

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y  
FORMALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA,  
MECÁNICA-ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA**



**REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE  
SANITARIA Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y LOS  
COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL  
HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA**

**TOMO I**

Tesis presentada por:

**DIEGO ALEJANDRO QUIROZ CRUZ  
VÍCTOR ANDRÉS TEJADA CASTELO**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO MECÁNICO**

**AREQUIPA**

**2016**

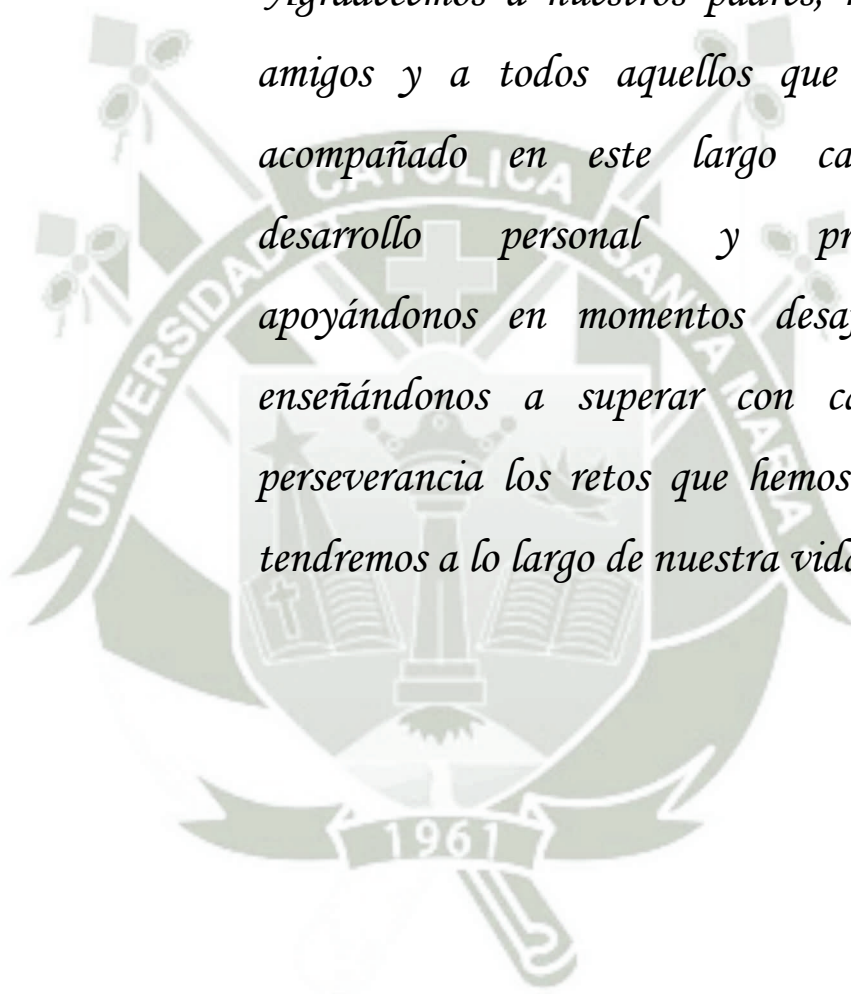
## *Dedicatoria*

*A todos los hospitales del sector público,  
dándoles a conocer que los pacientes tienen  
derecho a recibir una atención de calidad, ya  
sea en instalaciones, atención y servicios.*



## *Agradecimiento*

*Agradecemos a nuestros padres, hermanos, amigos y a todos aquellos que nos han acompañado en este largo camino de desarrollo personal y profesional, apoyándonos en momentos desafiantes y enseñándonos a superar con carácter y perseverancia los retos que hemos tenido y tendremos a lo largo de nuestra vida.*



## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
DESCRIPCIÓN.....	xix
CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....	1
1.1 RESUMEN DEL CAPITULO .....	1
1.2 INTRODUCCIÓN.....	1
1.3 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.4 OBJETIVOS.....	2
1.4.1 Objetivo general .....	2
1.4.2 Objetivos específicos.....	2
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.6 ALCANCES.....	3
1.7 LIMITACIONES.....	4
1.8 HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA .....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO .....	7
2.1 RESUMEN DEL CAPÍTULO .....	7
2.2 AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS).....	7
2.2.1 Temperatura del agua caliente sanitaria .....	8
2.3 CAUDAL DEL AGUA CALIENTE SANITARIA .....	10
2.4 TIPOS DE INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE SANITARIA .....	11
2.5 SISTEMAS CENTRALIZADOS DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA POR ACUMULACIÓN.....	13
2.6 CALDERAS.....	13
2.6.1 Caldera pirotubulares .....	14
2.7 VAPOR DE AGUA.....	16
2.7.1 Fundamentos de vapor .....	16
2.7.2 Trampas de vapor .....	19
2.8 REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	20
2.8.1 Recorrido del fluido en la red de distribución.....	20
2.8.2 Tipos de redes de distribución.....	21
2.8.3 Accesorios de una red de distribución.....	22

2.9	SISTEMA DE AISLAMIENTO .....	28
2.10	SISTEMA DE VÁLVULAS .....	30
2.10.1	Válvulas de cheque o retención.....	30
2.10.2	Válvulas reductoras y reguladoras de presión .....	31
2.10.3	Válvulas de seguridad o alivio .....	33
2.10.4	Válvulas de paso.....	34
2.10.5	Válvulas de globo.....	35
2.10.6	Válvulas de compuerta .....	36
2.11	SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO .....	37
2.11.1	Interacumuladores .....	39
2.11.2	Acumuladores.....	40
2.12	SISTEMA DE CIRCULACIÓN .....	40
2.12.1	Sistema de presión Constante.....	41
2.12	MÉTODO DE HUNTER .....	43
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES .....		45
3.1	DESCRIPCIÓN DEL CAPÍTULO .....	45
3.2	HOSPITALES .....	45
3.2.1	Definición.....	45
3.2.2	Clasificación.....	46
3.2.3	Hospital Honorio Delgado Espinoza.....	47
3.3	GENERACIÓN DE VAPOR .....	53
3.3.	DISTRIBUCIÓN DE VAPOR.....	56
3.4	GENERACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA .....	56
3.4.1	Tanque calentador de agua en la zona II.....	58
3.4.2	Tanque calentador de agua en la Zona VII.....	60
3.4.3	Intercambiador de placas en la zona V.....	63
3.5	DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA .....	65
3.6	BOMBAS GRUNDFOS.....	69
3.7	PUNTOS DE CONSUMO DE AGUA CALIENTE SANITARIA .....	71
CAPÍTULO IV: INGENIERÍA DEL PROYECTO .....		77
4.1	DESCRIPCIÓN DEL CAPÍTULO .....	77
4.2	SELECCIÓN DE INTERCAMBIADORES DE CALOR .....	77
4.2.1	Zona V – Intercambiador de placas.....	86

4.2.2	Zona II – Tanque calentador N° 1 .....	91
4.2.3	Zona VII – Tanque calentador N° 2 .....	95
4.3	DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO .....	98
4.3.1	Zona V – Intercambiador de placas.....	98
4.3.2	Zona II – Tanque calentador N° 1 .....	98
4.3.3	Zona VII – Tanque calentador N° 2 .....	98
4.4	CÁLCULO DE DIÁMETROS DE TUBERÍAS.....	106
4.5	SELECCIÓN DE AISLAMIENTOS PARA TUBERIAS .....	168
4.5.1	Aislamiento anterior al diseño.....	168
4.6	SELECCIÓN DE BOMBAS .....	177
4.7	SELECCIÓN DE SOPORTE PARA TUBERIAS .....	197
4.7.1	Selección de Soportes de Tuberías y separación entre éstos .....	197
4.8	SELECCIÓN DE JUNTAS DE EXPANSIÓN .....	201
CAPÍTULO V: COSTOS DEL PROYECTO .....		203
5.1	RESUMEN DEL CAPÍTULO .....	203
5.2	INFORME FINAL DE COSTOS.....	203
CONCLUSIONES .....		208
OBSERVACIONES.....		209
RECOMENDACIONES .....		210
BIBLIOGRAFÍA.....		211

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ubicación del Hospital Honorio Delgado Espinoza .....	4
Tabla 2	Puntos de referencia del Hospital Honorio Delgado Espinoza .....	4
Tabla 3	Puntos de referencia del Hospital Honorio Delgado Espinoza .....	8
Tabla 4	Caudales instantáneos en aparatos sanitarios .....	10
Tabla 5	Caldera pirotubular vs Caldera acuotubular .....	14
Tabla 6	Tubería termoplástica – Clase 2 .....	24
Tabla 7	Accesorios de las redes de distribución.....	26
Tabla 8	Cuadro comparativo de propiedades y características de aislamientos térmicos .....	29
Tabla 9	Gastos probables para aplicación del Método de Hunter .....	44
Tabla 10	Clasificación de los hospitales de acuerdo al grado de complejidad .....	46
Tabla 11	Clasificación de los hospitales de acuerdo al número de camas .....	46
Tabla 12	Clasificación de los hospitales de acuerdo al ámbito geográfico de acción.....	47
Tabla 13	Ubicación del Hospital Honorio Delgado Espinoza .....	47
Tabla 14	Puntos de referencia del Hospital Honorio Delgado Espinoza .....	48
Tabla 15	Niveles de atención, niveles de complejidad y categorías de establecimientos del sector salud .....	49
Tabla 16	Categorías de los establecimientos de salud de acuerdo a las instituciones del sector salud .....	49
Tabla 17	Cuadro comparativo de las diferentes categorías de los establecimientos de salud....	50
Tabla 18	Datos de placa de caldera N°1 .....	54
Tabla 19	Datos de placa de caldera N°2 .....	55
Tabla 20	Horario de suministro de vapor.....	55
Tabla 21	Zonas de abastecimientos de agua caliente sanitaria.....	57
Tabla 22	Ficha técnica de tanques calentadores zona II y VII .....	63
Tabla 23	Ficha técnica de intercambiador de placas zona V.....	64
Tabla 24	Ficha técnica bombas Grundfos .....	71
Tabla 25	Gasto actual de agua fría y agua caliente sanitaria en el Hospital Honorio Delgado Espinoza .....	72
Tabla 26	Gasto proyectado de agua fría y agua caliente sanitaria en el Hospital Honorio Delgado Espinoza .....	73

Tabla 27 Gasto proyectado de noche de agua fría y agua caliente sanitaria en el Hospital Honorio Delgado Espinoza.....	74
Tabla 28 Comparación de cantidades de aparatos sanitarios en unidades .....	75
Tabla 29 Consumo de calentadores por zona.....	76
Tabla 30 Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios (aparatos de uso público).....	84
Tabla 31 Gastos probables para aplicación del Método Hunter.....	85
Tabla 32 Puntos de consumo físico – zona V .....	86
Tabla 33 Capacidad y opciones del Easiheat .....	87
Tabla 34 Puntos de consumo físico – zona II.....	92
Tabla 35 Capacidad y opciones del Easiheat .....	93
Tabla 36 Puntos de consumo físico – zona VII.....	95
Tabla 37 Capacidad y opciones del Easiheat .....	96
Tabla 38 Resultados de ensayos a la tensión de algunos metales .....	101
Tabla 39 Espesor de aislamiento fiberglass vs Calor transferido.....	103
Tabla 40 Costo de pérdida de calor vs Espesor de aislamiento.....	105
Tabla 41 Datos iniciales – Método de Hunter.....	108
Tabla 42 Entradas para el cálculo de cualquier tramo – Método de Hunter .....	109
Tabla 43 Salidas para el cálculo de cualquier tramo – Método de Hunter.....	109
Tabla 44 Longitudes equivalentes de Crane.....	110
Tabla 45 Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios (aparatos de uso público).....	111
Tabla 46 Gastos probables para aplicación del Método Hunter.....	112
Tabla 47 Gastos probables para aplicación del Método Hunter, velocidad máxima respecto al diámetro.....	113
Tabla 48 Diámetros recomendados de tramos .....	114
Tabla 49 Pérdida de carga total de un tramo .....	115
Tabla 50 Datos iniciales – Método de Hunter.....	115
Tabla 51 Diámetros comerciales de Hidro 3 .....	116
Tabla 52 Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 3-III-6 <sup>0</sup> - ACS.....	120
Tabla 53 Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 3-III-6 <sup>0</sup> - ACS.....	120
Tabla 54 Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 3-III-6 <sup>0</sup> - ACS .....	120

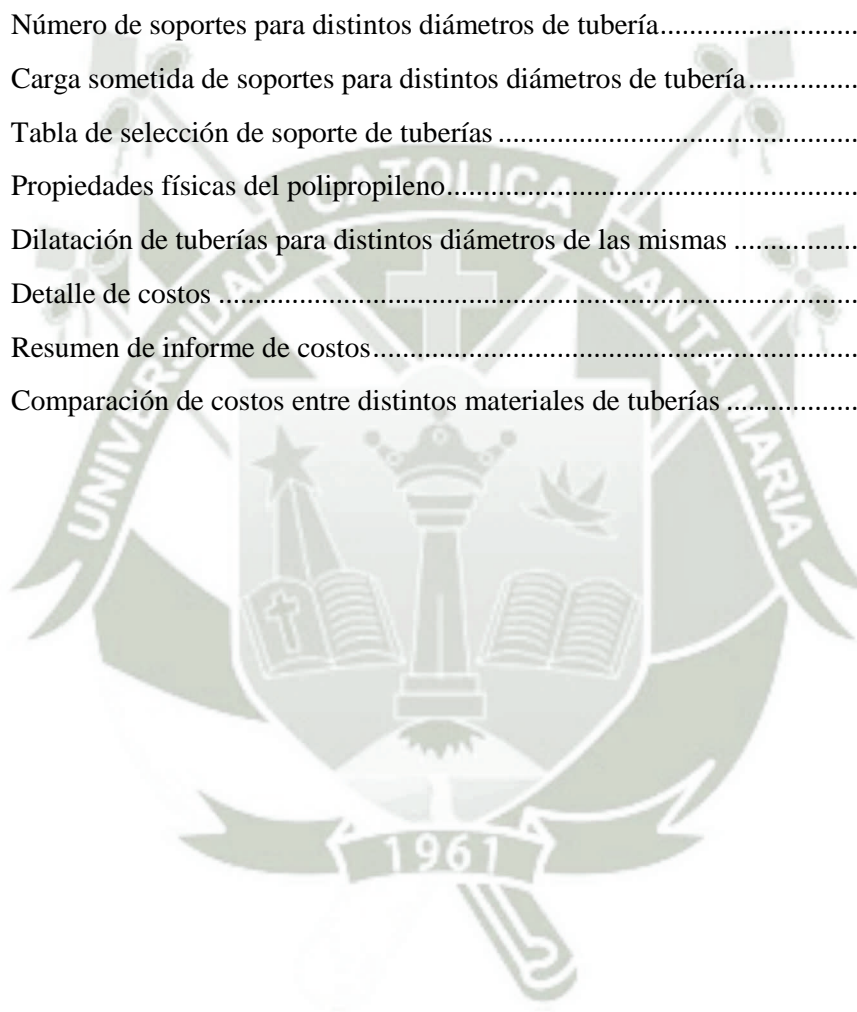
Tabla 55 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 3-III-6 <sup>0</sup> - ACS ....	121
Tabla 56 Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 3-III-6 <sup>0</sup> - AF .....	122
Tabla 57 Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 3-III-6 <sup>0</sup> - AF.....	123
Tabla 58 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 3-II-6 <sup>0</sup> - AF .....	123
Tabla 59 Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 1-II-6 <sup>0</sup> - ACS .....	125
Tabla 60 Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-6 <sup>0</sup> - ACS.....	125
Tabla 61 Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-6 <sup>0</sup> - ACS.....	126
Tabla 62 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-6 <sup>0</sup> -ACS.....	126
Tabla 63 Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 1-II-6 <sup>0</sup> - AF.....	127
Tabla 64 Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-6 <sup>0</sup> - AF .....	127
Tabla 65 Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-6 <sup>0</sup> - AF .....	128
Tabla 66 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II.....	128
Tabla 67 Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 2-II-5 <sup>0</sup> - AF.....	129
Tabla 68 Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 2-II-5 <sup>0</sup> - AF.....	129
Tabla 69 Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 2-II-5 <sup>0</sup> - AF .....	130
Tabla 70 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-II-5 <sup>0</sup> - AF .....	130
Tabla 71 Baño 2-VI-1 <sup>0</sup> - Puntos a evaluar .....	131
Tabla 72 Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 2-VI-1 <sup>0</sup> - ACS .....	131
Tabla 73 Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VI- 1 <sup>0</sup> - ACS .....	131
Tabla 74 Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VI- 1 <sup>0</sup> - ACS .....	132
Tabla 75 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VI-1 <sup>0</sup> - ACS .....	132
Tabla 76 Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 2-VI-1 <sup>0</sup> - AF .....	133
Tabla 77 Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VI- 1 <sup>0</sup> - AF.....	133
Tabla 78 Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VI-1 <sup>0</sup> - AF.....	134

Tabla 79 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VI.....	134
Tabla 80 Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 15-VII-4 <sup>0</sup> - ACS .....	136
Tabla 81 Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 15-VII-4 <sup>0</sup> - ACS .....	136
Tabla 82 Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 15-VII-4 <sup>0</sup> - ACS.....	137
Tabla 83 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 15-VII-4 <sup>0</sup> - ACS..	137
Tabla 84 Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 15-VII-4 <sup>0</sup> - AF.....	138
Tabla 85 Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 15-VII-4 <sup>0</sup> - AF.....	138
Tabla 86 Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 15-VII-4 <sup>0</sup> - AF .....	139
Tabla 87 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 15-VII-4 <sup>0</sup> - AF ....	139
Tabla 88 Baño 1-VII-4 <sup>0</sup> - Puntos a evaluar.....	140
Tabla 89 Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 1-VII-4 <sup>0</sup> - ACS .....	140
Tabla 90 Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 1-VII-4 <sup>0</sup> - ACS .....	140
Tabla 91 Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 1-VII-4 <sup>0</sup> - ACS.....	141
Tabla 92 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-VII-4 <sup>0</sup> - ACS....	141
Tabla 93 Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 1-VII-4 <sup>0</sup> - AF.....	142
Tabla 94 Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 1-VII-4 <sup>0</sup> - AF.....	142
Tabla 95 Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 1-VII-4 <sup>0</sup> - AF .....	142
Tabla 96 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-VII-4 <sup>0</sup> - AF .....	143
Tabla 97 Baño 1-III-1 <sup>0</sup> al 6 <sup>0</sup> - zona V - Puntos a evaluar .....	144
Tabla 98 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-III-1 <sup>0</sup> al 6 <sup>0</sup> - zona V - ACS.....	144
Tabla 99 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-III-1 <sup>0</sup> al 6 <sup>0</sup> - zona V - AF .....	145
Tabla 100 Baño 2-III-1 <sup>0</sup> al 6 <sup>0</sup> - zona V - Puntos a evaluar .....	145
Tabla 101 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-III-1 <sup>0</sup> al 6 <sup>0</sup> - zona V - ACS.....	146

Tabla 102 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-III-1 <sup>0</sup> al 6 <sup>0</sup> - zona V - AF .....	146
Tabla 103 Repostero 1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - Puntos a evaluar .....	147
Tabla 104 Repostero 1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - Puntos a evaluar .....	147
Tabla 105 Comparación final entre distribución antigua y propuesta – repostero 1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - AF .....	148
Tabla 106 Baño 1-IV-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - Puntos a evaluar .....	148
Tabla 107 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-IV-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - ACS.....	149
Tabla 108 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-IV-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - AF .....	150
Tabla 109 Baño 2-IV-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - Puntos a evaluar.....	150
Tabla 110 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-IV-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - ACS.....	151
Tabla 111 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-IV-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - AF .....	151
Tabla 112 Baño 3-IV-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - Puntos a evaluar.....	152
Tabla 113 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 3-IV-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - ACS.....	152
Tabla 114 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 3-IV-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - AF .....	153
Tabla 115 Baño 4-IV-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - Puntos a evaluar.....	153
Tabla 116 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 4-IV-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - ACS.....	154
Tabla 117 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 4-IV-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona V - AF .....	154
Tabla 118 Baño 1-II-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona II - Puntos a evaluar.....	155
Tabla 119 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona II – ACS.....	155
Tabla 120 Baño 2-II-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona II - Puntos a evaluar.....	156
Tabla 121 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-II-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona II - ACS.....	156
Tabla 122 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona II - AF .....	157

Tabla 123 Baño 3-II-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona II - Puntos a evaluar.....	157
Tabla 124 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 3-II-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona II - ACS.....	158
Tabla 125 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-II-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona II - AF.....	158
Tabla 126 Baño 4-II-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona II - Puntos a evaluar.....	159
Tabla 127 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 4-II-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona II - ACS.....	159
Tabla 128 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 4-II-1 <sup>0</sup> al 5 <sup>0</sup> - zona II - AF.....	160
Tabla 129 Baño 2-VIII-1 <sup>0</sup> - zona VII - Puntos a evaluar.....	160
Tabla 130 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VIII-1 <sup>0</sup> - zona II - ACS.....	161
Tabla 131 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VIII-1 <sup>0</sup> - zona II - AF.....	161
Tabla 132 Baño 12-VII-4 <sup>0</sup> - zona VII - Puntos a evaluar.....	162
Tabla 133 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 12-VII-4 <sup>0</sup> - zona II - ACS.....	162
Tabla 134 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 12-VII-4 <sup>0</sup> - zona II - AF.....	163
Tabla 135 Baño 4-X-1 <sup>0</sup> - zona VII - Puntos a evaluar.....	163
Tabla 136 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 4-X-1 <sup>0</sup> - zona II - ACS.....	164
Tabla 137 Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 4-X-1 <sup>0</sup> - zona II - AF.....	165
Tabla 138 Resumen de nueva selección de diámetros de tuberías.....	166
Tabla 139 Metrado de tuberías de ACS.....	167
Tabla 140 Metrado de tuberías AF.....	167
Tabla 141 Porcentaje de mala selección de tuberías y pérdida de carga.....	168
Tabla 142 Metrado total de tuberías.....	169
Tabla 143 Longitud total de tuberías sin aislamiento.....	169
Tabla 144 Porcentaje de tuberías con mal aislamiento.....	170
Tabla 145 Pérdida de calor por tuberías sin aislamiento.....	173
Tabla 146 Espesores recomendados de aislamiento para tuberías.....	175

Tabla 147	Calor perdido por tuberías con aislamiento.....	176
Tabla 148	Datos de placa de bomba actual .....	177
Tabla 149	Datos de Placa de Bomba Actual .....	180
Tabla 150	Datos de la bomba Grundfos CRI20 .....	180
Tabla 151	Presión máxima de funcionamiento de bombas Grundfos .....	185
Tabla 152	Presión máxima de funcionamiento de bombas Grundfos .....	186
Tabla 153	Peso de tubería Hidro 3 respecto al diámetro.....	198
Tabla 154	Peso de tubería Hidro 3 respecto al diámetro.....	199
Tabla 155	Número de soportes para distintos diámetros de tubería.....	199
Tabla 156	Carga sometida de soportes para distintos diámetros de tubería.....	200
Tabla 157	Tabla de selección de soporte de tuberías .....	200
Tabla 158	Propiedades físicas del polipropileno.....	201
Tabla 159	Dilatación de tuberías para distintos diámetros de las mismas .....	202
Tabla 160	Detalle de costos .....	204
Tabla 161	Resumen de informe de costos.....	206
Tabla 162	Comparación de costos entre distintos materiales de tuberías .....	207



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

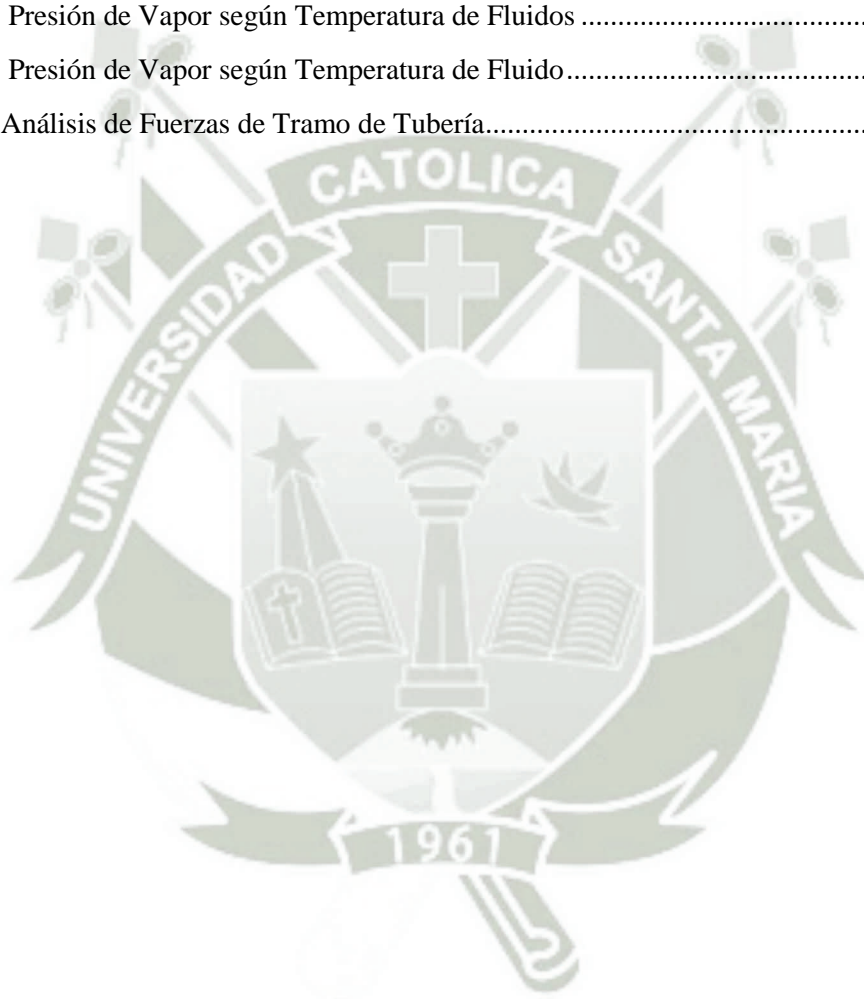
Grafico 1 Rendimiento de Easiheat con Suministro Instantáneo .....	78
Grafico 2 Guía de Selección de Intercambiador de Placas .....	79
Grafico 3 Costo Económico del Aislamiento.....	105
Gráfico 4 Curvas de Bomba Grundfos Modelo CRI20-4.....	187
Grafico 5 Curvas de Bomba Grundfos modelo CRI20-4.....	189
Grafico 6 Curvas de Bomba Grundfos modelo CRI20-4.....	194
Grafico 7 Comparación de Costos entre Distintos Materiales de Tuberías.....	207



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación Geográfica del Hospital Honorio Delgado Espinoza .....	5
Figura 2	Organigrama del Hospital Honorio Delgado Espinoza.....	6
Figura 3	Caldera Piro tubular .....	15
Figura 4	Caldera Piro tubular .....	16
Figura 5	Calentamiento Directo De Vapor.....	17
Figura 6	Calentamiento Directo de Vapor .....	18
Figura 7	Válvula de Cheque o Retención.....	30
Figura 8	Válvula de Cheque o Retención.....	31
Figura 9	Válvula Reductora de Presión.....	32
Figura 10	Válvula de Seguridad o Alivio.....	34
Figura 11	Válvula de Paso .....	35
Figura 12	Válvula de Globo .....	36
Figura 13	Válvula de Compuerta .....	37
Figura 14	Conexiones Necesarias en Acumuladores e Interacumuladores.....	38
Figura 15	Equipo Regulador de Presión Constante.....	42
Figura 16	Croquis General del Hospital Honorio Delgado Espinoza .....	52
Figura 17	Consumo ACS y AF .....	75
Figura 18	Consumo ACS y AF .....	78
Figura 19	Opciones de Easiheat .....	80
Figura 20	Secador de Agua .....	83
Figura 21	Bomba Trampa Spirax Sarco.....	83
Figura 22	Dimensiones.....	90
Figura 23	Modelo Propuesto de Tanques de Almacenamiento.....	99
Figura 24	Esfuerzos anulares de un tanque cilíndrico.....	101
Figura 25	Dimensiones del Intercambiador de Placas .....	116
Figura 26	Detalle Baño 3-III-6 <sup>0</sup> .....	118
Figura 27	Isométrico de Casa de Fuerza .....	119
Figura 28	Detalle Baño 1-II-6 <sup>0</sup> .....	124
Figura 29	Detalle Baño 15-VII-4 <sup>0</sup> .....	135
Figura 30	Detalles de Lana de Vidrio para Tuberías.....	175

Figura 31	Códigos de la Nomenclatura Grundfos.....	178
Figura 32	Nomenclatura de la bomba actual del hospital .....	179
Figura 33	Partes de la bomba Grundfos CR.....	181
Figura 34	Vista de corte de la bomba Grundfos CRI 20 .....	182
Figura 35	Curva de la bomba Grundfos en modo de presión constante.....	183
Figura 36	Curva de la bomba Grundfos en modo de curva constante.....	184
Figura 37	Altura Máxima de Aspiración para la Bomba Grundfos .....	190
Figura 38	NPSH de la Bomba.....	191
Figura 39	Presión de Vapor según Temperatura de Fluidos .....	192
Figura 40	Presión de Vapor según Temperatura de Fluido.....	196
Figura 41	Análisis de Fuerzas de Tramo de Tubería.....	197



## RESUMEN

En el presente proyecto titulado “Rediseño de la red de agua caliente sanitaria, selección de equipos y componentes afines para el Hospital Honorio Delgado de Espinoza de Arequipa” se detallan las deficiencias técnicas que tiene el actual diseño, teniendo en cuenta equipos sobredimensionados, accesorios mal seleccionados, equipos que no reciben mantenimiento ni inspecciones diarias que pueden ayudar a controlar su funcionamiento. Además de estos motivos se tuvo en cuenta los 58 años de operación del sistema de agua caliente sanitaria en el hospital.

Utilizando el Método de Hunter se demuestra que los diámetros actuales de las tuberías en ciertos tramos son errados, lo que provoca que las presiones en los puntos de suministro no sean las establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones; por lo tanto, con este mismo método se seleccionaron los diámetros adecuados para cumplir las presiones recomendadas.

Estos motivos definieron el proyecto, el cual tiene su enfoque en seleccionar equipos y accesorios que puedan combinar lo que es ahorro con satisfacción al cliente. En este caso, el cliente está definido por la gente que va al hospital en busca de recibir atención médica.

Además, para lograr la producción instantánea de agua caliente sanitaria, se seleccionaron intercambiadores Easiheat que nos brindan eficiencia y logran una producción a bajo costo.

Finalizando el proyecto se demuestra un ahorro considerable referente a transferencia de calor, pérdida de agua y combustible.

**Palabras clave:** agua caliente sanitaria, Reglamento Nacional de Edificaciones, método de Hunter, producción instantánea, Easiheat, ahorro.

## ABSTRACT

In this project entitled "Redesign the hot water network and selection of equipment and related components to Hospital Honorio Delgado Espinoza of Arequipa", technical deficiencies that have the current design are detailed, considering oversized equipment, bad selected accessories that are not maintained or that not have daily inspections can help control its operation. In addition to these reasons, it is important to consider that the hot water system has 58 years of operation.

The Hunter Method shows that the current pipe diameters in certain sections are wrong, causing different pressures on supply points than those established by the National Building Regulations; therefore, the appropriate diameters of the pipes were selected to achieve recommended pressures using the same method.

The project was defined by these reasons. The project has its focus on select equipment and accessories that can be combined with customer satisfaction. In this case, the client is defined by the people who go to hospital for medical attention.

Furthermore, to achieve the instantaneous production of hot water, Easiheat heat exchangers were selected because they provide efficiency and achieve low-cost production.

Completing the project, you can identify a considerable savings relating to heat transfer, loss of water and fuel.

**Keywords :** hot water , National Building Regulations , Hunter method , instantaneous production , Easiheat, saving.

## DESCRIPCIÓN

El proyecto titulado “Rediseño de la red de agua caliente sanitaria, selección de equipos y componentes afines para el Hospital Honorio Delgado Espinoza de Arequipa” está dividido en cinco capítulos:

En el Capítulo I titulado “Generalidades” se establecerán el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto y además una descripción breve del Hospital Honorio Delgado Espinoza.

En el Capítulo II titulado “Marco Teórico” se describirán una serie de conceptos teóricos que nos permitirán comprender la etapa de cálculos.

En el Capítulo III titulado “Diagnóstico Actual de las Instalaciones” se mostrará el estado actual en el que se encuentra el Hospital Honorio Delgado Espinoza, ya sea en equipos que intervienen en la producción de agua caliente sanitaria, como las tuberías que permiten la distribución de ésta.

En el Capítulo IV titulado “Ingeniería de Proyecto” se realizará una serie de cálculos que permitirán seleccionar los equipos y accesorios adecuados para la producción y distribución del Agua Caliente Sanitaria.

En el Capítulo V titulado “Costos del Proyecto” se redactará un informe final de costos detallado, donde se mostrará costos de equipos, costos de aislamientos, costos de tanques y costo de tuberías, donde se harán una comparación entre los distintos materiales que se podrían utilizar.

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1.1 RESUMEN DEL CAPÍTULO**

En el capítulo I se dará una pequeña introducción del proyecto, asimismo se identifica y se describe el problema que se va a solucionar. De esta manera, es que establecemos un objetivo general del proyecto y posteriormente objetivos específicos. Finalmente, se tendrá una breve descripción del hospital, su ubicación, misión y visión y su organigrama.

### **1.2 INTRODUCCIÓN**

El agua caliente sanitaria se ha vuelto una necesidad para todo tipo de edificios en el Perú, y más aún en un hospital donde la higiene es importante tanto para pacientes, enfermeros, médicos y otros trabajadores del hospital.

En el Hospital Honorio Delgado Espinoza, se cuentan con 3 intercambiadores distribuidos de tal manera que se pueda abastecer a todo el hospital. Estos intercambiadores aún están en funcionamiento, pero lo hacen con una eficiencia muy baja lo que ocasiona que el calor suministrado no se aproveche en su totalidad y existan muchas pérdidas térmicas; además, se corre el riesgo de que se genere la bacteria de la Legionella en tuberías, intercambiadores de calor y tanques de almacenamiento. Dicha bacteria es un riesgo para salud humana.

### 1.3 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La instalación de tuberías, componentes y equipos de agua caliente sanitaria se encuentran en condiciones deplorables y en mal estado.

Se puede identificar que la red de Agua Caliente Sanitaria genera una pérdida considerable de vapor que va directamente relacionada a lo que es combustible que consumen las calderas.

Además, se identificaron fugas en las tuberías y aislamientos gastados, sabiendo que éstos son contaminantes. Y por último, se observaron las condiciones deplorables de los tanques de almacenamiento y su cimentación.

Este problema ocasiona que los clientes y los trabajadores no se sientan a gusto con este servicio tan importante para la salud de las personas. Se identificaron varias causas de los problemas mencionados:

- Antigüedad de equipos y componentes.
- Falta de mantenimiento preventivo.
- Falta de inspecciones y controles de equipo.
- Falta de compromiso de parte del personal.

### 1.4 OBJETIVOS

#### 1.4.1 Objetivo general

Rediseñar la red de Agua Caliente Sanitaria, seleccionar los equipos y componentes afines que cumplan con los requerimientos del hospital de acuerdo a la Norma IS. 010.

#### 1.4.2 Objetivos específicos

- Utilizar el vapor como fuente de energía para producir agua caliente sanitaria.
- Rediseñar adecuadamente las tuberías que permita obtener una presión de suministro adecuada según lo estipulado por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Obtener un ahorro considerable en transferencia de calor seleccionando el espesor adecuado de aislamiento para la extensa red de tuberías.
- Verificar que los diámetros de tuberías existentes sean los correctos para lograr presiones de suministro adecuadas.
- Hacer una comparación técnica y económica sobre el uso de tuberías de cobre e hidro 3 para tuberías.
- Verificar que las bombas Grundfos (centrífugas multietápicas) sean las correctas para el sistema de distribución de agua.

### 1.5 JUSTIFICACIÓN

- Los equipos que se utilizan están en funcionamiento más de 50 años y producen ineficientemente lo que deseamos: Agua Caliente, tanto en términos de “producto” (¿qué se obtiene y en qué condiciones?), como en términos económicos (resulta muy costoso utilizar equipos ineficientes).
- Una característica general de la oferta institucional de servicios de salud, en el país y en la zona del proyecto, es la participación principal de la oferta de los establecimientos del Ministerio de Salud (MINSA), que según el censo de infraestructura y recursos del MINSA del 2005, ofrece su cobertura al 86% de la población mientras que el Instituto Peruano de Seguridad Social ofrece una cobertura del 10% , y los seguros privados y de las fuerzas armadas cubren sólo el 4% de la población.
- Todos los centros médicos deben estar actualizándose constantemente en la tecnología utilizada en el mundo para poder así, cumplir con la misión del hospital. Esto no solo debe ser en la parte de servicios directos, sino también en la parte técnica, como funciona del hospital. Se debe aclarar que si este recurso es escaso o no está disponible, el hospital no podrá brindar sus servicios.

### 1.6 ALCANCES

A base de una serie de cálculos se logrará verificar el estado actual de las instalaciones, de no ser así, se realizará una propuesta de mejora para lograr un funcionamiento adecuado del proceso y a su vez, eficiencia en su sistema y un ahorro

considerable. Asimismo, se realizará un capítulo detallando los costos del proyecto con las observaciones levantadas.

## 1.7 LIMITACIONES

El presente trabajo se dedica únicamente al cálculo teórico del sistema de ACS, y la aprobación de éste depende de las autoridades del Hospital Honorio Delgado Espinoza y a su vez del Ministerio de Salud. Además, la información recopilada en el hospital es muy escasa por el poco control y orden de manuales y planos.

## 1.8 HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA

El Hospital Honorio Delgado Espinoza se encuentra ubicado en:

**Tabla 1**  
**Ubicación del Hospital Honorio Delgado Espinoza**

<b>HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA</b>	
<b>Departamento</b>	Arequipa
<b>Provincia</b>	Arequipa
<b>Distrito</b>	Arequipa (Cercado)

Fuente: Elaboración Propia

Como puntos de referencia se tiene:

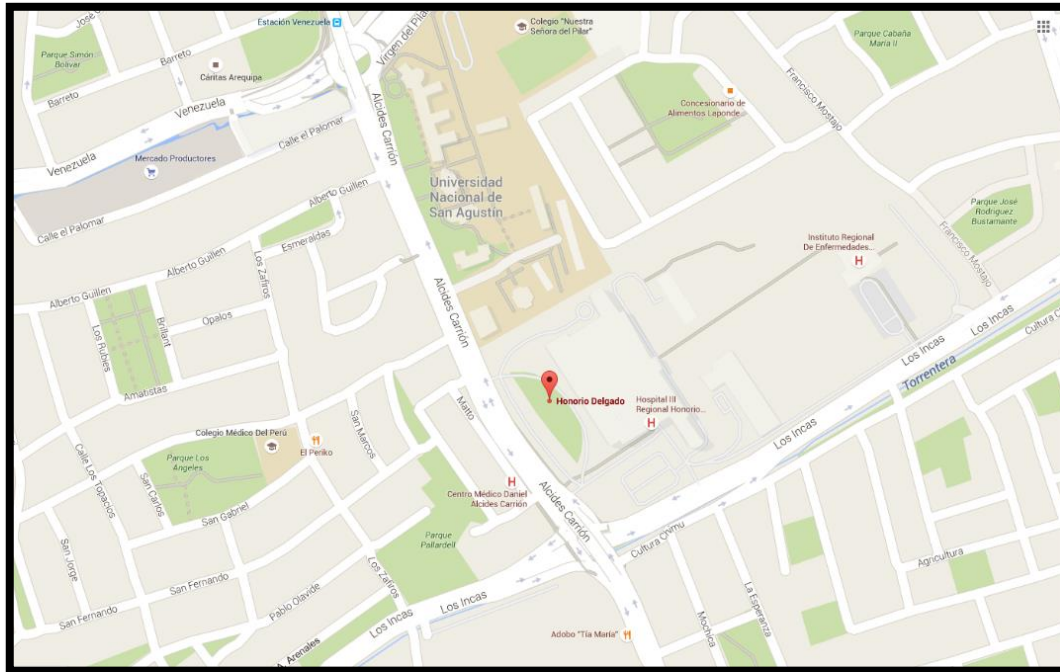
**Tabla 2**  
**Puntos de referencia del Hospital Honorio Delgado Espinoza**

<b>PUNTOS DE REFERENCIA</b>	
<b>Parte Frontal</b>	Av. Daniel Alcides Carrión y Urb. Pablo VI.
<b>Parte Posterior</b>	Urb. Los Rosales.
<b>Parte Lateral Izquierda</b>	Urb. Siete Torres y Facultad de Enfermería (UNSA).
<b>Parte Lateral Derecha</b>	Urb. ADEPA.

Fuente: Elaboración Propia

Tenemos la ubicación del Hospital Honorio Delgado Espinoza:

**Figura 1**  
**Ubicación geográfica del Hospital Honorio Delgado Espinoza**



**Fuente:** <https://maps.google.com/>

Tenemos la misión y visión del Hospital:

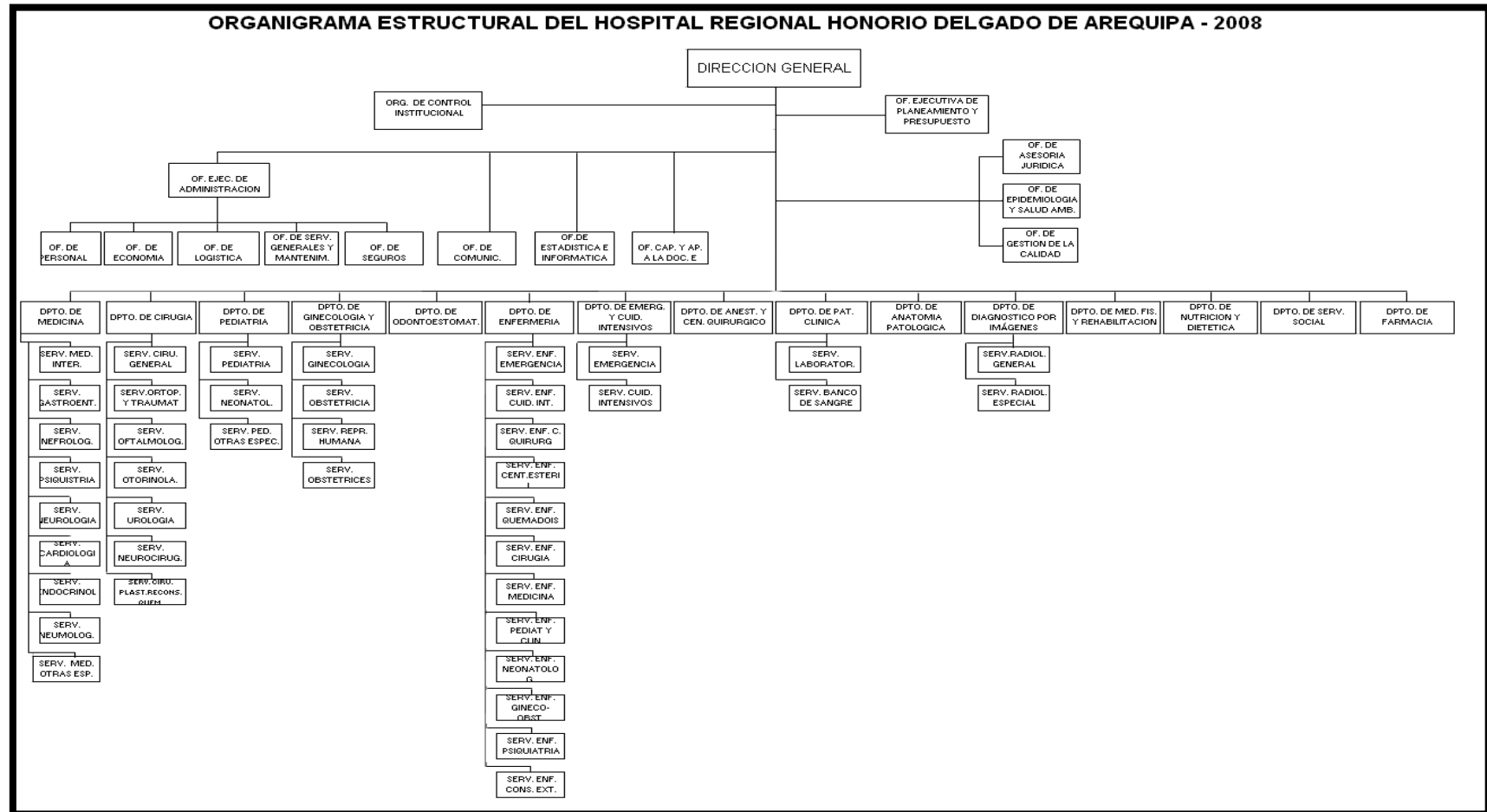
**MISION:** “Prevenir y proteger de los riesgos y daños, recuperar la salud y rehabilitar las capacidades de la población, en condiciones de equidad y plena accesibilidad”.<sup>1</sup>

**VISION:** “Ser un Hospital líder al servicio de la población de los departamentos del sur del país, brindando atención integral de salud de alta especialización, docencia e investigación; con tecnología modernas y personal altamente especializado”.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hospital Honorio Delgado Espinoza. Misión. Arequipa, Perú.

<sup>2</sup> Hospital Honorio Delgado Espinoza. Visión. Arequipa, Perú.

**Figura 2**  
**Organigrama del Hospital Honorio Delgado Espinoza**



Fuente: [www.hrhaqp.gob.pe/](http://www.hrhaqp.gob.pe/)

## **CAPÍTULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1 RESUMEN DEL CAPÍTULO**

En el presente capítulo detallamos los conceptos básicos del proyecto que nos facilitará entender los posteriores capítulos. Primero, se da un concepto de agua caliente sanitaria, su temperatura de uso y preparación. Posteriormente se detallan los tipos de instalaciones de agua caliente sanitaria. También se habla de la generación de vapor con el uso de las calderas. Además, se explica el concepto de una red de distribución, sus principales elementos y accesorios como aislamiento y válvulas. Finalmente explicamos el método de Hunter que se estará aplicando en la etapa de cálculos.

### **2.2 AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)**

El ACS es considerado un elemento muy importante en nuestra sociedad ya que se ha convertido en un requisito indispensable para el confort de nuestro día a día. Los sistemas de preparación y distribución de agua caliente evolucionaron de la mano de la ingeniería hidráulica y energética hasta el punto de poder convertirse en un bien común al alcance de la mayoría de la población.

Curiosamente, existen normas y reglamentos que se preocupan del abastecimiento de agua a una edificación como es el NIA (Normas Internacionales de Auditoria), pero solo de agua fría. Entonces ¿qué ocurre con el abastecimiento de agua caliente sanitaria (o ACS) en una edificación?

La norma se interpreta de manera que toda la instalación de agua caliente sanitaria se realiza simétricamente a la del agua fría, con las salvedades de los sistemas centralizados, y la necesidad de que las instalaciones tengan la menor pérdida de energía posible.

En la actualidad la norma IS 0.10 del Reglamento Nacional de Edificaciones es la que se encarga de regular las instalaciones de agua caliente sanitaria en el Perú.

Las instalaciones de agua caliente para usos sanitarios debe suministrar el caudal demandado por los usuarios sin oscilaciones apreciables de su temperatura.<sup>3</sup>

## 2.2.1 Temperatura del agua caliente sanitaria

### a. Temperaturas de uso

Las temperaturas medias de uso de los distintos aparatos sanitarios empleados en edificios residenciales y comerciales están indicados en la Tabla 3.

**Tabla 3**  
**Temperatura de uso de aparatos sanitarios**

Aparato sanitario	Campo de temperatura (°C)	Valor medio (°C)
Lavado	37 a 40	38
Ducha	38 a 43	40
Ducha hidromasaje	36 a 40	38
Bañera	40 a 43	42
Bidé	37 a 39	38
Fregadero	50 a 60	55

**Fuente:** Jiménez López, L. (2003). Instalaciones Hidrosanitarias. Barcelona: Grupo Editorial CEAC. Página 186

<sup>3</sup> Jiménez López, L. (2003). Instalaciones Hidrosanitarias. Barcelona: Grupo Editorial CEAC. Página 185.

## b. Temperaturas de preparación

El agua caliente para usos sanitarios se preparará a la temperatura mínima que resulte compatible con su uso, considerando las pérdidas de la red de distribución. Por otra parte, la temperatura debe estar limitada a valores relativamente bajos con el fin de evitar riesgo de quemaduras en los usuarios y disminuir las pérdidas en la red de distribución.

En relación con la temperatura de preparación y almacenamiento del agua caliente sanitaria, en aquellos edificios que incorporen sistemas centralizados con acumulación que den servicios principalmente a duchas para el aseo personal y que tengan como destino el alojamiento colectivo de personas, tales como hospitales, clínicas, residencias, viviendas, cuarteles, cárceles, vestuarios de complejos deportivos y cualquier otro edificio de uso similar, deberán tenerse en consideración las reglas y criterios de proyecto contenidas en los apartados correspondientes de la norma UNE 100030 “Prevención de la Legionela en instalaciones de edificios”.

La temperatura mínima de preparación debe ser de 45°C para que el agua llegue a una temperatura aprovechable. La caída de temperatura del agua en la red depende de su extensión y del nivel de aislamiento térmico y, normalmente, debería estar comprendida entre 20 y 30°C.<sup>4</sup>

La temperatura máxima, debe limitarse a 60°C para reducir el riesgo de quemaduras. En este caso, el usuario deberá mezclar el agua caliente con la fría para obtener la temperatura adecuada a sus necesidades.

Se consideran adecuadas las siguientes temperaturas del agua:

- De la red pública en la entrada del sistema de agua caliente: 10°C.
- De utilización en los puntos de consumo: 45°C.
- De preparación en los distintos sistemas: 50°C.

---

<sup>4</sup> Jiménez López, L. Ob cit. p. 186.

Por razones sanitarias, no está permitido producir el agua caliente sanitaria mezclando agua fría con vapor, condensado o agua de caldera.<sup>5</sup> Debido a ello, siempre deben existir intercambiadores en cuyo interior se produzca la transferencia de energía (primario) al ACS (secundario) sin que exista mezcla entre ambos circuitos.<sup>6</sup>

### 2.3 CAUDAL DEL AGUA CALIENTE SANITARIA

En la Tabla 4 se muestran los caudales medios instantáneos en los aparatos sanitarios.

**Tabla 4**  
**Caudales instantáneos en aparatos sanitarios**

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo (l/s)	
	AFCH	ACS
Urinario con cisterna (c/u)	0,04	–
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo, Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	–
Urinario con grifo temporizado	0,15	–
Grifo aislado	0,15	0,10
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Ducha	0,20	0,10
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Grifo garaje	0,20	–
Vertedero	0,20	–
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Fregadero NO doméstico	0,30	0,20
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Inodoro con fluxor	1,25	–

**Fuente:** IDAE. (Junio del 2010). Guía Técnica: Agua Caliente Sanitaria Central. Madrid, España. Anexos 1: Tablas

<sup>5</sup> Jimenéz López, L. Ob cit. p. 187.

<sup>6</sup> IDAE. (Junio del 2010). Guía Técnica: Agua Caliente Sanitaria Central. Madrid, España. Página7.

## 2.4 TIPOS DE INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Las instalaciones de agua caliente en una edificación se realizan de dos maneras diferentes:

### a. Instalaciones individuales

Son aquellas cuya instalación de agua caliente se realiza con instalación individual independiente y cuyo equipo de producción se encuentra en la vivienda.

Además, las instalaciones individuales se dividen en dos tipos, en función del sistema de producción del agua: instantáneos o por acumulación.

#### - Sistemas instantáneos

Son aquellos que producen el agua de forma instantánea. Tiene el inconveniente que no pueden dar mucho caudal de agua, por lo que sólo se recomienda en instalaciones individuales o de poco consumo.

#### - Sistemas con acumulación

Son aquellos que almacenan agua en un depósito y, un sistema de calentamiento, calientan el agua contenida en éste, durante un tiempo concreto, hasta su consumo.

### b. Instalaciones centralizadas

Generalmente estos tipos de instalaciones se realizan por acumulación de gran cantidad de agua, en donde su producción se sitúa generalmente en el sótano de una edificación.

Con un contador único, permite unificar los gastos derivados del consumo de agua caliente, en hoteles, hospitales, escuelas docentes, gimnasios, edificios de oficinas y cuarteles.

Con instalaciones centralizadas, será necesaria la columna de retorno cuando la longitud de la conducción entre el acumulador o calentador y el punto de consumo más alejado de éste sea superior a 12 m.<sup>7</sup> La columna de retorno también llamada circuito de recirculación, consiste en una red de tuberías que retornan el agua desde el punto de consumo más alejado hasta el lugar de producción, mediante bombas de recirculación, manteniendo las tuberías a la temperatura adecuada de uso, de manera que salga de forma prácticamente inmediata por los grifos, para evitar así los consumos innecesarios de agua y la falta de confort.<sup>8</sup>

De igual manera que las instalaciones individuales, las instalaciones centralizadas se dividen en dos:

- **Sistemas instantáneos**

La característica más destacada de los sistemas de producción instantánea es que el diseño de los intercambiadores está condicionado al momento de máxima demanda de la instalación, pues en ellos el agua de calderas calienta agua de consumo al mismo tiempo que se demanda.

Como elementos auxiliares estos sistemas requieren de bombas en el circuito primario, encargados de hacer circular el agua de los colectores de calderas a los intercambiadores.

- **Sistemas con acumulación**

Para reducir la potencia necesaria en producción y al mismo tiempo obtener funcionamientos más homogéneos de la instalación se utilizan los sistemas con acumulación en depósitos en los que se mantiene el agua caliente hasta el momento de su uso, de manera que en las puntos de mayor demanda de ACS del edificio se utiliza el agua acumulada, solicitándose una potencia inferior a la del sistema de producción instantáneo.<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> Jiménez López, L. Ob cit. p. 190.

<sup>8</sup> IDAE. (Junio del 2010). Guía Técnica: Agua Caliente Sanitaria Central. Madrid, España. Página7.

<sup>9</sup> IDAE. (Junio del 2007). Guía Técnica: Agua Caliente Sanitaria Central. Madrid, España.

## 2.5 SISTEMAS CENTRALIZADOS DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA POR ACUMULACIÓN

Como se dijo anteriormente, los sistemas centralizados de producción de ACS se utilizan cuando es necesario la acumulación de gran cantidad de agua y a la vez su producción es relativamente más barata. Como generadores de calor, se utilizan calderas, paneles solares, bombas de calor y resistencias eléctricas; en este caso utilizaremos como fuente generadora de calor: las calderas.

## 2.6 CALDERAS

La caldera, es una máquina o dispositivo de ingeniería diseñado para generar vapor. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia su fase a vapor saturado.

Las calderas están alimentadas por combustibles sólidos, gasoil ó gas.

Existen dos tipos de caldera: calderas pirotubulares y acuotubulares; las características que diferencian unas de otras son sus presiones de trabajo, su sistema de producción de vapor, sus dimensiones, sus costos, etc. A continuación en la Tabla 5 se mostrará una comparación entre calderas pirotubulares y acuotubulares.

**Tabla 5**  
**Caldera pirotubular vs Caldera acuotubular**

Criterios	Calderas Pirotubulares	Calderas Acuotubulares
Calidad del agua	Menores exigencias, posible funcionamiento con salinidad del agua	Mayores exigencias, es necesario un bajo nivel de salinidad para su funcionamiento
Mantenimiento	fácil de limpiar	Más costoso
Revisiones periódicas	Inspección ordinaria, seguida de una prueba hidrostática, raramente son necesarias otras pruebas de carácter no destructivo, como por ej. as mediciones con ultrasonidos, en caso contrario se efectúan en zonas muy reducidas	Son necesarias mediciones con ultrasonidos además de prueba hidrostática; es decir, pruebas costosas en tiempo y dinero
Costes para niveles comparables de gasto de fabricación y calidad	Menores	Mayores
Rendimiento	Mayor, de fácil mantenimiento	Menor; es más difícil realizar su mantenimiento en funcionamiento
Características de la carga parcial	Puede aprovecharse el control del quemador; cuando caiga por debajo de la carga mínima, el quemador puede apagarse sin problemas	En el caso de determinados diseños, debe limitarse la carga parcial; el quemador no puede apagarse manualmente
Contenido de agua	Mayor, debido a su diseño	Menor
Capacidad de acumulación	Debido al alto volumen de agua, no es susceptible a las fluctuaciones de presión y carga	Susceptible a las fluctuaciones de presión y carga resultantes del proceso
Plazo de entrega	Más corto	Más largo
Necesidades de espacio	Reducidas	Elevadas
Tiempo necesario para el montaje y puesta en marcha inicial	Reducido	Más prolongado

**Fuente:** Dr. Ing. Eberhard Franz Dipl.-Wirtschaftsing. (FH), Dipl.-Informationswirt (FH) Markus Tuffner, Bosch Industriekessel GmbH.

### 2.6.1 Caldera pirotubulares

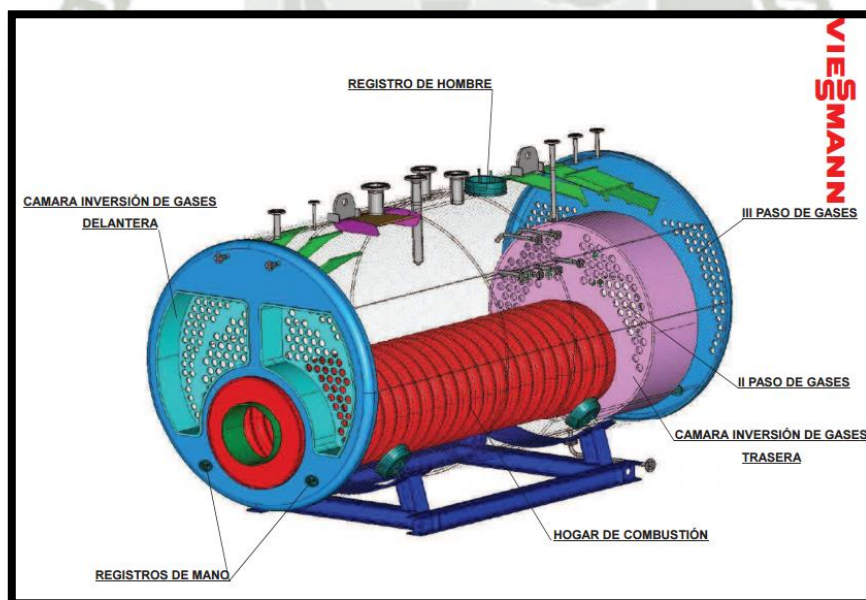
Son aquellas calderas en las que los gases de combustión circulan por el interior de los tubos y el fluido caloportador por el exterior de los mismos.<sup>10</sup>

- Campo de Aplicación
  - Producción de vapor: de 0.2 a 25 ton/h.
  - Presión de trabajo: <25 bar.
  - Generadores de agua caliente.

