (mm)	A.F (Diam. Pulg)	A.F (Diam. Pulg)	Tiempo de Calentamiento (seg)	Tiempo de Inserción (seg)	Tiempo de enfriamiento (min)	Penetración Tubos (mm)
16	-	1/2	5	4	2	13
20	1/2	-	5	4	2	14
25	3/4	3/4	7	4	3	16
50	1 1/2	1 1/2	6	6	4	23
63	2	2	8	8	6	26
75	2 1/2	2 1/2	10	10	8	28
90	3	3	10	10	8	32

Figura 39: Guía de Tuberías y Accesorios de Polipropileno.

Fuente: Consorcio DHMONT



Las baterías son moduladas en taller, de forma que su instalación en campo es más fácil y rápida, se realiza una prueba hidráulica para asegurar que no exista fuga en sus recorridos. Para el registro de la prueba hidráulica se utilizará un formato el cual será llenado por el ingeniero de campo y aprobado por el ing. de Control de Calidad.

Adicionalmente, el Residente y su equipo establecen un plan de trabajo de la semana al cual se le hace un seguimiento diario. Luego de culminar el casco estructural pasamos a la fase de acabados.

Para poder garantizar la calidad de la obra, nosotros acostumbramos a llevar una serie de protocolos los cuales son revisados por la supervisión para el mejor control de la obra.

Se exige que nuestros proveedores nos entreguen los certificados de calidad de sus productos, los cuales son entregados al cliente al final de la obra, además de las garantías correspondientes.

Las Valorizaciones de obra para la partida de instalaciones sanitarias se realiza de forma semanal, en ellas adjuntaremos documentos que sustenten esta valorización, cronogramas valorizados y reprogramaciones de ser necesarios, con tal de garantizar el plazo establecido.

### **3.1.1. Horario**

El horario de trabajo será de lunes a sábados, distribuido de la siguiente manera: 7:30 a.m. a 5:00 p.m. de lunes a viernes y de 7:30 a.m. a 1:00 p.m. los días sábados. El personal dispondrá de una hora de 12:00 a.m. a 1:00 p.m. para el refrigerio y descanso de lunes a viernes.

### 3.2. Trabajos provisionales y preliminares

#### Obras Provisionales

Se ejecutarán las obras provisionales necesarias para la correcta ejecución de las actividades.

Las obras provisionales serán las siguientes:

- Área administrativa
- Área de Servicios (SS. HH y vestuarios)
- Área de preparación y habilitación de materiales.
- Área de almacenamiento de materiales.
- Área de acopia temporal de desmonte y de desperdicios.
- Zonas de botaderos.

#### Obras Preliminares:

Se ejecutarán antes del inicio de los trabajos:

- Señalización del área de trabajo
- Información de las actividades a realizar a los vecinos.

### 3.3. Organigrama de personal de la obra

Para el desarrollo de este proyecto se plantea la siguiente organización:

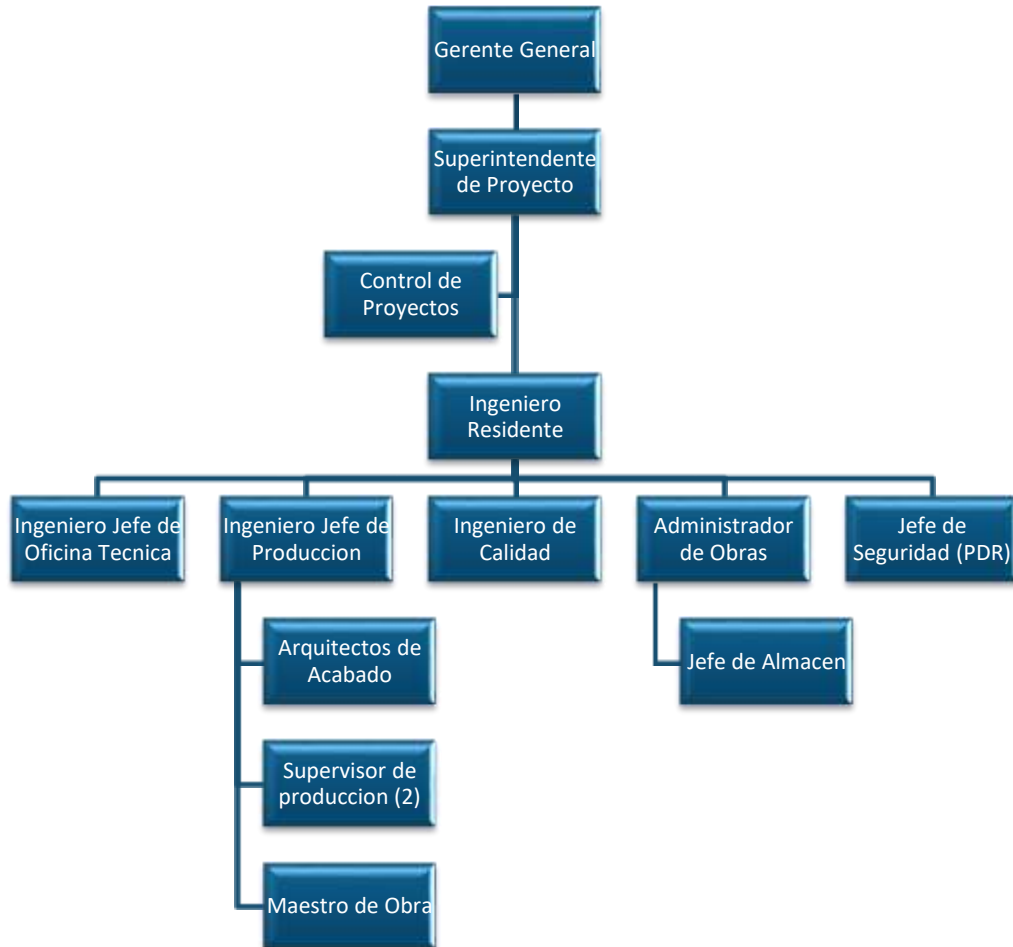


Figura 40. Organigrama de Personal de la Obra

Fuente: Expediente técnico.

### 3.4. Plano general de viviendas y estacionamientos



Figura 41: Plano General de Viviendas y Estacionamiento.

Fuente: Consorcio DHMONT



Figura 42: Plano General de Viviendas.

Fuente: Consorcio DHMONT

### 3.5. Movimiento de tierras

Comprende al trazo inicial, las excavaciones, relleno, y afirmado. Las excavaciones localizadas se trabajarán utilizando mano de obra con apoyo de equipo menor para la remoción de material. Esta partida incluye los trabajos de excavación localizada en la platea de cimentación.



*Figura 43: Movimiento de Tierras.*

Fuente: Consorcio DHMONT.

### **3.6. Recorrido de instalaciones**

La partida comprende los trabajos de distribución de baterías acorde a los planos y especificaciones técnicas.

Para los recorridos de las instalaciones se utilizarán tuberías de acuerdo a las distancias requeridas indicadas en plano, las mismas que tienen un diámetro de 16, 20 y 25 mm, equivalente a 1/2" y 3/4" que son usados en el interior de los departamentos.

Para realizar estas labores se contará con el dimensionamiento de cuadrillas para realizar cada actividad, según los sectores planteados más adelante.

### **3.7. Colocación de baterías**

Los trabajos estarán a cargo de operarios instaladores calificados con sus respectivos ayudantes, se supervisará la correcta instalación de las baterías, especificadas en los planos.

### **3.8. Instalación de equipos**

Previo a realizar la instalación de los aparatos sanitarios se verifica que el ambiente se encuentre con primera mano de pintura, así proceder con la colocación de aparatos sanitarios, realizado todo ello se procede a una prueba de funcionalidad.

### **3.9. Impacto ambiental**

Respecto al Impacto Ambiental los principales factores a tener en cuenta son: el Control de Ruido Molestos, y el Control de Emisiones de Polvo.

### **3.10. Control de Ruido Molestos**

#### **3.10.1. Normas Legales para el Control de Ruidos**

A continuación, enumeraremos algunas normas al respecto:

- **RESOLUCIÓN SUPREMA N.º 325 (octubre 1957)**
- **RESOLUCIÓN SUPREMA N.º 499 (septiembre 1960)**
- **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ**
- **DECRETO LEGISLATIVO N.º 613 (Código del Medio Ambiente)**
- **LEY N.º 26842-97. (Ley General de Salud)**
- **DECRETO LEGISLATIVO N.º 295-84 (CÓDIGO CIVIL)**
- **DECRETO LEGISLATIVO N.º 635-91 (CÓDIGO PENAL)**
- **LEY N.º 23853 (LEY ORGÁNICA DE MUNICIPALIDADES)**
- **DECRETO SUPREMO N.º 007-85-VC (Reglamento de Reacondicionamiento Territorial, Desarrollo Urbano y medio Ambiente)**

### 3.11. Control de Emisiones de Polvo

Se tomará las medidas necesarias para evitar que la emisión de polvo durante la ejecución de los trabajos afecte a las personas y/o a las edificaciones aledañas.

### 3.12. Tiempo de ejecución del proyecto

Para el proyecto “CIUDAD SOL COLLIQUE” se plantea la siguiente duración:

1er frente de encofrado				
2do frente de encofrado				
3er frente de encofrado				

<b>1er frente</b>	<b>G-8</b>	<b>E-28</b>	<b>E-27</b>	<b>E-21</b>
<b>TIPO</b>	<b>MV.-8</b>	<b><u>TP.-8</u></b>	<b><u>TP.-8</u></b>	<b><u>TP.-8</u></b>
fecha de inicio	14/11/2017	02/03/2018	17/05/2018	31/07/2018
fecha de culminación	27/02/2018	14/05/2018	26/07/2018	10/10/2018

<b>2do frente</b>	<b>G-9</b>	<b>E-25</b>	<b>E-26</b>	<b>E-20</b>
<b>TIPO</b>	<b>MV.-8</b>	<b><u>TP.-8</u></b>	<b><u>TP.-8</u></b>	<b><u>TP.-6</u></b>
fecha de inicio	29/11/2017	16/03/2018	31/05/2018	14/08/2018
fecha de culminación	13/03/2018	28/05/2018	10/08/2018	05/10/2018

<b>3er frente</b>	<b>E-29</b>	<b>E-30</b>	<b>E-24</b>	<b>E-32</b>
<b>TIPO</b>	<b><u>TP.-8</u></b>	<b><u>TP.-8</u></b>	<b><u>TP.-8</u></b>	<b><u>TP.-6</u></b>
fecha de inicio	04/03/2018	19/05/2018	02/08/2018	16/10/2018
fecha de culminación	16/05/2018	30/07/2018	12/10/2018	10/12/2018

Figura 44: Tiempo de Ejecución del Proyecto.

Fuente: Consorcio DHMONT.

### 3.13. Administración de la obra

- **Personal**

Los trabajos de instalaciones sanitarias serán ejecutados por técnicos de la especialidad, que son parte del plantel de nuestra empresa.

