Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Ambiental

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Procedimientos constructivos de instalaciones sanitarias y agua contra incendio ejecutados en el proyecto AC Hotel Miraflores

Para obtener el título profesional de Ingeniero Sanitario.

Elaborado por

Anthony Carlo Rios Dionisio

0009-0002-1729-8133

Asesor

Dr. Pablo Roberto Paccha Huamaní

0009-0005-3770-5818

LIMA – PERÚ

2025

Citar/How to cite	Rios Dionisio [1]
Referencia/Reference Estilo/Style: IIEE (2020)	[1] A. Rios Dionisio, "*Procedimientos constructivos de instalaciones sanitarias y agua contra incendio ejecutados en el proyecto AC Hotel Miraflores*" [Trabajo de Suficiencia Profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2025.

Citar/How to cite	(Rios, 2025)
Referencia/Reference Estilo/Style: APA (7ma ed.)	Rios, A. (2025). *Procedimientos constructivos de instalaciones sanitarias y agua contra incendio ejecutados en el proyecto AC Hotel Miraflores*. [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.

Dedicatoria

A la Dra. Katerine La Madrid quien ha sido la persona que me ha motivado a crecer profesionalmente, perseverar por terminar mis metas y trazarme nuevos objetivos, con tu ayuda he podido cumplir con uno de mis objetivos que es culminar con éxito este trabajo.

Gracias por todo Katerine, siempre estaré agradecido contigo infinitamente.

Agradecimientos

Mi agradecimiento va dirigido a todas las personas que contribuyeron de alguna manera en la realización de este trabajo.

A Jilmer Teran y Josip Potokar por haberme brindado un poco de su valioso tiempo para ayudarme en la realización de este trabajo.

A mi asesor el Dr. Pablo Roberto Paccha Huamani por haberme brindado su apoyo y consejería durante el desarrollo del presente trabajo de suficiencia.

Y finalmente a Stephanie Wu quien con sus palabras y consejos me ayuda a ser un mejor profesional y una mejor persona cada día de mi vida.

Resumen

El presente trabajo de suficiencia tiene como objetivo describir los procedimientos constructivos de las especialidades de instalaciones sanitarias y agua contra incendio, como parte de la Contratista, que ejecutó dichas partidas en la construcción del proyecto AC Hotel Miraflores.

El proyecto en mención se trata de un hotel 5 estrellas que cuenta con 4 sótanos, 17 pisos sobre superficie y azotea.

Debido al tipo de edificación, clasificación y categorización, el establecimiento debe contar con requisitos mínimos en referencia a las instalaciones sanitarias y agua contra incendio según lo establecido en la normativa vigente.

En ese sentido, el proyecto contempla la instalación de sistema de agua potable, sistema de desagüe y ventilación y sistemas especiales como el sistema de filtración, ablandamiento de agua y sistema centralizado de producción, almacenamiento y distribución con recirculación de agua caliente

Con respecto a la especialidad de agua contra incendios, el proyecto comprende de sistema de redes para rociadores automáticos, redes para gabinetes y válvulas angulares y sistema de bombeo mediante motobomba.

Para asegurar que las instalaciones sanitarias y agua contra incendio se hayan ejecutado correctamente para su operación y puesta en marcha, se realizó el seguimiento a la construcción, como parte del equipo de trabajo de la Contratista, teniendo como lineamientos los procedimientos constructivos descritos en el presente trabajo de suficiencia.

Palabras clave – Procedimientos constructivos, instalaciones sanitarias, instalaciones de agua contra incendios, hotel 5 estrellas.

Abstract

The objective of this sufficiency work is to describe the construction procedures of the specialties of sanitary installations and water against fire, as part of the Contractor, which executed these items in the construction of the AC Hotel Miraflores project.

The project in question is a 5-star hotel that has 4 basements, 17 floors above ground and a roof terrace.

Due to the type of building, classification and categorization, the establishment must have minimum requirements in reference to sanitary facilities and fire water as established in current regulations.

In this sense, the project contemplates the installation of a drinking water system, a drainage and ventilation system and special systems such as a filtration system, water softening and a centralized production, storage and distribution system with hot water recirculation.

Regarding the specialty of fire fighting water, the project includes a network system for automatic sprinklers, networks for cabinets and angle valves, and a pumping system using a motor pump.

To ensure that the sanitary and fire water installations have been executed correctly for their operation and start-up, construction monitoring was carried out, as part of the Contractor's work team, taking as guidelines the construction procedures described herein. sufficiency work.

Keywords – Construction procedures, sanitary installations, fire water installations, 5-star hotel.

Introducción

En el año 2017, se inició la ejecución del proyecto AC Hotel Miraflores, proyecto ubicado en el Malecón de la Reserva N°729, Urb. Armendáriz, distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima. En un inicio el proyecto se llamaba Hotel Aloft Costa Verde (5 Estrellas) cuya propiedad pertenece a la empresa Inversiones Nacionales de Turismo S.A, durante la ejecución del proyecto el nombre del proyecto cambió a AC Hotel Miraflores.

El proyecto en mención se trata de un hotel 5 estrellas que cuenta con 4 sótanos, 17 pisos y azotea. En este proyecto ocupé el cargo de asistente de campo en las partidas de Instalaciones Sanitarias y Sistemas de Agua Contra Incendio en la empresa CYC Ingenieros la cual era subcontratista de COSAPI S.A (Contratista del proyecto).

En el capítulo I del trabajo de suficiencia, se presentará los antecedentes referenciales del trabajo, también se describirá la problemática que conllevo a la realización del trabajo de suficiencia. Seguidamente, se presentará el objetivo general y objetivos específicos que se pretenden lograr con el desarrollo del presente trabajo.

En el capítulo II, se expone el marco teórico que nos permitirá afianzar los conceptos y conocimientos que se tiene acerca de las instalaciones sanitarias interiores e instalaciones de agua contra incendio en edificaciones. Seguidamente, se presentará el marco legal, mencionando las referencias normativas y estándares utilizados en el desarrollo de este trabajo

En el capítulo III, se desarrollará el tema central de este trabajo de suficiencia, donde se describirá los procedimientos constructivos de las instalaciones sanitarias y agua contra incendio ejecutados en el proyecto AC Hotel Miraflores. Los procedimientos descritos comprenden los siguientes puntos: tanque de almacenamiento de agua, sistema de agua fría, sistema de agua caliente, sistema de desagüe y ventilación, aparatos sanitarios, equipamiento sanitario y sistema de agua contra incendio

Finalmente, en el capítulo IV y capítulo V, se presentan las conclusiones y recomendaciones respectivamente, definidas producto de la experiencia adquirida en la ejecución del proyecto y afianzadas durante el desarrollo del trabajo de suficiencia profesional.

Lista de contenido

Pág.

Resumen v

Abstract vi

Introducción vii

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo 1

1.1. Antecedentes referenciales 1

1.2. Planteamiento de la realidad problemática 2

1.3. Objetivos 4

1.3.1. Objetivo general 4

1.3.2. Objetivos específicos 4

Capítulo II. Marco teórico y legal 5

2.1. Marco Teórico 5

2.1.1. Instalaciones Sanitarias en edificaciones 5

2.1.2. Sistema de Agua Fría 5

2.1.3. Sistema de Agua Caliente 7

2.1.4. Sistema de Agua Blanda 9

2.1.5. Sistema de Desagüe y Ventilación 9

2.1.6. Sistema de Drenaje 11

2.1.7. Sistema de Agua Contra Incendio 12

2.2. Marco Legal 12

Capítulo III. Procedimientos constructivos 13

3.1. Sistemas de agua fría y blanda 13

3.1.1. Instalación de rompe aguas en cisternas 13

3.1.2. Unión de tuberías y conexiones de acero galvanizado en caliente 16

3.1.3. Unión de tuberías y conexiones de polipropileno 19

3.1.4. Instalación de redes colgadas o adosadas 21

3.1.5. Instalación de redes en tabiquería 23

3.1.6. Instalación de válvulas.....24

3.1.7. Prueba hidrostática.....26

3.2. Sistema de Agua Caliente y Retorno 27

3.2.1. Unión de tuberías y conexiones de acero inoxidable 28

3.2.2. Unión de tuberías y conexiones de polipropileno 30

3.2.3. Instalación de redes colgadas o adosadas 33

3.2.4. Instalación de redes en tabiquería 36

3.2.5. Instalación de válvulas.....38

3.2.6. Prueba hidrostática.....38

3.2.7. Instalación de junta de dilatación térmica 40

3.2.8. Instalación de aislamiento térmico 41

3.3. Sistema de Desagüe y Ventilación 42

3.3.1. Unión de tuberías y conexiones de PVC-U 42

3.3.2. Unión de tuberías y conexiones de cobre 43

3.3.3. Instalación de redes colgadas o adosadas 45

3.3.4. Instalación de redes enterradas.....50

3.3.5. Prueba de estanqueidad.....55

3.4. Aparatos y equipamiento sanitario 57

3.4.1. Aparatos sanitarios 58

3.4.2. Equipamiento sanitario 65

3.5. Sistema de Agua Contra Incendio 82

3.5.1. Unión de tuberías y conexiones de acero negro al carbono.....82

3.5.2. Instalación de tuberías colgadas.....87

3.5.3. Instalación de montantes.....92

3.5.4. Instalación de válvulas.....94

3.5.5. Instalación de gabinetes contra incendio 97

3.5.6. Instalación de soportes antisísmicos 99

3.5.7. Prueba hidrostática.....100

3.5.8. Lavado de tuberías o Flushing.....101

3.5.9. Instalación de rociadores automáticos.....102

3.5.10. Instalación de tubería gases de escape de motobomba 104

3.5.11. Instalación de tubería de venteo de tanque combustible 105

3.5.12. Instalación y prueba de sistema de bombeo de agua contra incendios.....105

Conclusiones 118

Recomendaciones 120

Referencias 122

Anexos 123

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1: Ciclos de tiempo para termofusionar tuberías de polipropileno 20

Tabla 2: Espaciamiento máximo entre soportes en metros 22

Tabla 3: Espaciamiento máximo entre soportes para tuberías de polipropileno en milímetros 22

Tabla 4: Ciclos de tiempo para termofusionar tuberías de polipropileno 31

Tabla 5: Espaciamiento máximo entre soportes en metros 34

Tabla 6: Espaciamiento máximo entre soportes para tuberías de polipropileno en milímetros 34

Tabla 7: Espaciamiento máximo entre soportes en metros 46

Tabla 8: Estado de válvulas para determinación de curva de bomba principal de agua contra incendio 113

Tabla 9: Tabla para registro de datos de presión y velocidad de motor durante determinación de curva de bomba principal de agua contra incendio 114

Tabla 10: Estado de válvulas para prueba de funcionamiento de bomba principal de agua contra incendio 115

Tabla 11: Estado de válvulas para prueba de funcionamiento de electrobomba jockey .117

Lista de figuras

Pág.

Figura 1: Ubicación del proyecto AC Hotel Miraflores 1

Figura 2: Instalación de rompe aguas para línea de limpia de cisterna de agua filtrada...14

Figura 3: Instalación de rompe aguas para línea de succión de cisterna de agua filtrada 15

Figura 4: Instalación de rompe aguas para línea de ingreso hacia cisterna de agua filtrada 15

Figura 5: Rompe aguas para línea de ingreso, succión y rebose luego de desencofrado de cisterna de agua filtrada.....16

Figura 6: Inspección visual de acoples ranurados.....19

Figura 7: Instalación de acoples ranurados en montantes de agua fría 19

Figura 8: Termofusión de tuberías de polipropileno para redes de agua fría.....21

Figura 9: Trazo y replanteo en techo para redes de agua fría.....23

Figura 10: Instalación de salidas de agua fría y caliente para lavatorio.....24

Figura 11: Instalación de válvula de control de agua fría para SS.HH de habitaciones....25

Figura 12: Instalación de estación reductora de presión para SS.HH de habitaciones.....25

Figura 13: Instalación de válvula de control para salidas de riego en sótanos 26

Figura 14: Balde para prueba hidrostática 27

Figura 15: Inspección visual de acoples ranurados.....29

Figura 16: Instalación tuberías de acero inoxidable 30

Figura 17: Termofusión de tuberías de polipropileno 32

Figura 18: Termofusión de tuberías de polipropileno 32

Figura 19: Termofusión de tuberías de polipropileno 33

Figura 20: Trazo en techo para redes de agua caliente 35

Figura 21: Instalación de tuberías colgadas de polipropileno 35

Figura 22: Instalación de tuberías de polipropileno en tabiques de drywall 37

Figura 23: Instalación de salidas de polipropileno para mezcladora de ducha en tabique de drywall 37

Figura 24: Instalación de válvula de control de agua caliente para SS.HH.....38

Figura 25: Balde para prueba hidrostática 39

Figura 26: Verificación de la presión final de la prueba hidrostática para redes de agua caliente 40

Figura 27: Instalación de junta de dilatación térmica de acero inoxidable 41

Figura 28: Instalación de aislamiento térmico en montantes de agua caliente 42

Figura 29: Instalación de salidas para desagüe caliente de cobre 44

Figura 30: Instalación de tuberías colgadas de cobre para desagüe caliente 45

Figura 31: Instalación de aislamiento térmico para tuberías de cobre para desagüe caliente 45

Figura 32: Trazo en techo para tuberías colgadas de desagüe.....47

Figura 33: Instalación de soportes para tuberías colgadas de desagüe.....47

Figura 34: Instalación de tuberías colgadas de drenaje en sótanos.....48

Figura 35: Instalación de tuberías colgadas de desagüe para SS.HH de habitaciones....48

Figura 36: Instalación de tuberías colgadas de drenaje de aire acondicionado.....49

Figura 37: Instalación de montantes de drenaje, desagüe doméstico y desagüe caliente49

Figura 38: Instalación de reductores de velocidad para montantes de, desagüe doméstico y desagüe caliente.....50

Figura 39: Excavación de zanjas para redes enterradas de drenaje de sótanos.....52

Figura 40: Colocación de cama de arena en zanjas para redes enterradas de drenaje ...52

Figura 41: Instalación de redes enterradas de drenaje en cuarto de bombas 53

Figura 42: Instalación de redes enterradas de drenaje en cuarto de bombas 53

Figura 43: Instalación de redes enterradas de drenaje en cuarto de bombas 54

Figura 44: Compactación de zanjas para redes enterradas de drenaje 54

Figura 45: Relleno de zanjas con concreto para redes enterradas de drenaje en estacionamientos.....55

Figura 46: Llenado con agua para prueba de estanqueidad de tuberías de desagüe 56

Figura 47: Colocación de tapones en salidas de desagüe para prueba de estanqueidad 57

Figura 48: Instalación de inodoro tipo tanque para SS.HH de habitaciones.....59

Figura 49: Instalación de lavatorio para SS.HH de habitaciones.....62

Figura 50: Instalación de mezcladoras de ducha para SS.HH de habitaciones.....64

Figura 51: Instalación de ducha tipo teléfono y cabezal de ducha para SS.HH de habitaciones 65

Figura 52: Sistema de bombeo de agua potable.....66

Figura 53: Sistema de bombeo de agua potable.....67

Figura 54: Tableros de control para bombas de agua potable y filtrada 67

Figura 55: Configuración de PLC y variadores de velocidad en tablero de control de bombas de agua potable 68

Figura 56: Sistema de bombeo de agua blanda.....68

Figura 57: Tableros de control para bombas de agua blanda 69

Figura 58: Sistema de bombeo de agua para riego 69

Figura 59: Tablero de control de bombas para riego.....70

Figura 60: Sistema de filtración de agua.....71

Figura 61: Sistema de filtración de agua.....72

Figura 62: Sistema de ablandamiento de agua.....73

Figura 63: Sistema de dosificación de cloro.....74

Figura 64: Panel de control para sistema de dosificación de cloro.....75

Figura 65: Tanque de almacenamiento de agua caliente.....76

Figura 66: Tuberías de alimentación y retorno hacia tanque de acumulación de agua caliente 77

Figura 67: Sistema de bombeo de retorno de agua caliente 77

Figura 68: Equipo de producción de agua caliente 78

Figura 69: Tablero de control de equipo de producción de agua caliente.....78

Figura 70: Tubería de gases de escape de equipo de producción de agua caliente 79

Figura 71: Tubería de drenaje de tanque de acumulación de agua caliente 79

Figura 72: Tubería de drenaje de equipo de producción de agua caliente 80

Figura 73: Tuberías y válvulas para línea de impulsión de drenaje y desagüe doméstico81

Figura 74: Tableros de control para bombas de impulsión de drenaje y desagüe doméstico 81

Figura 75: Pintado de tuberías de acero primera base de acabado para sistema de agua contra incendio 83

Figura 76: Medición de pintura para tuberías de acero para sistema de agua contra incendio 84

Figura 77: Inspección visual de acoples ranurados.....86

Figura 78: Máquina roscadora para tuberías de acero cedula 40 86

Figura 79: Unión de tuberías y accesorios roscados de acero para redes de agua contra incendio 87

Figura 80: Distancias máximas entre soportes colgantes para tuberías de acero (m).....88

Figura 81: Trazo y replanteo de redes de agua contra incendio.....89

Figura 82: Perforación en techo con taladro percutor para colocación de soporte de tuberías 89

Figura 83: Instalación de tuberías de acero para redes de agua contra incendio colgadas 90

Figura 84: Instalación de salidas para rociadores de agua contra incendio.....90

Figura 85: Repintado de capa base para tuberías de agua contra incendio en campo 91

Figura 86: Repintado de acabado final para tuberías de agua contra incendio en campo91

Figura 87: Instalación de soporte ramal en redes de agua contra incendio.....92

Figura 88: Instalación de montante de agua contra incendio y drenaje.....93

Figura 89: Válvula de prueba y drenaje en red de rociadores de agua contra incendio....95

Figura 90: Válvulas angulares y válvula de purga automática de aire al final de montante 95

Figura 91: Estación de control de rociadores con válvula reductora de presión 96

Figura 92: Estación de control de rociadores sin válvula reductora de presión 96

Figura 93: Gabinete de acero galvanizado en caliente adosado en muro para manguera de agua contra incendio.....98

Figura 94: Gabinete de acero galvanizado en caliente empotrado en muro para manguera de agua contra incendio.....98

Figura 95: Instalación de soporte antisísmico longitudinal para tuberías de agua contra incendio 99

Figura 96: Instalación de soporte antisísmico transversal para tuberías de agua contra incendio 100

Figura 97: Balde para prueba hidrostática y manómetro para calibrado para medición de presión.....101

Figura 98: Rociador automático tipo up right en estacionamientos 102

Figura 99: Rociador automático tipo pendent oculto en habitaciones.....103

Figura 100: Rociador automático tipo sidewall en habitaciones 103

Figura 101: Sistema de bombeo de agua contra incendio y tubería de gases de escape de motobomba.....104

Figura 102: Tubería de venteo y tanque combustible para sistema de bombeo de agua contra incendio 105

Figura 103: Sistema de bombeo de agua contra incendio accionado por motor diesel ..108

Figura 104: Línea de succión de motobomba de agua contra incendio.....109

Figura 105: Línea de impulsión de motobomba para agua contra incendio.....109

Figura 106: Línea de prueba de sistema de bombeo de agua contra incendio 110

Figura 107: Válvula de alivio y cono visor para sistema de bombeo de agua contra incendio 110

Figura 108: Línea de impulsión de electrobomba jockey.....111

Figura 109: Tableros de control para motobomba y electrobomba jockey.....111

Figura 110: Tanque combustible para sistema de bombeo de agua contra incendio 112

Figura 111: Sistema de monitoreo de corrosión.....112

Figura 112: Esquema para verificación de curva de la bomba principal de agua contra incendio 113

Figura 113: Esquema para prueba de funcionamiento de la bomba principal de agua contra incendio 115

Figura 114: Esquema para prueba de funcionamiento de electrobomba jockey.....117

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

1.1. Antecedentes referenciales

En febrero del año 2017, Cosapi S.A empresa de ingeniería y construcción, luego de haber desarrollado la ingeniería del proyecto Hotel Aloft Costa Verde, se adjudicó la construcción de este hotel de cinco estrellas de la cadena Libertador, de esta manera ingresa la marca del sector hotelera Aloft al Perú.

El proyecto se encuentra ubicado en el Malecón de la Reserva, en Miraflores, este hotel cuenta con 17 pisos, cuatro niveles de sótano y 150 habitaciones para huéspedes. El primer y segundo piso albergarán las áreas comunes y administrativas del hotel, y del tercer nivel hasta el décimo séptimo nivel estarán ubicadas las 150 habitaciones del hotel. En la azotea se ubican la piscina y gimnasio de uso privado de los huéspedes.

Figura 1

Ubicación del proyecto AC Hotel Miraflores.

Fuente: Google Earth.

Este proyecto se desarrolló bajo el sistema BIM (Building Information Modeling), que permite integrar todos los procesos constructivos y de diseño en una sola plataforma, generando mayor eficiencia en la ejecución del proyecto. La fase de diseño fue desarrollada con el sistema BIM y en la construcción de los 11,733.36 metros cuadrados del proyecto también se utilizó este sistema.

Debido a la necesidad de la ejecución de las partidas de instalaciones sanitarias y agua contra incendio, Cosapi S.A decide subcontratar la construcción de aquellas partidas.

En julio del 2017, CyC Ingenieros SRL se adjudica la licitación y se suscribe el contrato entre las empresas CyC Ingenieros SRL y Cosapi S.A. El alcance del contrato bajo la modalidad a suma alzada comprendía el suministro e instalación de las instalaciones sanitarias y agua contra incendio del proyecto Hotel Aloft Costa Verde (5 Estrellas).

El 10 de julio del 2017, se inician las actividades de construcción de la subcontratista CyC Ingenieros SRL. Para esa fecha, se estaba ejecutando la construcción de las cisternas de agua potable y agua contra incendio, por lo tanto, la primera actividad que se ejecuto fue la instalación de las bridas rompe agua en las estructuras de almacenamiento de agua mencionadas.

En el año 2018, el proyecto cambió de nombre de Hotel Aloft Costa Verde a AC Hotel Miraflores, esto conllevó al cambio de marca del hotel, AC Hotels by Marriott, la cual es una de las marcas de la cadena de hoteles Marriott International. Como consecuencia, hubo cambios en la arquitectura del proyecto debido a los estándares que maneja esta última marca.

Uno de los cambios más significativos fue la eliminación de la piscina que iba a ser ubicada en la azotea de la edificación.

El proyecto fue concluido y entregado en el año 2019, para su operación y puesta en marcha.

1.2. Planteamiento de la realidad problemática

Hace más de una década, el Perú es considerado como uno de los países con mayores atractivos turísticos en la región, debido a esta consideración la cantidad de visitantes al país ha ido incrementándose a lo largo de los años, en ese sentido, la infraestructura también ha ido en aumento para lograr alcanzar la demanda de los visitantes a nuestro país.

Mediante políticas desarrolladas por el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (Mincetur), se ha impulsado el interés de inversionistas nacionales y extranjeros de cadenas de hoteles para la construcción de nuevos proyectos.

Grupos hoteleros como Marriot international, Hilton, Wyndham Hotel Group, Hyatt entre otros, tienen presencia en el Perú con sus hoteles 5 estrellas, que cuentan con sus propios estándares de diseño para satisfacer las comodidades de sus huéspedes. Por tal razón, las construcciones de estos proyectos deben procurar garantizar la calidad y la eficiencia en cuanto a costos y tiempos de ejecución.

El presente trabajo se enfoca en presentar las especialidades de las instalaciones sanitarias y agua contra incendio.

Por tanto, el diseño y la ejecución de las especialidades antes mencionadas requieren de un enfoque meticuloso y bien planificado para asegurar la calidad y el funcionamiento efectivo de los sistemas, con el propósito de alcanzar varios objetivos importantes, como son:

- Garantizar un suministro de agua adecuado en términos de calidad y cantidad.
- Salvaguardar la salud e integridad de las personas y proteger la propiedad.
- Evacuar las aguas residuales.

Estas consideraciones implican que tanto el ingeniero encargado del diseño como el ingeniero a cargo de la construcción deben analizar, diseñar y ejecutar cada proyecto de manera individualizada, proporcionando soluciones que permitan la realización satisfactoria del mismo, de forma técnica como económicamente. Además, es crucial asegurar que estas instalaciones funcionen correctamente y se mantengan adecuadamente una vez construidas, cumpliendo con los objetivos para los que fueron diseñadas.

Para lograr estos objetivos y garantizar una ejecución de obra de máxima calidad y eficiencia, se requieren procedimientos constructivos adecuados. El propósito de este trabajo es servir como una guía práctica y didáctica de los procedimientos constructivos aplicados en la ejecución de las especialidades de instalaciones sanitarias y agua contra incendio, abordando los problemas más comunes que surgen durante la construcción y las soluciones empleadas. Además, por tratarse de un proyecto de hotel, tiene sus particularidades a diferencia de otro tipo de edificación, esto quiere decir, que cuenta con sistemas especiales como el sistema de filtración, sistema de agua blanda y sistema centralizado de agua caliente que no son recurrentes en otros tipos de edificaciones.