<sup>10</sup> Viessmann (2013). Guía de Calderas Industriales Eficientes. FENERCOM

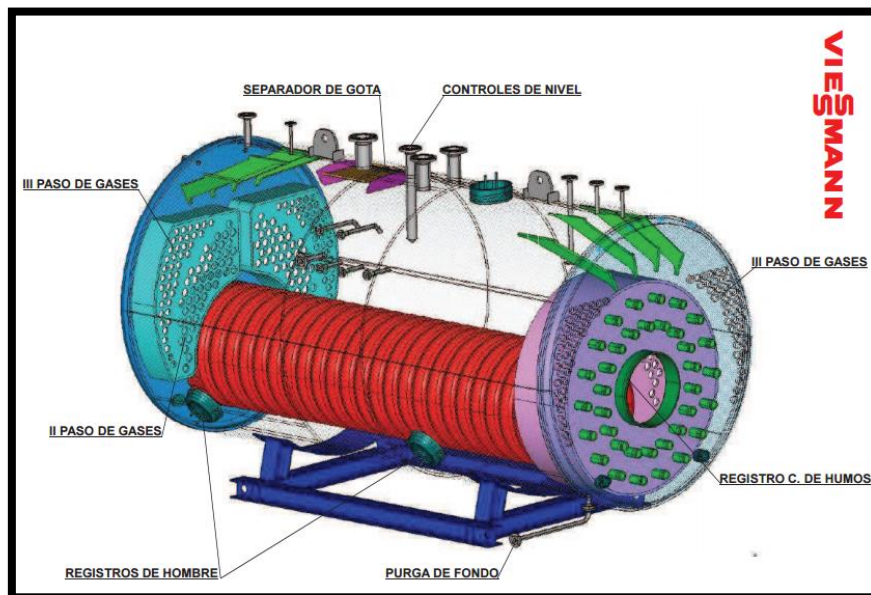
- Ventajas
  - Construcción compacta.
  - Menor costo de adquisición.
  - Menor costo de instalación.
  - Gran capacidad de energía acumulada.
  - Rápida respuesta a puntos de consumo.
  - Alta calidad del vapor o título cercano a A1.
  - Alto rendimiento.
  
- Desventajas
  - Producción límite: 25 ton/h (Para calderas de un hogar).
  - Presión máxima de trabajo límite: 25 bar (Para calderas de un hogar).

**Figura 3**  
**Caldera pirotubular**



**Fuente:** Viessmann (2013). Guía de Calderas Industriales Eficientes. Fenercom.

**Figura 4**  
**Caldera pirotubular**



**Fuente:** Viessmann (2013). Guía de Calderas Industriales Eficientes. Fenercom.

## 2.7 VAPOR DE AGUA

### 2.7.1 Fundamentos de vapor

#### a. ¿Qué es el vapor de agua?

El vapor de agua es el gas formado cuando el agua pasa de un estado líquido a uno gaseoso. A un nivel molecular esto es cuando las moléculas de  $H_2O$  logran liberarse de las uniones (ej. Uniones de hidrógeno) que las mantienen juntas.

En el agua líquida, las moléculas de  $H_2O$  están siendo unidas y separadas constantemente. Sin embargo, al calentar las moléculas de agua, las uniones que conectan a las moléculas comienzan a romperse más rápido de lo que pueden formarse. Eventualmente, cuando suficiente calor es suministrado, algunas moléculas se romperán libremente. Estas

moléculas "libres" forman el gas transparente que nosotros conocemos como vapor, o más específico vapor seco.

### b. El vapor como fuente de calor

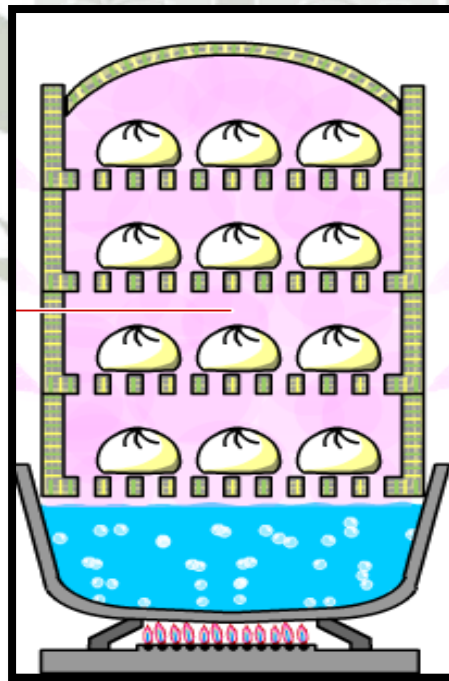
El vapor es mayormente conocido por sus aplicaciones en calentamiento, fungiendo tanto como fuente directa e indirecta de calor.

### c. Calentamiento directo de vapor

El método de calentamiento directo de vapor se refiere al proceso en el cual el vapor está en contacto directo con el producto que está siendo calentado.

En la industria, el método de calentamiento directo de vapor generalmente es usado para cocinar, esterilización, vulcanización y otros procesos.

**Figura 5**  
**Calentamiento Directo De Vapor**



Fuente: TLV-Compañía Especialista en vapor.

#### d. Calentamiento indirecto de vapor

El calentamiento indirecto de vapor se refiere a los procesos en donde el vapor no entra en contacto directo con el producto a calentar. Es ampliamente utilizado en la industria ya que provee un calentamiento rápido y parejo. Este método generalmente utiliza un intercambiador de calor para calentar el producto.

**Figura 6**  
**Calentamiento directo de vapor**



**Fuente:** TLV-Compañía Especialista en Vapor.

La ventaja que ofrece este método sobre el calentamiento directo de vapor es que las gotas de agua formadas durante el calentamiento no afectarán al producto. Por lo tanto el vapor puede ser usado en una variedad de aplicaciones tales como secado, derretimiento, hervido, etc.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> TLV-Compañía Especialista en Vapor.

## 2.7.2 Trampas de vapor

### a. Definición

Las trampas de vapor son un tipo de válvula automática que filtra el condensado (es decir vapor condensado) y gases no condensables como es el aire, asegurando que no se desperdicie el vapor.

### b. Finalidad de una trampa de vapor

Los procesos basados en el calentamiento utilizan el calor latente y lo transfieren al producto. Cuando se realiza este trabajo (es decir el vapor ha cedido su calor latente), el vapor se condensa y se convierte en condensado. En otras palabras, el condensado no tiene la habilidad de hacer el trabajo que el vapor realiza. Por lo tanto la eficiencia de calentamiento se ve afectada si el condensado no es removido propia y rápidamente como sea posible, ya sea en una tubería para transportar el vapor o en un intercambiador de calor.<sup>12</sup>

### c. Características requeridas en las trampas de vapor

En la actualidad, es considerado esencial que una trampa de vapor, como un tipo de válvula automática, debe tener las 3 características siguientes:

- Descarga inmediata y completa de condensado.
- No fugar vapor aun cuando se utilice durante largos periodos de tiempo.
- También descargar gases no condensables, como el aire.

### d. Bomba-trampa

Es una bomba de recuperación de condensado con trampa de vapor integrada. Tiene los siguientes beneficios:

---

<sup>12</sup> *Ibíd*em

- *Conservación de Energía.* Recupera y transporta el condensado con el fin de reciclar energía térmica y los recursos hidráulicos. El mecanismo de acción instantánea, rápidamente cambia entre el envío de condensado de la bomba mecánica y el transporte de condensado, previniendo fugas por retraso inducido del medio motriz (vapor).
- *Previene el bloqueo "Stall".* Los equipos que usan vapor con instalación de válvula de control en el suministro de vapor, tienen la tendencia del fenómeno de bloqueo 'Stall', dando como resultado procesos con variaciones de temperatura, golpes de ariete y corrosión de tuberías. Por medio de la instalación de los equipos 'Power Trap' este fenómeno de bloqueo 'Stall' puede ser evitado.<sup>13</sup>

## 2.8 REDES DE DISTRIBUCIÓN

La distribución de las redes debe hacerse buscando la ruta más directa y con el menor número de accesorios que sea posible entre la fuente y los aparatos. Se debe procurar que el ramal sea localizado de tal forma que pase por el centro de gravedad del grupo de aparatos a servir, lo cual produce recorridos y diámetros menores.<sup>14</sup>

### 2.8.1 Recorrido del fluido en la red de distribución

El fluido (agua) llega al tanque de reserva a través de la acometida. Del tanque es extraída mediante equipos de presión y es conducida a la red de tuberías de distribución o red interior. En el sistema de distribución interior podemos distinguir cuatro funciones en las tuberías: el distribuidor, las columnas, las derivaciones y los ramales.<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> TLV-Compañía Especialista en Vapor.

<sup>14</sup> Pérez Carmona, R. (2010). Instalaciones Hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Bogotá: Ecoe Ediciones. Página 79.

<sup>15</sup> *Ibíd*em

**a. Distribuidor**

Tubería horizontal cuya función es alimentar las columnas. Normalmente es de gran diámetro, colocada a la vista si es posible, colgada del techo o sujeta a los muros o paredes.

**b. Columnas**

Tuberías verticales alimentadas por el distribuidor, son las encargadas de distribuir los caudales a las derivaciones en cada una de las plantas. Es recomendable instalar en el pie de cada columna una válvula de paso y purga. En caso de ser necesario un dispositivo anti - ariete en la parte superior.

**c. Derivaciones**

Tuberías de suministro que van desde las columnas hasta los puntos de consumo. Debe proveerse de una válvula de paso general que permita la suspensión del servicio a todo el apartamento. Adicionalmente es recomendable instalar una válvula a la entrada de los puntos de consumo, a fin de no tener que quitar el servicio a toda la habitación en caso de reparación en uno de los sitios antes mencionados.

**d. Ramales**

Son las tuberías que distribuyen el agua desde las derivaciones hasta los aparatos. Debe procurarse que el trazado sea lo más simple posible.

**2.8.2 Tipos de redes de distribución**

Las redes de distribución deben disponerse de tal forma que satisfagan la finalidad de la edificación en cuanto a caudal, presión y continuidad. Su disposición debe atender a estas condiciones y circunstancias, proporcionando un servicio seguro a las necesidades de consumo. Lo anterior conlleva a utilizar diferentes arreglos en la disposición de la red, según el sistema utilizado por gravedad o presión:

#### a. Sistema por gravedad

El agua es conducida al tanque elevado y de éste el distribuidor se encarga de alimentar las columnas. El sistema puede ser abierto o en anillo. De interés cuando el suministro es irregular o intermitente y es necesario una reserva que garantice el suministro permanente.

#### b. Sistema a presión

El agua es conducida del tanque bajo al distribuidor, situado generalmente en la planta baja, en sótanos o semisótanos de la edificación. El distribuidor abastece las columnas y éstas, a su vez, a las derivaciones. La disposición del distribuidor puede ser ramificado, pero debe seguir en línea hasta alcanzar la última columna. Tiene la desventaja de que una avería a la entrada, dejaría la edificación sin servicio. Con el sistema de distribución en anillo, el riesgo de quedar sin servicio, aunque no se elimina totalmente, si disminuye considerablemente si se dispone de suficientes válvulas para aislar una eventual avería.<sup>16</sup>

### 2.8.3 Accesorios de una red de distribución

#### a. Sistema de tuberías

Las tuberías o cañerías, son conductos cuya función es transportar o direccionar agua u otros fluidos. Para su selección debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos.

##### - **Compatibilidad con el fluido**

Los componentes del sistema de tuberías no deben modificar las características de potabilidad del agua, no debe olvidarse que aunque

---

<sup>16</sup> Pérez Carmona, R. (2010). Instalaciones Hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Bogotá: Ecoe Ediciones. Página 94.

el ACS no se beba si está en contacto con las personas, y debe considerarse como agua de consumo humano.<sup>17</sup>

En la recepción del material en obra siempre se deberá comprobar el correcto marcado de las tuberías según la norma correspondiente; además, según se especifica en la Decisión de la Comisión de 13 de mayo de 2002, publicada el 14 de mayo de 2002, los certificados de conformidad de los productos en contacto con el agua de consumo humano se realizarán mediante un procedimiento en el cual, además del sistema de control de producción en la fábrica aplicado por el fabricante, intervenga en la evaluación y la vigilancia del control de producción o del producto en sí un organismo de certificación autorizado. Es decir, que los productos en contacto con el agua de consumo humano deberán estar marcados y certificados. Los materiales a emplear podrán ser:

**Metálicos:**

- Acero galvanizado, UNE-EN 10.255 serie M (solo en agua fría).
- Acero inoxidable, UNE-EN 10.312, series 1 y 2.
- Cobre, UNE-EN 1.057.

**Termoplásticos:**

- Policloruro de vinilo no plastificado (PVC), UNE-EN 1.452.
- Policloruro de vinilo clorado (PVC-C), UNEEN ISO 15.877.
- Polietileno (PE), UNE-EN 12.201.
- Polietileno reticulado (PE-X), UNE-EN ISO 15.875.
- Polibutileno (PB), UNE-EN ISO 15.876.
- Polipropileno (PP) UNE-EN ISO 15.874.
- Multicapa polímero/aluminio/polietileno (PE-RT), UNE 53.960 EX.

---

<sup>17</sup> HS4. Guía Técnica: Suministro de Agua. Productos de Construcción: Condiciones Particulares de las Conducciones. Página 22.

- Multicapa polímero/aluminio/polietileno (PE-X), UNE 53.961 EX.

Quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.<sup>18</sup>

- **Temperatura de trabajo**

El material empleado en las tuberías debe soportar las temperaturas de trabajo de la instalación; para prevención de la Legionelosis deben ser capaces de soportar periódicamente 70°C, siendo las temperaturas habituales superiores a 50°C.

Respecto al acero galvanizado, aunque se admite en el documento HS4 en el apartado 3.2.2 del HE4, se prohíbe expresamente para temperaturas superiores a 60 °C, que periódicamente se van a presentar en las instalaciones; el resto de los materiales metálicos indicados no tienen problemas por temperatura de trabajo.

En cuanto a los termoplásticos, la resistencia a la temperatura de trabajo se define por la clase que se tiene en las diversas normas de cada tipo de tubería como lo indica la Tabla 11 de la “Guía Técnica: Agua Caliente Sanitaria Central del IDAE”, para ACS a 70 °C las tuberías deben ser de clase 2.

**Tabla 6**  
**Tubería termoplástica – Clase 2**

Clase	T <sub>D</sub> (°C)	Años	T <sub>MAX</sub> (°C)	Años	T <sub>MAL</sub> (°C)	Horas	Campo aplicación típico
2	70	49	80	1	95	100	ACS a 70 °C

**Fuente:** IDAE. (Junio de 2010). Guía técnica: Agua Caliente Sanitaria Central. Madrid, España. Página 16.

<sup>18</sup> IDAE. (Junio del 2010). Guía Técnica: Agua Caliente Sanitaria Central. Madrid, España. Página 15

La clase 2 es una tubería que puede trabajar permanentemente a 70 °C, que periódicamente puede alcanzar los 80 °C y esporádicamente pueden alcanzarse incluso 95 °C y la tubería seguiría resistiendo con una esperanza de vida de al menos 50 años.<sup>19</sup>

#### - **Presión de trabajo**

Además de las temperaturas hay que tener en cuenta la presión de trabajo; en el campo de aplicación del ACS los metales, con la excepción del galvanizado, no presentan problemas de temperatura ni de presión.

Los termoplásticos, sin embargo, cuanto mayor es la temperatura de trabajo, menor presión que soportan, por lo que al seleccionar el material hay que tener en cuenta los dos criterios.

La presión de trabajo de los materiales termoplásticos se define por la serie; en la Tabla 11 de la “Guía Técnica: Agua Caliente Sanitaria Central del IDAE”, se muestran las diferentes series en función de la clase y de la presión de trabajo, para los tipos de tuberías más empleados en ACS, obtenidos de las diferentes normas UNE-EN ISO.

En la Norma ISP.10 se indica que se debe garantizar en todos los puntos de consumo una presión mínima de 2 m.c.a. y una máxima de 5 m.c.a.; por lo que se puede tomar 5 m.c.a. (IS 0.10) como presión para la selección de la serie, si bien teniendo en cuenta que las válvulas de seguridad de los depósitos suelen estar fijadas a 8 bar, esta es una presión de diseño más adecuada.

---


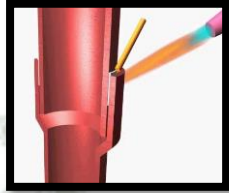


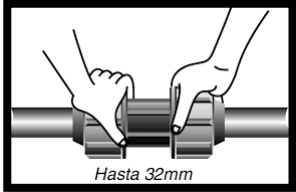
<sup>19</sup> IDAE. (Junio del 2010). Guía Técnica: Agua Caliente Sanitaria Central. Madrid, España. Página 16

## b. Accesorios

Los accesorios de las tuberías son elementos o piezas de conexión que se colocan entre los tramos de los tubos para poder unirlos entre sí, hacer derivaciones, cambios de sección cuando se requiera, cambios de dirección, normalmente cada accesorio tiene una función específica y puede haber variantes de fabricante en fabricante. Cada tipo de accesorio tiene un nombre genérico: unión, codo, curva, ramal, reducción, etc. Algunas de las uniones más comunes y sus aplicaciones se indican a continuación:

**Tabla 7:**  
**Accesorios de las redes de distribución**

Accesorio	Descripción	Esquema
Coples	Son tramos pequeños de tubo con rosca interior (hembra) y en ambos extremos para unir tubos con rosca exterior, su longitud varia con su diámetro.	
Niples	Son como los coples, trozos cortos de tubería, pero las roscas de sus extremos son exteriores (macho). Tienen rosca derecha en un extremo e izquierda en el otro.	
Tubo macho y hembra	Llamados también adaptadores y conectores de transición, se usan para conectar tuberías con sistemas distintos de unión (por ejemplo, uno con rosca y otro soldado).	

<p>Uniones dobles</p>	<p>Llamadas también tuercas de unión, permiten desarmar una unión sin tener que desarmar la tubería. Tiene 3 partes: dos coples de unión y una tuerca abrazadera.</p>	
<p>Uniones normales</p>	<p>Para soldadura capilar los accesorios hembra que cumplen esta función son llamados “uniones” (normal).</p>	
<p>Coples de reducción</p>	<p>Tienen características similares a los coples normales, pero sus dos bocas tienen diámetros distintos.</p>	
<p>Bujes de reducción</p>	<p>Son piezas cortas constituidas por una porción de tubo preparada para recibir externamente una tubería de un cierto diámetro e internamente una tubería de un diámetro inferior.</p>	
<p>Ramales</p>	<p>Accesorios usados para sacar derivaciones, los tipos de ramales más usados son los conocidos como TE, Y, y las crucetas en cruz.</p>	
<p>Dilatadores</p>	<p>Las dilataciones a las que están sometidas las tuberías al aumentar la temperatura del fluido se deben compensar a fin de evitar roturas en los puntos más débiles.</p>	

Fuente: Catálogo PAVCO.

## 2.9 SISTEMA DE AISLAMIENTO

Uno de los aspectos más importantes de las instalaciones centrales de ACS es el aislamiento térmico; no debe olvidarse que se trata de instalaciones que funcionan durante todo el año, y aunque las temperaturas de distribución puedan ser inferiores a las de las instalaciones de calefacción, en el conjunto de la temporada pueden presentar mayores pérdidas de calor.

Asimismo, para la prevención de la legionelosis se utilizan en la actualidad temperaturas más altas, lo que implica mayores necesidades de aislamiento; además, cuanto mayor sea el mismo menos problemas se tendrán para mantener las temperaturas necesarias en los puntos más alejados.

Otro aspecto del aislamiento térmico que no debe olvidarse es el de las tuberías de agua fría cuando las mismas discurren próximas a las de ACS.<sup>20</sup>

Las razones más importantes por la cual usamos aislamiento son:

- Seguridad: Evitar quemaduras y contactos directos de personas que ejecutan el mantenimiento con las tuberías de ACS.
- Operacional: Mantener condiciones estables que eviten la pérdida o ganancia de calor a fin de poder efectuar el proceso requerido.
- Costos: Minimizar pérdidas de energía a fin de reducir costos de operación y producción.<sup>21</sup>

Para poder determinar la lana de vidrio como el material de aislamiento a utilizar es que se procedió a analizar la siguiente tabla:

---

<sup>20</sup> IDAE. (Junio del 2010). Guía Técnica: Agua Caliente Sanitaria Central. Madrid, España. Página 17

<sup>21</sup> Suministros Energéticos, Ing. Carlos Gordillo Andía

**Tabla 8:**

**Cuadro comparativo de propiedades y características de aislamientos térmicos**

<b> AISLAMIENTOS TEMICOS </b>							
<b> CUADRO COMPARATIVO DE PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS </b>							
PROPIEDADES	LANA DE VIDRIO	LANA MINERAL	VIDRIO CELULAR	SILICATO DE CLACIO	PERLITA EXPANDIDA	POLIURETANO	POLIESTIRENO (ICOPOR, PORON-ANIME)
PRESENTACION	CAÑUELAS, LAMINAS, MANTAS, ACCESORIOS	CAÑUELAS, LAMINAS MANTAS	CAÑUELAS, LAMINAS	CAÑUELAS, LAMINAS SEGMENTOS	CAÑUELAS, LAMINAS	CAÑUELAS, LAMINAS	CAÑUELAS, LAMINAS
COMPOSICION	FIBRAS DE VIDRIO SILICEO CON RESINA TERMOESTABLE ( Fibras Largas )	FIBRAS DE ROCA o ESCORIA IMPUREZAS SOLIDAS ( Fibras cortas )	VIDRIO ESPUMADO SIN AGLUTINANTE	SILICATO HIDRATADO DE CALCIO Y SILICE CON FIBRAS DE REFUERZO	SILICATO EXPANDIDO DE PERLITA NATURAL CON FIBRAS DE REFUERZO	POLIMERO ORGANICO	POLIMERO ORGANICO
AGLUTINANTE ESTRUCTURA DE CELDAS	SI CELDA ABIERTA	SI CELDA ABIERTA	NO CELDA DERRADA ( 100%)	NO CELDA ABIERTA	SI CELDA ABIERTA	NO CELDA CERRADA ( 95%)	NO CELDA ABIERTA
CONDUCTIVIDAD TERMICA (BTU.Pulg./Hr.Pie2.ºF)	0.220 a 0.260 a ( 75 ºF) 0.340 a (300 ºF)	0.240 A 0.340 A (75 ºF) 0.380 A (300ºF)	0.380 A (50ºF) 0.400 A (75ºF) 0.500 A (300 ºF)	0.370 A (75ºF) 0.430 A (100ºF) 0.490 A (300ºF)	0.480 A (200ºF) 0.520 A (300ºF)	0.180 A (75ºF)	0.280 A (75ºF)
TEMP.DE APLICACIÓN (ºF Ó ºC)	(-120 ºF A 1000 ºF) (-84 ºC A 538 ºC)	100ºF A 1200 ºF 38 ºC A 648 ºC	(-350 ºF A 900 º F) (-212 ºC A 482 ºC)	100 ºF A 1200 ºF (1500 ºF) 38 ºC A 649 ºC (815 ºC)	(-200ºF A 1200 ºF) (1500ºF) (-129 ºC A 649 ºC) ( 815 ºC)	(-300ºF A 178 ºF) (-184 ºC A 80 ºC)	(-150 ºF A 170 ºF) (-101 ºC A 78 ºC)
ESTABILIDAD QUIMICA	EXELENTE (INERTE)	BUENA (INERTE)	EXELENTE (INERTE)	BUENA	BUENA	ENVEJECE CON EL TIEMPO PIERDE SU PODER AISLANTE	ENVEJECE CON EL TIEMPO PIERDE SU PODER AISLANTE
DENSIDAD (Lbs/pie3)	1.08 a 7.0	9.0 a 14.0	9.0	10.0 a 14.5	5.0 a 13.0	2.3	2.2
COMBUSTIBILIDAD	INCOMBUSTIBLE	INCOMBUSTIBLE	INCOMBUSTIBLE	INCOMBUSTIBLE	INCOMBUSTIBLE	QUEMA, PRODUCE HUMO TOXICO	QUEMA, PROPAGA LLAMA, PRODUCE HUMO TOXICO
RESISTENCIA COMPRESION Lbs/pulg2 (% deformación)	1.0 ( 10%)	1.0 ( 10%)	100 ( 5%)	100 a 250 ( 5%)	90 (5%)	16 a 75 (10%)	
ESTABILIDAD DIMENSIONAL	EXCELENTE	CON VIBRACION SE DESMORONA	FRAGIL, SUSCEPTIBLE A CHOQUES TERMICOS	FRAGIL, SUSCEPTIBLE A CHOQUES TERMICOS	FRAGIL, SUSCEPTIBLE A CHOQUES TERMICOS	SE DEFORMA	SE DEFORMA
FACILIDAD DE APLICACIÓN	NO NECESITA PEGANTE MUY LIVIANO, FLEXIBLE	PESADO, USO INCOMODO, REQUIERE SUJECION MALLA METALICA	RIGIDO DEJA UNIONES Y ESPACIOS VACIOS	RIGIDO DEJA UNIONES Y ESPACIOS VACIOS	RIGIDO DEJA UNIONES Y ESPACIOS VACIOS	RIGIDO DEJA UNIONES Y ESPACIOS VACIOS	RIGIDO DEJA UNIONES Y ESPACIOS VACIOS
ALCALINIDAD ( Ph)	9.0	7.0	7.5	11			

Fuente: Catálogo de aislamientos - Fiberglass

## 2.10 SISTEMA DE VÁLVULAS

Son accesorios empleados para controlar, proteger y aislar parte o la totalidad de la red y los aparatos sanitarios o batería de aparatos sanitarios. Estos accesorios son dispositivos mecánicos que se pueden operar manual o automáticamente.

### 2.10.1 Válvulas de cheque o retención

Este tipo de válvula, se emplea para evitar el retorno del agua por una tubería, es decir, solo el flujo es posible en un solo sentido. Está compuesta por una clapeta fija a un eje horizontal o vertical que se abre al paso del fluido y en caso de que éste quiera devolverse se produce su cierre contra un asiento, cerrando totalmente la tubería.

**Figura 7**  
**Válvula check**



**Fuente:** Bens tuberías y productos.

Para su instalación se debe tener en cuenta el sentido de la flecha que se encuentra en el cuerpo de la válvula, de tal manera que el flujo y la flecha coincidan. Los materiales más utilizados en su fabricación son el acero forjado, bronce, hierro fundido y latón. Para los diámetros pequeños (< 1 pulgada), se acostumbra usar el PVC. Nominalmente se identifican por el diámetro del tubo en el que se van a instalar.

En instalaciones hidráulicas de edificaciones, es común hallar estas válvulas después del medidor en la conexión domiciliaria, en el tanque de reserva para que éste entre automáticamente en servicio cuando no hay alimentación directa de la red municipal, en la tubería de succión (válvula de retención) y en la tubería de descarga (válvula de check o cheque) del sistema de bombeo, que alimenta un equipo hidroneumático o un tanque elevado.<sup>22</sup>

**Figura 8**  
**Válvula de retención**



Fuente: [https://www.youtube.com/watch?v=1dpA56yOr\\_E](https://www.youtube.com/watch?v=1dpA56yOr_E)

### 2.10.2 Válvulas reductoras y reguladoras de presión

La diferencia entre estos dos tipos de válvulas es que las primeras reducen a la salida de las mismas la presión en un cierto valor (perdidas de energía producidas por la válvula constante), mientras que las segundas fijan el valor de la presión a la salida, independientemente del valor de la presión a su entrada (perdidas de energía producidas por la válvula variable. Obviamente la presión de entrada debe ser siempre mayor que la de salida).

---

<sup>22</sup> Pecci Rodríguez, J. (2007). Fontanería-Su Aprendizaje. España

**Figura 9**  
**Válvula reductora de presión**



**Fuente:** Válvula reductora de presión -  
<https://www.youtube.com/watch?v=QycqUHIMYYI>

Estas válvulas se instalan antes del medidor, en la acometida, cuando la presión de la red municipal es muy alta, y se calibran de tal manera que se obtenga siempre la presión deseada a la salida. Sirven para controlar las variaciones y el exceso de presión en el tramo aguas debajo de la red en la cual está instalada, con el fin de prevenir daños en esta y en los aparatos sanitarios que alimenta.

Para la regulación de las temperaturas de ACS se emplean dos tipos de válvulas:

- a) **Motorizadas:** Son válvulas de tres vías (acumulación, agua fría, distribución de ACS) que actúan mediante servomotores proporcionales comandados por reguladores que reciben las señales de las sondas de temperatura. Considerando las variaciones tan importantes que se producen en las demandas de ACS, deben ser de respuesta muy rápida.
- b) **Termostáticas:** Funcionan directamente mediante un elemento sensible a la temperatura que las posiciona de manera continua. Existen dos tipos, las diseñadas para colocar a la salida de los depósitos de acumulación, que son válvulas de 4 vías: las tres correspondientes a las motorizadas (acumulación, agua fría y ACS) y una cuarta vía en la que se conecta la

recirculación; el caudal de recirculación mantiene a la válvula continuamente en actuación y facilita la adecuación a las condiciones de demandas variables. Los propios fabricantes especifican cual es el caudal mínimo de recirculación para mantener la válvula activa, que como mínimo suele ser el 10% del caudal nominal. Otro tipo de válvulas termostáticas están diseñadas para su ubicación próxima a los puntos de consumo siendo exclusivamente de tres vías, no admitiendo la recirculación. Por último se han diseñado válvulas termostáticas de dos vías para instalar exclusivamente en montantes de recirculación, que reducen el caudal al necesario para mantener las temperaturas de consigna en los mismos.

En ambos casos el cuerpo de la válvula debe estar diseñado para trabajar con agua de consumo, siendo los materiales más habituales acero inoxidable, bronce o aleaciones especiales. (IDAE, 2010)

### **2.10.3 Válvulas de seguridad o alivio**

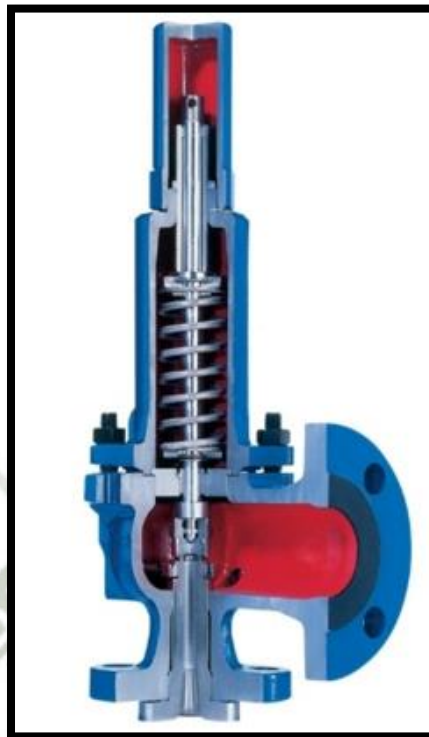
Este tipo de válvula se acciona para dejar escapar un volumen de agua con el cual es posible reducir los excesos de presión que se puedan presentar en una instalación hidráulica. Liberado el exceso de presión, se cierra de manera automática.

Se usa principalmente en la salida de agua caliente de los calentadores eléctricos. Las hay de dos tipos: las de resorte, se utilizan en las instalaciones hidráulicas, son sensibles a la presión y dejan escapar el fluido por un orificio, hasta cuando la red alcanza la presión fijada para llegar de nuevo a la presión de seguridad. Las de tapón fusible son comunes en equipos de refrigeración y son sensibles a la temperatura. En éstas el tapón es expulsado cuando el fluido alcanza la temperatura límite de calibración.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> Pecci Rodríguez, J. (2007). Fontanería-Su Aprendizaje. España.

**Figura 10**  
**Válvula de seguridad o alivio**



Fuente: Válvulas de seguridad con bridas  
serie API 526 - [www.bvalve.es](http://www.bvalve.es)

#### 2.10.4 Válvulas de paso

Esta válvula se recomienda para todas aquellas aplicaciones en las cuales se requieren una pérdida de carga mínima y un corte rápido del flujo. Su uso es adecuado en instalaciones hidráulicas, neumáticas y de calentamiento, para manejo y control del agua, vapor y otros fluidos.

Conocida comercialmente como válvula del tipo de paso recto o de paso completo, es común encontrarla en el rango de  $\frac{1}{2}$ " hasta 2" de diámetro.

Este compuesto por el cuerpo, generalmente de latón, una bola de latón con baño en cromo plateado endurecido perforada con un orificio y un vástago de latón con manija de aluminio plastificada y barnizada; se puede cambiar la manija por una mariposa para efectuar el cierre y la apertura, pero esto es opcional.

Puede instalarse debajo del lavamanos, tanques de inodoros, calentadores de agua, lavaderos, etc.<sup>24</sup>

**Figura 11**  
**Válvula de paso**



**Fuente:** Válvula de bola / de control / de palanca / de paso integral - [www.directindustry.es](http://www.directindustry.es)

### 2.10.5 Válvulas de globo

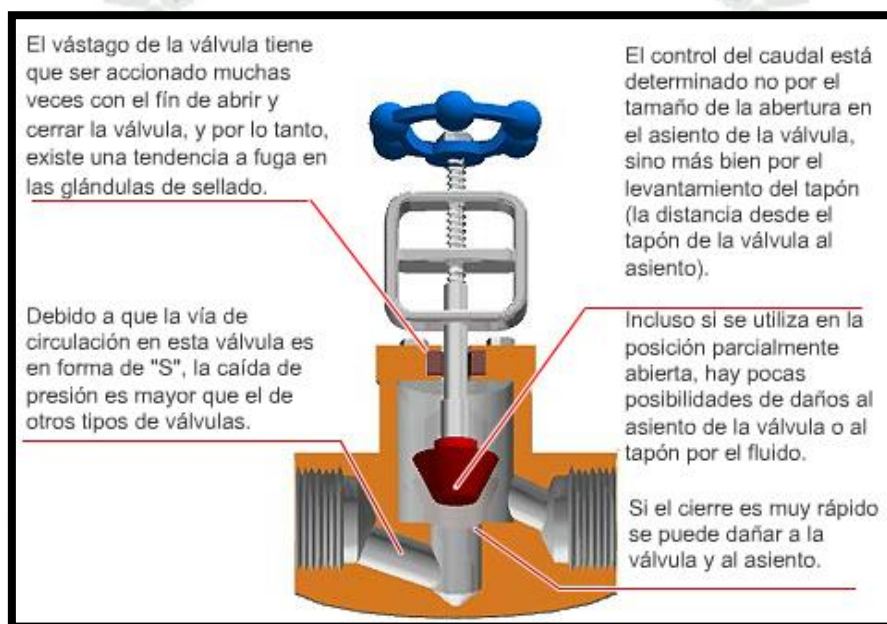
Esta válvula, usada para propósitos de regulación de caudales, está diseñada para abrir y cerrar rápida y eficientemente. Se puede operar por largos periodos con un mínimo de mantenimiento.

Las válvulas de globo están disponibles comercialmente con discos de metal y discos renovables no metálicos. Los discos de metal se ajustan mejor para las altas temperaturas; los discos no metálicos, en su composición, tienen la ventaja de ser de un material más suave, y de este modo puedan compensar cualquier desigualdad en su asiento, que puede originarse a través del desgaste o daño.

<sup>24</sup> Pecci Rodríguez, J. (2007). Fontanería-Su Aprendizaje. España.

Sus diámetros dependen del diámetro del tubo en el que se van a instalar. Los diámetros en que se pueden encontrar estas válvulas van desde 1/4 pulg hasta 4 pulgadas y sus dimensiones varían, dependiendo de la referencia y de sus fabricantes; su peso oscila entre 0.2 y 15 kg, dependiendo del tipo y del fabricante. Comercialmente se les encuentra convenientes para transportar agua, vapor, petróleo, aire y gases.<sup>25</sup>

**Figura 12**  
**Válvula de globo**



Fuente: Válvula de globo / de regulación / manual - [www.directindustry.es](http://www.directindustry.es)

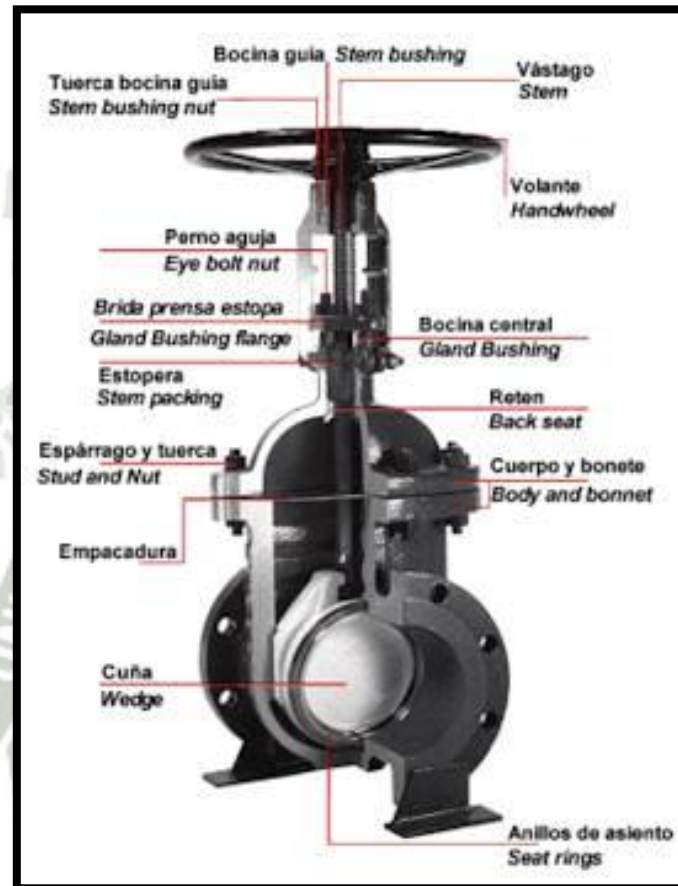
### 2.10.6 Válvulas de compuerta

Esta válvula, usada por lo general en la posición totalmente abierta o totalmente cerrada, permite el flujo lleno sin restricciones con mínimas pérdidas de energía; además, no permite fugas o escapes cuando está totalmente cerrada. Comúnmente se llaman registros y comercialmente se encuentran en diámetros desde 1/4" hasta 4". Estas válvulas pueden instalarse

<sup>25</sup> Pecci Rodríguez, J. (2007). Fontanería-Su Aprendizaje. España.

en cualquier posición, horizontal o vertical, en dirección ascendente o descendente.<sup>26</sup>

**Figura 13**  
**Válvula de compuerta**



Fuente: Válvulas - [html.rincondelvago.com](http://html.rincondelvago.com)

## 2.11 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

Los tanques de almacenamiento o depósitos de acumulación de ACS pueden ser interacumuladores o acumuladores, según contengan o no en su interior al intercambiador. La característica más importante para su selección es el material con el que están fabricados, existiendo tres tipos fundamentales:

<sup>26</sup> *Ibíd.*

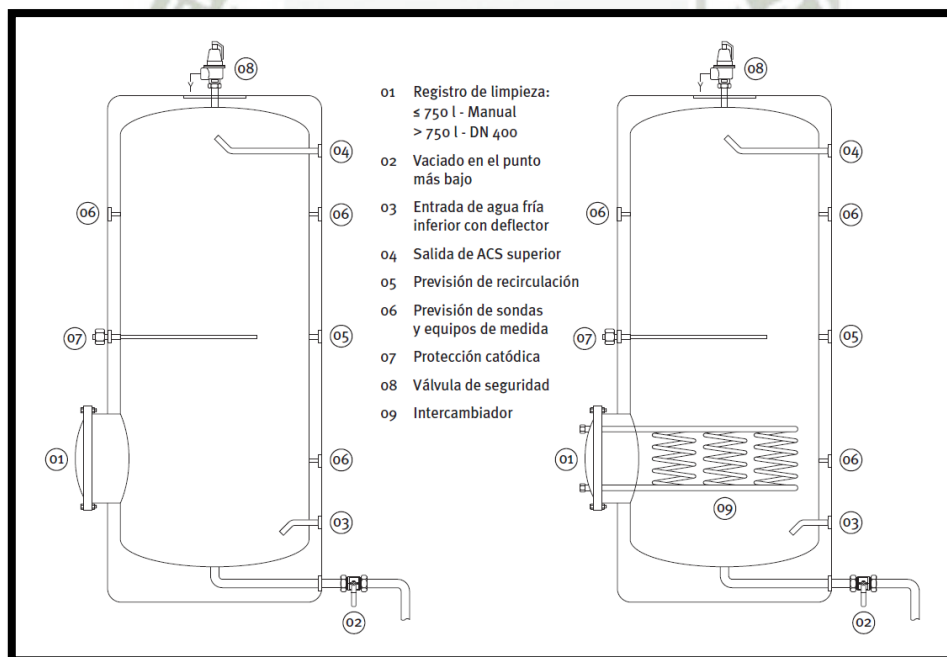
- Acero Inoxidable.
- Acero con tratamientos especiales, los más habituales con resinas epoxi.
- Acero con esmalte vitrificado, generalmente para pequeños volúmenes.

Otros aspectos básicos para su selección son la presión y la temperatura de trabajo.

En cuanto a la temperatura de trabajo, atendiendo a los requisitos de prevención de la legionelosis, la misma no deberá ser inferior a 70 °C.

Los depósitos deben disponer de las siguientes conexiones:

**Figura 14**  
**Conexiones necesarias en acumuladores e interacumuladores**



**Fuente:** IDAE. (Junio del 2010). Guía Técnica: Agua Caliente Sanitaria Central. Madrid, España. Página 13.

- Entrada de agua de consumo con un deflector que la dirija hacia la parte inferior del depósito, de manera que se reduzca la zona de mezcla favoreciendo la estratificación del agua en su interior.
- Salida del ACS hacia consumo, situada en la parte superior del depósito.
- Vaciado en la parte inferior para la purga de lodos y para la toma de muestras para los análisis de legionela.
- Registro para limpieza; para capacidades inferiores a 750 lt se admiten tamaños de registro que permitan la limpieza interior manual; para capacidades superiores el tamaño mínimo del registro será DN 400, también denominado “Boca de Hombre” ya que permiten el acceso de una persona a su interior.
- Tomas para la conexión de los sistemas de producción, bien con intercambiadores exteriores de placas, o bien con serpentines interiores; estos últimos habitualmente tienen su acceso por la Boca de Hombre, a través de la cual pueden ser extraídos.
- Se requieren otras conexiones para sondas de regulación, termómetros, válvula de seguridad, recirculación de ACS, etc.
- Asimismo, por tratarse de equipos metálicos con riesgo de corrosión, suelen incorporar la posibilidad de protecciones catódicas.

### 2.11.1 Interacumuladores

Los hay de dos tipos:

- Los de doble envolvente, con una envolvente exterior al depósito por la que circula el agua de calderas, rodeando al acumulador; el conjunto se termina con un aislamiento exterior. Se utilizan exclusivamente en instalaciones pequeñas.

- Los de serpentín interior, depósitos sencillos con el intercambiador tubular en su interior; existe una amplísima gama de capacidades, alcanzando grandes volúmenes.

### 2.11.2 Acumuladores

Únicamente almacenan el ACS, por lo que requieren un intercambiador exterior y una bomba que circule el agua a calentar entre el depósito y el intercambiador (IDAE. (Junio del 2010). Guía Técnica: Agua Caliente Sanitaria Central. Madrid, España. Página 13).

## 2.12 SISTEMA DE CIRCULACIÓN

En las instalaciones de ACS se emplean bombas en el circuito primario para transferir el calor desde el circuito de calderas hasta el de agua de consumo; bombas de secundario cuando la producción se realiza por acumulación con intercambiadores externos, y bombas de recirculación para la circulación del agua por todo el edificio.

El circuito primario es un circuito cerrado en el cual el agua tiene muy poca agresividad, ya que tras las primeras purgas se le elimina el oxígeno disuelto y habitualmente es un circuito que solo recibe agua nueva en las reparaciones o reposiciones de fugas. Sin embargo, los circuitos secundarios y de recirculación son circuitos abiertos, en los que se está recibiendo de manera continua agua de consumo, la cual es mucho más agresiva con los materiales constitutivos de las instalaciones, además los materiales en contacto con esa agua no deben modificar su potabilidad.

Estos aspectos se tendrán en cuenta a la hora de seleccionar los equipos, todos los fabricantes de bombas en sus catálogos especifican las apropiadas para estos servicios, siendo las más adecuadas las de bronce o acero inoxidable.

Para los caudales necesarios en estas instalaciones, las bombas más habituales son las de rotor húmedo; si bien considerando que a altas temperaturas se aceleran las precipitaciones calcáreas, cada vez se están aplicando bombas más

pequeñas de rotor seco (IDAE. (Junio del 2010). Guía Técnica: Agua Caliente Sanitaria Central. Madrid, España. Página 14).

### 2.12.1 Sistema de presión Constante

Se hablará del Sistema de Presión Constante usado por Franklin Electric.

Los equipos SubDrive/MonoDrive de Franklin Electric son reguladores fiables para sistemas de agua potable de uso doméstico, que usan componentes electrónicos avanzados para mejorar el desempeño de las bombas sumergidas estándar. Cuando se usa con el motor Franklin Electric especificado, el equipo SubDrive/MonoDrive elimina los ciclos de presión relacionados con los sistemas tradicionales de suministro de agua de pozos, y permite que los propietarios de pozos de agua disfruten de una presión hidráulica "urbana".

#### a. Características principales del Subdrive/Monodrive:

La presión hidráulica constante, con una amplia gama de valores de ajuste (25-80 psi)

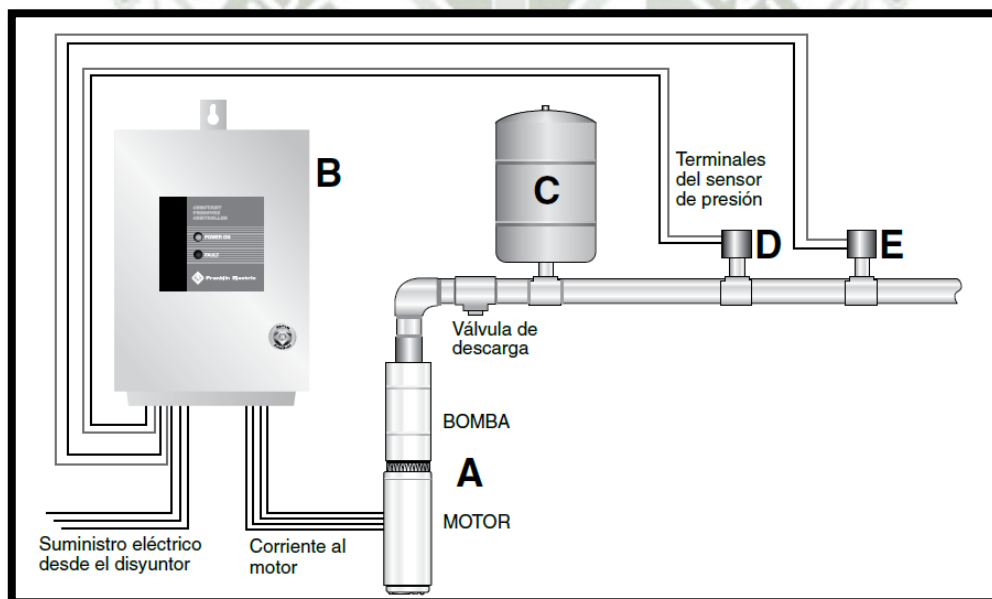
- La posibilidad de usar un tanque a presión más pequeño.
- Permite ajustar la bomba a la aplicación. La velocidad de la bomba se controla para un desempeño óptimo sin sobrecargar el motor.
- Flexibilidad: puede usar esta unidad con bombas genéricas.
- No ocasiona picos de corriente a la puesta en marcha (in-rush, en inglés).
- Bajo consumo eléctrico de encendido (encendido suave).
- La corrección del factor de corriente en modo activo minimiza la media cuadrática de desviación de la corriente

**b. ¿Cómo funciona?**

El equipo SubDrive/MonoDrive de Franklin Electric está diseñado para formar parte de un sistema compuesto sólo por cuatro piezas:

- Bomba estándar y motor Franklin Electric
- Regulador SubDrive/MonoDrive
- Sensor de presión Franklin Electric (suministrado)
- Interruptor para presión de corte (Sólo SubDrive300)

**Figura 15**  
**Equipo regulador de presión constante**



**Fuente:** Manual de Instalación del Regulador de Presión Constante Subdrive, MonoDrive y MonoDriveXT – Franklin Electric.

**c. Presión Constante**

Los equipos SubDrive/MonoDrive de Franklin Electric permiten regular la presión de manera uniforme, mediante componentes electrónicos avanzados que impulsan un motor y una bomba estándar según la demanda

de presión, indicada por un sensor de gran precisión, duradero, diseñado para trabajos pesados. Al ajustar la velocidad del motor y de la bomba, el SubDrive/MonoDrive puede ofrecer una presión constante de manera fiable, incluso si cambia la demanda del suministro de agua. Por ejemplo, si se presenta una demanda leve, como un grifo de baño, el motor y la bomba funcionan a una velocidad relativamente baja. A medida que aumenta la demanda del sistema, como que se abran más grifos o se usen aparatos electrodomésticos, la velocidad aumenta para mantener la presión deseada en el sistema.

## 2.12 MÉTODO DE HUNTER

Para el cálculo del diámetro de las tuberías se usará el método de Hunter, método estipulado en la norma IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

En el año 1940 la Oficina Nacional de Normas del Departamento de Comercio de los Estados Unidos publicó el método de Roy B. Hunter, con el título "Methods of estimating load in Plumbing systems". Se trata de la primera aplicación de la teoría de la probabilidad, en la determinación de los caudales probables en sistemas hidráulicos y sanitarios y aunque, desde entonces se han producido importantes cambios en el diseño de los aparatos sanitarios utilizados y en las griferías que los alimentan, orientados a reducir drásticamente los consumos de agua. La metodología utilizada es precisa y válida y, en consecuencia, es la más aceptada no solo por los diseñadores norteamericanos sino también, aunque con modificaciones, por los profesionales de su área de influencia tecnológica.

Para evaluar la máxima demanda probable de agua en un edificio debe tenerse en cuenta el tipo de servicio que van a prestar los aparatos: público o privado.

- Aparatos de uso privado: cuando los baños son de uso privado existen menores posibilidades de uso simultáneo, para estimar sus unidades de gasto (UG) se puede recurrir a los valores mostrados en tablas del Reglamento Nacional de Construcción.

- Aparatos de uso público: cuando se encuentran ubicados en edificios de servicio público, es decir que varios aparatos pueden ser utilizados por diferentes personas simultáneamente, las unidades de gasto deben ser las indicadas al respecto en las tablas del Reglamento Nacional de Construcción.

**Tabla 9**  
**Gastos probables para aplicación del Método de Hunter**

ANEXO N° 3 GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HUNTER							
N° de unidades	GASTO PROBABLE		N° de unidades	GASTO PROBABLE		N° de unidades	GASTO PROBABLE
	TANQUE	VÁLVULA		TANQUE	VÁLVULA		
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	380	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	390	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91
48	1,09	1,92	460	4,42	5,08	3700	19,23
50	1,13	1,97	480	4,57	5,20	3800	19,75
55	1,19	2,04	500	4,71	5,31	3900	20,17
60	1,25	2,11	550	5,02	5,57	4000	20,50
65	1,31	2,17	600	5,34	5,83		
70	1,36	2,23	650	5,85	6,09		
75	1,41	2,29	700	5,95	6,35		
80	1,45	2,35	750	6,20	6,61		
85	1,50	2,40	800	6,60	6,84		
90	1,56	2,45	850	6,91	7,11		
95	1,62	2,50	900	7,22	7,36		
100	1,67	2,55	950	7,53	7,61		
110	1,75	2,60	1000	7,84	7,85		

PARA EL NÚMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDIFERENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O DE VÁLVULA

NOTA: Los gastos están dados en L/s y corresponden a un ajuste de la tabla original del Método de Hunter.

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones. Gastos Probables para la aplicación del Método Hunter.

## CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES

### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL CAPÍTULO

En el presente capítulo, se expondrán las condiciones actuales de los accesorios y componentes con los que cuenta el hospital evidenciando las precarias condiciones de éstos, como por ejemplo: mal estado de los puntos de suministro (baños, lavamanos, duchas, etc.); mala instalación y mantenimiento del sistema de aislamiento de tanques y tuberías; y finalmente, las fugas en los sistemas de vapor y agua.

### 3.2 HOSPITALES

#### 3.2.1 Definición

Según el decreto supremo N°005-90-SA, el hospital es un establecimiento de salud destinado a la atención integral de consultantes en servicios ambulatorios y de hospitalización, proyectando sus acciones a la comunidad,<sup>27</sup> el cual es planificado, construido, equipado y administrado según normas del

---

<sup>27</sup> MINSA. 1990. Artículo 4°; Reglamento General de Hospitales del Sector de Salud; Decreto Supremo N°005-90-SA.

Ministerio de Salud (MINSA), que es el órgano rector del sector.<sup>28</sup> Los hospitales tendrán su estructura acorde en la clasificación que se menciona en el Artículo 8° del Reglamento General de Hospitales.<sup>29</sup>

### 3.2.2 Clasificación

Los hospitales se clasifican de acuerdo al grado de complejidad, número de camas y ámbito geográfico de acción.<sup>30</sup>

**Tabla 10**  
**Clasificación de los hospitales de acuerdo al grado de complejidad**

HOSPITAL TIPO I	Brinda atención general en las áreas de medicina, cirugía, pediatría, gineco-obstetricia y odontoestomatología.
HOSPITAL TIPO II	Además de lo señalado para el Hospital Tipo I, da atención básica en los servicios independientes de medicina cirugía, gineco-obstetricia y pediatría.
HOSPITAL TIPO III	A lo anterior se suma atención en determinadas sub-especialidades.
HOSPITAL TIPO IV	Brinda atención de alta especialización a casos seleccionados.

**Fuente:** Reglamento General de Hospitales del Sector de Salud; DECRETO SUPREMO N°005-90-SA; Artículo 8°.

**Tabla 11**  
**Clasificación de los hospitales de acuerdo al número de camas**

HOSPITAL PEQUEÑO	Hasta 49 camas.
HOSPITAL MEDIANO	De 50 a 149 camas.
HOSPITAL GRANDE	De 150 a 399 camas.
HOSPITAL EXTRA GRANDE	De 400 a más camas.

**Fuente:** Reglamento General de Hospitales del Sector de Salud; DECRETO SUPREMO N°005-90-SA; Artículo 8°.

<sup>28</sup> MINSA. 1990. Artículo 5°; Reglamento General de Hospitales del Sector de Salud; Decreto Supremo N°005-90-SA.

<sup>29</sup> MINSA. 1990. Artículo 11°; Reglamento General de Hospitales del Sector de Salud; Decreto Supremo N°005-90-SA.

<sup>30</sup> MINSA. 1990. Artículo 8°; Reglamento General de Hospitales del Sector de Salud; Decreto Supremo N°005-90-SA.

**Tabla 12**  
**Clasificación de los hospitales de acuerdo al ámbito geográfico de acción**

Hospital Nacional
Hospital de Apoyo Departamental
Hospital de Apoyo Local

**Fuente:** Reglamento General de Hospitales del Sector de Salud; DECRETO SUPREMO N°005-90-SA; Artículo 8°.

Los hospitales serán categorizados en el tipo de hospital que le corresponda por la entidad respectiva, de acuerdo a las normas específicas que el Ministerio aprobará mediante Resolución Vice-Ministerial.<sup>31</sup>

### 3.2.3 Hospital Honorio Delgado Espinoza

#### a. Ubicación

El Hospital Honorio Delgado Espinoza se encuentra ubicado en:

**Tabla 13**  
**Ubicación del Hospital Honorio Delgado Espinoza**

<b>HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA</b>	
<b>Departamento</b>	Arequipa
<b>Provincia</b>	Arequipa
<b>Distrito</b>	Arequipa (Cercado)

**Fuente:** Elaboración Propia

Como puntos de referencia se tiene:

<sup>31</sup> MINSA. 1990. Artículo 9°; Reglamento General de Hospitales del Sector de Salud; Decreto Supremo N°005-90-SA.

**Tabla 14**  
**Puntos de referencia del Hospital Honorio Delgado Espinoza**

<b>PUNTOS DE REFERENCIA</b>	
<b>Parte Frontal</b>	Av. Daniel Alcides Carrión y Urb. Pablo VI.
<b>Parte Posterior</b>	Urb. Los Rosales.
<b>Parte Lateral Izquierda</b>	Urb. Siete Torres y Facultad de Enfermería (UNSA).
<b>Parte Lateral Derecha</b>	Urb. Adepa.

Fuente: Elaboración Propia

#### **b. Categorización del Hospital Honorio Delgado Espinoza**

Es un establecimiento de salud que pertenece al tercer nivel de atención, categoría III-1, responsable de satisfacer las necesidades de salud de la población de su ámbito referencial, brindando atención integral ambulatoria y hospitalaria altamente especializada, con énfasis en la recuperación y rehabilitación de problemas de salud a través de unidades productoras de servicios de salud médico quirúrgicos de alta complejidad.<sup>32</sup>

Para el Ministerio de Salud esta categoría corresponde al Hospital III, en donde no tiene población asignada directa, sino población referencial nacional y regional.

---

<sup>32</sup> MINSA. 2004. Norma Técnica: Categorías de Establecimientos de Sector Salud.