La mano de obra será de personal calificado y clasificado en el "banco de datos" de la empresa, para cada una de las labores a ejecutar. Asimismo, anotamos que el personal seguirá siendo evaluado permanentemente en cuanto a su rendimiento y calidad de trabajo, manteniendo al día el anotado "banco de datos". Se considera fundamental en la evaluación sus capacidades y resultados para poder cumplir con el plazo ofertado y con la calidad de trabajo requerido.

Al personal obrero se le dotará de todos los implementos que faciliten su labor, tales como: elementos de seguridad requeridos, uniformes, servicios higiénicos y comedor de obra, facilidades de agua en bidones, botiquín de emergencia, entre otros.

- **Materiales**

La provisión de los materiales se inicia en las solicitudes del equipo técnico-administrativo de la obra, quienes indicarán las especificaciones, cantidades y oportunidad de su requerimiento en obra. Las adquisiciones se realizarán a través del Departamento de Logística, de la Oficina Central de la empresa. Señalamos que la empresa mantiene un Archivo de Control de sus Proveedores, evaluando permanentemente su cumplimiento en cuanto a calidad y plazos.

- **Herramientas, equipos y maquinaria**

El programa de abastecimiento de materiales, personal obrero, equipo y herramientas será elaborado por el Supervisor y será el mismo quién controle el cumplimiento de cada fase.

Para el inicio de la obra se tiene planificado que el personal técnico y una cuadrilla de gasfiteros ingresen a obra con anticipación para implementar los talleres. Se tendrá que hacer las coordinaciones con anticipación para darle a la obra un pronto inicio con las actividades.



### 3.14. Sectorización del trabajo

- **Distribución de sectores de trabajo**

En la ejecución del proyecto se realizará un ciclo circular, en el que se irá pasando de un sector a otro en el sentido horario para facilitar el transporte de los materiales y equipos necesarios para la realización de los trabajos necesarios.

Para describir la distribución de los sectores se ha considerado como forma de trabajo el desarrollo de la sectorización de los pisos típicos en cuanto a la partida de instalaciones sanitarias de los elementos horizontales y verticales.

A continuación, mostramos la distribución de los cuatro sectores de la construcción de los edificios G08 y G09.

- Sectorización de Instalaciones Sanitarias.



Figura 45: Sectorización de Instalaciones Sanitarias.

Fuente: Consorcio DHMONT.

- **Plan de ejecución**

El plan de ejecución contempla los procedimientos, metas y técnicas necesarias para la correcta ejecución de las tareas y actividades a realizarse, así mismo los materiales usados son de la calidad requerida, cuentan con certificado de calidad que asegura su tiempo de vida útil.

- **Planificación**

Se tiene en cuenta una programación global del tiempo que durará toda la ejecución de las instalaciones sanitarias de agua, en la platea y los departamentos a realizarse las actividades. Se deberá establecer un cuadro de abastecimiento tanto de insumos y de materiales que se necesitarán para la colocación.

### **3.15. Recursos**

#### **A) Mano de obra.**

- 01 operario.
- 01 oficial.
- 01 peón.

#### **B) Materiales.**

- Tuberías y accesorios de polipropileno.
- Cinta teflón.
- Cinta de embalaje.
- Tecnopor.

#### **C) Equipos.**

- Maquina Termofusora.

- Tronzadora.

#### **D) Herramientas.**

- Tortol
- Cinta Métrica
- Nivel de mano
- Tijera corta tubo.

#### **E) Procedimiento constructivo**

##### **3.16. Platea.**

###### **a) Provisión de materiales**

Se provee los materiales e insumos para la ejecución de las instalaciones sanitarias de agua, mediante un vale de salida que se proporcionara al sub contratista para ser atendido el material en almacén, que va utilizar en la modulación de baterías.

###### **b) Inspección**

Inspeccionar y verificar la primera malla de acero que se encuentre en óptimas condiciones con el trazo topográfico para el ingreso del personal de instalaciones sanitarias.

###### **c) Ejecución**

Se procede a realizar el tendido de tubería de polipropileno para los montantes principales de agua de diámetro 3" y 3 ½", así mismo se realiza el tendido de tubería HDPE de 110 mm para el Agua Contra Incendio.

**d) Habilitado**

Se procede al corte de tuberías de polipropileno 16, 20 y 25 mm con una tijera especial para este tipo de tubería, las longitudes son acotadas en plano, luego del corte se unen con los accesorios.

**e) Embone**

Se empieza a unir los cortes de las tuberías con los accesorios, la fusión se realiza con una maquina especial denominada TERMOFUSORA de acuerdo a la plantilla de modulación para dar origen a las baterías que se instalara en los baños de los departamentos.

**f) Colocación de baterías**

Previo a la colocación de baterías se realiza la verificación de la segunda malla de acero para poder realizar el montaje de baterías de agua.

**g) Aseguramiento**

Se procede a levantar las mechas de los puntos de agua, así poder darle fijación y alineamiento.

**h) Prueba hidráulica**

La prueba hidráulica se realiza con una presión de 130 PSI, tiene como finalidad asegurar la ausencia de fugas, esta prueba es hecha una vez terminado de asegurar las baterías con un tiempo de 02 horas. La prueba deberá ser supervisada por el ingeniero de campo a cargo y el ingeniero de control de calidad para liberar y firmar el protocolo, el parámetro establecido que puede descender dicha prueba es 5 PSI.

### 3.17. Edificación.

#### a) **PROVISIÓN DE MATERIALES.**

Se debe proveer de los materiales e insumos necesarios para la ejecución de las instalaciones sanitarias de agua. El material es entregado al sub contratista a través de un vale de salida, para ser entregados en almacén al mismo, luego trasladarlo hasta el taller para su posterior modulación.



*Figura 46: Provisión de Materiales.*

Fuente: Consorcio DHMONT.

#### b) **USO DE TERMOSFUSORA.**

Previo al inicio de los trabajos con la termofusora este equipo debe conectarse a un punto de tomacorriente para calentar durante un lapso de 5 minutos para alcanzar una temperatura adecuada en un rango de 260° - 280°.



*Figura 47: Uso de Termofusora.*

Fuente: Consorcio DHMONT.

c) **HABILITADO.**

Se empieza con el corte de tuberías de acuerdo a las distancias requeridas indicadas en plano, las mismas que tienen un diámetro de 16, 20 y 25 mm, equivalente a  $\frac{1}{2}$ " y  $\frac{3}{4}$ " que son usados en el interior de los departamentos. Los cortes se realizan con una cortadora especial propia para este tipo de material (polipropileno) así evitar el exceso de rebaba y realizar una correcta fusión entre el accesorio y la tubería.



*Figura 48: Habilitado.*

Fuente: Consorcio DHMONT.



**d) UNIÓN DE ACCESORIOS.**

Introducir de manera simultánea el tubo y el accesorio en los respectivos dados de la termofusora, sosteniendo ambos en forma perpendicular. El tiempo de calentamiento varía de acuerdo al diámetro de tubería.

**Tabla 1**

*Unión de Accesorios*

<b>Diámetro Nominal (mm)</b>	<b>A.F (Diam. Pulg)</b>	<b>A.F (Diam. Pulg)</b>	<b>Tiempo de Calentamiento (seg)</b>	<b>Tiempo de Inserción (seg)</b>	<b>Tiempo de enfriamiento (min)</b>	<b>Penetración Tubos (mm)</b>
16	-	1/2	5	4	2	13
20	1/2	-	5	4	2	14
25	3/4	3/4	7	4	3	16
50	1 1/2	1 1/2	6	6	4	23
63	2	2	8	8	6	26
75	2 1/2	2 1/2	10	10	8	28
90	3	3	10	10	8	32

**e) INSPECCIÓN.**

Verificar la unión entre el accesorio y el tubo si este a sido introducido la distancia que indica las especificaciones técnicas de acuerdo a los diferentes diámetros de tubería, previo a la colocación y fijación en losa.

**f) COLOCACIÓN DE BATERÍAS.**

Las baterías son moduladas en taller, de forma que su instalación en campo es más fácil y rápida.

Las baterías son acarreadas hasta la zona de trabajo para ser ubicadas de acuerdo a los planos de instalaciones sanitarias.



*Figura 49: Colocación de Baterías.*

Fuente: Consorcio DHMONT.

**g) ASEGURAMIENTO.**

Terminado los trabajos de unión se fijan y aseguran las redes con alambre #16 para evitar el desplazamiento longitudinal de los puntos durante la colocación del concreto.

**h) PRUEBA HIDRÁULICA.**

Para la prueba hidráulica será necesario el uso de un balde de prueba, manómetro con escala graduable y una válvula de retención. Consistirá en saturar con agua las tuberías hasta alcanzar una presión de 130 PSI, el cual deberá mantenerse

durante 02 horas con una tolerancia en el descenso de 5 psi, para lo cual se asegurará que no existan fugas ni filtración en las fusiones.





*Figura 50: Prueba Hidráulica*

Fuente: Consorcio DHMONT.

#### **i) PROTOCOLO PARA PRUEBA HIDRÁULICA.**

Para el registro de la prueba hidráulica se utilizará un formato el cual será llenado por el ingeniero de campo y aprobado por el ing. de Control de Calidad.

En este protocolo se dejará constancia del cumplimiento de todos los parámetros requeridos para una instalación de calidad, conforme a los estándares establecidos. Así mismo el técnico encargado de la sub contrata en presencia del ingeniero indicará la hora, fecha y presión con que se deja el manómetro de prueba previo a la colocación de concreto.