Tanto en la construcción en general como en la implementación de instalaciones sanitarias y agua contra incendio, se persigue la optimización de recursos y la minimización de costos. Este objetivo de lograr una producción de calidad y reducir los gastos solo puede alcanzarse mediante procedimientos constructivos adecuados que no descuiden ningún detalle. Es crucial garantizar la calidad del trabajo realizado para evitar, en la medida de lo posible, la necesidad de realizar reparaciones posteriores, las cuales conllevan costos adicionales superiores a los del trabajo inicial.

Por lo tanto, el presente trabajo de suficiencia, además de compartir la experiencia profesional adquirida en la construcción de dicha edificación, aspira a convertirse en un documento de referencia y guía práctica sobre los procedimientos constructivos de las instalaciones sanitarias y agua contra incendio aplicados en edificaciones y su importancia para obtener obras de calidad a costos razonables.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Describir los procedimientos constructivos de instalaciones sanitarias y agua contra incendio ejecutados en el proyecto AC Hotel Miraflores.

1.3.2. Objetivos específicos

- Describir los procedimientos constructivos para la instalación de sistemas de agua fría y blanda ejecutados en el proyecto AC Hotel Miraflores.
- Describir los procedimientos constructivos para la instalación de sistemas de agua caliente y retorno ejecutados en el proyecto AC Hotel Miraflores.
- Describir los procedimientos constructivos para la instalación de sistemas de desagüe ejecutados en el proyecto AC Hotel Miraflores.
- Describir los procedimientos constructivos para la instalación de equipamiento y aparatos sanitarios ejecutados en el proyecto AC Hotel Miraflores.
- Describir los procedimientos constructivos para la instalación de sistemas de agua contra incendio ejecutados en el proyecto AC Hotel Miraflores.
- Dar a conocer los procesos constructivos que se ejecutan en obra y lecciones aprendidas, a los estudiantes, egresados, bachilleres e ingenieros, para que complementen sus conocimientos en el campo del sector construcción en proyectos de Instalaciones Sanitarias y Agua Contra Incendios en edificaciones.

Capítulo II. Marco teórico y legal

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Instalaciones Sanitarias en edificaciones

Las diversas labores que el hombre realiza dentro de las edificaciones, ya sean domésticas, comerciales, industriales, sociales o recreacionales, demandan más allá de los servicios básicos asociados comúnmente con la salud humana, otros servicios particulares que se vinculan con la necesidad y confort

Por lo tanto, las instalaciones sanitarias en edificaciones se pueden definir como el conjunto de tuberías, accesorios, válvulas, equipos y otros elementos que tiene por finalidad conducir agua hacia los diversos usos en una edificación, así como también permitir la recolección y evacuación de aguas residuales hacia el exterior de la misma, cumpliendo con las normativas legales y reglamentos vigentes para contribuir con la salubridad de la edificación y salvaguardar la salud humana.

En ese sentido, el objetivo fundamental de las instalaciones sanitarias viene a ser la preservación de la salud humana y su entorno durante el desarrollo de sus actividades cotidianas en una edificación.

Las instalaciones sanitarias tienen una serie de propósitos fundamentales, los cuales se mencionan a continuación:

Abastecer de agua en la cantidad requerida y preservar su calidad en todo el sistema de la edificación.

Garantizar una adecuada presión para satisfacer todos los puntos de consumo de agua en la edificación.

Evacuar las aguas residuales generados producto de las actividades en la edificación, de forma rápida hasta el lugar de descarga asegurando el arrastre de estos sin que se produzcan obstrucciones ni depósito de materiales.

Proveer una adecuada ventilación al sistema de desagüe, de tal forma que se evite la formación de vacíos que puedan ocasionar el ingreso de gases hacia el interior de la edificación.

2.1.2. Sistema de Agua Fría

Comprende el abastecimiento desde la red pública y la distribución de tuberías, accesorios, válvulas y equipos de bombeo en la edificación. Tiene por finalidad suministrar agua en calidad, cantidad, continuidad y presión adecuada para el correcto funcionamiento del sistema que requiere la edificación.

2.1.2.1. Consumo Diario y Almacenamiento

El consumo diario se refiere a la cantidad de agua que se requiere para satisfacer la demanda de todos los puntos de consumo de la edificación.

El almacenamiento de agua se realiza mediante cisterna y/o tanque elevado y se determina en función de la dotación diaria.

Para el proyecto en estudio, el consumo diario de agua potable es de 112 m^3/día, en el cual se consideró el uso de una cisterna de concreto armado con doble compartimiento, cada una de 56 m^3.

2.1.2.2. Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua puede provenir de diferentes tipos de fuentes de agua, como la red pública, pozos u otros, siempre garantizando la cantidad y calidad de agua para consumo.

En caso que el abastecimiento provenga de la red pública, será necesario la factibilidad de servicios de agua, que consiste en un documento otorgado por la EPS donde se solicita la conexión domiciliaria de agua, ahora la factibilidad puede ser positiva o negativa. En caso de ser positiva, quiere decir, que la EPS brindara el servicio de agua al proyecto. En caso de ser negativa, se tendrá que evaluar alternativas para obtener el abastecimiento a partir de otras fuentes.

En el proyecto, se ha considerado el abastecimiento a partir de la red pública administrada por Sedapal, para el cual se ha considerado 01 conexión domiciliaria de 2” para el llenado de la cisterna en un tiempo de 8 horas, seguido de una acometida de Ø2” hasta su ingreso a la cisterna de almacenamiento de agua potable y de agua contra incendio.

La conexión domiciliaria está ubicada en la parte frontal de la edificación, en la vereda correspondiente al Malecón la Reserva, la cual estará derivando de la red pública un caudal de 3.89 L/s (14 m^3/h), acorde con la factibilidad de servicio de agua y alcantarillado otorgada por la empresa Sedapal.

2.1.2.3. Almacenamiento de Agua Potable

Los depósitos de agua ya sea por cisterna, tanque levado o una combinación de ambos, deben ser diseñados y construidos de tal manera que se preserva la calidad de agua que estos contengan.

Para el proyecto en estudio, el agua potable viene de la red pública administrada por Sedapal, la cual es inicialmente almacenada en una cisterna de agua dura de 56 m^3, luego pasa por un sistema de filtración y desinfección conformado por 03 filtros multimedia,

03 filtros de carbono activado y dosificación de cloro en línea para ser almacenado en una cisterna de 56 m^3, la cual satisface la demanda diaria que requiere el hotel.

2.1.2.4. Red de distribución

Las redes de distribución comprenden el sistema de tuberías alimentadores y ramales que abastecerán de agua a todos los puntos de consumo en una edificación.

En el proyecto, el abastecimiento del hotel es del tipo indirecto mediante el empleo de cisterna y sistema de bombeo de presión constante y velocidad variable. La red de distribución de agua fría se dividió en dos grupos: zona baja, que abastece del sótano 4 al piso 7 y zona alta, que abastece del piso 8 hasta la azotea. Debido a que la presión dinámica del sótano 3 al piso 4 y del piso 8 al piso 15, supera los 50 mca, se consideró la instalación de válvulas reductoras de presión en los ramales de cada nivel mencionado.

La presurización de las redes de distribución se realiza mediante la operación alternada de 02 electrobombas de presión constante y velocidad variable para cada zona de presión (zona baja y zona alta).

2.1.3. Sistema de Agua Caliente

Comprende el sistema centralizado de producción, almacenamiento y distribución con recirculación de agua caliente para el suministro de los aparatos sanitarios y equipos electromecánicos de la edificación.

Para el proyecto en estudio, el hotel cuenta con un sistema centralizado de producción, almacenamiento y distribución con recirculación de agua caliente ubicado en el piso 2, el cual suministra agua caliente para los lavatorios y duchas de las habitaciones, equipo condensador de grasa y lavaderos de cocina, comedor, cafetería y bar.

2.1.3.1. Consumo Diario

El consumo diario de agua caliente se define como la cantidad de agua caliente que se requiere para satisfacer las necesidades de consumo para el equipamiento previsto en una edificación.

En el proyecto en estudio, la dotación de agua caliente requerida en promedio es de 48 m3/día, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- Para las cocinas, comedor y cafetería: 19.72 m^3/día.
- Para las duchas de los vestuarios: 4.80 m^3/día.
- Para los baños de los dormitorios: 22.50 m^3/día.

2.1.3.2. Equipamiento de agua caliente

Los calentadores pueden ser del tipo instantáneo o de almacenamiento. Los calentadores instantáneos son eficaces cuando se trata de generar agua caliente en cantidades pequeñas, siendo ideales para aplicaciones de menor escala o sistemas de agua caliente de tamaño reducido. Por otro lado, los calentadores con almacenamiento son eficientes para cualquier caudal de producción, siempre teniendo en cuenta las consideraciones de diseño establecidos en la normativa competente vigente.

Para el proyecto, el sistema está conformado por 02 tanques de producción de agua caliente a 60°C de funcionamiento alternado y 02 de tanques de acumulación de agua caliente de 6.83 m^3, el sistema es suministrado por agua blanda desde el cuarto de bombas en sótano 4 por medio de equipos de bombeo.

2.1.3.3. Red de Distribución con Recirculación

Las redes de distribución de agua caliente con recirculación se diseñan para sistemas que necesiten un suministro de agua caliente muy eficiente, donde se requiera que el uso sea continuo y la disponibilidad sea inmediata para satisfacer la demanda de cada punto en la edificación.

El sistema comprende de un equipo de producción y almacenamiento de agua caliente, equipos de bombeo de agua caliente, equipos de bombeo para recirculación de agua caliente, redes de distribución de agua caliente y redes de recirculación de agua caliente.

Este tipo de sistemas se caracterizan por tener redes de retorno o redes de recirculación que terminan en el tanque de almacenamiento de agua caliente. Al perder la temperatura de diseño, producto de la longitud extensa de la red, se activa el sistema de bombeo de recirculación que succiona el agua enfriada hasta el tanque de almacenamiento para que el sistema pueda alcanzar nuevamente la temperatura deseada.

Este tipo de sistemas se consideran para los proyectos que cuenten con las siguientes características:

- Gran cantidad de puntos de consumo de agua caliente en simultáneo.
- Distancias extensas entre el equipo de producción de agua caliente y los puntos de consumo.
- Calentamiento del agua instantáneo en la salida del punto de consumo de agua caliente.

En el proyecto en estudio, la red de distribución de agua caliente se dividió en 02 grupos: zona baja, que abastece del sótano 4 al piso 7 y zona alta, que abastece del piso 8 hasta la azotea, de la misma forma que la red de agua fría.

La presurización de las redes de distribución se realiza mediante la operación alternada de 02 electrobombas de presión constante y velocidad variable para cada zona de presión (zona baja y alta).

La red de distribución de recirculación inicia desde el extremo superior de cada zona de presión de la red de agua caliente, además se consideró la instalación de válvulas termostáticas la cual se calibró su apertura cuando se detecte una temperatura de 55°C. La red de recirculación de cada zona de presión retorna hacia los tanques de almacenamiento de agua caliente, mediante el empleo de 02 equipos de bombeo de funcionamiento alternado de presión constante y velocidad variable.

De acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto, se instalaron tuberías y accesorios de acero inoxidable AISI 304 y polipropileno PPR-100-PN 16 para los alimentadores y ramales respectivamente.

2.1.4. Sistema de Agua Blanda

Comprende el tratamiento de la red de agua dura proveniente de la red pública, dicho sistema tiene por finalidad reducir la concentración de carbonato de calcio, para luego ser almacenado y distribuido hacia los diferentes equipos que lo requieran.

El sistema de agua blanda está constituido por filtros, ablandadores y tanque salmuera.

Para el proyecto, el agua fría ablandada proviene de la cisterna de agua filtrada, a través de un sistema de bombeo conformado por 02 electrobombas de velocidad variable y presión constante, de funcionamiento alternado.

El sistema de ablandamiento está conformado por 02 filtros de carbón activado, 02 tanques ablandadores de agua y 01 tanque salmuera, luego del proceso de ablandamiento el agua es almacenada en dos cisternas de 34.29 m^3 y 29.47 m^3.

2.1.5. Sistema de Desagüe y Ventilación

Sistema que se encarga de recolectar, transportar y evacuar los desagües de la edificación de forma rápida y eficiente hacia la red de alcantarillado público.

Asimismo, proporciona una ventilación adecuada de los aparatos sanitarios, para evitar la acumulación de malos olores y gases e impedir su paso hacia el interior de la edificación.

El sistema también comprende la cámara de bombeo y equipos de bombeo que recepciona e impulsa el desagüe que no puede ser evacuado por gravedad hacia la red de alcantarillado público.

En el proyecto en estudio, el desagüe domestico proveniente de la descarga de los aparatos sanitarios es recolectado de cada nivel conducido horizontalmente por gravedad hasta las montantes ubicadas en los ductos de cada uno de los baños de las habitaciones del hotel. Las montantes de cada ducto se interconectan en el piso 2, en una sola montante y continúa su recorrido hasta la caja de conexión domiciliaria ubicada en la parte frontal del edificio.

Desde el piso 1 hasta el sótano 3, el desagüe doméstico será conducido por gravedad hasta el sótano 4, a través de una montante ubicada en el ducto sanitario. El desagüe será conducido hasta la cámara de bombeo de desagüe de 3.24 m^3 de capacidad. La tubería empleada para el desagüe domestico es de PVC-CP NTP-ISO.399.003.

El desagüe graso proveniente de los lavaderos de la cocina del piso 2 y azotea son conducidos por gravedad hacia una montante ubicada en el ducto sanitario principal, la cual llega hasta el sótano 4 y pasa a través de una trampa de grasa de concreto armado. La trampa de grasa de 2.43 m^3 de capacidad evacúa el efluente por gravedad hacia la cámara de bombeo de desagüe. Se instaló tubería de cobre tipo K norma ASTM B-88 para el desagüe graso.

2.1.5.1. Cámara de Bombeo de Desagüe (CBD)

Una cámara de bombeo de desagüe, es una estructura generalmente de concreto armado que almacena provisionalmente las aguas residuales provenientes de las descargas de aparatos sanitarios, sumideros y algún otro equipo para luego ser evacuado mediante un sistema de bombeo hacia la caja de conexión domiciliaria de desagüe en una edificación.

El diseño puede contemplar cámara húmeda y cámara seca o en su defecto solo la primera. La cámara húmeda es la que recepciona y donde se almacena las aguas residuales mientras que la cámara seca, es donde se encuentra el árbol hidráulico conformado por tuberías, accesorios y válvulas necesarias para la impulsión de las aguas residuales.

Los equipos de bombeo para este sistema son del tipo sumergible, los cuales deben estar diseñados para soportar las condiciones de sumergencia debido al contacto de las aguas residuales con la carcasa de la bomba y el motor.

Para el proyecto en estudio, la cámara de bombeo desagüe tiene una capacidad de 3.24 m^3 y recibe el desagüe doméstico y desagüe graso tratado del hotel, está compuesto

por un sistema de bombeo de 02 electrobombas sumergibles, de funcionamiento alternado y simultaneo, las cuales impulsan el desagüe hacia la caja de conexión domiciliaria ubicada en el piso 1 en la parte frontal del hotel. La tubería de impulsión empleada es de polipropileno PPR-100-PN 10.

2.1.6. Sistema de Drenaje

Sistema que capta, transporta y evacúa los drenajes provenientes de la precipitación pluvial, condensado de equipos de aire acondicionado, activación de sistema de agua contra incendio y reboses de cisternas de almacenamiento de agua. Las aguas de drenaje se recolectan en una cámara de bombeo, la cual impulsará el drenaje mediante equipos de bombeo hacia el sistema de alcantarillado pluvial o en su defecto hacia el sistema de desagüe doméstico.

En el proyecto en estudio, el sistema recolecta el drenaje pluvial acumulada en los techos, el condensado de los equipos de aire acondicionado, drenaje proveniente de la activación del sistema de agua contra incendio y el rebose de las cisternas de almacenamiento de agua ubicado en sótano 4. Se instaló tubería de PVC-CP NTP-ISO.399.003 para dicho sistema.

Los drenajes indicados son conducidos por gravedad hacia la cámara de bombeo de drenaje de 2.40 m^3 de capacidad.

2.1.6.1. Cámara de Bombeo de Drenaje (CBDR)

De la misma forma que la cámara de bombeo de desagüe, esta cámara almacena provisionalmente el drenaje proveniente de las aguas pluviales, drenaje de aire acondicionado y drenaje de pisos. Generalmente construido en concreto armado, el diseño puede contemplar cámara húmeda y cámara seca o solo la primera. En la cámara húmeda se almacenará el drenaje proveniente de los diferentes sistemas indicados anteriormente, para luego ser impulsados por intermedio de un equipo de bombeo sumergible ubicado en la misma cámara. La descarga del drenaje se realiza en la caja de registro de desagüe previo a la conexión domiciliaria

Para el proyecto, este sistema está compuesto por un sistema de bombeo de 02 electrobombas sumergibles, de funcionamiento alternado y simultáneo, las cuales impulsan el drenaje hacia la caja de conexión domiciliaria ubicada en el piso 1 en la parte frontal del hotel. La tubería de impulsión empleada es de polipropileno PPR-100-PN 10.

2.1.7. Sistema de Agua Contra Incendio

El sistema de agua contra incendio está compuesto por cisterna, sistema de bombeo automático, red de tuberías, gabinetes contra incendio y sistema de rociadores automáticos.

Dicho sistema nos proporciona un grado de protección a la propiedad y principalmente a la vida, utilizando los criterios de las normas nacionales e internacionales aplicables.

El sistema contra incendio del hotel está compuesto por 01 cisterna de 125 m^3 de capacidad, sistema de bombeo automático, red de tuberías, gabinetes contra incendio y sistema de rociadores automáticos.

El sistema de bombeo está compuesto por una bomba principal de 750 GPM y 225 PSI, accionada por motor diesel, una electrobomba jockey de 7.5 GPM y 235 PSI y los tableros de control de cada bomba listados de acuerdo a la norma NFPA 20.

Los gabinetes contra incendio están compuestos de la manguera contra incendios, el gabinete metálico, pitón de policarbonato y válvula angular de bronce.

El sistema de rociadores es del tipo húmedo, compuesto por la red de tuberías de acero negro al carbono sin costura cedula 40 ASTM-A53 y pintadas de color rojo, rociadores y estaciones de control por cada nivel del hotel.

2.2. Marco Legal

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Norma IS.010. Instalaciones Sanitarias.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Norma A.130. Requisitos de seguridad.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Norma A.030. Hospedaje.
- NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems.
- NFPA 14: Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems.
- NFPA 20: Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.

Capítulo III. Procedimientos constructivos

En este capítulo se describirán los procedimientos constructivos ejecutados en el proyecto AC Hotel Miraflores, los cuales serán descritos en el siguiente orden:

- Sistema de agua fría y blanda.
- Sistema de agua caliente y retorno.
- Sistema de desagüe y ventilación.
- Aparatos y equipamiento sanitario.
- Sistema de agua contra incendio.

3.1. Sistemas de agua fría y blanda

Los procedimientos constructivos para el sistema de agua fría y blanda se presentarán según la secuencia constructiva descrita a continuación:

1. Instalación de rompe aguas en cisternas.
2. Unión de tuberías y conexiones de acero galvanizado en caliente.

2.1. Granallado y pintado de tuberías de acero galvanizado en caliente.

2.2. Maquinado de tuberías de acero galvanizado en caliente.

3. Unión de tuberías y conexiones de polipropileno.
4. Instalación de redes colgadas o adosadas.
5. Instalación de redes en tabiquería.
6. Instalación de válvulas.
7. Prueba hidrostática.

3.1.1. Instalación de rompe aguas en cisternas

- Previo a la instalación de los rompe aguas, estos serán fabricados desde fábrica con las medidas indicadas en los planos aprobados para construcción.
- Los rompe aguas serán fijadas por un operario el cual tendrá la ubicación exacta indicada en los planos aprobados para construcción, será asistido por un ayudante el cual apoyará en su instalación.
- Se armará un andamio de la altura necesaria que permita el posicionamiento cómodo y seguro del personal para la instalación del rompe agua, el andamio

deberá armarse por personal competente y ser inspeccionado y aprobado por el ingeniero de seguridad de la obra. Se instalarán dos andamios en ambas caras de la placa estructural donde se colocará el rompe agua.

- Si se requiere corte de acero estructural, este deberá ser realizado por personal competente, asimismo el acero de refuerzo deberá ser colocado por el mismo personal de acuerdo a los detalles indicados en la disciplina de Estructuras.
- Los rompe agua deberán ser asegurados a la malla de acero mediante de alambre #16, verificando en todo momento que el material quede totalmente nivelado.
- Antes del vaciado se protegerá la zona externa del rompe agua para evitar el contacto con la mezcla.
- El personal operativo encargado de la colocación deberá permanecer durante los trabajos de encofrado y vaciado de muro para evitar que el rompe agua sufra movimientos durante las actividades mencionadas.
- Luego del desencofrado, el personal verificará la posición y nivelación del rompe agua, la conformidad de la instalación deberá ser registrada en el protocolo de liberación por el Ing. Calidad y ser validada por el Supervisor de la Obra.

Figura 2

Instalación de rompe aguas para línea de limpia de cisterna de agua filtrada.

Fuente: Elaboración propia.

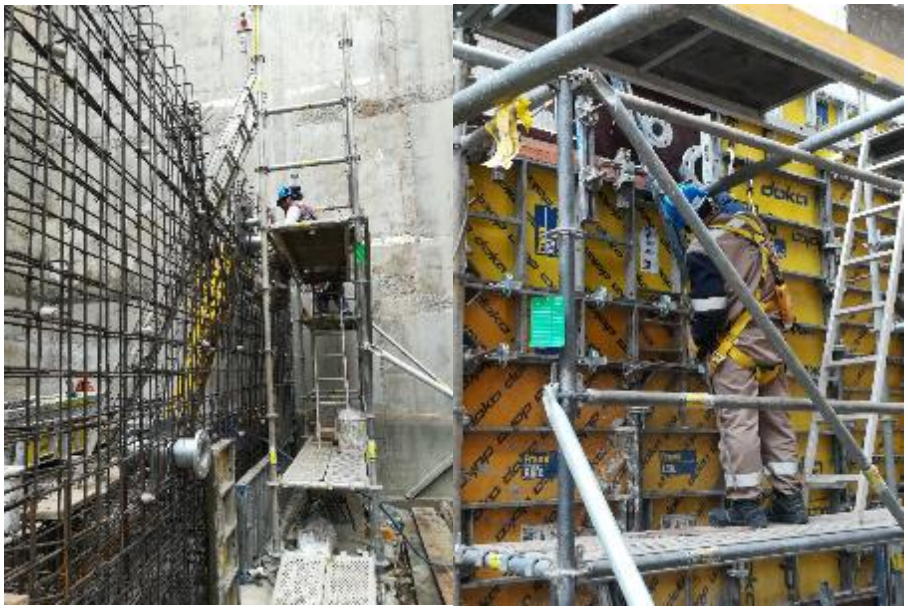
Figura 3

Instalación de rompe aguas para línea de succión de cisterna de agua filtrada.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4

Instalación de rompe aguas para línea de ingreso hacia cisterna de agua filtrada.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5

Rompe aguas para línea de ingreso, succión y rebose luego de desencofrado de cisterna de agua filtrada.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Unión de tuberías y conexiones de acero galvanizado en caliente

Según las especificaciones técnicas del proyecto las tuberías alimentadoras y montantes de agua fría y blanda serán de acero galvanizado en caliente. El procedimiento de unión e instalación de tuberías se detalla a continuación:

3.1.2.1. Granallado y pintado de tuberías de acero galvanizado en caliente

Este proceso de preparación de la tubería es realizado en un taller fuera de obra, el proceso de preparación es parte del alcance de una empresa contratada para realizar el servicio de granallado y pintado de tuberías y posteriormente ser trasladados a obra para su montaje.

El proceso de granallado se describe a continuación:

- Se prepara la superficie de la tubería según SSPC-SP6.
- Se limpia la superficie de la tubería utilizando granos abrasivos por soplo de aire comprimido. El impacto de material abrasivo se realiza a través de un

mecanismo que lo lanza a velocidad para que impacte la superficie que se quiere procesar. El efecto de este choque provoca que las partículas no adheridas a la superficie sean desplazadas.

Luego del granallado se realiza el pintado de tuberías de la siguiente manera:

- Antes de iniciar el pintado, se retirará los residuos de polvo usando brochas y compresor de aire.
- Una vez limpia la superficie se procede con la preparación y aplicación de la base de acuerdo al espesor indicado en las especificaciones técnicas del proyecto.
- Una vez seca la primera capa de base (3 mil) se aplica la segunda capa de color acabado, para tuberías de agua fria color azul ral 5005 (5 mils) y para agua blanda color verde ral 6029 (5mils).