**Tabla 15**  
Niveles de atención, niveles de complejidad y categorías de establecimientos del sector salud

NIVELES DE ATENCIÓN	NIVELES DE COMPLEJIDAD	CATEGORÍAS DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD
Primer Nivel de Atención	1° Nivel de Complejidad	I - 1
	2° Nivel de Complejidad	I - 2
	3° Nivel de Complejidad	I - 3
	4° Nivel de Complejidad	I - 4
Segundo Nivel de Atención	5° Nivel de Complejidad	II - 1
	6° Nivel de Complejidad	II - 2
Tercer Nivel de Atención	7° Nivel de Complejidad	III - 1
	8° Nivel de Complejidad	III - 2

Fuente: MINSA. (2004). Norma Técnica: Categorías de Establecimientos de Sector Salud. Página 11.

**Tabla 16**  
Categorías de los establecimientos de salud de acuerdo a las instituciones del sector salud

CATEGORÍAS DEL SECTOR SALUD	MINISTERIO DE SALUD
I - 1	Puesto de Salud
I - 2	Puesto de Salud con Médico
I - 3	Centro de Salud sin Internamiento
I - 4	Centro de Salud con Internamiento
II - 1	Hospital I
II - 2	Hospital II
III - 1	Hospital III
III - 2	Instituto especializado

C

Fuente: MINSA. (2004). Norma Técnica: Categorías de establecimientos de sector salud. Página 16.

**Tabla 17**

**Cuadro comparativo de las diferentes categorías de los establecimientos de salud**

UNIDADES PRODUCTORAS	PUESTO DE SALUD	PUESTO DE SALUD CON MEDICO	CENTRO DE SALUD	CENTRO DE DE SALUD CON INTERNAMIENTO	HOSPITAL I	HOSPITAL II	HOSPITAL III	INSTITUTOS ESPECIALIZADOS
SALUD COM. Y AMBIENTAL	SI	SI	SI	SI	SI			
CONSULTA EXTERNA MEDICA	Itinerante	6 a 12 Hrs.	12 Hrs	12 Hrs.	12 Hrs.	12 Hrs.	12 Hrs.	12 Hrs.
* PATOLOGIA CLINICA (Laboratorio)			SI	SI	SI	SI	SI	SI
ESPECIALIDAD				Medicina General y algunas especialidades (Ginecología y Pediatría prioritariamente)	Medicina General, Medicina Interna, Pediatría, Gineco-Obstetricia, Cirugía General, Anestesiología	TODAS LAS ESPECIALIDADES	Además TODAS LAS SUB ESPECIALIDADES	SOLO ESPECIALIZADES CORRESPONDIENTES AL INSTITUTO MEDICO
EMERGENCIA					SI	SI	SI	CONDICIONAL
HOSPITALIZACION					SI	SI	SI	SI
CENTRO QUIRURGICO					SI	SI	SI	CONDICIONAL
DX POR IMAGENES					SI	SI	SI	SI
HEMOTERAPIA						SI	SI	
ANATOMIA PATOLOGICA						SI	SI	SI
HEMODIALISIS							SI	
U. C. I.						General	ESPECIALIZADA	De acuerdo a su Especialidad
RADIOTERAPIA							SI	
MEDICINA NUCLEAR							SI	
TRANSPLANTE DE ORGANOS							SI	
NORMATIVIDAD								SI
INVESTIGACION DOCENCIA INTERVENCIONES DE SUB ESPECIALIDAD							SI	SI

Fuente: MINSA. (2004). Norma Técnica: Categorías de Establecimientos de Sector Salud. Página 19.

El nosocomio dispone de 680 camas, pero según el Diario El Correo, con fecha 25 de febrero del 2015, se dispondrá de 40 camas adicionales en el mes de marzo del 2015, por ello el Hospital Honorio Delgado Espinoza es considerado como un Hospital Extra Grande.<sup>33</sup>

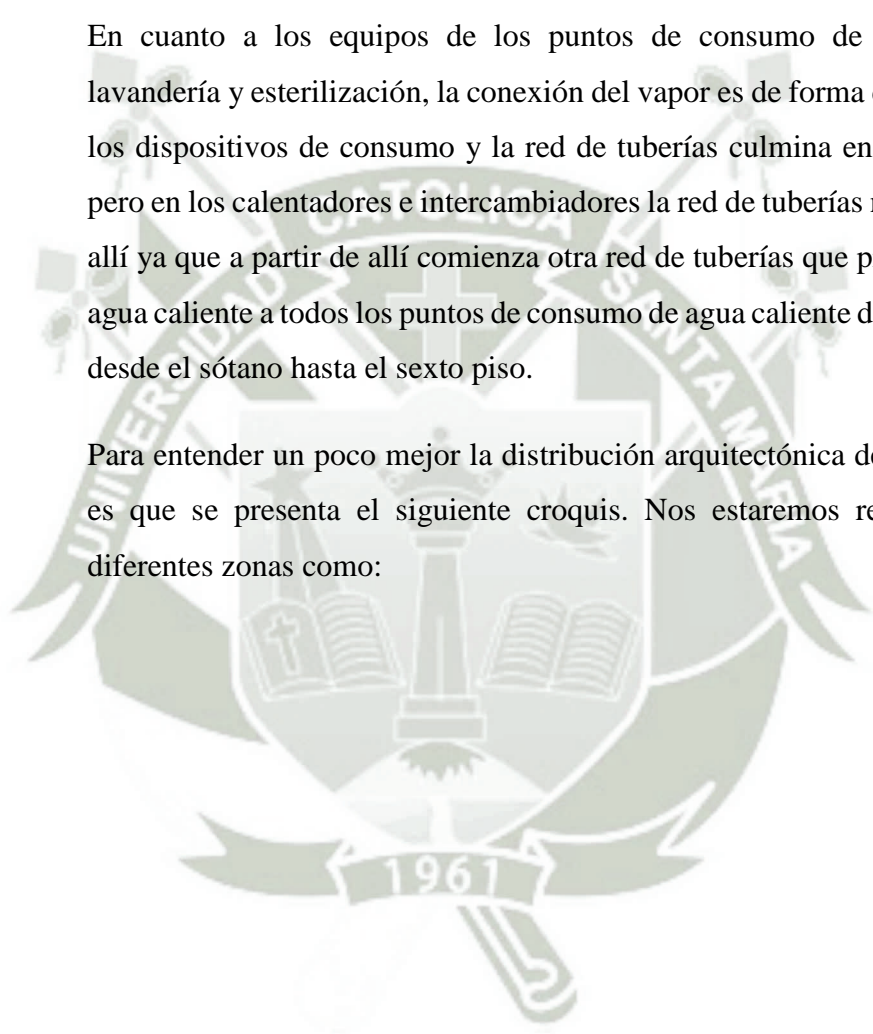
En el Hospital Honorio Delgado Espinoza de Arequipa, como en cualquier otro hospital de nuestro país y del mundo, la principal fuente de energía que permitirá cocinar, realizar la lavandería, esterilizar y de proporcionar agua caliente a duchas, reposteros, lavamanos, etc.; es el vapor.

<sup>33</sup> CORREO. (2015). Arequipa: Hospital Honorio Delgado colapsa.

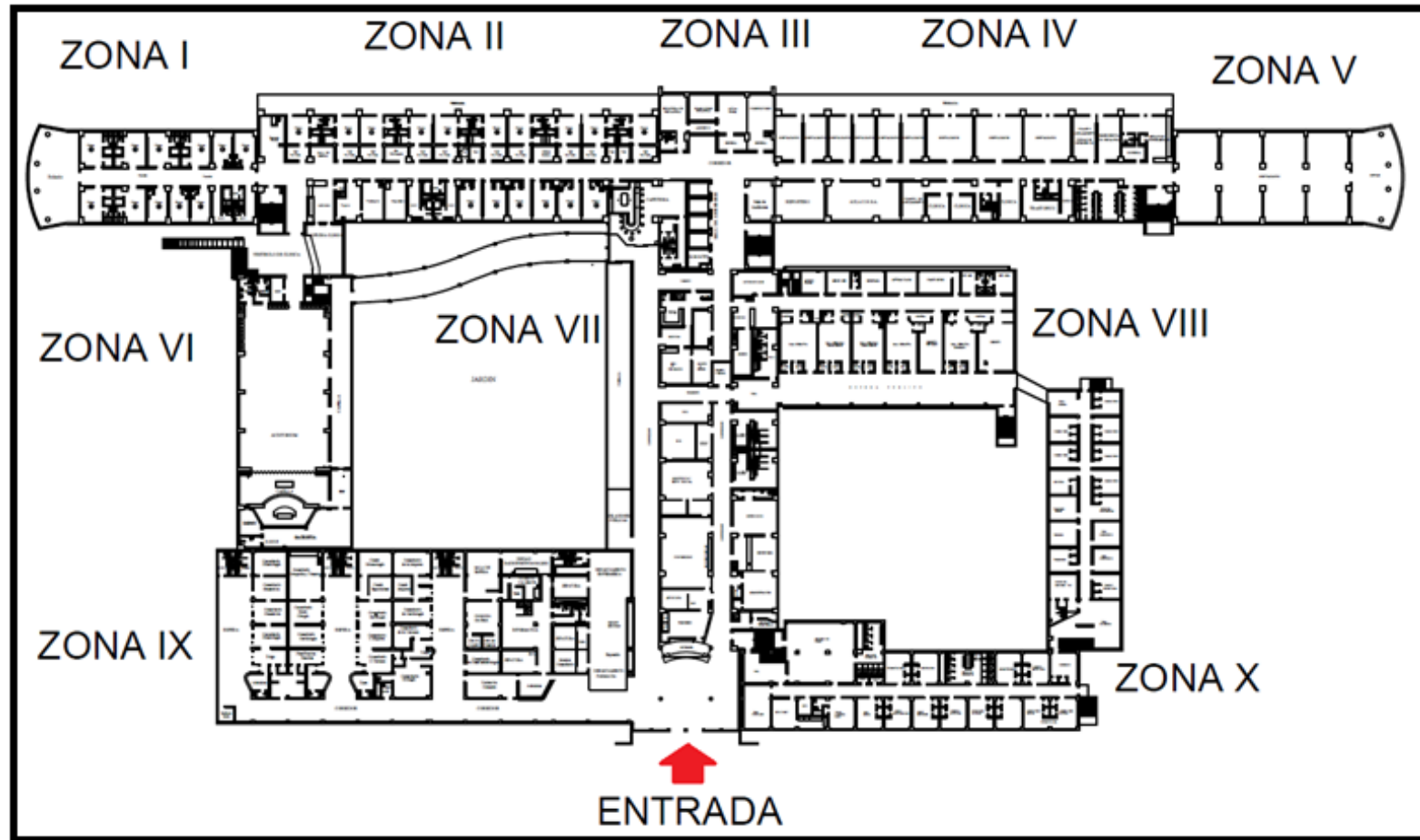
Las calderas son las que producen el vapor en su interior, mediante la transferencia de energía de los gases del combustible quemado, Petróleo Diesel N°2 o Bunker C, hacia el agua blanda o agua tratada que ingresa a la caldera, provocando que se eleve la temperatura del agua blanda y se produzca la vaporización. Este vapor es dirigido por una serie de tuberías principales y secundarias que permiten la distribución a los distintos puntos de consumo.

En cuanto a los equipos de los puntos de consumo de la cocina, lavandería y esterilización, la conexión del vapor es de forma directa con los dispositivos de consumo y la red de tuberías culmina en el equipo, pero en los calentadores e intercambiadores la red de tuberías no culmina allí ya que a partir de allí comienza otra red de tuberías que proporciona agua caliente a todos los puntos de consumo de agua caliente del hospital, desde el sótano hasta el sexto piso.

Para entender un poco mejor la distribución arquitectónica del hospital, es que se presenta el siguiente croquis. Nos estaremos refiriendo a diferentes zonas como:



**Figura 16**  
**Croquis general del Hospital Honorio Delgado Espinoza**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 GENERACIÓN DE VAPOR

El Hospital cuenta con una Casa de Fuerza en donde podremos identificar cinco calderas instaladas, de las cuales solo dos de ellas se encuentran en funcionamiento y son estas las que cubren la demanda total de vapor en los distintos puntos de consumo del hospital ya dichos.

#### Fotografía 1

#### Casa de fuerza



Fuente: Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

#### Fotografía 2

#### Caldera N°1



Fuente: Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

**Tabla 18**  
**Datos de placa de caldera N°1**

<b>MARCA</b>	Loos International Gunzenhausen
<b>AÑO DE FABRICACION</b>	2001
<b>TIPO</b>	Piro tubular
<b>PRESION DE TRABAJO</b>	10 BAR (10 kg/cm <sup>2</sup> )
<b>COMBUSTIBLE</b>	Petróleo Diesel N° 2/ Bunker C
<b>MAX. CAP. DE GENERACION</b>	50 BHP

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Fotografía 3**  
**Caldera N°2**



**Fuente:** Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

**Tabla 19**  
**Datos de placa de caldera N°2**

<b>MARCA</b>	DISTRAL
<b>AÑO DE FABRICACION</b>	1995
<b>TIPO</b>	Pirotubular
<b>PRESION DE DISEÑO</b>	150 PSI (10.54 kg/cm <sup>2</sup> )
<b>COMBUSTIBLE</b>	Petróleo Diesel N° 2/ Bunker C
<b>MAX. CAP. DE GENERACION</b>	150 BHP

**Fuente:** Elaboración Propia.

Las dos calderas deberían funcionar a una presión de 6 bar ya que sus válvulas reguladoras de presión están calibradas a 7 bar, pero como estas válvulas están fuera de servicio, los técnicos de mantenimiento del Hospital Honorio Delgado Espinoza hacen que las calderas trabajen a una presión máxima de 5 bar.

Las calderas se prenden aproximadamente a las 5:30 de la mañana y el vapor se suministra a las 6:00 de la mañana, y dependiendo de la demanda de vapor funcionan aproximadamente hasta las 18:00 horas, este régimen es de lunes a domingo.

**Tabla 20**  
**Horario de suministro de vapor**

<b>ZONA</b>	<b>HORARIO</b>
<b>COCINA</b>	6:00 a.m. – 13:00 p.m.
<b>LAVANDERÍA</b>	6:00 a.m. – 17:00 p.m.
<b>ESTERILIZACIÓN</b>	6:00 a.m. – 18:00 p.m.
<b>CALENTADORES</b>	6:00 a.m. – 18:00 p.m.

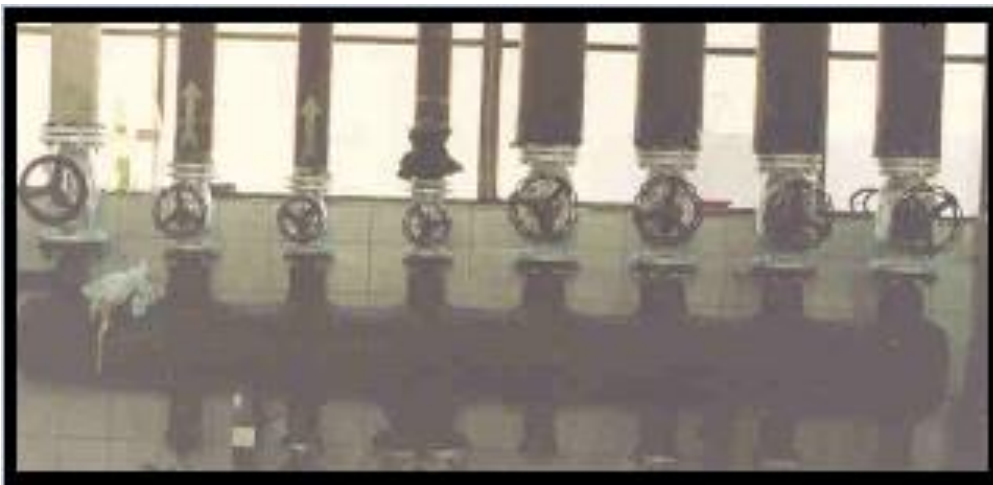
**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.3.DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

El Maniffoold o también llamado Colector de Vapor, es el encargado de recibir el vapor producido por la caldera N°1 y caldera N°2 y así poder distribuir y controlar el vapor desde la casa de fuerza hacia los distintos puntos de consumo.

#### Fotografía 4

#### Manifold



Fuente: Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

### 3.4 GENERACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

El Hospital Honorio Delgado Espinoza cuenta actualmente con dos tanques calentadores de agua y a la vez acumuladores (interacumuladores) y un intercambiador de placas instantáneo. Estos se encuentran ubicados y a la vez abastecen a las siguientes zonas.

**Tabla 21**  
**Zonas de abastecimientos de agua caliente sanitaria**

APARATO	ZONA DE UBICACIÓN	ABASTECE	
		PISO	ZONA
TANQUE CALENTADOR N° 1	ZONA II	Sótano	Área de Mantenimiento
		Primero	Clínica
		Segundo	Medicina Varones
		Tercero	Ginecología
		Cuarto	Cirugía Varones
		Quinto	Unidad de Quemados
		Sexto	Residencia Varones
INTERCAMBIADOR DE PLACAS	ZONA V	Sótano	Cocina
		Primero	Consultorios Externos, Rayos X, Labs
		Segundo	Medicina Mujeres
		Tercero	Obstetricia
		Cuarto	Cirugía Mujeres / UCI
		Quinto	Neumología
		Sexto	Residencia Mujeres
TANQUE CALENTADOR N° 2	ZONA VII	Sótano	Lavandería
		Primero	Hospitalización
		Segundo	Laboratorios
		Tercero	Sala de Operaciones/Partos
		Cuarto	Sala de Operaciones
		Quinto	-
		Sexto	-

**Fuente:** Elaboración propia

Así es como el intercambiador de placas y los tanques calentadores están distribuidos para poder abastecer de agua caliente a todos los puntos de consumo de los distintos pisos.

Actualmente, los tanques acumuladores ubicados en la zona II y zona VII, se encuentran en condiciones de operación precarias, ya sea por el largo tiempo de operación o una mala aplicación o nulas técnicas de mantenimiento.

### 3.4.1 Tanque calentador de agua en la zona II

Tenemos 2 tanques iguales en las zonas II y VII, que tienen los siguientes datos:

#### Fotografía 5

#### Tanque calentador de agua en la zona II (antes)



Fuente: Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

#### Fotografía 6

#### Tanque calentador de agua de la zona II (actualmente)



Fuente: Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

Como se puede observar en la fotografía 6 el tanque acumulador no se encuentra en excelentes condiciones pero podemos notar que cuenta con su aislamiento y su carcasa de protección que a comparación de la fotografía 7 ya no existe ninguno de estos dos elementos y es como actualmente se encuentra el tanque, y estos elementos son piezas fundamentales ya que evitan la pérdida de energía en la transferencia de calor, aumentan la eficiencia en el intercambio y más aún por su gran superficie del tanque.

En la fotografía 7, se puede observar claramente una fuga de agua caliente en la parte posterior del tanque calentador, ya sea por el desgaste o el óxido que corroyó el metal.

### Fotografía 7

**Tanque calentador de agua en la zona II - fuga de agua caliente (actualmente)**



**Fuente:** Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

En la fotografía 8, se puede observar la estructura de apoyo fisurada lo cual podría provocar grandes daños en el tanque calentador como daños físicos si es que cae el tanque sobre alguna persona que se encuentre a su alrededor; a su vez se observa que gran parte de la zona lateral del tanque se encuentra oxidada.

### Fotografía 8

#### Tanque calentador de agua en la zona II - estructura de apoyo fisurada (actualmente)



Fuente: Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

#### 3.4.2 Tanque calentador de agua en la Zona VII

### Fotografía 9

#### Tanque calentador de agua en la zona VII (actualmente)



Fuente: Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

En la fotografía 9, se puede observar que el tanque acumulador en gran parte de toda su superficie, posee su aislamiento y su carcasa, pero en la parte posterior como se observa en la fotografía 10, vemos que el tanque se encuentra expuesto sin aislamiento ni carcasa. A la vez se puede observar en esta misma fotografía la existencia de fugas de agua caliente.

**Fotografía 10****Tanque calentador de agua en la zona VII – Fuga de agua caliente y aislamiento expuesto (actualmente)**

**Fuente:** Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

Al ver estas fotografías, podemos tener claras las condiciones en las cuales se encuentran estos dos tanques calentadores, hasta el punto que el cierre de la válvula de la entrada de vapor hacia los tanques intercambiadores es de manera manual. Este cierre de la válvula se realiza por el personal de mantenimiento al momento que el agua en el interior del tanque marca una temperatura entre 40 a 50 grados Celsius. Por comentarios del personal de mantenimiento a veces se llega a una temperatura de 90 grados Celsius, debido a que no hay personal cerca para cerrar la válvula, provocando así una elevada presión en toda la red de tuberías.

### Fotografía 11

#### Tanque calentador de agua en la zona VII – Válvula que bloquea paso de vapor (actualmente)



Fuente: Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

En la fotografía 12, se observa la válvula reguladora de presión fuera de servicio y debido a ello es que provoca el cierre manual de la válvula que permite el ingreso de vapor. Esta válvula se encuentra antes de la válvula reguladora de presión.

### Fotografía 12

#### Tanque calentador de agua en la zona II – Válvula reductora de presión (actualmente)



Fuente: Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

Se tienen los datos de los 2 tanques intercambiadores.

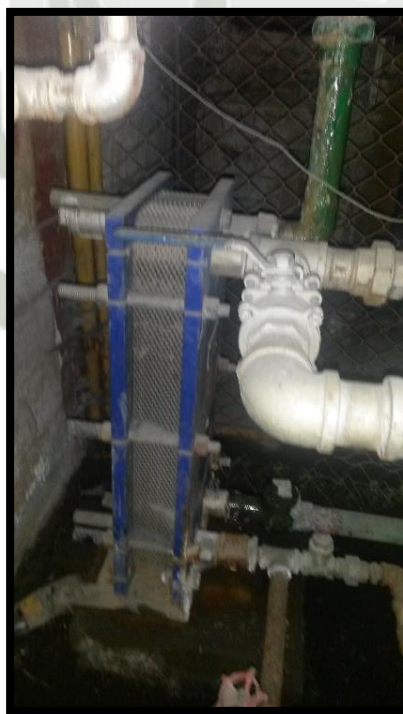
**Tabla 22**  
**Ficha técnica de tanques calentadores zona II y VII**

<b>CANTIDAD</b>	2
<b>ELEMENTOS DE CALENTAMIENTO</b>	Tubos de cobre doblados en U y expandidos en sus extremos
<b>RANGOS DE TEMPERATURA</b>	13 °C fría, 70 °C caliente
<b>DIMENSIONES</b>	3,8m x 1,3m
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	1960
<b>ESPESOR DE PLANCHA</b>	¼ "
<b>CAPACIDAD</b>	1500 galones
<b>PESO</b>	1070 Kg
<b>PRESIÓN DE VAPOR</b>	3.5 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>CONSUMO DE VAPOR</b>	320 Kg./Hr

**Fuente:** Tesis de Edwing Mogrovejo, "Diseño de una nueva línea de vapor para el Hospital Regional Honorio Delgado Espinoza".

### 3.4.3 Intercambiador de placas en la zona V

**Fotografía 13**  
**Intercambiador de placas en la zona v (actualmente)**



**Fuente:** Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

En la fotografía 13, se observa el intercambiador de placas de calentamiento instantáneo de marca “Alfa Laval”, que se ubica en la zona V, exactamente debajo de la cocina, en el sub-sótano; éste fue adquirido aproximadamente hace 10 años, pero está fuera de servicio hace 2 años aproximadamente ya que el mando de la válvula reductora de presión se averió y el área de mantenimiento hizo un requerimiento de la válvula pero no se pudo realizar la instalación de dicha válvula ya que no era la válvula solicitada por el área de mantenimiento y no cumplía con los requerimientos. Por lo tanto, en toda la zona que se encargaba el intercambiador de placas de suministrar agua caliente, es imposible llevarlo a cabo.

Los datos de placa son los siguientes:

**Tabla 23**  
**Ficha técnica de intercambiador de placas zona V**

<b>CANTIDAD</b>	1
<b>MARCA</b>	Alfa Laval
<b>NÚMERO DE SERIE</b>	272083.11
<b>ELEMENTOS DE CALENTAMIENTO</b>	Intercambiador de Placas
<b>TEMPERATURA ACS</b>	60 °C
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	2000
<b>PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO</b>	10 bar/150 Psi
<b>TEMPERATURA MÁXIMA DE TRABAJO</b>	-

**Fuente:** Elaboración propia

En la fotografía 14, se puede ver claramente el ingreso y salida del vapor y del agua respectivamente.

Fotografía 14

Intercambiador de placas en la zona V (actualmente)



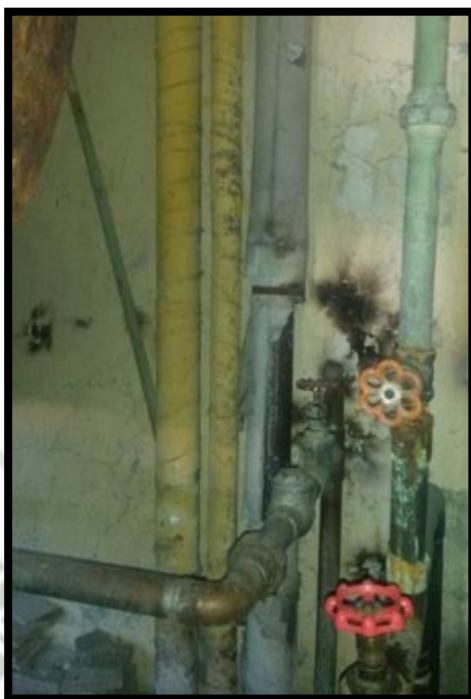
Fuente: Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

### 3.5 DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

A continuación mostraremos una cantidad de fotografías seleccionada que nos podrán mostrar las precarias condiciones en las que se encuentra toda nuestra red de distribución de agua caliente, ya sea por antigüedad, mala instalación o por falta de mantenimiento.

**Fotografía 15**

**Tuberías que ingresan al taque calentador de la zona II (actualmente)**



**Fuente:** Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

**Fotografía 16**

**Tuberías que ingresan al taque calentador de la zona VII (actualmente)**



**Fuente:** Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

**Fotografía 17**

**Tuberías de agua caliente, agua fría y retorno – una debidamente aislada**



**Fuente:** Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

**Fotografía 18**

**Tuberías con mala instalación de aislamiento**



**Fuente:** Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

**Fotografía 19**

**Tuberías con mala instalación de aislamiento**



**Fuente:** Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

**Fotografía 20**

**Tuberías con mala instalación de aislamiento**



**Fuente:** Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

Aproximadamente hace 8 años, una empresa contratista se encargó de reemplazar cierto metraje de tuberías de agua caliente debido a las malas condiciones en las que se encontraban, pero esta empresa no cumplió con el contrato inicial ya que el metraje acordado no lo cumplió y cómo podemos observar en las imágenes anteriores la instalación del aislamiento fue pésima. Debido a ello existen grandes pérdidas de energía en toda nuestra red de tuberías, lo que lleva a la mayor utilización de vapor y ello lleva a un incremento de costos.

### 3.6 BOMBAS GRUNDFOS

Se tienen 4 bombas Grundfos en paralelo, como se puede observar en la fotografía 21:

**Fotografía 21**  
**Bombas Grundfos**



**Fuente:** Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

Son controladas electrónicamente mediante un tablero colocado al lado de las bombas. Según la fotografía 22 sabemos que trabajan 2 bombas en paralelo, teniendo una presión de salida de 3.5 bar (35 mca) y con una eficiencia del 66%.

**Fotografía 22**  
**Tablero bombas Grundfos**



**Fuente:** Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

Estas bombas son alimentadas por tanques de almacenamiento de concreto que se encuentra fuera de Casa de Fuerza.

**Fotografía 23**  
**Tanques de almacenamiento**



**Fuente:** Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

Las bombas tienen las siguientes características:

**Tabla 24**  
**Ficha técnica bombas Grundfos**

<b>NÚMERO</b>	4
<b>MARCA</b>	Grundfos
<b>TIPO</b>	CRI20-04 A-FGJ-I-E-HQQE
<b>MODELO</b>	A96504327P11050
<b>POTENCIA NOMINAL</b>	7.5 kW
<b>ALTURA MÁXIMA</b>	84.7 m
<b>ALTURA DE TRABAJO</b>	67.1 m
<b>CAUDAL DE TRABAJO</b>	25.3 m <sup>3</sup> /h = 7 lt/s

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7 PUNTOS DE CONSUMO DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Ahora, analizaremos también las fuentes que usan agua caliente sanitaria, como agua fría, ya que ambas tuberías van de la mano.

**Fotografía 24**

**Condiciones de los puntos de consumo de agua caliente sanitaria**



Fuente: Hospital Honorio Delgado Espinoza - Arequipa.

En la fotografía 24, podemos observar lavamanos, urinarios, inodoros, duchas, etc.; algunas en buen estado y otras fuera de servicio.

Se hizo un conteo de los aparatos sanitarios operativos de día y de noche y luego haciendo uso del anexo I: UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PRIVADO) de la norma IS 0.10 del Reglamento Nacional de Edificaciones (anexo 2), se calculó el caudal usado y el proyectado teniendo en cuenta todos los aparatos sanitarios.

**Tabla 25**  
**Gasto actual de agua fría y agua caliente sanitaria en el Hospital Honorio Delgado Espinoza**

CALENTADOR ZONA II - ZONA HOMBRES										
Pisos Elementos	Sotano	1	2	3	4	5	6	TOTAL	Total Agua Caliente	Total Agua Fria
Inodoros	5	20	4	3	4	4	2	42	0	42
Lavamanos	6	25	12	14	13	12	2	84	84	84
Lavatorios	0	0	2	2	2	2	0	8	8	8
Duchas	0	8	2	3	3	2	3	21	21	21
Tinas	0	5	1	1	1	1	0	9	9	9
Urinarios	2	2	4	3	2	4	0	17	0	17
CALENTADOR ZONA V - ZONA MUJERES										
Pisos Elementos	Sotano	1	2	3	4	5	6	TOTAL	Total Agua Caliente	Total Agua Fria
Inodoros	2	5	8	9	12	10	10	56	56	56
Lavamanos	5	20	15	20	20	15	10	105	105	105
Lavatorios	5	3	3	3	3	3	0	20	20	20
Duchas	0	3	3	2	3	2	5	18	18	18
Tinas	0	2	2	2	1	2	2	11	11	11
Urinarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CALENTADOR ZONA VII - ZONA LABORATORIOS										
Pisos Elementos	Sotano	1	2	3	4	5	6	TOTAL	Total Agua Caliente	Total Agua Fria
Inodoros	29	27	10	2	3			71	0	71
Lavamanos	24	28	8	9	10			79	79	79
Lavatorios	1	0	7	7	10			25	25	25
Duchas	4	5	4	2	0			15	15	15
Tinas	2	1	0	0	0			3	3	3
Urinarios	2	3	0	0	0			5	0	5

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 26**  
**Gasto proyectado de agua fría y agua caliente sanitaria en el Hospital Honorio Delgado Espinoza**

CALENTADOR ZONA II - ZONA HOMBRES										
Pisos Elementos	Sotano	1	2	3	4	5	6	TOTAL	Total Agua Caliente	Total Agua Fria
Inodoros	10	39	10	10	10	10	4	93	0	93
Lavamanos	10	40	20	20	20	20	4	134	134	134
Lavatorios	0	3	3	3	3	3	0	15	15	15
Duchas	0	14	3	3	3	3	3	29	29	29
Tinas	0	12	1	1	1	1	0	16	16	16
Urinaros	2	1	5	5	5	5	0	23	0	23
CALENTADOR ZONA V - ZONA MUJERES										
Pisos Elementos	Sotano	1	2	3	4	5	6	TOTAL	Total Agua Caliente	Total Agua Fria
Inodoros	3	15	15	15	14	15	12	89	89	89
Lavamanos	7	30	30	30	30	30	12	169	169	169
Lavatorios	12	7	7	7	7	7	0	47	47	47
Duchas	0	4	4	4	4	4	7	27	27	27
Tinas	0	2	2	2	2	2	1	11	11	11
Urinaros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CALENTADOR ZONA VII - ZONA LABORATORIOS										
Pisos Elementos	Sotano	1	2	3	4	5	6	TOTAL	Total Agua Caliente	Total Agua Fria
Inodoros	38	45	13	5	5			106	0	106
Lavamanos	58	51	17	10	12			148	148	148
Lavatorios	1	0	14	14	20			49	49	49
Duchas	10	16	5	5	0			36	36	36
Tinas	1	1	0	0	0			2	2	2
Urinaros	2	7	0	0	0			9	0	9

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 27**  
**Gasto proyectado de noche de agua fría y agua caliente sanitaria en el Hospital Honorio Delgado Espinoza**

CALENTADOR ZONA II - ZONA HOMBRES										
Pisos	Sotano	1	2	3	4	5	6	TOTAL	Total Agua Caliente	Total Agua Fria
Inodoros	0	1	1	1	1	1	1	6	0	6
Lavamanos	1	1	1	1	1	1	1	7	7	7
Lavatorios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Duchas	0	0	0	1	1	0	0	2	2	2
Tinas	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Urinarios	0	0	1	1	0	0	0	2	0	2
CALENTADOR ZONA V - ZONA MUJERES										
Pisos	Sotano	1	2	3	4	5	6	TOTAL	Total Agua Caliente	Total Agua Fria
Inodoros	0	1	1	1	1	1	1	6	6	6
Lavamanos	0	1	1	1	1	1	1	6	6	6
Lavatorios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Duchas	0	0	0	1	1	0	0	2	2	2
Tinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Urinarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CALENTADOR ZONA VII - ZONA LABORATORIOS										
Pisos	Sotano	1	2	3	4	5	6	TOTAL	Total Agua Caliente	Total Agua Fria
Inodoros	1	1	1	1	1			5	0	5
Lavamanos	1	1	1	1	1			5	5	5
Lavatorios	0	0	0	0	0			0	0	0
Duchas	0	1	1	1	0			3	3	3
Tinas	0	0	0	0	0			0	0	0
Urinarios	0	0	0	0	0			0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Se pudo sacar un conteo general de los distintos aparatos sanitarios según la Tabla 28, la cual es un resumen de la Tablas 25, 26 y 27.

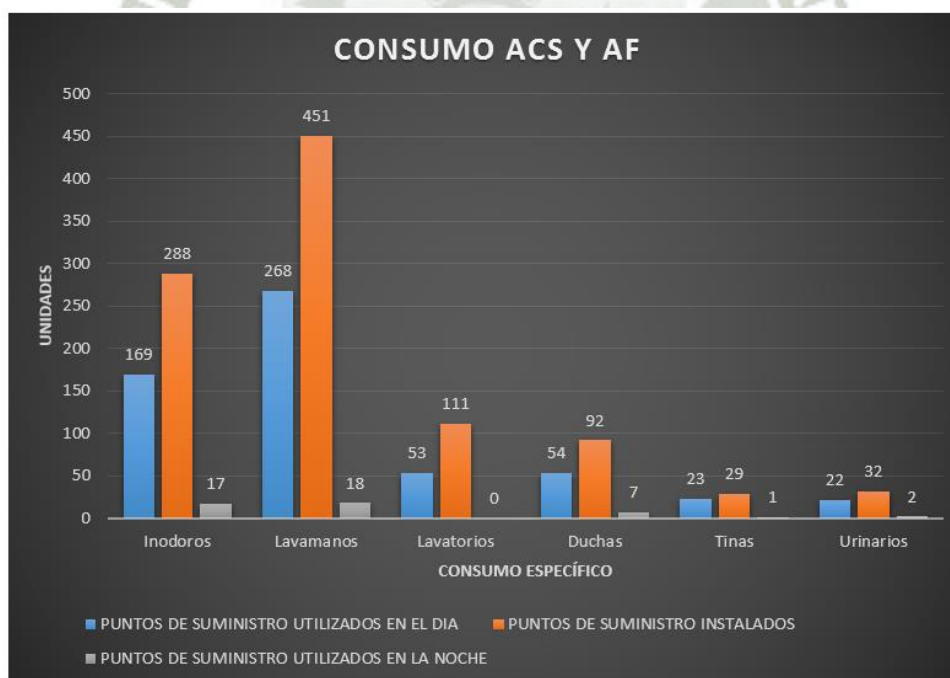
**Tabla 28**  
**Comparación de cantidades de aparatos sanitarios en unidades**

PUNTOS DE SUMINISTRO	PUNTOS DE SUMINISTRO INSTALADOS	PUNTOS DE SUMINISTRO UTILIZADOS EN EL DIA	PUNTOS DE SUMINISTRO UTILIZADOS EN LA NOCHE
Inodoros	288	169	17
Lavamanos	451	268	18
Lavatorios	111	53	0
Duchas	92	54	7
Tinas	29	23	1
Urinarios	32	22	2

**Fuente:** Elaboración propia.

En el siguiente diagrama de barras, podemos observar la gran diferencia entre los aparatos sanitarios usados y físicos, divididos por aparatos sanitarios.

**Figura 17**  
**Consumo ACS y AF**



**Fuente:** Elaboración propia.

Dividiremos ahora por calentador y observamos el porcentaje de uso de los aparatos sanitarios. Se tiene aproximadamente un promedio de uso del 59%. Identificando las causas, tenemos:

- Aparatos sanitarios dañados o con fugas.
- Aparatos sanitarios en buen estado pero con letreros de fuera de servicio. El motivo de este caso sería el “ahorro” de agua que la gente del hospital desea.

**Tabla 29**  
**Consumo de calentadores por zona**

PUNTOS DE CONSUMO	CALENTADOR ZONA II			CALENTADOR ZONA V			CALENTADOR ZONA VII		
	EN USO	FÍSICO	PORCENTAJE DE USO	EN USO	FÍSICO	PORCENTAJE DE USO	EN USO	FÍSICO	PORCENTAJE DE USO
Inodoros	42	93	45.16%	56	89	62.92%	71	106	66.98%
Lavamanos	84	134	62.69%	105	169	62.13%	79	148	53.38%
Lavatorios	8	15	53.33%	20	47	42.55%	25	49	51.02%
Duchas	21	29	72.41%	18	27	66.67%	15	36	41.67%
Tinas	9	16	56.25%	11	11	100.00%	3	2	0.00%
Urinaríos	17	23	73.91%	0	0	0.00%	5	9	55.56%

**Fuente:** Elaboración propia.

Además podemos observar que la relación entre aparatos sanitarios en físico y los proyectados para la noche, se tiene aproximadamente un 4% de uso en la noche. Este dato nos ayudará en el diseño de tanques de almacenamiento.

## **CAPÍTULO IV: INGENIERÍA DEL PROYECTO**

### **4.1 DESCRIPCIÓN DEL CAPÍTULO**

En el presente capítulo se realizará el cálculo para seleccionar intercambiadores de calor, tanques de almacenamiento y diámetros de tuberías. Además se seleccionará el aislamiento adecuado y las bombas que cumplan con los requerimientos del sistema de agua caliente sanitaria del Hospital Honorio Delgado Espinoza.

### **4.2 SELECCIÓN DE INTERCAMBIADORES DE CALOR**

Se requiere seleccionar intercambiadores óptimos y modernos para el intercambio de calor vapor – agua en el hospital.

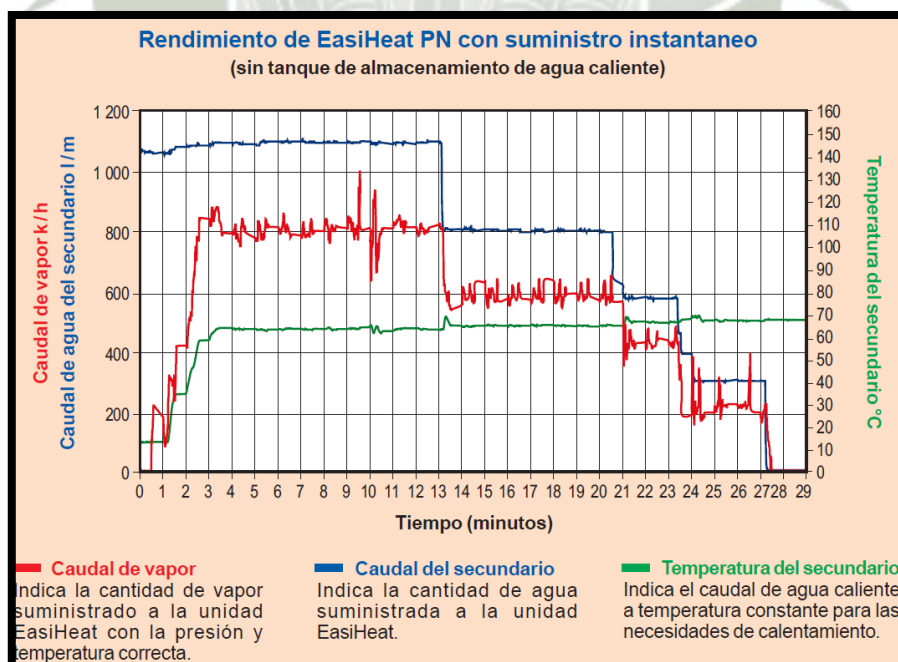
Comenzamos considerando la marca Spirax Sarco, ya que nos ofrece el modelo Easiheat, usando un intercambiador de placas Alfa Laval más accesorios Spirax Sarco, la combinación de éstas se resumen en una unidad compacta de generación instantánea de agua caliente sanitaria.

**Figura 18**  
**Consumo ACS y AF**



Fuente: Catálogo Easiheat.

**Gráfico 1**  
**Rendimiento de Easiheat con suministro instantáneo**



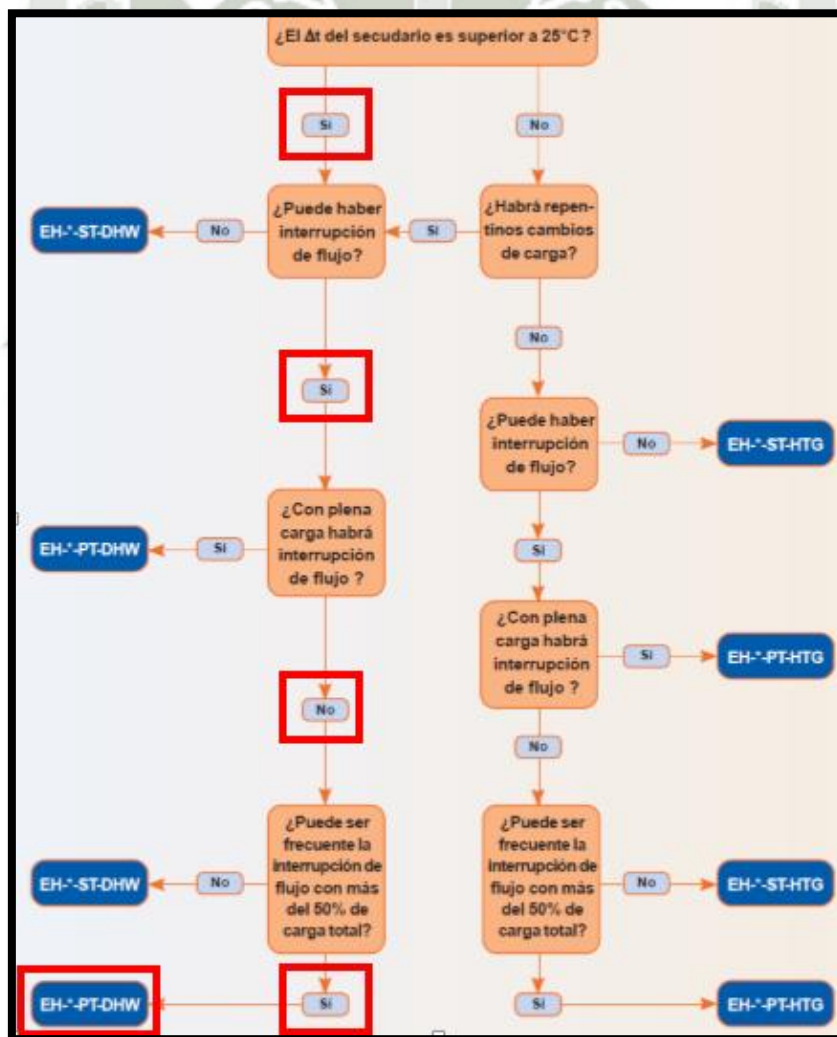
Fuente: Catálogo Easiheat. Spirax Sarco. Performance. Página 9.

Según el gráfico 1, podemos observar que así hayan fluctuaciones en el fluido secundario, en nuestro caso el agua, es que la temperatura de ésta varía máximo en una razón de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

El conjunto Easiheat tiene un intercambiador de placas Alfa Laval, el modelo es el TS6M (anexo 3). Este intercambiador está diseñado para utilizar vapor como fluido primario, ya que las placas están construidas con acero inoxidable AISI 316, lo cual evita la corrosión de éstas (contiene Molibdeno).

Consideraremos el gráfico 2 para la selección de los intercambiadores de las distintas zonas.

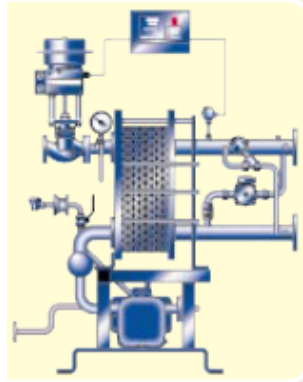
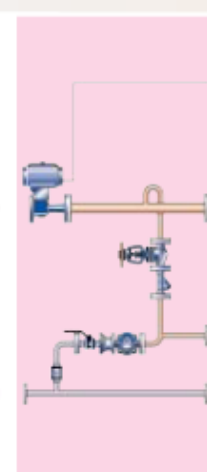
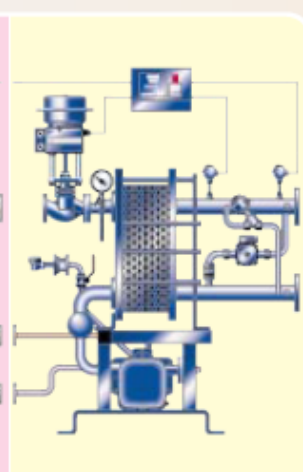

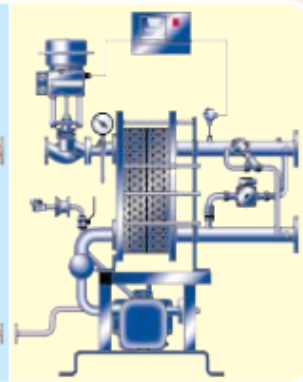
**Gráfico 2**  
**Guía de selección de intercambiador de placas**



Fuente: Catálogo Easiheat. Spirax Sarco. Performance. Página 10.

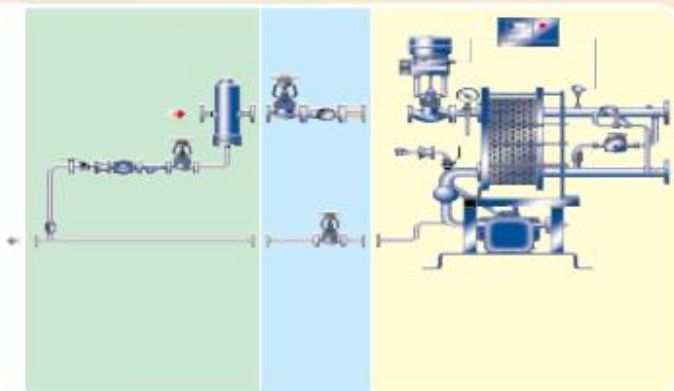
Para seleccionar el Easiheat específico con sus accesorios, nos basamos en lo siguiente:

**Figura 19**  
**Opciones de Easiheat**

Opciones	límite alto	kit válvulas de interrupción	kit separador	Unidad base
<p><b>Opción 1</b></p> <p><b>Unidad base EasiHeat</b></p> <p>El núcleo de una solución de intercambio de calor con vapor, bien diseñada, segura y efectiva.</p> <p>Este paquete básico tiene todos los componentes necesarios que contribuyen al rendimiento inigualable del EasiHeat.</p> <p>La unidad básica Easiheat está disponible con válvulas con actuadores eléctricos o neumáticos.</p>				
<p><b>Opción 2</b></p> <p><b>Límite de alta</b></p> <p>Una función de límite alto de temperatura accionado neumática o electricamente, a prueba de fallos, que aislará el suministro de vapor automáticamente si se alcanza una temperatura predeterminada en el secundario.</p> <p>La función de límite alto tiene su propio controlador con un reset manual, aparte del control de temperatura principal.</p> <p>En las unidades EasiHeat DHW, cuando se activa el límite de alta también se aísla el suministro del vapor motriz a la bomba purgador automática APT14.</p>				
<p><b>Opción 3</b></p> <p><b>Válvulas de interrupción</b></p> <p>Con válvulas de interrupción con fuelle montadas en las conexiones de entrada de vapor y salida de condensado para permitir aislar el circuito primario, junto con un filtro para proteger la válvula de control de temperatura.</p>				

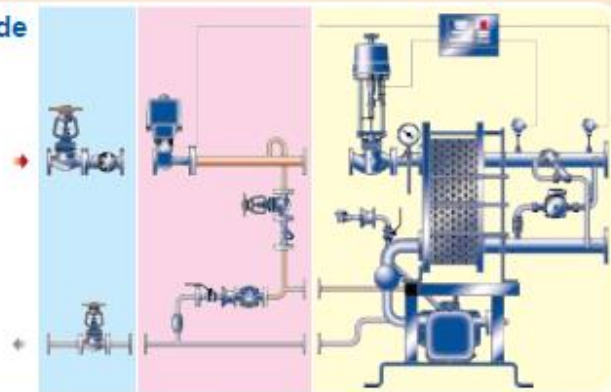
**Opción 4** Válvulas de interrupción y separador

El paquete con kit de válvulas de interrupción y kit de separador, elimina las gotas de agua arrastradas por el vapor. De esta manera se asegura que el vapor suministrado a la unidad EasiHeat es vapor saturado seco.



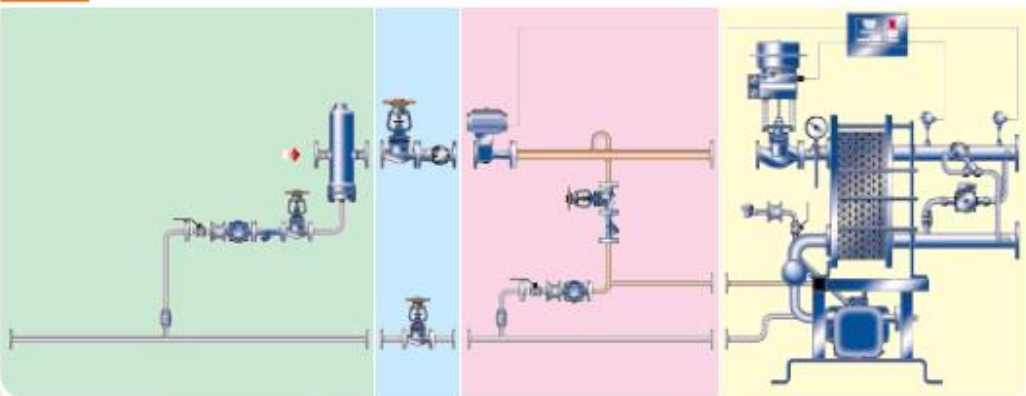
**Opción 5** Límite alto y válvulas de interrupción

Con las dos opciones de límite alto de temperatura y kit de válvulas de interrupción en un solo paquete.



**Opción 6** Todas las opciones

Una combinación de todas las opciones disponibles proporciona un paquete completo.



<b>Sistema compacto de calentamiento EasiHeat</b>	<b>EH</b>
<b>Tamaño válvula de control</b>	<b>1</b> = 20 mm 2 = 25 mm 3 = 32 mm 4 = 40 mm 5 = 50 mm 6 = 65 mm
<b>Material de junta</b>	<b>H</b> = HeatSeal E = EPDM
<b>Eliminación de condensado</b>	ST = Purgador de vapor <b>PT</b> = Bomba purgador automática
<b>Configuración de tuberías secundario</b>	<b>HTG</b> = Sin bypass ni aportación de agua fría DHW = Con bypass y aportación de agua fría
<b>Accionamiento de la válvula</b>	<b>PN</b> = Neumático EL1 = Eléctrico 230 Vca EL2 = Eléctrico 115 Vca EL3 = Eléctrico 24 Vca
<b>Paquetes opcionales adicionales</b>	HL = Con límite de alta V = Con válvulas de interrupción VS = Con separador de gotas y válvulas de interrupción HL-V = Con límite de alta y válvulas de interrupción <b>HL-VS</b> = Con todas las opciones
<b>Ejemplo de selección</b>	Unidad base EasiHeat, con válvula de control de vapor de DN20, una bomba-purgador automática, para trabajar sin bypass ni aportación de agua fría usando una válvula neumática e incorporando todas las opciones disponibles.  La nomenclatura para la elección superior sería la siguiente:  <b>EH - 1H - PT - HTG - PN - HL-VS</b>

**Fuente:** Catálogo Easiheat. Spirax Sarco. Performance. Página 11.

Según la figura 19, seleccionaremos la opción 4 que viene con válvulas de interrupción y separador. Su código será:

**EH-XH-PT-DHW-EL1-VS**

Faltaría seleccionar el tamaño de la válvula de control, esto dependerá de los kW de flujo de calor. Esta selección se realizará por zonas.

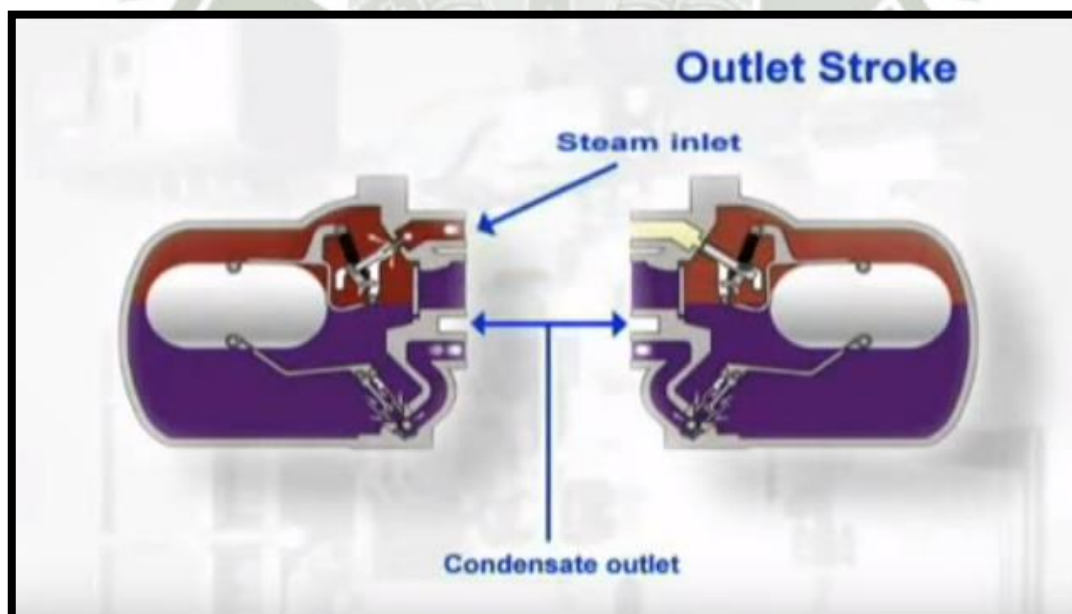
Nota: Para hallar el caudal de los aparatos sanitarios, se utilizarán las siguientes tablas del Reglamento Nacional de Edificaciones. Estas tablas se explicarán a más detalle cuando se calculen los diámetros de las tuberías en el siguiente punto.

**Figura 20**  
**Secador de agua**



Fuente: Catálogo Spirax Sarco.

**Figura 21**  
**Bomba trampa Spirax Sarco**



Fuente: Catálogo Spirax Sarco.

**Tabla 30**  
**Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios (aparatos de uso público)**

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida.	2,5	2,5	-
Inodoro	Con tanque.	5	5	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	8	8	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	4	4	-
Lavatorio	Corriente.	2	1,5	1,5
Lavatorio	Múltiple.	2(*)	1,5	1,5
Lavadero	Hotel restaurante.	4	3	3
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	4	3	3
Tina	-	6	3	3
Urinario	Con tanque.	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	-
Urinario	Múltiple (por ml)	3	3	-
Bebedero	Simple.	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(*)	1(*)	-

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones (DS N°011-2006 - VIVIENDA) – Anexo N°2 – Página141.

**Tabla 31**  
**Gastos probables para aplicación del Método Hunter**

ANEXO N° 3							
GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HUNTER							
N° de unidades	GASTO PROBABLE		N° de unidades	GASTO PROBABLE		N° de unidades	GASTO PROBABLE
	TANQUE	VÁLVULA		TANQUE	VÁLVULA		
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	380	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	390	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91
48	1,09	1,92	460	4,42	5,08	3700	19,23
50	1,13	1,97	480	4,57	5,20	3800	19,75
55	1,19	2,04	500	4,71	5,31	3900	20,17
60	1,25	2,11	550	5,02	5,57	4000	20,50
65	1,31	2,17	600	5,34	5,83	PARA EL NÚMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDIFERENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O DE VÁLVULA	
70	1,36	2,23	650	5,85	6,09		
75	1,41	2,29	700	5,95	6,35		
80	1,45	2,35	750	6,20	6,61		
85	1,50	2,40	800	6,60	6,84		
90	1,56	2,45	850	6,91	7,11		
95	1,62	2,50	900	7,22	7,36		
100	1,67	2,55	950	7,53	7,61		
110	1,75	2,60	1000	7,84	7,85		

NOTA: Los gastos están dados en L/s y corresponden a un ajuste de la tabla original del Método de Hunter.

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones (DS N°011-2006 - VIVIENDA) – Anexo N°3 –  
Página141.

Para esto necesitamos los datos suficientes en cada zona:

#### 4.2.1 Zona V – Intercambiador de placas

Los aparatos sanitarios que alimentaría el nuevo intercambiador, en vez del intercambiador de placas Alfa Laval que se encuentra instalado en esa zona sería:

**Tabla 32**  
**Puntos de consumo físico – zona V**

PUNTOS DE CONSUMO	FÍSICO
Inodoros	0
Lavamanos	169
Lavatorios	47
Duchas	27
Tinas	11
Urinarios	0

Fuente: Elaboración Propia.