Smart Supervisores		PROTOCOLO DE PRUEBA HIDRAULICA - AGUA				 Código: KMONT.SG.C.036 Revisión: 6 Fecha: 09/07/2021 Página: 1 de 2					
		INSTALACIONES AGUA FRIA Y CALIENTE (PRE VACIADO <input type="checkbox"/> PRE ACABADOS <input type="checkbox"/> )									
OBRA: CIUDAD SOL DE COLLIQUE TORRE:		PISO:		PLANDS A UTILIZAR:		REGISTRO N°:					
<b>SECTOR 1</b>				<b>SECTOR 2</b>							
1. REVISION EN PLACAS			FECHA:		1. REVISION EN PLACAS			FECHA:			
Descripción		Dpto.	Dpto.	Dpto.	Dpto.	Descripción		Dpto.	Dpto.		
A. Conformidad con las medidas en el diámetro y tipo de material de las tuberías (Agua Fria y Agua Caliente)						A. Conformidad con las medidas en el diámetro y tipo de material de las tuberías (Agua Fria y Agua Caliente)					
B. Conexión resudimiento y fijación de tuberías en acero de placas						B. Conexión resudimiento y fijación de tuberías en acero de placas					
C. Verificación de altura y distancia de pros y válvulas de agua						C. Verificación de altura y distancia de pros y válvulas de agua					
D. Conexión alineamiento de salida para llaves						D. Conexión alineamiento de salida para llaves					
E. Seguridad y limpieza en la zona de trabajo (estritores)						E. Seguridad y limpieza en la zona de trabajo (estritores)					
F. Conexión resanes de puntos de instalación, sin afectar a otras partidas (aero, IG y IEE)						F. Conexión resanes de puntos de instalación, sin afectar a otras partidas (aero, IG y IEE)					
G. Conformidad con el procedimiento						G. Conformidad con el procedimiento					
2. REVISION EN LOSA			FECHA:		2. REVISION EN LOSA			FECHA:			
Descripción		Dpto.	Dpto.	Dpto.	Dpto.	Descripción		Dpto.	Dpto.		
H. Conexión ubicación de las salidas de pros y válvulas de agua						H. Conexión ubicación de las salidas de pros y válvulas de agua					
I. Verificación de union y buen estado del material empleado						I. Verificación de union y buen estado del material empleado					
J. Conexión modulación y diámetro de tuberías de acuerdo al plano						J. Conexión modulación y diámetro de tuberías de acuerdo al plano					
K. Seguridad y Limpieza en la zona de trabajo						K. Seguridad y Limpieza en la zona de trabajo					
3. PRUEBA HIDRAULICA				STATUS:		3. PRUEBA HIDRAULICA				STATUS:	
Fecha:		N° de Calibración		Fecha:		N° de Calibración		Fecha:		N° de Calibración	
H. inicio:	Presión Inicial (PSI):	H. final:	Presión Final (PSI):	H. inicio:	Presión Inicial (PSI):	H. final:	Presión Final (PSI):	H. inicio:	Presión Inicial (PSI):	H. final:	Presión Final (PSI):
DN. de presión:	Pasa a 2da Prueba:			DN. de presión:	Pasa a 2da Prueba:			DN. de presión:	Pasa a 2da Prueba:		
Presión Inicial (PSI):		Presión Final (PSI):		Presión Inicial (PSI):		Presión Final (PSI):		Presión Inicial (PSI):		Presión Final (PSI):	
Subcontratista:				Subcontratista:		Subcontratista:				Subcontratista:	
Supervisor de Campo:				Supervisor de Campo:		Supervisor de Campo:				Supervisor de Campo:	
Coordinador de Calidad:				Coordinador de Calidad:		Coordinador de Calidad:				Coordinador de Calidad:	
<b>SECTOR 3</b>				<b>SECTOR 4</b>							
1. REVISION EN PLACAS			FECHA:		1. REVISION EN PLACAS			FECHA:			
Descripción		Dpto.	Dpto.	Dpto.	Dpto.	Descripción		Dpto.	Dpto.		
A. Conformidad con las medidas en el diámetro y tipo de material de las tuberías (Agua Fria y Agua Caliente)						A. Conformidad con las medidas en el diámetro y tipo de material de las tuberías (Agua Fria y Agua Caliente)					
B. Conexión resudimiento y fijación de tuberías en acero de placas						B. Conexión resudimiento y fijación de tuberías en acero de placas					
C. Verificación de altura y distancia de pros y válvulas de agua						C. Verificación de altura y distancia de pros y válvulas de agua					
D. Conexión alineamiento de salida para llaves						D. Conexión alineamiento de salida para llaves					

Figura 51: Formato Protocolo de Prueba Hidráulica

Fuente: Consorcio DHMONT.

PROTOCOLO DE PRUEBA HIDRAULICA					
Instalaciones AGUA FRIA Y CALIENTE (PRE VACIADO) <input type="checkbox"/> PRE ACABADOS <input type="checkbox"/>		PLANOS A UTILIZAR:		REGISTRO N°	
SECTOR 1			SECTOR 2		
FECHA:			FECHA:		
DESCRIPCION			DESCRIPCION		
Obras			Obras		
1. Correcta ubicación de las cañerías de agua fría y caliente de agua.			1. Correcta ubicación de las cañerías de agua fría y caliente de agua.		
2. Verificación de uniones y buen estado del material empleado.			2. Verificación de uniones y buen estado del material empleado.		
3. Correcta modelación y diámetros de tuberías de acuerdo al plano.			3. Correcta modelación y diámetros de tuberías de acuerdo al plano.		
4. Seguridad y limpieza en la zona de trabajo.			4. Seguridad y limpieza en la zona de trabajo.		
2. PRUEBA HIDRAULICA			2. PRUEBA HIDRAULICA		
STATUS:			STATUS:		
Fecha:		N° de Calibración:		Fecha:	
H. Inicio:	Presión Inicial (PSI)	H. Final:	Presión Final (PSI)	H. Inicio:	Presión Inicial (PSI)
Tiempo de prueba:	Presión Final (PSI)	Tiempo de prueba:	Presión Final (PSI)	Tiempo de prueba:	Presión Final (PSI)
Subcontratista:			Subcontratista:		
Supervisor de Campo:			Supervisor de Campo:		
Coordinador de Calidad:			Coordinador de Calidad:		

Figura 52: Protocolo de Prueba Hidráulica.

Fuente: Consorcio DHMONT.

### 3.18. Acabados. RECURSOS

#### Mano de obra.

- 01 operario.
- 01 oficial.
- 02 Peón.

#### Materiales.

- Grifería de lavatorio de manos.
- Caño jardinero.
- Grifería pico de ganso.
- Ducha teléfono.

#### HERRAMIENTAS.

- Alicata.
- Pico de pato.
- Desarmador.

### **PROVISIÓN DE MATERIALES.**

Se provee los materiales e insumos necesarios para la ejecución de acabados sanitarios en la partida de instalaciones sanitarias de agua. El material es entregado al sub contratista a través de un vale de salida, para ser entregados en almacén al mismo, luego trasladarlo hasta el punto de instalación.

### **INSPECCIÓN.**

Previo a realizar la instalación de las griferías, se verifica el correcto montaje de aparatos sanitarios, para poder proceder con la instalación de griferías.

### **HABILITADO.**

El material debe encontrarse ubicado en el punto de su instalación, previo a su instalación se debe armar y ajustar sus accesorios para rápida y eficaz instalación.

### **COLOCACIÓN DE GRIFERÍAS.**

Se realiza la instalación de griferías previa verificación del aparato sanitario que este se encuentre fijo y anclado.



*Figura 53: Colocación de Grifería.*

Fuente: Consorcio DHMONT.

### **PRUEBA DE FUNCIONALIDAD.**

Todos los equipos y accesorio previo a la entrega de departamentos son sometidos a presión constante de agua para asegurar su correcta funcionalidad.

### **OCURRENCIAS DE OBRA.**

- El proveedor no atiende a la fecha coordinada los materiales.
- Personal de partidas diferentes (encofrado, acero, concreto) rompe las tuberías de Agua.
- Cruce de los puntos de agua con escantillón del encofrado, lo cual genera reubicación de puntos.
- Una de las líneas de tuberías se instala embebido en afirmado para evitar disminuir sección de concreto en peralte de platea.

- Ante la falta de alineamiento y aseguramiento los puntos de salida de agua quedan fuera de trazo.
- La falta de recubrimiento en las instalaciones, afecta en el proceso de solaqueo.
- Dados del equipo de termo fusión deben estar en óptimas condiciones, para asegurar la correcta fusión entre tubería y accesorio.
- Los accesorios (tubo de abasto, manguera de ducha teléfono, griferías) deben estar bien ajustados para evitar fugas de agua.

### **INCIDENCIA EN CAMPO.**

- Coordinación de los tiempos necesarios con la partida de acero para desarrollar las actividades en malla vertical y losa.
- Cuidar las baterías de agua durante la colocación de concreto ante una posible rotura.
- Cambio de sentido de encofrado, altera el avance diario.
- Programación de tiempo con torre grúa para izar baterías de agua a niveles superiores.
- Partida de encofrado golpea y rompe los recorridos de agua durante el cerramiento de muro.
- Piñador perfora distribución de recorridos de agua.
- Desplazamiento de acero en muro vertical genera tuberías expuestas.

### **LECCIONES APRENDIDAS.**

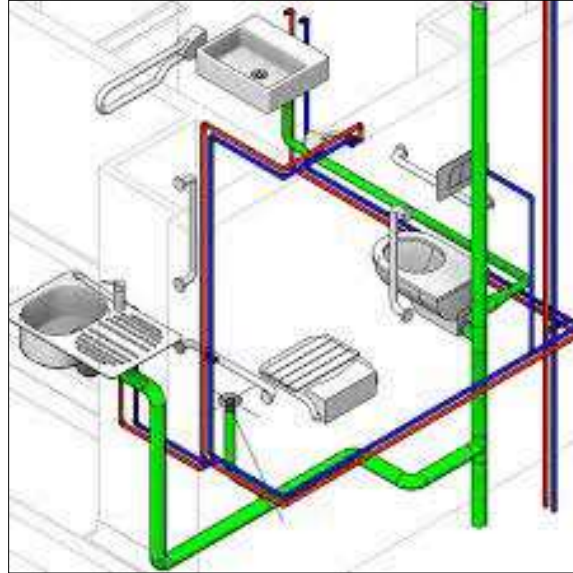
- Trasladar los materiales con equipo pesado (telehanter) para optimizar tiempos.
- Desarrollar la modulación de baterías en un lugar libre donde no haya interferencia de personal de otras partidas (acero, encofrado)
- Tapar los puntos de agua principalmente las derivaciones para evitar se llenen de basura o cualquier otro objeto que genere obstrucción.

- Recorrido de los puntos debe ser por dentro de malla doble de acero, para asegurar recubrimiento.
- Relleno inoportuno de puntos post vaciado genera corrosión del acero.
- Modulación previa en taller ayuda a optimizar tiempo durante la instalación.
- Válvulas generales deben ser instaladas en tiempo oportuno para evitar daños.
- Verificar accesorios previos a su instalación, ocurre que estos tienen fallas de fábrica.
- Proteger accesorios para evitar ralladuras y sean rechazados durante la entrega de departamentos.

### **3.19. Diseño de Instalaciones Sanitarias**

Para Castillo, L. (2014), las instalaciones sanitarias “son consideradas como sistemas conformados por un conjunto de tuberías, accesorios, equipos y otros elementos, que tienen por finalidad conducir fluidos para ser utilizados en las edificaciones y residuos para extraerlos de las mismas. Su objetivo fundamental es contribuir a la salud e higiene del hombre.” (p. 6).

Por ende, se puede que decir que las instalaciones sanitarias son un conjunto de tuberías, equipos y accesorios que ayudan al abastecimiento de agua y la eliminación de aguas residuales de una edificación con el fin de proteger la salud de las personas.



*Figura 54: Diseño de Instalaciones Sanitarias*

Fuente: Ideco.pe

Para DyS Edificaciones (2018), Las instalaciones sanitarias “son todo el conjunto de tuberías de agua fría, agua caliente, desagües, ventilaciones, cajas de registro, aparatos sanitarios, entre otros, que sirven para abastecernos de agua potable y eliminarla a través de los desagües. Para la instalación del medidor de agua se debemos comunicarnos y solicitar a la empresa que suministra el agua, como Sedapal en el caso de Lima.” (párr. 2).

Así mismo se utilizan muchos elementos o aparatos sanitarios que la mayoría de los casos son mecánicos o incluso son elementos combinados que complementan a las instalaciones sanitarias para lograr un adecuado suministro de agua potable y evacuación de desechos sólidos.

Para el Ministerio de Desarrollo Social de Argentina (2015), “es el sistema de tuberías, dispositivos (válvulas, sanitarios, calefones, termotanques, etc.) así como equipos, instalados en los espacios físicos asistenciales para el abastecimiento de agua potable y el desagüe de aguas servidas y de lluvia.” (p. 10).