3.1.2.2. Maquinado de tuberías de acero galvanizado en caliente

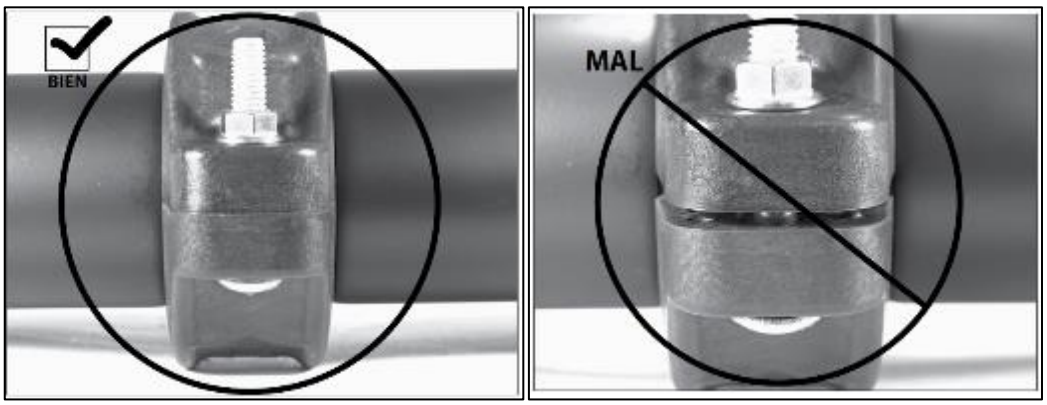
Este proceso se realiza en taller dentro de la obra, luego de haber recibido las tuberías pintadas fuera de obra, según el procedimiento anterior. Para el maquinado de tuberías se seguirá el siguiente proceso:

- Se procederá a tomar medidas de los planos para proceder con el corte de tuberías. El corte se realizará mediante maquinas tronzadoras.
- Para la instalación de tuberías que utilizarán conexiones roscadas, se realizará el roscado de tuberías mediante el uso de una maquina roscadora.
- Una vez obtenida la rosca se procede a realizar la limpieza de la rosca para retirar las rebabas que pudiera existir.
- Concluida la limpieza, se procede a colocar la cinta teflón, la cual será enrollada en la misma dirección que el sentido de la rosca, se deberá evitar que la cinta se superponga en capas y se deberá repartir uniformemente por todo su contorno.

- Posterior a la colocación del teflón, se aplicará formador de empaquetadura en capas delgadas por todo el contorno de la rosca de manera uniforme y se procede a unir tubería y conexiones haciendo uso de llaves stilson.
- Para la instalación de tuberías ranuradas, se iniciará montando la tubería en la maquina ranuradora, se apoyará el extremo opuesto de la tubería en un soporte. Posterior a ello, se sujetará la tubería y se procede a encender la maquina ranuradora.
- Luego del ranurado de la tubería, se procede a limpiar las rebabas que pudiera existir en la superficie usando grata circular.
- Se retirará el empaque de la conexión ranurada y se aplicará lubricante o grasa para acople lo cual evitará que se deteriore el empaque durante la instalación de materiales. La aplicación se realizará en los labios del sello y en el exterior de la empaquetadura.
- Posicionar la empaquetadura en el extremo ranurado de la tubería y conexión, asegurarse que el acople y la empaquetadura no sobresalgan por el extremo de la tubería o accesorio.
- Alinear y juntar los dos extremos de la tubería y conexión, luego deslizar el acople a su posición de modo que las cuñas se alineen con la ranura de la tubería y conexión. Verificar visualmente el alineamiento de las cuñas del acople con las de la tubería y conexión.
- Apretar las tuercas del acople de manera uniforme alternando ambos lados hasta obtener pleno contacto en los cierres de los pernos, haciendo uso de una llave tipo rachet. Es importante alternar el ajuste en ambos lados ya que esto evita que el apretamiento de empaquetadura durante el ajuste de los pernos.
- Finalmente se deberá inspeccionar visualmente que las cuñas de los acoples estén correctamente ensambladas, es decir, que se encuentren completamente insertados uno en el otro como se observa en la figura 6.

Figura 6

Inspección visual de acoples ranurados.



Fuente: Victaulic.

Figura 7

Instalación de acoples ranurados en montantes de agua fría.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. Unión de tuberías y conexiones de polipropileno

Según las especificaciones técnicas del proyecto, los ramales de agua fría serán de material polipropileno. El procedimiento de unión e instalación de tuberías se detalla a continuación:

- Cortar la tubería con tijera corta tubo para mayor precisión en el corte, asegurándose que el corte sea lo más recto posible y sin rebabas.
- Posterior al corte, se deberá marcar el extremo de la tubería antes de introducirlo en el dado de termo fusión de acuerdo a las medidas de penetración para cada diámetro de tubo, recomendadas por el fabricante y detalladas en la tabla 1.

Tabla 1

Ciclos de tiempo para termofusionar tuberías de polipropileno.

PARÁMETROS PARA FUSIONAR PPR - RANDON				
DIÁMETRO DE TUBERÍA (mm)	INSERCIÓN (mm)	TIEMPO DE CALENTAMIENTO (seg)	TIEMPO DE INSERCIÓN (seg)	TIEMPO DE ENFRIAMIENTO (seg)
20 mm	14	5	4	2
25 mm	16	7	4	3
32 mm	18	8	6	4
40 mm	20	12	6	4
50 mm	23	18	6	4
63 mm	26	35	8	6
75 mm	28	40	8	6
90 mm	31	50	8	6
110 mm	33	80	10	8

Fuente: Manual técnico de tuberías y accesorios de polipropileno THC.

- Conectar la máquina termofusionadora a una toma eléctrica, la maquina tendrá que estar en un rango de temperatura de entre 260ºC y 280ºC antes de proceder con la termo fusión de elementos.
- Una vez alcanzado el rango óptimo de temperatura de fusión, se introducirá el accesorio hasta el tope del dado de fusión y la tubería hasta la marca hecha en pasos anteriores. El tiempo de calentamiento dependerá del diámetro de la tubería y estará determinada de acuerdo a lo indicado en la tabla 1.
- Posteriormente, remover rápidamente ambos elementos (tubo y accesorio) de la máquina fusionadora.

- Unir ambos elementos sin girarlos hasta que la marca en el tubo llegue al accesorio de acuerdo con el tiempo de inserción indicado en la tabla 1, la cual dependerá del diámetro de los elementos a fusionar.
- Verificar y mantener la alineación del tubo y conexión hasta cumplir con el tiempo de enfriamiento indicado para cada diámetro en la tabla 1.

Figura 8

Termofusión de tuberías de polipropileno para redes de agua fría.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4. Instalación de redes colgadas o adosadas

- Se realizará el trazado y replanteo en el área de trabajo, de acuerdo a los planos del proyecto.
- Se armará un andamio para la ejecución del trabajo.
- Una vez realizado el trazo en techo del nivel, se procederá a perforar con taladro percutor los puntos donde se colocará la soporteria.
- Para tuberías mayores a 4” de diámetro, se instalarán tacos de expansión de ½” y para tuberías menores o iguales a 4”, se instalarán tacos de expansión de 3/8”. El distanciamiento de soportes deberá cumplir con lo establecido en el

anexo 4 de la norma RNE IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones (ver tabla 2 líneas abajo).

Tabla 2

Espaciamiento máximo entre soportes en metros.

Diámetro de la tubería	Pulg.	½”	3/4”	1”	1 ¼” a 2”	2 ½” a 4”	Mayor a 4”
	mm	15	20	25	32 a 50	65 a 100	Mayor a 100
Acero.		2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50
Cobre.		1,80	2,40	2,40	3,00	3,60	4,00
PVC y similares.		1,50	2,00	2,00	2,50	3,00	3,50

Fuente: Norma IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones 2006.

- Para las tuberías de materialidad de polipropileno se considerará lo indicado en el manual técnico del fabricante de tuberías.

Tabla 3

Espaciamiento máximo entre soportes para tuberías de polipropileno en milímetros.

mm	20ºC	30ºC	40ºC	50ºC	60ºC	70ºC	80ºC
16	75	70	70	65	65	60	55
20	80	75	70	70	65	60	60
25	85	85	85	80	75	75	70
32	100	95	90	85	80	75	70
40	110	110	105	100	95	90	85
50	125	120	115	110	105	100	90
63	140	135	130	125	120	115	105
75	155	145	140	135	130	125	120
90	170	160	155	150	145	140	135
110	185	180	170	165	160	155	150
125	200	195	190	180	170	165	160

Fuente: Manual técnico de tuberías y accesorios de polipropileno THC.

- Se colocarán las varillas roscadas en los tacos de expansión luego se verifica con un nivel de mano el alineamiento vertical de la varilla. Luego se procede a colocar los colgadores en el otro extremo de las varillas roscadas.

- Se pasarán las tuberías a través de los colgadores instalados y se procederá a realizar la unión de tuberías según los procesos descritos para cada tipo de materialidad.

Figura 9

Trazo y replanteo en techo para redes de agua fría.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5. Instalación de redes en tabiquería

- Antes de iniciar la actividad, se verificará que los planos de instalaciones sanitarias y arquitectura se encuentren compatibilizados, asimismo se verificará que las salidas de agua coincidan con lo indicado en las fichas técnicas de los aparatos sanitarios a instalarse.
- Se realizará el trazado y replanteo en el área de trabajo, según los planos del proyecto.
- Las tuberías se soportarán sobre listones de madera tornillo, los cuales deberán ser cortados a medida para luego ser fijados en la perfileria metálica de drywall. Los listones serán ubicados entre perfiles y serán fijados mediante tornillos autoperforantes en cada lado.
- De ser necesario, se realizará pases con sacabocado a la perfileria metálica para pasar las tuberías a través de ellas.

- Se colocarán abrazaderas de dos orejas para adosar las tuberías a los listones de madera.
- Se verificará la perpendicularidad y alineamiento de la tubería adosada con respecto al piso utilizando nivel laser.
- Finalmente se colocará tapones roscados a cada salida en muro para proceder con la prueba hidrostática.

Figura 10

Instalación de salidas de agua fría y caliente para lavatorio.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.6. Instalación de válvulas

- Se verificará la ubicación de las válvulas según lo proyectado en los planos del proyecto.
- Las válvulas serán del tipo esféricas con terminales de polipropileno por lo tanto se seguirá el procedimiento de unión de tuberías de polipropileno por termofusión descritas en el ítem 3.1.3.

Figura 11

Instalación de válvula de control de agua fría para SS.HH de habitaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12

Instalación de estación reductora de presión para SS.HH de habitaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13

Instalación de válvula de control para salidas de riego en sótanos.

Fuente: Elaboración propia.

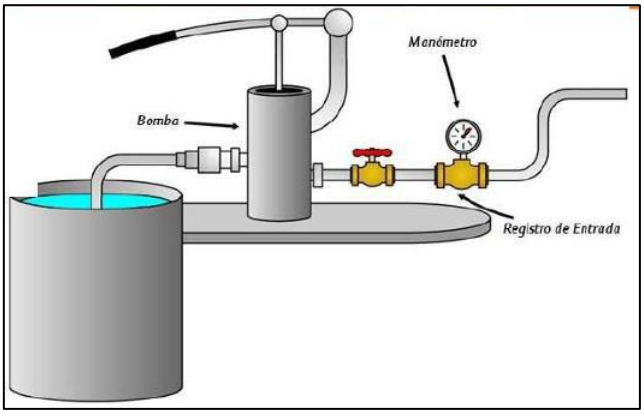
3.1.7. Prueba hidrostática

- La prueba se realizará por sectores o tramos, se deberá ubicar el balde pruebas en la parte más baja de la red a probar.
- Colocar el punto de purga en el punto más distante del recorrido de agua.
- Colocar los tapones respectivos ya sea pegados y/o roscados en todas las salidas de agua de la red a probar.
- Las tuberías se llenarán con agua limpia, se elevará la presión cada 50 psi hasta alcanzar los 150 psi, para luego purgar el aire contenido en la red mediante la apertura de la válvula de purga instalada.
- Cada vez que se eleve la presión, se verificara los empalmes de la red para detectar fugas. En caso existiera fugas, se despresurizará la red, luego se procede a corregir y finalizado la corrección se reiniciará el procedimiento de prueba.
- En caso de no existir fugas al llegar a 150 psi, se eliminará el aire mediante la válvula de purga.

- Para la prueba hidrostática, se contará con un manómetro calibrado con un rango de presión de 0 a 300 psi. Se deberá mantener la presión en la red durante 1 hora a 150 psi, se considerará la prueba satisfactoria en caso no ocurra descenso de presión, caso contrario se deberá realizar una inspección en la red con la finalidad de detectar la fuga, para posteriormente corregirla y reiniciar nuevamente el procedimiento de prueba desde el inicio.

Figura 14

Balde para prueba hidrostática.



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Sistema de Agua Caliente y Retorno

Los procedimientos constructivos para el sistema de agua caliente y retorno se presentarán según la secuencia constructiva descrita a continuación:

1. Unión de tuberías y conexiones de acero inoxidable.
2. Unión de tuberías y conexiones de polipropileno.
3. Instalación de redes colgadas o adosadas.
4. Instalación de redes en tabiquería.
5. Instalación de válvulas.
6. Prueba hidrostática.
7. Instalación de junta de dilatación térmica.
8. Instalación de aislamiento térmico.

3.2.1. Unión de tuberías y conexiones de acero inoxidable

Según las especificaciones técnicas del proyecto las tuberías alimentadoras y montantes de agua caliente y retorno serán de acero inoxidable. El procedimiento de unión e instalación de tuberías se detalla a continuación:

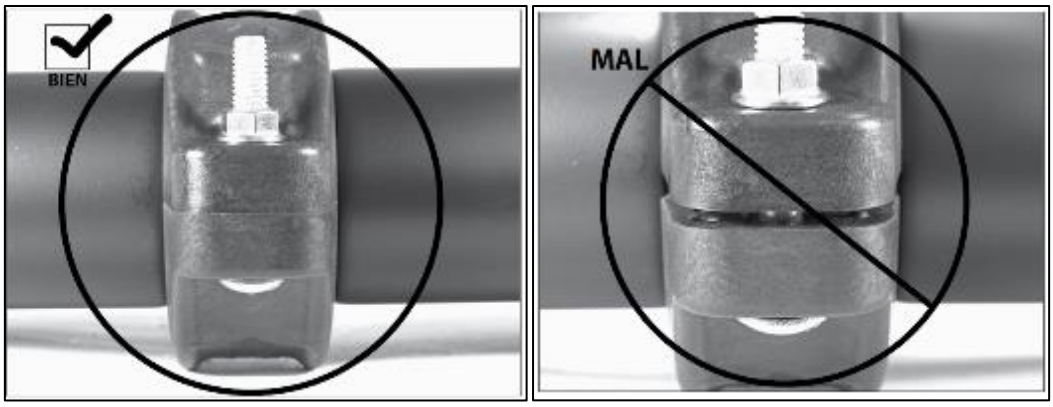
- Las tuberías de acero inoxidable cumplen la norma técnica de fabricación ASTM A-312 AISI 304 según lo indicado en las especificaciones técnicas del proyecto.
- Se procederá a tomar medidas de los planos para proceder con el corte de tuberías. El corte se realizará mediante maquinas tronzadoras.
- Para la instalación de tuberías que utilizaran accesorios roscados, se realizara el roscado de tuberías mediante el uso de una maquina roscadora.
- Una vez obtenida la rosca se procede a realizar la limpieza de la rosca para retirar las rebabas que pudiera existir.
- Concluida la limpieza, se procede a colocar la cinta teflón, la cual será enrollada en la misma dirección que el sentido de la rosca, se deberá evitar que la cinta se superponga en capas y se deberá repartir uniformemente por todo su contorno.
- Posterior a la colocación del teflón, se aplicará formador de empaquetadura en capas delgadas por todo el contorno de la rosca de manera uniforme y se procede a unir tubería y accesorio haciendo uso de llaves stilson.
- Para la instalación de tuberías ranuradas, se iniciará montando la tubería en la maquina ranuradora, se apoyará el extremo opuesto de la tubería en un soporte. Posterior a ello, se sujetará la tubería y se procede a encender la maquina ranuradora.
- Luego del ranurado de la tubería, se procede a limpiar las rebabas que pudiera existir en la superficie usando grata circular.
- Se retirará el empaque del accesorio ranurado y se aplicará lubricante o grasa para acople lo cual evitará que se deteriore el empaque durante la instalación

de materiales. La aplicación se realizará en los labios del sello y en el exterior de la empaquetadura.

- Posicionar la empaquetadura en el extremo ranurado de la tubería y accesorio, asegurarse que el acople y la empaquetadura no sobresalgan por el extremo de la tubería o accesorio.
- Alinear y juntar los dos extremos de la tubería y accesorio, luego deslizar el acople a su posición de modo que las cuñas se alineen con la ranura de la tubería y accesorio. Verificar visualmente el alineamiento de las cuñas del acople con las de la tubería y accesorio.
- Apretar las tuercas del acople de manera uniforme alternando ambos lados hasta obtener pleno contacto en los cierres de los pernos, haciendo uso de una llave tipo rachet. Es importante alternar el ajuste en ambos lados ya que esto evita que el apretamiento de empaquetadura durante el ajuste de los pernos.
- Finalmente se deberá inspeccionar visualmente que las cuñas de los acoples estén correctamente ensambladas, es decir, que se encuentren completamente insertados uno en el otro como se observa en la figura 15.

Figura 15

Inspección visual de acoples ranurados.



Fuente: Victaulic.

Figura 16

Instalación tuberías de acero inoxidable.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Unión de tuberías y conexiones de polipropileno

Según las especificaciones técnicas del proyecto, los ramales de caliente serán de material polipropileno. El procedimiento de unión e instalación de tuberías se detalla a continuación:

- Cortar la tubería con tijera corta tubo para mayor precisión en el corte, asegurándose que el corte sea lo más recto posible y sin rebabas.
- Posterior al corte, se deberá marcar el extremo de la tubería antes de introducirlo en el dado de termo fusión de acuerdo a las medidas de penetración para cada diámetro de tubo, recomendadas por el fabricante y detalladas en la tabla 4.

Tabla 4

Ciclos de tiempo para termofusionar tuberías de polipropileno.

PARÁMETROS PARA FUSIONAR PPR - RANDON				
DIÁMETRO DE TUBERIA (mm)	INSERCIÓN (mm)	TIEMPO DE CALENTAMIENTO (seg)	TIEMPO DE INSERCIÓN (seg)	TIEMPO DE ENFRIAMIENTO (seg)
20 mm	14	5	4	2
25 mm	16	7	4	3
32 mm	18	8	6	4
40 mm	20	12	6	4
50 mm	23	18	6	4
63 mm	26	35	8	6
75 mm	28	40	8	6
90 mm	31	50	8	6
110 mm	33	80	10	8

Fuente: Manual técnico de tuberías y accesorios de polipropileno THC.

- Conectar la máquina termofusionadora a una toma eléctrica, la maquina tendrá que estar en un rango de temperatura de entre 260ºC y 280ºC antes de proceder con la termofusión de elementos.
- Una vez alcanzado el rango óptimo de temperatura de fusión, se introducirá el accesorio hasta el tope del dado de fusión y la tubería hasta la marca hecha en pasos anteriores. El tiempo de calentamiento dependerá del diámetro de la tubería y estará determinada de acuerdo a lo indicado en la tabla 4.
- Posteriormente, remover rápidamente ambos elementos (tubo y conexión) de la maquina fusionadora.
- Unir ambos elementos sin girarlos hasta que la marca en el tubo llegue al accesorio de acuerdo con el tiempo de inserción indicado en la tabla 4, la cual dependerá del diámetro de los elementos a fusionar.
- Verificar y mantener la alineación del tubo y conexión hasta cumplir con el tiempo de enfriamiento indicado para cada diámetro en la tabla 4.

Figura 17

Termofusión de tuberías de polipropileno.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18

Termofusión de tuberías de polipropileno.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19

Termofusión de tuberías de polipropileno.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Instalación de redes colgadas o adosadas

- Se realizará el trazado y replanteo en el área de trabajo, de acuerdo a los planos del proyecto.
- Se armará un andamio para la ejecución del trabajo.
- Una vez realizado el trazo en techo del nivel, se procederá a perforar con taladro percutor los puntos donde se colocará la soporteria.
- Para tuberías mayores a 4” de diámetro, se instalarán tacos de expansión de ½” y para tuberías menores o iguales a 4”, se instalarán tacos de expansión de 3/8”. El distanciamiento de soportes deberá cumplir con lo establecido en el anexo 4 de la norma RNE IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones (ver tabla 5 líneas abajo).

Tabla 5

Espaciamiento máximo entre soportes en metros.

Diámetro de la tubería	Pulg.	½”	3/4”	1”	1 ¼” a 2”	2 ½” a 4”	Mayor a 4”
	mm	15	20	25	32 a 50	65 a 100	Mayor a 100
Acero.		2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50
Cobre.		1,80	2,40	2,40	3,00	3,60	4,00
PVC y similares.		1,50	2,00	2,00	2,50	3,00	3,50

Fuente: Norma IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones 2006.

- Para las tuberías de materialidad de polipropileno se considerará lo indicado en el manual técnico del fabricante de tuberías, siendo 60ºC la temperatura de diseño de agua caliente del proyecto, entonces se tomará las distancias señaladas para dicha temperatura.

Tabla 6

Espaciamiento máximo entre soportes para tuberías de polipropileno en milímetros.

mm	20ºC	30ºC	40ºC	50ºC	60ºC	70ºC	80ºC
16	75	70	70	65	65	60	55
20	80	75	70	70	65	60	60
25	85	85	85	80	75	75	70
32	100	95	90	85	80	75	70
40	110	110	105	100	95	90	85
50	125	120	115	110	105	100	90
63	140	135	130	125	120	115	105
75	155	145	140	135	130	125	120
90	170	160	155	150	145	140	135
110	185	180	170	165	160	155	150
125	200	195	190	180	170	165	160

Fuente: Manual técnico de tuberías y accesorios de polipropileno THC.

- Se colocarán las varillas roscadas en los tacos de expansión luego se verifica con un nivel de mano el alineamiento vertical de la varilla. Luego se procede a colocar los colgadores en el otro extremo de las varillas roscadas.
- Se pasarán las tuberías a través de los colgadores instalados y se procederá a realizar la unión de tuberías según los procesos descritos para cada tipo de materialidad.

Figura 20

Trazo en techo para redes de agua caliente.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 21

Instalación de tuberías colgadas de polipropileno.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. Instalación de redes en tabiquería

- Antes de iniciar la actividad, se verificará que los planos de instalaciones sanitarias y arquitectura se encuentren compatibilizados, asimismo se verificará que las salidas de agua coincidan con lo indicado en las fichas técnicas de los aparatos sanitarios a instalarse.
- Se realizará el trazado y replanteo en el área de trabajo, según los planos del proyecto.
- Las tuberías se soportarán sobre listones de madera tornillo, los cuales deberán ser cortados a medida para luego ser fijados en la perfilería metálica de drywall. Los listones serán ubicados entre perfiles y serán fijados mediante tornillos autoperforantes en cada lado.
- De ser necesario, se realizará pases con sacabocado a la perfilería metálica para pasar las tuberías a través de ellas.
- Se colocarán abrazaderas de dos orejas para adosar las tuberías a los listones de madera.
- Se verificará la perpendicularidad y alineamiento de la tubería adosada con respecto al piso utilizando nivel laser.
- Finalmente se colocará tapones roscados a cada salida en muro para proceder con la prueba hidrostática.

Figura 22

Instalación de tuberías de polipropileno en tabiques de drywall.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23

Instalación de salidas de polipropileno para mezcladora de ducha en tabique de drywall.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5. Instalación de válvulas

- Se verificará la ubicación de las válvulas según lo proyectado en los planos del proyecto.
- Las válvulas serán del tipo esféricas con terminales de polipropileno por lo tanto se seguirá el procedimiento de unión de tuberías de polipropileno por termofusión descritas en el ítem 3.2.2.