Con estos datos y haciendo la conversión en unidades Hunter y posteriormente en caudal, según las tablas 30 y 31 es que hallamos el caudal de agua caliente sanitaria a calentar, el cual es de 4.62 lt/s.

Sabemos que se debe calentar el agua hasta 70 °C (por motivos de que no se ocasione la Legionella) y asumiendo el ingreso de agua a 10 °C es que tenemos un  $\Delta T = 60$  °C.

La entrada de vapor se podría ajustar con una válvula reguladora de presión, ya que las calderas generan a vapor a una presión nominal de 5 bar.

Finalmente hallamos el flujo de calor que se requiere para calentar la cantidad requerida:

$$\dot{Q} = \dot{m} \times c_e \times \Delta T$$

Sabemos que:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Dividimos la masa y el volumen entre el tiempo, por lo que nos quedaría una relación entre flujo másico y flujo volumétrico (caudal), despejamos el flujo másico:

$$\dot{m} = \rho \times Q$$

Entonces la primera ecuación quedaría como sigue:

$$\dot{Q} = \rho \times Q \times c_e \times \Delta T$$

Reemplazamos con los datos anteriormente mencionados:

$$\dot{Q} = 1 \frac{kg - m}{lt} \times 4.62 \frac{lt}{s} \times 4.18 \frac{kJ}{kg - m.^\circ C} \times 60^\circ C$$

$$\dot{Q} = 1158.70 kW$$

Consideraremos  $Q = 1\ 200\ kW$ , pensando en una posible ampliación del hospital y según la demanda de ACS en 10 años.

Para esto, primero seleccionamos el modelo que nos favorece según nuestra necesidad.

**Tabla 33**  
**Capacidad y opciones del Easiheat**

	Carga mínima (aprox.) kW	Carga máxima (aprox.) kW
EH-1_-ST-DHW	185	220
EH-2_-ST-DHW	230	360
EH-3_-ST-DHW	365	595
EH-4_-ST-DHW	600	920
EH-5_-ST-DHW	935	1 320
EH-6_-ST-DHW	1 360	1 800

Presión de vapor antes de válvula de control: 10' bar g. Temperatura de secundario: 10°C hasta 65°C

**Fuente:** Sistema de intercambio de calor. Capacidad y opciones. Página 11.

Entonces, la selección final para la zona V sería **EH-XH-PT-DHW-EL1-VS**.

La presión de vapor generada por la caldera es de 8 bar e ingresará al intercambiador a una presión de 6 bar gracias a la válvula reguladora de presión. Se tuvo esta selección ya que la presión y temperatura de diseño del intercambiador de placas es 145 psi (10 bar) y 350 °F (177 °C). Teniendo un factor de seguridad de:

$$FS = \frac{8 \text{ bar}}{6 \text{ bar}} = 1.3$$

Entonces, hallamos la masa del vapor utilizada con este intercambiador:

$$\begin{aligned} \dot{Q} &= \dot{m}_v \times h_{fg}|_{6 \text{ bar}} \\ 1158.7 \text{ kW} &= \dot{m}_v \times 2086.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ \dot{m}_v &= 0.56 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \end{aligned}$$

El intercambiador de placas que se usa como parte del Easiheat (según catálogo) es el modelo TS6M de Alfa Laval (ver anexo 3). Según el catálogo, el área de transferencia máxima de calor es de 13 m<sup>2</sup>. Entonces conociendo las medidas de la placa, las cuales son 410 mm x 705 mm (también adjunto en el catálogo).

$$\# \text{ placas} = \frac{A_{\text{transferencia}}}{A_{1 \text{ placa}}} = \frac{13 \text{ m}^2}{0.41 \text{ m} \times 0.705 \text{ m}} \approx 45 \text{ placas}$$

Las 45 placas es cuando necesitamos transferir los 1 800 kW de calor (carga máxima del Easiheat EH-6H), entonces realizamos una regla de tres simple para hallar cuántas placas necesitamos para los 965.68 kW de esta zona V.

$$\# \text{ placas}_{\text{Zona V}} = \frac{45 \text{ placas} \times 1158.70 \text{ kW}}{1 \text{ 800 kW}} \approx 29 \text{ placas}$$

Al saber que son 29 placas, es que por 15 ranuras pasará agua y por las otras 15 pasará vapor en sentido contrario, entonces el caudal que manejaremos por ranura será:

$$Q_{ranura} = \frac{Q}{15} = \frac{4.62 \frac{lt}{s}}{15} = 0.308 \frac{lt}{s}$$

Calculamos por ranura ya que ahí se dará la caída de presión. La caída de presión por cada ranura será la misma, es decir, bastará con calcular 1 y obtendremos el resultado.

Con este dato, podemos hallar la caída de presión máxima, usando las siguientes fórmulas del libro Mecánica de Fluidos de Frank M. White:

$$\Delta H = f \cdot \frac{L}{D_H} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

**Dónde:**

$\Delta H$ : Caída de Presión en el Intercambiador en mca (metros de columna de agua).

f: Factor de fricción de pérdida de presión. (Adimensional)

L: Longitud de la tubería o conducto. (m)

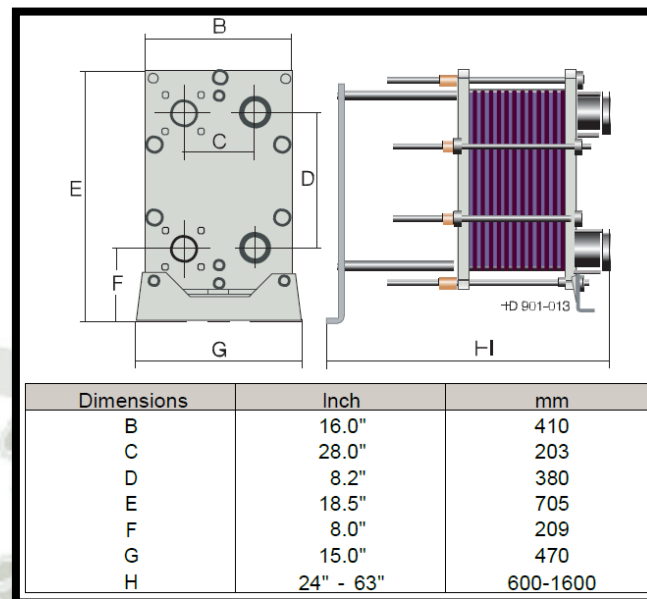
DH: Diámetros hidráulico de la tubería o conducto. (m)

v: Velocidad promedio del fluido (m/s)

g: Gravedad. 9.81 m/s<sup>2</sup>

Para hallar la longitud de la tubería o conducto L y el diámetro hidráulico DH, es que recurrimos a la siguiente imagen del catálogo del intercambiador TS6M (anexo 3). Además asumimos un espacio entre placas promedio de 5 mm.

**Figura 22**  
**Dimensiones de intercambiador de placas Easiheat**



**Fuente:** Intercambiador de placas Alfa Laval TS6M.

Entonces, hallamos el diámetro hidráulico de cada ranura.

$$D_H = \frac{4 \times \text{Área}}{\text{Perímetro mojado}} = \frac{4 \times 410 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}}{2 \times (410 \text{ mm} + 5 \text{ mm})} = 9.88 \text{ mm} = 0.00988 \text{ m}$$

La longitud estará dada por la dimensión E del cuadro anterior.

$$L = 705 \text{ mm} = 0.705 \text{ m}$$

Ahora hallaremos la velocidad de cada ranura:

$$v = \frac{Q_{\text{ranura}}}{A_{\text{ranura}}} = \frac{0.308 \frac{\text{lt}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}}}{(0.41 \text{ m} \times 0.005 \text{ m})} = 0.150 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Hallaremos el factor de fricción, para esto necesitamos saber si el flujo es laminar o turbulento, para lo cual hallamos primero el número de Reynolds.

$$Re = \frac{\rho_{H_2O} v D_H}{\mu}$$

**Dónde:**

Re: Número de Reynolds (adimensional)

V: velocidad del fluido (m/s)

DH: diámetro hidráulico (m)

$\mu$ : Viscosidad dinámica (Pa.s) – para el agua es de  $10^{-3}$  Pa.s

Entonces hallamos lo siguiente:

$$Re = \frac{1000 \frac{kgm}{m^3} \times 0.150 \frac{m}{s} \times 0.00988 m}{0.001 Pa.s} = 1482$$

Lo cual indica que el fluido está convirtiéndose en turbulento, (<1000: Laminar, >4000: Turbulento), entonces podemos usar la siguiente fórmula para hallar el f:

$$f = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1482} = 0.0432$$

Finalmente aplicamos lo anterior en la fórmula inicial:

$$\Delta H = 0.0432 \cdot \frac{0.705 m}{0.00988 m} \cdot \frac{(0.150 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.0035 m$$

Asumiremos entonces una caída de presión de 1.5 mca, considerando accesorios hasta la salida de tuberías para la troncal principal.

#### 4.2.2 Zona II – Tanque calentador N° 1

Los aparatos sanitarios que alimentaría el nuevo intercambiador, en vez del tanque calentador N° 1 que se encuentra instalado en esa zona sería:

**Tabla 34**  
**Puntos de consumo físico – zona II**

PUNTOS DE CONSUMO	FÍSICO
Inodoros	0
Lavamanos	134
Lavatorios	15
Duchas	29
Tinas	16
Urinarios	0

Fuente: Elaboración Propia.

Con este dato y haciendo la conversión en unidades Hunter y posteriormente en caudal, según las tablas 30 y 31, es que hallamos el caudal de agua caliente sanitaria a calentar, el cual es de 4.18 lt/s.

Utilizamos la ecuación despejada en el punto anterior.

$$\dot{Q} = \rho \times Q \times c_e \times \Delta T$$

Reemplazamos con los datos anteriormente mencionados:

$$\dot{Q} = 1 \frac{kgm}{lt} \times 4.18 \frac{lt}{s} \times 4.18 \frac{kJ}{kgm.^\circ C} \times 60^\circ C$$

$$\dot{Q} = 1048.34 kW$$

Consideraremos  $Q = 1\ 100 kW$ , pensando en una posible ampliación del hospital y según la demanda de ACS en 10 años.

Para esto, primero seleccionamos el modelo que nos favorece según nuestra necesidad.

**Tabla 35**  
**Capacidad y opciones del Easiheat**

**Rango de capacidades**

La tabla inferior indica ejemplos de capacidades de carga de una única unidad EasiHeat. Consulte con su agente comercial local o ingeniero Spirax Sarco para determinar sus necesidades específicas..

	Carga mínima (aprox.) kW	Carga máxima (aprox.) kW
EH-1_-ST-DHW	185	220
EH-2_-ST-DHW	230	360
EH-3_-ST-DHW	365	595
EH-4_-ST-DHW	600	920
EH-5_-ST-DHW	935	1 320
EH-6_-ST-DHW	1 360	1 800

Presión de vapor antes de válvula de control: 10 bar g. Temperatura de secundario: 10°C hasta 65°C

**Fuente:** Sistema de intercambio de calor. Capacidad y opciones. Página 11.

Entonces, la selección final para la zona V sería:

EH-5H-PT-DHW-EL1-VS.

La presión de vapor generada por la caldera es de 8 bar e ingresará al intercambiador a una presión de 6 bar gracias a la válvula reguladora de presión. Se tuvo esta selección ya que la presión y temperatura de diseño del intercambiador de placas es 145 psi (10 bar) y 350 °F (177 °C). Teniendo un factor de seguridad de:

$$FS = \frac{8 \text{ bar}}{6 \text{ bar}} = 1.3$$

Entonces, hallamos la masa del vapor utilizada con este intercambiador:

$$\dot{Q} = \dot{m}_v \times h_{fg}|_{6 \text{ bar}}$$

$$1048.34 \text{ kW} = \dot{m}_v \times 2086.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{m}_v = 0.50 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Averiguamos cuántas placas se usan en la zona II.

$$\# \text{placas}_{\text{zona II}} = \frac{45 \text{ placas} \times 1048.34 \text{ kW}}{1800 \text{ kW}} \approx 27 \text{ placas}$$

Al saber que son 21 placas, es que por 13 ranuras pasará agua y por las otras 13 pasará vapor en sentido contrario, entonces el caudal que manejaremos por ranura será:

$$Q_{\text{ranura}} = \frac{Q}{13} = \frac{4.18 \frac{\text{lt}}{\text{s}}}{13} = 0.322 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

Seguimos los pasos anteriormente descritos:

$$v = \frac{Q_{\text{ranura}}}{A_{\text{ranura}}} = \frac{0.322 \frac{\text{lt}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}}}{(0.41 \text{ m} \times 0.005 \text{ m})} = 0.157 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Hallaremos el factor de fricción, para esto necesitamos saber si el flujo es laminar o turbulento, para lo cual hallamos primero el número de Reynolds.

$$Re = \frac{\rho v D_H}{\mu} = \frac{1000 \frac{\text{kgm}}{\text{m}^3} \times 0.157 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0.00988 \text{ m}}{0.001 \text{ Pa.s}} = 1551.16$$

Lo cual indica que el fluido está convirtiéndose en turbulento, (<1000: Laminar, >4000: Turbulento), entonces podemos usar la siguiente fórmula para hallar el f:

$$f = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1551.16} = 0.0413$$

Finalmente aplicamos lo anterior en la fórmula inicial:

$$\Delta H = 0.0413 \cdot \frac{0.705 \text{ m}}{0.00988 \text{ m}} \cdot \frac{\left(0.157 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.0037 \text{ m}$$

Asumiremos entonces una caída de presión de 1.5 mca, considerando accesorios hasta la salida de tuberías para la troncal principal.

#### 4.2.3 Zona VII – Tanque calentador N° 2

Los aparatos sanitarios que alimentaría el nuevo intercambiador, en vez del Tanque Calentador N° 2 que se encuentra instalado en esa zona sería:

**Tabla 36**  
**Puntos de consumo físico – zona VII**

PUNTOS DE CONSUMO	FÍSICO
Inodoros	0
Lavamanos	148
Lavatorios	49
Duchas	36
Tinas	2
Urinarios	0

Fuente: Elaboración Propia.

Con este dato y haciendo la conversión en unidades Hunter y posteriormente en caudal, según las tablas 30 y 31, es que hallamos el caudal de agua caliente sanitaria a calentar, el cual es de 4.60 lt/s.

Utilizamos la ecuación despejada en el punto anterior.

$$\dot{Q} = \rho \times Q \times c_e \times \Delta T$$

Reemplazamos con los datos anteriormente mencionados:

$$\dot{Q} = 1 \frac{kgm}{lt} \times 4.60 \frac{lt}{s} \times 4.18 \frac{kJ}{kgm.°C} \times 60 °C$$

$$\dot{Q} = 1153.68 kW$$

Consideraremos  $Q = 1\ 200 kW$ , pensando en una posible ampliación del hospital y según la demanda de ACS en 10 años.

Para esto, primero seleccionamos el modelo que nos favorece según nuestra necesidad.

**Tabla 37**  
**Capacidad y opciones del Easiheat**

**Rango de capacidades**

La tabla inferior indica ejemplos de capacidades de carga de una única unidad Easi-Heat. Consulte con su agente comercial local o ingeniero Spirax Sarco para determinar sus necesidades específicas..

	Carga mínima (aprox.) kW	Carga máxima (aprox.) kW
EH-1_-ST-DHW	185	220
EH-2_-ST-DHW	230	360
EH-3_-ST-DHW	365	595
EH-4_-ST-DHW	600	920
EH-5_-ST-DHW	935	1 320
EH-6_-ST-DHW	1 360	1 800

Presión de vapor antes de válvula de control: 10' bar g. Temperatura de secundario: 10°C hasta 65°C

**Fuente:** Sistema de intercambio de calor. Capacidad y opciones. Página 11.

Entonces, la selección final para la zona V sería:

EH-5H-PT-DHW-EL1-VS.

La presión de vapor generada por la caldera es de 8 bar e ingresará al intercambiador a una presión de 6 bar gracias a la válvula reguladora de presión. Se tuvo esta selección ya que la presión y temperatura de diseño del intercambiador de placas es 145 psi (10 bar) y 350 °F (177 °C). Teniendo un factor de seguridad de:

$$FS = \frac{8 \text{ bar}}{6 \text{ bar}} = 1.3$$

Entonces, hallamos la masa del vapor utilizada con este intercambiador:

$$\dot{Q} = \dot{m}_v \times h_{fg}|_{6 \text{ bar}}$$

$$1153.68 \text{ kW} = \dot{m}_v \times 2086.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{m}_v = 0.55 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Averiguamos cuántas placas se usan en la zona II.

$$\# \text{ placas}_{\text{zona VII}} = \frac{45 \text{ placas} \times 1153.68 \text{ kW}}{1\ 800 \text{ kW}} \approx 29 \text{ placas}$$

Al saber que son 29 placas, es que por 14 ranuras pasará agua y por las otras 14 pasará vapor en sentido contrario, entonces el caudal que manejaremos por ranura será:

$$Q_{ranura} = \frac{Q}{14} = \frac{4.60 \frac{lt}{s}}{14} = 0.328 \frac{lt}{s}$$

Seguimos los pasos anteriormente descritos:

$$v = \frac{Q_{ranura}}{A_{ranura}} = \frac{0.328 \frac{lt}{s} \times \frac{1 m^3}{1000 lt}}{(0.41 m \times 0.005 m)} = 0.160 \frac{m}{s}$$

Hallaremos el factor de fricción, para esto necesitamos saber si el flujo es laminar o turbulento, para lo cual hallamos primero el número de Reynolds.

$$Re = \frac{\rho v D_H}{\mu} = \frac{1000 \frac{kgm}{m^3} \times 0.160 \frac{m}{s} \times 0.00988 m}{0.001 Pa.s} = 1580.8$$

Lo cual indica que el fluido está convirtiéndose en turbulento, (<1000: Laminar, >4000: Turbulento), entonces podemos usar la siguiente fórmula para hallar el f:

$$f = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1580.8} = 0.0405$$

Finalmente aplicamos lo anterior en la fórmula inicial:

$$\Delta H = 0.0405 \cdot \frac{0.705 m}{0.00988 m} \cdot \frac{\left(0.160 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.0038 m$$

Asumiremos entonces una caída de presión de 1.5 mca, considerando accesorios hasta la salida de tuberías para la troncal principal.

### 4.3 DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Para la selección de tanques en todas las zonas tendremos en cuenta el siguiente dato hallado en el capítulo de “Diagnóstico actual de las instalaciones”; la utilización de aparatos sanitarios en la noche era aproximadamente el 4% de la del día.

#### 4.3.1 Zona V – Intercambiador de placas

Tenemos el consumo de 4.62 lt/s de agua caliente sanitaria, por lo que el consumo en un día es:

$$Q = 4.62 \frac{\text{lt}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} = 399.168 \text{ m}^3$$

Entonces, la capacidad del tanque será el 4% del valor anteriormente hallado:

$$V = 0.04 \times 399.168 \text{ m}^3 = 15.97 \text{ m}^3$$

Podemos optar por 1 tanque de 16 m<sup>3</sup>.

#### 4.3.2 Zona II – Tanque calentador N° 1

Tenemos el consumo de 4.18 lt/s de agua caliente sanitaria, por lo que el consumo en un día es:

$$Q = 4.18 \frac{\text{lt}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} = 361.152 \text{ m}^3$$

Entonces, la capacidad del tanque será el 4% del valor anteriormente hallado:

$$V = 0.04 \times 361.152 \text{ m}^3 = 14.45 \text{ m}^3$$

Podemos optar por 1 tanques de 16 m<sup>3</sup>.

#### 4.3.3 Zona VII – Tanque calentador N° 2

Tenemos el consumo de 4.60 lt/s de agua caliente sanitaria, por lo que el consumo en un día es:

$$Q = 4.60 \frac{lt}{s} \times \frac{1 m^3}{1000 lt} \times \frac{3600 s}{1 h} \times \frac{24 h}{1 día} = 397.44 m^3$$

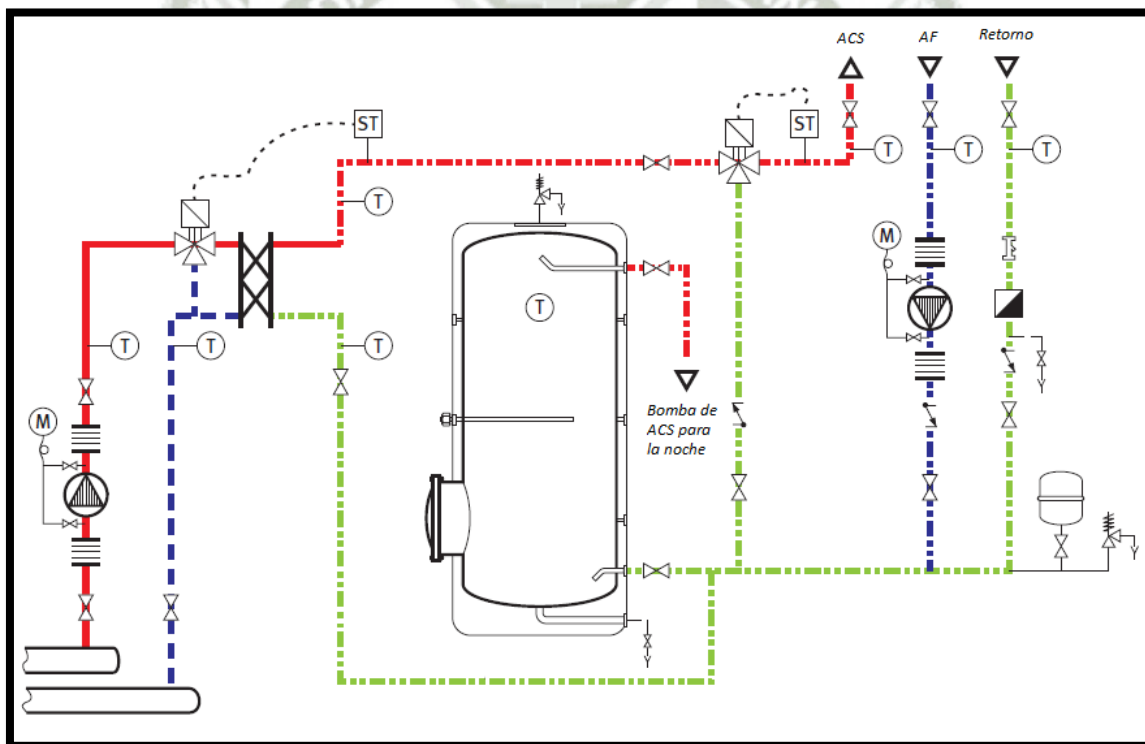
Entonces, la capacidad del tanque será el 4% del valor anteriormente hallado:

$$V = 0.04 \times 397.44 m^3 = 15.90 m^3$$

Podemos optar por #01 tanque de  $16 m^3$ .

Optaremos por usar el siguiente sistema, el cual es una recomendación del IDAE para usar tanques en paralelo y en serie a la vez, usando varias válvulas.

**Figura 23**  
**Modelo propuesto de tanques de almacenamiento**



**Fuente:** IDAE (2010). Guía Técnica: Agua caliente sanitaria central. Página 28.

Necesitamos #01 tanques de  $16 m^3$  para cada caso, para esto diseñaremos las medidas principales del tanque: longitud y diámetro.

Para tener un tanque proporcionado consideraremos la siguiente relación:  $L/D = 2.5$ , entonces:

$$V = \frac{\pi D^2 L}{4}$$

**Dónde:**

V: Volumen del tanque (m<sup>3</sup>).

D: Diámetro del tanque (m).

L: Longitud del tanque (m).

Reemplazamos L con 2.5D y V por 16 m<sup>3</sup> por lo que obtenemos:

$$16 = \frac{\pi D^2 (2.5D)}{4}$$

$$D \approx 2 \text{ m}$$

Hallamos la longitud que le corresponde:

$$V = \frac{\pi D^2 L}{4}$$

$$16 = \frac{\pi (2)^2 L}{4}$$

$$L = 5 \text{ m}$$

Para hallar el espesor del tanque, nos basaremos en la sección 8.1, “Recipientes a presión de pared delgada” del libro Mecánica de Materiales de Hibbeler.

Para el diseño del tanque, escogeremos acero inoxidable 304 ya que necesitamos almacenar el agua evitando la corrosión, entonces la resistencia a la tensión es de 568 MPa. Este valor lo obtenemos de la tabla 37:

**Tabla 38**  
**Resultados de ensayos a la tensión de algunos metales**

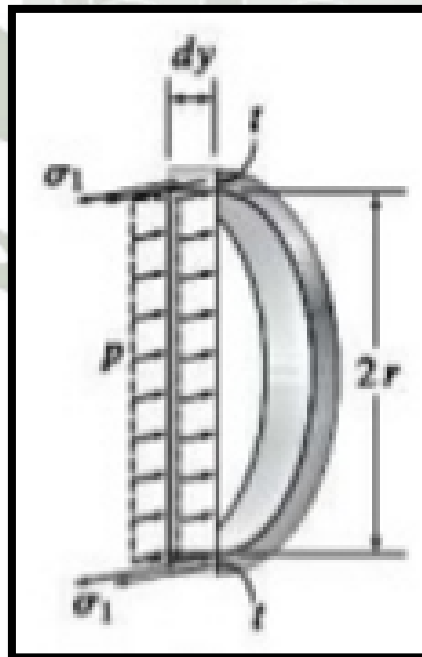
Número	Material	Condición	Resistencia (a la tensión)					Resistencia a la deformación, exponente $m$	Resistencia a la fractura $\sigma_f$
			Fluencia $S_y$ MPa (kpsi)	Última $S_u$ MPa (kpsi)	A la fractura, $\sigma_f$ MPa (kpsi)	Coficiente $\sigma_0$ MPa (kpsi)			
1018	Acero	Recocido	220 (32.0)	341 (49.5)	628 (91.1) <sup>†</sup>	620 (90.0)	0.25	1.05	
1144	Acero	Recocido	358 (52.0)	646 (93.7)	898 (130) <sup>†</sup>	992 (144)	0.14	0.49	
1212	Acero	HR	193 (28.0)	424 (61.5)	729 (106) <sup>†</sup>	758 (110)	0.24	0.85	
1045	Acero	TyR 600°F	1520 (220)	1580 (230)	2380 (345)	1880 (273) <sup>†</sup>	0.041	0.81	
4142	Acero	TyR 600°F	1720 (250)	1930 (210)	2340 (340)	1760 (255) <sup>†</sup>	0.048	0.43	
303	Acero inoxidable	Recocido	241 (35.0)	601 (87.3)	1520 (221) <sup>†</sup>	1410 (205)	0.51	1.16	
304	Acero inoxidable	Recocido	276 (40.0)	568 (82.4)	1600 (233) <sup>†</sup>	1270 (185)	0.45	1.67	
2011	Aleación de aluminio	T6	169 (24.5)	324 (47.0)	325 (47.2) <sup>†</sup>	620 (90)	0.28	0.10	
2024	Aleación de aluminio	T4	296 (43.0)	446 (64.8)	533 (77.3) <sup>†</sup>	689 (100)	0.15	0.18	
7075	Aluminum aluminio	T6	542 (78.6)	593 (86.0)	706 (102) <sup>†</sup>	882 (128)	0.13	0.18	

<sup>†</sup> Los valores se tomaron de una o dos coladas y se considera que pueden obtenerse usando especificaciones de compra. La deformación por fractura puede variar hasta en 100%.  
<sup>‡</sup> Valor derivado.

**Fuente:** J. Datsko, “Solid Materiales”, capítulo 32, en Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke y Thomas H. Brown, Jr. (editores en jefe). Standar Handbook of Machine Design, 3ª.MCGraw-Hill, Nueva York, 2004, pp. 32.49-32.52.calcul

Hallamos el espesor del tanque, nos basamos de los esfuerzo en dirección anular:

**Figura 24**  
**Esfuerzos anulares de un tanque cilíndrico**



**Fuente:** Hibbeler, “Mecánica de Materiales”, Capítulo 8, Pág. 406

$$\sigma_1 = \frac{pr}{t}$$

**Donde:**

$\sigma_1$ : Esfuerzo anular (Pa)

P: Presión en el interior del tanque (Pa)

r: Radio (m)

t: Espesor (m)

La presión en el interior del tanque la encontramos en la tabla 55 (número 19, tramo B7-BCAA); y esta es de 33.81 m = 3.38 bar = 338 000 Pa.

$$568 \times 10^6 Pa = \frac{338\,000 Pa \times 1 m}{t}$$

$$t = 5.95 \times 10^{-4} m$$

$$t = 0.023 \text{ pulg} < \frac{3}{16} \text{ pulg}$$

Para mayor rigidez del tanque procedemos a seleccionar el espesor de 3/16 pulgadas en plancha acero inox 304.

Posteriormente continuamos escogiendo el material y espesor del aislamiento. El material seleccionado es la lana de vidrio, ya que la composición del poliuretano es altamente contaminante y en caso de incendio desprende gases extremadamente tóxicos.

Escogeremos lana de vidrio de la marca Fiberglas, utilizando la tabla 39.

**Tabla 39**  
**Espesor de aislamiento fiberglass vs Calor transferido**

E.R.		HASTA 121 °C (250 °F)				HASTA 204 °C (400 °F)			
		P.C.		T.S.		P.C.		T.S.	
in	mm	BTU/hr ft²	W/m²	°F	°C	BTU/hr ft²	W/m²	°F	°C
Bare		407.90	1285.00	249.80	121.00	1002.00	3161.00	399.30	204.00
1.0	25.4	36.66	115.50	120.50	49.20	83.39	263.00	161.10	71.70
1.5	38.1	26.12	82.32	110.20	43.50	59.14	186.50	140.90	60.50
2.0	50.8	20.31	64.02	104.20	40.20	45.85	144.60	129.20	54.00
2.5	63.5	16.63	52.41	100.30	38.00	37.46	118.10	121.40	49.60
3.0	76.2	14.08	44.38	97.50	36.50	31.67	99.89	115.90	46.60
3.5	88.9	12.21	38.49	95.40	35.30	27.44	86.54	111.70	44.30
4.0	101.6	10.78	33.99	93.80	34.40	24.21	76.35	108.50	42.40
4.5	114.3	9.65	30.43	92.40	33.60	21.66	68.32	105.80	41.00
5.0	127.0	8.74	27.55	91.30	33.00	19.60	61.81	103.70	39.80
5.5	139.7	7.98	25.17	90.40	32.50	17.90	56.44	101.90	38.80
6.0	152.4	7.35	23.17	89.70	32.10	16.47	51.94	100.30	37.90
6.5	165.1	6.81	21.46	89.00	31.70	15.25	48.10	99.00	37.20
7.0	177.8	6.34	19.99	88.40	31.40	14.20	44.79	97.80	36.50
7.5	190.5	5.93	18.71	87.90	31.10	13.29	41.90	96.80	36.00
8.0	203.2	5.58	17.58	87.50	30.90	12.48	39.37	95.90	35.50
8.5	215.9	5.26	16.58	87.10	30.60	11.77	37.13	95.10	35.00
9.0	228.6	4.98	15.69	86.70	30.40	11.14	35.12	94.30	34.60
9.5	241.3	4.72	14.89	86.40	30.30	10.57	33.33	93.70	34.20
10.0	254.0	4.49	14.17	86.10	30.10	10.05	31.71	93.10	33.90

**Fuente:** Owens Corning. Innovaciones para Vivir. RW-4300. Página 3.

Procedemos a hallar el costo en S/. de la transferencia de calor para contrastarlo con el precio del aislamiento y hallar un espesor económico.

El combustible utilizado es diésel 2 en combinación con búnker, por lo que utilizaremos las siguientes propiedades del diésel 2.

Poder calorífico: PC = 43 MJ/kg.

Densidad:  $\rho = 0.832$  kg/lit

Precio del petróleo aproximado: \$ = 32 \$/barril (Donde: 1 barril = 159 lit)

Entonces hallamos el flujo másico del combustible:

$$\dot{m}_c = \frac{\dot{Q}_c}{PC} = \frac{115.5 \frac{W}{m^2}}{43\,000 \frac{kJ}{kg}} = 2.686 \times 10^{-6} \frac{kg}{s \cdot m^2}$$

Con este dato podemos hallar el flujo volumétrico del combustible:

$$\dot{V}_c = \frac{\dot{m}_c}{\rho} = \frac{2.686 \times 10^{-6} \frac{kg}{s \cdot m^2}}{0.832 \frac{kg}{lt}} = 3.228 \times 10^{-6} \frac{lt}{s \cdot m^2}$$

Luego, procedemos a hallar la cantidad de combustible usado en 1 año:

$$\begin{aligned} V_c &= \dot{V}_c \times t = 3.228 \times 10^{-6} \frac{lt}{s \cdot m^2} \times 1 \text{ año} \times \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} \times \frac{12 \text{ h}}{1 \text{ día}} \times \frac{3\,600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \\ &= 50.91 \frac{lt}{m^2} \end{aligned}$$

De esta manera hallamos la pérdida en S/.

$$\begin{aligned} \text{Pérdida}(S/.) &= 32 \frac{\$}{\text{barril}} \times 50.91 \frac{lt}{m^2} \times \frac{1 \text{ barril}}{159 \text{ lt}} \times 3.5 \frac{S/}{\$} \\ \text{Pérdida al año}(S/.) &= 35.86 \frac{S/}{m^2} \end{aligned}$$

Tenemos el precio de aislamientos de 2" y 1½" (adjunto en las cotizaciones), con estos datos hallaremos el precio depreciado por año. El precio del aislamiento de 2" es de S/. 350.00 (15.0 m x 1.20 m). Entonces hallamos el precio por m<sup>2</sup>.

$$\text{Precio por } m^2 = \frac{350.00 \text{ S/}}{15 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}} = 19.44 \frac{S/}{m^2}$$

Posteriormente, considerando una depreciación de 10 años del aislamiento, hallamos un costo anual del aislamiento de 1.94 S/. / m<sup>2</sup>.

De esta manera hallamos el precio total por m<sup>2</sup> del aislamiento de distintos espesores.

Es así que obtenemos la tabla 39:

**Tabla 40**  
**Costo de pérdida de calor vs Espesor de aislamiento**

Calor transferido (W/m <sup>2</sup> )	Espesor (pulg)	Costo de pérdida de calor (S./m <sup>2</sup> )	Costo de aislamiento (S./plancha*)	Costo de aislamiento (S./m <sup>2</sup> )	Costo de aislamiento depreciado (S./m <sup>2</sup> )	Costo económico (S./m <sup>2</sup> )
1285	0	398.96	0.00	0.00	0	398.96
115.5	1	35.86	250.00	13.89	1.39	37.25
82.32	1.5	25.56	300.00	16.67	1.67	27.23
64.02	2	19.88	350.00	19.44	1.94	21.82
52.41	2.5	16.27	900.00	50.00	5.00	21.27
44.38	3	13.78	1400.00	77.78	7.78	21.56
38.49	3.5	11.95	1900.00	105.56	10.56	22.51

\* Plancha es de 15 m x 1.2 m

Fuente: Elaboración propia.

Con tabla 39, podemos hallar el espesor con el que obtenemos el menor costo económico.

\* Nota: El costo del aislamiento es un costo depreciado al 10%.

**Gráfico 3**  
**Costo económico del aislamiento**



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el espesor adecuado es de 2.5”.

Entre los diferentes accesorios de los tanques tenemos:

- Manómetro.
- Termómetro.
- Boya de nivel.
- Medidor de nivel de presión.
- Válvula de alivio.
- Válvulas de paso.
- Mirilla.
- Purga.
- Ventana de inspección.

Estos accesorios han sido cotizados en el armado del tanque.

#### 4.4 CÁLCULO DE DIÁMETROS DE TUBERÍAS

Para el cálculo del diámetro de las tuberías se usará el método de Hunter, método estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

En el año 1940 la Oficina Nacional de Normas del Departamento de Comercio de los Estados Unidos publicó el método de Roy B. Hunter, con el título "Methods of estimating load in Plumbing systems". Se trata de la primera aplicación de la teoría de la probabilidad, en la determinación de los caudales probables en sistemas hidráulicos y sanitarios y aunque desde entonces se han producido importantes cambios en el diseño de los aparatos sanitarios utilizados y en las griferías que los alimentan, orientados a reducir drásticamente los consumos de agua, la metodología utilizada es precisa y válida y, en consecuencia, es la más aceptada no solo por los diseñadores norteamericanos sino también, aunque con modificaciones, por los profesionales de su área de influencia tecnológica.

Para evaluar la máxima demanda probable de agua en un edificio debe tenerse en cuenta si el tipo de servicio que van a prestar los aparatos es público o privado.

- Aparatos de uso privado: cuando los baños son de uso privado existen menores posibilidades de uso simultáneo, para estimar sus unidades de gasto (UG) se puede recurrir a los valores mostrados en tablas del Reglamento Nacional de Construcción.
- Aparatos de uso público: cuando se encuentran ubicados en edificios de servicio público, es decir que varios aparatos pueden ser utilizados por diferentes personas simultáneamente, las unidades de gasto deben ser las indicadas al respecto en las tablas del Reglamento Nacional de Construcción.

Para comenzar con este método es que se armó una hoja de cálculo en Excel donde se calculaban automáticamente los valores requeridos.

Primero se requería la presión inicial del tramo a calcular, normalmente ésta es de la bomba que le da impulso al fluido. En caso se estuviese calculando un tramo lejano a la bomba, se deberá conocer la presión en el punto donde inicia, habiendo calculado previamente el tramo desde la bomba. Los demás puntos se calculan automáticamente: la altura estática depende del cuadro que se explicará a continuación; un aparato sanitario debe tener la salida de agua una presión adecuada, se ha establecido que la presión mínima es de 2 m.c.a. y la máxima de 5 m.c.a., se designa con  $P_s$  (ambas manométricas), de acuerdo al R.N.E. Norma IS.010; y por último el coeficiente de Hazen Williams del material a utilizar, en nuestro caso cobre y el  $C = 130$ .

**Tabla 41**  
**Datos iniciales – Método de Hunter**

Presión de entrada (bomba normalmente)	35.00	mca
Altura estática	22.36	m
Presión de salida	2.00	mca
Tipo de tubería/φ	130	Cobre

**Fuente:** Elaboración propia.

Posteriormente procedemos a completar la tabla general con los siguientes valores:

- Tramo: Letras de inicio y fin de tramo.
- Altura estática: Elevación o descenso de la tubería (si es que hubiese).
- Longitud física de la tubería.
- Diámetro actual de la tubería.
- Tipo de agua a transportar:
  - ACS + AF: Si transporta agua fría para utilizar y para ser calentada y convertirse en ACS.
    - ACS: Si transporta agua caliente sanitaria.
    - AF: Si transporta agua fría para utilizar.
- Aparatos Sanitarios.
- Accesorios.

**Tabla 42**  
**Entradas para el cálculo de cualquier tramo – Método de Hunter**

Tramo	Altura Estática	Longitud	Díámetro	Tipo de Agua a Transportar	Aparatos Sanitarios					Accesorios				
	H (m)	L (m)	Φ (pulg)	ACS o AF	l n o d o r o s	L a v a m a n o s	L a v a t o r i o	D u c h a s	U r i n a r i o s	1	2	3	4	5
AB	3.00	3.00	4 3/4	AF+ACS	5		10	11	15	Valvula de retención tipo pesada	Curva 90° r/d=1			
BC	0.00	2.00	1 1/2	AF	4		9	1	1	Codo 90° radio medio				
CD	1.00	6.00	1 1/4	AF	4		3			Codo 90° radio medio	Válvula de retención tipo liviana			

Fuente: Elaboración propia.

Al terminar de completar la tabla, se tienen como resultado los valores siguientes:

**Tabla 43**  
**Salidas para el cálculo de cualquier tramo – Método de Hunter**

Longitud Equivalente	Longitud Total	Unidades Hunter	Caudal	Velocidad	Díámetros Recomendados según velocidades de RNE		Pérdida de Carga total	Presiones	
					Φmin (pulg)	Φmax (pulg)		Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
Le (m)	Lt (m)	uH	Q (lt/s)	V (m/s)			Hf (mca)		
17.28	20.28	120	1.84	0.16	1 1/4	2 1/4	0.01	35.00	31.99
3.48	5.48	44	0.93	0.82	1	1 3/4	0.14	31.99	31.85
12.88	18.88	21	0.57	0.72	3/4	1 1/4	0.47	31.85	30.38

Fuente: Elaboración propia.

- Longitud equivalente: Depende de los accesorios en el tramo y su respectivo diámetro. Usamos la tabla 44 de Crane.

**Tabla 44**  
**Longitudes equivalentes de Crane**

DIAMETRO D	Codo 90° Radio largo		Codo 90° Radio medio		Codo 90° Radio corto		Codo 45°		Curva 90° r/d = 1/2		Curva 90° r/d = 1		Curva 45°		Entrada normal		Entrada de Banda		Valvula compuesta abierto		Valvula globo abierto		Valvula de angulo Abierta		Tee de paso directo		Tee salida lateral		Tee salida bilateral		Valv de pie		Salida de Tuberia		Valvula de retencion tipo liviano		Valvula de retencion tipo pesado	
	mm.	ulg.																																				
13	1/2	0.3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.1	4.9	2.6	0.3	1.0	1.0	3.6	0.4	1.1	1.6																		
19	3/4	0.4	0.6	0.7	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.5	0.1	6.7	3.6	0.4	1.4	1.4	5.6	0.5	1.6	2.4																		
25	1	0.5	0.7	0.8	0.4	0.3	0.5	0.2	0.3	0.7	0.2	8.2	4.6	0.5	1.7	1.7	7.3	0.7	2.1	3.2																		
32	1 1/4	0.7	0.9	1.1	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4	0.9	0.2	11.3	5.6	0.7	2.3	2.3	10.0	0.9	2.7	4.0																		
38	1 1/2	0.9	1.1	1.3	0.6	0.5	0.7	0.3	0.5	1.0	0.3	13.4	6.6	0.9	2.8	2.8	11.6	1.0	3.2	4.8																		
50	2	1.1	1.4	1.7	0.8	0.6	0.9	0.4	0.7	1.5	0.4	17.4	8.5	1.1	3.5	3.5	14.0	1.5	4.2	6.4																		
63	2 1/2	1.3	1.7	2.0	0.9	0.8	1.0	0.5	0.9	1.9	0.4	21.0	10.0	1.3	4.3	4.3	17.0	1.9	5.2	8.1																		
75	3	1.6	2.1	2.5	1.2	1.0	1.3	0.6	1.1	2.2	0.5	26.0	13.0	1.6	5.2	5.2	20.0	2.2	6.3	9.7																		
100	4	2.1	2.8	3.4	1.5	1.3	1.6	0.7	1.6	3.2	0.7	34.0	17.0	2.1	6.7	6.7	23.0	3.2	6.4	12.9																		
125	5	2.7	3.7	4.2	1.9	1.6	2.1	0.9	2.0	4.0	0.9	43.0	21.0	2.7	8.4	8.4	30.0	4.0	10.4	16.1																		
150	6	3.4	4.3	4.9	2.3	1.9	2.5	1.1	2.5	5.0	1.1	51.0	26.0	3.4	10.0	10.0	39.0	5.0	12.5	19.3																		
200	8	4.3	5.5	6.4	3.0	2.4	3.3	1.5	3.5	6.0	1.4	67.0	34.0	4.3	13.0	13.0	52.0	6.0	16.0	25.0																		
250	10	5.5	6.7	7.9	3.8	3.0	4.1	1.8	4.5	7.5	1.7	85.0	43.0	5.5	16.0	16.0	65.0	7.5	20.0	32.0																		
300	12	6.1	7.9	9.5	4.6	3.6	4.8	2.2	5.5	9.0	2.1	102.0	51.0	6.1	19.0	19.0	78.0	9.0	24.0	38.0																		
350	14	7.3	9.5	10.5	5.3	4.4	5.4	2.5	6.2	11.0	2.4	120.0	60.0	7.3	22.0	22.0	90.0	11.0	28.0	45.0																		

\* Los valores indicados para valvulas tipo globo se aplican tambien a llaves para ragaderas y valvulas o llaves de descarga.

**Fuente:** Teoría Método de Hunter – Ing. Olger Febres – Catedrático Universidad Católica de Santa María.

- Longitud total: Es la suma entre la longitud física y la equivalente.
- Unidades Hunter: Es la representación del caudal necesario por los aparatos sanitarios que alimente ese tramo de tubería. Usamos el anexo 2: UNIDADES DE GASTO PARA EL CALCULO DE LAS TUBERIAS DE DISTRIBUCION DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PUBLICO) de la norma IS 0.10 del Reglamento Nacional de Edificaciones (anexo 2).

**Tabla 45**  
**Unidades de gasto en uH (unidades Hunter) para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios - Aparatos de uso público**

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida.	2,5	2,5	-
Inodoro	Con tanque.	5	5	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	8	8	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	4	4	-
Lavatorio	Corriente.	2	1,5	1,5
Lavatorio	Múltiple.	2(*)	1,5	1,5
Lavadero	Hotel restaurante.	4	3	3
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	4	3	3
Tina	-	6	3	3
Urinario	Con tanque.	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	-
Urinario	Múltiple (por ml)	3	3	-
Bebedero	Simple.	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(*)	1(*)	-

Fuente: Anexo 2 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Caudal en lt/s: Para calcularlo usamos el anexo III: GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL METODO DE HUNTER del Reglamento Nacional de Edificaciones (anexo 3). Depende del total de Unidades Hunter anteriormente calculadas.

**Tabla 46**  
**Gastos probables para aplicación del Método Hunter**

ANEXO N° 3							
GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HUNTER							
N° de unidades	GASTO PROBABLE		N° de unidades	GASTO PROBABLE		N° de unidades	GASTO PROBABLE
	TANQUE	VÁLVULA		TANQUE	VÁLVULA		
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	380	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	390	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91
48	1,09	1,92	460	4,42	5,08	3700	19,23
50	1,13	1,97	480	4,57	5,20	3800	19,75
55	1,19	2,04	500	4,71	5,31	3900	20,17
60	1,25	2,11	550	5,02	5,57	4000	20,50
65	1,31	2,17	600	5,34	5,83	PARA EL NÚMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDIFERENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O DE VÁLVULA	
70	1,36	2,23	650	5,85	6,09		
75	1,41	2,29	700	5,95	6,35		
80	1,45	2,35	750	6,20	6,61		
85	1,50	2,40	800	6,60	6,84		
90	1,56	2,45	850	6,91	7,11		
95	1,62	2,50	900	7,22	7,36		
100	1,67	2,55	950	7,53	7,61		
110	1,75	2,60	1000	7,84	7,85		

NOTA: Los gastos están dados en L/s y corresponden a un ajuste de la tabla original del Método de Hunter.

Fuente: Anexo 3 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Velocidad: Para calcularla, utilizamos la siguiente fórmula:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

**Dónde:**

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

A = Área (m<sup>2</sup>)

d = Diámetro (m)

- Diámetro mínimo y máximo recomendado: Se usará la recomendación de la norma IS.010: INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0.60 m/s y la velocidad máxima según la siguiente tabla.

**Tabla 47**  
**Gastos probables para aplicación del Método Hunter, velocidad máxima respecto al diámetro**

Diámetro(mm)	Velocidad máxima(m/s)
15 (1/2")	1,90
20 (3/4")	2,20
25 (1")	2,48
32 (1 ¼")	2,85
40 y mayores (1 ½" y mayores).	3,00

**Fuente:** IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Según el libro de Suministros Energéticos del Ing. Carlos Gordillo (Información de Tuberías – pág. 146) las velocidades recomendadas a la salida de la bomba de agua de alimentación oscilan entre 1.5 a 3.5 m/s (un rango que está siendo considerado según tabla anterior).

Entonces, despejamos el diámetro de la fórmula anterior. Al colocar la velocidad mínima, hallamos el diámetro máximo permisible; y al colocar la velocidad máxima, obtenemos el diámetro mínimo permisible.

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

Al tener un diámetro físico fuera de estos límites de diámetros recomendados es que se marcará de naranja, lo que indica que se recomienda rediseñar y cambiar el diámetro.

**Tabla 48**  
**Diámetros recomendados de tramos**

Tramo	Altura Estática	Longitud	Diámetro	Tipo de Agua a Transportar	Aparatos Sanitarios					Accesorios					
	H (m)	L (m)	Φ (pulg)	ACS o AF	Inodoro	Lavamanos	Lavatorio	Duchas	Tinas	Urinarios	1	2	3	4	5
AB	3.00	3.00	4 3/4	AF+ACS	5		10	11		15	Valvula de retención tipo pesada	Curva 90° r/d=1			
BC	0.00	2.00	1 1/2	AF	4		9	1		1	Codo 90° radio medio				
CD	1.00	6.00	1 1/4	AF	4		3				Codo 90° radio medio	Válvula de retención tipo liviana			

Fuente: Elaboración propia.

- Pérdida de carga total (Hf): Para la pérdida de carga total en la tubería, utilizamos la fórmula de Hazen Williams.

$$h_f = \frac{k_1 \times L}{C_{HW}^{1.852} D^{4.87}} \times Q^{1.852}$$

**Dónde:**

D = Diámetro (m)

L = Longitud de tubería (m)

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente de Hazen William (adimensional)

**Dónde:** K1 = 4.727 con unidades inglesas y K1 = 10.7 con unidades del Sistema Internacional.

- Presiones (punto inicial y final): Para la inicial tomamos la presión final anterior, a excepción de la primera presión, que sería la presión inicial del tramo (probablemente la de la bomba). Para la presión final:

$$P_{final} = P_{inicial} - H_f - P_{estática}$$

Finalmente, terminamos el procedimiento con la siguiente tabla:

**Tabla 49**  
**Pérdida de carga total de un tramo**

Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible
Hft (mca)	Hd
0.89	29.00
OK	

**Fuente:** Elaboración propia.

- Pérdida de Carga Total (Hft): Suma de las pérdidas por fricción de todos los tramos.
- Pérdida de Carga Disponible (Hd): Es la presión disponible que soporta las pérdidas por fricción de tuberías y por accesorios. Tiene que ser mayor o igual a la Pérdida de Carga Total, sino es necesario revisar diámetros.

$$H_d = H_{\text{entrada}} - H_{\text{estática}} - H_{\text{salida, aparato sanitario}}$$

**Tabla 50**  
**Datos iniciales – Método de Hunter**

Presión de entrada (bomba normalmente)	35.00	mca
Altura estática	4.00	mca
Presión de salida	2.00	mca
tipo de tubería/C	130	Cobre

**Fuente:** Elaboración propia.

Para comenzar el cálculo comenzaremos por zonas, primero evaluaremos el tramo más largo, para así tener presiones de ciertos puntos de los ramales. La idea es optimizar cada ramal para encontrar la pérdida de presión extra que se genera por la mala selección.

Primero, comenzaremos hallando la caída de presión en el intercambiador existente para verificar diámetros actuales. Posteriormente realizaremos el cálculo de diámetros incluyendo el nuevo intercambiador seleccionado en el punto anterior y considerando tuberías Hidro3 (material: propileno homopolímero isotáctico), con ese dato tendríamos un coeficiente de Hazen-Williams de 150 y los siguientes tamaños comerciales de tuberías.

**Tabla 51**  
**Diámetros comerciales de Hidro 3**

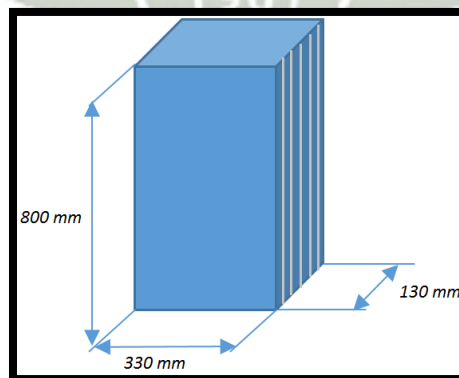
SALADILLO HIDRO 3 VERDE para agua fría y caliente				SALADILLO HIDRO 3 AZUL para agua fría			
	CÓDIGO	DN	PRESENTACIÓN		CÓDIGO	DN	PRESENTACIÓN
 <a href="#">+ info</a>	65	1/2"	20	 <a href="#">+ info</a>	35	1/2"	20
	66	3/4"	10		36	3/4"	10
	67	1"	10		37	1"	10
	68	1 1/4"	5		38	1 1/4"	5
	69	1 1/2"	5		39	1 1/2"	5
	70	2"	3		40	2"	3
	71	2 1/2"	2		41	2 1/2"	2
	72	3"	1		42	3"	1
	64	4"	1		43	4"	1
	63	5"	1		30	5"	1

Fuente: Industrias Saladillo.

### Zona V – (Intercambiador de placas)

En esta zona se tiene un intercambiador de placas con las siguientes dimensiones:

**Figura 25**  
**Dimensiones del intercambiador de placas**



Fuente: Elaboración propia.

Utilizamos el mismo método que cuando hallamos la caída de presión de los intercambiadores seleccionados.

Para hallar el número de placas, asumimos un espesor de placa más su ranura de 6 mm, por lo tanto:

$$\# \text{placas}_{\text{Int. Alfa Laval}} = \frac{130 \text{ mm}}{6 \text{ mm}} \approx 21 \text{ placas}$$

Al saber que son 21 placas, es que por 10 ranuras pasará agua y por las otras 10 pasará vapor en sentido contrario, entonces el caudal que manejaremos por ranura será:

$$Q_{\text{ranura}} = \frac{Q}{10} = \frac{4.62 \frac{\text{lt}}{\text{s}}}{10} = 0.462 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

Seguimos los pasos anteriormente descritos:

$$v = \frac{Q_{\text{ranura}}}{A_{\text{ranura}}} = \frac{0.462 \frac{\text{lt}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}}}{(0.33 \text{ m} \times 0.005 \text{ m})} = 0.28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Hallamos ahora el diámetro hidráulico de cada ranura.

$$D_H = \frac{4 \times \text{Área}}{\text{Perímetro mojado}} = \frac{4 \times 330 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}}{2 \times (330 \text{ mm} + 5 \text{ mm})} = 9.85 \text{ mm} = 0.00985 \text{ m}$$

La longitud estará dada por:

$$L = 800 \text{ mm} = 0.8 \text{ m}$$

Hallaremos el factor de fricción, para esto necesitamos saber si el flujo es laminar o turbulento, para lo cual hallamos primero el número de Reynolds.

$$Re = \frac{\rho v D_H}{\mu} = \frac{1000 \frac{\text{kgm}}{\text{m}^3} \times 0.28 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0.00985 \text{ m}}{0.001 \text{ Pa.s}} = 2758$$

Lo cual indica que el fluido está convirtiéndose en turbulento, (<1000: Laminar, >4000: Turbulento), entonces podemos usar la siguiente fórmula para hallar el f:

$$f = \frac{64}{Re} = \frac{64}{2758} = 0.0232$$

Finalmente aplicamos lo anterior en la fórmula de caída de presión:

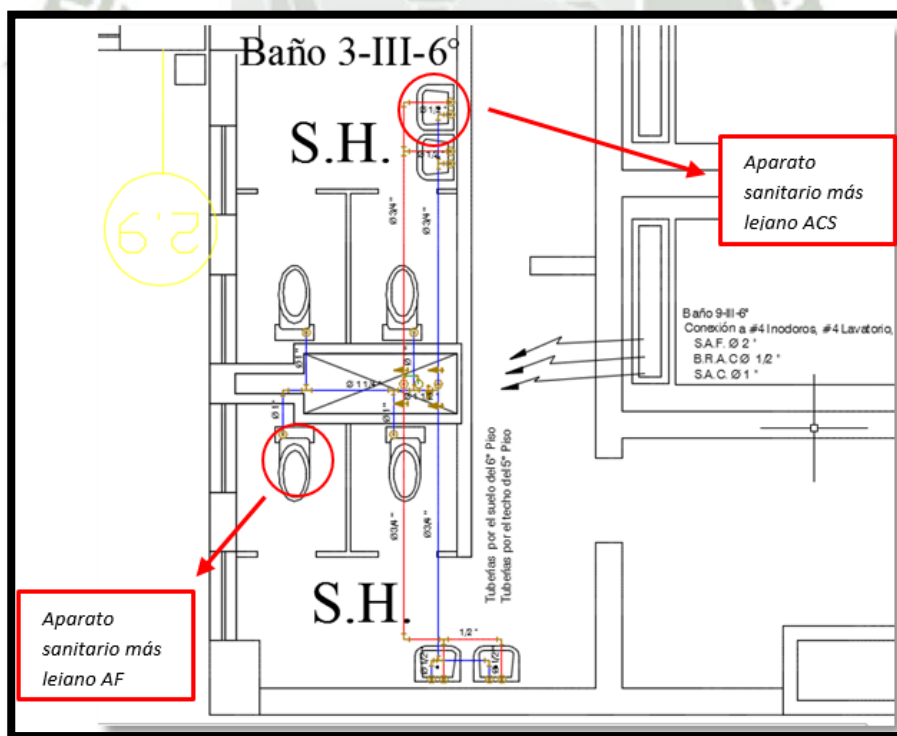
$$\Delta H = f \cdot \frac{L}{D_H} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$\Delta H = 0.0232 \cdot \frac{0.8 \text{ m}}{0.00985 \text{ m}} \cdot \frac{\left(0.28 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.00753 \text{ m}$$

Asumiremos entonces una caída de presión de 1 mca.

Tanto para ACS y AF es que seleccionaremos el Baño 3-III-6<sup>o</sup>. Para el caso del ACS seleccionaremos el lavamanos en un círculo y para el caso de AF seleccionaremos el inodoro en el círculo en la gráfica siguiente.