Para Ladezma, D. (2015), “es el conjunto de tuberías, equipos y accesorios que se encuentran dentro del límite de propiedad de la edificación y que son destinados a suministrar agua libre de contaminación y a eliminar el agua servida.” (párr. 2).

Para Guzmán, C. (2015), El diseño de instalaciones sanitarias “es conseguir un buen funcionamiento de la instalación para evitar un excesivo y costoso mantenimiento correctivo. El mantenimiento preventivo es fundamental.”

Lo fundamental del diseño de las instalaciones sanitarias es que cumpla con el funcionamiento para conseguir un costo óptimo y así evitar constantes reparaciones durante y después de la instalación.

Para Agnieszka, Ż. y Zbigniew, S. (2013), el diseño de instalaciones sanitarias “water supply systems are basic installations used in almost all buildings. Water supplying the internal systems is delivered from the water distribution networks or from individual water intakes. They are the complicated systems containing many elements like water intake, pump stations, water.” (p. 16).

Los aparatos sanitarios son elementos que están formadas por diferentes tipos de piezas con el fin de ayudar a la higiene personal. Estos aparatos están diseñados con una entrada de agua potable para la limpieza o funciones particulares y una salida para la evacuación a aguas usadas (Rodríguez, A., 2013, p. 3).

### **a. Instalación de agua fría**

Para Guzmán, C. (2015), El diseño de instalaciones sanitarias “es conseguir un buen funcionamiento de la instalación para evitar un excesivo y costoso mantenimiento correctivo. El mantenimiento preventivo es fundamental.”

Lo fundamental en las instalaciones de agua fría es que se haga un adecuado diseño para obtener un adecuado sistema de agua potable en la edificación, de tal manera que el sistema cumpla con la calidad y cantidad de agua que se requiere utilizar para los propietarios de dicho lugar.

Así mismo (Rodríguez, 2013, pág. 33) indica que para alimentar la red interior desde la red municipal se construye lo que comúnmente se conoce como instalación domiciliaria, que va desde la tubería de abastecimiento público hasta el medidor de consumo o contador. Hay dos tipos de alimentación de una red: un sistema de alimentación directa y un sistema de alimentación indirecta.

- Sistema de alimentación directa

En sistema ocurre cuando la red municipal de acueducto surte directamente la edificación, sin necesidad de equipos auxiliares. Este sistema se utiliza cuando la presión de servicio es superior o igual a la necesitada para la alimentación de cada aparato de la edificación.

- Sistema de alimentación indirecta

- o Tanque elevado

Para la utilización de este sistema, el agua ha debido llegar previamente a un tanque de almacenamiento o deposito elevado. Esto se hace por alimentación directa desde la red municipal en edificaciones que no exceden los cuatro pisos; en edificaciones de cinco o más pisos, por medio

mecánicos como bombas (que succionan agua de un tanque inferior auxiliar, ya que no se puede conectar una bomba directamente a la red municipal), se hace llegar el agua al tanque, este sistema es muy utilizado en edificación de tales características. (Rodríguez, A. 2013, p. 81)

o Sistema hidroneumático

Según (Rodríguez, A. 2013, p. 82). Este sistema suministra directamente presión al agua de la red interior o a una parte de ésta, sin necesidad de tener un tanque elevado En este sistema, el elemento principal es el tanque de presión (tanque hidroneumático), que puede ser horizontal para los casos en que se necesite tal sistema para trabajos pesados, o un tanque vertical para trabajos más livianos.

Estos equipos se utilizan básicamente de dos modos:

- Como equipo único e independiente para el suministro a la red interior.
- Como equipo auxiliar para la red interior (parte de la red o toda la red)
- Sistema de presión constante:

El sistema tiene como propósito de abastecer agua potable directamente a los puntos de salida de agua de la red interior de una forma eficiente en el caudal a pesar de la variabilidad en las demandas.

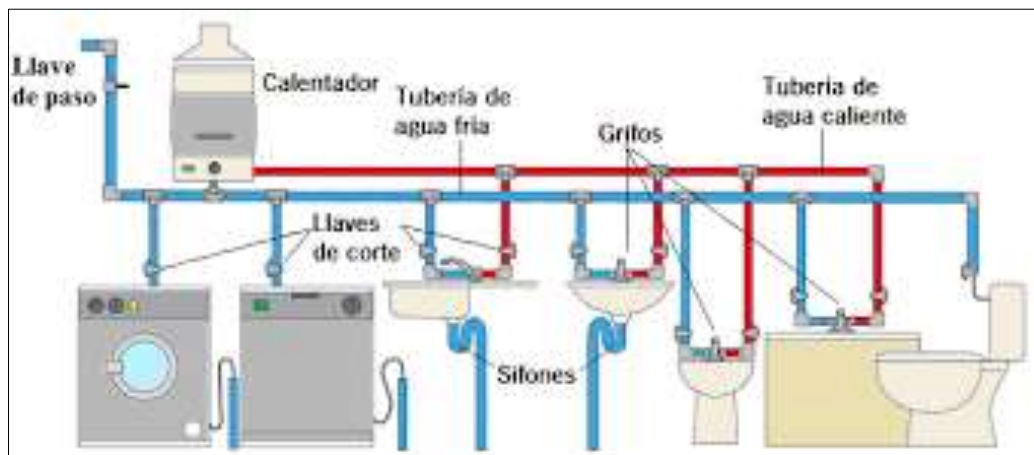
Este sistema ha reemplazado a los demás sistemas, puesto que ya no se necesita utilizar tanques elevados para la suministración de agua, solo bastaría succionar el agua de un almacenamiento de la parte de abajo y bombear el agua por la red hasta cada punto de salida que

están ubicados los aparatos sanitarios en la edificación. se puede utilizar una o varias bombas dependiendo de la demanda que se requiera. el sistema (Rodríguez, A. 2013, p. 82)

### **b. Instalación de agua caliente**

El sistema de agua caliente requiere otros tipos elementos, como tubos y accesorios para la administración de agua en el hogar.

Estos elementos tienen características diferentes a los elementos que se utilizan para la red de agua fría, ya que es fundamental saber para evitar futuros accidentes (Ministerio de Educación, 2008, p. 9).



*Figura 55: Instalación de Agua Fría y Agua Caliente.*

Fuente: Pinterest.com.

En muchos casos, el agua caliente es muy importante para un hogar ya que se puede utilizar para el aseo personal como para usos de limpieza. Para ese tipo de instalación es necesario saber las características de los materiales que se va utilizar para evitar accidentes que dañen el funcionamiento de la red.

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2012). Indica que las instalaciones de agua caliente deberán contar con los siguientes requisitos:

- Para las instalaciones de agua caliente es muy necesario que el equipo que producirá el agua caliente se ubique en un espacio seguro e independiente para impedir accidentes y complacer las necesidades que se requiere.

- Deberán instalarse dispositivos destinados a controlar el exceso de presión de los sistemas de producción de agua caliente. Dichos dispositivos se ubicarán en los equipos de producción, o en las tuberías de agua fría o caliente próximas a él, siempre que no existan válvulas entre los dispositivos y el equipo; y se graduarán de tal modo que puedan operar a una presión de 10% mayor que la requerida para el normal funcionamiento del sistema.

- Deberá instalarse una válvula de retención en la tubería de abastecimiento de agua fría. Dicha válvula no podrá ser colocada entre el equipo de producción de agua caliente y el dispositivo para controlar el exceso de presión.

- Es necesario controlar el exceso de temperatura que producirá los equipos de agua caliente.

- Los escapes de vapor o agua caliente, provenientes de los dispositivos de seguridad y control, deberán disponerse en forma indirecta al sistema de drenaje, ubicando los sitios de descarga en lugares que no causen accidentes.

- El sistema de alimentación y distribución de agua caliente deberá contar con válvulas de interrupción como mínimo en los siguientes puntos:

o Después del punto de salida del calentador, en el ingreso de agua fría y salida de agua caliente. o En los servicios sanitarios.

### c. Instalaciones de agua contra incendios.

Según la Revista Seguridad Minera (2013) indica: Las instalaciones de protección contra incendios en determinados tipos de edificios requieren almacenamiento y distribución de agua hasta puntos cercanos a las zonas habitadas para su uso, en caso de un posible fuego accidental. (párr. 1).



*Figura 56: Instalación de Agua Contra Incendio.*

Fuente: Alhisac Perú.

Es necesario que toda edificación cuente con un sistema de agua contra incendio para evitar tragedias humanas. Pero este sistema debe contar con puntos de salidas en los ambientes para actuar rápido en caso de un accidente.

Según Casquet, J. (2015) considera que: el abastecimiento de agua contra incendios al conjunto de equipos y elementos diseñados para garantizar las necesidades hidráulicas que puedan requerir los sistemas de extinción de un establecimiento. (p. 5)

Así mismo (Casquet, 2015, p. 5) menciona un conjunto de componentes para el abastecimiento:

- Fuente de agua o de alimentación

El agua es el agente extintor más común. Es por ello, que el agua que se va a utilizar este reservada en su almacenamiento para permitir el adecuado funcionamiento del sistema contra incendios de una forma eficiente. La reserva es el producto del tiempo de autonomía por el caudal que es debidamente calculado, esto es  $V[m^3] = Q[m^3/h] \times T[h]$ .

- Red general de incendio o de distribución

La red general está compuesta de tuberías y válvulas debidamente dimensionadas que conducen el agua desde la cisterna de agua almacenada, o sistema de impulsión en caso de ser necesario, hasta los elementos de control de los sistemas de extinción. En el argot del PCI, lo llamamos colector general de alimentación.

- Sistema de impulsión

El sistema de agua contraincendios está formado por un grupo de bombeo (también llamados grupos de presión), aunque también se podría obtener la presión necesaria por depósitos de presión con cámara de aire [...].

#### **d. Instalaciones de desagüe**

Es un sistema compuesto por tuberías y accesorios de PVC con el objetivo que las aguas usadas (aguas servidas) de cada punto de desagüe de los ambientes (baños, duchas, cocina, etc.) se unan a una tubería principal para evacuar dichas aguas a una caja recolectora y posteriormente a la red pública (Ministerio de Educación, 2008, p. 10). Son tuberías que nos ayudan a desechar las aguas que ya hemos utilizados, desde un punto de un ambiente hasta la red colectora pública. El sistema de desagüe tiene como finalidad retirar las aguas utilizadas de cada aparato que están ubicados en ciertos ambientes de lugar. además, deberá contar con los materiales y equipos correspondientes y necesarios para el buen funcionamiento de la red, incluso tener en cuenta la pendiente correcta y la caja de registro para futuras reparaciones en caso atoros u obstrucciones (Mariani, 2008, p. 31).





*Figura 57:* Instalaciones de Desagüe.

Fuente: el oficial.ec

Para toda red de tubería de desagüe se deberá tener en cuenta las dimensiones y el tipo de material que se desea utilizar considerando el sistema, para tener un funcionamiento eficaz y así evitar futuras reparaciones.