Figura 24

Instalación de válvula de control de agua caliente para SS.HH.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.6. Prueba hidrostática

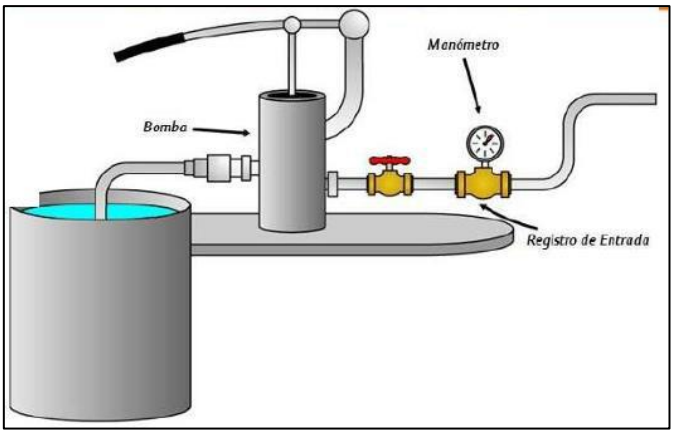
- La prueba se realizará por sectores o tramos, se deberá ubicar el balde pruebas en la parte más baja de la red a probar.
- Colocar el punto de purga en el punto más distante del recorrido de agua.
- Colocar los tapones respectivos ya sea pegados y/o roscados en todas las salidas de agua de la red a probar.
- Las tuberías se llenarán con agua limpia, se elevará la presión cada 50 psi hasta alcanzar los 150 psi, para luego purgar el aire contenido en la red mediante la apertura de la válvula de purga instalada.
- Cada vez que se eleve la presión, se verificara los empalmes de la red para detectar fugas. En caso existiera fugas, se despresurizará la red, luego se

procede a corregir y finalizado la corrección se reiniciará el procedimiento de prueba.

- En caso de no existir fugas al llegar a 150 psi, se eliminará el aire mediante la válvula de purga.
- Para la prueba hidrostática, se contará con un manómetro calibrado con un rango de presión de 0 a 300 psi. Se deberá mantener la presión en la red durante 1 hora a 150 psi, se considerará la prueba satisfactoria en caso no ocurra descenso de presión, caso contrario se deberá realizar una inspección en la red con la finalidad de detectar la fuga, para posteriormente corregirla y reiniciar nuevamente el procedimiento de prueba desde el inicio.

Figura 25

Balde para prueba hidrostática.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26

Verificación de la presión final de la prueba hidrostática para redes de agua caliente.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.7. Instalación de junta de dilatación térmica

- Verificar que la junta de dilatación se encuentre en buenas condiciones, sin daños visibles ni deformaciones.
- Se dejará el espacio suficiente para la instalación de la junta de acuerdo a las dimensiones del proyecto (0.60x0.80m)
- La junta de dilatación térmica será colocada de acuerdo a las ubicaciones indicada en los planos del proyecto, siendo la longitud máxima entre juntas cada 20 metros entre sí de acuerdo a plano de detalle de instalación.
- La junta deberá unirse a la tubería de agua caliente y retorno mediante uniones universales que permitan ser retiradas cuando se requiera realizar labores de mantenimiento.
- Finalmente se procederá a forrar la junta con lana mineral para aislarla térmicamente.

Figura 27

Instalación de junta de dilatación térmica de acero inoxidable.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.8. Instalación de aislamiento térmico

- Una vez concluida las pruebas hidrostáticas satisfactoriamente, se procede a realizar la colocación del aislamiento térmico en el sistema de agua caliente.
- Para tramos rectos se colocará las cañuelas una tras otra, lo más junta posible, considerar que las cañuelas tienen 1m de largo.
- Para tramos donde exista cambios de dirección, se cortará las cañuelas para adecuarlas a las conexiones existentes, de tal forma que ninguna parte quede expuesta sin recubrimiento.
- En las uniones entre cañuelas se procederá a forrar con tocuyo y luego se asegurará con cintillos distribuidos de manera que toda la red se encuentre completamente cubierta con el aislamiento térmico.

Figura 28

Instalación de aislamiento térmico en montantes de agua caliente.

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Sistema de Desagüe y Ventilación

Los procedimientos constructivos para el sistema de desagüe y ventilación se presentarán según la secuencia constructiva descrita a continuación:

1. Unión de tuberías y conexiones de PVC-U.
2. Unión de tuberías y conexiones de cobre.
3. Instalación de redes colgadas o adosadas.
4. Instalación de redes enterradas.
5. Prueba de estanqueidad.

3.3.1. Unión de tuberías y conexiones de PVC-U

Según las especificaciones técnicas del proyecto, para el sistema de desagüe domestico se considerará la instalación de tuberías y conexiones de PVC-U. El procedimiento de unión e instalación de tuberías se detalla a continuación:

- Cortar el tubo con una segueta y asegurarse que el corte se encuentre a escuadra usando una caja guía.
- Quitar las rebabas y las marcas de la segueta, usando lija #40.
- Limpiar las superficies que se van a conectar tanto del tubo como del accesorio, con un trapo industrial limpio.

- Aplicar soldadura, previo a la colocación de la soldadura, se debe agitar el producto, luego aplicar una capa en la espiga de la tubería o conexión, inmediatamente aplicar una capa delgada en la campana de la tubería o conexión.
- Insertar y realizar ¼ de giro para asegurar una distribución interna de la soldadura.
- Deje pasar 5 minutos antes de manipularlo y 2 horas para el curado antes de someterlo a presión.

3.3.2. Unión de tuberías y conexiones de cobre

Según las especificaciones técnicas del proyecto, para el sistema de desagüe graso (provenientes de las áreas de cocina) se considerará la instalación de tuberías y conexiones de cobre. El procedimiento de unión e instalación de tuberías se detalla a continuación:

- El proceso de unión entre tuberías de cobre se realizará a través de soldadura, mediante aplicación de pasta fundente y soldadura de cobre (90% estaño, 5% plata y 5% cobre).
- Inicialmente, hay que cortar la tubería perpendicularmente usando amoladora ya que con éste se obtiene un corte perpendicular al eje del tubo.
- Luego, se procede con la limpieza de rebabas en las zonas donde se ha realizado el corte y que nos permitirá acoplar correctamente las tuberías y conexiones.
- Inmediatamente, después de realizada la limpieza, se aplicará una capa de decapante por medio de una brocha, la aplicación se realizará sobre la espiga de la tubería de cobre en cantidad suficiente para formar una película delgada y uniforme en todo su contorno. El decapante tiene por finalidad proteger la superficie metálica durante el calentamiento y aumentar la capacidad de penetración de la soldadura entre las superficies a unir.
- Una vez aplicado el decapante, se procederá con el proceso de calentamiento mediante un soplete, la llama debe proyectarse a lo largo de la zona de contacto

entre la tubería y accesorio, se deberá realizar un movimiento de vaivén en todo el contorno de unión entre ambos materiales y nunca concentrada en un solo punto para evitar un calentamiento excesivo que provocaría una soldadura defectuosa.

- Una vez que el decapante comience a bullir, se habrá alcanzado la temperatura adecuada para que la soldadura pueda fundirse correctamente. La soldadura deberá penetrar y distribuirse en el intersticio de la unión formando sobre el frente del accesorio un cordón uniforme de soldadura.
- Se deberá dejar enfriar los materiales soldados a temperatura de ambiente o se podrá usar un trapo industrial húmedo para acelerar la solidificación de la soldadura. Evitar un enfriamiento brusco ya que podría generar grietas en la soldadura puesto que la soldadura está constituida por metales con distintos puntos de solidificación. Finalmente, se procede a la limpieza de la zona de intervenida del material para eliminar los restos de decapante que pudiera existir.

Figura 29

Instalación de salidas para desagüe caliente de cobre.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 30

Instalación de tuberías colgadas de cobre para desagüe caliente.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 31

Instalación de aislamiento térmico para tuberías de cobre para desagüe caliente.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Instalación de redes colgadas o adosadas

- Se realizará el trazado y replanteo en el área de trabajo, de acuerdo a los planos del proyecto.
- Se armará un andamio para la ejecución del trabajo.
- Una vez realizado el trazo en techo del nivel, se procederá a perforar con taladro percutor los puntos donde se colocará la soportería.

- Para tuberías mayores a 4” de diámetro, se instalarán tacos de expansión de ½” y para tuberías menores o iguales a 4”, se instalarán tacos de expansión de 3/8”. El distanciamiento de soportes deberá cumplir con lo establecido en el anexo 4 de la norma RNE IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones (ver tabla 7 líneas abajo).

Tabla 7

Espaciamiento máximo entre soportes en metros.

Diámetro de la tubería	Pulg.	½”	3/4”	1”	1 ¼” a 2”	2 ½” a 4”	Mayor a 4”
	mm	15	20	25	32 a 50	65 a 100	Mayor a 100
Acero.		2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50
Cobre.		1,80	2,40	2,40	3,00	3,60	4,00
PVC y similares.		1,50	2,00	2,00	2,50	3,00	3,50

Fuente: Norma IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones 2006.

- Se colocarán las varillas roscadas en los tacos de expansión luego se verifica con un nivel de mano el alineamiento vertical de la varilla. Luego se procede a colocar los colgadores en el otro extremo de las varillas roscadas.
- Se pasarán las tuberías a través de los colgadores instalados y se procederá a realizar la unión de tuberías según los procesos descritos para cada tipo de materialidad en el ítem 3.3.
- Se deberá verificar la pendiente de las tuberías montadas, las cuales deberán estar acorde a lo indicado en los planos del proyecto, siendo estas no menores a 1% para tuberías de diámetros de 4” y mayores, y no menor de 1.5% para diámetros de 3” o inferiores en cumplimiento con lo establecido en el acápite 6, 6.2, c) de la norma RNE IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

Figura 32

Trazo en techo para tuberías colgadas de desagüe.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 33

Instalación de soportes para tuberías colgadas de desagüe.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 34

Instalación de tuberías colgadas de drenaje en sótanos.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 35

Instalación de tuberías colgadas de desagüe para SS.HH de habitaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 36

Instalación de tuberías colgadas de drenaje de aire acondicionado.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 37

Instalación de montantes de drenaje, desagüe doméstico y desagüe caliente.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 38

Instalación de reductores de velocidad para montantes de, desagüe doméstico y desagüe caliente.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.4. Instalación de redes enterradas

- Previo a la ejecución de las actividades, se deberá realizar la limpieza del área de trabajo para evitar interferencias durante el trazo y replanteo.
- Se colocarán estacas en cada extremo donde se realizará el trazado.
- Se tiende el cordel amarrando a cada extremo de las estacas.
- Realizar el marcado en el terreno, el recorrido de las tuberías que se instalaran según las medidas de tomadas de los planos del proyecto.
- Se delimitará el perímetro del área de trabajo para proceder con las excavaciones respectivas, se usarán señalizaciones que indiquen la prohibición de ingreso de personal no autorizado.
- La profundidad de la excavación estará en función de las cotas de fondo de las tuberías y pendiente indicada en planos.
- Una vez culminada las excavaciones, se procederá a colocar arena como cama de apoyo para las tuberías en zanjas.

- Se procederá a colocar estacas cada cierto tramo para verificar el nivel de la cama de arena con la ayuda de un nivel topográfico.
- La unión de tuberías y conexiones PVC-U se realizará de acuerdo a lo descrito en el ítem 3.3.1.
- Realizado el tendido de tuberías PVC-U, se verificará la pendiente de las redes con un nivel topográfico, las cuales deberán estar acorde con lo indicado en planos, siendo estas no menores a 1% para tuberías de diámetros de 4” y mayores, y no menor de 1.5% para diámetros de 3” o inferiores en cumplimiento con lo establecido en el acápite 6, 6.2, c) de la norma RNE IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.
- Posteriormente se realizará la prueba de estanqueidad descrita en el ítem 3.3.5, una vez aprobada satisfactoriamente la prueba, se procederá a rellenar la zanja.
- Para el relleno de zanja, se colocará arena hasta 0.30m por encima de la clave de la tubería y luego se colocará material propio de la excavación compactadas en capas de 0.30m.
- Después de realizado los procesos descritos, se retirará los elementos de seguridad que delimitaban el área de trabajo para que puedan proceder con la ejecución de la losa.

Figura 39

Excavación de zanjas para redes enterradas de drenaje de sótanos.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 40

Colocación de cama de arena en zanjas para redes enterradas de drenaje.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 41

Instalación de redes enterradas de drenaje en cuarto de bombas.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 42

Instalación de redes enterradas de drenaje en cuarto de bombas.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 43

Instalación de redes enterradas de drenaje en cuarto de bombas.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 44

Compactación de zanjas para redes enterradas de drenaje.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 45

Relleno de zanjas con concreto para redes enterradas de drenaje en estacionamientos.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.5. Prueba de estanqueidad

- Se realizarán en cada tramo de caja de registro a caja de registro y/o batería de la red, sin superar una columna de agua de 4m.
- Las pruebas parciales se realizarán en una longitud total de redes no mayor a 50m con la finalidad de tener una mejor visualización de la prueba.
- Se taponeará todas las salidas de desagüe y por el punto más alto se llenará de agua la batería de desagüe, liberando el aire de la red por diferentes puntos, luego se marcará el nivel del agua y se dejara reposar por 1 hora, luego se verificará el nivel del mismo, en caso de haber disminuido, se revisará que no exista fugas, de no existir, la disminución de nivel fue producto de la eliminación de aire en la red, se verificara nuevamente a la hora, si no disminuye se dará inicio a la prueba.

- Se nivelará el agua hasta la marca dejada, se taponeará la salida donde se dejó la marca, luego se rotulará la tubería con plumón, colocando la fecha, hora, nivel de la marca y se procederá a dejar reposar por 24 horas.
- Pasada las 24 horas, se retirará el tapón donde y se verificará el nivel de agua, en caso no haya descenso de nivel, la prueba se considerará satisfactoria, caso contrario, se deberá revisar los empalmes para encontrar fugas en la red y una vez detectado y reparado la fuga se deberá realizar el procedimiento de prueba desde el inicio.

Figura 46

Llenado con agua para prueba de estanqueidad de tuberías de desagüe.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 47

Colocación de tapones en salidas de desagüe para prueba de estanqueidad.

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Aparatos y equipamiento sanitario

En este ítem se describirán los procedimientos de instalación y prueba de los aparatos sanitarios y equipamiento sanitario considerados en el proyecto AC Hotel Miraflores y se presentarán según la siguiente secuencia:

1. Aparatos sanitarios.

1.1. Instalación y prueba de inodoro tipo tanque.

1.2. Instalación y prueba de urinario con fluxómetro.

1.3. Instalación y prueba de lavatorio.

1.4. Instalación y prueba de mezcladora de ducha.

2. Equipamiento sanitario.

2.1. Instalación y prueba de sistema de bombeo de agua fría.

2.2. Instalación y prueba de sistema de ablandamiento de agua.

2.3. Instalación y prueba de desinfección de agua.

2.4. Instalación y prueba de equipos de almacenamiento, producción y bombeo de agua caliente.

2.5. Instalación y prueba de sistemas de bombeo de desagüe y drenaje.

3.4.1. Aparatos sanitarios

3.4.1.1. Instalación y prueba de inodoro tipo tanque

El procedimiento de instalación comprende los siguientes pasos:

- Trazar en el piso la medida de los sujetadores del inodoro tomando en cuenta las medidas indicadas en la ficha técnica del aparato sanitario.
- Perforar con taladro percutor usando broca de 3/8”.
- Colocar el tarugo de plástico y proceder con el aseguramiento de los pernos de anclaje.
- Colocar el aparato para verificar que las perforaciones se encuentren en la posición correcta.
- Colocar el anillo de cera sobre el contorno de la salida del inodoro de 4”.
- Montar la taza del inodoro y fijarlas con las tuercas de los pernos de anclaje.
- Instalar los accesorios internos del tanque, siguiendo las indicaciones dadas en la ficha técnica del inodoro.
- Montar el tanque sobre la taza del inodoro, colocar los pernos y fijarlos con las tuercas respectivas.
- Retirar el tapón de la salida de agua en muro, luego colocar el tubo de abasto enroscando en ambos extremos.
- Sellar la junta entre el inodoro y el piso con sellante fungicida de silicona.
- Finalmente realizar la limpieza del inodoro y cubrirla para protegerla de polvo.

El procedimiento de prueba comprende lo siguiente:

- Realizar la apertura de total de las válvulas de control de los aparatos a probarse.
- Verificar la ubicación del aparato, la cual debe coincidir con lo proyectado en el plano de arquitectura.
- Verificar que los aparatos se encuentren instalados completamente, es decir, con todos sus aditamentos de fábrica.

- Se deberá verificar que no exista fugas antes del inicio de la prueba. Caso contrario, se deberá realizar las reparaciones correspondientes para dar inicio a la prueba.
- La prueba tendrá una duración de 10 minutos por aparato o hasta que se pueda determinar la inexistencia de fugas durante la prueba.
- Para el inodoro tipo tanque, se descargará el agua del tanque al accionar la palanca, inmediatamente verificar que se produzca el sifonaje y luego visualizar que el agua del tanque empiece a llenarse sin exceder el nivel de agua regulado en la instalación.
- Verificar en todo momento que no se produzca fugas en las conexiones del tubo de abasto.
- Al finalizar la prueba satisfactoriamente, se deberá registrar la inspección en el protocolo de prueba.

Figura 48

Instalación de inodoro tipo tanque para SS.HH de habitaciones.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.2. Instalación y prueba de urinario con fluxómetro

El procedimiento de instalación comprende los siguientes pasos:

- Trazar en muro la ubicación de los sujetadores del urinario según lo indicado en la ficha técnica del aparato sanitario.

- Perforar con taladro percutor y broca de 3/8”.
- Colocar los tarugos y asegurar los pernos de anclaje.
- Colocar el urinario en el lugar de la instalación, teniendo como referencia la ubicación del eje de la salida de desagüe.
- Verificar el alineamiento horizontal del aparato utilizando un nivel de mano.
- Retirar el tapón de la salida de agua del muro e instalar el fluxómetro.
- Sellar las juntas del urinario y el muro con sellante fungicida de silicona.
- Finalmente realizar la limpieza del urinario y cubrirla para protegerla de polvo.

El procedimiento de prueba comprende lo siguiente:

- Realizar la apertura de total de las válvulas de control de los aparatos a probarse.
- Verificar la ubicación del aparato, la cual debe coincidir con lo proyectado en el plano de arquitectura.
- Verificar que los aparatos se encuentren instalados completamente, es decir, con todos sus aditamentos de fábrica.
- Se deberá verificar que no exista fugas antes del inicio de la prueba. Caso contrario, se deberá realizar las reparaciones correspondientes para dar inicio a la prueba.
- La prueba tendrá una duración de 10 minutos por aparato o hasta que se pueda determinar la inexistencia de fugas durante la prueba.
- Para aparatos con válvula tipo fluxómetro, se accionará la palanca para dejar pasar el agua, verificar que se produzca el sifonaje en la descarga hacia el desagüe
- Finalmente verificar que no ocurran fugas entre la salida en muro y el fluxómetro.
- Al finalizar la prueba satisfactoriamente, se deberá registrar la inspección en el protocolo de prueba.

3.4.1.3. Instalación y prueba de lavatorio

El procedimiento de instalación comprende los siguientes pasos:

- Previo a la instalación, se verificará el espacio dejado en el mueble para el lavatorio ovalín. De ser correctas las medidas, se procede a montar el lavatorio, se colocará sellador adhesivo (sikaflex 11fc) en el contorno superior del lavatorio y se juntara a la parte inferior del mueble, cuidando que el lavatorio se encuentre alineado y nivelado correctamente en el mueble, deberá soportarse el lavatorio de manera que quede totalmente en contacto por un tiempo adecuado para que se produzca el secado del sellador.
- Se procede a retirar los tapones de las salidas de agua fría y caliente, posterior a ello, se instala la grifería y se coloca los tubos de abasto los cuales serán unidos por un lado a la grifería y en el otro extremo a la salida de agua. Para las uniones roscadas se utilizarán cinta teflón.
- Se procede a colocar la trampa de desagüe, la cual será instalada debajo del lavatorio y será unida hacia la salida de desagüe de 2” en muro.
- Finalmente, se procederá a colocar sellante fungicida de silicona en las juntas entre el lavatorio y el mueble, luego realizar la limpieza respectiva y cubrir tanto el lavatorio como la grifería para protegerla del polvo o golpes.

El procedimiento de prueba comprende lo siguiente:

- Realizar la apertura de total de las válvulas de control de los aparatos a probarse.
- Verificar la ubicación del aparato, la cual debe coincidir con lo proyectado en el plano de arquitectura.
- Verificar que los aparatos se encuentren instalados completamente, es decir, con todos sus aditamentos de fábrica.
- Se deberá verificar que no exista fugas antes del inicio de la prueba. Caso contrario, se deberá realizar las reparaciones correspondientes para dar inicio a la prueba.

- La prueba tendrá una duración de 10 minutos por aparato o hasta que se pueda determinar la inexistencia de fugas durante la prueba.
- Manipular la grifería para aperturar la salida de agua hacia el lavatorio.
- Maniobrar la palanca hacia el lado derecho para verificar la salida de solo agua fría, realizar el mismo paso pero en sentido contrario (lado izquierdo) para verificar la salida de solo agua caliente.
- Luego regular la palanca hacia el medio para verificar la salida de agua temperada producto de la mezcla adecuada de agua fría y caliente.
- Se debe verificar que la presión sea la adecuada para el funcionamiento correcto de la grifería.
- Proceder a estancar el agua en el lavatorio, dejar que el agua pase por el rebose del aparato y verificar que fluya correctamente hacia el desagüe.
- Por ultimo revisar que no exista fugas en las conexiones de desagüe (trampa y salida a muro) y en las conexiones de agua (tubos de abasto).
- Al finalizar la prueba satisfactoriamente, se deberá registrar la inspección en el protocolo de prueba.

Figura 49

Instalación de lavatorio para SS.HH de habitaciones.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.4. Instalación y prueba de mezcladora de ducha

El procedimiento de instalación comprende los siguientes pasos:

- Trazar las medidas en los muros, según las acotaciones indicadas en los planos de detalle de instalación de mezcladora de ducha y cabezal de ducha.
- Montar la mezcladora de ducha, la cual deberá ser fijada al muro de drywall mediante el uso de madera del tipo tornillo, las maderas serán fijadas a los perfiles metálicos haciendo uso de tornillos autoperforantes. Considerar que la mezcladora deberá estar a una distancia máxima con respecto al acabado del muro, siguiendo lo recomendado por el fabricante ya que esta distancia permitirá la colocación adecuada de la canopla de la mezcladora.
- Una vez fijado la mezcladora, se deberá unir los terminales roscados de la mezcladora con las tuberías de agua fría y caliente, en este caso serán cuatro (04) terminales compuestos por 1 entrada de agua fría, una entrada de agua caliente, 1 salida de agua caliente para el cabezal de ducha y 1 salida de agua caliente para la ducha teléfono.
- Se usará cinta teflón y formador de empaquetadura para luego unirlos a los adaptadores roscados metálicos de polipropileno provenientes de las tuberías de agua fría y caliente.
- Posterior al cerramiento de muro y enchape del mismo, se procederá a colocar la canopla y manubrio de la mezcladora.

El procedimiento de prueba comprende lo siguiente:

- Realizar la apertura de total de las válvulas de control de los aparatos a probarse.
- Verificar la ubicación del aparato, la cual debe coincidir con lo proyectado en el plano de arquitectura.
- Verificar que los aparatos se encuentren instalados completamente, es decir, con todos sus aditamentos de fábrica.

- Se deberá verificar que no exista fugas antes del inicio de la prueba. Caso contrario, se deberá realizar las reparaciones correspondientes para dar inicio a la prueba.
- La prueba tendrá una duración de 10 minutos por aparato o hasta que se pueda determinar la inexistencia de fugas durante la prueba.
- Regular la palanca para aperturar el paso de agua fría y agua caliente al dirigir la palanca hacia la derecha e izquierda respectivamente. El paso de agua se dará por el cabezal de ducha.
- Luego regular la palanca hacia la mitad para verificar el paso de agua temperada originado por la mezcla de agua fría y caliente.
- Presionar el botón en la mezcladora para activar el paso de agua hacia la ducha teléfono.
- Se debe verificar que la presión en el cabezal de ducha y en la ducha teléfono sean los adecuados para el correcto funcionamiento de los aparatos.
- Finalmente, verificar que no exista fugas en las conexiones de los aparatos.
- Al finalizar la prueba satisfactoriamente, se deberá registrar la inspección en el protocolo de prueba.

Figura 50

Instalación de mezcladoras de ducha para SS.HH de habitaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 51

Instalación de ducha tipo teléfono y cabezal de ducha para SS.HH de habitaciones.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Equipamiento sanitario

Previo a la ejecución de actividades se debe considerar lo siguiente:

- Revisar las fichas técnicas de los equipos que se instalarán.
- Revisar las posibles interferencias dentro del ambiente donde se instalarán los equipos.
- Coordinar con el área civil de la Contratista, la ejecución de los podios de concreto donde irán anclados el equipamiento que lo requiera.