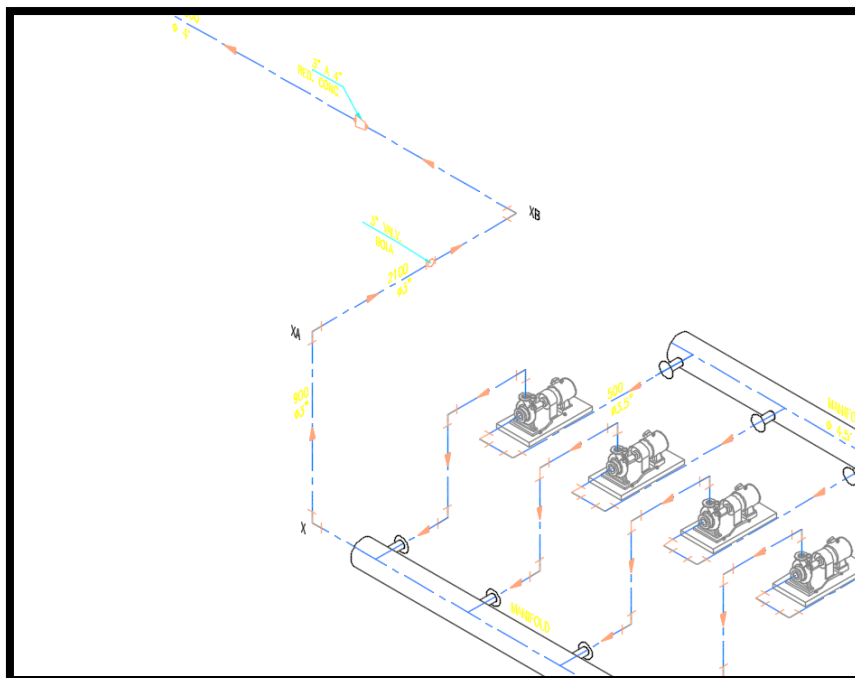
**Figura 26**  
**Detalle baño 3-III-6<sup>o</sup>**



**Fuente:** Planos - Elaboración propia.

En los isométricos realizados podemos observar los puntos en los cuales estamos evaluando los diámetros.

**Figura 27**  
**Isométrico de bombas Grundfos operando en casa de fuerza**



**Fuente:** Planos - Elaboración propia.

El resultado que se tiene es la siguiente tabla resumen, donde se pueden observar los diámetros antiguos y los nuevos, de cobre e Hidro3 respectivamente. Además podemos observar las presiones en todos los puntos del sistema. Estas nos servirán para comenzar nuestro cálculo desde el ramal y ya no desde la bomba para los siguientes casos de tramos más largos y también para los demás ramales. Además fácilmente podremos hacer el metrado juntando todos los cuadros realizados.

Primero analizamos el agua caliente sanitaria y se observó lo siguiente:

- Se tiene un 57.76% de longitud, cuyo diámetros está mal seleccionado. (Se dará el porcentaje final cuando se termine de evaluar todo el recorrido).

**Tabla 52**  
**Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 3-III-6<sup>o</sup> - ACS**

Longitud de mala selección	Longitud total (m)
154.28	267.09
<b>57.76%</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- En la distribución antigua y la propuesta se tiene lo siguiente:

**Tabla 53**  
**Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 3-III-6<sup>o</sup> - ACS**

Distribución Antigua		Distribución Propuesta	
Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible	Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible
Hft (mca)	Hd	Hft (mca)	Hd
11.00	10.64	10.42	10.54
<b>Optimizar diámetros</b>		<b>OK</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Se disminuyó la pérdida de carga total, optimizando los diámetros.

- Salida final de aparato sanitario. (Deberá estar entre 2 y 5 mca).

**Tabla 54**  
**Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 3-III-6<sup>o</sup> - ACS**

Distribución Antigua	Distribución Propuesta
1.64 mca <b>(Bajo lo normal, no llegaba ACS al 6<sup>o</sup> piso)</b>	2.12 mca <b>(OK)</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 55**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 3-III-6º - ACS**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transpor	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	X	XA	0.90	0.90	AF+ACS	17.79	3	1.06	35.00	33.04	5	0.11	35.00	33.89
2	XA	XB	0.00	2.10	AF+ACS	17.79	3	0.98	33.04	32.07	5	0.09	33.89	33.80
3	XB	XC	0.00	5.50	AF+ACS	17.79	4	0.46	32.07	31.60	5	0.13	33.80	33.67
4	XC	XD	2.20	2.20	AF+ACS	17.79	4	0.26	31.60	29.15	5	0.08	33.67	31.39
5	XD	XE	0.00	5.50	AF+ACS	17.79	4	0.42	29.15	28.72	5	0.12	31.39	31.27
6	XE	XF	0.00	1.00	AF+ACS	17.79	4	0.19	28.72	28.53	5	0.06	31.27	31.21
7	XF	XG	-4.50	4.50	AF+ACS	17.79	8	0.02	28.53	33.01	5	0.13	31.21	35.57
8	XG	XH	0.00	62.00	AF+ACS	17.79	8	0.12	33.01	32.89	5	0.87	35.57	34.70
9	XH	XI	0.00	3.00	AF+ACS	17.79	4	0.30	32.89	32.59	5	0.09	34.70	34.61
##	XI	A	-1.00	1.00	AF+ACS	17.79	8	0.01	32.59	33.58	5	0.06	34.61	35.55
##	A	B	0.00	1.50	AF+ACS	17.79	6	0.08	33.58	33.50	5	0.13	35.55	35.42
##	B	B1	0.00	60.92	AF+ACS	8.17	6	0.11	33.50	33.39	4	0.60	35.42	34.82
##	B1	B2	2.30	2.30	AF+ACS	8.17	4	0.07	33.39	31.02	4	0.05	34.82	32.47
##	B2	B3	0.00	1.07	AF+ACS	8.17	4	0.05	31.02	30.97	4	0.04	32.47	32.43
##	B3	B4	-1.00	1.00	AF+ACS	8.17	4	0.09	30.97	31.88	4	0.07	32.43	33.36
##	B4	B5	0.00	1.45	ACS	4.83	2	0.49	31.88	31.39	2	0.37	33.36	32.99
##	B5	B6	-1.20	1.20	ACS	4.83	2	0.35	31.39	32.24	2	0.27	32.99	33.92
##	B6	B7	0.00	0.65	ACS	4.83	2	0.14	32.24	32.10	2	0.11	33.92	33.81
##	B7	BCAA	0.80	0.00	ACS	4.83	2	1.00	32.10	30.30	2	1.50	33.81	31.51
##	BCAA	BCAB	0.00	0.17	ACS	4.83	2	0.26	30.30	30.04	2	0.20	31.51	31.31
##	BCAB	BCAC	0.68	0.68	ACS	4.83	2	0.28	30.04	29.08	2	0.21	31.31	30.42
##	BCAC	BCAD	0.00	1.06	ACS	4.83	2	0.38	29.08	28.70	2	0.29	30.42	30.12
##	BCAD	BCAE	-0.17	0.17	ACS	4.83	2	0.21	28.70	28.66	2	0.16	30.12	30.13
##	BCAE	BCBA	0.00	5.00	ACS	4.83	2 1/2	0.30	28.66	28.35	2	0.67	30.13	29.47
##	BCBA	BCCA	0.00	1.00	ACS	4.77	2 1/2	0.10	28.35	28.25	2	0.21	29.47	29.25
##	BCCA	BCDA	0.00	5.60	ACS	3.69	2 1/2	0.19	28.25	28.06	2	0.42	29.25	28.84
##	BCDA	BCEA	0.00	3.72	ACS	3.03	2 1/2	0.10	28.06	27.97	2	0.21	28.84	28.63
##	BCEA	BCFA	0.00	2.10	ACS	2.92	2 1/2	0.06	27.97	27.91	2	0.13	28.63	28.50
##	BCFA	BCGA	0.00	0.77	ACS	2.79	2 1/2	0.03	27.91	27.87	2	0.07	28.50	28.43
##	BCGA	BCHA	0.00	1.78	ACS	2.46	2	0.11	27.87	27.76	2	0.08	28.43	28.34
##	BCHA	BCIA	0.00	14.49	ACS	2.05	2	0.43	27.76	27.34	2	0.33	28.34	28.02
##	BCIA	BCJA	0.00	4.40	ACS	2.05	2	0.15	27.34	27.19	2	0.12	28.02	27.90
##	BCJA	BCKA	0.00	2.50	ACS	2.05	2	0.10	27.19	27.09	2	0.08	27.90	27.83
##	BCKA	BCLA	0.00	4.15	ACS	1.86	2	0.12	27.09	26.97	2	0.09	27.83	27.74
##	BCLA	BCM	0.00	8.30	ACS	1.77	2	0.20	26.97	26.78	2	0.15	27.74	27.59
##	BCM	BCNA	0.00	1.92	ACS	1.44	2	0.04	26.78	26.73	2	0.03	27.59	27.55
##	BCNA	BCOA	0.00	13.88	ACS	1.03	2	0.13	26.73	26.60	1 1/2	0.40	27.55	27.16
##	BCOA	BCOB	0.40	0.40	ACS	0.69	1 1/4	0.04	26.60	26.16	1 1/2	0.01	27.16	26.74
##	BCOB	BCOC	0.00	10.29	ACS	0.69	1 1/4	0.40	26.16	25.76	1 1/2	0.13	26.74	26.61
##	BCOC	BCO	6.40	6.40	ACS	0.69	1 1/4	0.25	25.76	19.11	1 1/2	0.08	26.61	20.13
##	BCO	BCOE	3.20	3.20	ACS	0.63	1 1/4	0.12	19.11	15.79	1 1/4	0.09	20.13	16.84
##	BCOE	BCOF	3.20	3.20	ACS	0.57	1 1/4	0.10	15.79	12.49	1 1/4	0.07	16.84	13.56
##	BCOF	BCO	3.20	3.20	ACS	0.50	1 1/4	0.08	12.49	9.21	1 1/4	0.06	13.56	10.30
##	BCO	BCOI	3.20	3.20	ACS	0.43	1 1/4	0.06	9.21	5.95	1	0.13	10.30	6.98
##	BCOI	BCOJ	3.20	3.20	ACS	0.27	1 1/4	0.02	5.95	2.73	3/4	0.21	6.98	3.57
##	BCOJ	BCOK	0.00	2.58	ACS	0.17	3/4	0.11	2.73	2.62	1/2	0.56	3.57	3.00
##	BCOK	BCOL	0.00	0.40	ACS	0.17	1/2	0.16	2.62	2.46	1/2	0.12	3.00	2.88
##	BCOL	BCO	0.00	0.59	ACS	0.11	1/2	0.10	2.46	2.36	1/2	0.07	2.88	2.80
##	BCO	BCO	0.00	0.40	ACS	0.11	1/2	0.08	2.36	2.28	1/2	0.06	2.80	2.74
##	BCO	BCO	0.55	0.55	ACS	0.11	1/2	0.09	2.28	1.64	1/2	0.07	2.74	2.12

Fuente: Elaboración propia.

Ahora analizamos el agua fría. El cálculo comenzará a partir del punto B4 (tabla 54: COMPARACIÓN FINAL ENTRE DISTRIBUCIÓN ANTIGUA Y PROPUESTA - BAÑO 3-III-6<sup>o</sup>), donde la presión sería de 31.88 m en el diseño anterior y 33.36 m en el diseño propuesto. (Escogemos este punto, ya que es donde se encuentra la bifurcación entre ACS y AF, los puntos anteriores a éste ya se analizaron y se obtuvo la presión en ellos).

- Se tiene un 30.63% de longitud, cuyo diámetros está mal seleccionado.

**Tabla 56**  
**Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 3-III-6<sup>o</sup> - AF**

Longitud de mala selección	Longitud total (m)
31.62	103.22
<b>30.63%</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- En la distribución antigua y la propuesta se tiene lo siguiente:

**Tabla 57**  
**Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 3-III-6<sup>o</sup> - AF**

Distribución Antigua		Distribución Propuesta	
Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible	Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible
Hft (mca)	Hd	Hft (mca)	Hd
1.34	7.08	8.50	8.56
<b>OK</b>		<b>OK</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Se disminuyó la pérdida de carga total, optimizando los diámetros.

- Salida final de aparato sanitario. (Deberá estar entre 2 y 5 mca)

**Tabla 58**  
**Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 3-III-6<sup>o</sup> - AF**

Distribución Antigua	Distribución Propuesta
7.74 mca <b>(Está sobre lo normal, presión alta)</b>	2.06 mca <b>(OK)</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 59**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 3-II-6<sup>o</sup> - AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	B4	BFAA	0.00	0.30	AF	7.40	3 1/2	0.05	31.88	31.83	2 1/2	0.15	33.36	33.21
2	BFAA	BFBA	0.00	3.68	AF	6.59	3 1/2	0.09	31.83	31.74	2 1/2	0.31	33.21	32.90
3	BFBA	BFCA	0.00	0.36	AF	6.40	3 1/2	0.03	31.74	31.71	2 1/2	0.10	32.90	32.80
4	BFCA	BFDA	0.00	5.60	AF	5.48	3 1/2	0.08	31.71	31.63	2 1/2	0.30	32.80	32.50
5	BFDA	BFEA	0.00	4.50	AF	4.95	3 1/2	0.06	31.63	31.57	2 1/2	0.21	32.50	32.29
6	BFEA	BFFA	0.00	1.52	AF	4.86	3 1/2	0.03	31.57	31.54	2	0.27	32.29	32.02
7	BFFA	BFGA	0.00	0.77	AF	4.76	3 1/2	0.02	31.54	31.52	2	0.19	32.02	31.83
8	BFGA	BFHA	0.00	1.78	AF	4.35	3	0.05	31.52	31.46	2	0.24	31.83	31.59
9	BFHA	BFIA	0.00	20.88	AF	3.71	3	0.26	31.46	31.21	2	1.39	31.59	30.20
10	BFIA	BFJA	0.00	4.35	AF	3.42	3	0.06	31.21	31.15	2	0.30	30.20	29.91
11	BFJA	BFKA	0.00	8.12	AF	3.24	3	0.09	31.15	31.06	2	0.45	29.91	29.46
12	BFKA	BFLA	0.00	2.65	AF	3.00	3	0.03	31.06	31.03	2	0.16	29.46	29.30
13	BFLA	BFMA	0.00	13.18	AF	2.69	3	0.12	31.03	30.91	2	0.58	29.30	28.72
14	BFMA	BFMB	0.40	0.40	AF	2.12	3	0.01	30.91	30.50	2	0.04	28.72	28.28
15	BFMB	BFMC	0.00	10.69	AF	2.12	2 1/2	0.13	30.50	30.38	2	0.28	28.28	28.00
16	BFMC	BFMD	6.40	6.40	AF	2.12	2 1/2	0.08	30.38	23.90	2	0.17	28.00	21.44
17	BFMD	BFME	3.20	3.20	AF	1.88	2 1/2	0.04	23.90	20.67	1 1/4	0.69	21.44	17.55
18	BFME	BFMF	3.20	3.20	AF	1.64	2 1/2	0.03	20.67	17.44	1 1/4	0.53	17.55	13.81
19	BFMF	BFMG	3.20	3.20	AF	1.37	2 1/2	0.02	17.44	14.22	1 1/4	0.38	13.81	10.23
20	BFMG	BFMH	3.20	3.20	AF	1.07	2 1/2	0.01	14.22	11.01	1	0.68	10.23	6.35
21	BFMH	BFMI	3.20	3.20	AF	0.67	2 1/2	0.01	11.01	7.80	1	0.29	6.35	2.86
22	BFMI	BFMJ	0.00	0.25	AF	0.55	1 1/2	0.01	7.80	7.79	3/4	0.16	2.86	2.70
23	BFMJ	BFMK	0.00	0.21	AF	0.45	1 1/4	0.01	7.79	7.78	3/4	0.09	2.70	2.61
24	BFMK	BFML	0.00	0.88	AF	0.34	1 1/4	0.02	7.78	7.76	3/4	0.13	2.61	2.48
25	BFML	BFM	0.00	0.25	AF	0.22	1 1/4	0.00	7.76	7.75	1/2	0.18	2.48	2.30
26	BFM	BFMN	0.00	0.45	AF	0.22	1	0.01	7.75	7.74	1/2	0.24	2.30	2.06

Fuente: Elaboración propia.

Para los baños idénticos pero en pisos por debajo de éste, se usará la misma disposición de diámetros y una válvula reductora de presión para tener presiones de entrada a estos balos de 3 mca y así no salirnos del rango de 2 a 5 mca.

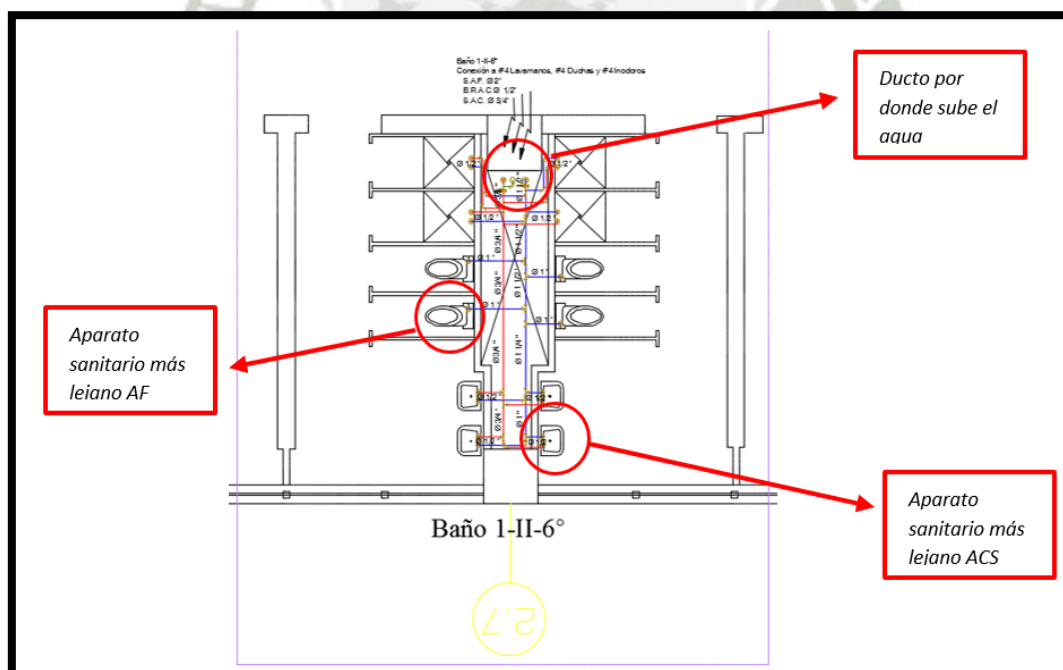
Estas 2 tablas nos ayudarán para comenzar a seleccionar los diámetros de los demás ramales.

### Zona II – Tanque calentador N° 1

En esta zona no se tienen datos del calentador, ya que tiene aproximadamente 50 años de antigüedad. Asumiremos una caída de presión en el tanque calentador de 1.5 mca.

Tanto para ACS y AF es que seleccionaremos el Baño 1-II-6<sup>o</sup>. Para el caso del ACS seleccionaremos el lavamanos en un círculo y para el caso de AF seleccionaremos el inodoro en el círculo en la gráfica siguiente.

**Figura 28**  
**Detalle Baño 1-II-6<sup>o</sup>**



**Fuente:** Elaboración propia.

Comenzaremos con el punto B, de la tabla 54 COMPARACIÓN FINAL ENTRE DISTRIBUCIÓN ANTIGUA Y PROPUESTA - BAÑO 3-III-6<sup>0</sup> - ACS. Utilizaremos 33.50 mca para el diseño anterior y 35.42 mca para el diseño propuesto como presión inicial.

Primero analizamos el agua caliente sanitaria y se observó lo siguiente:

- Se tiene un 42.01% de longitud, cuyo diámetros está mal seleccionado.

**Tabla 60**  
**Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 1-II-6<sup>0</sup> - ACS**

Longitud de mala selección	Longitud total (m)
44.87	106.82
<b>42.01%</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- En la distribución antigua y la propuesta se tiene lo siguiente:

**Tabla 61**  
**Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-6<sup>0</sup> - ACS**

Distribución Antigua		Distribución Propuesta	
Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible	Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible
Hft (mca)	Hd	Hft (mca)	Hd
13.66	6.85	8.59	8.77
<b>Optimizar diámetros</b>		<b>OK</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Se disminuyó la pérdida de carga total, optimizando los diámetros.

- Salida final de aparato sanitario. (Deberá estar entre 2 y 5 mca)

**Tabla 62**  
**Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-6<sup>o</sup> - ACS**

Distribución Antigua	Distribución Propuesta
-4.81 mca <b>(Valor negativo, no llegaba ACS al 6<sup>o</sup> piso)</b>	2.18 mca <b>(OK)</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 63**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-6<sup>o</sup> -ACS**

Número	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Punto Inicial (mca)	Punto Final (mca)			Φ (pulg)	Hf (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Punto Inicial (mca)	Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Punto Inicial (mca)	Punto Final (mca)	
1	B	C	0.00	1.39	AF+ACS	13.36	6	0.06	33.50	33.44	5	0.10	35.42	35.32
2	C	C1	0.00	42.22	AF+ACS	8.20	6	0.08	33.44	33.36	5	0.14	35.32	35.18
3	C1	C2	1.40	1.40	AF+ACS	8.20	6	0.10	33.36	31.86	5	0.15	35.18	33.63
4	C2	C3	0.00	0.64	AF+ACS	8.20	6	0.01	31.86	31.86	5	0.01	33.63	33.61
5	C3	C4	-0.10	0.10	AF+ACS	8.20	6	0.02	31.86	31.94	5	0.03	33.61	33.69
6	C4	CFGA	0.00	1.21	AF+ACS	5.53	2 1/2	0.15	31.94	31.79	2 1/2	0.11	33.69	33.57
7	CFGA	CFFA	0.00	4.05	AF+ACS	5.29	2 1/2	0.29	31.79	31.51	2 1/2	0.22	33.57	33.35
8	CFFA	CFEA	0.00	12.25	AF+ACS	5.13	2 1/2	0.68	31.51	30.82	2 1/2	0.52	33.35	32.83
9	CFEA	CFDA	0.00	0.64	AF+ACS	5.00	2 1/2	0.24	30.82	30.59	2	0.45	32.83	32.38
10	CFDA	CFDB	0.40	0.40	AF+ACS	5.00	3	0.05	30.59	30.14	2	0.20	32.38	31.78
11	CFDB	CFDC	0.00	1.58	AF+ACS	5.00	3	0.07	30.14	30.07	2	0.33	31.78	31.46
12	CFDC	CFDD	3.20	3.20	AF+ACS	5.00	3	0.10	30.07	26.76	2	0.50	31.46	27.75
13	CFDD	CCDD	0.00	0.00	ACS	3.98	3	1.50	26.76	25.26	2	1.50	27.75	26.25
14	CCDD	CCDC	-3.20	3.20	ACS	3.98	3	0.07	25.26	28.39	2	0.33	26.25	29.12
15	CCDC	CCDB	0.00	1.23	ACS	3.98	3	0.04	28.39	28.35	2	0.19	29.12	28.93
16	CCDB	CCDA	-0.40	0.40	ACS	3.98	3	0.07	28.35	28.68	2	0.28	28.93	29.05
17	CCDA	CCEA	0.00	0.64	ACS	3.81	2 1/4	0.22	28.68	28.46	2	0.27	29.05	28.78
18	CCEA	CCEB	0.40	0.40	ACS	0.53	3/4	0.27	28.46	27.79	1	0.06	28.78	28.33
19	CCEB	CCEC	0.00	2.20	ACS	0.53	3/4	0.77	27.79	27.02	1	0.16	28.33	28.17
20	CCEC	CCED	0.00	1.42	ACS	0.53	3/4	0.54	27.02	26.48	1	0.11	28.17	28.06
21	CCED	CCEE	0.00	0.50	ACS	0.53	3/4	0.29	26.48	26.19	1	0.06	28.06	28.00
22	CCEE	CCEG	22.40	22.40	ACS	0.53	3/4	6.11	26.19	-2.31	1	1.16	28.00	4.44
23	CCEG	CCEH	0.00	0.36	ACS	0.53	3/4	0.49	-2.31	-2.81	3/4	0.38	4.44	4.07
24	CCEH	CCEI	0.00	0.09	ACS	0.47	3/4	0.32	-2.81	-3.13	3/4	0.24	4.07	3.82
25	CCEI	CCEJ	0.00	0.06	ACS	0.41	3/4	0.24	-3.13	-3.37	3/4	0.19	3.82	3.64
26	CCEJ	CCEK	0.00	0.19	ACS	0.34	3/4	0.19	-3.37	-3.56	3/4	0.15	3.64	3.49
27	CCEK	CCEL	0.00	2.64	ACS	0.27	3/4	0.31	-3.56	-3.87	3/4	0.24	3.49	3.25
28	CCEL	CCEM	0.00	0.19	ACS	0.22	3/4	0.08	-3.87	-3.95	3/4	0.07	3.25	3.19
29	CCEM	CCEN	0.00	0.51	ACS	0.17	3/4	0.06	-3.95	-4.01	1/2	0.27	3.19	2.92
30	CCEN	CCEO	0.00	0.15	ACS	0.11	1/2	0.05	-4.01	-4.07	1/2	0.04	2.92	2.88
31	CCEO	CCEP	0.00	0.61	ACS	0.11	1/2	0.10	-4.07	-4.16	1/2	0.08	2.88	2.80
32	CCEP	CCEQ	0.55	0.55	ACS	0.11	1/2	0.09	-4.16	-4.81	1/2	0.07	2.80	2.18

**Fuente:** Elaboración propia.

Ahora analizamos el agua fría. Comenzamos el cálculo con el punto CFEA de la tabla 61, con el cual tenemos una presión de 30.82 mca para el diseño anterior y 32.83 mca para el diseño propuesto.

- Se tiene un 97.80% de longitud, cuyo diámetros está mal seleccionado.

**Tabla 64**  
**Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 1-II-6<sup>o</sup> - AF**

Longitud de mala selección	Longitud total (m)
28.85	29.50
<b>97.80%</b>	

**Fuente:** Elaboración propia.

- En la distribución antigua y la propuesta se tiene lo siguiente:

**Tabla 65**  
**Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-6<sup>o</sup> - AF**

Distribución Antigua		Distribución Propuesta	
Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible	Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible
Hft (mca)	Hd	Hft (mca)	Hd
0.35	6.02	4.97	8.03
<b>OK</b>		<b>OK</b>	

**Fuente:** Elaboración propia.

Se disminuyó la pérdida de carga total, optimizando los diámetros.

- Salida final de aparato sanitario. (Deberá estar entre 2 y 5 mca).

**Tabla 66**

**Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-6<sup>0</sup> - AF**

Distribución Antigua	Distribución Propuesta
7.67 mca <b>(Está sobre lo normal, presión alta)</b>	5.06 mca <b>(OK – Valor ligeramente mayor a 5 mca)</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 67**

**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II**

Número	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Punto Inicial (mca)	Punto Final (mca)			Φ (pulg)	Hf (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Punto Inicial (mca)	Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Punto Inicial (mca)	Punto Final (mca)	
1	CFEA	CFEB	0.40	0.40	AF	0.86	2	0.01	30.82	30.41	1	0.14	32.83	32.29
2	CFEB	CFEC	0.00	2.20	AF	0.86	2	0.02	30.41	30.39	1	0.38	32.29	31.91
3	CFEC	CFED	0.00	1.42	AF	0.86	2	0.02	30.39	30.37	1	0.26	31.91	31.65
4	CFED	CFEE	0.00	0.15	AF	0.86	2	0.01	30.37	30.36	1	0.10	31.65	31.55
5	CFEE	CFEG	22.40	22.40	AF	0.86	2	0.13	30.36	7.83	1	2.84	31.55	6.30
6	CFEG	CFEH	0.00	0.17	AF	0.86	1 1/2	0.02	7.83	7.81	1	0.08	6.30	6.22
7	CFEH	CFEI	0.00	0.08	AF	0.82	1 1/2	0.03	7.81	7.78	1	0.09	6.22	6.13
8	CFEI	CFEJ	0.00	0.26	AF	0.77	1 1/2	0.02	7.78	7.76	1	0.08	6.13	6.06
9	CFEJ	CFEK	0.00	0.14	AF	0.72	1 1/2	0.02	7.76	7.75	1	0.06	6.06	6.00
10	CFEK	CFEL	0.00	0.63	AF	0.67	1 1/2	0.02	7.75	7.72	1	0.09	6.00	5.91
11	CFEL	CFEM	0.00	0.24	AF	0.59	1 1/2	0.01	7.72	7.71	3/4	0.16	5.91	5.76
12	CFEM	CFEN	0.00	0.51	AF	0.49	1 1/2	0.03	7.71	7.69	3/4	0.34	5.76	5.42
13	CFEN	CFEO	0.00	0.90	AF	0.22	1	0.02	7.69	7.67	1/2	0.36	5.42	5.06

Fuente: Elaboración propia.

Para los baños idénticos pero en pisos por debajo de éste, se usará la misma disposición de diámetros y una válvula reductora de presión para tener presiones de entrada a estos balos de 3 mca y así no salirnos del rango de 2 a 5 mca.

Para esta zona evaluaremos un punto más, ya que es uno de los más alejados horizontalmente y llega hasta el 5to piso.

Analizaremos el baño 2-II-5<sup>0</sup>, el cual solo cuenta con ingreso de AF, por lo que comenzaremos con el punto C3. Según la tabla 61 COMPARACIÓN FINAL ENTRE

DISTRIBUCIÓN ANTIGUA Y PROPUESTA - BAÑO 1-II-6<sup>0</sup> - ACS, las presiones anterior y nueva son: 31.86 mca y 33.61 mca, respectivamente.

- Se tiene un 49.13% de longitud, cuyo diámetros está mal seleccionado.

**Tabla 68**  
**Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 2-II-5<sup>0</sup> - AF**

Longitud de mala selección	Longitud total (m)
23.44	47.71
<b>49.13%</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- En la distribución antigua y la propuesta se tiene lo siguiente:

**Tabla 69**  
**Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 2-II-5<sup>0</sup> - AF**

Distribución Antigua		Distribución Propuesta	
Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible	Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible
Hft (mca)	Hd	Hft (mca)	Hd
1.53	10.26	9.81	12.01
<b>OK</b>		<b>OK</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- Salida final de aparato sanitario. (Deberá estar entre 2 y 5 mca)

**Tabla 70**  
**Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 2-II-5<sup>0</sup> - AF**

Distribución Antigua	Distribución Propuesta
10.73 mca <b>(Está sobre lo normal, presión alta)</b>	4.20 mca <b>(OK)</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 71**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-II-5<sup>0</sup> - AF**

Número	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transportar	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	C3	CFHA	0.00	1.96	AF	6.77	3	0.30	31.86	31.56	2 1/2	0.49	33.61	33.12
2	CFHA	CFIA	0.00	1.06	AF	6.16	3	0.08	31.56	31.48	2 1/2	0.13	33.12	32.99
3	CFIA	CFJA	0.00	2.78	AF	6.05	3	0.12	31.48	31.36	2	0.60	32.99	32.39
4	CFJA	CFKA	0.00	4.41	AF	5.73	3	0.15	31.36	31.20	2	0.78	32.39	31.61
5	CFKA	CFLA	0.00	5.87	AF	5.37	2 3/4	0.30	31.20	30.90	2	1.01	31.61	30.61
6	CFLA	CFMA	0.00	1.84	AF	3.69	2 1/2	0.09	30.90	30.81	2	0.18	30.61	30.42
7	CFMA	CFNA	0.00	2.67	AF	2.93	2 1/2	0.12	30.81	30.69	1 1/2	0.90	30.42	29.52
8	CFNA	CFNB	0.40	0.40	AF	1.84	2 1/2	0.02	30.69	30.27	1 1/4	0.22	29.52	28.90
9	CFNB	CFNC	0.00	2.30	AF	1.84	2 1/2	0.03	30.27	30.24	1 1/4	0.57	28.90	28.33
10	CFNC	CFND	3.20	3.20	AF	1.84	2 1/2	0.03	30.24	27.01	1 1/4	0.66	28.33	24.47
11	CFND	CFNE	3.20	3.20	AF	1.84	2 1/2	0.03	27.01	23.77	1 1/4	0.66	24.47	20.61
12	CFNE	CFNF	3.20	3.20	AF	1.84	2 1/2	0.03	23.77	20.54	1 1/4	0.66	20.61	16.75
13	CFNF	CFNG	3.20	3.20	AF	1.51	2 1/2	0.02	20.54	17.32	1 1/4	0.46	16.75	13.09
14	CFNG	CFNH	3.20	3.20	AF	1.15	2 1/2	0.01	17.32	14.10	1	0.78	13.09	9.11
15	CFNH	CFNI	3.20	3.20	AF	0.72	2	0.02	14.10	10.88	1	0.35	9.11	5.56
16	CFNI	CFNJ	0.00	0.94	AF	0.72	1 1/2	0.04	10.88	10.84	1	0.16	5.56	5.40
17	CFNJ	CFNK	0.00	0.13	AF	0.72	1 1/2	0.02	10.84	10.83	1	0.06	5.40	5.34
18	CFNK	CFNL	0.00	0.77	AF	0.64	1 1/2	0.02	10.83	10.81	1	0.09	5.34	5.25
19	CFNL	CFNM	0.00	0.77	AF	0.55	1 1/2	0.02	10.81	10.79	3/4	0.25	5.25	5.00
20	CFNM	CFNN	0.00	0.77	AF	0.45	1 1/2	0.01	10.79	10.78	3/4	0.18	5.00	4.82
21	CFNN	CFNO	0.00	0.77	AF	0.34	1 1/4	0.01	10.78	10.77	3/4	0.11	4.82	4.72
22	CFNO	CFNP	0.00	0.77	AF	0.22	1	0.02	10.77	10.75	1/2	0.32	4.72	4.39
23	CFNP	CFNQ	0.00	0.30	AF	0.22	1	0.01	10.75	10.73	1/2	0.19	4.39	4.20

Fuente: Elaboración propia.

Ahora analizaremos el tercer tramo más largo, hacia el baño 2-VI-1<sup>0</sup>, donde tenemos consumo de ACS y AF. Utilizaremos los siguientes puntos:

**Tabla 72**  
**Baño 2-VI-1<sup>o</sup> - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	CCEA	28.46	28.78
AF	CFMA	30.81	30.42

Fuente: Elaboración propia.

Para el ACS:

- Se tiene un 9.79% de longitud, cuyo diámetros está mal seleccionado.

**Tabla 73**  
**Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 2-VI-1<sup>o</sup>- ACS**

Longitud de mala selección	Longitud total (m)
6.74	68.84
<b>9.79%</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- En la distribución antigua y la propuesta se tiene lo siguiente:

**Tabla 74**  
**Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VI-1<sup>o</sup>- ACS**

Distribución Antigua		Distribución Propuesta	
Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible	Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible
Hft (mca)	Hd	Hft (mca)	Hd
4.46	18.71	9.46	19.03
<b>OK</b>		<b>OK</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- Salida final de aparato sanitario. (Deberá estar entre 2 y 5 mca)

**Tabla 75**  
**Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VI-1<sup>o</sup>- ACS**

Distribución Antigua	Distribución Propuesta
16.25 mca <b>(Está sobre lo normal, presión alta)</b>	2.69 mca <b>(OK – Se usó válvula reductora)</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 76**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VI-1<sup>o</sup>- ACS**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática H (m)	Longitud L (m)	Tipo de Agua a Transport ACS o AF	Caudal Q (lt/s)	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro Φ (pulg)	Pérdida de Carga Hf (mca)	Presiones		Diámetro Φ (pulg)	Pérdida de Carga Hf (mca)	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
1	CCEA	CCFA	0.00	12.06	ACS	3.87	2 1/4	0.66	28.46	27.80	2	0.89	28.78	27.89
2	CCFA	CCGA	0.00	4.24	ACS	3.80	2 1/4	0.26	27.80	27.53	2	0.35	27.89	27.53
3	CCGA	CCHA	0.00	2.47	ACS	3.71	2 1/4	0.17	27.53	27.36	2	0.23	27.53	27.31
4	CCHA	CCIA	0.00	1.57	ACS	3.43	2 1/4	0.11	27.36	27.25	2	0.15	27.31	27.16
5	CCIA	CCJA	0.00	2.97	ACS	3.35	2 1/4	0.16	27.25	27.09	1 1/2	0.82	27.16	26.34
6	CCJA	CCKA	0.00	4.41	ACS	3.08	2 1/4	0.18	27.09	26.91	1 1/2	0.96	26.34	25.38
7	CCKA	CCLA	0.00	5.17	ACS	2.58	2 1/4	0.18	26.91	26.73	1 1/2	0.91	25.38	24.47
8	CCLA	CCMA	0.00	2.44	ACS	1.37	2	0.08	26.73	26.65	1 1/2	0.21	24.47	24.26
9	CCMA	CCMB	0.40	0.40	ACS	0.67	1	0.11	26.65	26.14	1	0.09	24.26	23.77
10	CCMB	CCOA	0.00	7.18	ACS	0.67	1	0.78	26.14	25.36	1	0.60	23.77	23.18
11	CCOA	CCPA	0.00	7.99	ACS	0.50	1	0.57	25.36	24.79	3/4	1.73	23.18	21.45
12	CCPA	CCPB	0.40	0.40	ACS	0.27	3/4	0.08	24.79	24.32	3/4	0.06	21.45	20.99
13	CCPB	CCPC	0.00	2.43	ACS	0.27	3/4	0.23	24.32	24.09	3/4	0.18	20.99	20.82
14	CCPC	CCPD	6.40	6.40	ACS	0.27	3/4	0.53	24.09	17.15	3/4	0.41	20.82	14.01
15	CCPD	CCPE	0.00	1.42	ACS	0.27	3/4	0.16	17.15	16.99	3/4	0.12	14.01	5.00
16	CCPE	CCPF	0.00	1.09	ACS	0.27	1 1/4	0.01	16.99	16.98	3/4	0.09	5.00	4.91
17	CCPF	CCPG	0.00	0.30	ACS	0.22	1 1/4	0.01	16.98	16.97	1/2	0.21	4.91	4.71
18	CCPG	CCPH	0.00	2.44	ACS	0.22	1	0.04	16.97	16.93	1/2	0.81	4.71	3.90
19	CCPH	CCPI	0.00	1.26	ACS	0.17	3/4	0.09	16.93	16.85	1/2	0.40	3.90	3.50
20	CCPI	CCPJ	0.00	0.87	ACS	0.11	3/4	0.02	16.85	16.83	1/2	0.09	3.50	3.40
21	CCPJ	CCPK	0.00	0.78	ACS	0.11	3/4	0.02	16.83	16.81	1/2	0.09	3.40	3.31
22	CCPK	CCPL	0.55	0.55	ACS	0.11	3/4	0.01	16.81	16.25	1/2	0.07	3.31	2.69

Fuente: Elaboración propia.

Para el AF:

- Se tiene un 10.11% de longitud, cuyo diámetros está mal seleccionado.

**Tabla 77**  
**Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 2-VI-1<sup>o</sup>- AF**

Longitud de mala selección	Longitud total (m)
3.44	34.02
<b>10.11%</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- En la distribución antigua y la propuesta se tiene lo siguiente:

**Tabla 78**  
**Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VI-1<sup>o</sup>- AF**

Distribución Antigua		Distribución Propuesta	
Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible	Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible
Hft (mca)	Hd	Hft (mca)	Hd
1.15	21.06	4.74	20.67
<b>OK</b>		<b>OK</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- Salida final de aparato sanitario. (Deberá estar entre 2 y 5 mca)

**Tabla 79**  
**Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VI-1<sup>o</sup> - AF**

Distribución Antigua	Distribución Propuesta
21.91 mca <b>(Está sobre lo normal, presión alta)</b>	2.85 mca <b>(OK – Se usó válvula reductora)</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 80**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VI**

Número	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transportar	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	CFMA	CFMB	0.40	0.40	AF	1.59	2	0.03	30.81	30.38	1 1/2	0.08	30.42	29.94
2	CFMB	CFPA	0.00	7.68	AF	1.59	2	0.15	30.38	30.23	1 1/2	0.46	29.94	29.48
3	CFPA	CFQA	0.00	0.11	AF	1.44	2	0.02	30.23	30.21	1 1/2	0.04	29.48	29.44
4	CFQA	CFRA	0.00	7.58	AF	1.37	2	0.14	30.21	30.07	1 1/2	0.42	29.44	29.02
5	CFRA	CFRB	0.40	0.40	AF	0.75	1 1/2	0.03	30.07	29.64	1	0.11	29.02	28.51
6	CFRB	CFRC	0.00	2.68	AF	0.75	1 1/2	0.07	29.64	29.57	1	0.34	28.51	28.17
7	CFRC	CFRD	6.40	6.40	AF	0.75	1 1/2	0.13	29.57	23.04	1	0.68	28.17	21.09
8	CFRD	CFRE	0.00	1.57	AF	0.75	1 1/2	0.08	23.04	22.96	1	1.02	21.09	5.00
9	CFRE	CFRF	0.00	1.11	AF	0.49	1 1/4	0.03	22.96	22.92	3/4	0.27	5.00	4.73
10	CFRF	CFRG	0.00	0.30	AF	0.46	1 1/4	0.02	22.92	22.90	3/4	0.14	4.73	4.59
11	CFRG	CFRH	0.00	2.50	AF	0.46	1	0.15	22.90	22.76	3/4	0.45	4.59	4.14
12	CFRH	CFRI	0.00	0.15	AF	0.42	3/4	0.16	22.76	22.59	3/4	0.13	4.14	4.02
13	CFRI	CFRJ	0.00	1.08	AF	0.17	3/4	0.08	22.59	22.51	1/2	0.37	4.02	3.65
14	CFRJ	CFRK	0.00	0.87	AF	0.11	3/4	0.02	22.51	22.49	1/2	0.09	3.65	3.55
15	CFRK	CFRL	0.00	0.64	AF	0.11	3/4	0.02	22.49	22.47	1/2	0.08	3.55	3.48
16	CFRL	CFRM	0.55	0.55	AF	0.11	3/4	0.01	22.47	21.91	1/2	0.07	3.48	2.85

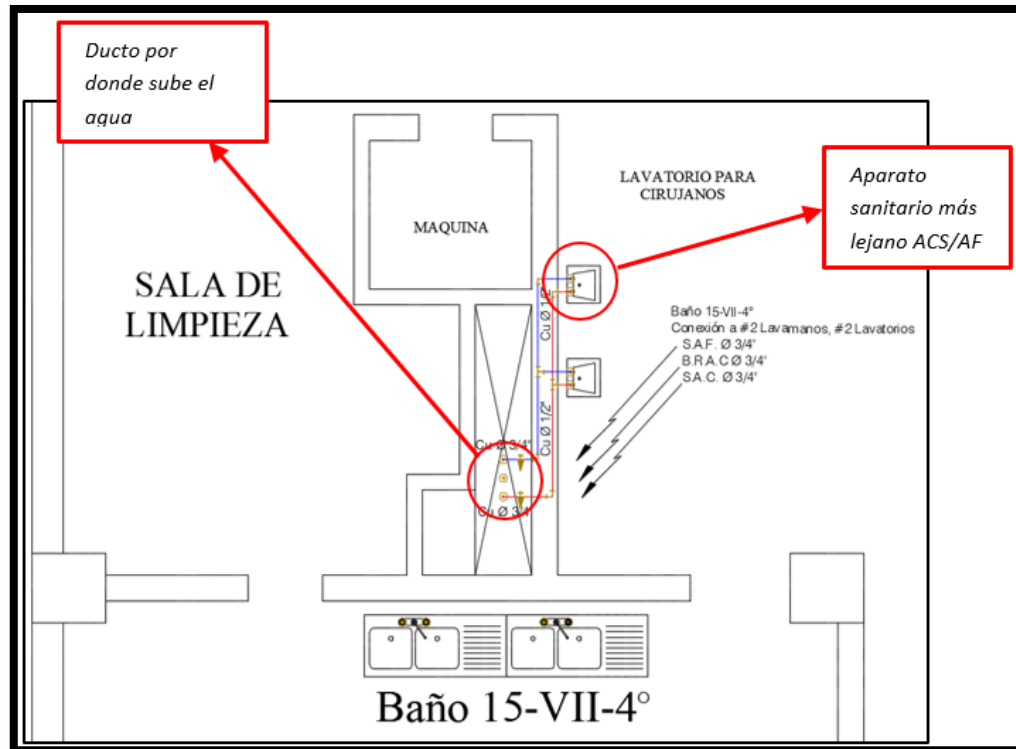
Fuente: Elaboración propia.

### Zona VII - Tanque calentador N° 2

En esta zona no se tienen datos del calentador, ya que tiene aproximadamente 50 años de antigüedad. Asumiremos una caída de presión en el tanque calentador de 1.5 mca.

Tanto para ACS y AF es que seleccionaremos el Baño 15-VII-4<sup>o</sup>. Para ambos casos (ACS/AF) seleccionaremos el lavamanos en un círculo.

**Figura 29**  
**Detalle baño 15-VII-4°**



Fuente: Elaboración propia.

Comenzaremos con el punto C, de la Tabla 61: Comparación Final entre Distribución Antigua y Propuesta - Baño 1-II-6° - ACS. Utilizaremos 33.44 mca para el diseño anterior y 35.32 mca para el diseño propuesto como presión inicial.

Primero analizamos el agua caliente sanitaria y se observó lo siguiente:

- Se tiene un 36.50% de longitud, cuyo diámetros está mal seleccionado.

**Tabla 81**  
**Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 15-VII-4<sup>o</sup>- ACS**

Longitud de mala selección	Longitud total (m)
34.67	94.98
<b>36.50%</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- En la distribución antigua y la propuesta se tiene lo siguiente:

**Tabla 82**  
**Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 15-VII-4<sup>o</sup>- ACS**

Distribución Antigua		Distribución Propuesta	
Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible	Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible
Hft (mca)	Hd	Hft (mca)	Hd
5.25	13.19	14.21	15.07
<b>OK</b>		<b>OK</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Se disminuyó la pérdida de carga total, optimizando los diámetros.

- Salida final de aparato sanitario. (Deberá estar entre 2 y 5 mca)

**Tabla 83**  
**Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 15-VII-4<sup>o</sup> - ACS**

Distribución Antigua	Distribución Propuesta
9.94 mca  (Está bajo lo normal, presión baja)	2.86 mca  (OK)

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 84**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 15-VII-4<sup>o</sup> - ACS**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática H (m)	Longit ud L (m)	Tipo de Agua a Transpor tarse ACS o AF	Cauda l Q (lt/s)	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetr o Φ (pulg)	Pérdid a de Carga Hf (mca)	Presiones		Diámetr o Φ (pulg)	Pérdid a de Carga Hf (mca)	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
1	C	D1	0.00	29.71	AF+ACS	8.54	6	0.07	33.44	33.37	3	1.37	35.32	33.95
2	D1	D2	1.30	1.30	AF+ACS	8.54	6	0.10	33.37	31.97	2 1/2	2.39	33.95	30.26
3	D2	D3	0.00	23.69	AF+ACS	8.54	4 3/4	0.15	31.97	31.82	2 1/2	2.49	30.26	27.77
4	D3	D5	0.00	4.68	AF+ACS	8.51	4 1/2	0.09	31.82	31.73	2 1/2	0.89	27.77	26.89
5	D5	D6	0.40	0.40	AF+ACS	6.19	3 1/2	0.04	31.73	31.29	2 1/2	0.12	26.89	26.37
6	D6	D9	0.00	1.33	AF+ACS	6.19	3 1/2	0.05	31.29	31.24	2 1/2	0.17	26.37	26.21
7	D9	D10	3.20	3.20	AF+ACS	6.19	3 1/2	0.13	31.24	27.91	2 1/2	0.41	26.21	22.59
8	D10	D11	0.00	0.00	ACS	4.59	3 1/2	1.50	27.91	26.41	2	1.50	22.59	21.09
9	D11	D12	-3.20	3.20	ACS	4.30	3 1/2	0.04	26.41	29.57	2	0.38	21.09	23.91
###	D12	DCPB	0.00	0.79	ACS	4.30	3 1/2	0.02	29.57	29.55	2	0.18	23.91	23.73
###	DCPB	DCPA	-0.40	0.40	ACS	4.30	3 1/2	0.04	29.55	29.90	2	0.32	23.73	23.81
###	DCPA	DCQ	0.00	0.88	ACS	2.76	2 1/2	0.03	29.90	29.87	2	0.07	23.81	23.74
###	DCQ	DCRA	0.00	2.01	ACS	2.71	2 1/2	0.05	29.87	29.82	2	0.11	23.74	23.63
###	DCRA	DCRB	0.40	0.40	ACS	0.60	1 1/4	0.08	29.82	29.34	1	0.13	23.63	23.09
###	DCRB	DCRC	0.00	0.95	ACS	0.60	1 1/4	0.05	29.34	29.29	1	0.11	23.09	22.99
###	DCRC	DCR	6.40	6.40	ACS	0.60	1 1/4	0.24	29.29	22.64	1	0.52	22.99	16.07
###	DCR	DCRE	3.20	3.20	ACS	0.45	1	0.19	22.64	19.26	3/4	0.58	16.07	12.30
###	DCRE	DCRF	0.00	1.12	ACS	0.45	3/4	0.52	19.26	18.74	3/4	0.40	12.30	11.90
###	DCRF	DCR	0.00	1.81	ACS	0.37	3/4	0.32	18.74	18.41	3/4	0.25	11.90	11.65
###	DCR	DCR	3.20	3.20	ACS	0.37	3/4	0.62	18.41	14.60	3/4	0.47	11.65	7.98
###	DCR	DCRI	3.20	3.20	ACS	0.17	3/4	0.12	14.60	11.27	1/2	0.64	7.98	4.14
###	DCRI	DCRJ	0.00	0.46	ACS	0.17	3/4	0.03	11.27	11.24	1/2	0.15	4.14	3.99
###	DCRJ	DCRK	0.00	1.05	ACS	0.17	1/2	0.47	11.24	10.77	1/2	0.36	3.99	3.62
###	DCRK	DCRL	0.00	0.88	ACS	0.11	1/2	0.12	10.77	10.64	1/2	0.10	3.62	3.53
###	DCRL	DCR	0.00	0.17	ACS	0.11	1/2	0.06	10.64	10.59	1/2	0.04	3.53	3.48
###	DCR	DCR	0.55	0.55	ACS	0.11	1/2	0.09	10.59	9.94	1/2	0.07	3.48	2.86
###														

Fuente: Elaboración propia.

Ahora analizamos el agua fría. Comenzamos el cálculo con el punto D5 de la tabla 82, donde tomaremos 31.73 mca de presión para el diseño anterior y 26.89 mca para el diseño propuesto.

- Se tiene un 53.95% de longitud, cuyo diámetros está mal seleccionado.

**Tabla 85**  
**Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 15-VII-4<sup>o</sup> - AF**

Longitud de mala selección	Longitud total (m)
14.83	27.49
<b>53.95%</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- En la distribución antigua y la propuesta se tiene lo siguiente:

**Tabla 86**  
**Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 15-VII-4<sup>o</sup> - AF**

Distribución Antigua		Distribución Propuesta	
Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible	Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible
Hft (mca)	Hd	Hft (mca)	Hd
1.42	12.78	6.62	7.94
<b>OK</b>		<b>OK</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Se disminuyó la pérdida de carga total, optimizando los diámetros.

- Salida final de aparato sanitario. (Deberá estar entre 2 y 5 mca)

**Tabla 87**  
**Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 15-VII-4<sup>0</sup> - AF**

Distribución Antigua	Distribución Propuesta
13.36 mca <b>(Está sobre lo normal, presión alta)</b>	3.32 mca <b>(OK)</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 88**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 15-VII-4<sup>0</sup> - AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	D5	D7	0.00	0.27	AF	6.95	4	0.05	31.73	31.68	2 1/2	0.22	26.89	26.67
2	D7	D8	0.40	0.40	AF	6.95	4	0.03	31.68	31.25	2 1/2	0.14	26.67	26.13
3	D8	DFPB	0.00	0.19	AF	6.95	4	0.03	31.25	31.23	2 1/2	0.13	26.13	26.00
4	DFPB	DFPA	-0.40	0.40	AF	6.95	4	0.06	31.23	31.56	2 1/2	0.32	26.00	26.08
5	DFPA	DFQA	0.00	0.88	AF	4.40	2 3/4	0.06	31.56	31.51	2	0.17	26.08	25.91
6	DFQA	DFRA	0.00	1.83	AF	4.34	2 3/4	0.15	31.51	31.36	2	0.45	25.91	25.46
7	DFRA	DFRB	0.40	0.40	AF	0.60	2	0.01	31.36	30.95	3/4	0.26	25.46	24.80
8	DFRB	DFRC	0.00	1.30	AF	0.60	2	0.01	30.95	30.94	3/4	0.52	24.80	24.28
9	DFRC	DFRD	6.40	6.40	AF	0.60	2	0.02	30.94	24.52	3/4	1.76	24.28	16.13
10	DFRD	DFRE	3.20	3.20	AF	0.45	1 3/4	0.01	24.52	21.31	3/4	0.58	16.13	12.35
11	DFRE	DFRF	0.00	1.32	AF	0.45	1	0.10	21.31	21.21	3/4	0.28	12.35	12.07
12	DFRF	DFRG	0.00	1.61	AF	0.37	1	0.08	21.21	21.13	3/4	0.23	12.07	11.85
13	DFRG	DFRH	3.20	3.20	AF	0.37	1	0.12	21.13	17.81	3/4	0.37	11.85	8.28
14	DFRH	DFRI	3.20	3.20	AF	0.17	3/4	0.12	17.81	14.49	1/2	0.64	8.28	4.44
15	DFRI	DFRJ	0.00	0.33	AF	0.17	3/4	0.03	14.49	14.45	1/2	0.15	4.44	4.29
16	DFRJ	DFRK	0.00	0.83	AF	0.17	1/2	0.26	14.45	14.19	1/2	0.20	4.29	4.09
17	DFRK	DFRL	0.00	0.88	AF	0.11	1/2	0.12	14.19	14.07	1/2	0.10	4.09	3.99
18	DFRL	DFRM	0.00	0.30	AF	0.11	1/2	0.07	14.07	14.00	1/2	0.05	3.99	3.94
19	DFRM	DFRN	0.55	0.55	AF	0.11	1/2	0.09	14.00	13.36	1/2	0.07	3.94	3.32

Fuente: Elaboración propia.

Para los baños idénticos pero en pisos por debajo de éste, se usará la misma disposición de diámetros y una válvula reductora de presión para tener presiones de entrada a estos balos de 3 mca y así no salirnos del rango de 2 a 5 mca.

Ahora analizaremos el tercer tramo más largo, hacia el baño 1-VII-4<sup>0</sup>, donde tenemos consumo de ACS y AF. Utilizaremos los siguientes puntos:

**Tabla 89**  
**Baño 1-VII-4<sup>o</sup> - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	DCPA	29.90	23.81
AF	DFPA	31.06	26.08

Fuente: Elaboración propia.

Para el ACS:

- Se tiene un 15.41% de longitud, cuyo diámetros está mal seleccionado.

**Tabla 90**  
**Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 1-VII-4<sup>o</sup>- ACS**

Longitud de mala selección	Longitud total (m)
11.33	73.53
<b>15.41%</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- En la distribución antigua y la propuesta se tiene lo siguiente:

**Tabla 91**  
**Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 1-VII-4<sup>o</sup>- ACS**

Distribución Antigua		Distribución Propuesta	
Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible	Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible
Hft (mca)	Hd	Hft (mca)	Hd
1.70	10.95	4.83	4.86
<b>OK</b>		<b>OK</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- Salida final de aparato sanitario. (Deberá estar entre 2 y 5 mca)

**Tabla 92**  
**Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 1-VII-4<sup>0</sup> - ACS**

Distribución Antigua	Distribución Propuesta
11.25 mca <b>(Está sobre lo normal, presión alta)</b>	2.03 mca <b>(OK)</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 93**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-VII-4<sup>0</sup> - ACS**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Punto Inicial (mca)	Punto Final (mca)			Φ (pulg)	Hf (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Punto Inicial (mca)	Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Punto Inicial (mca)	Punto Final (mca)	
1	DCPA	DCOA	0.00	2.76	ACS	2.65	3	0.06	29.90	29.84	2	0.25	23.81	23.56
2	DCOA	DCNA	0.00	3.23	ACS	2.48	2 3/4	0.04	29.84	29.80	2	0.13	23.56	23.43
3	DCNA	DCMA	0.00	2.17	ACS	2.30	2 3/4	0.03	29.80	29.78	2	0.08	23.43	23.35
4	DCMA	DCLA	0.00	5.09	ACS	2.09	2 1/2	0.06	29.78	29.72	2	0.13	23.35	23.21
5	DCLA	DCKA	0.00	3.83	ACS	2.05	2 1/2	0.05	29.72	29.67	2	0.10	23.21	23.11
6	DCKA	DCJA	0.00	1.94	ACS	2.01	2 1/2	0.03	29.67	29.64	2	0.06	23.11	23.05
7	DCJA	DCIA	0.00	3.46	ACS	1.85	2 1/4	0.06	29.64	29.58	2	0.08	23.05	22.97
8	DCIA	DCHA	0.00	1.56	ACS	1.76	2 1/4	0.03	29.58	29.55	2	0.04	22.97	22.93
9	DCHA	DCGA	0.00	1.82	ACS	1.68	2 1/4	0.03	29.55	29.52	2	0.04	22.93	22.88
10	DCGA	DCFA	0.00	3.49	ACS	1.64	2 1/4	0.05	29.52	29.47	2	0.06	22.88	22.82
11	DCFA	DCEA	0.00	1.83	ACS	1.60	2	0.05	29.47	29.42	1 1/2	0.15	22.82	22.67
12	DCEA	DCDA	0.00	3.57	ACS	1.56	2	0.08	29.42	29.34	1 1/2	0.23	22.67	22.44
13	DCDA	DCCA	0.00	1.13	ACS	1.44	2	0.03	29.34	29.31	1 1/2	0.09	22.44	22.35
14	DCCA	DCBA	0.00	5.23	ACS	1.34	1 3/4	0.15	29.31	29.16	1 1/2	0.24	22.35	22.12
15	DCBA	DCAA	0.00	3.32	ACS	0.77	1 1/2	0.11	29.16	29.05	1 1/2	0.09	22.12	22.03
16	DCAA	DCAB	0.40	0.40	ACS	0.71	1 1/2	0.02	29.05	28.62	1	0.09	22.03	21.54
17	DCAB	DCAC	0.00	7.53	ACS	0.71	1 1/2	0.14	28.62	28.49	1	0.72	21.54	20.81
18	DCAC	DCAD	0.00	2.19	ACS	0.71	1 1/2	0.05	28.49	28.43	1	0.25	20.81	20.56
19	DCAD	DCAE	3.20	3.20	ACS	0.71	1 1/2	0.06	28.43	25.17	1	0.32	20.56	17.04
20	DCAE	DCAF	3.20	3.20	ACS	0.63	1 1/2	0.05	25.17	21.92	1	0.25	17.04	13.59
21	DCAF	DCAG	3.20	3.20	ACS	0.57	1 1/2	0.04	21.92	18.68	1	0.21	13.59	10.18
22	DCAG	DCAH	3.20	3.20	ACS	0.43	1 1/2	0.03	18.68	15.45	3/4	0.50	10.18	6.48
23	DCAH	DCAI	3.20	3.20	ACS	0.27	1 1/2	0.02	15.45	12.24	3/4	0.27	6.48	3.01
24	DCAI	DCAJ	0.00	0.27	ACS	0.27	1 1/2	0.01	12.24	12.23	3/4	0.10	3.01	2.91
25	DCAJ	DCAK	0.00	0.68	ACS	0.11	1/2	0.11	12.23	12.11	1/2	0.09	2.91	2.82
26	DCAK	DCAL	0.00	1.29	ACS	0.11	1/2	0.16	12.11	11.95	1/2	0.13	2.82	2.70
27	DCAL	DCAM	0.00	0.19	ACS	0.11	1/2	0.06	11.95	11.89	1/2	0.04	2.70	2.65
28	DCAM	DCAN	0.55	0.55	ACS	0.11	1/2	0.09	11.89	11.25	1/2	0.07	2.65	2.03

Fuente: Elaboración propia.