El sistema de desagüe inicia desde los puntos de salida de cada aparato ubicados en la cocina, baño, lavandería, etc. hacia el exterior de la vivienda evacuando las aguas residuales de una forma eficiente (Rodríguez y Hasan, 2008 p. 39).

El sistema se divide dos subsistemas:

- Subsistema primario: elimina las llamadas "aguas negras" que provienen de los aparatos primarios.
- Subsistema secundario: elimina las llamadas "aguas blancas" que generan los aparatos secundarios.

### 3.2. Costo.

Según Marulanda, O. (2009) define costo como: Costo es todo desembolso, pasado, presente o futuro, que se involucra al proceso de producción, cuyo valor queda incluido en los productos y contablemente se observa en los inventarios (desembolso capitalizable). (p.7).

Por otro lado, (Marulanda, 2009, p. 13) clasifica costo:

- **Costos directos**, son los que se identifican plenamente con una actividad, proceso o producto.
- **Costos indirectos**, son los que, por su naturaleza o posibilidad de identificación no es posible asignarlo a un solo proceso, producto o departamento.

El costo se puede definir como toda inversión en recursos y actividades que nos proporciona un beneficio. esto incluye el pago de mano de obra, insumos, administrativos, producción, etc. Es el desembolso de dinero, en el sentido financiero, para conseguir algún bien o servicio para satisfacer nuestra necesidadp. (Jiménez, 201, p.11).

Para Parsons (2015), el costo “are the costs that can be completely attributed to the production of a specific product or service. These costs include the direct expenses for materials used to create the product and potentially any labor costs that are exclusively used to create the product”. (párr. 1).

Para la Revista EL Buzón de Pacioli (2014), el “costo se define como el sacrificio incurrido para adquirir bienes o servicios con el objeto de lograr beneficios presentes o futuros. Al momento de hacer uso de estos beneficios, dichos costos se convierten en gastos. Algunas veces, la palabra

costo se usa como sinónimo de la palabra gasto, por lo que es importante utilizarlas correctamente.” (p. 8).

#### **a. Mano de obra.**

La mano de obra directa (MOD) es parte de los elementos del costo y comprende toda remuneración (horas extras, salario, prestaciones sociales, auxilio de transporte, incentivos, etc.) a los trabajadores que intervienen directamente en la transformación de los productos (Marulanda, 2009, p. 11).

Según Marulanda, O. (2009) sostiene que: la mano de obra indirecta es toda contra remuneraciones (horas extras, salario, prestaciones sociales, auxilio de transporte, incentivos, etc.) al personal de producción diferente de los operarios (gerente de producción, jefe de planta, electricistas, supervisores, ingeniero industrial, secretarias, supernumerarios, personal de mantenimientos, mecánicos, celadores, todos de producción.) (p. 11).

Según De Solminihac, H. (2018) indica que: Una parte importante de estos costos es el correspondiente a la mano de obra. Este costo varía obviamente según las diferentes especialidades (profesionales, personal técnico, capataces, jornales, etc.) y están sujetos a las habilidades, conocimientos, exigencia física y la situación del mercado laboral. (párr. 2)

#### **b. Materiales**

Según Arauco (2015) sostiene que: Los materiales que se usan para las instalaciones de las redes hidráulicas son:

- PVC: tanto para agua fría y caliente



*Figura 58:* Tuberías PVC.

Fuente: Iagua.es

- Polipropileno.



*Figura 59:* Tuberías PPR.

Fuente: Tuvalrep

- Polietileno, rígido o flexible.

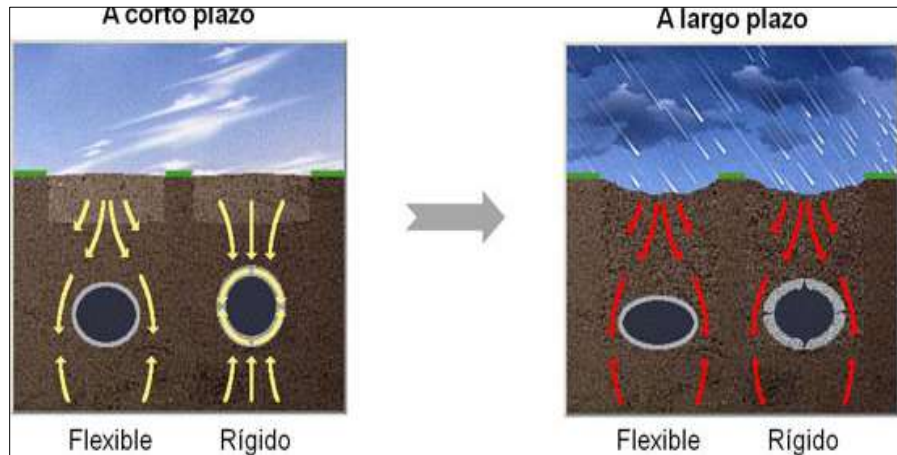


Figura 60: Polietileno, Rígido y Flexible.

Fuente: iagua.es

- Cobre, que ahora ya no es muy utilizables en las instalaciones.



Figura 61: Tubería de Cobre.

Fuente: Tuvalrep

Los materiales PVC, Polipropileno, Polietileno y cobre tienen diferentes características, precios y forma de (soldadura, adhesivos, termofusión o accesorios de acoplamiento). Además, estos materiales mencionados deberán contar con propiedades como la resistencia a la temperatura, durabilidad y aislamiento térmico.

Hoy en día se está utilizando variedad de redes de tuberías, que nos permite escoger según nuestro criterio. Estas variedades de redes de tubería dan facilidades de construcción, además por sus propiedades da ventajas para su uso y mantenimiento.

Según Rodríguez, A. (2013) hace años, las tuberías para las instalaciones de una edificación eran hechas con hierro galvanizado; esto ha venido cambiando. Hoy en día el material más utilizado, teniendo en cuenta su bajo costo y la facilidad en su instalación, es el PVC (cloruro de polivinilo) y el CPVC (cloruro de polivinilo clorado). (p. 31)

Los materiales de las instalaciones sanitarias para una edificación han sufrido cambios importantes para mejorar su calidad. Como son las redes de tubería, en el pasado se utilizaba hierro galvanizado que a través del tiempo generaba problemas en la eficacia del sistema. Ahora se viene utilizando PVC o CPVC que son tuberías especiales para agua caliente y agua fría, además cuenta con propiedades que permite tener más tiempo de vida útil.

### **c. Equipos**

Los equipos que se va utilizar para el calentamiento de agua caliente en las viviendas deberán estar ubicados en un lugar adecuado donde no pueda causar molestia por ruidos molestos o malos olores.

Los equipos de calentamiento y almacenamiento de agua caliente se deberán diseñar con dispositivos de seguridad para evitar la explosión por sobrecalentamiento. Se ubicarán en lugares donde no causen molestias por ruido o malos olores y de fácil acceso para su alimentación y mantenimiento (Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2015, p. 3).

Se debe tener en cuenta el lugar de ubicación de los equipos de bombeo para evitar daños graves en el momento que ocurra un accidente, además para realizar el mantenimiento correspondiente del equipo que se va a utilizar.

Además, para el eficiente funcionamiento de las instalaciones sanitaria se deberá utilizar equipos de bombeos dependiendo el tipo de sistema que se ejecutará, los equipos de bomba se pueden clasificar en:

- Electrobombas: son las de mayor uso y obviamente ubicadas en áreas donde haya corriente eléctrica.
- Motobombas: estos equipos se utilizan cuando no existe en el área o no se quiere utilizar corriente eléctrica. Mayormente se utiliza para limpieza de cisternas, operaciones de riego o limpieza de tanques sépticos.
- A vapor: son especiales para uso industrial.

En las instalaciones sanitarias es indispensable el uso de un sistema que cuenta con equipos de bombeo, permitiendo que el agua llegue a cada parte de la edificación debido a la altura existente y así satisfacer las necesidades de cada propietario.

## CAPÍTULO IV. RESULTADO

En el Resumen Ejecutivo se tiene el porcentaje de cumplimiento en cada uno de los indicadores, el área de Calidad tiene como meta de 95% de cumplimiento

**Tabla 2**

*Cumplimiento de los Indicadores*

INDICADORES DE GESTION DE SEGURIDAD	ABRIL	MARZO
01. ASEGURAR - Índice de RFI'	98%	98%
02. ASEGURAR - Índice de Certificados de Calidad	92%	61%
03. ASEGURAR - Índice de Calibraciones	88%	60%
04. ASEGURAR - Índice de Capacitaciones	100%	100%
05. CONTROLAR - Protocolos	82%	82%
06. VERIFICAR - VPO	76%	94%
07. VERIFICAR- Índice de Concreto		100%

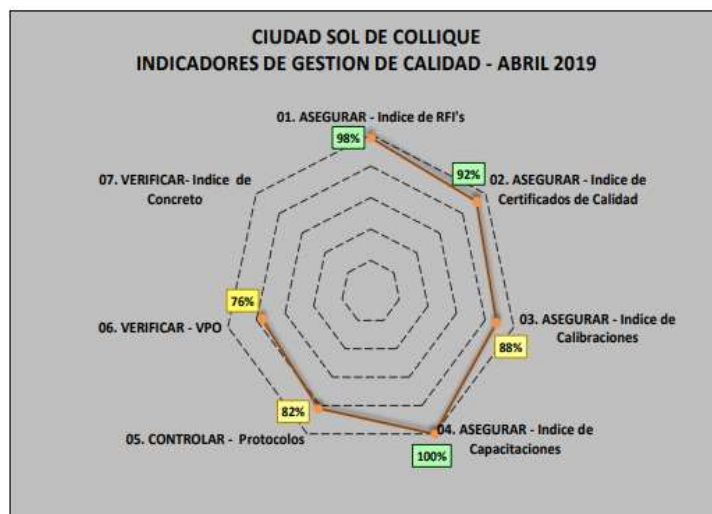


Figura 62: Indicadores de Gestión de Calidad.

Fuente: Consorcio DHMONT.



#### **4.1. Aseguramiento de calidad**

Posterior a la planificación, realizada por la producción de obra, el área de calidad deberá de revisar, coordinar y validar los procesos que se realizarán en el proyecto, asegurando las actividades antes de poder realizarlas.

La información y recursos a asegurar son los siguientes:

- Las especificaciones técnicas
- La mano de obra
- Los materiales
- Los equipos y Herramientas, sean revisadas para el inicio de la partida.

##### **A. Índice de RFI's**

Este indicador evidencia el porcentaje de cumplimiento del reporte de RFI enviado al área de proyectos. La finalidad de este reporte es de:

- 1) Identificar las incompatibilidades,
- 2) Faltas de Información,
- 3) Recomendaciones
- 4) consulta

**Tabla 3**

*Resumen*

<b>Status de RFI</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% de Cumplimiento</b>
Levantado con Plano	31	
Levantado sin Plano	15	98%
Por responder	0	
En Proceso	1	2%
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>100%</b>

**B. Cuadro N°01: Resumen de RFI's**

En la actualidad, se puede evidenciar en el cuadro N°01 que se han emitido 47 reportes de RFI, de las cuales sólo 1 está en proceso, que será entregado en el transcurso del mes de abril, teniendo un indicador de 98% de cumplimiento. (Cuadro n°1)

**C. Índice de Certificados de Calidad**

Este indicador evidencia el porcentaje de cumplimiento de los Certificados solicitados al área correspondiente. La finalidad de este indicador es asegurar que los materiales estén dentro del estándar solicitado.