3.4.2.1. Instalación y prueba de sistemas de bombeo de agua fría

- Se deberá verificar el nivel del podio de concreto, una vez corroborado el nivel, se procederá a fijar la bomba a la base de concreto.
- Luego, con la ayuda de un nivel de mano verificar que las partes de la bomba se encuentren niveladas.
- Se realizará la instalación de las tuberías de succión e impulsión en el cuarto de bombas, el procedimiento de unión de tuberías se ejecutará de acuerdo a lo descrito en el ítem 3.1.2.

- Instalar el control de nivel en la cisterna de agua potable, teniendo en cuenta los niveles de arranque y parada indicados en el plano de detalle de las cisternas.
- Se procede a fijar los tableros de control de las bombas, la fijación se realizará hacia los muros internos del cuarto de bombas.
- Se realizará las conexiones eléctricas del tablero de control hacia la bomba y al transmisor de presión, posteriormente se conectará el cable alimentador del tablero de fuerza hacia el tablero de control de la bomba.

Figura 52

Sistema de bombeo de agua potable

Fuente: Elaboración propia.

Figura 53

Sistema de bombeo de agua potable

Fuente: Elaboración propia.

Figura 54

Tableros de control para bombas de agua potable y filtrada

Fuente: Elaboración propia.

Figura 55

Configuración de PLC y variadores de velocidad en tablero de control de bombas de agua potable

Fuente: Elaboración propia.

Figura 56

Sistema de bombeo de agua blanda

Fuente: Elaboración propia.

Figura 57

Tableros de control para bombas de agua blanda

Fuente: Elaboración propia.

Figura 58

Sistema de bombeo de agua para riego

Fuente: Elaboración propia.

Figura 59

Tablero de control de bombas para riego

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.2. Instalación y prueba de sistema de filtración de agua

- Instalar la tubería de 1 ½" en el centro del tanque, el tubo es usado como distribuidor, en el tubo parte inferior se instala las toberas tipo quenas.
- Una vez colocado el tubo de 1 ½", se procede a taparlo con cinta en la parte superior.
- Realizar el llenado de los materiales filtrantes.
- Para el caso del Filtro Multimedia, primero se vierte dentro del tanque la grava de cuarzo, luego Garnett, después Arena y finalmente la antracita, verificar que el llenado se realice uniformemente.
- Para el caso del Filtro de Carbón, primero se vierte dentro del tanque la grava de cuarzo, luego el carbón activado granular, verificar que el llenado se realice uniformemente.
- Una vez realizado el llenado del material, retirar la cinta y colocar la valvular controladora del cabezal Marca Fleck, modelo 2850.

- El cabezal es tipo rosca macho de 2 ½”, una vez asegurada la rosca, queda fija el cabezal, tener en cuenta que el cabezal parte inferior de la rosca viene con O ring.
- Una vez instalada el material y válvula 2850, queda listo para ser interconectada con el ingreso/salida/drenaje del filtro.
- Finalmente energizar el cabezal en alimentación 220V, previamente se hará uso de un transformador de 220V/120V/1f/60hz.
- Realizar la programación conforme a los tiempos indicados en el manual.
- Los materiales filtrantes al ser nuevos se deben de limpiar, se pone en funcionamiento mediante el ciclo de limpieza, indicados en el manual, se realiza el ciclo de retrolavado por dos (02) horas, hasta visualizar que el agua a la salida del filtro no tenga turbidez.
- Una vez realizada la limpieza del material, el equipo queda apto para ponerlo en funcionamiento.

Figura 60

Sistema de filtración de agua

Fuente: Elaboración propia.

Figura 61

Sistema de filtración de agua

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.3. Instalación y prueba de sistema de ablandamiento de agua

- Instalar la tubería de 1 ½" en el centro del tanque, el tubo es usado como distribuidor, en el tubo parte inferior se instala las toberas tipo quenas.
- Una vez colocado el tubo de 1 ½", se procede a taparlo con cinta en la parte superior.
- Realizar el llenado de los materiales filtrantes,
- Para el caso del Filtro de Carbón, primero se vierte dentro del tanque la grava de cuarzo, luego el carbón activado granular, verificar que el llenado se realice uniformemente.
- Para el caso del Ablandador Twin, primero se vierte dentro del tanque la grava de cuarzo, luego las resinas catiónicas, verificar que el llenado se realice uniformemente.
- Una vez realizado el llenado del material, retirar la cinta y colocar la valvular controladora del cabezal Marca Fleck, modelo 2850.

- El cabezal es tipo rosca macho de 2 ½”, una vez asegurada la rosca, queda fija el cabezal, tener en cuenta que el cabezal parte inferior de la rosca viene con O ring.
- Una vez instalada el material y válvula 2850, queda listo para ser interconectada con el ingreso/salida/drenaje del filtro.
- Finalmente energizar el cabezal en alimentación 220V, previamente se hará uso de un transformador de 220V/120V/1f/60hz.
- Realizar la programación conforme a los tiempos indicados en el manual.
- Los materiales filtrantes al ser nuevos se deben de limpiar, se pone en funcionamiento mediante el ciclo de limpieza, indicados en el manual, se realiza el ciclo de retrolavado por dos (02) horas, hasta visualizar que el agua a la salida del filtro no tenga turbidez.
- Una vez realizada la limpieza del material, el equipo queda apto para ponerlo en funcionamiento.

Figura 62

Sistema de ablandamiento de agua

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.4. Instalación y prueba de desinfección de agua

- Se procederá a instalar un soporte metálico anclado al muro, para la fijación de la bomba dosificadora de cloro.
- A continuación, se fijará al muro el panel de control que está conformado por un display digital, medidor de cloro y un rotámetro.
- Se instalará un trasformador para luego realizar la conexión eléctrica al panel de control, la alimentación eléctrica de la bomba será empalmada directamente del panel de control.
- Se colocará el tanque de dosificación de cloro, tanque de polietileno ubicado en un dique, luego se instalará el control de nivel.
- Finalmente, el panel de control se programará para comenzar a operar cuando el nivel de cloro residual se encuentre por debajo de 1.5 ppm.

Figura 63

Sistema de dosificación de cloro

Fuente: Elaboración propia.

Figura 64

Panel de control para sistema de dosificación de cloro

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.5. Instalación y prueba de equipos de almacenamiento, producción y bombeo de agua caliente

- Se realizará el trazo para ubicar los calentadores y tanques de acumulación de agua caliente.
- Luego se procede a fijar el tanque y los calentadores al piso del ambiente.
- Se instalarán las tuberías de ingreso y salida al calentador y al tanque de acumulación de agua caliente.
- También se instalarán las tuberías de drenaje de ambos equipos, los cuales tendrán un recorrido hacia la rejilla de drenaje más cercano para terminar en descarga libre.
- Se procede a instalar los ductos de gases de escape de cada calentador, de 250 mm de diámetro cada uno. Los ductos serán de acero al carbono de 3mm de espesor.
- Se forrará los ductos de gases de escape en su totalidad, el forrado se realizará con aislamiento de lana de vidrio de 2” de espesor y envuelto por planchas de aluminio rolladas.

- Posteriormente, se conectará la alimentación de gas hacia cada calentador.
- Se deberá revisar el nivel de los podios de concreto para las bombas de agua caliente y recirculación. Una vez corroborado lo anterior, se procede a fijar todas las bombas en los podios de concreto. Luego se verificará el nivel de cada bomba usando un nivel de mano.
- Se ejecutará la instalación de las tuberías de succión e impulsión de las bombas de agua caliente y su recirculación. Luego de la instalación de tuberías, se procede a forrar las tuberías mediante lana de vidrio y envuelto con tocuyo.
- Luego, se fijará los tableros de control de las bombas de acuerdo a la ubicación proyectada en planos y se procede a realizar las conexiones eléctricas hacia cada equipo.

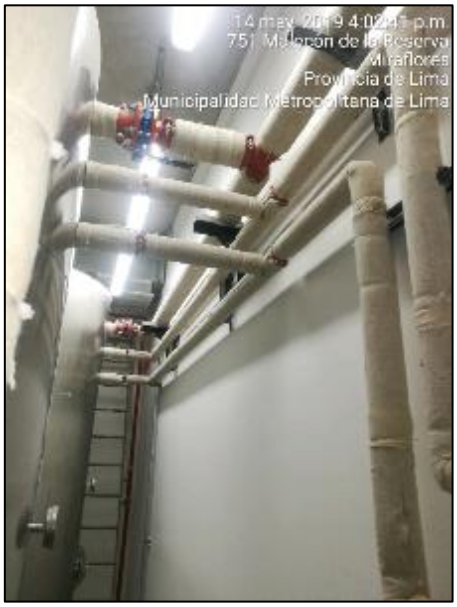
Figura 65

Tanque de almacenamiento de agua caliente

Fuente: Elaboración propia.

Figura 66

Tuberías de alimentación y retorno hacia tanque de acumulación de agua caliente



Fuente: Elaboración propia.

Figura 67

Sistema de bombeo de retorno de agua caliente

Fuente: Elaboración propia.

Figura 68

Equipo de producción de agua caliente

Fuente: Elaboración propia.

Figura 69

Tablero de control de equipo de producción de agua caliente

Fuente: Elaboración propia.

Figura 70

Tubería de gases de escape de equipo de producción de agua caliente

Fuente: Elaboración propia.

Figura 71

Tubería de drenaje de tanque de acumulación de agua caliente

Fuente: Elaboración propia.

Figura 72

Tubería de drenaje de equipo de producción de agua caliente

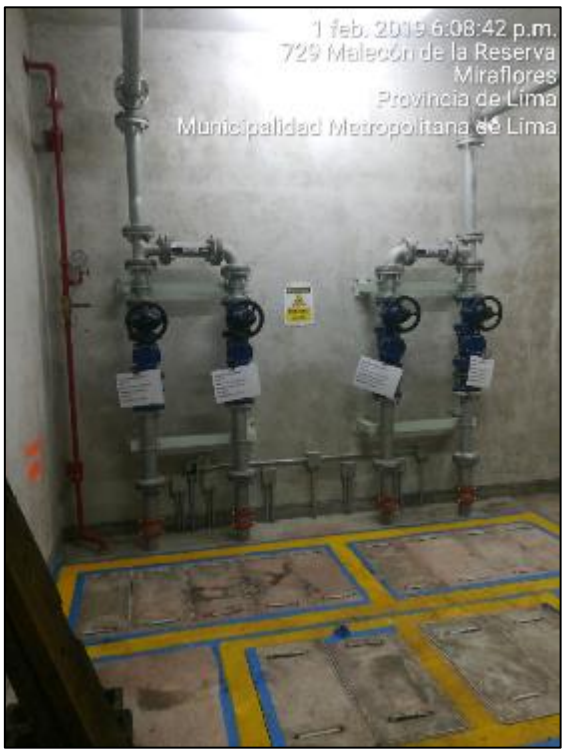
Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.6. Instalación y prueba de sistemas de bombeo de desagüe y drenaje

- Se realizará el trazo para ubicar las bombas de acuerdo a las medidas indicadas en los planos.
- Se descenderán las bombas hacia la cámara húmeda con la ayuda de un tecle. Posteriormente, se fijará las bombas con pernos de expansión hacia el piso de la cámara húmeda.
- Instalar el control de nivel en la cámara húmeda, teniendo en cuenta los niveles de arranque, parada y alarma indicados en el plano de detalle de las cámaras de bombeo.
- Fijar los tableros de control de las bombas a los muros internos del cuarto de bombas de desagüe.
- Realizar las conexiones eléctricas de las bombas y control de nivel hacia el tablero de control. Posteriormente realizar la conexión eléctrica del alimentador del tablero de fuerza hacia el tablero de control de las bombas.

Figura 73

Tuberías y válvulas para línea de impulsión de drenaje y desagüe doméstico



Fuente: Elaboración propia.

Figura 74

Tableros de control para bombas de impulsión de drenaje y desagüe doméstico

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Sistema de Agua Contra Incendio

Los procedimientos constructivos para el sistema de agua contra incendio se presentarán según la secuencia constructiva descrita a continuación:

1. Unión de tuberías y conexiones de acero negro al carbono.

1.1. Granallado y pintado de tuberías.

1.2. Maquinado de tuberías.

2. Instalación de tuberías colgadas.
3. Instalación de montantes.
4. Instalación de válvulas.
5. Instalación de gabinetes contra incendio.
6. Instalación de soportes antisísmicos.
7. Prueba hidrostática.
8. Lavado de tuberías o flushing.
9. Instalación de rociadores automáticos.
10. Instalación de tubería de gases de escape de motobomba.
11. Instalación de tubería de venteo de tanque combustible.
12. Instalación y prueba de sistema de bombeo de agua contra incendios.

12.1. Instalación de sistema de bombeo de agua contra incendios.

12.2. Prueba de sistema de bombeo de agua contra incendios.

3.5.1. Unión de tuberías y conexiones de acero negro al carbono

3.5.1.1. Granallado y pintado de tuberías

Este proceso de preparación de la tubería es realizado en un taller fuera de obra, el proceso de preparación es parte del alcance de una empresa contratada para realizar el servicio de granallado y pintado de tuberías y posteriormente ser trasladados a obra para su montaje.

El proceso de granallado se describe a continuación:

- Este proceso de preparación de la tubería es realizado en un taller fuera de obra.

- Se prepara la superficie de la tubería según SSPC-SP6.
- Se limpia la superficie de la tubería utilizando granos abrasivos por soplo de aire comprimido. El impacto de material abrasivo se realiza a través de un mecanismo que lo lanza a velocidad para que impacte la superficie que se quiere procesar. El efecto de este choque provoca que las partículas no adheridas a la superficie sean desplazadas.

Luego del granallado se realiza el pintado de tuberías de la siguiente manera:

- Este proceso de preparación de la tubería es realizado en un taller fuera de obra.
- Antes de iniciar el pintado, se retirará los residuos de polvo usando brochas y compresor de aire.
- Una vez limpia la superficie se procede con la preparación y aplicación de la base de acuerdo al espesor indicado en las especificaciones técnicas del proyecto.
- Una vez seca la primera capa de base (3 mil) se aplica la segunda capa de color acabado color rojo ral 3000 (5 mils), espesores de pintura indicados en las especificaciones técnicas del proyecto.

Figura 75

Pintado de tuberías de acero primera base de acabado para sistema de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

Figura 76

Medición de pintura para tuberías de acero para sistema de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

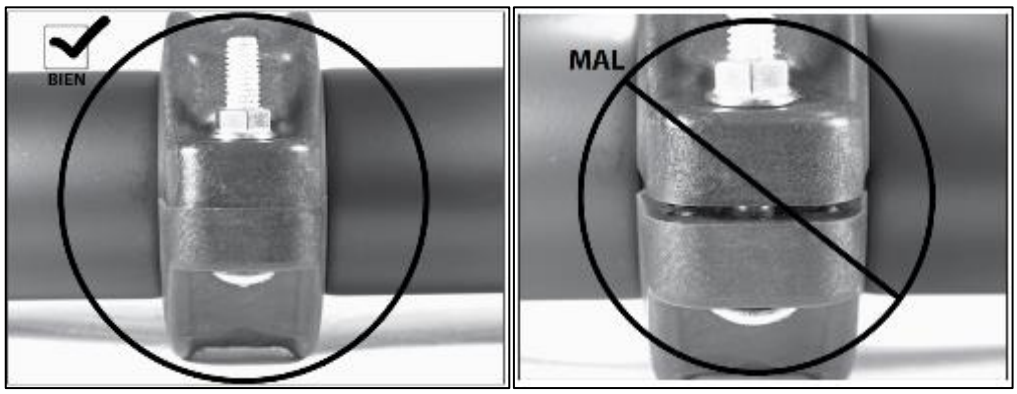
3.5.1.2. Maquinado de Tuberías

- Este proceso se realiza en taller dentro de la obra.
- Se procederá a tomar medidas de los planos para proceder con el corte de tuberías. El corte se realizará mediante maquinas tronzadoras.
- Para la instalación de tuberías que utilizaran accesorios roscados, se realizara el roscado de tuberías mediante el uso de una maquina roscadora.
- Una vez obtenida la rosca se procede a realizar la limpieza de la rosca para retirar las rebabas que pudiera existir.
- Concluida la limpieza, se procede a colocar la cinta teflón, la cual será enrollada en la misma dirección que el sentido de la rosca, se deberá evitar que la cinta se superponga en capas y se deberá repartir uniformemente por todo su contorno.

- Posterior a la colocación del teflón, se aplicará formador de empaquetadura en capas delgadas por todo el contorno de la rosca de manera uniforme y se procede a unir tubería y accesorio haciendo uso de llaves stilson.
- Para la instalación de tuberías ranuradas, se iniciará montando la tubería en la maquina ranuradora, se apoyará el extremo opuesto de la tubería en un soporte. Posterior a ello, se sujetará la tubería y se procede a encender la maquina ranuradora.
- Luego del ranurado de la tubería, se procede a limpiar las rebabas que pudiera existir en la superficie usando grata circular.
- Se retirará el empaque del accesorio ranurado y se aplicará lubricante o grasa para acople lo cual evitará que se deteriore el empaque durante la instalación de materiales. La aplicación se realizará en los labios del sello y en el exterior de la empaquetadura.
- Posicionar la empaquetadura en el extremo ranurado de la tubería y accesorio, asegurarse que el acople y la empaquetadura no sobresalgan por el extremo de la tubería o accesorio.
- Alinear y juntar los dos extremos de la tubería y accesorio, luego deslizar el acople a su posición de modo que las cuñas se alineen con la ranura de la tubería y accesorio. Verificar visualmente el alineamiento de las cuñas del acople con las de la tubería y accesorio.
- Apretar las tuercas del acople de manera uniforme alternando ambos lados hasta obtener pleno contacto en los cierres de los pernos, haciendo uso de una llave tipo rachet. Es importante alternar el ajuste en ambos lados ya que esto evita que el apretamiento de empaquetadura durante el ajuste de los pernos.
- Finalmente se deberá inspeccionar visualmente que las cuñas de los acoples estén correctamente ensambladas, es decir, que se encuentren completamente insertados uno en el otro como se observa en la figura 76.

Figura 77

Inspección visual de acoples ranurados



Fuente: Victaulic

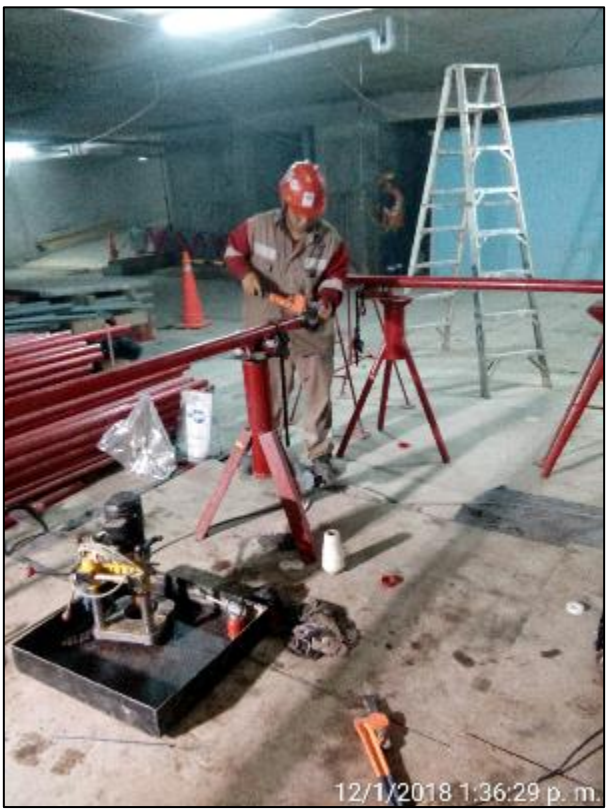
Figura 78

Máquina roscadora para tuberías de acero cedula 40

Fuente: Elaboración propia.

Figura 79

Unión de tuberías y accesorios roscados de acero para redes de agua contra incendio



Fuente: Elaboración propia.

3.5.2. Instalación de tuberías colgadas

- Antes de la instalación de tuberías, se procede a verificar el área y contrastar con los planos del proyecto.
- Se tomará las medidas de los planos y se procederá a realizar el trazado en campo utilizando nivel laser o tira línea, marcando la ubicación de la soportería en techo.
- Una vez marcado la ubicación de la soporteria, se procederá a perforar el techo del nivel correspondiente según el trazo y distancias establecidas entre colgadores cumpliendo el distanciamiento mínimo indicado en la tabla 17.4.2.1 (b) del estándar NFPA 13 Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores Edición 2019 (ver figura 8 líneas abajo).

Figura 80

Distancias máximas entre soportes colgantes para tuberías de acero (m)

	Tamaño nominal de tubería (mm)											
	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200
Tubería de acero, excepto de pared delgada roscada	NA	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Tubería de acero de pared delgada roscada	NA	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	NA	NA	NA	NA	NA
Tubo de cobre	2.4	2.4	3.0	3.0	3.7	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
CPVC	1.7	1.8	2.0	2.1	2.4	2.7	3.0	NA	NA	NA	NA	NA
Tubería de hierro dúctil	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4.6	NA	4.6	NA	4.6	4.6

NA: No aplicable.

Fuente: NFPA 13 Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores Edición 2019.

- A continuación, se procede con el corte e instalación de las varillas roscadas y tacos de expansión dependiendo el diámetro de la tubería.
- En base a las medidas tomadas en campo, se realizará la habilitación de tuberías, según el procedimiento de unión de tuberías y accesorios descrito anteriormente.
- Se trasladarán las tuberías hasta el área de instalación con la cantidad de personal necesario de acuerdo al peso de la tubería, posteriormente, se levantará las tuberías hacia los andamios mediante la ayuda de sogas. Luego se harán pasar la tubería a través de los colgadores previamente instalados, se deberá verificar el alineamiento y nivelación de la tubería montada con la ayuda del nivel laser y nivel de mano respectivamente.
- Para la instalación de las salidas de rociadores, se deberá marcar en piso la ubicación del rociador de acuerdo a lo proyectado en los planos del proyecto. Con el nivel laser, proyectar el punto para que se instale la salida del rociador. Para el caso de rociadores tipo up right, se dejará un accesorio tee hacia arriba, niple y reducción concéntrica hembra. Para rociadores tipo pendent, se dejará un juego de codos de 90º con terminal hacia abajo, niple y una reducción concéntrica hembra que deberá coincidir con el nivel del falso cielo raso del ambiente. Todas las salidas deberán ser taponeadas mediante accesorios tipo tapón para posteriormente realizar la prueba hidrostáticas respectivas.

Figura 81

Trazo y replanteo de redes de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

Figura 82

Perforación en techo con taladro percutor para colocación de soporte de tuberías

Fuente: Elaboración propia.

Figura 83

Instalación de tuberías de acero para redes de agua contra incendio colgadas

Fuente: Elaboración propia.

Figura 84

Instalación de salidas para rociadores de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

Figura 85

Repintado de capa base para tuberías de agua contra incendio en campo

Fuente: Elaboración propia.

Figura 86

Repintado de acabado final para tuberías de agua contra incendio en campo

Fuente: Elaboración propia.

Figura 87

Instalación de soporte ramal en redes de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3. Instalación de montantes

- Previo a la ejecución de trabajos, se deberá iniciar con la limpieza de los ductos por donde se van a instalar las tuberías verticales, dejando libre de posibles obstrucciones que impidan realizar un adecuado trazo.
- Se soltará una plomada a través del ducto desde el nivel más alto donde llegará la montante, se procederá con el trazo usando un tiralíneas. Se trazará en muro la ubicación de la soporteria y se perforará el muro para la instalación de soportes de acuerdo al detalle de soporteria de montantes.
- De acuerdo a las medidas tomadas en campo y a los planos del proyecto se habilitarán las tuberías montantes en taller de obra.
- Luego, se procederá con el descenso de las tuberías con el apoyo de sogas. Se usarán accesorios acoples ranurados flexibles para la unión entre tuberías. En cada nivel, las tuberías deberán atravesar una plancha metálica de

dimensiones definidas en el detalle de montantes de los planos del proyecto. Una vez instalado las tuberías por nivel, se colocará las abrazaderas u-bolt las cuales estarán ancladas a los soportes previamente instalados para sostener las tuberías, este proceso se debe repetir hasta llegar al último nivel donde se encontrará la montante de agua contra incendios.

- Luego de haber terminado la instalación de la montante, se procederá a encofrar y vaciar un podio de concreto en cada nivel donde pasara la montante.
- Posterior al desencofrado se anclará la plancha metálica al podio de concreto.
- Finalmente se colocarán los soportes tipo correa al pie de la montante en cada nivel de la edificación, estos soportes abrazaran la tubería ajustándola y dándole estabilidad a cada una de las tuberías verticales.

Figura 88

Instalación de montante de agua contra incendio y drenaje

Fuente: Elaboración propia.