Para el AF:

- Se tiene un 65.86% de longitud, cuyo diámetros está mal seleccionado.

**Tabla 94**  
**Porcentaje de mala selección de diámetros - baño 1-VII-4<sup>o</sup>- AF**

Longitud de mala selección	Longitud total (m)
48.50	73.64
<b>65.86%</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- En la distribución antigua y la propuesta se tiene lo siguiente:

**Tabla 95**  
**Comparación de pérdida de carga entre distribución antigua y propuesta - baño 1-VII-4<sup>o</sup>- AF**

Distribución Antigua		Distribución Propuesta	
Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible	Pérdida de Carga Total	Pérdida de Carga Disponible
Hft (mca)	Hd	Hft (mca)	Hd
1.37	12.11	7.04	7.13
<b>OK</b>		<b>OK</b>	

Fuente: Elaboración propia.

- Salida final de aparato sanitario. (Deberá estar entre 2 y 5 mca)

**Tabla 96**  
**Comparación de salida final de aparato sanitario entre distribución antigua y propuesta - baño 1-VII-4<sup>o</sup> - AF**

Distribución Antigua	Distribución Propuesta
12.74 mca	2.06 mca
(Está sobre lo normal, presión alta)	(OK)

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 97**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-VII-4<sup>o</sup>- AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
	De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)			Φ (pulg)	Hf (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
1	DFPA	DFOA	0.00	2.76	AF	4.15	4	0.04	31.06	31.02	3	0.10	26.08	25.98
2	DFOA	DFNA	0.00	3.23	AF	4.01	3 3/4	0.02	31.02	31.00	3	0.05	25.98	25.93
3	DFNA	DFMA	0.00	2.17	AF	3.87	3 3/4	0.02	31.00	30.98	3	0.04	25.93	25.89
4	DFMA	DFLA	0.00	5.09	AF	3.64	3 1/2	0.04	30.98	30.94	3	0.06	25.89	25.84
5	DFLA	DFKA	0.00	3.83	AF	3.61	3 1/2	0.03	30.94	30.91	3	0.05	25.84	25.79
6	DFKA	DFJA	0.00	1.94	AF	3.58	3 1/2	0.02	30.91	30.90	2	0.18	25.79	25.61
7	DFJA	DFIA	0.00	3.46	AF	3.45	3 1/4	0.03	30.90	30.86	2	0.25	25.61	25.36
8	DFIA	DFHA	0.00	1.56	AF	3.31	3 1/4	0.02	30.86	30.84	2	0.14	25.36	25.23
9	DFHA	DFGA	0.00	1.82	AF	3.18	3 1/4	0.02	30.84	30.82	2	0.14	25.23	25.09
10	DFGA	DFFA	0.00	3.49	AF	3.15	3 1/4	0.03	30.82	30.79	2	0.21	25.09	24.88
11	DFFA	DFEA	0.00	1.83	AF	3.04	3	0.03	30.79	30.76	2	0.13	24.88	24.75
12	DFEA	DFDA	0.00	3.57	AF	3.00	3	0.04	30.76	30.72	2	0.20	24.75	24.55
13	DFDA	DFCA	0.00	1.13	AF	2.62	3	0.02	30.72	30.71	1 1/2	0.27	24.55	24.28
14	DFCA	DFBA	0.00	5.23	AF	2.55	2 1/2	0.09	30.71	30.62	1 1/2	0.78	24.28	23.49
15	DFBA	DFAA	0.00	3.32	AF	1.06	2	0.06	30.62	30.56	1 1/2	0.15	23.49	23.34
16	DFAA	DFAB	0.40	0.40	AF	1.01	2	0.01	30.56	30.15	1	0.18	23.34	22.76
17	DFAB	DFAC	0.00	7.53	AF	1.01	2	0.07	30.15	30.08	1	1.39	22.76	21.37
18	DFAC	DFAD	0.00	2.19	AF	1.01	2	0.03	30.08	30.05	1	0.48	21.37	20.89
19	DFAD	DFAE	3.20	3.20	AF	1.01	2	0.03	30.05	26.82	1	0.61	20.89	17.08
20	DFAE	DFAF	3.20	3.20	AF	0.87	2	0.02	26.82	23.60	1	0.46	17.08	13.42
21	DFAF	DFAG	3.20	3.20	AF	0.82	2	0.02	23.60	20.38	1	0.41	13.42	9.81
22	DFAG	DFAH	3.20	3.20	AF	0.62	2	0.01	20.38	17.16	1	0.25	9.81	6.36
23	DFAH	DFAI	3.20	3.20	AF	0.39	2	0.01	17.16	13.96	1	0.11	6.36	3.05
24	DFAI	DFAJ	0.00	0.22	AF	0.39	2	0.00	13.96	13.95	1	0.05	3.05	2.99
25	DFAJ	DFAK	0.00	0.16	AF	0.26	1/2	0.24	13.95	13.71	3/4	0.03	2.99	2.96
26	DFAK	DFAL	0.00	0.82	AF	0.11	1/2	0.12	13.71	13.59	1/2	0.09	2.96	2.87
27	DFAL	DFAM	0.00	1.20	AF	0.11	1/2	0.16	13.59	13.44	1/2	0.12	2.87	2.75
28	DFAM	DFAN	0.00	0.14	AF	0.11	1/2	0.05	13.44	13.38	1/2	0.04	2.75	2.71
29	DFAN	DFAO	0.55	0.55	AF	0.11	1/2	0.09	13.38	12.74	1/2	0.07	2.71	2.09

Fuente: Elaboración propia.

Ahora procederemos a calcular el resto de ramales, para así seleccionar diámetros de tuberías en todo el Hospital. El cálculo realizado anteriormente del tramo más largo nos ayudará a identificar presiones en los puntos base de cada ramal. Calcularemos siempre de acuerdo al baño superior, para obtener los diámetros mínimos o máximos (según sea el caso). Luego usaremos los mismos diámetros en baños idénticos o similares en pisos por debajo, usando una válvula reductora de presión según sea el caso.

Tan solo se expondrá el título del baño y se copiará el cuadro resumen. Los datos de mala selección de tuberías, altura de pérdidas anterior y nueva, y las presiones de

salida del aparato sanitario seleccionado se expondrá en tablas resumen luego del cálculo.

**Zona V – (Intercambiador de placas)**

Baño 1-III-1<sup>o</sup> al 6<sup>o</sup>. Se calcula con el del 6to piso. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 98**  
**Baño 1-III-1<sup>o</sup> al 6<sup>o</sup> - zona V - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	BCOA	26.60	27.16
AF	BFMA	30.91	28.72

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 99**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-III-1<sup>o</sup> al 6<sup>o</sup> - zona V - ACS**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	BCOA	BCPA	0.00	0.48	ACS	0.60	1	0.18	26.60	26.42	1 1/4	0.06	27.16	27.10
2	BCPA	BCPB	0.40	0.40	ACS	0.60	1	0.09	26.42	25.93	1 1/4	0.03	27.10	26.67
3	BCPB	BCPC	0.00	5.71	ACS	0.60	1	0.55	25.93	25.38	1 1/4	0.15	26.67	26.53
4	BCPC	BCPD	6.40	6.40	ACS	0.60	1	0.57	25.38	18.41	1 1/4	0.15	26.53	19.97
5	BCPD	BCPE	3.20	3.20	ACS	0.57	1	0.28	18.41	14.93	1 1/4	0.08	19.97	16.70
6	BCPE	BCPF	3.20	3.20	ACS	0.54	1	0.25	14.93	11.48	1 1/4	0.07	16.70	13.43
7	BCPF	BCPG	3.20	3.20	ACS	0.51	1	0.22	11.48	8.06	1 1/4	0.06	13.43	10.17
8	BCPG	BCPH	3.20	3.20	ACS	0.47	1	0.20	8.06	4.66	1	0.15	10.17	6.82
9	BCPH	BCPI	3.20	3.20	ACS	0.44	1	0.18	4.66	1.28	1	0.14	6.82	3.48
10	BCPI	BCPJ	0.00	0.08	ACS	0.44	1	0.04	1.28	1.25	1	0.03	3.48	3.46
11	BCPJ	BCPK	0.00	1.98	ACS	0.44	1	0.12	1.25	1.12	1	0.09	3.46	3.36
12	BCPK	BCPL	0.00	1.64	ACS	0.40	1	0.08	1.12	1.04	1	0.06	3.36	3.30
13	BCPL	BCPM	0.00	2.97	ACS	0.33	3/4	0.38	1.04	0.66	1	0.07	3.30	3.22
14	BCPM	BCPN	0.00	0.41	ACS	0.26	3/4	0.06	0.66	0.61	3/4	0.04	3.22	3.18
15	BCPN	BCPO	0.00	0.66	ACS	0.15	1/2	0.20	0.61	0.41	1/2	0.16	3.18	3.03
16	BCPO	BCPP	0.00	0.49	ACS	0.15	1/2	0.17	0.41	0.24	1/2	0.13	3.03	2.90

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 100**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-III-1<sup>o</sup> al 6<sup>o</sup>- zona V - AF**

Número	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
	De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)			Φ (pulg)	Hf (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
1	BFMA	BFNA	0.00	0.48	AF	1.19	2	0.04	30.91	30.87	1 1/2	0.10	28.72	28.62
2	BFNA	BFNB	0.40	0.40	AF	1.19	2	0.02	30.87	30.45	1 1/2	0.05	28.62	28.17
3	BFNB	BFNC	0.00	5.71	AF	1.19	2	0.07	30.45	30.38	1 1/2	0.22	28.17	27.95
4	BFNC	BFND	6.40	6.40	AF	1.19	2	0.07	30.38	23.90	1 1/2	0.23	27.95	21.32
5	BFND	BFNE	3.20	3.20	AF	1.10	2	0.04	23.90	20.67	1 1/2	0.11	21.32	18.01
6	BFNE	BFNF	3.20	3.20	AF	1.01	2	0.03	20.67	17.43	1 1/2	0.09	18.01	14.72
7	BFNF	BFNG	3.20	3.20	AF	0.92	2	0.03	17.43	14.21	1 1/2	0.08	14.72	11.44
8	BFNG	BFNH	3.20	3.20	AF	0.82	2	0.02	14.21	10.99	1 1/2	0.06	11.44	8.18
9	BFNH	BFNI	3.20	3.20	AF	0.71	1 1/2	0.07	10.99	7.72	1 1/2	0.05	8.18	4.92
10	BFNI	BFNJ	0.00	0.08	AF	0.71	1 1/2	0.02	7.72	7.70	1 1/2	0.01	4.92	4.91
11	BFNJ	BFNK	0.00	1.98	AF	0.71	1 1/2	0.05	7.70	7.65	1	0.23	4.91	4.68
12	BFNK	BFNL	0.00	1.64	AF	0.59	1 1/2	0.03	7.65	7.62	1	0.13	4.68	4.55
13	BFNL	BFNM	0.00	2.43	AF	0.54	1 1/4	0.07	7.62	7.55	3/4	0.60	4.55	3.95
14	BFNM	BFNN	0.00	0.54	AF	0.44	1	0.05	7.55	7.50	3/4	0.14	3.95	3.82
15	BFNN	BFNO	0.00	0.72	AF	0.38	1	0.04	7.50	7.46	3/4	0.12	3.82	3.69
16	BFNO	BFNP	0.00	0.35	AF	0.30	1	0.02	7.46	7.44	3/4	0.05	3.69	3.64
17	BFNP	BFNQ	0.00	0.93	AF	0.22	1	0.02	7.44	7.42	1/2	0.37	3.64	3.27
18	BFNQ	BFNR	0.00	0.17	AF	0.22	1	0.01	7.42	7.41	1/2	0.16	3.27	3.12

Fuente: Elaboración propia.

Baño 2-III-1<sup>o</sup> al 6<sup>o</sup>. Se calcula con el del 6to piso. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 101**  
**Baño 2-III-1<sup>o</sup> al 6<sup>o</sup> - zona V - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	BCNA	26.73	27.55
AF	BFLA	31.03	29.30

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 102**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-III-1<sup>o</sup> al 6<sup>o</sup>-  
zona V - ACS**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	BCNA	BCNB	0.40	0.40	ACS	0.76	1 1/4	0.06	30.91	30.45	1	0.11	28.72	28.21
2	BCNB	BCNC	0.00	5.71	ACS	0.76	1 1/4	0.29	30.45	30.16	1	0.64	28.21	27.57
3	BCNC	BCND	6.40	6.40	ACS	0.76	1 1/4	0.30	30.16	23.46	1	0.67	27.57	20.50
4	BCND	BCNE	3.20	3.20	ACS	0.67	1 1/4	0.13	23.46	20.13	1	0.28	20.50	17.02
5	BCNE	BCNF	3.20	3.20	ACS	0.57	1 1/4	0.10	20.13	16.83	1	0.21	17.02	13.60
6	BCNF	BCNG	3.20	3.20	ACS	0.47	1 1/4	0.07	16.83	13.56	1	0.15	13.60	10.26
7	BCNG	BCNH	3.20	3.20	ACS	0.35	1 1/4	0.04	13.56	10.32	1	0.09	10.26	6.97
8	BCNH	BCNI	3.20	3.20	ACS	0.21	1 1/4	0.02	10.32	7.11	3/4	0.14	6.97	3.63
9	BCNI	BCNJ	0.00	0.08	ACS	0.21	3/4	0.03	7.11	7.07	3/4	0.02	3.63	3.61
10	BCNJ	BCNK	0.00	2.39	ACS	0.21	3/4	0.14	7.07	6.94	1/2	0.73	3.61	2.88
11	BCNK	BCNL	0.00	0.44	ACS	0.15	1/2	0.16	6.94	6.78	1/2	0.12	2.88	2.76
12	BCNL	BCNM	0.00	0.18	ACS	0.15	1/2	0.11	6.78	6.67	1/2	0.08	2.76	2.68

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 103**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-III-1<sup>o</sup> al 6<sup>o</sup>-  
zona V - AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	BFLA	BFLB	0.40	0.40	AF	0.83	1 1/2	0.03	31.03	30.60	1	0.13	29.30	28.77
2	BFLB	BFLC	0.00	5.71	AF	0.83	1 1/2	0.15	30.60	30.45	1	0.77	28.77	28.00
3	BFLC	BFLD	6.40	6.40	AF	0.83	1 1/2	0.15	30.45	23.90	1	0.80	28.00	20.80
4	BFLD	BFLE	3.20	3.20	AF	0.75	1 1/2	0.07	23.90	20.62	1	0.35	20.80	17.25
5	BFLE	BFLF	3.20	3.20	AF	0.66	1 1/2	0.06	20.62	17.37	1	0.28	17.25	13.77
6	BFLF	BFLG	3.20	3.20	AF	0.56	1 1/2	0.04	17.37	14.13	1	0.21	13.77	10.36
7	BFLG	BFLH	3.20	3.20	AF	0.46	1 1/2	0.03	14.13	10.90	1	0.14	10.36	7.02
8	BFLH	BFLI	3.20	3.20	AF	0.34	1 1/2	0.02	10.90	7.68	1	0.09	7.02	3.74
9	BFLI	BFLJ	0.00	0.08	AF	0.34	1 1/4	0.01	7.68	7.67	1	0.02	3.74	3.72
10	BFLJ	BFLK	0.00	2.39	AF	0.34	1 1/4	0.03	7.67	7.64	1	0.07	3.72	3.65
11	BFLK	BFLM	0.00	0.44	AF	0.15	1/2	0.16	7.64	7.48	1/2	0.12	3.65	3.53
12	BFLM	BFLN	0.00	0.18	AF	0.15	1/2	0.11	7.48	7.37	1/2	0.08	3.53	3.45

Fuente: Elaboración propia.

Repostero-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>. Se calcula con el del 5to piso. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 104**  
**Repostero 1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> - zona V - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	BCMA	26.78	27.59
AF	BFGA	31.06	29.46

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 105**  
**Repostero 1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> - zona V - Puntos a evaluar**

Número	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transportar	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
	De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
1	BCMA	BCMB	0.40	0.40	ACS	0.72	1 1/2	0.02	26.78	26.36	1	0.10	27.59	27.09
2	BCMB	BCMC	0.00	5.71	ACS	0.72	1 1/2	0.11	26.36	26.24	1	0.59	27.09	26.51
3	BCMC	BCMD	6.40	6.40	ACS	0.72	1 1/2	0.12	26.24	19.72	1	0.61	26.51	19.49
4	BCMD	BCME	3.20	3.20	ACS	0.59	1 1/2	0.05	19.72	16.48	3/4	0.91	19.49	15.39
5	BCME	BCMF	3.20	3.20	ACS	0.45	1 1/2	0.03	16.48	13.25	3/4	0.55	15.39	11.64
6	BCMF	BCMG	6.40	6.40	ACS	0.28	1 1/4	0.05	13.25	6.80	3/4	0.45	11.64	4.80
7	BCMG	BCMH	0.00	1.37	ACS	0.28	3/4	0.24	6.80	6.56	3/4	0.18	4.80	4.61
8	BCMH	BCMI	0.00	4.47	ACS	0.11	3/4	0.07	6.56	6.49	1/2	0.36	4.61	4.25
9	BCMI	BCMJ	0.00	3.49	ACS	0.11	3/4	0.05	6.49	6.44	1/2	0.29	4.25	3.96

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 106**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta – repostero 1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>- zona V - AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	BFKA	BFKB	0.40	0.40	AF	0.72	1 1/2	0.02	31.06	30.64	1	0.10	29.46	28.96
2	BFKB	BFKC	0.00	5.71	AF	0.72	1 1/2	0.11	30.64	30.52	1	0.59	28.96	28.38
3	BFKC	BFKD	6.40	6.40	AF	0.72	1 1/2	0.12	30.52	24.00	1	0.61	28.38	21.36
4	BFKD	BFKE	3.20	3.20	AF	0.59	1 1/2	0.05	24.00	20.76	3/4	0.91	21.36	17.26
5	BFKE	BFKF	3.20	3.20	AF	0.45	1 1/2	0.03	20.76	17.53	3/4	0.55	17.26	13.51
6	BFKF	BFKG	6.40	6.40	AF	0.28	1 1/4	0.05	17.53	11.08	3/4	0.45	13.51	6.67
7	BFKG	BFKH	0.00	1.12	AF	0.28	3/4	0.22	11.08	10.86	3/4	0.17	6.67	5.00
8	BFKH	BFKI	0.00	2.78	AF	0.12	3/4	0.05	10.86	10.81	1/2	0.28	5.00	4.72
9	BFKI	BFKJ	0.00	1.90	AF	0.12	1/2	0.26	10.81	10.54	1/2	0.20	4.72	4.52

Fuente: Elaboración propia.

Baño 1-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>. Se calcula con el del 5to piso. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 107**  
**Baño 1-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> - zona V - Puntos a evaluar**

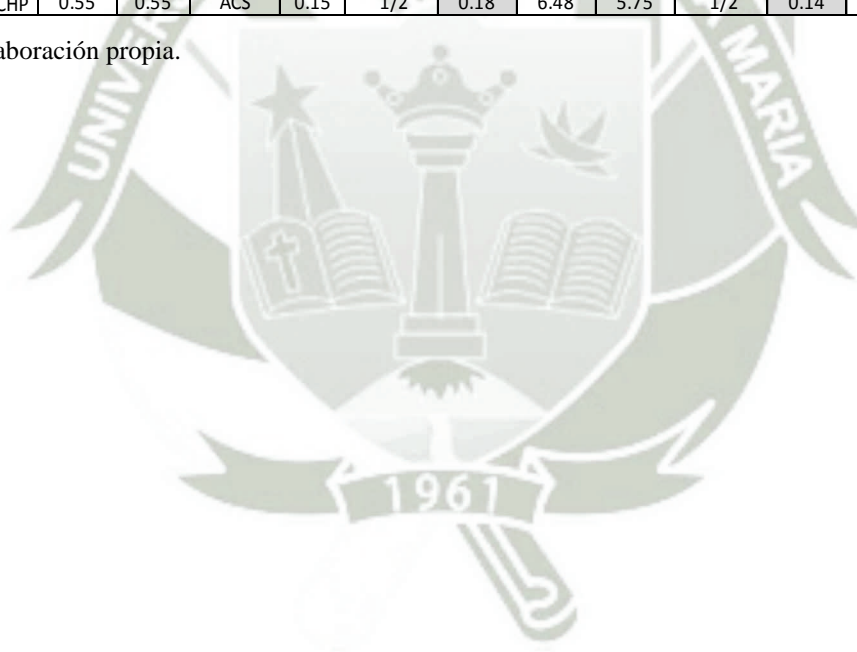
Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	BCHA	27.76	28.34
AF	BFHA	31.46	31.59

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 108**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>-  
zona V - ACS**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	BCHA	BCHB	0.40	0.40	ACS	0.94	1 1/2	0.04	27.76	27.32	1	0.16	28.34	27.78
2	BCHB	BCHC	0.00	1.28	ACS	0.94	1 1/2	0.07	27.32	27.25	1	0.32	27.78	27.46
3	BCHC	BCHD	0.00	0.35	ACS	0.94	1 1/2	0.04	27.25	27.21	1	0.15	27.46	27.31
4	BCHD	BCHE	3.20	3.20	ACS	0.94	1 1/2	0.11	27.21	23.90	1	0.57	27.31	23.55
5	BCHE	BCHF	0.00	5.79	ACS	0.94	1 1/2	0.18	23.90	23.72	1	0.94	23.55	22.60
6	BCHF	BCHG	3.20	3.20	ACS	0.94	1 1/2	0.11	23.72	20.41	1	0.54	22.60	18.87
7	BCHG	BCHH	3.20	3.20	ACS	0.82	1 1/2	0.08	20.41	17.13	1	0.41	18.87	15.25
8	BCHH	BCHI	3.20	3.20	ACS	0.68	1 1/4	0.14	17.13	13.79	1	0.29	15.25	11.76
9	BCHI	BCHJ	3.20	3.20	ACS	0.53	1	0.24	13.79	10.35	3/4	0.73	11.76	7.83
10	BCHJ	BCHK	3.20	3.20	ACS	0.31	3/4	0.45	10.35	6.70	3/4	0.34	7.83	4.28
11	BCHK	BCHL	0.00	0.10	ACS	0.21	3/4	0.03	6.70	6.67	1/2	0.13	4.28	4.15
12	BCHL	BCHM	0.00	0.10	ACS	0.15	3/4	0.02	6.67	6.66	1/2	0.07	4.15	4.08
13	BCHM	BCHN	0.00	0.89	ACS	0.15	3/4	0.04	6.66	6.62	1/2	0.19	4.08	3.89
14	BCHN	BCHO	0.00	0.30	ACS	0.15	1/2	0.13	6.62	6.48	1/2	0.10	3.89	3.79
15	BCHO	BCHP	0.55	0.55	ACS	0.15	1/2	0.18	6.48	5.75	1/2	0.14	3.79	3.10

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 109**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>- zona V - AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	BFHA	BFHB	0.40	0.40	AF	1.51	2 1/2	0.01	31.46	31.05	1 1/4	0.15	31.59	31.04
2	BFHB	BFHC	0.00	1.28	AF	1.51	2 1/2	0.02	31.05	31.03	1 1/4	0.28	31.04	30.76
3	BFHC	BFHD	0.00	0.35	AF	1.51	2 1/2	0.01	31.03	31.02	1 1/4	0.15	30.76	30.61
4	BFHD	BFHE	3.20	3.20	AF	1.51	2 1/2	0.03	31.02	27.80	1 1/4	0.48	30.61	26.93
5	BFHE	BFHF	0.00	5.79	AF	1.51	2 1/2	0.04	27.80	27.76	1 1/4	0.78	26.93	26.15
6	BFHF	BFHG	3.20	3.20	AF	1.51	2 1/2	0.02	27.76	24.53	1 1/4	0.46	26.15	22.49
7	BFHG	BFHH	3.20	3.20	AF	1.29	2 1/2	0.02	24.53	21.31	1 1/4	0.34	22.49	18.95
8	BFHH	BFHI	3.20	3.20	AF	1.05	2 1/2	0.01	21.31	18.10	1	0.66	18.95	15.09
9	BFHI	BFHJ	3.20	3.20	AF	0.79	2	0.02	18.10	14.88	1	0.38	15.09	11.51
10	BFHJ	BFHK	3.20	3.20	AF	0.52	1 1/2	0.04	14.88	11.65	3/4	0.71	11.51	7.60
11	BFHK	BFHL	0.00	0.12	AF	0.34	1 1/2	0.01	11.65	11.64	3/4	0.14	7.60	5.00
12	BFHL	BFHM	0.00	1.19	AF	0.15	1	0.01	11.64	11.62	1/2	0.23	5.00	4.77
13	BFHM	BFHN	0.00	0.37	AF	0.15	1/2	0.15	11.62	11.48	1/2	0.11	4.77	4.65
14	BFHN	BFHO	0.55	0.55	AF	0.15	1/2	0.18	11.48	10.74	1/2	0.14	4.65	3.97

Fuente: Elaboración propia.

Baño 2-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>. Se calcula con el del 5to piso. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 110**  
**Baño 2-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> - zona V - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	BCGA	27.87	28.43
AF	BFGA	31.52	31.83

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 111**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>-  
zona V - ACS**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Φ (pulg)	Hf (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	BCGA	BCGB	0.40	0.40	ACS	0.84	1 1/2	0.03	27.87	27.44	1	0.13	28.43	27.90
2	BCGB	BCGC	0.00	1.28	ACS	0.84	1 1/2	0.06	27.44	27.38	1	0.26	27.90	27.65
3	BCGC	BCGD	0.00	0.35	ACS	0.84	1 1/2	0.03	27.38	27.35	1	0.12	27.65	27.52
4	BCGD	BCGE	3.20	3.20	ACS	0.84	1 1/2	0.09	27.35	24.06	1	0.46	27.52	23.87
5	BCGE	BCGF	0.00	4.12	ACS	0.84	1 1/2	0.13	24.06	23.93	1	0.65	23.87	23.22
6	BCGF	BCGG	3.20	3.20	ACS	0.84	1 1/2	0.09	23.93	20.64	1	0.43	23.22	19.58
7	BCGG	BCGH	3.20	3.20	ACS	0.72	1 1/2	0.07	20.64	17.37	1	0.33	19.58	16.06
8	BCGH	BCGI	3.20	3.20	ACS	0.59	1 1/2	0.05	17.37	14.13	3/4	0.91	16.06	11.95
9	BCGI	BCGJ	3.20	3.20	ACS	0.45	1 1/4	0.06	14.13	10.86	3/4	0.55	11.95	8.20
10	BCGJ	BCGK	3.20	3.20	ACS	0.28	1 1/4	0.03	10.86	7.64	3/4	0.23	8.20	4.77
11	BCGK	BCGL	0.00	0.25	ACS	0.24	1	0.03	7.64	7.60	1/2	0.45	4.77	4.33
12	BCGL	BCGM	0.00	1.48	ACS	0.19	1	0.02	7.60	7.58	1/2	0.39	4.33	3.93
13	BCGM	BCGN	0.00	1.48	ACS	0.12	1/2	0.22	7.58	7.37	1/2	0.17	3.93	3.77

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 112**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>-  
zona V - AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Φ (pulg)	Hf (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	BFGA	BFGB	0.40	0.40	AF	1.18	2 1/2	0.01	31.52	31.11	1	0.24	31.83	31.19
2	BFGB	BFGC	0.00	1.28	AF	1.18	2 1/2	0.01	31.11	31.10	1	0.48	31.19	30.70
3	BFGC	BFGD	0.00	0.35	AF	1.18	2 1/2	0.01	31.10	31.09	1	0.23	30.70	30.47
4	BFGD	BFGE	3.20	3.20	AF	1.18	2 1/2	0.02	31.09	27.88	1	0.87	30.47	26.40
5	BFGE	BFGF	0.00	4.12	AF	1.18	2 1/2	0.03	27.88	27.85	1	1.22	26.40	25.18
6	BFGF	BFGG	3.20	3.20	AF	1.18	2	0.04	27.85	24.61	1	0.82	25.18	21.16
7	BFGG	BFGH	3.20	3.20	AF	1.02	2	0.03	24.61	21.38	1	0.62	21.16	17.34
8	BFGH	BFGI	3.20	3.20	AF	0.84	2	0.02	21.38	18.16	1	0.43	17.34	13.70
9	BFGI	BFGJ	3.20	3.20	AF	0.64	2	0.01	18.16	14.94	1	0.26	13.70	10.24
10	BFGJ	BFGK	3.20	3.20	AF	0.40	1 1/2	0.03	14.94	11.71	1	0.15	10.24	6.90
11	BFGK	BFGL	0.00	1.61	AF	0.19	1 1/4	0.01	11.71	11.70	1/2	0.42	6.90	5.00
12	BFGL	BFGM	0.00	1.60	AF	0.12	1/2	0.23	11.70	11.47	1/2	0.18	5.00	4.82

Fuente: Elaboración propia.

Baño 3-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>. Se calcula con el del 5to piso. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 113**  
**Baño 3-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> - zona V - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	BCCA	28.25	29.25
AF	BFCA	31.71	32.80

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 114**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 3-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>- zona V - ACS**

Número	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
	De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
1	BCCA	BCCB	0.40	0.40	ACS	2.21	2	0.06	28.25	27.79	1 1/4	0.31	29.25	28.54
2	BCCB	BCCC	0.00	1.42	ACS	2.21	2	0.10	27.79	27.69	1 1/4	0.60	28.54	27.94
3	BCCC	BCCD	3.20	3.20	ACS	2.21	2	0.14	27.69	24.35	1 1/4	0.97	27.94	23.77
4	BCCD	BCCE	0.00	1.05	ACS	2.21	2	0.14	24.35	24.21	1 1/4	0.79	23.77	22.98
5	BCCE	BCCF	0.00	2.93	ACS	1.48	1 1/2	0.31	24.21	23.89	1 1/4	0.54	22.98	22.44
6	BCCF	BCCG	3.20	3.20	ACS	1.48	1 1/2	0.25	23.89	20.44	1 1/4	0.44	22.44	18.79
7	BCCG	BCCH	3.20	3.20	ACS	1.28	1 1/2	0.19	20.44	17.05	1 1/4	0.34	18.79	15.26
8	BCCH	BCCI	3.20	3.20	ACS	1.05	1 1/4	0.31	17.05	13.55	1	0.66	15.26	11.40
9	BCCI	BCCJ	3.20	3.20	ACS	0.80	1 1/4	0.18	13.55	10.16	1	0.40	11.40	7.80
10	BCCJ	BCKK	3.20	3.20	ACS	0.50	1 1/4	0.11	10.16	6.85	3/4	0.85	7.80	3.75

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 115**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 3-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>- zona V - AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática H (m)	Longitu d L (m)	Tipo de Agua a Transport ACS o AF	Caudal Q (lt/s)	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro Φ (pulg)	Pérdida de Carga Hf (mca)	Presiones		Diámetro Φ (pulg)	Pérdida de Carga Hf (mca)	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
1	BFCA	BFCB	0.40	0.40	AF	2.21	2	0.06	31.71	31.25	1 1/4	0.31	32.80	32.09
2	BFCB	BFCC	0.00	1.42	AF	2.21	2	0.10	31.25	31.15	1 1/4	0.60	32.09	31.49
3	BFCC	BFCD	3.20	3.20	AF	2.21	2	0.14	31.15	27.81	1 1/4	0.97	31.49	27.32
4	BFCD	BFCE	0.00	1.05	AF	2.21	2	0.14	27.81	27.67	1 1/4	0.79	27.32	26.53
5	BFCE	BFCF	0.00	2.93	AF	1.48	1 1/2	0.31	27.67	27.35	1 1/4	0.54	26.53	25.99
6	BFCF	BFCG	3.20	3.20	AF	1.48	1 1/2	0.25	27.35	23.90	1 1/4	0.44	25.99	22.34
7	BFCG	BFCH	3.20	3.20	AF	1.28	1 1/2	0.19	23.90	20.51	1 1/4	0.34	22.34	18.81
8	BFCH	BFCI	3.20	3.20	AF	1.05	1 1/4	0.31	20.51	17.01	1	0.66	18.81	14.95
9	BFCI	BFCJ	3.20	3.20	AF	0.80	1 1/4	0.18	17.01	13.62	1	0.40	14.95	11.35
10	BFCJ	BFCK	3.20	3.20	AF	0.50	1 1/4	0.11	13.62	10.31	3/4	0.85	11.35	7.30

Fuente: Elaboración propia.

Baño 4-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>. Se calcula con el del 5to piso. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 116**  
**Baño 4-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> - zona V - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	BCBA	28.35	29.47
AF	BFBA	31.74	32.90

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 117**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 4-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>-  
zona V - ACS**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	BCBA	BCBB	0.40	0.40	ACS	0.31	3/4	0.10	28.35	27.85	3/4	0.08	29.47	28.99
2	BCBB	BCBC	0.00	2.23	ACS	0.31	3/4	0.30	27.85	27.55	3/4	0.23	28.99	28.77
3	BCBC	BCBD	3.20	3.20	ACS	0.31	3/4	0.38	27.55	23.97	3/4	0.29	28.77	25.27
4	BCBD	BCBE	0.00	2.97	ACS	0.31	3/4	0.36	23.97	23.61	3/4	0.28	25.27	25.00
5	BCBE	BCBF	3.20	3.20	ACS	0.31	3/4	0.36	23.61	20.05	3/4	0.28	25.00	21.52
6	BCBF	BCBG	3.20	3.20	ACS	0.27	3/4	0.27	20.05	16.57	3/4	0.21	21.52	18.11
7	BCBG	BCBH	3.20	3.20	ACS	0.22	3/4	0.19	16.57	13.18	1/2	1.03	18.11	13.88
8	BCBH	BCBI	3.20	3.20	ACS	0.17	3/4	0.12	13.18	9.86	1/2	0.62	13.88	10.05
9	BCBI	BCBJ	3.20	3.20	ACS	0.11	3/4	0.05	9.86	6.61	1/2	0.27	10.05	6.58
10	BCBJ	BCBK	0.00	1.46	ACS	0.11	1/2	0.19	6.61	6.42	1/2	0.15	6.58	5.00
11	BCBK	BCBL	0.00	0.06	ACS	0.11	1/2	0.04	6.42	6.38	1/2	0.03	5.00	4.97
12	BCBL	BCBM	0.55	0.55	ACS	0.11	1/2	0.09	6.38	5.74	1/2	0.07	4.97	4.34

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 118**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 4-IV-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>-  
zona V - AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	BFBA	BFBB	0.40	0.40	AF	0.78	2	0.01	31.74	31.33	1	0.11	32.90	32.39
2	BFBB	BFBC	0.00	2.23	AF	0.78	2	0.02	31.33	31.31	1	0.32	32.39	32.07
3	BFBC	BFBD	3.20	3.20	AF	0.78	2	0.02	31.31	28.09	1	0.40	32.07	28.46
4	BFBD	BFBE	0.00	2.97	AF	0.78	2	0.02	28.09	28.07	1	0.38	28.46	28.09
5	BFBE	BFBF	3.20	3.20	AF	0.78	2	0.02	28.07	24.85	1	0.38	28.09	24.51
6	BFBF	BFBG	3.20	3.20	AF	0.67	2	0.01	24.85	21.64	1	0.29	24.51	21.02
7	BFBG	BFBH	3.20	3.20	AF	0.55	2	0.01	21.64	18.43	3/4	0.79	21.02	17.03
8	BFBH	BFBI	3.20	3.20	AF	0.42	1 1/2	0.02	18.43	15.20	3/4	0.48	17.03	13.35
9	BFBI	BFBJ	3.20	3.20	AF	0.26	1 1/4	0.02	15.20	11.98	3/4	0.21	13.35	9.93
10	BFBJ	BFBK	0.00	0.32	AF	0.26	1 1/4	0.01	11.98	11.97	3/4	0.05	9.93	5.00
11	BFBK	BFBL	0.00	1.27	AF	0.11	3/4	0.03	11.97	11.95	1/2	0.12	5.00	4.88
12	BFBL	BFBM	0.00	0.41	AF	0.11	1/2	0.08	11.95	11.87	1/2	0.06	4.88	4.81
13	BFBM	BFBN	0.55	0.55	AF	0.11	1/2	0.09	11.87	11.22	1/2	0.07	4.81	4.19

Fuente: Elaboración propia.

Los demás baños no se calcularán, ya que son los pisos de más abajo y los que tienen mucha presión, por lo que se optará por poner válvulas reductoras de presión. Las tuberías de estos baños se incluirán en el metrado.

**Zona II – (Tanque calentador N° 1)**

Baño 1-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>. Se calcula con el del 5to piso. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 119**  
**Baño 1-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> - zona II - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	CCLA	26.73	24.47
AF	CFLA	30.90	30.61

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 120**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> - zona II – ACS**

Número	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
	De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)			Φ (pulg)	Hf (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
1	CCLA	CCLB	0.40	0.40	ACS	0.48	3/4	0.22	26.73	26.11	1	0.05	24.47	24.02
2	CCLB	CCLC	0.00	2.43	ACS	0.48	3/4	0.70	26.11	25.41	1	0.14	24.02	23.88
3	CCLC	CCLD	3.20	3.20	ACS	0.48	3/4	0.85	25.41	21.36	1	0.16	23.88	20.52
4	CCLD	CCLE	0.00	3.19	ACS	0.27	3/4	0.29	21.36	21.08	3/4	0.22	20.52	20.30
5	CCLE	CCLF	3.20	3.20	ACS	0.27	3/4	0.29	21.08	17.59	3/4	0.22	20.30	16.88
6	CCLF	CCLG	0.00	3.04	ACS	0.27	3/4	0.28	17.59	17.31	3/4	0.21	16.88	16.66
7	CCLG	CCLH	3.20	3.20	ACS	0.27	3/4	0.27	17.31	13.83	3/4	0.21	16.66	13.25
8	CCLH	CCLI	3.20	3.20	ACS	0.22	3/4	0.19	13.83	10.44	3/4	0.15	13.25	9.90
9	CCLI	CCLJ	3.20	3.20	ACS	0.17	3/4	0.12	10.44	7.13	1/2	0.62	9.90	6.08
10	CCLJ	CCLK	3.20	3.20	ACS	0.11	3/4	0.05	7.13	3.87	1/2	0.27	6.08	2.61

Fuente: Elaboración propia.

Baño 2-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>. Se calcula con el del 5to piso. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 121**  
**Baño 2-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> - zona II - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	CCLA	26.73	24.47
AF	CFLA	30.90	30.61

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 122**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> - zona II - ACS**

Número	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
	De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
1	CCLA	CCLB	0.40	0.40	ACS	1.68	2	0.03	26.73	26.30	1 1/2	0.09	24.47	23.98
2	CCLB	CCLL	0.00	1.23	ACS	1.68	2	0.06	26.30	26.24	1 1/2	0.15	23.98	23.83
3	CCLL	CCLM	3.20	3.20	ACS	1.68	2	0.09	26.24	22.95	1 1/2	0.25	23.83	20.37
4	CCLM	CCLN	0.00	3.38	ACS	1.68	2	0.09	22.95	22.86	1 1/2	0.26	20.37	20.11
5	CCLN	CCLO	3.20	3.20	ACS	1.68	2	0.09	22.86	19.57	1 1/2	0.25	20.11	16.66
6	CCLO	CCLP	0.00	1.06	ACS	1.68	2	0.09	19.57	19.49	1 1/2	0.23	16.66	16.43
7	CCLP	CCLQ	0.00	0.12	ACS	1.28	1 1/2	0.20	19.49	16.09	1 1/2	0.04	16.43	16.39
8	CCLQ	CCLR	3.20	3.20	ACS	1.28	1 1/2	0.19	16.09	12.70	1 1/2	0.15	16.39	13.04
9	CCLR	CCLS	3.20	3.20	ACS	1.05	1 1/2	0.13	12.70	9.37	1 1/4	0.23	13.04	9.61
10	CCLS	CCLT	3.20	3.20	ACS	0.80	1 1/4	0.18	9.37	5.98	1 1/4	0.14	9.61	6.27
11	CCLT	CCLU	3.20	3.20	ACS	0.50	1 1/4	0.02	5.98	5.97	1	0.18	6.27	2.89

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 123**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 1-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>-  
zona II - AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	CFLA	CFLB	0.40	0.40	AF	2.64	2	0.08	30.90	30.42	1 1/2	0.20	30.61	30.01
2	CFLB	CFLC	0.00	1.23	AF	2.64	2	0.13	30.42	30.29	1 1/2	0.36	30.01	29.65
3	CFLC	CFLD	3.20	3.20	AF	2.64	2	0.20	30.29	26.89	1 1/2	0.58	29.65	25.87
4	CFLD	CFLN	0.00	3.38	AF	2.64	2	0.21	26.89	26.68	1 1/2	0.61	25.87	25.26
5	CFLN	CFLP	3.20	3.20	AF	2.64	2	0.20	26.68	23.28	1 1/2	0.58	25.26	21.48
6	CFLP	CFLQ	0.00	1.06	AF	2.64	2	0.20	23.28	23.08	1 1/2	0.52	21.48	20.95
7	CFLQ	CFLR	0.00	0.12	AF	1.28	1 1/2	0.20	23.08	19.68	1 1/4	0.09	20.95	20.86
8	CFLR	CFLS	3.20	3.20	AF	1.28	1 1/2	0.19	19.68	16.29	1 1/4	0.34	20.86	17.33
9	CFLS	CFLT	3.20	3.20	AF	1.05	1 1/2	0.13	16.29	12.96	1	0.66	17.33	13.47
10	CFLT	CFLU	3.20	3.20	AF	0.80	1 1/4	0.18	12.96	9.58	1	0.40	13.47	9.87
11	CFLT	CFLU	3.20	3.20	AF	0.50	1 1/4	0.02	9.58	9.56	3/4	0.70	9.87	5.97

Fuente: Elaboración propia.

Baño 3-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>. Se calcula con el del 5to piso. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 124**  
**Baño 3-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> - zona II - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	CCJA	27.09	26.34
AF	CFJA	31.36	32.39

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 125**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 3-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>-  
zona II - ACS**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Φ (pulg)	Hf (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
1	CCJA	CCJB	0.40	0.40	ACS	0.85	1 1/4	0.07	27.09	26.62	1	0.13	26.34	25.81
2	CCJB	CCJC	0.00	1.08	ACS	0.85	1 1/4	0.11	26.62	26.51	1	0.24	25.81	25.57
3	CCJC	CCJD	0.00	0.17	ACS	0.85	1 1/4	0.06	26.51	26.45	1	0.10	25.57	25.47
4	CCJD	CCJE	6.40	6.40	ACS	0.85	1 1/4	0.38	26.45	19.67	1	0.85	25.47	18.22
5	CCJE	CCJF	0.00	2.12	ACS	0.85	1 1/4	0.16	19.67	19.51	1	0.34	18.22	17.89
6	CCJF	CCJG	3.20	3.20	ACS	0.85	1 1/4	0.20	19.51	16.11	1	0.44	17.89	14.25
7	CCJG	CCJH	0.00	1.06	ACS	0.70	1 1/4	0.06	16.11	16.04	1	0.13	14.25	14.12
8	CCJH	CCJI	0.00	0.12	ACS	0.53	1 1/4	0.02	16.04	12.82	1	0.03	14.12	14.08
9	CCJI	CCJJ	3.20	3.20	ACS	0.33	1 1/4	0.05	12.82	12.77	1	0.10	14.08	10.78

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 126**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>-  
zona II - AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Φ (pulg)	Hf (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
1	CFJA	CFJB	0.40	0.40	AF	1.13	1 1/2	0.05	31.36	30.91	1	0.22	32.39	31.77
2	CFJB	CFJC	0.00	1.08	AF	1.13	1 1/2	0.09	30.91	30.81	1	0.40	31.77	31.37
3	CFJC	CFJD	0.00	0.17	AF	1.13	1 1/2	0.05	30.81	30.77	1	0.18	31.37	31.19
4	CFJD	CFJE	6.40	6.40	AF	1.13	1 1/2	0.27	30.77	24.09	1	1.43	31.19	23.36
5	CFJE	CFJF	0.00	2.12	AF	1.13	1 1/2	0.12	24.09	23.98	1	0.57	23.36	22.79
6	CFJF	CFJG	3.20	3.20	AF	1.13	1 1/2	0.15	23.98	20.63	1	0.75	22.79	18.84
7	CFJG	CFJH	0.00	1.06	AF	0.93	1 1/2	0.05	20.63	20.58	1	0.22	18.84	18.62
8	CFJH	CFJI	0.00	0.12	AF	0.62	1 1/2	0.01	20.58	17.36	3/4	0.14	18.62	18.48
9	CFJI	CFJJ	3.20	3.20	AF	0.44	1 1/2	0.04	17.36	17.32	3/4	0.67	18.48	14.61

Fuente: Elaboración propia.

Baño 4-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>. Se calcula con el del 5to piso. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 127**  
**Baño 4-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> - zona II - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	CCHA	27.36	27.31
AF	CFHA	31.56	33.12

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 128**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 4-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup> - zona II - ACS**

Número	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	CCHA	CCHB	0.40	0.40	ACS	0.85	1 3/4	0.02	27.36	26.94	1	0.13	27.31	26.78
2	CCHB	CCHC	0.00	1.09	ACS	0.85	1 3/4	0.03	26.94	26.92	1	0.24	26.78	26.54
3	CCHC	CCHD	3.20	3.20	ACS	0.85	1 3/4	0.05	26.92	23.67	1	0.47	26.54	22.87
4	CCHD	CCHD	0.00	3.76	ACS	0.85	1 3/4	0.07	23.67	23.60	1	0.66	22.87	22.21
5	CCHD	CCHD	0.00	1.96	ACS	0.77	1 1/2	0.09	23.60	23.51	1	0.39	22.21	21.83
6	CCHD	CCHD	0.00	1.96	ACS	0.77	1 1/2	0.09	23.60	23.51	1	0.39	22.21	21.83
7	CCHD	CCHD	0.00	1.96	ACS	0.77	1 1/2	0.09	23.60	23.51	1	0.39	22.21	21.83
8	CCHD	CCHD	0.00	1.96	ACS	0.77	1 1/2	0.09	23.60	23.51	1	0.39	22.21	21.83
9	CCHD	CCHD	0.00	1.96	ACS	0.77	1 1/2	0.09	23.60	23.51	1	0.39	22.21	21.83
10	CCHD	CCHD	0.00	1.96	ACS	0.77	1 1/2	0.09	23.60	23.51	1	0.39	22.21	21.83

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 129**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 4-II-1<sup>o</sup> al 5<sup>o</sup>-  
zona II – AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Punto Inicial (mca)	Punto Final (mca)			Φ (pulg)	Hf (mca)
1	CFHA	CFHB	0.40	0.40	AF	1.71	2 1/2	0.01	31.56	31.15	1 1/4	0.19	33.11	32.52
2	CFHB	CFHC	0.00	1.09	AF	1.71	2 1/2	0.02	31.15	31.12	1 1/4	0.33	32.52	32.19
3	CFHC	CFHD	3.20	3.20	AF	1.71	2 1/2	0.03	31.12	27.89	1 1/4	0.61	32.19	28.38
4	CFHD	CFHE	0.00	3.76	AF	1.71	2 1/2	0.05	27.89	27.84	1 1/4	0.90	28.38	27.48
5	CFHE	CFHF	0.00	1.96	AF	1.49	2 1/2	0.03	27.84	27.81	1 1/4	0.51	27.48	26.97
6	CFHF	CFHG	3.20	3.20	AF	1.35	2 1/2	0.02	27.81	24.59	1 1/4	0.37	26.97	23.40
7	CFHG	CFHH	3.20	3.20	AF	1.23	2 1/2	0.02	24.59	21.37	1	0.88	23.40	19.32
8	CFHH	CFHI	3.20	3.20	AF	1.01	2 1/2	0.01	21.37	18.16	1	0.61	19.32	15.51
9	CFHI	CFHJ	3.20	3.20	AF	0.77	2	0.02	18.16	14.94	1	0.37	15.51	11.94
10	CFHJ	CFHK	3.20	3.20	AF	0.48	2	0.01	14.94	14.93	3/4	0.65	11.94	8.09

Fuente: Elaboración propia.

Los demás baños no se calcularán, ya que son los pisos de más abajo y los que tienen mucha presión, por lo que se optará por poner válvulas reductoras de presión. Las tuberías de estos baños se incluirán en el metrado.

### Zona VII – (Tanque calentador N° 2)

Baño 2-VIII-1<sup>o</sup>. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 130**  
**Baño 2-VIII-1<sup>o</sup> - zona VII - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	DCBA	29.16	22.12
AF	DFBA	30.62	23.49

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 131**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VIII-1<sup>o</sup> - zona II - ACS**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	DCBA	DCBB	0.40	0.40	ACS	0.91	1 1/2	0.04	29.16	28.72	1	0.15	22.12	21.57
2	DCBB	DCBC	0.00	10.31	ACS	0.91	1 1/2	0.28	28.72	28.44	1	1.50	21.57	20.07
3	DCBC	DCBD	0.00	3.38	ACS	0.67	1 1/4	0.15	28.44	28.29	1	0.32	20.07	19.75
4	DCBD	DCBE	0.00	1.35	ACS	0.61	1 1/4	0.06	28.29	28.23	3/4	0.46	19.75	19.29
5	DCBE	DCBF	0.00	5.70	ACS	0.58	1	0.48	28.23	27.75	3/4	1.47	19.29	17.82
6	DCBF	DCBG	0.00	2.33	ACS	0.55	1	0.20	27.75	27.56	3/4	0.59	17.82	17.23
7	DCBG	DCBH	0.00	10.93	ACS	0.41	1	0.47	27.56	27.09	3/4	1.44	17.23	15.79
8	DCBH	DCBI	0.00	0.35	ACS	0.37	1	0.03	27.09	27.06	3/4	0.08	15.79	15.71
9	DCBI	DCBJ	0.00	3.67	ACS	0.33	1	0.11	27.06	26.95	3/4	0.35	15.71	15.36
10	DCBJ	DCBK	0.00	4.10	ACS	0.33	1	0.13	26.95	26.82	3/4	0.40	15.36	14.96
11	DCBK	DCBL	0.00	0.53	ACS	0.33	1	0.04	26.82	23.58	3/4	0.11	14.96	14.85
12	DCBL	DCBM	3.20	3.20	ACS	0.33	1	0.11	23.58	20.27	3/4	0.33	14.85	11.33
13	DCBM	DCBN	0.00	0.39	ACS	0.33	1	0.04	20.27	20.23	3/4	0.09	11.33	11.23
14	DCBN	DCBO	0.00	0.94	ACS	0.33	1	0.04	20.23	20.19	3/4	0.11	11.23	11.12
15	DCBO	DCBP	0.00	1.29	ACS	0.15	1/2	0.32	20.19	19.87	1/2	0.25	11.12	10.87
16	DCBP	DCBQ	3.20	3.20	ACS	0.15	1/2	0.69	19.87	15.98	1/2	0.53	10.87	7.14

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 132**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 2-VIII-1<sup>o</sup> - zona II - AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	DFBA	DFBB	0.40	0.40	AF	2.06	2	0.05	30.62	30.17	1 1/4	0.27	23.49	22.82
2	DFBB	DFBC	0.00	10.31	AF	2.06	2	0.33	30.17	29.84	1 1/4	2.34	22.82	20.48
3	DFBC	DFBD	0.00	3.38	AF	1.54	2	0.08	29.84	29.77	1 1/4	0.52	20.48	19.96
4	DFBD	DFBE	0.00	1.35	AF	1.38	2	0.03	29.77	29.73	1 1/4	0.20	19.96	19.75
5	DFBE	DFBF	0.00	5.70	AF	1.30	1 3/4	0.15	29.73	29.58	1 1/4	0.57	19.75	19.19
6	DFBF	DFBG	0.00	2.33	AF	1.22	1 3/4	0.07	29.58	29.52	1	0.66	19.19	18.53
7	DFBG	DFBH	0.00	1.40	AF	0.97	1 1/2	0.06	29.52	29.45	1	0.29	18.53	18.23
8	DFBH	DFBI	0.00	10.10	AF	0.77	1 1/2	0.20	29.45	29.25	1	1.06	18.23	17.18
9	DFBI	DFBJ	0.00	0.35	AF	0.66	1	0.08	29.25	29.17	1	0.06	17.18	17.11
10	DFBJ	DFBK	0.00	3.67	AF	0.54	1	0.30	29.17	28.88	3/4	0.90	17.11	16.21
11	DFBK	DFBL	0.00	4.10	AF	0.54	1	0.34	28.88	28.54	3/4	1.01	16.21	15.20
12	DFBL	DFBM	0.00	0.53	AF	0.54	1	0.08	28.54	28.45	3/4	0.24	15.20	14.97
13	DFBM	DFBN	3.20	3.20	AF	0.54	1	0.26	28.45	24.99	3/4	0.80	14.97	10.97
14	DFBN	DFBO	0.00	0.27	AF	0.54	1	0.15	24.99	24.84	3/4	0.37	10.97	10.59
15	DFBO	DFBP	0.00	0.93	AF	0.44	1	0.07	24.84	24.78	3/4	0.19	10.59	10.40
16	DFBP	DFBQ	0.00	0.25	AF	0.44	1/2	0.75	24.78	24.03	3/4	0.09	10.40	10.31
17	DFBQ	DFBR	0.00	1.39	AF	0.15	1/2	0.34	24.03	23.69	1/2	0.26	10.31	10.04
18	DFBR	DFBS	3.20	3.20	AF	0.15	1/2	0.69	23.69	19.80	1/2	0.53	10.04	6.32

Fuente: Elaboración propia.

Baño 12-VII-4<sup>0</sup>. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 133**  
**Baño 12-VII-4<sup>0</sup> - zona VII - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	DCMA	29.78	23.35
AF	DFMA	30.98	25.89

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 134**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 12-VII-4<sup>0</sup> - zona II – ACS**

Número	Tramo		Altura Estática H (m)	Longitud L (m)	Tipo de Agua a Transport ACS o AF	Caudal Q (lt/s)	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro Φ (pulg)	Pérdida de Carga Hf (mca)	Presiones		Diámetro Φ (pulg)	Pérdida de Carga Hf (mca)	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
1	DCMA	DCMB	0.40	0.40	ACS	0.63	1 1/4	0.04	29.78	29.34	1	0.08	23.35	22.87
2	DCMB	DCMC	0.00	2.55	ACS	0.63	1 1/4	0.11	29.34	29.23	1	0.24	22.87	22.64
3	DCMC	DCMD	3.20	3.20	ACS	0.63	1 1/4	0.12	29.23	25.91	1	0.25	22.64	19.18
4	DCMD	DCME	3.20	3.20	ACS	0.42	1 1/4	0.06	25.91	22.66	1	0.12	19.18	15.86
5	DCME	DCMF	3.20	3.20	ACS	0.19	3/4	0.14	22.66	19.31	1/2	0.76	15.86	11.91
6	DCMF	DCMG	0.00	0.54	ACS	0.19	3/4	0.05	19.31	19.26	1/2	0.22	11.91	11.69
7	DCMG	DCMH	0.00	1.38	ACS	0.19	3/4	0.08	19.26	19.19	1/2	0.37	11.69	11.31
8	DCMH	DCMI	0.00	2.15	ACS	0.19	3/4	0.10	19.19	19.09	1/2	0.51	11.31	10.80
9	DCMI	DCMJ	0.00	1.35	ACS	0.12	1/2	0.20	19.09	18.89	1/2	0.15	10.80	10.64
10	DCMJ	DCMK	0.00	0.75	ACS	0.12	1/2	0.13	18.89	15.56	1/2	0.10	10.64	10.54
11	DCMK	DCML	3.20	3.20	ACS	0.12	1/2	0.41	15.56	15.14	1/2	0.32	10.54	7.03

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 135**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 12-VII-4<sup>o</sup> - zona II – AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática H (m)	Longitu d L (m)	Tipo de Agua a Transport ACS o AF	Caudal Q (lt/s)	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro Φ (pulg)	Pérdida de Carga Hf (mca)	Presiones		Diámetro Φ (pulg)	Pérdida de Carga Hf (mca)	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)
1	DFMA	DFMB	0.40	0.40	AF	0.79	1 3/4	0.01	30.89	30.48	1	0.12	25.89	25.37
2	DFMB	DFMC	0.00	2.55	AF	0.79	1 3/4	0.04	30.48	30.44	1	0.36	25.37	25.01
3	DFMC	DFMD	3.20	3.20	AF	0.79	1 3/4	0.04	30.44	27.20	1	0.39	25.01	21.42
4	DFMD	DFME	3.20	3.20	AF	0.61	1 3/4	0.02	27.20	23.98	1	0.24	21.42	17.98
5	DFME	DFMF	3.20	3.20	AF	0.19	1	0.04	23.98	20.74	1/2	0.76	17.98	14.02
6	DFMF	DFMG	0.00	0.54	AF	0.19	3/4	0.05	20.74	20.69	1/2	0.22	14.02	13.80
7	DFMG	DFMH	0.00	1.38	AF	0.19	3/4	0.08	20.69	20.62	1/2	0.37	13.80	13.43
8	DFMH	DFMI	0.00	2.15	AF	0.19	3/4	0.10	20.62	20.52	1/2	0.51	13.43	12.92
9	DFMI	DFMJ	0.00	1.35	AF	0.12	1/2	0.20	20.52	20.32	1/2	0.15	12.92	12.76
10	DFMJ	DFMK	0.00	0.75	AF	0.12	1/2	0.13	20.32	16.99	1/2	0.10	12.76	12.66
11	DFMK	DFML	3.20	3.20	AF	0.12	1/2	0.41	16.99	16.57	1/2	0.32	12.66	9.14

Fuente: Elaboración propia.