**Tabla 4**

*Índice de Certificados de Calidad*

<b>Pendiente</b>	Materiales que no tienen Certificado de Calidad	72	7.85%
<b>Levantado</b>	Materiales que si cuentan con certificado de Calidad	845	92.15%
<b>Total</b>		917	100%



*Figura 63: Control de Certificados de Calidad.*

Fuente: Consorcio DHMONT.

En la actualidad, se puede evidenciar que en la figura 60 se recepciono 917 certificados de calidad, teniendo un 92% de cumplimiento en el mes de abril.

**D. Índice de Calibraciones**

Este indicador evidencia el porcentaje de cumplimiento de los Equipos Calibrados que fueron solicitados al área correspondiente. La finalidad de este indicador es asegurar que los equipos cuenten con las calibraciones y/o mantenimientos necesarios para un óptimo resultado.



Figura 64: Control de Calibraciones de Equipos por Partidas.

Fuente: Consorcio DHMONT.

En la figura N° 02 se puede evidenciar un progreso con respecto a la calibración de los equipos.

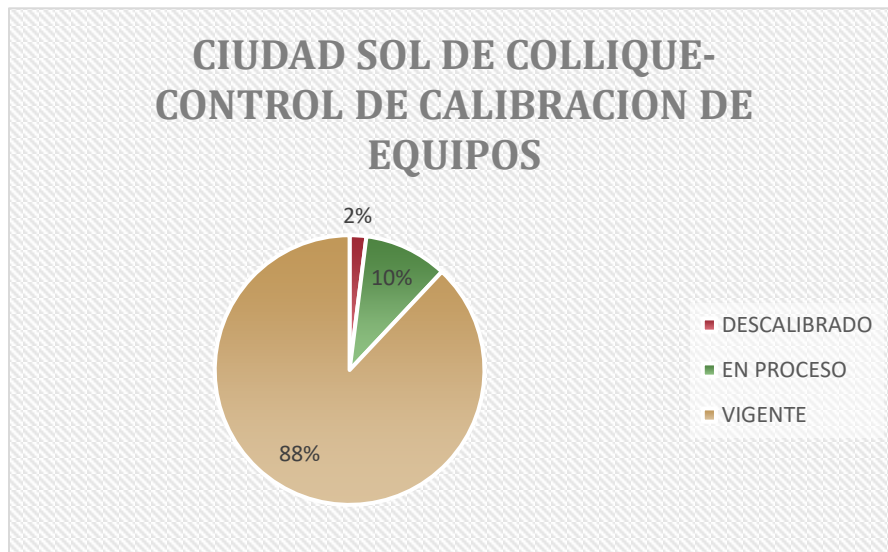


Figura 65: Control de Calibración de Equipos.

Fuente: Consorcio DHMONT.

Se evidencia un 88% de cumplimiento en el mes de abril.

### E. Índice de Capacitaciones

Este indicador evidencia el porcentaje de cumplimiento de las capacitaciones dictadas en obra que fueron solicitados por el Área de producción. La finalidad de este indicador es asegurar que los nuevos trabajadores conozcan el sistema de gestión.

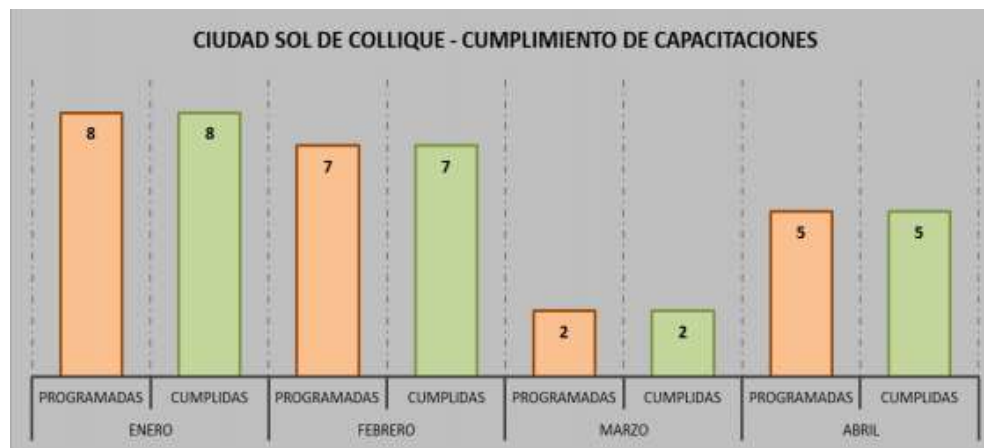


Figura 66: Cumplimiento de Capacitaciones.

Fuente: Consorcio DHMONT.

En el gráfico N°04 se evidencia el cumplimiento de estas charlas es de 100%, éste solo abarca la charla de inducción de calidad, la cual es pre-requisito de ingreso de personal. Para el mes de mayo se ha programado 5 charlas específicas, el cual se coordinará con las áreas correspondientes.

### 4.2. Control de calidad

El Control de Calidad son todos los mecanismos, acciones, herramientas realizadas para detectar la presencia de errores; esto se realiza en todo el proceso de la ejecución de una

partida; cualquier incumplimiento de las especificaciones enviadas por el cliente, se denomina observaciones y estas son levantadas antes de terminar un proceso.

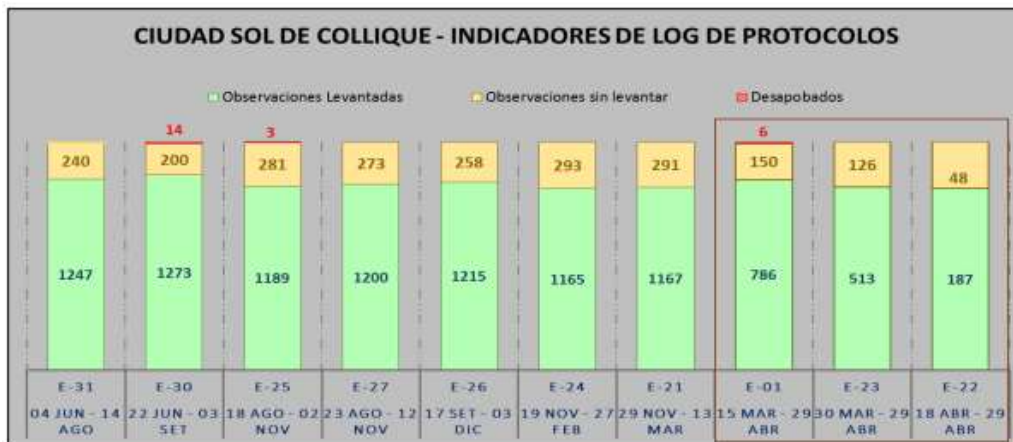


Figura 67: Indicadores de Log de Protocolos - Por Torre.

Fuente: Consorcio DHMONT.

En el gráfico N°05, se verifica el estatus de puntos de inspección libre de observaciones, y los puntos de inspección con observaciones.

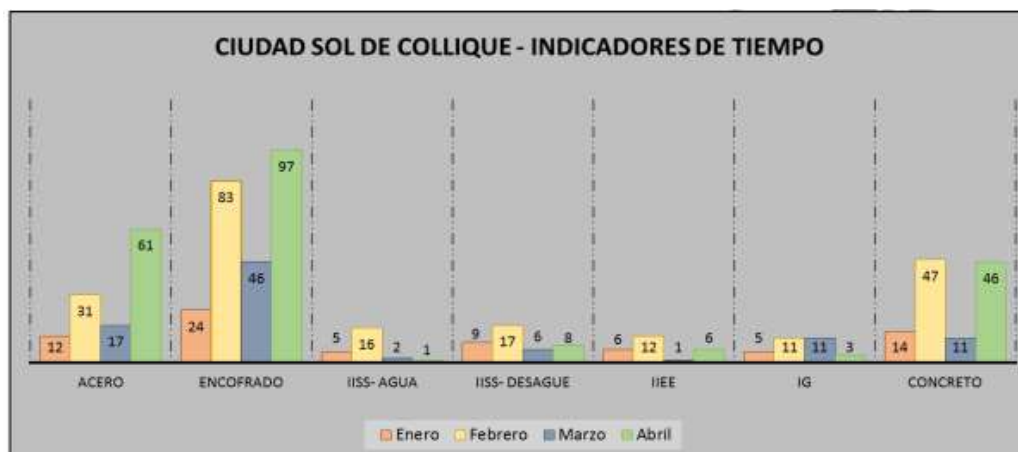
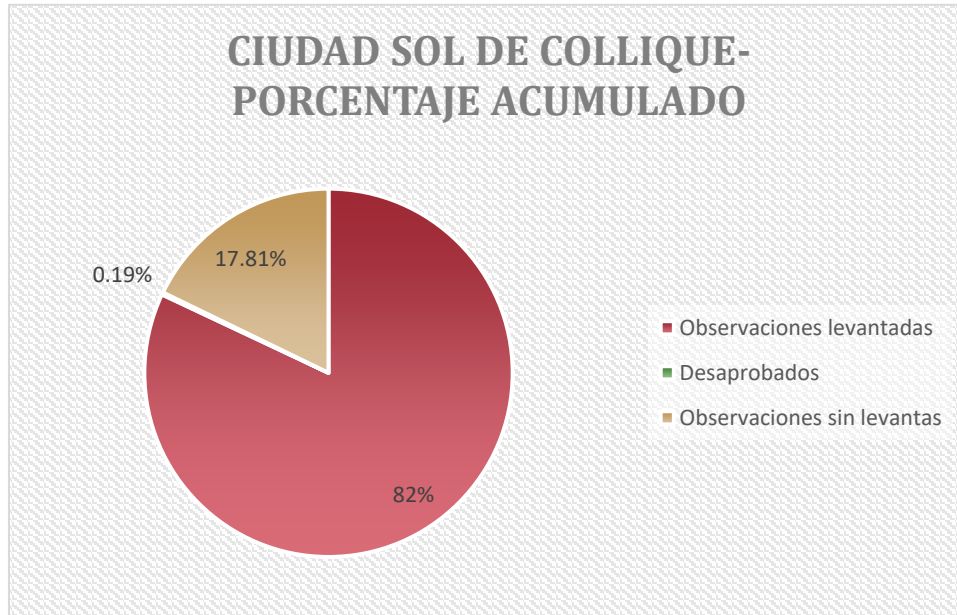


Figura 68: Indicadores de Log de Protocolos - Por Tiempo.

Fuente: Consorcio DHMONT.



*Figura 69:* Indicadores de Log de Protocolos.

Fuente: Consorcio DHMONT.

### 4.3. Verificación de calidad

Luego de haber analizado un proceso en el proyecto, es importante Verificar que el trabajo cumpla con las Especificaciones Técnicas solicitadas por el cliente, en este caso utilizamos la VALIDACION DE PROCESOS.