3.5.4. Instalación de válvulas

En el proyecto se instalaron las siguientes válvulas para el sistema de agua contra incendio:

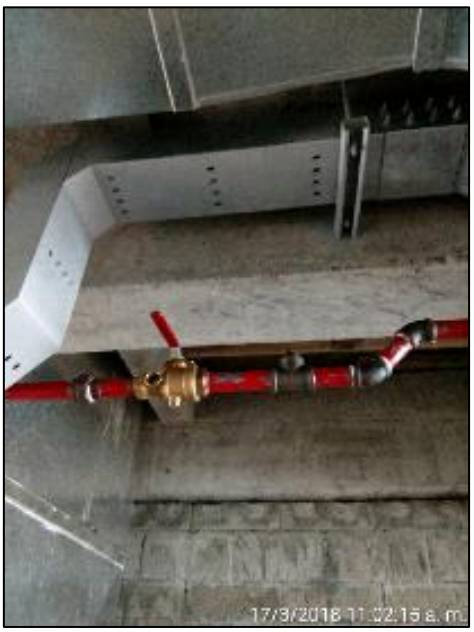
- Válvulas OS&Y UL/FM.
- Válvulas mariposas UL/FM.
- Válvulas angulares UL/FM.
- Válvulas reductoras de presión UL/FM.
- Válvulas de alivio UL/FM.
- Válvulas de prueba y drenaje UL/FM.
- Válvulas de purga automática de aire UL/FM.
- Válvulas check UL/FM.

El procedimiento de instalación se describe a continuación:

- Verificar que las válvulas que serán instaladas cumplan con las especificaciones técnicas del proyecto.
- Para válvulas roscadas, se deberá verificar el diámetro de la rosca de la tubería donde se instalará. Luego, habilitar la rosca con teflón y formador de empaquetadura. Ajustar la válvula a la tubería.
- Para válvulas ranuradas, verificar el diámetro de la ranura de la tubería donde se instalará. Aplicar el lubricante a la empaquetadura del acople. Colocar la empaquetadura en la tubería y válvula y colocar el acople. Proceder a unir las dos cuñas de los acoples ambos deben quedar completamente en contacto, finalmente ajustar los pernos gradualmente de forma alternada en cada perno.
- Para válvulas bridadas, verificar el diámetro de la tubería a la cual se instalará, verificar que el asiento de la válvula se encuentre limpio, caso contrario retirar cualquier residuo al interior de la válvula que impida su cerramiento completo al manipularla. Luego, colocar la empaquetadura entre las caras de las bridas. Colocar los pernos con sus arandelas y turcas. Finalmente ajustar los pernos.

Figura 89

Válvula de prueba y drenaje en red de rociadores de agua contra incendio



Fuente: Elaboración propia.

Figura 90

Válvulas angulares y válvula de purga automática de aire al final de montante

Fuente: Elaboración propia.

Figura 91

Estación de control de rociadores con válvula reductora de presión

Fuente: Elaboración propia.

Figura 92

Estación de control de rociadores sin válvula reductora de presión

Fuente: Elaboración propia.

3.5.5. Instalación de gabinetes contra incendio

En el proyecto se instalaron gabinetes contra incendio del tipo adosados en los niveles de sótano y gabinetes empotrados en muros a partir del piso 1 y superiores. Los gabinetes fueron fabricados de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas del proyecto, siendo estas compuestas de planchas de acero galvanizado en caliente de 0.09mm de espesor. Los gabinetes para sótanos fueron de color ral 3000 y para pisos superiores ral 7012, de acuerdo a la arquitectura del proyecto.

El proceso de instalación de gabinetes se detalla a continuación:

- Verificar la ubicación y medidas del gabinete de acuerdo a los planos del proyecto.
- Perforar y fijar la caja del gabinete en el elemento estructural que corresponda, según ubicación.
- Verificar con un nivel de mano el alineamiento horizontal y vertical de la caja del gabinete.
- Colocar cinta teflón y formador de empaquetadura en la tubería de salida para válvula angular.
- Conectar la válvula en la salida roscada y ajustar válvula con la ayuda de una llave stilson.
- Enrollar la manguera contra incendio, enroscar y ajustar la conexión de la manguera en la válvula angular. Colocar la manguera sobre el pin ubicado al interior del gabinete. Proceder con el enroscado del pitón en el otro extremo de la manguera.
- Colocar el vidrio en la tapa del gabinete, ajustar los pines de la puerta con el vidrio, fijar el vidrio a la tapa con silicona y finalmente colocar señalización de “uso en caso de emergencia”.

Figura 93

Gabinete de acero galvanizado en caliente adosado en muro para manguera de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

Figura 94

Gabinete de acero galvanizado en caliente empotrado en muro para manguera de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

3.5.6. Instalación de soportes antisísmicos

- Los soportes antisísmicos estarán compuestos de elementos llamados comercialmente “figuras” las cuales deben estar acorde con las especificaciones técnicas y planos de detalle de soporteria antisísmica.
- Se trazará en campo las ubicaciones de la soporteria antisísmica de longitudinal y transversal de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto y cumpliendo con las distancias máximas establecidas en el capítulo 18 del estándar NFPA 13 Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores Edición 2019.
- Se tomarán medidas para la habilitación de tuberías de acero SCH40 de 1” las cuales se utilizarán como riostras para soportar las tuberías colgadas del sistema de agua contra incendio.
- Se procede a perforar el techo para la colocación de tacos de expansión y el soporte de techo, dicho soporte se conectará en un extremo a la tubería previamente habilitada. Por último, en el extremo contrario se colocará la otra figura (soporte) la cual se conectará a la tubería de acero 1” usada como riostra.

Figura 95

Instalación de soporte antisísmico longitudinal para tuberías de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

Figura 96

Instalación de soporte antisísmico transversal para tuberías de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

3.5.7. Prueba hidrostática

- Prepara el kit de prueba compuesto por una bomba centrifuga y un depósito de agua.
- Colocar un manómetro en un punto de la instalación para dicha prueba o en su defecto puede ser ubicado en el mismo kit de prueba.
- Instalar una válvula esférica en la tubería ubicada en un extremo al punto de prueba, el cual servirá para eliminar el aire de la tubería.
- Proceder a presurizar la red de tuberías con el kit de prueba purgando el aire atrapado en la red de tuberías a probar.
- Una vez concluida la purga de aire, proceder a presurizar la red de tuberías hasta 200 psi o cuando la presión de trabajo de la red a probar excede los 150 psi, deberá ser probada a una presión de 50 psi mayor que la presión del trabajo del sistema, para cualquier caso se deberá mantener la presión de prueba sin

pérdidas durante 2 horas, según lo establecido en el acápite 28.2.1 del estándar NFPA 13 Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores.

- Durante la prueba verificar que no se produzcan filtraciones en los accesorios y válvulas de la red a probar.
- Concluido la prueba se debe llenar el formato de protocolo de prueba hidrostática de red de tuberías del sistema de agua contra incendios.

Figura 97

Balde para prueba hidrostática y manómetro para calibrado para medición de presión

Fuente: Elaboración propia.

3.5.8. Lavado de tuberías o Flushing

- Verificar que las redes de agua contra incendios se encuentren concluidas para poder operar la electrobomba jockey.
- Verificar que los puntos de drenaje se encuentren concluidos para poder evacuar el agua de lavado.
- Verificar que las válvulas de gabinetes y toma de bomberos se encuentren completamente cerradas.
- Verificar que la bomba principal se encuentre apagada.

- Aperturar la válvula de purga para activar por caída de presión la electrobomba jockey para mantener la presión y poder eliminar las impurezas acumuladas en el interior de las tuberías de la red de agua contra incendios.
- La operación de lavado se deberá realizar hasta que se visualice que no queden residuos en el flujo de agua.

3.5.9. Instalación de rociadores automáticos

- Luego de haber ejecutado el flushing del sistema, se procederá a retirar los tapones de las salidas de rociadores.
- Se deberá verificar el tipo de rociador que se instalará en cada punto de acuerdo a lo indicado en los planos del proyecto.
- Se colocará cinta teflón en las roscas del rociador, luego se conectará el rociador en la salida y finalmente se ajustará el rociador con la llave recomendada por el fabricante del rociador.

Figura 98

Rociador automático tipo up right en estacionamientos

Fuente: Elaboración propia.

Figura 99

Rociador automático tipo pendent oculto en habitaciones

Fuente: Elaboración propia.

Figura 100

Rociador automático tipo sidewall en habitaciones

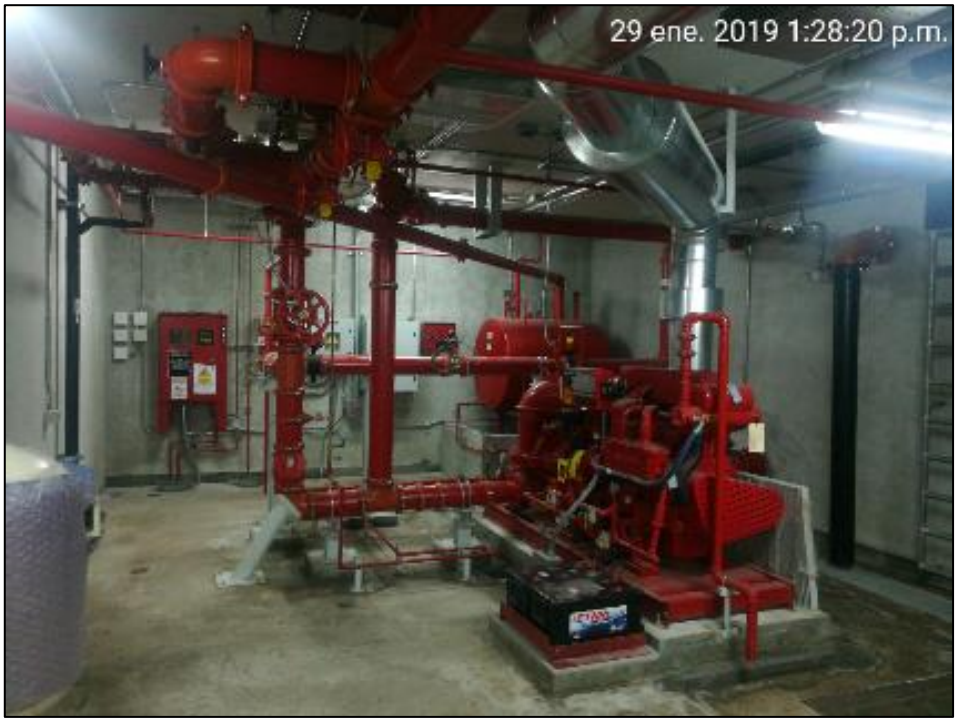
Fuente: Elaboración propia.

3.5.10. Instalación de tubería gases de escape de motobomba

- Trazar en campo la ubicación de la soporteria utilizando nivel laser o tiralíneas. Proceder con la perforación en los elementos estructurales para la instalación de soportes.
- Habilitar las tuberías de acuerdo al recorrido proyectado en campo hasta llegar al ducto de evacuación de gases.
- Instalar brida con su empaquetadura a la junta flexible de la motobomba e instalar las tuberías previamente habilitadas, luego empalmar al silenciador y continuar con el montaje de la tubería de gases de escape. Una vez concluido el montaje, se deberá enchaquetar las tuberías con lana de vidrio y enroladas con planchas de aluminio en todo su recorrido.

Figura 101

Sistema de bombeo de agua contra incendio y tubería de gases de escape de motobomba



Fuente: Elaboración propia.

3.5.11. Instalación de tubería de venteo de tanque combustible

- Trazar en campo la ubicación de la soporteria utilizando nivel laser o tiralíneas. Proceder con la perforación en los elementos estructurales para la instalación de soportes.
- Habilitar las tuberías de acuerdo al recorrido proyectado en campo hasta llegar al ducto de evacuación de gases.
- Empalmar la tubería hacia la salida roscada de venteo del tanque combustible, tender la línea de venteo de acuerdo al recorrido trazado.

Figura 102

Tubería de venteo y tanque combustible para sistema de bombeo de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

3.5.12. Instalación y prueba de sistema de bombeo de agua contra incendios

3.5.12.1. Instalación de sistema de bombeo de agua contra incendios

- Antes de iniciar las actividades, se deberá revisar las posibles interferencias en el cuarto de bombas con respecto a la ubicación de equipos de bombeo, tableros, tanque combustible, tuberías de venteo y gases de escape.

- Coordinar con la Contratista la ejecución de los podios de la bomba principal, electrobomba jockey, dique de contención para tanque combustible y canaletas para drenaje y tuberías de combustible.
- Trasladar la motobomba hasta el cuarto de bombas mediante un montacargas. Utilizar un tecle para la maniobra de izaje hasta el podio de concreto. Fijar la motobomba en el podio. Verificar que el eje de succión se encuentre alineado a la brida rompe agua de succión de la cisterna de agua contra incendios.
- Trasladar la electrobomba jockey y fijarla a su respectivo podio de concreto.
- Instalar los soportes en piso para el tanque combustible.
- Trasladar el tanque combustible hasta el cuarto de bombas mediante el montacargas y fijarla a los soportes previamente instalados en piso.
- Habilitar el plato vortex con accesorios definidos en plano, ingresar el plato vortex a la cisterna de agua contra incendios, luego conectarlo a la brida de succión.
- Habilitar los materiales para la línea de succión de la bomba principal y jockey. Instalar los soportes respectivos. A continuación, armar la línea de succión desde la brida rompe agua hacia la succión de la bomba. Instalar la línea de succión de la bomba jockey la cual partirá desde una derivación de la línea de succión de la bomba principal.
- Instalar las válvulas OS&Y tanto para la línea de succión de la bomba principal y la línea de succión de la electrobomba jockey.
- Habilitar el material para la línea de descarga de ambas bombas.
- Instalar los soportes correspondientes, Armar la línea de descarga, dejar las derivaciones para la línea de prueba y alivio e instalar las válvulas de retención y OS&Y.
- Armar la línea de descarga de la electrobomba jockey, instalar las válvulas de alivio y OS&Y después de la brida de descarga de la bomba. Empalmar la

descarga de la bomba jockey a la descarga de la bomba principal luego de la válvula OS&Y de esta última.

- Habilitar la línea de prueba, instalar los soportes correspondientes, armar la línea de prueba que iniciara desde la brida rompe agua de prueba de la cisterna, luego instalar las válvulas mariposa, OS&Y y entre ellas el medidor de prueba. Empalmar la línea de prueba hacia la línea de descarga de la bomba principal, el empalme estará ubicado entre la válvula de retención y OS&Y.
- Habilitar la línea de alivio, instalar los soportes correspondientes, armar la línea de alivio que iniciara desde la brida rompe agua de alivio de la cisterna, luego instalar la válvula de alivio y su cono visor. Empalmar la línea de alivio a la línea de descarga de la bomba principal, el empalme estará ubicado entre la brida de descarga de la bomba y la válvula de retención.
- Instalar el sistema de monitoreo de corrosión mediante una derivación con tee mecánica a la línea de descarga de la bomba principal, esta derivación se realizará luego de la válvula OS&Y.
- Instalar los soportes en piso para el tanque combustible.
- Trasladar el tanque combustible hasta el cuarto de bombas mediante el montacargas y fijarla a los soportes previamente instalados en piso.
- Habilitar las tuberías de alimentación y retorno de combustible a la motobomba, instalar la válvula de control para la línea de alimentación. Proceder con el empalme de la línea de alimentación y retorno a cada salida roscada del tanque combustible.
- Fijar al muro del cuarto de bombas, los tableros de control de la bomba principal y la electrobomba jockey según la ubicación proyectada en planos.
- Ejecutar el cableado y conexiones eléctricas desde el tablero de control hasta la caja de pase para cada bomba y empalmar en sus terminales correspondientes.

- Trazar e instalar la soporteria para la línea sensora de presión, según el recorrido de los planos del proyecto.
- Tender la línea sensora de material de cobre tipo k de 1/2”, la unión de tuberías y accesorios se realizará mediante soldadura, usando soplete, balón de gas, decapante y soldadura de plata.
- Instalar las válvulas y manómetros para las derivaciones de la línea de descarga de la bomba principal y jockey y de cada tablero de control.
- Finalmente empalmar cada línea de sensora a su respectivo tablero de control.

Figura 103

Sistema de bombeo de agua contra incendio accionado por motor diesel

Fuente: Elaboración propia.

Figura 104

Línea de succión de motobomba de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

Figura 105

Línea de impulsión de motobomba para agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

Figura 106

Línea de prueba de sistema de bombeo de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

Figura 107

Válvula de alivio y cono visor para sistema de bombeo de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

Figura 108

Línea de impulsión de electrobomba jockey

Fuente: Elaboración propia.

Figura 109

Tableros de control para motobomba y electrobomba jockey

Fuente: Elaboración propia.

Figura 110

Tanque combustible para sistema de bombeo de agua contra incendio

Fuente: Elaboración propia.

Figura 111

Sistema de monitoreo de corrosión

Fuente: Elaboración propia.

3.5.12.2. Prueba de sistema de bombeo de agua contra incendios

La alimentación a utilizar para realizar las pruebas del sistema de bombeo de agua contra incendio se puede ejecutar mediante la concesionaria eléctrica o usando grupo

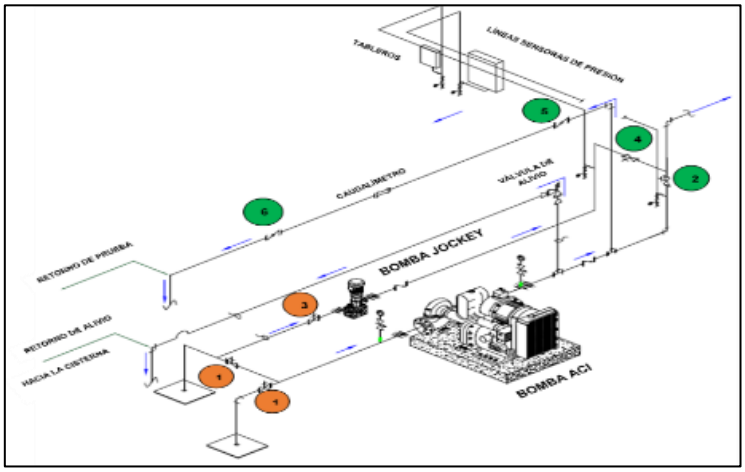
electrógeno. Estas pruebas comprenden: verificación de la curva de la bomba principal, prueba de funcionamiento de la bomba principal y prueba de funcionamiento de la bomba jockey.

3.5.12.2.1. Verificación de la curva de la bomba principal

- Verificar que las instalaciones de las bombas se encuentren de acuerdo a los planos del proyecto y en cumplimiento del estándar NFPA 20 Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección contra Incendios.
- Verificar que la cisterna de agua contra incendios cuente con agua hasta el nivel indicado en los planos del proyecto.
- Verificar la conexión y funcionamiento del tablero de control de la bomba principal en funcionamiento automático.
- Apagar el tablero de la bomba jockey para proceder con la prueba.
- Antes de iniciar la prueba, verificar el estado de las válvulas según el esquema indicado en la figura 111 y en la tabla 8.
- Abrir lentamente la válvula mariposa (válvula Nº05), lo cual deberá encender automáticamente la bomba ACI por caída de presión.
- Graduar el caudal de descarga de la bomba con la otra válvula mariposa (válvula Nº06) visualizando las lecturas en el medidor de caudal.

Figura 112

Esquema para verificación de curva de la bomba principal de agua contra incendio



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8

Estado de válvulas para determinación de curva de bomba principal de agua contra incendio

Válvulas	Estado
Válvula OS&Y, línea de succión de bomba principal	Normalmente abierta
Válvula OS&Y, línea de descarga de bomba principal	Normalmente cerrada
Válvula OS&Y, línea de succión de bomba jockey	Normalmente abierta
Válvula OS&Y, línea de descarga de bomba jockey	Normalmente cerrada
Válvula mariposa Nº01, línea de prueba	Cerrada
Válvula mariposa Nº02, línea de prueba	Cerrada

Fuente: Elaboración propia.

- Tomar datos de presión en los manómetros de succión y descarga de la bomba, de acuerdo a la tabla 9.
- Verificar que los resultados de la curva obtenidos en la prueba, sean aproximados a la curva característica certificada por el fabricante.

Tabla 9

Tabla para registro de datos de presión y velocidad de motor durante determinación de curva de bomba principal de agua contra incendio

Caudal (GPM)	Velocidad del motor (rpm)	Presión de succión (PSI)	Presión de descarga (PSI)
0%			
100%			
150%			

Fuente: Elaboración propia.

3.5.12.2.2. Prueba de funcionamiento de la bomba principal

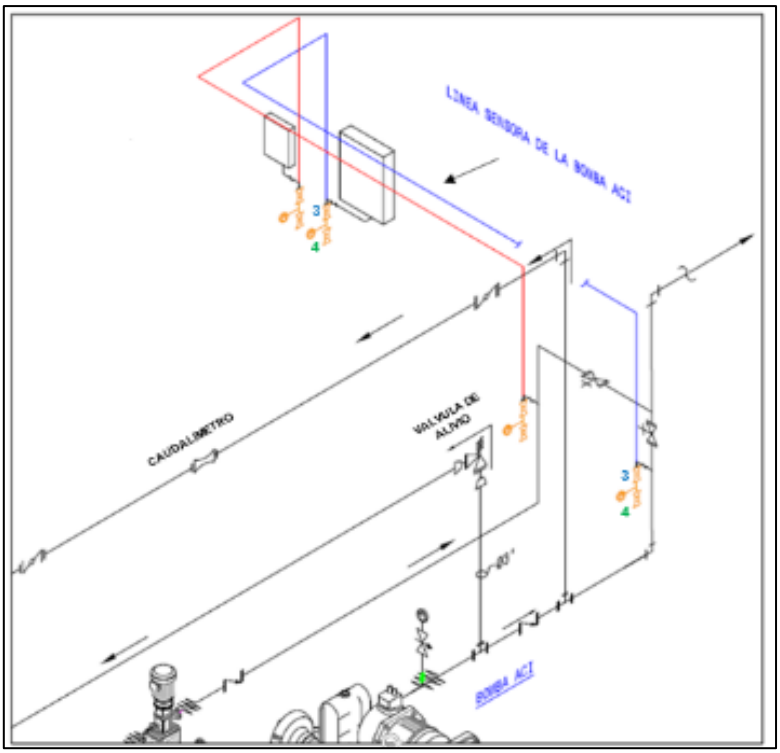
- Verificar que el proveedor del tablero de control de bombas, configure las presiones de arranque y parada de la bomba principal, de acuerdo a lo establecido en las especificaciones técnicas y planos del proyecto siempre en

cumplimiento mínimo requerido en el acápite A.14.2.6.(3) del estándar NFPA 20 Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección contra Incendios.

- Antes de producir una pérdida de presión en el sistema, se deberá verificar el estado de las válvulas, según el esquema presentado en la figura 112 y en la tabla 10.
- Abrir la válvula Nº04 de tal forma que la bomba principal arranque automáticamente antes de una perdida de presión.
- Cerrar la válvula Nº04 según especificación del plano y apagar manualmente la bomba principal.
- Concluida esta prueba, llenar el formato de prueba de funcionamiento de bombas principal y jockey.

Figura 113

Esquema para prueba de funcionamiento de la bomba principal de agua contra incendio



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10

Estado de válvulas para prueba de funcionamiento de bomba principal de agua contra incendio

Válvulas	Estado
Válvula compuerta de línea sensora de bomba principal	Abierta
Válvula compuerta de línea sensora de bomba principal	Cerrada

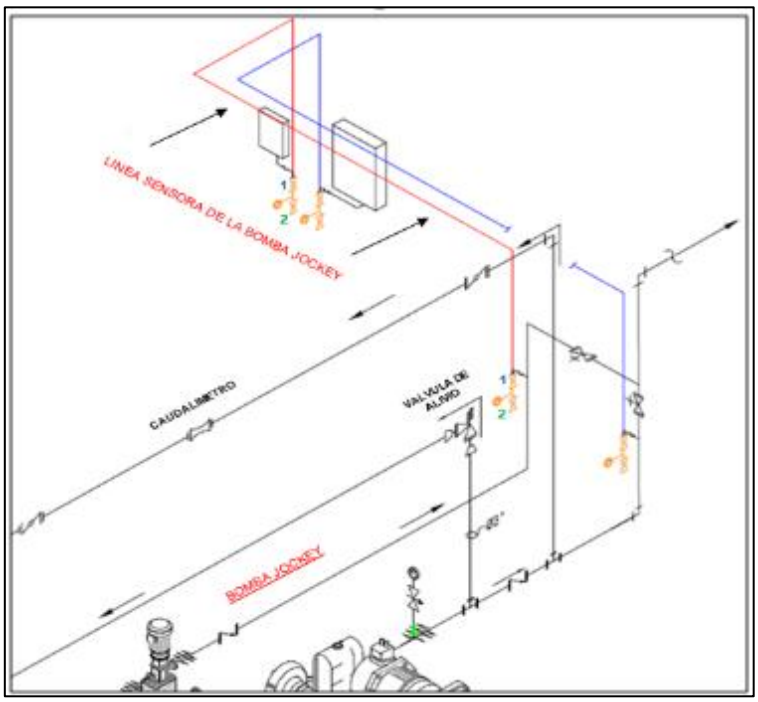
Fuente: Elaboración propia.