Baño 4-X-1<sup>o</sup>. Tomamos los siguientes puntos de referencia:

**Tabla 136**  
**Baño 4-X-1<sup>o</sup> - zona VII - Puntos a evaluar**

Tipo de Agua	Punto	Presión anterior (mca)	Presión nueva (mca)
ACS	DCRA	29.82	23.63
AF	DFRA	31.36	25.46

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 137**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 4-X-1<sup>o</sup> - zona II - ACS**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitud	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Φ (pulg)	Hf (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	DCRA	DCSA	0.00	1.49	ACS	2.51	2 1/4	0.06	29.82	29.76	2	0.08	23.63	23.55
2	DCSA	ECAA	0.00	11.15	ACS	2.42	2	0.47	29.76	29.29	2	0.36	23.55	23.19
3	ECAA	ECBA	0.00	15.27	ACS	2.42	2	0.61	29.29	28.68	1 1/2	1.87	23.19	21.32
4	ECBA	ECCA	0.00	4.96	ACS	2.39	2	0.22	28.68	28.46	1 1/2	0.66	21.32	20.65
5	ECCA	ECDA	0.00	3.02	ACS	2.17	1 3/4	0.23	28.46	28.23	1 1/4	0.85	20.65	19.80
6	ECDA	ECEA	0.00	4.00	ACS	2.02	1 3/4	0.26	28.23	27.97	1 1/4	0.95	19.80	18.85
7	ECEA	ECFA	0.00	2.60	ACS	1.88	1 3/4	0.16	27.97	27.81	1 1/4	0.58	18.85	18.27
8	ECFA	ECGA	0.00	6.20	ACS	1.70	1 1/2	0.56	27.81	27.25	1 1/4	1.01	18.27	17.26
9	ECGA	ECHA	0.00	3.95	ACS	1.47	1 1/2	0.29	27.25	26.96	1 1/4	0.52	17.26	16.74
10	ECHA	ECIA	0.00	0.88	ACS	1.10	1 1/4	0.13	26.96	26.83	1	0.27	16.74	16.47
11	ECIA	ECJA	0.00	2.37	ACS	0.85	1 1/4	0.16	26.83	26.67	1	0.35	16.47	16.12
12	ECJA	ECKA	0.00	2.31	ACS	0.63	1 1/4	0.09	26.67	26.58	1	0.19	16.12	15.93
13	ECKA	ECLA	0.00	5.32	ACS	0.40	1 1/4	0.08	26.58	26.49	3/4	0.71	15.93	15.22
14	ECLA	ECLB	0.40	0.40	ACS	0.40	1 1/4	0.02	26.49	26.08	3/4	0.12	15.22	14.70
15	ECLB	ECLC	0.00	1.40	ACS	0.40	1 1/4	0.03	26.08	26.04	3/4	0.25	14.70	14.44
16	ECLC	ECLD	3.20	3.20	ACS	0.40	1 1/4	0.05	26.04	22.79	3/4	0.46	14.44	10.78
17	ECLD	ECLE	0.00	7.97	ACS	0.40	1 1/4	0.12	22.79	22.67	3/4	1.03	10.78	9.75
18	ECLE	ECLF	0.00	6.34	ACS	0.40	1 1/4	0.09	22.67	22.58	3/4	0.84	9.75	8.91
19	ECLF	ECLG	0.00	4.56	ACS	0.40	1 1/4	0.09	22.58	22.49	3/4	0.72	8.91	8.19
20	ECLG	ECLH	0.00	7.08	ACS	0.21	1/2	2.50	22.49	19.99	1/2	1.92	8.19	6.27
21	ECLH	ECLI	0.00	2.57	ACS	0.11	1/2	0.29	19.99	19.70	1/2	0.22	6.27	6.05
22	ECLI	ECLJ	3.20	3.20	ACS	0.11	1/2	0.35	19.70	16.15	1/2	0.27	6.05	2.58

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 138**  
**Comparación final entre distribución antigua y propuesta - baño 4-X-1<sup>o</sup> - zona II - AF**

N ú m e r o	Tramo		Altura Estática	Longitu d	Tipo de Agua a Transport	Caudal	Diseño Antiguo				Diseño Nuevo			
							Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones		Diámetro	Pérdida de Carga	Presiones	
									Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)			Φ (pulg)	Hf (mca)
De:	A:	H (m)	L (m)	ACS o AF	Q (lt/s)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	Φ (pulg)	Hf (mca)	Presión Punto Inicial (mca)	Presión Punto Final (mca)	
1	DFRA	DFSA	0.00	1.49	AF	4.18	2 1/2	0.10	31.36	31.26	2 1/2	0.07	25.46	25.39
2	DFSA	EFAA	0.00	11.15	AF	3.89	2 1/4	0.64	31.26	30.62	2 1/2	0.30	25.39	25.09
3	EFAA	EFBA	0.00	15.27	AF	3.89	2 1/4	0.83	30.62	29.79	2 1/2	0.38	25.09	24.70
4	EFBA	EFCA	0.00	4.96	AF	3.80	2 1/4	0.30	29.79	29.49	2	0.40	24.70	24.30
5	EFCA	EFDA	0.00	3.02	AF	3.47	2	0.30	29.49	29.19	2	0.23	24.30	24.08
6	EFDA	EFEA	0.00	4.00	AF	3.36	2	0.35	29.19	28.85	1 1/2	1.04	24.08	23.04
7	EFEA	EFFA	0.00	2.60	AF	3.25	2	0.24	28.85	28.61	1 1/2	0.70	23.04	22.34
8	EFFA	EFGA	0.00	2.10	AF	3.11	2	0.19	28.61	28.42	1 1/2	0.55	22.34	21.78
9	EFGA	EFHA	0.00	0.16	AF	2.95	2	0.07	28.42	28.35	1 1/2	0.18	21.78	21.61
10	EFHA	EFIA	0.00	4.02	AF	2.52	1 3/4	0.39	28.35	27.97	1 1/2	0.61	21.61	20.99
11	EFIA	EFJA	0.00	0.82	AF	2.33	1 3/4	0.12	27.97	27.84	1 1/2	0.19	20.99	20.81
12	EFJA	EFKA	0.00	3.13	AF	1.85	1 3/4	0.18	27.84	27.67	1 1/4	0.65	20.81	20.15
13	EFKA	EFLA	0.00	0.88	AF	1.52	1 1/2	0.11	27.67	27.55	1 1/4	0.19	20.15	19.96
14	EFLA	EFMA	0.00	2.37	AF	1.32	1 1/2	0.16	27.55	27.39	1 1/4	0.28	19.96	19.68
15	EFMA	EFNA	0.00	2.31	AF	1.14	1 1/2	0.12	27.39	27.27	1	0.59	19.68	19.10
16	EFNA	EFOA	0.00	5.32	AF	0.98	1 1/2	0.24	27.27	27.03	1	1.14	19.10	17.96
17	EFOA	EFOB	0.40	0.40	AF	0.59	1 1/2	0.02	27.03	26.61	3/4	0.25	17.96	17.31
18	EFOB	EFOC	0.00	1.40	AF	0.59	1 1/2	0.03	26.61	26.58	3/4	0.53	17.31	16.78
19	EFOC	EFOD	3.20	3.20	AF	0.59	1 1/2	0.05	26.58	23.33	3/4	0.96	16.78	12.62
20	EFOD	EFOE	0.00	7.97	AF	0.59	1 1/2	0.10	23.33	23.23	3/4	2.16	12.62	10.47
21	EFOE	EFOF	0.00	6.34	AF	0.59	1 1/2	0.08	23.23	23.15	3/4	1.75	10.47	8.72
22	EFOF	EFOG	0.00	4.56	AF	0.59	1 1/2	0.08	23.15	23.07	3/4	1.50	8.72	7.22
23	EFOG	EFOH	0.00	7.08	AF	0.34	1	0.22	23.07	22.85	3/4	0.66	7.22	6.56
24	EFOH	EFOI	0.00	2.57	AF	0.11	1/2	0.29	22.85	22.56	1/2	0.22	6.56	6.34
25	EFOI	EFOJ	3.20	3.20	AF	0.11	1/2	0.35	22.56	19.01	1/2	0.27	6.34	2.87

Fuente: Elaboración propia.

Los demás baños no se calcularán, ya que son los pisos de más abajo y los que tienen mucha presión, por lo que se optará por poner válvulas reductoras de presión. Las tuberías de estos baños se incluirán en el metrado.

Finalmente tenemos lo siguiente:

- Un 39.79% de diámetros inadecuados en toda la red.
- Mala presión de salida en aparatos sanitarios en el 100% de la red (donde los valores en rojo son los que tienen una presión muy alta o muy baja en el diseño actual y los valores en amarillo en la columna siguiente son aquellos cuya presión está fuera del rango, por lo que se usarán válvulas reductoras de presión).

**Tabla 139**  
**Resumen de nueva selección de diámetros de tuberías**

Tramo		Mala selección de diámetros		Pérdida de Carga		Presión de salida en Aparato Sanitario	
De:	A:	Longitud de mala selección (m)	Longitud total (m)	Pérdida de Carga antigua (m)	Pérdida de Carga propuesta (m)	Presión de salida en Aparato Sanitario antigua (mca)	Presión de salida en Aparato Sanitario propuesta (mca)
X	BCON	154.28	267.09	11.00	10.42	1.64	2.12
B4	BFMN	31.62	103.22	1.34	8.50	7.74	2.06
B	CCEQ	44.87	106.82	13.66	7.47	-4.81	2.18
CFEA	CFEO	28.85	29.50	0.35	4.97	7.67	5.06
C	DCRN	34.67	94.98	5.25	14.21	9.94	2.86
D5	DFRN	14.83	27.49	1.42	6.62	13.36	3.32
C3	CFNQ	23.44	47.71	1.53	9.81	10.73	4.20
CCEA	CCPL	6.74	68.84	4.46	9.46	16.25	2.69
CFMA	CFRM	3.44	34.02	1.15	4.74	21.91	2.85
DCPA	DCAN	11.33	73.53	1.70	4.83	11.25	2.03
DFPA	DFAO	48.50	73.64	1.37	7.04	12.74	2.06
BCOA	BCPP	0.00	37.22	3.56	1.54	0.24	2.90
BFMA	BFNR	28.88	37.83	0.70	2.88	7.41	3.12
BCNA	BCNM	9.60	31.60	1.44	3.32	6.67	2.68
BFLA	BFLM	15.27	31.60	0.86	3.13	7.37	3.45
BCMA	BCMJ	20.76	34.64	0.74	4.10	6.44	3.96
BFKA	BFKJ	15.58	31.11	0.92	3.92	10.54	4.52
BCHA	BCHP	0.99	28.96	1.86	5.16	5.75	3.10
BFHA	BFHO	28.33	29.25	0.57	5.09	10.74	3.97
BCGA	BCGN	11.33	28.56	0.90	5.13	7.37	3.77
BFGA	BFGM	26.96	28.52	0.45	6.00	11.70	4.82
BCCA	BCKK	0.00	25.00	1.80	5.97	6.85	3.75
BFCA	BFCK	0.00	25.00	1.80	5.97	10.31	7.30
BCBA	BCBM	6.40	26.87	2.46	3.61	5.74	4.34
BFBA	BFBN	26.39	27.35	0.37	3.74	11.22	4.19
CCLA	CCLK	6.40	28.26	3.26	2.33	3.87	2.61
CFLA	CFLK	28.26	28.26	0.26	4.02	11.04	7.06
CCLA	CCLU	0.00	25.39	1.16	2.05	5.97	2.89
CFLA	CFLU	0.00	25.39	1.74	5.11	9.56	5.97
CCJA	CCJJ	3.20	17.75	1.12	2.43	12.77	10.78
CFJA	CFJJ	3.32	17.75	0.84	4.65	17.32	14.61
CCHA	CCHK	24.45	26.41	0.43	0.85	10.53	3.86
CFHA	CFHK	26.41	26.41	0.23	5.42	14.93	8.06
DCBA	DCBQ	0.00	52.07	3.18	8.18	15.98	7.14
DFBA	DFBS	0.25	52.86	4.02	10.37	19.80	6.32
DCMA	DCML	3.20	21.92	1.44	3.12	15.14	7.03
DFMA	DFML	12.55	21.92	1.12	3.55	16.57	9.14
DCRA	ECLI	29.19	100.24	6.87	14.25	16.15	2.58
DFRA	EFOJ	23.87	100.32	5.55	15.79	19.01	2.87

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene el metrado de tuberías de ACS como sigue:

**Tabla 140**  
**Metrado de tuberías de ACS**

Díámetro	Suma de Longitud total (m)
1/2	748
3/4	655
1	415
1 1/4	117
1 1/2	133
2	136
<b>Total general</b>	<b>2,204 m</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene el metrado de tuberías de AF como sigue:

**Tabla 141**  
**Metrado de tuberías AF**

Díámetro	Suma de Longitud total (m)
1/2	753
3/4	619
1	447
1 1/4	217
1 1/2	109
2	125
2 1/2	99
3	47
4	65
5	135
<b>Total general</b>	<b>2,616 m</b>

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente obtenemos un resumen del diseño antiguo y el diseño propuesto:

**Tabla 142**  
**Relación de longitud de tuberías con diámetros inadecuados entre longitud total de tuberías**

Relación de Longitud de tuberías con diámetros inadecuados entre Longitud total de tuberías	Total de Pérdida de Carga de Diseño Antiguo (m)	Total de Pérdida de Carga de Diseño Propuesto (m)
39.79%	92.88	229.75

Fuente: Elaboración propia.

## 4.5 SELECCIÓN DE AISLAMIENTOS PARA TUBERIAS

### 4.5.1 Aislamiento anterior al diseño

En el capítulo III “Diagnóstico actual de las instalaciones” podemos observar que en la mayoría de figuras se tiene una mala instalación del aislamiento, y esto debido no a una mala instalación inicial sino al mal mantenimiento preventivo que se le ha debido venir haciendo.

**Fotografía 25**

Tuberías que ingresan al taque calentador de la zona VII (actualmente)



Después de realizar el metrado correspondiente a las tuberías en la sección Cálculo de diámetros de tuberías, es que procedimos a identificar las zonas más afectadas por un mal mantenimiento del aislamiento.

**Tabla 143**  
**Metrado total de tuberías ACS**

Diámetro (pulg)	Suma de Longitud total (m)
1/2	748
3/4	655
1	415
1 1/4	117
1 1/2	133
2	136
<b>Total general</b>	<b>2,204 m</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Pudimos generar el siguiente cuadro, después de realizar una inspección visual de lo que se tiene actualmente en el hospital.

**Tabla 144**  
**Longitud total de tuberías sin aislamiento**

Diámetro (pulg)	ACS - Pisos								Total (m)
	Subsótano (m)	Sótano (m)	1 (m)	2 (m)	3 (m)	4 (m)	5 (m)	6 (m)	
1/2	225.00	97.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	484.00
3/4	200.00	78.00	41.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	414.00
1	123.00	45.00	35.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	323.00
1 1/4	25.00	12.00	9.00	8.00	4.50	4.50	4.50	0.00	67.50
1 1/2	23.00	7.00	7.00	7.00	7.00	0.00	0.00	0.00	51.00
2	37.00	5.00	5.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.00

**Fuente:** Elaboración propia.

Hallamos un porcentaje de la mala selección de aislamientos:

**Tabla 145**  
**Porcentaje de tuberías con mal aislamiento**

ACS			
Diámetro (pulg)	Longitud mal aislada (m)	Longitud total (m)	Porcentaje mal aislamiento (%)
1/2	484.00	748.21	64.69%
3/4	414.00	655.27	63.18%
1	323.00	414.50	77.93%
1 1/4	67.50	117.36	57.52%
1 1/2	51.00	133.49	38.20%
2	52.00	136.19	38.18%
<b>Total general (m)</b>	<b>1391.50</b>	<b>2205.02</b>	<b>56.62%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Se tiene un porcentaje del 56.62% en todas las tuberías de ACS en el hospital.

Para comenzar el cálculo, nos guiamos del libro Transferencia de Calor y Masa de Yunus A. Cengel.

Comenzamos hallando las propiedades principales para el agua a 60°C según la tabla A-91 del apéndice 2 del libro en mención.

Número de Prandtl:  $Pr=2.98$

Coefficiente de conductividad térmica:  $k=0.378 \text{ BTU/h}\cdot\text{pie}\cdot^{\circ}\text{F}=0.2019 \text{ W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$

Hallaremos el número de Reynold para cada diámetro. Usaremos una velocidad media de 2.5 m/s.

Entonces:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

Donde:

Re: Número de Reynolds (valor adimensional)

$\rho$ : Densidad del agua ( $\text{kgm/m}^3$ )

v: Velocidad media del fluido (m/s)

D: Diámetro de la tubería (m)

$\mu$ : Viscosidad cinemática del fluido (Pa.s)

Así decidimos si el fluido es laminar o turbulento. En todos los casos supera  $Re=3000$ , por lo que sería turbulento. Ahora hallamos el Número de Nusselt.

$$Nu = 0.023 \times Re^{0.8} \times Pr^{0.3}$$

Donde:

Nu: Número de Nusselt (valor adimensional)

Re: Número de Reynolds (valor adimensional)

Pr: Número de Prandtl (valor adimensional,  $Pr=2.98$ )

Obteniendo el número de Nusselt es que podemos hallar el coeficiente de convección:

$$h = \frac{Nu \times k}{D}$$

Donde:

h: Coeficiente de convección ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

Nu: Número de Nusselt (valor adimensional)

k: Coeficiente de conductividad térmica ( $0.2019 W/m \cdot ^\circ C$ )

D: Diámetro de la tubería (m)

Procedemos a hallar el área de transferencia de calor, en nuestro caso sería calcular la superficie exterior de un cilindro.

$$A_s = \pi DL$$

Donde:

$A_s$ : Área de transferencia de calor ( $m^2$ )

D: Diámetro de la tubería (m)

L: Longitud de la tubería (m)

Hallamos ahora el flujo másico:

$$\dot{m} = \rho v A$$

Donde:

m: Flujo másico (kgm/s)

v: Velocidad media del fluido (m/s)

A: Área transversal de la tubería (m<sup>2</sup>)

Continuamos con la temperatura de salida del agua:

$$T_e = T_s - (T_s - T_i) \times e^{-\frac{h \times A_s}{m \times c_e}}$$

Donde:

T<sub>e</sub>: Temperatura de salida del agua caliente sanitaria (°C)

T<sub>s</sub>: Temperatura aproximada de la superficie exterior (Asumimos 40°C)

T<sub>i</sub>: Temperatura del agua transportada (Se considera 60°C)

h: Coeficiente de convección (W/m<sup>2</sup>\*°C)

A<sub>s</sub>: Área de transferencia de calor (m<sup>2</sup>)

m: Flujo másico (kgm/s)

c<sub>e</sub>: Calor específico del agua (4.185 kJ/kg\*°C)

Así podemos obtener la diferencia logarítmica de temperaturas:

$$\Delta T_{ln} = \frac{T_i - T_e}{\ln \frac{T_s - T_e}{T_s - T_i}}$$

Donde:

ΔT<sub>ln</sub>: Diferencia logarítmica de temperaturas. (°C)

T<sub>e</sub>: Temperatura de salida del agua caliente sanitaria (°C)

T<sub>s</sub>: Temperatura aproximada de la superficie exterior (Asumimos 40°C)

T<sub>i</sub>: Temperatura del agua transportada (Se considera 60°C)

Finalmente, procedemos a hallar el calor perdido:

$$\dot{Q} = h \times A_s \times \Delta T_{ln}$$

Se realizó para todos los tamaños de tubería y se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 146**  
**Pérdida de calor por tuberías sin aislamiento**

	Longitud	Número de Reynolds	Número de Nusselt	Coefficiente de Convección	Área de transferencia	Flujo másico	Temperatura de salida	Temperatura logarítmica	Calor Perdido sin Aislamiento
Díámetro (pulg)	L (m)	Re (adim.)	Un (adim.)	h (W/m <sup>2</sup> *°C)	As (m <sup>2</sup> )	m (kg/s)	Te (°C)	ΔTln	Q (kW)
1/2	484.00	31750	12.75	202.64	19.31	0.32	41.04	-6.42	25.12
3/4	414.00	47625	17.63	186.85	24.78	0.71	44.23	-10.15	47.01
1	323.00	63500	22.19	176.41	25.77	1.27	48.48	-13.43	61.06
1 1/4	67.50	79375	26.53	168.71	6.73	1.98	57.44	-18.69	21.23
1 1/2	51.00	95250	30.70	162.67	6.10	2.85	58.40	-19.19	19.06
2	52.00	127000	38.64	153.57	8.30	5.07	58.83	-19.41	24.74
Total general (m)	1391.50								198.22

**Fuente:** Elaboración propia

Se obtuvo un total de 198.22 kW de calor perdido. Con este dato podemos hallar la pérdida anual que se tiene en las tuberías por falta de aislamiento o por mal mantenimiento del mismo.

Asumiendo un 90% de eficiencia del intercambiador y 90% de eficiencia de la caldera, podemos afirmar que se requiere la siguiente cantidad de flujo de calor del combustible:

$$\dot{Q}_c = \frac{198.22 \text{ kW}}{0.90 \times 0.90} = 244.71 \text{ kW}$$

El combustible utilizado es diésel 2 en combinación con búnker, por lo que utilizaremos las siguientes propiedades del diésel 2.

Poder calorífico: PC = 43 MJ/kg.

Densidad:  $\rho = 0.832 \text{ kg/lt}$

Precio del petróleo aproximado: \$ = 32 \$/barril (Donde: 1 barril = 159 lt)

Entonces hallamos el flujo másico del combustible:

$$\dot{m}_c = \frac{\dot{Q}_c}{PC} = \frac{244.71 \text{ kW}}{43\,000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0.00569 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Con este dato podemos hallar el flujo volumétrico del combustible:

$$\dot{V}_c = \frac{\dot{m}_c}{\rho} = \frac{0.00569 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}{0.832 \frac{\text{kg}}{\text{lt}}} = 0.00684 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

Luego, procedemos a hallar la cantidad de combustible usado en 1 año:

$$V_c = \dot{V}_c \times t = 0.00684 \frac{\text{lt}}{\text{s}} \times 1 \text{ año} \times \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \times \frac{3\,600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 215\,708.14 \text{ lt}$$

De esta manera hallamos la pérdida en S/.

$$\text{Pérdida(S/.)} = 32 \frac{\$}{\text{barril}} \times 215\,708.14 \text{ lt} \times \frac{1 \text{ barril}}{159 \text{ lt}} \times 3.5 \frac{\text{S/}}{\$}$$

$$\text{Pérdida(S/.)} = 151\,945 \frac{\text{S/}}{\text{año}}$$

Por ese motivo es que procedemos a escoger un aislamiento adecuado a nuestras necesidades, con el cual debemos reducir las pérdidas por aislamiento al máximo.

Resumiendo lo descrito en el Marco Teórico de aislamientos, procedemos a escoger la lana de vidrio por el simple motivo que no se tienen riesgos medioambientales, ya que en caso de incendios no desprendería gases extremadamente tóxicos como lo haría el poliuretano.

Para el cálculo de este aislamiento es que nos guiamos del libro Suministros Energéticos del Ing. Carlos Gordillo Andía:

**Figura 30**  
**Detalles de lana de vidrio para tuberías**

## Detalles de Productos Caliente



**Medias Cañas de Lana de Vidrio Nacional C/S Foil FSK**

---

**Descripción del Producto:**  
Fabricados a base de Lana de Vidrio de fibras largas y aglutinada con adhesivos inorgánicos.

**Presentación:**  
1 metro de Largo con recubrimiento de tela de tocuyo y 2 abrazaderas.

**Usos:**  
En todo tipo de instalaciones fierro, cobre y PVC. En tuberías de vapor saturado, agua y gases calientes.

**Beneficios:**  
Alta eficiencia térmica, debido a la resistencia al paso del calor. Por ello, ahorran energía, bajando notablemente los costos operacionales de las instalaciones.

**Acabados:** Puede ser chaqueta galvanizada, aluminio, acero inox., fibra de vidrio o con una capa de sellador impermeabilizante sobre la tela de tocuyo como base y finalmente deberá ser pintado con pintura Látex Sintético, Vinílica o Urea.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:** Media caña preformada de lana de vidrio.  
DENSIDAD : 90/100 Kg./M3  
TEMPERATURA DE TRABAJO: 120° F A 480° F  
CONTRACCION LINEAL : NINGUNA  
CONDUCTIBILIDAD TERMICA: FACTOR K 0.27 BTU H/PIE2 (°F/pulg).

Si requiere información adicional, envíenos un mensaje con sus datos a [ventas@aislaperu.com](mailto:ventas@aislaperu.com)

Fuente: Catálogo Fiberglass

**Tabla 147**  
**Espesores recomendados de aislamiento para tuberías**

Espesores Recomendados							
Aislamiento para Tubería Fiberglas®							
Tuberías Calientes Ta= 25 °C (77 °F) <sup>1</sup>							
TEMP. OPERACION		HASTA 65°C (150°F)					
DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO		E.S.		P.C.		T.S.	
pulg.	mm	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F
1/2	12.7	1	25.4	7.44	7.15	28.7	83.6
3/4	19.1	1	25.4	8.95	8.60	29.4	84.9
1	25.4	1	25.4	9.28	8.92	28.8	83.9
1 1/2	38.0	1	25.4	12.1	11.63	29.3	84.8
2	51.0	1	25.4	14.1	13.56	29.5	85.1
3	76.0	1	25.4	19.1	18.36	29.9	85.9
4	102.0	1	25.4	22.9	22.02	30.3	86.5
6	152.0	1	25.4	33.9	32.59	30.6	87.1
8	203.0	1	25.4	42.3	40.67	30.7	87.3
10	254.0	1	25.4	54.6	52.49	31.2	88.2
12	304.0	1 1/2	38.0	40.6	39.03	28.9	84.0
14	356.0	1 1/2	38.0	46.8	44.99	29.2	84.6
16	406.0	1 1/2	38.0	52.8	50.76	29.3	84.7
18	457.0	1 1/2	38.0	58.8	56.53	29.1	84.4
20	508.0	1 1/2	38.0	64.9	62.39	29.3	84.8
24	610.0	1 1/2	38.0	76.9	73.93	29.4	84.9
26	660.0	1 1/2	38.0	81.0	77.87	29.3	84.8
28	711.0	1 1/2	38.0	86.9	83.54	29.3	84.8
30	762.0	2	50.8	73.6	70.76	28.4	83.2

Fuente: Fiberglass

Con la tabla 145 podemos definir el espesor del aislamiento que usaremos, el cual será de 1” para todos los casos. También podemos conocer la pérdida de energía que se da al usar aislamiento de lana de vidrio y poder compararlo con la diferencia de si no lo usamos.

**Tabla 148**  
**Calor perdido por tuberías con aislamiento**

	Longitud	Calor Perdido sin Aislamiento	Calor perdido con aislamiento	Calor perdido con aislamiento
Diámetro (pulg)	L (m)	Q (kW)	q (W/m)	Q (kW)
1/2	484.00	25.12	7.15	3.46
3/4	414.00	47.01	8.60	3.56
1	323.00	61.06	8.92	2.88
1 1/4	67.50	21.23	10.28	0.69
1 1/2	51.00	19.06	11.63	0.59
2	52.00	24.74	13.56	0.71
<b>Total general (m)</b>	<b>1391.50</b>	<b>198.22</b>		<b>11.89</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Hallamos la eficiencia del aislamiento:

$$\eta_{\text{aislamiento}} = \frac{Q_t - Q_{\text{aislamiento}}}{Q_t}$$

$$\eta_{\text{aislamiento}} = \frac{198.22 \text{ kW} - 11.89 \text{ kW}}{198.22 \text{ kW}}$$

$$\eta_{\text{aislamiento}} = 94\%$$

Procedemos a hallar la pérdida en S/. de la misma manera que hayamos anteriormente para obtener:

$$\text{Con } Q_t = 198.22 \text{ kW} \rightarrow \text{Pérdida} = 151\,945 \frac{\text{S/.}}{\text{año}}$$

$$\text{Con } Q_{\text{aislamiento}} = 11.89 \text{ kW} \rightarrow \text{Pérdida} = 9\,114 \frac{\text{S/.}}{\text{año}}$$

Con esto se tiene una diferencia en dinero de:

$$\text{Pérdida relativa (S/.)} = 151\,945 \frac{\text{S/.}}{\text{año}} - 9\,114 \frac{\text{S/.}}{\text{año}}$$

$$\text{Pérdida relativa (S/.)} = 142\,831 \frac{\text{S/.}}{\text{año}}$$

#### 4.6 SELECCIÓN DE BOMBAS

Para comenzar la selección nos basamos en la placa que tiene la bomba actual.

**Tabla 149**  
**Datos de placa de bomba actual**

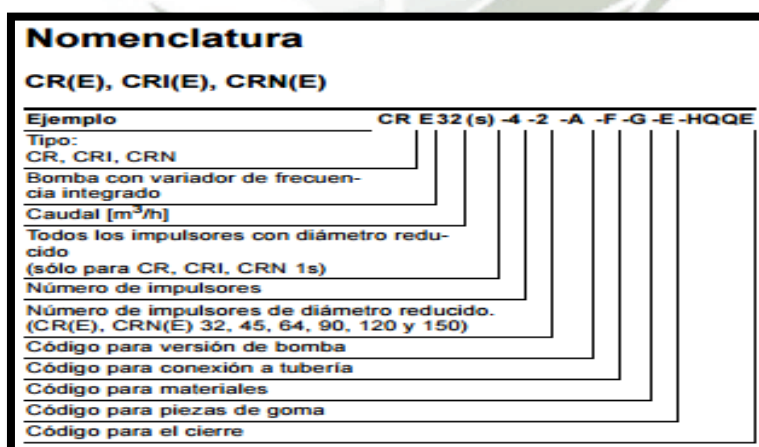
<b>CANTIDAD</b>	4
<b>MARCA</b>	Grundfos
<b>TIPO</b>	CRI20-04 A-FGJ-I-E-HQQE
<b>MODELO</b>	A96504327P11050
<b>POTENCIA NOMINAL</b>	7.5 kW
<b>ALTURA MÁXIMA</b>	84.7 m
<b>ALTURA DE TRABAJO</b>	67.1 m
<b>CAUDAL DE TRABAJO</b>	25.3 m <sup>3</sup> /h = 7 lt/s

**Fuente:** Elaboración propia.

Para poder identificar el tipo de bomba, nos guiamos de la nomenclatura que usa Grundfos.

**Figura 45**

#### Nomenclatura Grundfos



**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multietapas verticales de 60 Hz – Nomenclatura - Pág. 18.

**Figura 31**  
**Códigos de la nomenclatura Grundfos**

Códigos		A	-F	-A	-E	-H	QQ	E
<b>Ejemplo</b>								
<b>Versión de bomba</b>								
A	Versión básica							
B	Motor sobredimensionado							
E	Bomba con certificado/homologación							
F	Bomba CR para altas temperaturas (refrigeración por aire en la parte superior)							
H	Versión horizontal							
HS	Bomba de alta presión con motor MGE de alta velocidad							
I	Presión nominal distinta							
J	Bomba con diferente velocidad máx.							
K	Bomba con bajo NPSH							
M	Accionamiento magnético							
N	Ajustada con sensor							
P	Motor subdimensionado							
R	Versión horizontal con soporte de cojinete							
SF	Bomba de alta presión							
X	Versión especial							
<b>Conexión de las tuberías</b>								
A	Brida ovalada							
B	Rosca NPT							
CA	FlexiClamp (CRI(E), CRN(E) 1, 3, 5, 10, 15, 20)							
F	Brida DIN							
G	Brida ANSI							
J	Brida JIS							
N	Diámetro de conexiones modificado							
P	Acoplamiento PJE							
X	Versión especial							
<b>Materiales</b>								
A	Versión básica							
D	PTFE relleno con carbono grafito (cojinetes)							
G	Piezas húmedas 1.4401/AISI 316							
GI	Todas las piezas en acero inoxidable, piezas húmedas 1.4401/AISI 316							

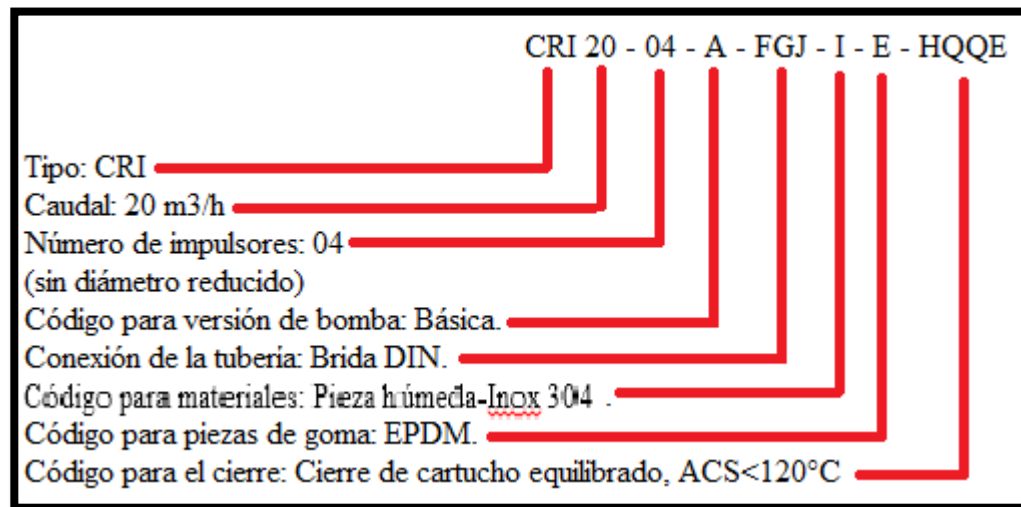
  

Ejemplo		A	-F	-A	-E	-H	QQ	E
I	Piezas húmedas 1.4301/AISI 304							
II	Todas las piezas en acero inoxidable, piezas húmedas 1.4301/AISI 304							
K	Bronce (cojinetes)							
S	Cojinetes SIC + anillos cierre PTFE							
X	Versión especial							
<b>Código para piezas de goma</b>								
E	EPDM							
F	FXM							
K	FFKM							
V	FKM							
<b>Cierre mecánico</b>								
H	Cierre de cartucho equilibrado							
Q	Carburo de silicio							
U	Carburo de tungsteno							
B	Carbono							
E	EPDM							
F	FXM							
K	FFKM							
V	FKM							

**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Nomenclatura - Pág. 18

Sabiendo la nomenclatura de Grundfos, podemos identificar el tipo de bombas que tenemos actualmente en el hospital.

**Figura 32**  
**Nomenclatura de la bomba actual del hospital**



**Fuente:** Elaboración propia.

El tipo de bomba CRI se refiere a bombas verticales, multietápicas y centrífugas. Esta bomba tiene un monotubo horizontal, el cual se refiere a un mismo plano de la brida de succión y salida.

Según nuestra aplicación que es el suministro y distribución de Agua Caliente Sanitaria, es que verificamos que el tipo CRI es el adecuado.

**Tabla 150**  
**Datos de Placa de Bomba Actual**

<b>Aplicaciones</b>			
Aplicaciones	CR, CRI	CRN	CRE, CRNE
<b>Suministro de agua</b>			
Filtrado y trasiego en instalaciones de suministro de agua	●	○	●
Distribución de instalaciones de suministro de agua	●	○	●
Aumento de presión en tuberías	●	○	●
Aumento de presión en edificios altos, hoteles, etc.	●	○	●
Aumento de presión en sistemas industriales	●	○	●
<b>Industria</b>			
<b>Aumento de presión</b>			
Sistemas de procesado de agua	●	●	●
Sistemas de lavado y limpieza	●	●	○
Túneles de lavado de vehículos	●	○	●
Sistemas contra incendios	●	○	○
<b>Trasiego de líquidos</b>			
Sistemas de refrigeración y aire acondicionado (refrigerantes)	●	○	●
Alimentación de calderas y sistemas de condensación	●	○	●
Máquinas herramientas (lubricantes de refrigeración)	●	●	●
Piscifactorias *	●	○	○
<b>Trabajos especiales de trasiego</b>			
Aceites y alcoholes	●	●	○
Ácidos y bases *	●	●	○
Glicol y refrigerantes	●	○	○

**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Aplicaciones - Pág. 5

Luego, con el código CRI20 es que verificamos los datos principales como presión, temperatura, rendimiento y potencia de la bomba.

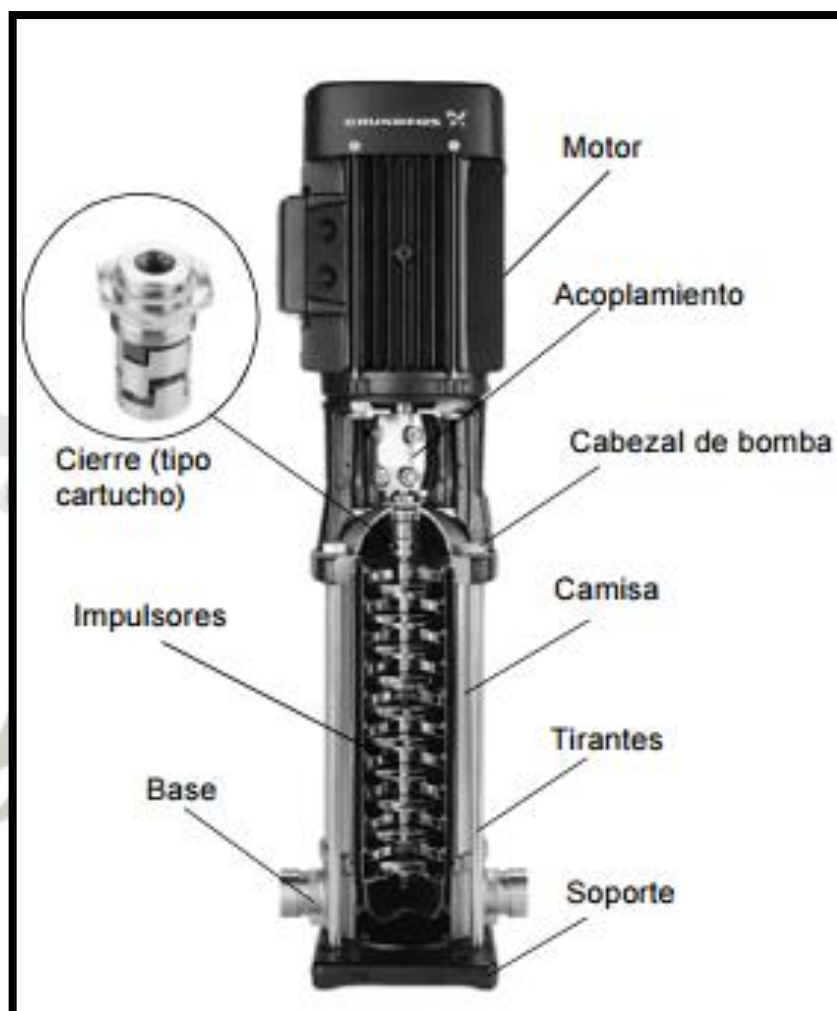
**Tabla 151**  
**Datos de la bomba Grundfos CRI20**

<b>Gama de producto</b>							
Gama	CR 1s	CR, CRE 1	CR, CRE 3	CR, CRE 5	CR, CRE 10	CR, CRE 15	CR, CRE 20
Caudal nominal [m <sup>3</sup> /h]	0,8	1	3	5	10	15	20
Rango de temperatura [°C]	-20 a +120						
Gama de temperaturas [°C] (bajo pedido)	-40 a +180						
Rendimiento máx. bomba [%]	35	48	58	66	70	72	72
<b>Bombas CR</b>							
Rango de caudal [m <sup>3</sup> /h]	0,3 - 1,1	0,7 - 2,4	1,2 - 4,5	2,5 - 8,5	5 - 13	9 - 24	11 - 29
Presión máx. [bar]	21	22	24	24	22	23	25
Alta presión [bar] (bajo pedido)	-	47	41	47	44	47	48
Potencia del motor [kW]	0,37 - 1,1	0,37 - 2,2	0,37 - 3	0,37 - 5,5	0,37 - 7,5	1,1 - 15	1,1 - 18,5
<b>Bombas CRE</b>							
Rango de caudal [m <sup>3</sup> /h]	-	0,7 - 2,4	1,2 - 4,5	2,5 - 8,5	5 - 13	8,5 - 23,5	10,5 - 29
Presión máx. [bar]	-	22	24	24	22	23	25
Potencia del motor [kW]	-	0,37 - 2,2	0,37 - 3	0,37 - 5,5	0,37 - 7,5	1,1 - 15	1,1 - 18,5
<b>Versión</b>							
CR, CRE: Fundición y acero inoxidable EN 1.4301/AISI 304	●	●	●	●	●	●	●
CRI, CRIE: Acero inoxidable EN 1.4301/AISI 304	●	●	●	●	●	●	●
CRN, CRNE: Acero inoxidable EN 1.4401/AISI 316	●	●	●	●	●	●	●
CRT, CRTE: Titanio	Véase el catálogo de CRT, CRTE.						

**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Datos del Producto - Pág. 6

Identificamos la bomba físicamente y pudimos observar las siguientes partes:

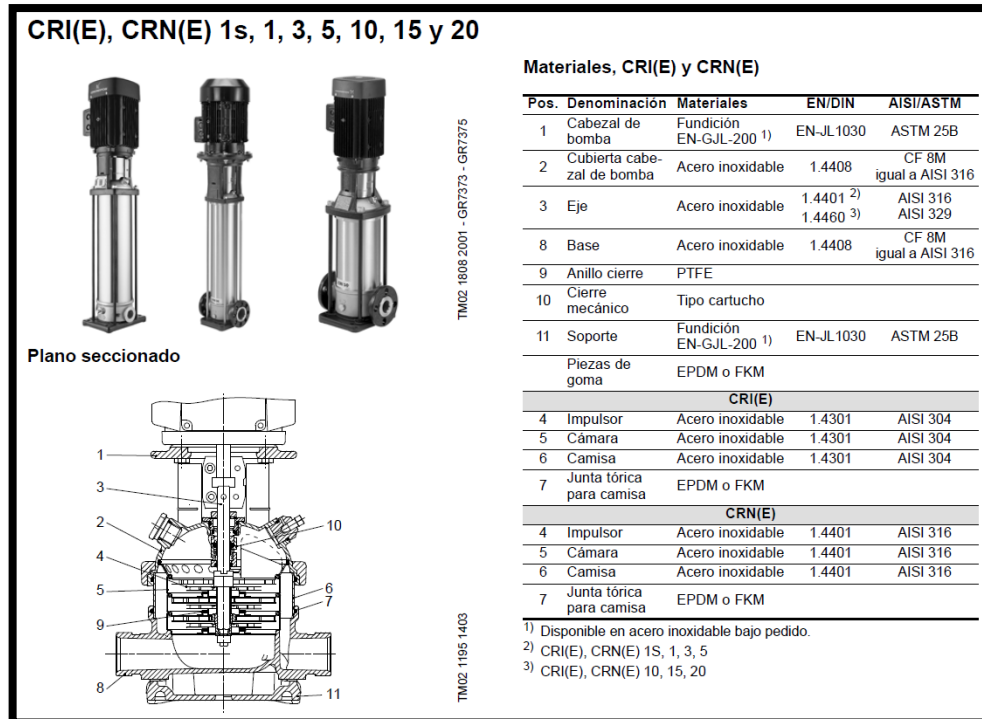
**Figura 33**  
**Partes de la bomba Grundfos CR**



**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Bomba - Pág. 6

Para tener una vista de corte de las partes de la bomba, tenemos la siguiente imagen:

**Figura 34**  
**Vista de corte de la bomba Grundfos CRI 20**



**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Construcción - Pág. 14

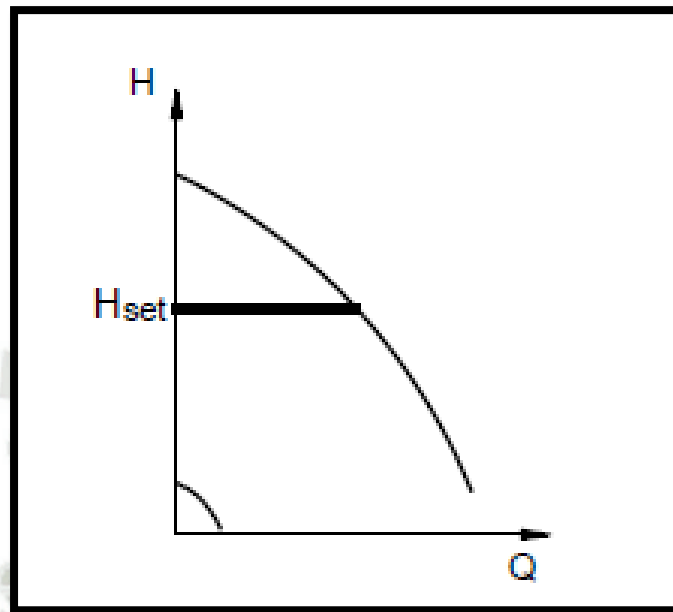
Adicionalmente, sabemos que el tipo E de las bombas Grundfos se refiere a que sus motores poseen un variador de frecuencia incorporado el cual ocasiona que se puede trabajar con distintas curvas H vs Q. La desventaja es que ocasiona el deterioro del motor; sin embargo, en este caso, su selección es necesaria ya que debemos obtener una presión constante en los puntos de suministro; además de obtener un control de funcionamiento del equipo.

Las bombas Grundfos CRI 20, poseen un sensor de presión integrado a pedido del usuario, que nos va a permitir ajustar a uno de los dos modos de funcionamiento de la bomba.

- ✓ Modo de presión constante.

Se tiene una presión prefijada; sin embargo, el caudal y la frecuencia son variables.

**Figura 35**  
**Curva de la bomba Grundfos en modo de presión constante**



**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Modos de control de Bombas E - Pág. 12

Para hallar esta presión, es que usamos la siguiente formula:

$$H_B = H_e + H_{p1} + H_{p2}$$

**Donde:**

- $H_B$ : Altura de bomba (m).
- $H_e$ : Altura estática (m).
- $H_{p1}$ : Altura de pérdidas primarias (m).
- $H_{p2}$ : Altura de pérdidas secundarias (m).

Para hallar la altura estática, se considera los seis niveles del hospital más su sótano, siendo la altura de estos aproximadamente 3.5 metros; lo que nos da una altura estática total de 24.5 metros.

Luego, usamos el tramo más largo del hospital, para obtener la altura de pérdidas primarias y secundarias máximas. Este dato lo obtenemos de la Tabla 53, siendo la

sumatoria de estas pérdidas 10.42 metros. Haciendo la sumatoria de las pérdidas primarias y secundarias la fórmula quedaría como se ve a continuación:

$$H_B = 24.5 \text{ m} + 10.4 \text{ m}$$

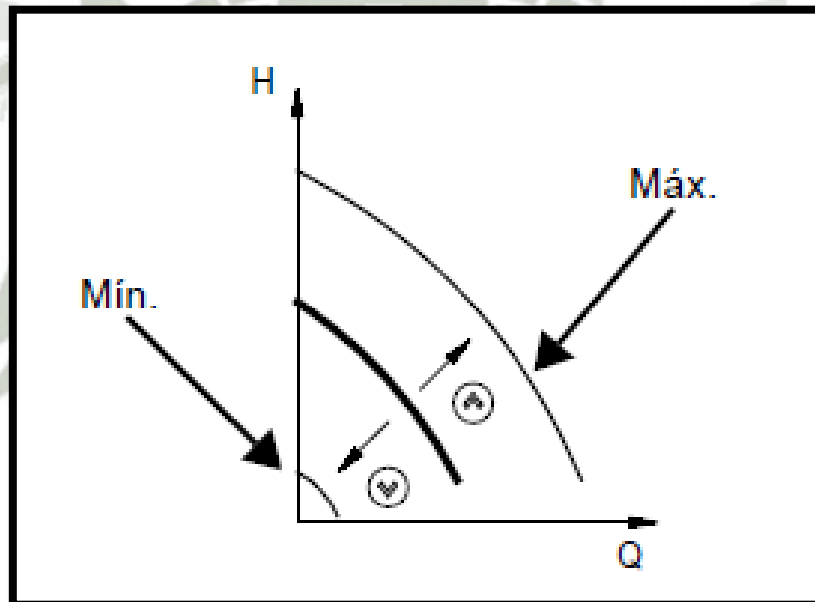
$$H_B = 34.9 \text{ m} = 35 \text{ m}$$

Siendo la altura de la bomba 35 metros, la presión a la que se setearía la bomba sería 3.5 bar.

- ✓ Modo de curva constante.

La bomba se setea a una sola frecuencia.

**Figura 36**  
**Curva de la bomba Grundfos en modo de curva constante**



**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multielulares verticales de 60 Hz – Modos de control de Bombas E - Pág. 12

Según el modelo CRI20-4 obtenemos que la presión máxima de funcionamiento es de 16 bar según la tabla 152:

**Tabla 152**  
**Presión máxima de funcionamiento de bombas Grundfos**

	Brida ovalada		PJE, Clamp, JUNTA, DIN	
	Presión máx. de funcionamiento permitida	Temperatura del líquido	Presión máx. de funcionamiento permitida	Temperatura del líquido
CR, CRI, CRN 1s	16 bar	-20 °C a +120 °C	25 bar	-20 °C a +120 °C
CR(E), CRI(E), CRN(E) 1	16 bar	-20 °C a +120 °C	25 bar	-20 °C a +120 °C
CR(E), CRI(E), CRN(E) 3	16 bar	-20 °C a +120 °C	25 bar	-20 °C a +120 °C
CR(E), CRI(E), CRN(E) 5	16 bar	-20 °C a +120 °C	25 bar	-20 °C a +120 °C
CR(E), CRI(E) 10-1 → 10-16	16 bar	-20 °C a +120 °C	16 bar	-20 °C a +120 °C
CR(E), CRI(E) 10-17 → 10-22	-	-	25 bar	-20 °C a +120 °C
CRN(E) 10	-	-	25 bar	-20 °C a +120 °C
CR(E), CRI(E) 15-1 → 15-7	10 bar	-20 °C a +120 °C	-	-
CR(E), CRI(E) 15-1 → 15-10	-	-	16 bar	-20 °C a +120 °C
CR(E), CRI(E) 15-12 → 15-17	-	-	25 bar	-20 °C a +120 °C
CRN(E) 15	-	-	25 bar	-20 °C a +120 °C
CR(E), CRI(E) 20-1 → 20-7	10 bar	-20 °C a +120 °C	-	-
CR(E), CRI(E) 20-1 → 20-10	-	-	16 bar	-20 °C a +120 °C
CR(E), CRI(E) 20-12 → 20-17	-	-	25 bar	-20 °C a +120 °C
CRN(E) 20	-	-	25 bar	-20 °C a +120 °C
CR(E), CRN(E) 32-1-1 → 32-7	-	-	16 bar	-30 °C a +120 °C
CR(E), CRN(E) 32-8-2 → 32-14	-	-	30 bar	-30 °C a +120 °C
CR(E), CRN(E) 45-1-1 → 45-5	-	-	16 bar	-30 °C a +120 °C
CR(E), CRN(E) 45-6-2 → 45-11	-	-	30 bar	-30 °C a +120 °C
CR, CRN 45-12-2 → 45-13-2	-	-	33 bar	-30 °C a +120 °C
CR(E), CRN(E) 64-1-1 → 64-5	-	-	16 bar	-30 °C a +120 °C
CR, CRN 64-6-2 → 64-8-1	-	-	30 bar	-30 °C a +120 °C
CR(E), CRN(E) 90-1-1 → 90-4	-	-	16 bar	-30 °C a +120 °C
CR, CRN 90-5-2 → 90-6	-	-	30 bar	-30 °C a +120 °C
CR(E), CRN(E) 120	-	-	30 bar	-30 °C a +120 °C
CR(E), CRN(E) 150	-	-	30 bar	-30 °C a +120 °C

**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Datos del Producto - Pág. 19

La tabla 152 muestra la presión máxima de entrada permitida. No obstante, la presión de entrada en cada momento más la presión con válvula cerrada debe ser siempre inferior a la presión máxima de funcionamiento permitida.

Si se sobrepasa la presión máxima de funcionamiento permitida, el cojinete cónico del motor puede dañarse y la vida del cierre acortarse.

**Tabla 153**  
**Presión máxima de entrada de bombas Grundfos**

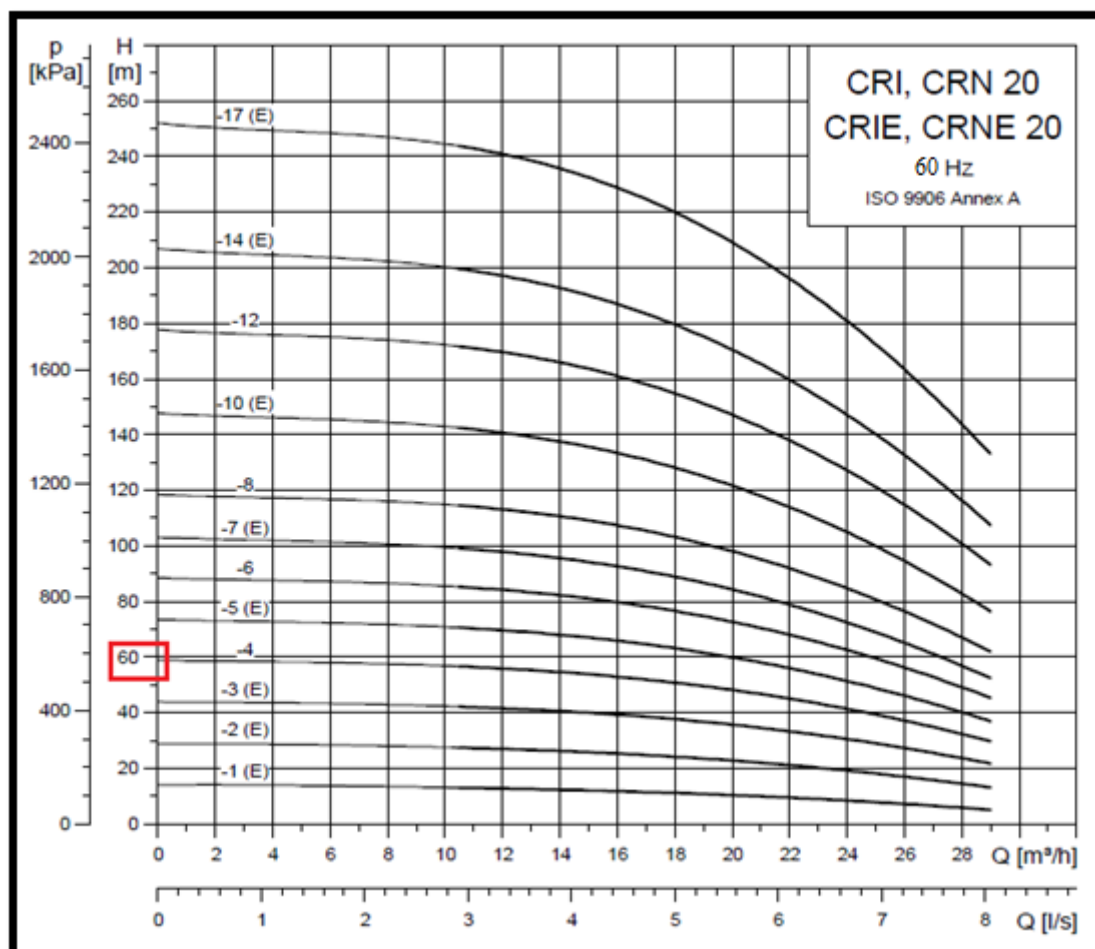
<b>CR, CRI, CRN 1s</b>		
1s-2	› 1s-36	10 bar
<b>CR(E), CRI(E), CRN(E) 1</b>		
1-2	› 1-36	10 bar
<b>CR(E), CRI(E), CRN(E) 3</b>		
3-2	› 3-29	10 bar
3-31	› 3-36	15 bar
<b>CR(E), CRI(E), CRN(E) 5</b>		
5-2	› 5-16	10 bar
5-18	› 5-36	15 bar
<b>CR(E), CRI(E), CRN(E) 10</b>		
10-1	› 10-6	8 bar
10-7	› 10-22	10 bar
<b>CR(E), CRI(E), CRN(E) 15</b>		
15-1	› 15-3	8 bar
15-4	› 15-17	10 bar
<b>CR(E), CRI(E), CRN(E) 20</b>		
20-1	› 20-3	8 bar
20-4	› 20-17	10 bar
<b>CR(E), CRN(E) 32</b>		
32-1-1	› 32-4	4 bar
32-5-2	› 32-10	10 bar
32-11-2	› 32-14	15 bar
<b>CR(E), CRN(E) 45</b>		
45-1-1	› 45-2	4 bar
45-3-2	› 45-5	10 bar
45-6-2	› 45-13-2	15 bar
<b>CR(E), CRN(E) 64</b>		
64-1-1	› 64-2-2	4 bar
64-2-1	› 64-4-2	10 bar
64-4-1	› 64-8-1	15 bar
<b>CR(E), CRN(E) 90</b>		
90-1-1	› 90-1	4 bar
90-2-2	› 90-3-2	10 bar
90-3	› 90-6	15 bar
<b>CR(E), CRN(E) 120</b>		
120-1	› 120-2-1	10 bar
120-2	› 120-5-1	15 bar
120-6-1	› 120-7	20 bar
<b>CR(E), CRN(E) 150</b>		
150-1-1	› 150-1	10 bar
150-2-1	› 150-4-1	15 bar
150-5-2	› 150-6	20 bar

**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Datos del Producto - Pág. 20

Según la tabla 153, para el tipo de bomba CRI20-4 obtenemos una presión máxima de entrada de 10 bar.

Obtenemos que la presión de descarga con válvula cerrada es de 6 bar (del siguiente gráfico).