#### A. VPO (Validación de Proceso de Obra)

Una vez finalizado el proceso de desencofrado, se procede a realizar la Verificación en el reporte de VPO en el cual se registra las no conformidades, como las que son:

- Cangrejeras
- Segregaciones
- Desplomes
- Correcto recubrimiento de acero

- Correcto recubrimiento de tuberías
- Nivelación de losa

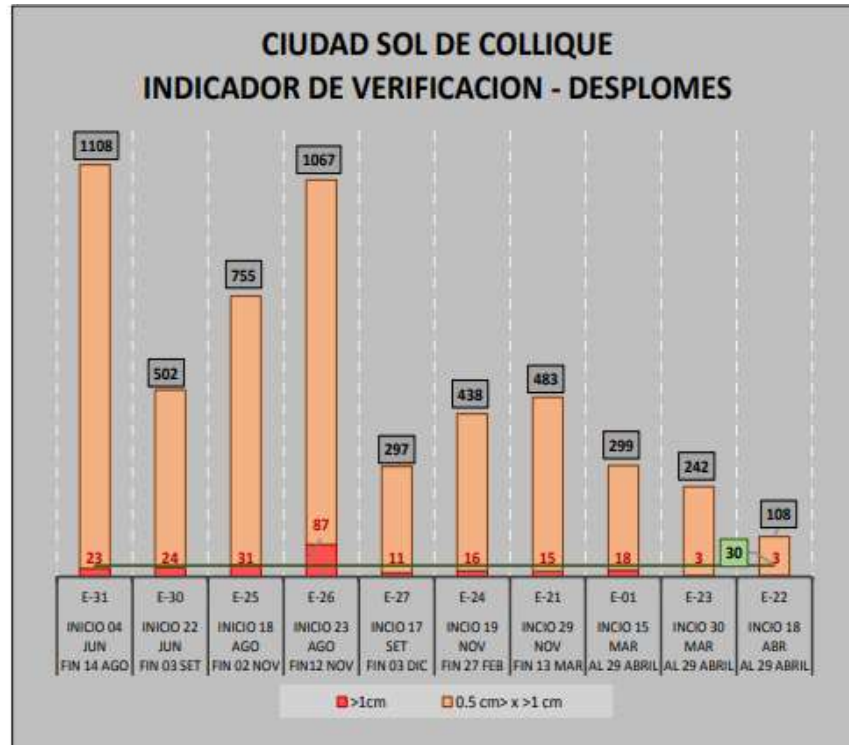


Figura 70: Indicador de verificaciones – Desplomes.

Fuente: Consorcio DHMONT.

En el gráfico N.º 08 se puede evidenciar que en el proceso de verificación se encuentra por debajo del indicador con respecto a los puntos de inspección, siendo “30” (equivale al 0.30%) la máxima cantidad de puntos de inspección que estén por encima de la tolerancia, considerando que los blocks E01, E23, E22 se encuentran en proceso de ejecución.



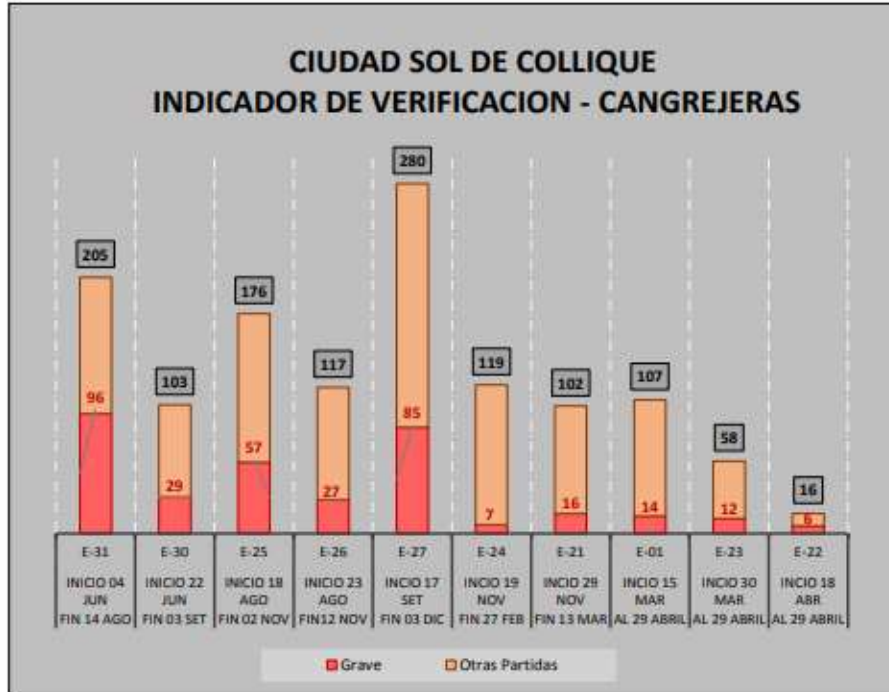


Figura 71: Indicadores de Verificación – Cangrejas.

Fuente: Consorcio DHMONT.

En el gráfico N.º 09 se puede evidenciar un aumento en cangrejas en los blocks que se encuentran en proceso de ejecución (E01, E23, E22) los cuales están siendo analizados para llegar a la causa y raíz de la no conformidad. B. Índice de Concreto En la actualidad no se tiene la información del Índice de concreto, este debe ser entregado por el área de Producción – Concreto.

## B. Costo de No Calidad

El consto de No Calidad muestra los gastos adicionales al costo de la partida, de acuerdo al análisis del VPO.



*Figura 72: Costo de No Calidad.*

Fuente: Consorcio DHMONT.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Aseguramiento de Calidad: RFI's, se tiene un cumplimiento del 98% teniendo 1 RFI en proceso de respuesta con respecto a la especialidad de Instalaciones Sanitarias Desagüe que se aplicara en los blocks nuevos a ejecutar.

Aseguramiento de Calidad: Certificados de Calidad, el cual tiene como indicador el 92.15% esto quiere decir que se tiene un progreso con respecto al cumplimiento de la entrega de certificados de calidad del proveedor hacia el almacén de Obra tal y lo indica el Procedimiento de Recepción y Control de Materiales. El porcentaje pendiente de entrega de certificados es con respecto a material de enchape y pintura, el cual se coordinará con el área de logística para su cumplimiento o la medida correctiva a los proveedores involucrados.

Aseguramiento de Calidad: Certificados de Calibración, se tiene como indicador el cumplimiento del 88% de equipos calibrados, el 10% de equipos en proceso de calibración a cargo del área de patrimonio de la empresa DHMONT y 2% de equipos descalibrados que corresponde a un Mego metro de la contratista IDCSEA el cual no lo tiene en uso.

Aseguramiento de Calidad: Capacitaciones, se tiene un indicador del 100% ya que a la fecha se han realizado solo capacitaciones de ingreso de personal; con respecto a las charlas específicas se han programado para el mes de Mayo "Lecciones Aprendidas".

Control de Calidad: Protocolos, se tiene un cumplimiento del 82% con respecto al levantamiento de observaciones. Este indicador se ha mantenido con respecto al mes anterior debido a que las observaciones no levantadas involucran principalmente a la partida de Encofrado con respecto a las piezas incompletas.

Verificación de la Calidad: VPO, de acuerdo a las torres que se encuentran en proceso de ejecución E01, E23 y E22 en la etapa de Casco de tiene un indicador del 76.24% en el que se puede evidenciar un aumento con respecto a las patologías del concreto “Cangrejera”, esto debido a un mal proceso de vibrado ocasionado por las incompatibilidades con otras partidas y de la operatividad de las vibradoras.

Verificación de la Calidad: Índice de Concreto, en este mes no se tiene un indicador debido a que no se entregó la información solicitada.

Verificación de la Calidad: Costo de No Calidad, en la actualidad no se tiene el costo final del block debido a que aún están en proceso de ejecución.

Realizar el requerimiento de material con un tiempo estimado previo a la ejecución, para que su atención sea oportuna.

Verificar la distribución de las baterías cumplan con las especificaciones técnicas.

Proteger las baterías, que estas no sufran golpes ocasionados por el personal propio y de otras partidas (encofrado, acero, concreto).

Comunicación fluida de los replanteos entre jefe de campo y personal que ejecuta las instalaciones.

Programación asertiva para evitar re trabajos.

Verificar zona de trabajo, equipos y materiales antes de iniciar los trabajos.

Derivaciones y válvulas telescópicas deben contar con número de departamento.

Manómetro debe contar con certificado de calibración para realizar prueba hidráulica.

## CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

Capacitación constante al personal para que puedan desarrollar un trabajo óptimo y eficaz.

Material debe contar con certificado de calidad.

Hacer el seguimiento antes, durante y después de realizar la instalación para asegurar una correcta funcionalidad y tiempo de vida útil.

Verificar el equipo de termo fusión trabaje en rango recomendado de temperatura  $260^{\circ}$  -  $280^{\circ}$

Constatar la Prueba Hidráulica que cumpla con los parámetros establecidos en Obra.

Verificar que los productos no tengan fallas de fábrica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Suarez Cabellos, P.E. (2020) Trazado y diseño de tuberías de polipropileno en lugar de tuberías de pvc [Tesis Pontifica Universidad Católica del Perú], <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle>.

Shuan Toledo, F.J. (2018) Evaluación técnica del sistema convencional (tuberías pvc) y el sistema de termofusión (tuberías de polipropileno) en instalaciones interiores de agua potable para edificaciones en la ciudad de Huaraz, Áncash 2016 [Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”], [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2767/T033\\_40862344\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2767/T033_40862344_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Fabian Janampa & Sandoval Vilcapoma, (2013) “Análisis comparativo técnico – económico entre el sistema convencional (tuberías PVC) y el sistema de termofusión (tuberías de polipropileno) en instalaciones interiores de agua potable para edificaciones en la región de lima” [Universidad Nacional de Ingeniería], [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1145/1/fabian\\_jc.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1145/1/fabian_jc.pdf)