3.5.12.2.3. Prueba de funcionamiento de la bomba jockey

- Verificar que el proveedor del tablero de control de bombas, configure las presiones de arranque y parada de la bomba jockey, de acuerdo a lo establecido en las especificaciones técnicas y planos del proyecto siempre en cumplimiento mínimo requerido en el acápite A.14.2.6.(3) del estándar NFPA 20 Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección contra Incendios.
- Antes de producir una pérdida de presión en el sistema, se deberá verificar el estado de las válvulas, según el esquema indicado en la figura 113 y en la tabla 11.
- Aperturar la válvula Nº02 según especificación del plano del proyecto, de tal forma que la bomba jockey arranque automáticamente ante una pérdida de presión.
- Verificar el funcionamiento de la bomba Jockey, luego cerrar las válvulas Nº02 y la bomba se apagará automáticamente en cuanto llegue a la presión del sistema para el cual fue configurado.

Figura 114

Esquema para prueba de funcionamiento de electrobomba jockey



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11

Estado de válvulas para prueba de funcionamiento de electrobomba jockey

Válvulas	Estado
Válvula compuerta de línea sensora de bomba principal	Abierta
Válvula compuerta de línea sensora de bomba principal	Cerrada

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

- Los procedimientos constructivos son documentos relevantes en la ejecución de un proyecto de construcción, estos nos permiten estandarizar los procesos para mejorar la productividad y controlar la calidad de los trabajos ejecutados.
- Edificaciones hoteleras como el caso de estudio, Hotel AC Miraflores, cuentan con diferentes sistemas de mayor complejidad a diferencia de edificaciones del tipo unifamiliares o multifamiliares en lo que respecta a la partida de instalaciones sanitarias, por ello se requiere describir todos los procedimientos que comprenden los diferentes sistemas especiales presentes en este tipo de proyectos.
- Los procedimientos de construcción deben estar alineados con los protocolos de liberación de obra porque en este último se van a especificar los puntos de control que se van a inspeccionar.
- Los procedimientos de construcción deben ser conocidos por todo el personal operativo de campo con la finalidad de obtener trabajos de calidad y evitar retrabajos que al final incurran en un incremento de recursos y como consecuencia el incremento de costos que puedan exceder el presupuesto asignado para el proyecto.
- Los procedimientos de construcción no solo deben contemplarse en la descripción de pasos para la ejecución de instalaciones propiamente dichas, sino que también debe considerarse la descripción de las actividades para las pruebas respectivas en cada sistema. Las pruebas como tal, son el último paso en el proceso de construcción y son las que determinan la aceptación de las instalaciones ejecutadas.
- Los sistemas especiales que se encuentran en proyectos hoteleros como vienen a ser el sistema centralizado de agua caliente, sistema de filtración, sistema de ablandamiento y desinfección, deben ser desarrollados con el apoyo de los proveedores de cada equipamiento puesto que son ellos quienes cuentan con el conocimiento especializado de sus equipos, y la capacitación al personal operativo de obra es fundamental para la correcta instalación de todo el equipamiento en cuestión.
- El sistema de bombeo de agua contra incendio considerado por el proyectista es mediante motobomba y como se ha podido observar, este sistema de bombeo comprende de equipos complementarios para su funcionamiento, por el cual se requiere conocer y describir los procesos de instalación de cada uno de ellos para lograr una adecuada inspección de los actores involucrados en esta actividad como son los instaladores, contratistas y supervisores de obra.

- Los materiales descritos en los procedimientos constructivos deben estar acorde a lo indicado en las especificaciones técnicas del proyecto, no considerar la norma técnica de fabricación de un material podría inducir a un error en la ejecución de una instalación, por ello radica la importancia de conocer las normas técnicas de fabricación de materiales tanto por los ingenieros como el personal operativo de obra.

Recomendaciones

- Revisar los planos, memorias y especificaciones técnicas del proyecto con la finalidad de realizar consultas al proyectista en caso de haber falta de información u observaciones en el diseño del proyecto.
- Revisar las especificaciones técnicas del proyecto y comparar con lo considerado en el presupuesto de obra.
- Elaborar el metrado de todo el proyecto antes del inicio de obra y comparar con el metrado del presupuesto.
- Presentar con anticipación los protocolos de liberación priorizando la entrega de los protocolos de las instalaciones que inicialmente se ejecutan en obra. Poe ejemplo, la instalación de rompe aguas en cisterna, colocación de pases sanitarios, instalación de redes de agua y desagüe empotradas en losa y pruebas hidráulicas (hidrostática y estanqueidad).
- Enviar con anticipación los materiales a instalarse para la instalación de rompe aguas u otro trabajo de inicio de obra generalmente redes enterradas o instalación de pases.
- Revisar en planos y memorias el material que se usará para las bridas o niples rompe agua (galvanizado en caliente, acero inoxidable, etc).
- Mandar a fabricar los rompe agua con medidas reales y verificar los terminales que tendrán en ambos extremos ya sea bridados, ranurados, roscados o libres.
- Verificar que las bridas fabricadas tengan la distribución correcta de los agujeros donde pasaran los pernos.
- Tener cubierta las bridas o niples para evitar la corrosión de ellas.
- Revisar la ubicación de los rompe aguas en planos y verificar que cumplan con los distanciamientos establecidos en la norma competente RNE IS.010 acápite 2.4, i).
- Verificar en plano que el ingreso de agua a la cisterna se encuentre cercano a la tapa de inspección, de no ser así, se recomienda solicitar su reubicación para facilitar y hacer eficiente las labores de operación y mantenimiento de la válvula flotadora. El replanteo deberá ser aprobado por el proyectista.
- Generalmente no es considerado en planos la instalación de una línea de prueba de los equipos de bombeo para el sistema de agua, sin embargo, se debe proponer su instalación para facilitar las pruebas y la configuración de estos equipos de bombeo.

- Tener en cuenta las dimensiones del plato vortex para la succión del sistema de agua contra incendio y verificar si ingresará por la ventana de inspección o se dejará un corte en el techo de la cisterna para su posterior instalación.
- Cubrir el interior del niple o brida así como también los agujeros de la brida rompe agua utilizando cinta para evitar el ingreso de concreto durante el vaciado.
- Tener en campo el plano de acabados de arquitectura para colocar las bajadas de desagüe con un mínimo error.
- Utilizar tacos de expansión 3/8” hasta 1” de profundidad para losas postensadas y 2” para losas macizas.
- Revisar que los colgadores sostengan las tuberías y no queden sueltos.
- Revisar la verticalidad de las varillas roscadas que sostienen los colgadores.
- Revisar las cotas de fondo de tubería de cada salida de desagüe: inodoro, lavatorio, sumideros, registros, etc. Utilizar el nivel de mano y cinta métrica para realizar la medición.
- Almacenar las tuberías evitando que se doblen pues al ser muy flexibles ya no regresan a su estado normal luego de deformarse.
- Los accesorios que se utilizaran para el cambio de dirección de una montante (vertical) hacia una red colgada (horizontal), deben ser de mayor resistencia que el PVC-U ya que el peso que recibe de las descargas de los aparatos sanitarios tienden a quebrar aquella materialidad. Por lo que se recomienda cambiar de materialidad por una de mayor resistencia al impacto por ejemplo el polipropileno.
- Solicitar al proveedor que envie todos los equipos en palets y agrupados en grupos con fill para que estos puedan ser descargados rápidamente con el minicargador de obra. Los pallets deben estar de tal forma que el minicargador pueda ingresar los dientes sin tener que utilizar personal para acomodar los pallets.
- Se debe considerar una tapa de inspección sobre el cuarto de bombas que permita el ingreso y salida de los equipos de bombeo de grandes dimensiones para poder extraerlos cuando se requiera realizar un mantenimiento o cambio de dichos equipos.

Referencias

- Expediente Técnico “Hotel Aloft Costa Verde (5 Estrellas)”.
- Informe de Suficiencia Profesional, Procedimientos constructivos en instalaciones sanitarias interiores en edificaciones, Ing. César Oswaldo Díaz Palma.
- Informe de Suficiencia Profesional, Procedimiento constructivo de la implementación del sistema de agua contra incendio del Centro de Distribución Santa Anita Química Suiza, Ing. Giuliana Catherine Ortega Vila.
- Instalaciones Sanitarias para Edificaciones – Diseño (2010), Luis Castillo Anselmi.
- Reglamento Nacional de Edificaciones RNE (2006), Norma IS.010.
- Reglamento Nacional de Edificaciones RNE (2006), Norma A.130.
- NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2019)
- NFPA 14: Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems (2019)
- NFPA 20: Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection (2019)

Anexos

Anexo 1: Hoja técnica de bomba de producción de agua a filtrar.....1

Anexo 2: Hoja técnica de bomba para producción de agua blanda.....3

Anexo 3: Hoja técnica de bomba de agua potable de alta presión.....5

Anexo 4: Hoja técnica de bomba de agua potable de baja presión.....7

Anexo 5: Hoja técnica de bomba de agua para riego.....9

Anexo 6: Certificado de fabricación de calentador 11

Anexo 7: Hoja técnica de bomba para producción de agua caliente 12

Anexo 8: Hoja técnica de bomba para retorno de agua caliente 14

Anexo 9: Hoja técnica de bomba para aguas grises 16

Anexo 10: Hoja técnica de bomba para aguas negras.....18

Anexo 11: Hoja técnica de motobomba de agua contra incendio.....20

Anexo 12: Hoja técnica de bomba jockey 22

Anexo 1: Hoja técnica de bomba de producción de agua a filtrar

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 04/09/2017

Posición	Contar	Descripción
	1	**CR 10-5 A-FJ-A-E-HQQE**

Código: 96503174
Bomba centrífuga vertical, no autocebante, multicelular, en línea para instalación en sistemas de tuberías y montaje en una base.

La bomba tiene las siguientes características:
- Impulsores y cámaras intermedias de Acero inoxidable, DIN W.-Nr. 1.4301.
- Cabezal y base de la bomba de Fundición.
- Longitud de montaje del cierre según EN 12756.
- Transmisión de energía mediante acoplamiento ranurado de fundición.
- Conexión de tubería mediante bridas DIN.

El motor es un motor CA 3-fásico.

Líquido:

Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-20 .. 120 °C
Liquid temperature during operation:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m³
Viscosidad cinemática:	1 mm2/s

Técnico:

Velocidad para datos de bomba:	3514 rpm
Caudal real calculado:	4 l/s
Altura resultante de la bomba:	46 m
Código del cierre. 1:Tipo 2:Cara giratoria 3:Cara estacionaria 4:Cierre secunda.:	HQQE
Homologaciones en placa:	CE,TR
Tolerencia de curva:	ISO9906:2012 3B

Materiales:

Cuerpo hidráulico:	Fundición EN-JL1030 ASTM A48-30 B
Impulsor:	Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Material casquillo:	NONE

Instalación:

Temperatura ambiental máxima:	60 °C
Presión máxima a la temp. declarada:	16 bar / 120 °C 16 bar / -20 °C
Tipo de brida:	DIN
Diámetro de conexiones:	DN 40

Impresión del WinCAPS Grundfos [2017.05.067] 1/6

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 04/09/2017

Posición	Contar	Descripción

Presión: PN 16
Tamaño de la brida del motor: FT130

Datos eléctricos:
Tipo de motor: 100LC
Clase eficiencia IE: IE2 - IE3
Potencia nominal - P2: 3 kW
Potencia (P2) requerida por la bomba: 3 kW
Frecuencia de alimentación: 60 Hz
Tensión nominal: 3 x 220-277D/380-480Y V
Corriente nominal: 10,8-9,35/6,20-5,40 A
Intensidad de arranque: 860-1100 %
Cos phi - Factor de potencia: 0,91-0,84
Velocidad nominal: 3480-3530 rpm
Eficiencia: IE2 87,5% - IE3 88,5%
Rendimiento del motor a carga total: 87.5-88.5 %
Rendimiento del motor a 3/4 de carga: 88.0 %
Rendimiento del motor a 1/2 carga: 87.7 %
Número de polos: 2
Grado de protección (IEC 34-5): 55 Dust/Jetting
Clase de aislamiento (IEC 85): F

Otros:
Etiqueta: Grundfos Blueflux
Índice eficiencia mínima, MEI ≥: 0.7
Peso neto: 57 kg
Peso bruto: 60 kg
Volumen: 0.1 m3

Anexo 2: Hoja técnica de bomba para producción de agua blanda

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción
	1	**CM5-5 A-R-A-E-AVBE**

Código: 96806838

CM es una bomba centrífuga horizontal multicelular compacta, de acoplamiento cerrado con: 3-fases, 200-220D/346-380Y V, 60 Hz. Motor en base.
Es de aspiración axial y descarga radial con un cierre especialmente diseñado.AVBE.
Eje, impulsores, cámaras y tapones de llenado fabricados en acero inoxidable.
Aspiración y descarga fabricados en Fundición.

CM puede también funcionar como una CME conectado un CUE al motor. Consultar Win/WebCAPS para más información sobre CUE.

Líquido:

Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-20 .. 40 °C
Liquid temperature during operation:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m³

Técnico:

Velocidad para datos de bomba:	3480 rpm
Caudal real calculado:	1.5 l/s
Altura resultante de la bomba:	46 m
Código del cierre. 1:Tipo 2:Cara giratoria 3:Cara estacionaria 4:Cierre secunda.:	AVBE
Homologaciones en placa:	CE,WRAS,ACS,TR,EAC
Tolerencia de curva:	ISO9906:2012 3B

Materiales:

Cuerpo hidráulico:	Fundición EN-JL1030 ASTM 30 B
Impulsor:	Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Caucho:	EPDM

Instalación:

Temperatura ambiental máxima:	55 °C
Presión de trabajo máxima:	10 bar
Presión máxima a la temp. declarada:	10 bar / 40 °C
Tipo de brida:	ROSCA WHITWORTH RP
Aspiración:	Rp 1 1/4
Descarga:	Rp 1

Datos eléctricos:

Tipo de motor:	90LC
Clase eficiencia IE:	IE1-IE3
Potencia nominal - P2:	2.5 kW
Frecuencia de alimentación:	60 Hz
Tensión nominal:	3 x 200-220D/346-380Y V

Impresión del WinCAPS Grundfos [2017.05.068] 1/6

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción
		Factor de trabajo: 1 Corriente nominal: 9,6-8,8/5,5-5,1 A Intensidad de arranque: 780-960 % Velocidad nominal: 3480-3500 rpm Rendimiento del motor a carga total: 85.5 % Grado de protección (IEC 34-5): IP55 Clase de aislamiento (IEC 85): F **Otros:** Índice eficiencia mínima, MEI ≥: 0,7 Peso neto: 29.7 kg Peso bruto: 32.2 kg

Anexo 3: Hoja técnica de bomba de agua potable de alta presión

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción
	1	**CR 20-8 A-F-A-E-HQQE**

Código: 96504317
Bomba centrífuga vertical, no autocebante, multicelular, en línea para instalación en sistemas de tuberías y montaje en una base.

La bomba tiene las siguientes características:
- Impulsores y cámaras intermedias de Acero inoxidable, DIN W.-Nr. 1.4301.
- Cabezal y base de la bomba de Fundición.
- Longitud de montaje del cierre según EN 12756.
- Transmisión de energía mediante acoplamiento ranurado de fundición.
- Conexión de tubería mediante bridas DIN.

El motor es un motor CA 3-fásico.

Líquido:
Líquido bombeado: Agua
Rango de temperatura del líquido: -20 .. 120 °C
Liquid temperature during operation: 20 °C
Densidad: 998.2 kg/m³

Técnico:
Velocidad para datos de bomba: 3528 rpm
Caudal real calculado: 8.1 l/s
Altura resultante de la bomba: 112.4 m
Código del cierre. 1:Tipo 2:Cara giratoria 3:Cara estacionaria 4:Cierre secunda.: HQQE
Homologaciones en placa: CE,TR
Tolerencia de curva: ISO9906:2012 3B

Materiales:
Cuerpo hidráulico: Fundición EN-JL1030 ASTM A48-30 B
Impulsor: Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Material casquillo: NONE

Instalación:
Temperatura ambiental máxima: 60 °C
Presión máxima a la temp. declarada: 25 bar / 120 °C
25 bar / -20 °C
Tipo de brida: DIN
Diámetro de conexiones: DN 50
Presión: PN 25

Impresión del WinCAPS Grundfos [2017.05.068] 1/6

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción
		Tamaño de la brida del motor: FF300
		Datos eléctricos:
		Tipo de motor: 160MD
		Clase eficiencia IE: IE2 - IE3
		Potencia nominal - P2: 15 kW
		Potencia (P2) requerida por la bomba: 15 kW
		Frecuencia de alimentación: 60 Hz
		Tensión nominal: 3 x 220-277D/380-480Y V
		Corriente nominal: 48,5-39,0/28,0-22,4 A
		Intensidad de arranque: 580-890 %
		Cos phi - Factor de potencia: 0,90-0,86
		Velocidad nominal: 3520-3550 rpm
		Eficiencia: IE2 90,2% - IE3 91,0%
		Rendimiento del motor a carga total: 90.2-91.0 %
		Rendimiento del motor a 3/4 de carga: 92.4 %
		Rendimiento del motor a 1/2 carga: 92.4 %
		Número de polos: 2
		Grado de protección (IEC 34-5): 55 Dust/Jetting
		Clase de aislamiento (IEC 85): F
		Otros:
		Etiqueta: Grundfos Blueflux
		Índice eficiencia mínima, MEI ≥: 0.7
		Peso neto: 158 kg
		Peso bruto: 186 kg
		Volumen: 0.56 m3

Anexo 4: Hoja técnica de bomba de agua potable de baja presión

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción
	1	**CR 20-5 A-F-A-E-HQQE**

Código: 96504314
Bomba centrífuga vertical, no autocebante, multicelular, en línea para instalación en sistemas de tuberías y montaje en una base.

La bomba tiene las siguientes características:
- Impulsores y cámaras intermedias de Acero inoxidable, DIN W.-Nr. 1.4301.
- Cabezal y base de la bomba de Fundición.
- Longitud de montaje del cierre según EN 12756.
- Transmisión de energía mediante acoplamiento ranurado de fundición.
- Conexión de tubería mediante bridas DIN.

El motor es un motor CA 3-fásico.

Líquido:
Líquido bombeado: Agua
Rango de temperatura del líquido: -20 .. 120 °C
Liquid temperature during operation: 20 °C
Densidad: 998.2 kg/m³
Viscosidad cinemática: 1 mm2/s

Técnico:
Velocidad para datos de bomba: 3529 rpm
Caudal real calculado: 7.2 l/s
Altura resultante de la bomba: 75 m
Código del cierre. 1:Tipo 2:Cara giratoria 3:Cara estacionaria 4:Cierre secunda.: HQQE
Homologaciones en placa: CE,TR
Tolerencia de curva: ISO9906:2012 3B

Materiales:
Cuerpo hidráulico: Fundición EN-JL1030 ASTM A48-30 B
Impulsor: Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Material casquillo: NONE

Instalación:
Temperatura ambiental máxima: 60 °C
Presión máxima a la temp. declarada: 16 bar / 120 °C
16 bar / -20 °C
Tipo de brida: DIN
Diámetro de conexiones: DN 50

Impresión del WinCAPS Grundfos [2017.05.068] 1/6

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción
		Presión: PN 16 Tamaño de la brida del motor: FF300 **Datos eléctricos:** Tipo de motor: 160MB Clase eficiencia IE: IE2 - IE3 Potencia nominal - P2: 11 kW Potencia (P2) requerida por la bomba: 11 kW Frecuencia de alimentación: 60 Hz Tensión nominal: 3 x 220-277D/380-480Y V Corriente nominal: 36,0-30,0/20,8-17,2 A Intensidad de arranque: 580-890 % Cos phi - Factor de potencia: 0,89-0,83 Velocidad nominal: 3520-3550 rpm Eficiencia: IE2 90,2% - IE3 91,0% Rendimiento del motor a carga total: 90.2-91.0 % Rendimiento del motor a 3/4 de carga: 91.8 % Rendimiento del motor a 1/2 carga: 91.3 % Número de polos: 2 Grado de protección (IEC 34-5): 55 Dust/Jetting Clase de aislamiento (IEC 85): F **Otros:** Etiqueta: Grundfos Blueflux Índice eficiencia mínima, MEI ≥: 0.7 Peso neto: 141 kg Peso bruto: 169 kg Volumen: 0.56 m3

Anexo 5: Hoja técnica de bomba de agua para riego

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción
	1	**CM3-9 A-R-I-E-AQQE**

Código: 98669691

CM es una bomba centrífuga horizontal multicelular compacta, de acoplamiento cerrado con: 3-fases, 220-255D/380-440Y V, 60 Hz. Motor en base.
Es de aspiración axial y descarga radial con un cierre especialmente diseñado.AQQE.
Eje, impulsores, cámaras y tapones de llenado fabricados en acero inoxidable.
Aspiración y descarga fabricados en Acero inoxidable.

CM puede también funcionar como una CME conectado un CUE al motor. Consultar Win/WebCAPS para más información sobre CUE.

Líquido:

Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-20 .. 90 °C
Liquid temperature during operation:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m³

Técnico:

Velocidad para datos de bomba:	3480 rpm
Caudal real calculado:	0.4 l/s
Altura resultante de la bomba:	110 m
Código del cierre. 1:Tipo 2:Cara giratoria 3:Cara estacionaria 4:Cierre secunda.:	AQQE
Homologaciones en placa:	CE,WRAS,ACS,TR,CURUS,EAC
Tolerencia de curva:	ISO9906:2012 3B

Materiales:

Cuerpo hidráulico:	Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 304
Impulsor:	Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Caucho:	EPDM

Instalación:

Temperatura ambiental máxima:	55 °C
Presión de trabajo máxima:	16 bar
Presión máxima a la temp. declarada:	16 bar / 90 °C
Tipo de brida:	ROSCA WHITWORTH RP
Aspiración:	Rp 1
Descarga:	Rp 1

Datos eléctricos:

Tipo de motor:	90LC
Clase eficiencia IE:	NEMA Premium / IE3 60Hz
Potencia nominal - P2:	2.2 kW
Frecuencia de alimentación:	60 Hz
Tensión nominal:	3 x 220-255D/380-440Y V

Impresión del WinCAPS Grundfos [2017.05.068] 1/6

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción
		Factor de trabajo: 1 Corriente nominal: 7,95-7,55/4,60-4,35 A Intensidad de arranque: 900-1200 % Velocidad nominal: 3520-3530 rpm Rendimiento del motor a carga total: 86.8 % Grado de protección (IEC 34-5): IP55 Clase de aislamiento (IEC 85): F **Otros:** Índice eficiencia mínima, MEI ≥: 0,7 Peso neto: 28.3 kg Peso bruto: 30.8 kg

Anexo 6: Certificado de fabricación de calentador

TERMOTECNICA INGENIEROS S.R.L.
www.termotecnica.com.pe

Jr. Juan del Mar y Bernedo Nº 1216
Urb. Chacra Ríos Sur - Lima - Perú
Tefs.: 337-5847 337-5856

CERTIFICADO DE FABRICACION N°145-19

EQUIPO	: CALENTADOR DE AGUA Nº1 – TIPO INSTANTANEO.
MODELO	: WHI-270-INOX.
Nº DE SERIE	: 122181
NORMA TECNICA APLICADA	: ASME sección IV
POTENCIA	: 270 KW (921,240 btu/hr.)
COMBUSTIBLE	: GLP/GN
PRESION MAXIMA DE OPERACIÓN	: 300 psi. Máxima.
TEMPERATURA DE TRABAJO	: 60 °C
SUPERFICIE DE CALEFACCION	: 120 pies^2
PRODUCCIÓN	: 4,800 lts/hr. (1.33 lts./seg.), con 47°C de diferencia de temperatura.
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	: GLP: MAXIMO 12 gal/hr. GN: 32 m^2/hr.
VOLTAJE DE FUERZA	: 380 V.
VOLTAJE DE CONTROL	: 110 V.
POTENCIA ELECTRICA (kVA)	: 0.75
FECHA FABRICACION	: JULIO DEL 2018

Lima, 12 de febrero del 2019

Visita nuestra Web

TERMOTECNICA INGENIEROS S.R.L.
Ing. Manuel Palacios Vidal
Gerente General

info@termotecnica.com.pe

Anexo 7: Hoja técnica de bomba para producción de agua caliente

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción
	1	**CM5-2 A-R-A-E-AQQE**

Código: 97641291

CM es una bomba centrífuga horizontal multicelular compacta, de acoplamiento cerrado con: 3-fases, 200-220D/346-380Y V, 60 Hz. Motor en base.
Es de aspiración axial y descarga radial con un cierre especialmente diseñado.AQQE.
Eje, impulsores, cámaras y tapones de llenado fabricados en acero inoxidable.
Aspiración y descarga fabricados en Fundición.