**ANEXOS**

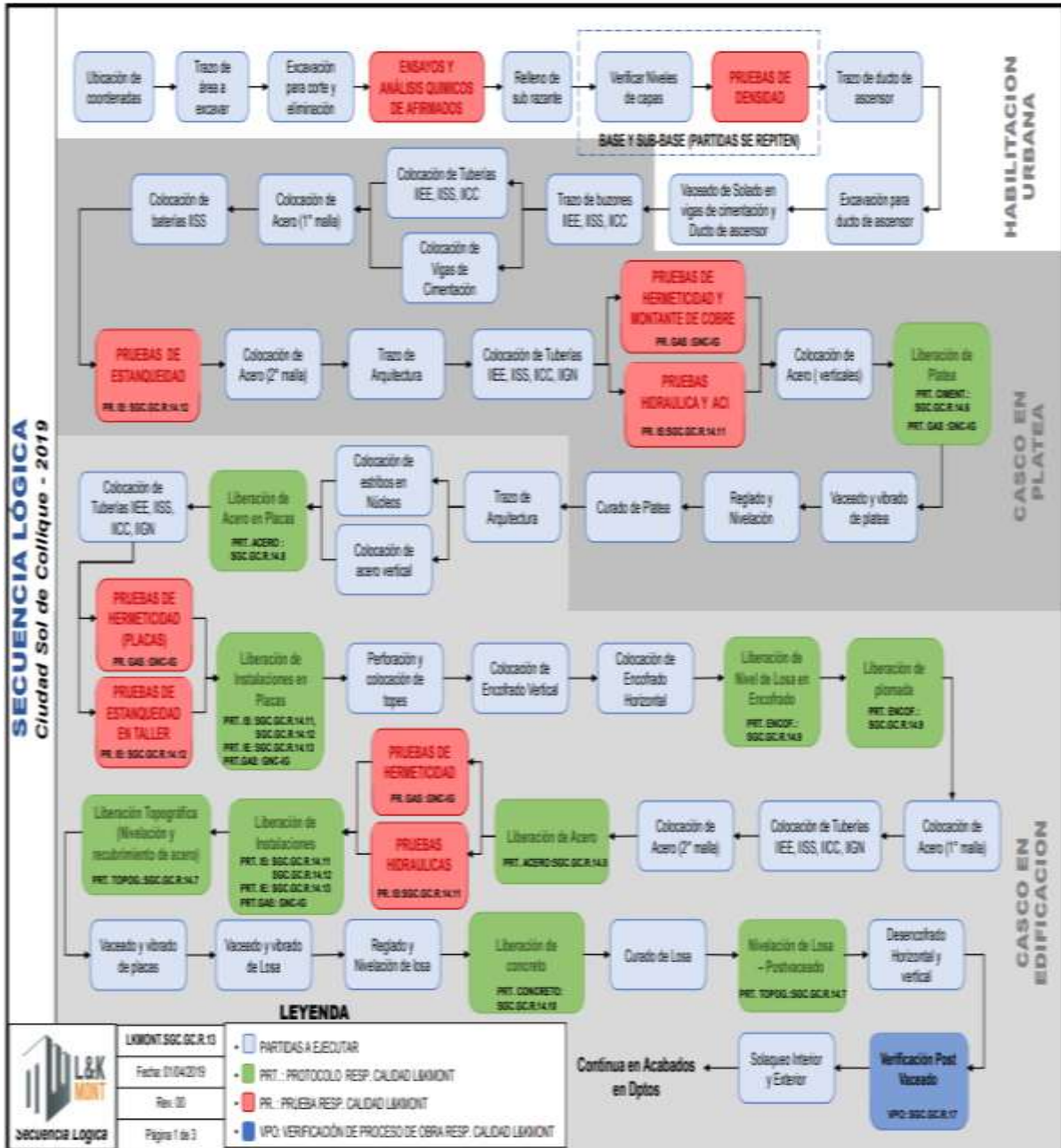


Figura 73. Secuencia Lógica 1  
Fuente: L&K Mont



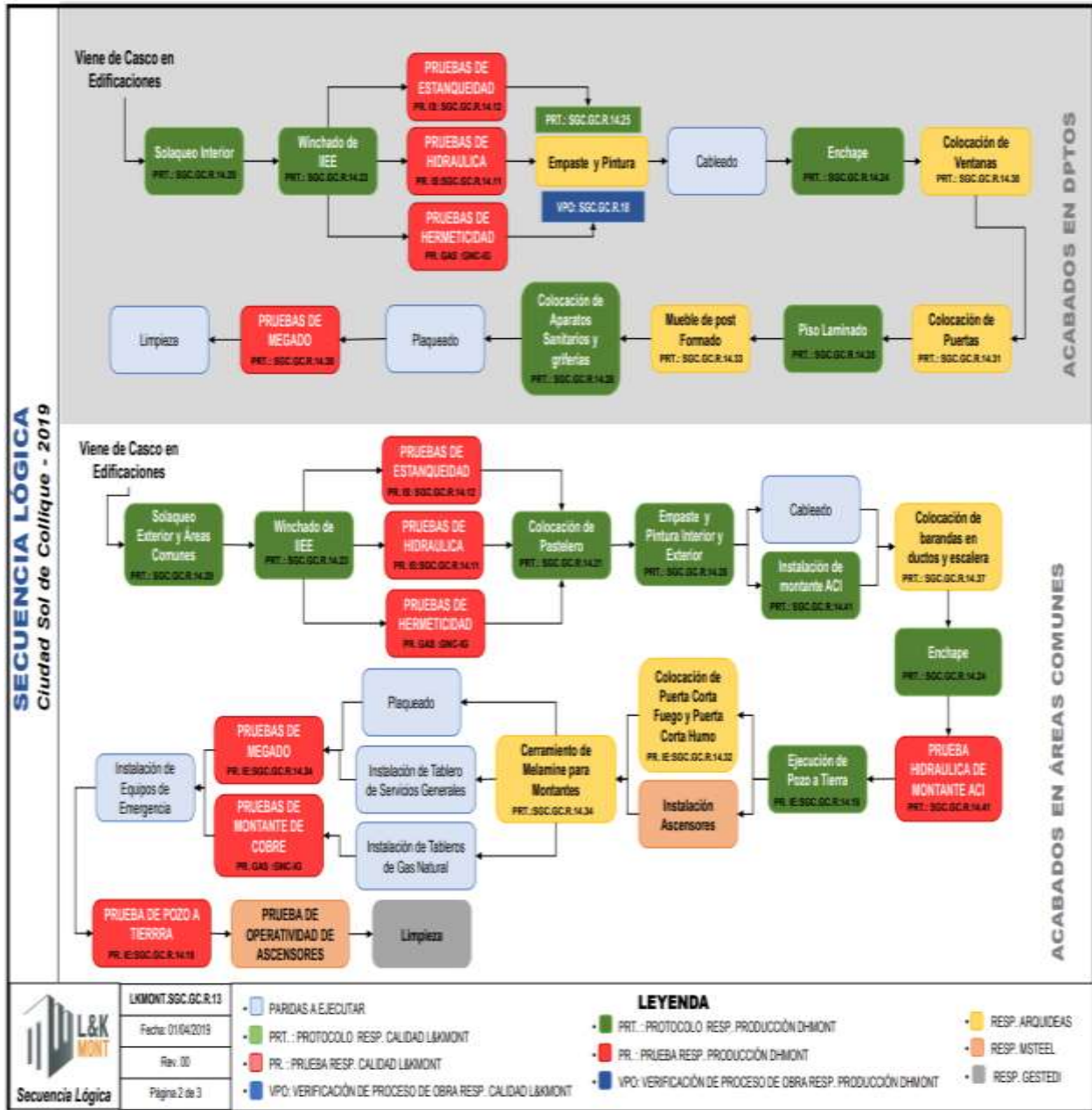


Figura 74. Secuencia Logica 2

Fuente: L&K Mont

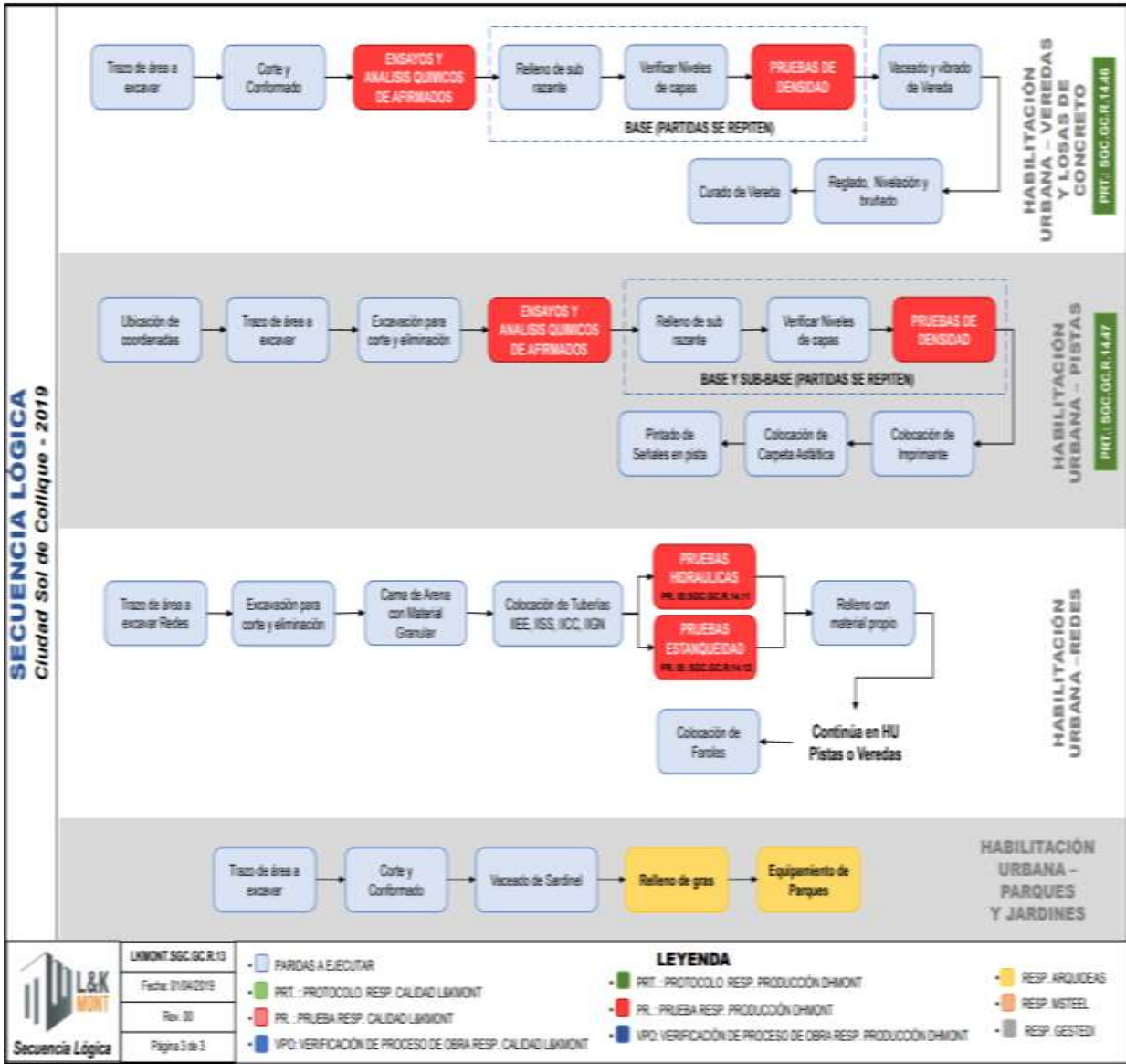


Figura 75. Secuencia Logica 3  
Fuente: L&K Mont

## ANEXOS 2

### Panel fotográfico



*Figura 76 . Revisión, Presión, Tiempo, Variación*  
Revisión: Prueba Hidráulica. Presión: 150 PSI Tiempo: 1h  
Variación: + - 5 PSI



Figura 77. Toma de Muestra de Prueba de Estanqueidad.  
Tiempo: 24 hrs  
Variación: Max 1 cm.



Figura 78. Revisión de Cotas de Puntos de Agua.