CM puede también funcionar como una CME conectado un CUE al motor. Consultar Win/WebCAPS para más información sobre CUE.

Líquido:

Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-20 .. 90 °C
Liquid temperature during operation:	60 °C
Densidad:	983.2 kg/m³
Viscosidad cinemática:	0.48 mm2/s

Técnico:

Velocidad para datos de bomba:	3480 rpm
Caudal real calculado:	1.33 l/s
Altura resultante de la bomba:	15 m
Código del cierre. 1:Tipo 2:Cara giratoria 3:Cara estacionaria 4:Cierre secunda.:	AQQE
Homologaciones en placa:	CE,WRAS,ACS,PSE,TR,EAC
Tolerencia de curva:	ISO9906:2012 3B

Materiales:

Cuerpo hidráulico:	Fundición EN-JL1030 ASTM 30 B
Impulsor:	Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Caucho:	EPDM

Instalación:

Temperatura ambiental máxima:	45 °C
Presión de trabajo máxima:	10 bar
Presión máxima a la temp. declarada:	10 bar / 90 °C
Tipo de brida:	ROSCA WHITWORTH RP
Aspiración:	Rp 1 1/4
Descarga:	Rp 1

Datos eléctricos:

Tipo de motor:	71B
Clase eficiencia IE:	NA
Potencia nominal - P2:	0.74 kW
Frecuencia de alimentación:	60 Hz

Impresión del WinCAPS Grundfos [2017.05.066] 1/6

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción
		Tensión nominal: 3 x 200-220D/346-380Y V Factor de trabajo: 1 Corriente nominal: 3,3-3,5/2,0-2,2 A Requested voltage: 380 V Rated current at this voltage: 2.2 A Intensidad de arranque: 590-650 % Velocidad nominal: 3380-3429 rpm Rendimiento del motor a carga total: NA % Grado de protección (IEC 34-5): IP55 Clase de aislamiento (IEC 85): F **Otros:** Índice eficiencia mínima, MEI ≥: 0,7 Peso neto: 11.6 kg Peso bruto: 14.1 kg

Anexo 8: Hoja técnica de bomba para retorno de agua caliente

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción
	1	**CM1-5 A-R-A-V-AQQV**

Código: 97655837

CM es una bomba centrífuga horizontal multicelular compacta, de acoplamiento cerrado con: 3-fases, 200-220D/346-380Y V, 60 Hz. Motor en base.
Es de aspiración axial y descarga radial con un cierre especialmente diseñado.AQQV.
Eje, impulsores, cámaras y tapones de llenado fabricados en acero inoxidable.
Aspiración y descarga fabricados en Fundición.

CM puede también funcionar como una CME conectado un CUE al motor. Consultar Win/WebCAPS para más información sobre CUE.

Líquido:

Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-20 .. 90 °C
Liquid temperature during operation:	20 °C
Densidad:	983.2 kg/m³
Viscosidad cinemática:	0.48 mm2/s

Técnico:

Velocidad para datos de bomba:	3480 rpm
Caudal real calculado:	0.4 l/s
Altura resultante de la bomba:	51 m
Código del cierre. 1:Tipo 2:Cara giratoria 3:Cara estacionaria 4:Cierre secunda.:	AQQV
Homologaciones en placa:	CE,WRAS,ACS,PSE,TR,EAC
Tolerencia de curva:	ISO9906:2012 3B

Materiales:

Cuerpo hidráulico:	Fundición EN-JL1030 ASTM 30 B
Impulsor:	Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Caucho:	FKM

Instalación:

Temperatura ambiental máxima:	45 °C
Presión de trabajo máxima:	10 bar
Presión máxima a la temp. declarada:	10 bar / 90 °C
Tipo de brida:	ROSCA WHITWORTH RP
Aspiración:	Rp 1
Descarga:	Rp 1

Datos eléctricos:

Tipo de motor:	71B
Clase eficiencia IE:	NA
Potencia nominal - P2:	0.74 kW
Frecuencia de alimentación:	60 Hz

Impresión del WinCAPS Grundfos [2017.05.068] 1/6

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción
		Tensión nominal: 3 x 200-220D/346-380Y V Factor de trabajo: 1 Corriente nominal: 3,3-3,5/2,0-2,2 A Requested voltage: 380 V Rated current at this voltage: 2.2 A Intensidad de arranque: 590-650 % Velocidad nominal: 3380-3429 rpm Rendimiento del motor a carga total: NA % Grado de protección (IEC 34-5): IP55 Clase de aislamiento (IEC 85): F **Otros:** Índice eficiencia mínima, MEI ≥: 0,7 Peso neto: 12.5 kg Peso bruto: 15 kg

Anexo 9: Hoja técnica de bomba para aguas grises

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción
	1	**SEG.40.31.2.60G**

Código: 98280823

Las bombas sumergibles SEG de Grundfos con puerto de descarga horizontal están diseñadas específicamente para el bombeo a presión de aguas residuales con descargas de inodoros.

Las bombas SEG incorporan un sistema triturador que permite desmenuzar los sólidos triturables en pequeños fragmentos, con el fin de que puedan pasar por tuberías de diámetro relativamente pequeño.

La superficie de estas bombas es lisa para evitar que la suciedad y las impurezas se adhieran a ella.

Estas bombas están fabricadas principalmente en hierro fundido. La abrazadera que fija el motor a la bomba, fabricada en acero inoxidable para evitar la corrosión, facilita el mantenimiento de estas bombas.

El cable de alimentación de la bomba también incluye conductores para los sensores térmicos del bobinado del motor.

El cable se conecta por medio de un conector. La conexión es completamente hermética, lo que evita la entrada de humedad en la bomba a través del cable aunque este se rompa o se manipule incorrectamente.

La bomba debe conectarse a un cuadro de control o a un controlador.

Asimismo, se ha sometido a ensayos por parte de CSA.

Paneles control:

Sensor de humedad:	sin sensores de humedad
AUTOADAPT:	NO

Líquido:

Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	0 .. 40 °C
Densidad:	1000 kg/m³

Técnico:

Caudal real calculado:	5.19 l/s
Altura resultante de la bomba:	23.71 m
Tipo de impulsor:	SIST TRITURADOR
Eje primario de cierre:	SIC/SIC
Eje secundario de cierre:	CARBON/CERAMICS
Homologaciones en placa:	PA-I
Tolerencia de curva:	ISO9906:2012 3B2

Materiales:

Cuerpo hidráulico:	Fundición EN1561 EN-GJL-200
Impulsor:	Fundición EN1561 EN-GJL-200

Instalación:

Temperatura ambiental máxima:	40 °C

Impresión del WinCAPS Grundfos [2017.05.068] 1/8

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/09/2017

Posición	Contar	Descripción

Presión de trabajo máxima:	6 bar
Tipo de brida:	DIN
Conexión de la tubería:	DN40/50
Descarga:	DN 40
Presión:	PN 10
Profundidad máxima de instalación:	10 m
Autoacoplamiento:	96076063

Datos eléctricos:

Potencia de entrada - P1:	4 kW
Potencia nominal - P2:	3.1 kW
Frecuencia de alimentación:	60 Hz
Tensión nominal:	3 x 380 V
Toler. tensión:	+6/-10 %
Máximos encendidos por hora:	30
Corriente nominal:	7 A
Intensidad de arranque:	49.6 A
Corriente nominal sin carga:	2.3 A
Cos phi - Factor de potencia:	0,88
Cos phi - Factor de potencia a 3/4 de carga:	0,84
Cos phi - Factor de potencia a 1/2 de carga:	0,77
Velocidad nominal:	3482 rpm
Momento de inercia:	0.0258 kg m²
Rendimiento del motor a carga total:	0.78 %
Rendimiento del motor a una carga de 3/4:	0.76 %
Rendimiento del motor a una carga de 1/2:	0.72 %
Número de polos:	2
Tipo de arranque:	directo
Grado de protección (IEC 34-5):	IP68
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Prueba de explosión:	no
Ex-description:	WITHOUT (STANDARD)
Longitud de cable:	10 m
Tipo de cable:	SEOOW 600V
Modelo de cable de conexión:	NO PLUG

Otros:

Peso neto:	81 kg

Anexo 10: Hoja técnica de bomba para aguas negras

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/10/2017

Posición	Contar	Descripción
	1	**SEG.40.40.2.60G**

Código: 98280825

Las bombas sumergibles SEG de Grundfos con puerto de descarga horizontal están diseñadas específicamente para el bombeo a presión de aguas residuales con descargas de inodoros.
Las bombas SEG incorporan un sistema triturador que permite desmenuzar los sólidos triturables en pequeños fragmentos, con el fin de que puedan pasar por tuberías de diámetro relativamente pequeño.

La superficie de estas bombas es lisa para evitar que la suciedad y las impurezas se adhieran a ella.
Estas bombas están fabricadas principalmente en hierro fundido. La abrazadera que fija el motor a la bomba, fabricada en acero inoxidable para evitar la corrosión, facilita el mantenimiento de estas bombas.
El cable de alimentación de la bomba también incluye conductores para los sensores térmicos del bobinado del motor.
El cable se conecta por medio de un conector. La conexión es completamente hermética, lo que evita la entrada de humedad en la bomba a través del cable aunque este se rompa o se manipule incorrectamente.

La bomba debe conectarse a un cuadro de control o a un controlador.

Asimismo, se ha sometido a ensayos por parte de CSA.

Paneles control:

Sensor de humedad:	sin sensores de humedad
AUTOADAPT:	NO

Líquido:

Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	0 .. 40 °C
Densidad:	1000 kg/m³

Técnico:

Caudal real calculado:	5.91 l/s
Altura resultante de la bomba:	26.58 m
Tipo de impulsor:	SIST TRITURADOR
Eje primario de cierre:	SIC/SIC
Eje secundario de cierre:	CARBON/CERAMICS
Homologaciones en placa:	PA-I
Tolerencia de curva:	ISO9906:2012 3B2

Materiales:

Cuerpo hidráulico:	Fundición EN1561 EN-GJL-200
Impulsor:	Fundición EN1561 EN-GJL-200

Instalación:

Temperatura ambiental máxima:	40 °C

Impresión del WinCAPS Grundfos [2017.05.076] 1/8

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/10/2017

Posición	Contar	Descripción

Presión de trabajo máxima:	6 bar
Tipo de brida:	DIN
Conexión de la tubería:	DN40/50
Descarga:	DN 40
Presión:	PN 10
Profundidad máxima de instalación:	10 m
Autoacoplamiento:	96076063

Datos eléctricos:

Potencia de entrada - P1:	5.1 kW
Potencia nominal - P2:	4 kW
Frecuencia de alimentación:	60 Hz
Tensión nominal:	3 x 380 V
Toler. tensión:	+6/-10 %
Máximos encendidos por hora:	30
Corriente nominal:	9 A
Intensidad de arranque:	49.6 A
Corriente nominal sin carga:	2.3 A
Cos phi - Factor de potencia:	0,89
Cos phi - Factor de potencia a 3/4 de carga:	0,88
Cos phi - Factor de potencia a 1/2 de carga:	0,82
Velocidad nominal:	3440 rpm
Momento de inercia:	0.0262 kg m²
Rendimiento del motor a carga total:	0.78 %
Rendimiento del motor a una carga de 3/4:	0.78 %
Rendimiento del motor a una carga de 1/2:	0.75 %
Número de polos:	2
Tipo de arranque:	directo
Grado de protección (IEC 34-5):	IP68
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Prueba de explosión:	no
Ex-description:	WITHOUT (STANDARD)
Longitud de cable:	10 m
Tipo de cable:	SEOOW 600V
Modelo de cable de conexión:	NO PLUG

Otros:

Peso neto:	81 kg

Anexo 11: Hoja técnica de motobomba de agua contra incendio

CLARKE®

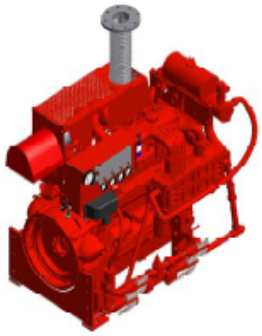
FIRE PUMP ENGINES

MODELS

JU6H-UFD0, JU6H-UFD2, JU6H-UF30, JU6H-UF32, JU6H-UF34, JU6H-UFM8, JU6H-UFM0, JU6H-UFM2, JU6H-UF58, JU6H-UF50, JU6H-UF52, JU6H-UF54, JU6H-UF60, JU6H-UF62, JU6H-UFAAQ8, JU6H-UFAAPG, JU6H-UFAARG, JU6H-UF84, JU6H-UFAAS0

FM-UL-cUL APPROVED RATINGS BHP/*KW*

JU6H MODEL ♦	RATED SPEED 1470	1760	2100	2350	2600	2800	3000	US-EPA (NSPS) Available Until ●
UFD0		110 *82*	144 *107*	148 *110*				*12/31/09*
UFD2				148 *110*	148 *110*			*12/31/09*
UF30	94 *70*	140 *104*	180 *119*	180 *119*				*12/31/09*
UF32				180 *119*	180 *119*			*12/31/09*
UF34						180 *119*	175 *131*	12/31/11 ▲ 12/31/12 ▼+
UFM8	138 *101*	175 *131*						*12/31/09*
UFM0		175 *131*	207 *154*	200 *149*				*12/31/06*
UFM2				200 *149*	200 *149*			*12/31/06*
UF58	138 *103*	183 *137*						*12/31/06*
UF60		183 *137*	210 *157*	210 *157*				*12/31/06*
UF62				210 *157*	210 *157*			*12/31/06*
UF54						218 *161*	218 *161*	*12/31/11*
UFAAPG	220 *164*							*N/A λ*
UFAAQ8		227 *169*						*N/A λ*
UF80		200 *149*	240 *179*	240 *179*				*12/31/06*
UF82				240 *179*	240 *179*			*12/31/06*
UFAARG		262 *188*						*N/A λ*
UF84						268 *193*	275 *205*	*12/31/11*
UFAAS0			280 *194*					*N/A λ*



Picture shown represents JU6H-TRWA engine model

● USA EPA (NSPS) Emissions Compliant. Applies to John Deere model year per Table 4 of 40 CFR Part 60 Sub Part III.

♦ All Models are available for Export

λ N/A = Not Applicable / Non-Emissionized

+ Not Available in California

▼ Less than 175 HP

▲ Greater than 174 HP

SPECIFICATIONS

ITEM	JU6H MODELS D0 D2 30 32 34 M8 M0 M2 58 50 52 54	60 62 84 AAPG AAQ8 AARG AAS0
Number of Cylinders	6	
Aspiration	T	TRWA
Rotation*	CW	
Overall Dimensions – in. (mm)	59.8 (1519) H x 57.4 (1457) L x 36.6 (930) W	59.8 (1519) H x 58 (1473) L x 36.6 (930) W
Crankshaft Centerline Height - in. (mm)	14 (356)	
Weight – lb (kg)	1657 (750)	1693 (766)
Compression Ratio	17.0:1	
Displacement – cu. in. (L)	414 (6.8)	
Engine Type	4 Stroke Cycle – Inline Construction	
Bore & Stroke – in. (mm)	4.19 x 5.00 (106 x 127)	
Installation Drawing	D536	
Wiring Diagram AC	C07651	
Wiring Diagram DC	C072145	C072128
Engine Series	John Deere 6068 Series	
Speed Interpolation	Optional	

Abbreviations: CW – Clockwise T – Turbocharged TRWA – Turbocharged with Raw Water Aftercooling L - Length W – Width H - Height

*Rotation viewed from Heat Exchanger / Front of engine

CERTIFIED POWER RATING

- Each engine is factory tested to verify power and performance.
- Although FM-UL ratings are shown at specific speeds, Clarke engines can be applied at any intermediate speed. To determine the intermediate speed power, make a linear interpolation from the Clarke FM-UL power curve. Contact Clarke or your Pump OEM Representative to obtain details.

ENGINE RATINGS BASELINES

- Engines are to be used for stationary emergency standby fire pump service only. Engines are to be tested in accordance with NFPA 25.
- Engines are rated at standard SAE conditions of 29.61 in. (752.1 mm) Hg barometer and 77°F (25°C) inlet air temperature [approximates 300 ft. (91.4 m) above sea level] by the testing laboratory (see SAE Standard J 1349).
- A deduction of 3 percent from engine horsepower rating at standard SAE conditions shall be made for diesel engines for each 1000 ft. (305 m) altitude above 300 ft. (91.4 m)
- A deduction of 1 percent from engine horsepower rating as corrected to standard SAE conditions shall be made for diesel engines for every 10°F (5.6°C) above 77°F (25°C) ambient temperature.

FM APPROVED

Page 1 of 8

ENGINE EQUIPMENT

EQUIPMENT	STANDARD	OPTIONAL
Air Cleaner	Direct Mounted, Washable, Indoor Service with Drip Shield	Disposable, Drip Proof, Indoor Service Outdoor Type, Single or Two Stage (Cyclonic)
Alarms	Overspeed Alarm & Shutdown, Low Oil Pressure, Low & High Coolant Temperature, Low Raw Water Flow, High Raw Water Temperature	Low Coolant Level, Low Oil Level, Oil Filter Differential Pressure, Fuel Filter Differential Pressure, Air Filter Restriction
Alternator	12V-DC, 42 Amps with Poly-Vee Belt and Guard	24V-DC, 40 Amps with Poly-Vee Belt and Guard
Coupling	Bare Flywheel	Listed Driveshaft and Guard, UFD0/D2/30/32/34 – CDS20-S1; UFM8/M0/M2/58/50/52/54/60/62/84 – CDS30-S1; AAPG/AAQ8/AAR/G/AAS0 – CDS50-SC
Engine Heater	115V-AC, 1360 Watt	230V-AC, 1360 Watt
Exhaust Flex Connection	SS Flex, 150# ANSI Flanged Connection, 5"	SS Flex, 150# ANSI Flanged Connection, 6"
Exhaust Protection	Metal Guards on Manifolds and Turbocharger	
Flywheel Housing	SAE #3	
Flywheel Power Take Off	11.5" SAE Industrial Flywheel Connection	
Fuel Connections	Fire Resistant, Flexible, USA Coast Guard Approved, Supply and Return Lines	SS, Braided, cUL Listed, Supply and Return Lines
Fuel Filter	Primary Filter with Priming Pump	
Fuel Injection System	Stanadyne, Direct Injection	
Fuel Solenoid	12V-DC Energized to Stop (ETS) 12V-DC Energized to Run (ETR) – JU6H-UFAA models only	12V-DC Energized to Run (ETR); 24V-DC Energized to Run (ETR); 24V-DC Energized to Stop (ETS)
Governor, Speed	Constant Speed, Mechanical	
Heat Exchanger	Tube and Shell Type, 60 PSI (4 BAR), NPT(F) Connections – Sea Water Compatible	
Instrument Panel	English and Metric, Tachometer, Hourmeter, Water Temperature, Oil Pressure and Two (2) Voltmeters	
Junction Box	Integral with Instrument Panel; For DC Wiring Interconnection to Engine Controller	
Lube Oil Cooler	Engine Water Cooled, Plate Type	
Lube Oil Filter	Full Flow with By-Pass Valve	
Lube Oil Pump	Gear Driven, Gear Type	
Manual Start Control	On Instrument Panel with Control Position Warning Light	
Overspeed Control	Electronic with Reset and Test on Instrument Panel	
Raw Water Cooling Loop – wAlarms	Galvanized	Seawater, All 316SS, High Pressure
Raw Water Cooling Loop – Solenoid Operation	Automatic from Fire Pump Controller and from Engine Instrument Panel (for Horizontal Fire Pump Applications)	Not Supplied (for Vertical Turbine Fire Pump Applications)
Run – Stop Control	On Instrument Panel with Control Position Warning Light	
Starters	Two (2) 12V-DC	Two (2) 24V-DC
Throttle Control	Adjustable Speed Control, Tamper Proof	
Water Pump	Centrifugal Type, Poly-Vee Belt Drive with Guard	

Abbreviations :DC – Direct Current, AC – Alternating Current, SAE – Society of Automotive Engineers, NPT(F) – National Pipe Tapered Thread (Female) SS – Stainless Steel

MODEL NOMENCLATURE (10 Digit Models)

JU6H UF A ARG

- JU6H: John Deere Base Engine; 350 Series; 6 Cylinder; Heat Exchanger Cooled
- UF: UL Listed and FM Approved
- A: Built in USA
- ARG: Non-Emissionized; Power Curve Number

MODEL NOMENCLATURE (8 Digit Models)

JU6H - UF 54

- JU6H: John Deere Base Engine; 350 Series; 6 Cylinder; Heat Exchanger Cooled
- UF: UL Listed and FM Approved
- 54: Power Curve Number

CLARKE®

CLARKE Fire Protection Products, Inc.
100 Progress Place, Cincinnati, Ohio 45246
United States of America
Tel +1-513-475-(FIRE)3473 Fax +1-513-771-8930
www.clarkefire.com

CLARKE UK, Ltd.
Grange Works, Lomond Rd., Coatbridge, ML5-2NN
United Kingdom
Tel +44-1236-429946 Fax +44-1236-427274
www.clarkefire.com

Specifications and information contained in this brochure subject to change without notice.

Anexo 12: Hoja técnica de bomba jockey

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/04/2018

Posición	Contar	Descripción
	1	**CR 1-21 A-FGJ-A-E-HQQE**

Código: 96517663

Bomba centrífuga vertical multietapa con puertos de aspiración y descarga al mismo nivel (en línea) para hacer posible su instalación en sistemas monotubo horizontales. El cabezal de la bomba y la base están fabricados en fundición; todas las demás piezas destinadas al contacto con el líquido están fabricadas en acero inoxidable. Un cierre mecánico de cartucho garantiza la máxima fiabilidad, permite llevar a cabo la manipulación de forma segura y facilita el acceso y el mantenimiento. La transmisión de potencia tiene lugar por medio de un acoplamiento dividido. La conexión de las tuberías se lleva a cabo por medio de bridas DIN-ANSI-JIS.

La bomba está equipada con un motor asíncrono de 3 fases, refrigerado por ventilador y montado sobre soportes.

Líquido:

Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-20 .. 120 °C
Liquid temperature during operation:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m³

Técnico:

Velocidad para datos de bomba:	3501 rpm
Caudal real calculado:	7 GPM US
Caudal nominal:	9.69 GPM US
Altura resultante de la bomba:	234.6 psi
Pump orientation:	Vertical
Shaft seal arrangement:	Single
Code for shaft seal:	HQQE
Approvals on nameplate:	CE, EAC,ACS
Curve tolerance:	ISO9906:2012 3B

Materiales:

Base:	Cast iron EN 1561 EN-GJL-200 ASTM A48-25B
Impulsor:	Stainless steel
Impeller:	EN 1.4301
Impulsor:	AISI 304
Bearing material:	SIC

Instalación:

Temperatura ambiental máxima:	60 °C
Presión de trabajo máxima:	25 bar
Presión máxima a la temp. declarada:	25 bar / 120 °C 25 bar / -20 °C
Type of connection:	DIN / ANSI / JIS
Size of inlet connection:	DN 25/32
Dimensión aspiración:	1 1/4 inch
Size of outlet connection:	DN 25/32

Impresión del WinCAPS Grundfos [2018.01.051] 1/4

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 06/04/2018

Posición	Contar	Descripción

Dimensión descarga: 1 1/4 inch
Pressure rating for pipe connection: PN 25
Flange rating inlet: 250 lb
Flange size for motor: FT115

Datos eléctricos:
Motor standard: IEC
Tipo de motor: 90LC
Clase eficiencia IE: IE2 - IE3
Potencia nominal - P2: 2.2 kW
Potencia (P2) requerida por la bomba: 2.2 kW
Frecuencia de alimentación: 60 Hz
Tensión nominal: 3 x 220-277D/380-480Y V
Corriente nominal: 7,70-6,35/4,45-3,70 A
Intensidad de arranque: 780-1100 %
Cos phi - Factor de potencia: 0,91-0,85
Velocidad nominal: 3470-3530 rpm
Eficiencia: IE2 85,5% - IE3 86,5%
Rendimiento del motor a carga total: 85.5-86.5 %
Rendimiento del motor a 3/4 de carga: 86.8 %
Rendimiento del motor a 1/2 carga: 86.0 %
Número de polos: 2
Grado de protección (IEC 34-5): 55 Dust/Jetting
Clase de aislamiento (IEC 85): F

Paneles control:
Frequency converter: NONE

Otros:
Minimum efficiency index, MEI ≥: 0.7
Net weight: 46.2 kg
Gross weight: 49.1 kg
Shipping volume: 0.13 m3