**Gráfico 4**  
**Curvas de bomba Grundfos modelo CRI20-4**



**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Modos de control de Bombas E - Pág. 52

Por lo tanto:

$$P_{\text{máx, entrada}} + P_{\text{descarga, válv. cerrada}} \leq P_{\text{máx, funcionamiento}}$$

$$10 \text{ bar} + 6 \text{ bar} \leq 16 \text{ bar}$$

Según la tabla 55, para comprobar la buena selección de la bomba CRI20-04 es que utilizamos 4 bombas en paralelo con un caudal de 17.79 lt/s para todas las bombas.

$$Q_{u,4 \text{ bomba}} = \frac{Q_{4, \text{ bomba}}}{4}$$

$$Q_{u,4 \text{ bomba}} = \frac{17.79 \text{ lt/s}}{4}$$

$$Q_{u,4 \text{ bomba}} = 4.44 \frac{\text{lt}}{\text{s}} \times \left( \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right) - \text{rojo}$$

$$Q_{u,4 \text{ bomba}} = 266.4 \frac{\text{lt}}{\text{min}} - \text{rojo}$$

De igual manera analizamos utilizando 2 y 3 bombas en paralelo utilizando los siguientes caudales:

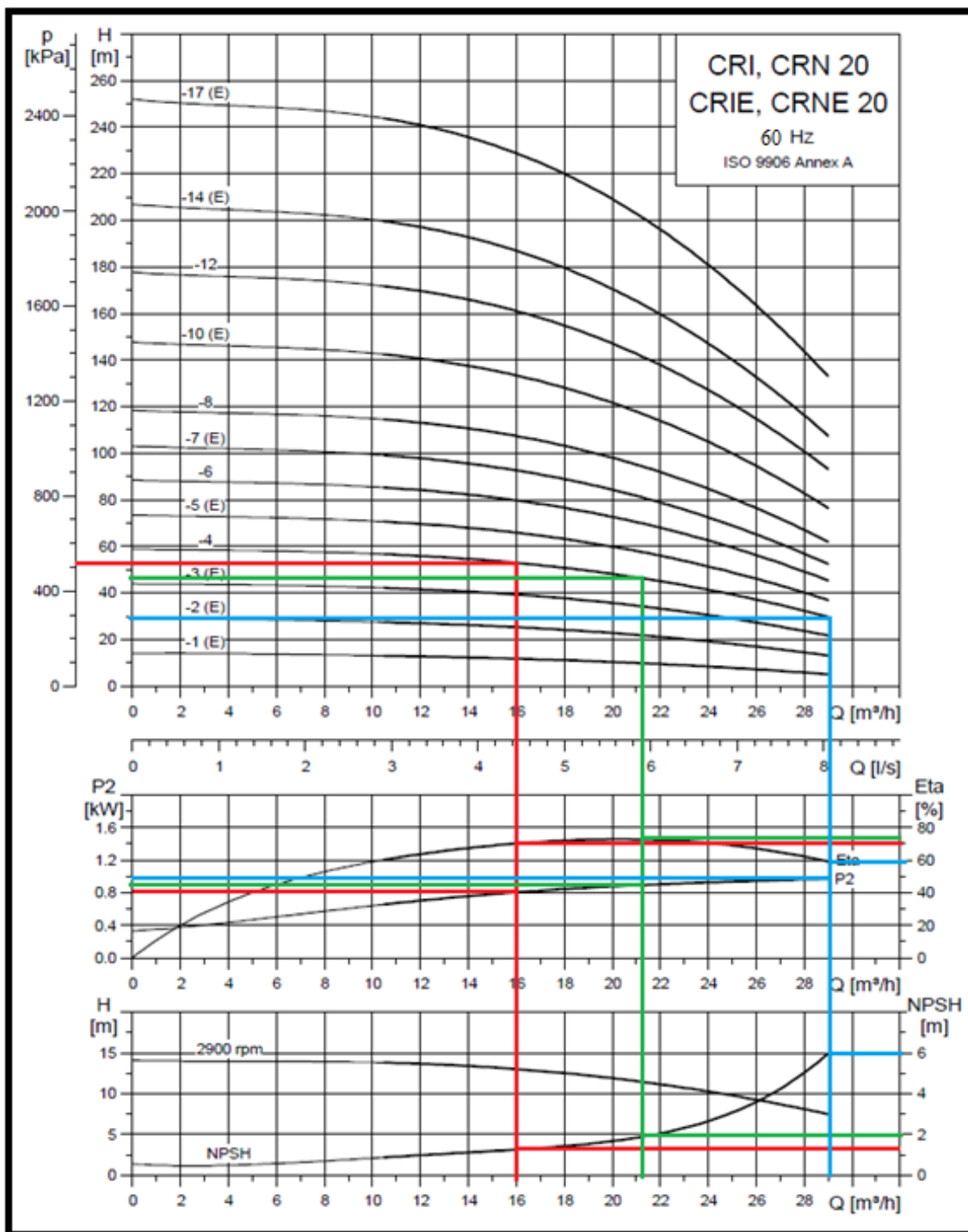
$$Q_{u,3 \text{ bomba}} = 5.92 \frac{\text{lt}}{\text{s}} \times \left( \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right) - \text{verde}$$

$$Q_{u,3 \text{ bomba}} = 355.2 \frac{\text{lt}}{\text{min}} - \text{verde}$$

$$Q_{u,2 \text{ bomba}} = 8.88 \frac{\text{lt}}{\text{s}} \times \left( \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right) - \text{azul}$$

$$Q_{u,2 \text{ bomba}} = 532.8 \frac{\text{lt}}{\text{min}} - \text{azul}$$

**Grafico 5**  
**Curvas de bomba Grundfos modelo CRI20-4**



**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Modos de control de Bombas E - Pág. 52

Del gráfico 5 encontramos lo siguiente:

- Con 4 bombas en paralelo tenemos una eficiencia de 70%, una altura de 53 m, una potencia consumida por la bomba de 0.8 kW y un NPSH de 1.2 m.
- Con 3 bombas en paralelo tenemos una eficiencia de 75%, una altura de 45 m, una potencia consumida por la bomba de 0.9 kW y un NPSH de 2 m.
- Con 2 bombas en paralelo tenemos una eficiencia de 60%, una altura de 30 m, una potencia consumida por la bomba de 1.0 kW y un NPSH de 6 m.
- Escogemos la opción de 3 bombas en paralelo ya que requerimos de 35 m para lograr bombear el agua al tramo más largo del edificio, además que la eficiencia en este punto es la mayor.

Finalmente para verificar si la presión mínima de entrada (NPSH) de la bomba es la adecuada para nuestro sistema de succión con la siguiente formula:

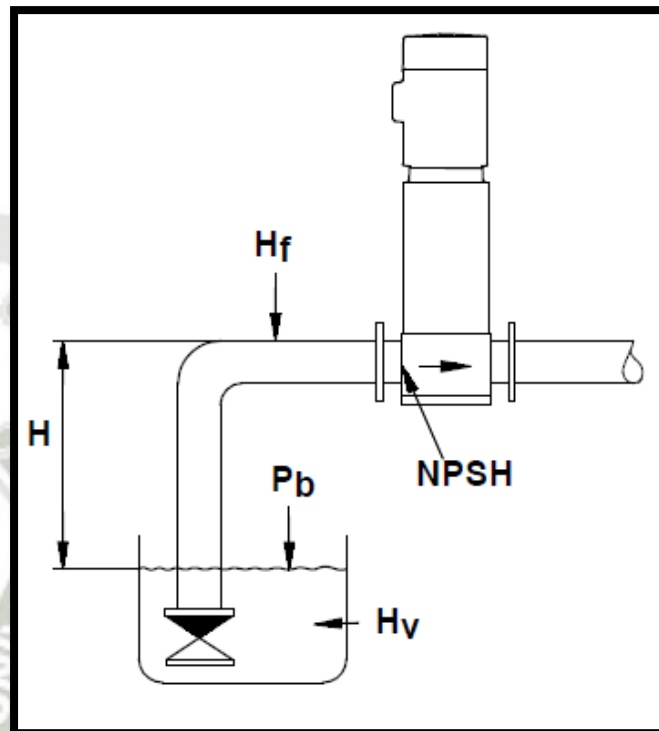
**Figura 37**  
**Altura máxima de aspiración para la bomba Grundfos**

$H = p_b \times 10.2 - NPSH - H_f - H_v - H_s$	
$p_b$	= Presión barométrica en bar. (La presión barométrica puede considerarse como 1 bar). En sistemas cerrados, $p_b$ indica la presión del sistema en bar.
NPSH	= Net Positive Suction Head (Altura de aspiración neta positiva) en m.c.a. (Leída de la curva NPSH al caudal más alto que dará la bomba).
$H_f$	= Pérdida por fricción en la tubería de aspiración en m.c.a. (Al caudal más alto que dará la bomba.)
$H_v$	= Presión de vapor en m.c.a. (Debe leerse en la escala de la presión de vapor. "Hv" depende de la temperatura del líquido "Tm".)
$H_s$	= Margen seguridad = mín. 0,5 m.c.a.

**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Modos de control de Bombas E - Pág. 12

En nuestro caso  $H = 1.0$  m, entonces comprobaremos que las bombas no están en proceso de cavitación.

**Figura 38**  
**NPSH de la bomba**



**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz - Modos de control de Bombas E - Pág. 12

De nuestra selección de 3 bombas en paralelo, el NPSH de cada bomba es 2 m.

La pérdida por fricción la hallamos usando la fórmula de Hazen-Williams:

$$h_f = \frac{k_1 \times L}{C_{HW}^{1.852} D^{4.87}} \times Q^{1.852}$$

**Dónde:**

D = Diámetro (m)

L = Longitud de tubería (m)

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente de Hazen William (adimensional)

**Dónde:**  $K1 = 4.727$  con unidades inglesas y  $K1 = 10.7$  con unidades del Sistema Internacional.

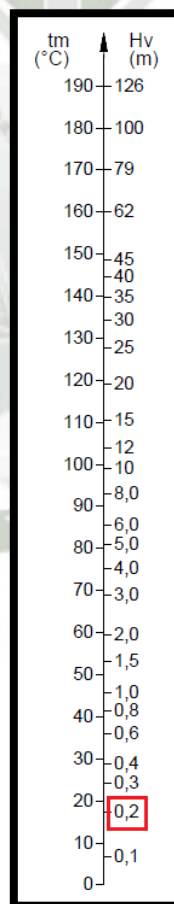
Sabemos que  $Q = 17.79$  lt/s y  $D = 5$  pulg de la tabla 55,  $C = 150$  (para hidro 3) y  $L = 8$  m (medición en el hospital).

$$H_f = \frac{10.7 \times 8 \text{ m}}{(150)^{1.852} \times (5 \text{ pulg} \times \frac{0.0254 \text{ m}}{1 \text{ pulg}})^{4.87}} \times (17.79 \frac{\text{lt}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}})^{1.852}$$

$$H_f = 0.11 \text{ m}$$

La presión de vapor  $H_v$  la hallamos del siguiente ábaco, del cual obtenemos que es 0.2 m.

**Figura 39**  
**Presión de vapor según temperatura de fluidos**



**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Modos de control de Bombas E - Pág. 12

Entonces hallamos la altura máxima de aspiración para compararla con la que tenemos en la actualidad de 1 m.

$$H = P_b \times 10.2 - NPSH - H_f - H_v - H_s$$

$$H = 1 \text{ bar} \times 7 \frac{\text{m}}{\text{bar}} - 2 \text{ m} - 0.11 \text{ m} - 0.2 \text{ m} - 0.5 \text{ m}$$

$$H = 4.19 \text{ m}$$

Entonces el sistema que tenemos soportaría una altura máxima de succión de 4.19 m.

Posteriormente, la bomba que no usaremos, nos servirá como bomba de Agua Caliente para la noche, donde haremos el cálculo según el requerimiento.

Según la tabla 55, podemos determinar que la  $H_f$  desde la salida del intercambiador de calor (donde estará el tanque funcionando para el turno noche) es de 7.78 mca. Sabemos que la altura estática es de 24.5 m. Entonces tenemos:

$$H_B = H_e + H_{p1} + H_{p2}$$

$$H_B = 24.5 \text{ m} + 7.78 \text{ m}$$

$$H_B = 32.3 \text{ m}$$

Para obtener el caudal utilizado en la noche, tendremos en cuenta el siguiente dato hallado en el capítulo de “Diagnóstico actual de las instalaciones”: la utilización de aparatos sanitarios en la noche era aproximadamente el 4% de la del día. Sabemos que el caudal total es de 17.76 lt/s. Entonces:

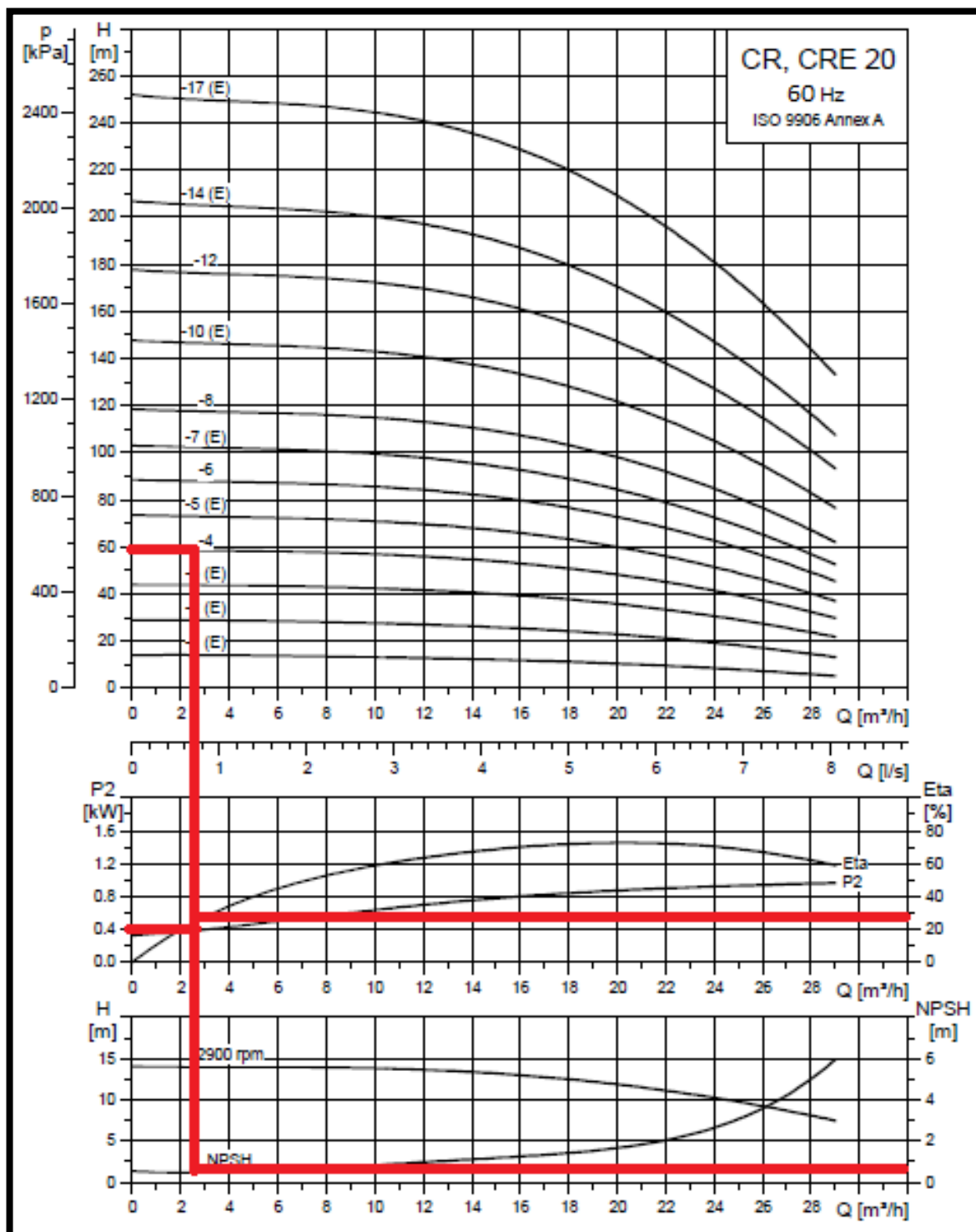
$$Q_{noche} = 4\% Q_{día}$$

$$Q_{noche} = 4\% \times \left(17.79 \frac{\text{lt}}{\text{s}}\right)$$

$$Q_{noche} = 0.71 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

Entonces, vamos al gráfico de la bomba con este caudal.

**Grafico 6**  
**Curvas de bomba Grundfos modelo CRI20-4**



**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Modos de control de Bombas E - Pág. 52

Utilizando esta bomba tendríamos una eficiencia de 30%, una altura de 60 m, una potencia consumida por la bomba de 0.4 kW y un NPSH de 0.8 m.

Finalmente comprobamos que la bomba no se Cavite, con la fórmula siguiente:

$$H = P_b \times 10.2 - NPSH - H_f - H_v - H_s$$

Para nuestro caso, el NPSH del funcionamiento de la bomba es de 0.8 m.

La altura de pérdidas la hallamos con la siguiente fórmula de Hazen-Williams:

$$h_f = \frac{k_1 \times L}{C_{HW}^{1.852} D^{4.87}} \times Q^{1.852}$$

**Dónde:**

D = Diámetro (m)

L = Longitud de tubería (m)

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente de Hazen William (adimensional)

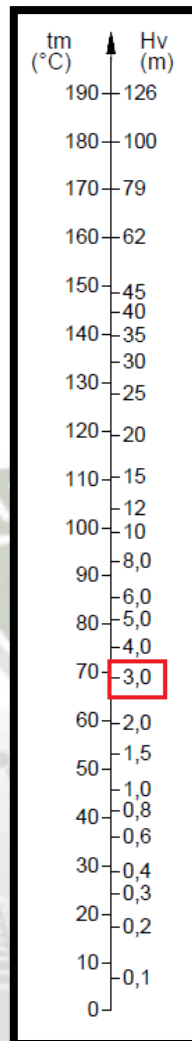
**Dónde:** K1 = 4.727 con unidades inglesas y K1 = 10.7 con unidades del Sistema Internacional.

$$H_f = \frac{10.7 \times 60 \text{ m}}{(150)^{1.852} \times (2 \text{ pulg} \times \frac{0.0254 \text{ m}}{1 \text{ pulg}})^{4.87}} \times (0.71 \frac{\text{lt}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}})^{1.852}$$

$$H_f = 0.18 \text{ m}$$

Finalmente hallamos el H<sub>v</sub> del siguiente gráfico, el cual es de 3.0 m

**Figura 40**  
**Presión de vapor según temperatura de fluido**



**Fuente:** El catálogo de Grundfos - Bombas centrífugas multicelulares verticales de 60 Hz – Modos de control de Bombas E - Pág. 12

Entonces hallamos la altura máxima de aspiración:

$$H = P_b \times 10.2 - NPSH - H_f - H_v - H_s$$

$$H = 1 \text{ bar} \times 7 \frac{\text{m}}{\text{bar}} - 0.8 \text{ m} - 0.18 \text{ m} - 3.0 \text{ m} - 0.5 \text{ m}$$

$$H = 2.52 \text{ m}$$

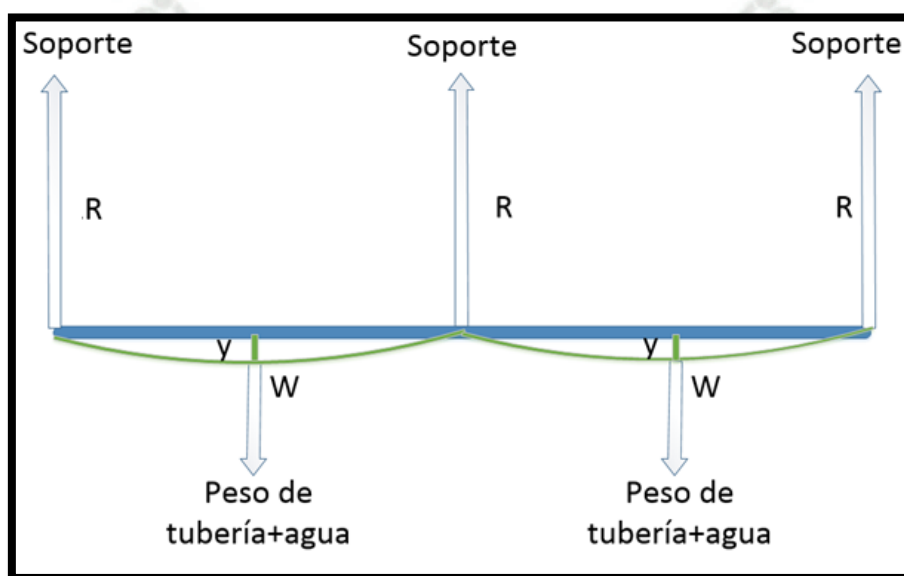
En nuestro caso, no tendremos altura de aspiración, ya que la bomba estará al mismo nivel que los tanques de almacenamiento.

## 4.7 SELECCIÓN DE SOPORTE PARA TUBERIAS

### 4.7.1 Selección de Soportes de Tuberías y separación entre éstos

Para poder diseñar los soportes que tendrán las tuberías, primero es necesario conocer la separación que debe haber entre soportes, ya que al tener una separación muy grande es que la tubería puede flexionarse y causar fisuras o rupturas en la pared exterior de ésta.

**Figura 41**  
**Análisis de fuerzas de tramo de tubería**



**Fuente:** Elaboración propia.

Procederemos a analizar una separación de soportes para cada tubería entre 1/2" y 2 1/2", usando el gráfico anterior y las siguientes fórmulas:

$$y = \frac{5wL^4}{384EI}$$

**Dónde:**

y: Deflexión máxima aceptada en cada tramo de tubería entre soportes. (m)

w: Peso de tubería más el peso del agua por metro de longitud. (N/m)

L: Longitud de tubería entre soporte y soporte. (m) – Variable

E: Módulo de elasticidad del material. Para el propileno es de 1300 N/mm<sup>2</sup>

I: Momento de inercia de la tubería (m<sup>4</sup>)

Basándonos en la Tesis de Edwing Mogrovejo, “DISEÑO DE UNA NUEVA LINEA DE VAPOR PARA EL HOSPITAL REGIONAL HONORIO DELGADO ESPINOZA”, consideramos lo siguiente:

$$y_{m\acute{a}x} = 5 \text{ mm, para } \phi < 3''$$

$$y_{m\acute{a}x} = 10 \text{ mm, para } \phi \geq 3''$$

Para hallar el peso por longitud, necesitamos conocer lo siguiente:

$$w = w_{tubería} + w_{agua}$$

El peso de la tubería lo conseguimos mediante la siguiente tabla de la guía de Hidro 3.

**Tabla 154**  
**Peso de tubería Hidro 3 respecto al diámetro**

Hidro 3 verde		Tuberías para agua caliente						
Código N°	d mm	dn pulg.	di mm	s mm	Sp cm <sup>2</sup>	P kg/m	Vu lt/m	
65	21.30	1/2	14.5	3.4	1.65	0.173	0.165	
66	26.90	3/4	19.1	3.9	2.9	0.256	0.290	
67	33.70	1	23.9	4.9	4.5	0.402	0.450	
68	42.20	1 1/4	30.8	5.7	7.45	0.593	0.745	
69	48.30	1 1/2	35.7	6.3	10.00	0.754	1.000	
70	60.30	2	45.3	7.5	16.10	1.128	1.610	
71	76.10	2 1/2	58.1	9.0	26.50	1.721	2.650	
72	88.90	3	68.3	10.3	36.65	2.307	3.665	
64	114.30	4	88.9	12.7	62.10	3.677	6.210	
63	139.70	5	101.5	19.1	80.91	6.947	8.090	

Presentación: Tiras por 6 m.

Fuente: Industrias Saladillo.

El peso del agua depende de la densidad y del área transversal de la tubería, entonces:

$$w_{agua} = \rho \times \text{Área transversal}$$

Para hallar el momento de inercia de una tubería, tomamos una circunferencia como área transversal, entonces:

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

Es así que hallamos la distancia entre soportes para cada tamaño de tubería.

**Tabla 155**  
**Peso de tubería Hidro 3 respecto al diámetro**

Diámetro d (pulg)	Deflexión máxima y (m)	Momento de Inercia I (m <sup>4</sup> )	Peso lineal tubería - (kg/m)	Peso lineal agua - (kg/m)	Distancia entre Soportes (m)
1/2	0.005	1.27698E-09	0.173	0.127	0.68
3/4	0.005	6.46472E-09	0.256	0.285	0.88
1	0.005	2.04317E-08	0.402	0.507	1.03
1 1/4	0.005	4.98821E-08	0.593	0.792	1.16
1 1/2	0.005	1.03436E-07	0.754	1.140	1.29
2	0.005	3.26907E-07	1.128	2.027	1.52
2 1/2	0.005	7.98114E-07	1.721	3.167	1.70

Fuente: Elaboración propia.

Reconoceremos los lugares en el hospital donde se necesitan estos soportes, mayormente en el subsótano. Tenemos las siguientes longitudes de tuberías con sus diámetros en el subsótano (zona II, III, IV, VI, VII, VIII y X) y en el sótano (zona IX y X) donde hay tuberías colgadas al techo.

Con estas longitudes podemos hallar los soportes requeridos dividiendo la longitud total entre la distancia entre soportes.

**Tabla 156**  
**Número de soportes para distintos diámetros de tubería**

Diámetro d (pulg)	Distancia entre Soportes (m)	Long. de tuberías en Subsótano (m)	Long. de tuberías en Sótano (m)	Número de soportes (uni)
1/2	0.68	38.00	9.00	68
3/4	0.88	40.00	25.00	73
1	1.03	43.00	86.00	124
1 1/4	1.16	20.00	0.00	17
1 1/2	1.29	133.00	54.00	144
2	1.52	142.00	0.00	93
2 1/2	1.70	103.00	0.00	60

Fuente: Elaboración propia.

Los soportes que se seleccionarán dependerán de la fuerza a la cual sean sometidos, para esto utilizaremos la siguiente tabla:

**Tabla 157**  
**Carga sometida de soportes para distintos diámetros de tubería**

Diámetro d (pulg)	Deflexión máxima y (m)	Momento de Inercia I (m <sup>4</sup> )	Peso lineal tubería - (kg/m)	Peso lineal agua - (kg/m)	Distancia entre Soportes (m)	Número de soportes (uni)	Reacción de Soportes R (kgf)	Reacción de Soportes R (N)
1/2	0.005	1.27698E-09	0.173	0.127	0.68	68	0.20	2.01
3/4	0.005	6.46472E-09	0.256	0.285	0.88	73	0.48	4.69
1	0.005	2.04317E-08	0.402	0.507	1.03	124	0.94	9.22
1 1/4	0.005	4.98821E-08	0.593	0.792	1.16	17	1.61	15.81
1 1/2	0.005	1.03436E-07	0.754	1.140	1.29	144	2.45	23.99
2	0.005	3.26907E-07	1.128	2.027	1.52	93	4.78	46.90
2 1/2	0.005	7.98114E-07	1.721	3.167	1.70	60	8.30	81.41

Fuente: Elaboración propia.

Procedemos a escoger el tipo 43.22.19 ya que a 100°C soporte 7 kN según tabla 156, lo cual es muy superior a la carga en el cuadro anterior.

**Tabla 158**  
**Tabla de selección de soporte de tuberías**

TABLA DE SELECCIÓN OD 219.1															
Abrazaderas, patines, OD 219.1 (DN 200), tipos 42, 43, 44, 46, 48, 49															
Tipo	100	250	350	450	500	510	530	560	580	600°C	d2	E	B	kg	Grupo de carga
42 22 19	7.0	5.2	3.7								M16	145	50	3.1	1-4
Materiales para altas temperaturas ver pag. 4.3															
Tipo	100	250	350	450	500	510	530	560	580	600°C	d1	E	B	kg	Grupo de carga
43 22 19	12	9.1	6.5								16	295	50	5.0	1-5
43 22 29		9.0	8.0	5.0							16	365	50	5.6	1-5

Para altas temperaturas hasta 650°C ver página 4.46 y siguientes

Puede duplicarse la carga especificada mediante el empleo de orejetas de unión tipo 77 (ver pag. 4.55)

Fuente: Componentes de conexión a tubería - Lisega

Se cotizarán estos soportes y se incluirá el costo total en el metrado.

#### 4.8 SELECCIÓN DE JUNTAS DE EXPANSIÓN

Referente a las juntas de expansión o dilatación, usaremos la siguiente fórmula para obtener la longitud de dilatación:

$$Dilatación = L \times \Delta \times \alpha$$

Dónde:

L: Longitud de la tubería (m)

$\Delta$ : Diferencia de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )

$\alpha$ : Coeficiente de dilatación térmica ( $\text{mm}/\text{m}^{\circ}\text{C}$ )

En todos los casos la diferencia de temperatura es de  $45^{\circ}\text{C}$  ya que se debe mantener el agua a  $60^{\circ}\text{C}$  y asumimos una temperatura ambiente de  $15^{\circ}\text{C}$ .

El coeficiente de dilatación térmica la sacamos de la siguiente tabla de Plasticbages Industrial, obteniendo un valor de  $150 \cdot 10^{-6}$  Plasticbages Industrial, obteniendo un valor de  $150 \cdot 10^{-6} \text{ m}/\text{mK}$ .

**Tabla 159**  
**Propiedades físicas del polipropileno**

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	POLIPROPILENO (PP)
Alargamiento a la rotura	%	DIN 53455	650
Conductividad térmica	W/Km	DIN 52612	0,22
Coeficiente de dilatación térmica de $20^{\circ}\text{C}$ a $50^{\circ}\text{C}$	m/m K		$150 \cdot 10^{-6}$
Coeficiente de Fricción			0,4
Densidad	g/cm <sup>2</sup>	DIN 53479	0,91
Dureza a la bola	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53456	
Dureza "Shore"		DIN 53505	D73
Módulo de elasticidad	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53457	1.300
Punto de fusión	$^{\circ}\text{C}$	ASTM D789	164
Resistencia Superficial		DIN 53482	5-1013
Resistencia al impacto	KJ/m <sup>2</sup>	DIN 53453	10
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53455	33
Temperatura máxima de uso	$^{\circ}\text{C}$	NORMAL	100
	$^{\circ}\text{C}$	CON PUNTAS	140
Temperatura mínima de uso	$^{\circ}\text{C}$		-10

Fuente: <http://www.plasticbages.com/caracteristicaspolipropileno.html>

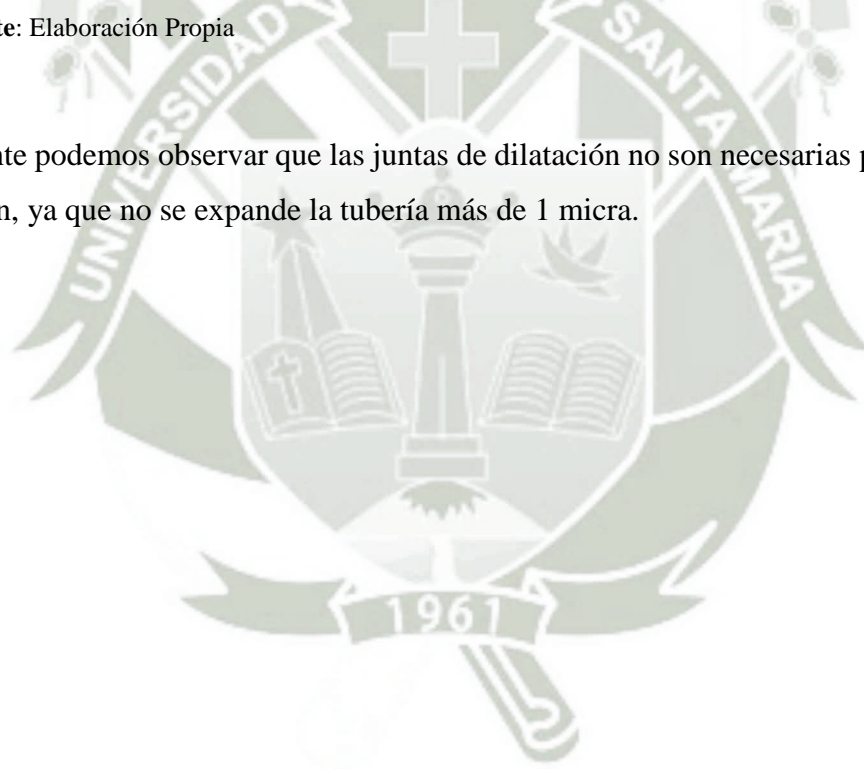
Entonces hallamos la dilatación para cada tramo largo de tubería:

**Tabla 160**  
**Dilatación de tuberías para distintos diámetros de las mismas**

Diámetro d (pulg)	Long. de tuberías en Subsótano (m)	Long. de tuberías en Sótano (m)	Dilatación de Tuberías en Subsótano (mm)	Dilatación de Tuberías en Sótano (mm)
1/2	38.00	9.00	0.0003	0.0001
3/4	40.00	25.00	0.0003	0.0002
1	43.00	86.00	0.0003	0.0006
1 1/4	20.00	0.00	0.0001	0.0000
1 1/2	133.00	54.00	0.0009	0.0004
2	142.00	0.00	0.0010	0.0000
2 1/2	103.00	0.00	0.0007	0.0000

**Fuente:** Elaboración Propia

Claramente podemos observar que las juntas de dilatación no son necesarias para nuestra aplicación, ya que no se expande la tubería más de 1 micra.



## **CAPÍTULO V: COSTOS DEL PROYECTO**

### **5.1 RESUMEN DEL CAPÍTULO**

En el presente capítulo se realizará una cotización de los equipos y accesorios que mostrarán los costos finales del proyecto.

### **5.2 INFORME FINAL DE COSTOS**

Finalmente se cuantificaron todos los equipos y accesorios que se seleccionarán, según las siguientes marcas:

- Tuberías: Hakan Plastic.
- Intercambiadores de Calor: Spirax Sarco – Easi Heat
- Accesorios – Sodimac Arequipa
- Tanques de Almacenamiento - Maquinsa

**Tabla 161**  
**Detalle de costos**

**RESUMEN DE METRADO**

<b>Obra :</b>	REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA DEL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA	<b>Fecha :</b>	11/09/2016
<b>Dirección :</b>	AV. ALCIDES CARRION S/N AREQUIPA	<b>Provincia :</b>	AREQUIPA
<b>Departamento :</b>	AREQUIPA		

Partida	Descripción	Unid.	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)
<b>1.0.0</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
<b>1.1</b>	<b>Aparatos Sanitarios Y Accesorios</b>				
<b>1.1.1</b>	<b>Suministro De Aparatos Sanitarios</b>				
1.1.1.1	Inodoro	UND	288.00	228.73	65,874.24
1.1.1.2	Lavamanos	UND	451.00	29.58	13,340.58
1.1.1.3	Lavatorios	UND	111.00	29.58	3,283.38
1.1.1.4	Ducha	UND	92.00	176.19	16,209.48
1.1.1.5	Tina	UND	29.00	279.58	8,107.82
1.1.1.6	Urinario	UND	32.00	92.37	2,955.84
<b>1.2</b>	<b>Sistema De Agua Fria</b>				
<b>1.2.1</b>	<b>Salida De Agua Fria</b>				
1.2.1.1	Salida de agua fría 1/2"	PTO	1001.00	12.63	12,642.63
<b>1.2.2</b>	<b>Redes De Distribución</b>				
1.2.2.1	Tubería Hidro3 de agua fría: 1/2"	M	754.00	0.79	597.17
1.2.2.2	Tubería Hidro3 de agua fría: 3/4"	M	619.00	1.92	1,187.32
1.2.2.3	Tubería Hidro3 de agua fría: 1"	M	448.00	4.75	2,128.90
1.2.2.4	Tubería Hidro3 de agua fría: 1 1/4"	M	218.00	7.67	1,671.26
1.2.2.5	Tubería Hidro3 de agua fría: 1 1/2"	M	109.00	11.86	1,292.90
1.2.2.6	Tubería Hidro3 de agua fría: 2"	M	126.00	20.12	2,535.34
1.2.2.7	Tubería Hidro3 de agua fría: 2 1/2"	M	99.00	24.80	2,455.15
1.2.2.8	Tubería Hidro3 de agua fría: 3"	M	47.00	29.29	1,376.42
1.2.2.9	Tubería Hidro3 de agua fría: 4"	M	66.00	64.94	4,285.90
1.2.2.10	Tubería Hidro3 de agua fría: 5"	M	135.00	183.01	24,705.87
<b>1.3</b>	<b>Sistema De Agua Caliente</b>				
<b>1.3.1</b>	<b>Salida De Agua Caliente</b>				
1.3.1.1	Salida de agua caliente 1/2"	PTO	683.00	12.63	8,626.29
<b>1.3.2</b>	<b>Redes De Distribución</b>				
1.3.2.1	Tubería Hidro3 de agua fría: 1/2"	M	749.00	0.79	593.21
1.3.2.2	Tubería Hidro3 de agua fría: 3/4"	M	656.00	1.92	1,258.29
1.3.2.3	Tubería Hidro3 de agua fría: 1"	M	415.00	4.75	1,972.08
1.3.2.4	Tubería Hidro3 de agua fría: 1 1/4"	M	118.00	7.67	904.62
1.3.2.5	Tubería Hidro3 de agua fría: 1 1/2"	M	134.00	11.86	1,589.43
1.3.2.6	Tubería Hidro3 de agua fría: 2"	M	137.00	20.12	2,756.68
<b>1.3.3</b>	<b>Equipos De Producción De Agua Caliente</b>	UND	3.00	18,932.00	56,796.00

<b>1.3.4</b>	<b>Tanques de Almacenamiento</b>	UND	3.00	106,066.90	318,200.70
<b>1.4</b>	<b>Accesorios</b>				
<b>1.4.1</b>	<b>Soportes para tuberías</b>				
1.4.1.1	SopORTE para tuberías: 1/2"	UND	68.00	10.23	695.64
1.4.1.2	SopORTE para tuberías: 3/4"	UND	73.00	18.17	1,326.41
1.4.1.3	SopORTE para tuberías: 1"	UND	124.00	27.35	3,391.40
1.4.1.4	SopORTE para tuberías: 1 1/4"	UND	17.00	36.74	624.58
1.4.1.5	SopORTE para tuberías: 1 1/2"	UND	144.00	46.01	6,625.44
1.4.1.6	SopORTE para tuberías: 2"	UND	93.00	55.49	5,160.57
1.4.1.7	SopORTE para tuberías: 2 1/2"	UND	60.00	65.05	3,903.00
<b>1.4.2</b>	<b>Válvulas check</b>				
1.4.2.1	Válvula check: 1/2"	UND	11.00	32.97	362.67
1.4.2.2	Válvula check: 3/4"	UND	18.00	38.05	684.90
1.4.2.3	Válvula check: 1"	UND	39.00	75.34	2,938.26
1.4.2.4	Válvula check: 1 1/4"	UND	16.00	89.77	1,436.32
1.4.2.5	Válvula check: 1 1/2"	UND	28.00	102.30	2,864.40
1.4.2.6	Válvula check: 2"	UND	27.00	133.05	3,592.35
<b>1.4.3</b>	<b>Válvulas de globo</b>				
1.4.3.1	Válvula de globo: 1/2"	UND	0.00	24.49	0.00
1.4.3.2	Válvula de globo: 3/4"	UND	0.00	28.72	0.00
1.4.3.3	Válvula de globo: 1"	UND	0.00	41.44	0.00
1.4.3.4	Válvula de globo: 1 1/4"	UND	0.00	58.48	0.00
1.4.3.5	Válvula de globo: 1 1/2"	UND	0.00	89.75	0.00
1.4.3.6	Válvula de globo: 2"	UND	0.00	127.03	0.00
1.4.3.8	Válvula de globo: 3"	UND	1.00	201.23	201.23
1.4.3.9	Válvula de globo: 4"	UND	1.00	279.57	279.57
1.4.3.10	Válvula de globo: 5"	UND	3.00	387.52	1,162.56
<b>1.4.4</b>	<b>Válvulas de compuerta</b>				
1.4.4.1	Válvula de compuerta: 1/2"	UND	58.00	16.86	977.88
1.4.4.2	Válvula de compuerta: 3/4"	UND	137.00	22.85	3,130.45
1.4.4.3	Válvula de compuerta: 1"	UND	201.00	30.05	6,040.05
1.4.4.4	Válvula de compuerta: 1 1/4"	UND	58.00	43.04	2,496.32
1.4.4.5	Válvula de compuerta: 1 1/2"	UND	79.00	58.16	4,594.64
1.4.4.6	Válvula de compuerta: 2"	UND	44.00	73.15	3,218.60
<b>1.4.5</b>	<b>Codos de 90°</b>				
1.4.5.1	Codo de 90°: 1/2"	UND	1849.00	0.59	1,090.91
1.4.5.2	Codo de 90°: 3/4"	UND	434.00	0.93	403.62
1.4.5.3	Codo de 90°: 1"	UND	199.00	2.45	487.55
1.4.5.4	Codo de 90°: 1 1/4"	UND	70.00	5.42	379.40
1.4.5.5	Codo de 90°: 1 1/2"	UND	88.00	6.10	536.80
1.4.5.6	Codo de 90°: 2"	UND	59.00	9.24	545.16
1.4.5.7	Codo de 90°: 2 1/2"	UND	6.00	23.40	140.40
<b>1.4.6</b>	<b>Juntas Universales</b>				
1.4.6.1	Junta Universal: 1/2"	UND	138.00	1.70	234.60
1.4.6.2	Junta Universal: 3/4"	UND	310.00	3.30	1,023.00
1.4.6.3	Junta Universal: 1"	UND	480.00	5.67	2,721.60

1.4.6.4	Junta Universal: 1 1/4"	UND	148.00	6.02	890.96
1.4.6.5	Junta Universal: 1 1/2"	UND	214.00	11.36	2,431.04
1.4.6.6	Junta Universal: 2"	UND	142.00	21.40	3,038.80
1.4.6.8	Junta Universal: 3"	UND	2.00	51.13	102.26
1.4.6.9	Junta Universal: 4"	UND	2.00	76.19	152.38
1.4.6.10	Junta Universal: 5"	UND	6.00	112.74	676.44
<b>1.4.7</b>	<b>Tees</b>				
1.4.7.1	Tee 1/2"	UND	22.00	0.88	19.36
1.4.7.2	Tee 3/4"	UND	545.00	2.45	1,335.25
1.4.7.3	Tee 1"	UND	488.00	3.13	1,527.44
1.4.7.4	Tee 1 1/4"	UND	183.00	5.37	982.71
1.4.7.5	Tee 1 1/2"	UND	105.00	7.96	835.80
1.4.7.6	Tee 2"	UND	87.00	21.10	1,835.70
1.4.7.7	Tee 2 1/2"	UND	35.00	35.21	1,232.35
1.4.7.8	Tee 3"	UND	6.00	50.48	302.88
	<b>TOTAL (S/.)</b>	-	-	-	<b>635,981.13</b>
	<b>IGV - 18% (S/.)</b>	-	-	-	<b>114,476.60</b>
	<b>TOTAL CON IGV (S/.)</b>	-	-	-	<b>750,457.74</b>

Fuente: Elaboración Propia

Resumiendo tenemos los siguientes costos:

**Tabla 162**  
**Resumen de informe de costos**

Detalle	Suma (S/.)
<b>Accesorios</b>	<b>78,633.65</b>
Codos de 90°	3,583.84
Juntas Universales	11,271.08
Soportes para tuberías	21,727.04
Tees	8,071.49
Válvulas check	11,878.90
Válvulas de compuerta	20,457.94
Válvulas de globo	1,643.36
<b>Aparatos Sanitarios Y Accesorios</b>	<b>109,771.34</b>
Suministro De Aparatos Sanitarios	109,771.34
<b>Sistema De Agua Caliente</b>	<b>392,697.31</b>
Equipos De Producción De Agua Caliente	56,796.00
Redes De Distribución	9,074.32
Salida De Agua Caliente	8,626.29
Tanques de Almacenamiento	318,200.70
<b>Sistema De Agua Fria</b>	<b>54,878.84</b>
Redes De Distribución	42,236.21
Salida De Agua Fria	12,642.63
<b>Total general</b>	<b>635,981.13</b>
<b>IGV (18%)</b>	<b>114,476.60</b>
<b>TOTAL</b>	<b>750,457.74</b>

Fuente: Elaboración Propia

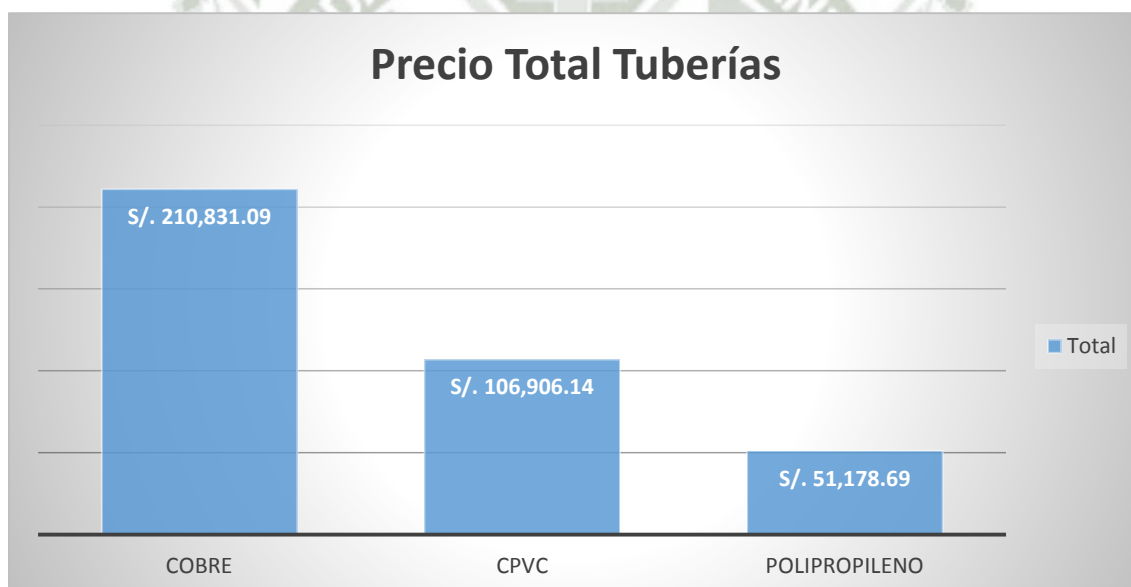
Adicionalmente tenemos una comparación en lo que respecta el precio de una tubería de cobre, CPVC y polipropileno.

**Tabla 163**  
**Comparación de costos entre distintos materiales de tuberías**

Material de Tuberías	Suma de Total (S/.)
Cobre	210,831.09
CPVC	106,906.14
Polipropileno	51,178.69
<b>Total general</b>	<b>368,915.93</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 7**  
**Comparación de costos entre distintos materiales de tuberías**



Fuente: Elaboración Propia

Según el gráfico 7, podemos observar que el costo de las tuberías de cobre asciende al 400% al costo de las tuberías de polipropileno (hidro 3).

## CONCLUSIONES

- Utilizando el método de Hunter, estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (norma IS.010) se diseñó el sistema de tuberías de agua fría y agua caliente sanitaria, encontrando un 39.79% de longitud de tubería con diámetros inadecuados.
- Se utilizó vapor como fuente de energía para generar agua caliente sanitaria, utilizando calentadores instantáneos Easiheat EH-5H-PT-HTG-PN-VS, los cuales están conformados por intercambiadores de placas Alfa Laval (modelo TS6M) y accesorios Spirax Sarco. Se seleccionaron 3 Easiheats para satisfacer la demanda del hospital.
- Se verificó que el 56.6% del sistema de tuberías no está aislado; debido a esto se tiene una pérdida anual de S/. 152,945. Con la nueva propuesta del aislamiento del sistema de tuberías se tiene una pérdida de S/. 9,114; logrando un ahorro anual de S/. 142,831.
- Se calculó que el 39.8% del sistema de tuberías (diámetros) están mal seleccionados; ocasionando que en los puntos de suministro no llegue la presión mínima según la norma IS.010.
- Se logró una presión de suministro entre 2 y 5 mca, estipulado por la norma IS 0.10; sin embargo, se tuvo un aumento de 92.88 m a 229.75 m (147%) en pérdidas de carga de tuberías debido al cambio de material de cobre a Hidro 3 y reducción de diámetros en ciertos puntos para evitar que la velocidad del fluido sea menor a la recomendada.
- Se seleccionaron tuberías Hidro 3 debido a la comparación que se tuvo en precios (75% menos que el cobre) y similar tiempo de vida entre Hidro 3 y cobre.
- Según el cálculo realizado de las bombas Grundfos, se determinó usar una para el bombeo del agua caliente que proviene de los tanques para el turno noche; y las otras 3 para el agua fría durante ambos turnos.

## OBSERVACIONES

- El método de Hunter es el apropiado para realizar el cálculo de diseño de tuberías en establecimientos de gran magnitud; y el método del IDAE es para establecimientos pequeños (casas y edificios).
- Los planos del sistema de tuberías del hospital brindados por el área de Mantenimiento no coincidían con la distribución actual en campo.
- Las tuberías de hidro 3 presentan mayores beneficios que las tuberías de cobre, ambas cumplen con las mismas funciones, sin embargo con las tuberías de hidro 3 se logran reducir costos, pesos y presentan un tiempo de vida similar.
- Los puntos de consumo de la última planta no cumplían con la presión mínima requerida según la norma IS.010.



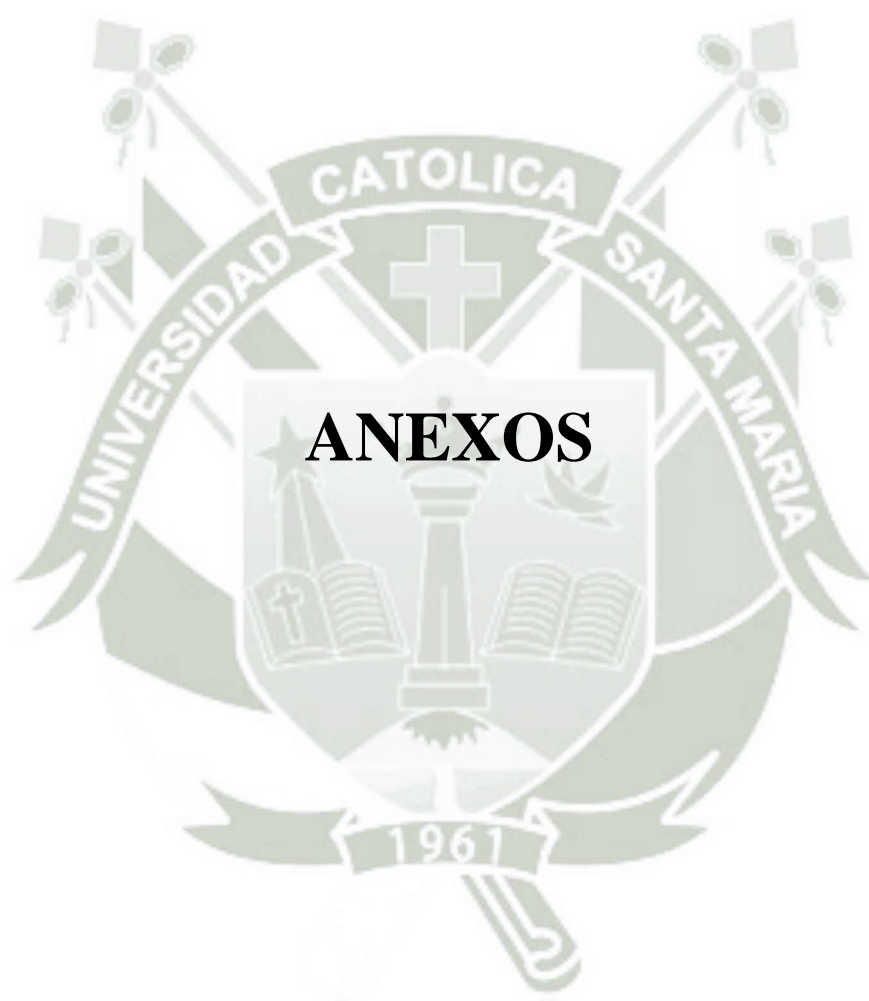
## RECOMENDACIONES

- Con el nuevo diseño de las instalaciones, es necesario realizar un programa de mantenimiento para preservar el estado del sistema de tuberías, accesorios, componentes de intercambio de calor, almacenamiento y distribución de fluidos.
- Capacitación al área de Mantenimiento para la operación y mantenimiento de los componentes seleccionados.
- Capacitación al área administrativa de Mantenimiento sobre Gestión de Mantenimiento.
- Elaborar un plan de Mantenimiento sobre los nuevos equipos a adquirir.



## BIBLIOGRAFÍA

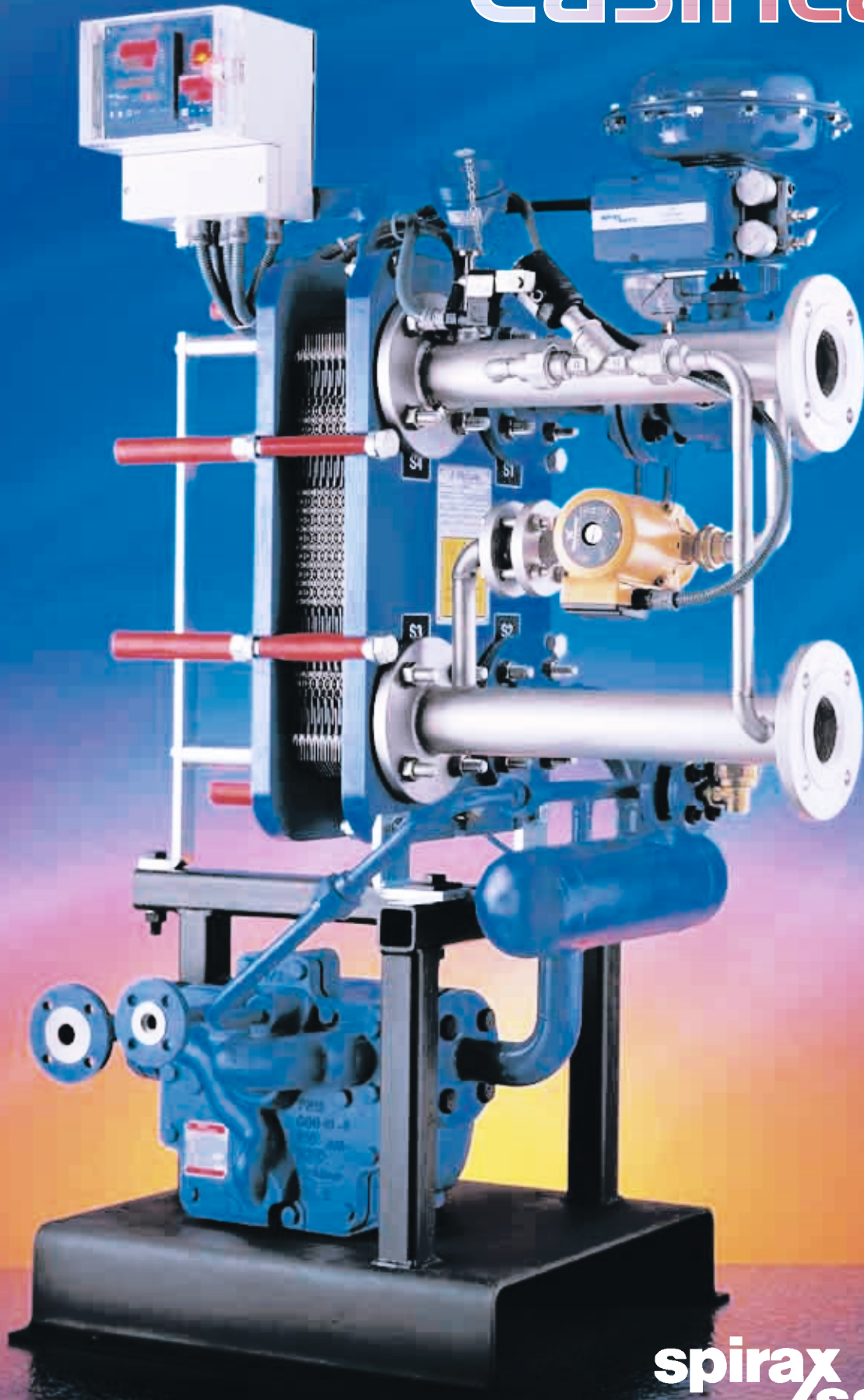
- CORREO. (2015). Arequipa: Hospital Honorio Delgado colapsa.
- Franklin Electric. (Junio del 2010). Sistema de Presión Constante: Sistema de Bombeo
- HS4. Guía Técnica: Suministro de Agua. Productos de Construcción: Condiciones Particulares de las Conducciones. Página 22.
- IDAE. (Junio del 2010). Guía Técnica: Agua Caliente Sanitaria Central. Madrid, España. Página 15
- Jiménez López, L. (2003). Instalaciones Hidrosanitarias. Barcelona: Grupo Editorial CEAC. Página 185.
- MINSA. 1990. Artículo 11°; Reglamento General de Hospitales del Sector de Salud; Decreto Supremo N°005-90-SA.
- MINSA. 1990. Artículo 4°; Reglamento General de Hospitales del Sector de Salud; Decreto Supremo N°005-90-SA.
- MINSA. 1990. Artículo 5°; Reglamento General de Hospitales del Sector de Salud; Decreto Supremo N°005-90-SA.
- MINSA. 1990. Artículo 8°; Reglamento General de Hospitales del Sector de Salud; Decreto Supremo N°005-90-SA.
- MINSA. 1990. Artículo 9°; Reglamento General de Hospitales del Sector de Salud; Decreto Supremo N°005-90-SA.
- MINSA. 2004. Norma Técnica: Categorías de Establecimientos de Sector Salud.
- Pecci Rodríguez, J. (2007). Fontanería-Su Aprendizaje. España
- Pérez Carmona, R. (2010). Instalaciones Hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Bogotá: Ecoe Ediciones. Página 79.
- Suministros Energéticos, Ing. Carlos Gordillo Andía
- TLV-Compañía Especialista en Vapor.
- Viessmann (2013). Guía de Calderas Industriales Eficientes. FENERCOM





**ANEXO 1:**  
**CATÁLOGO EASIHEAT**

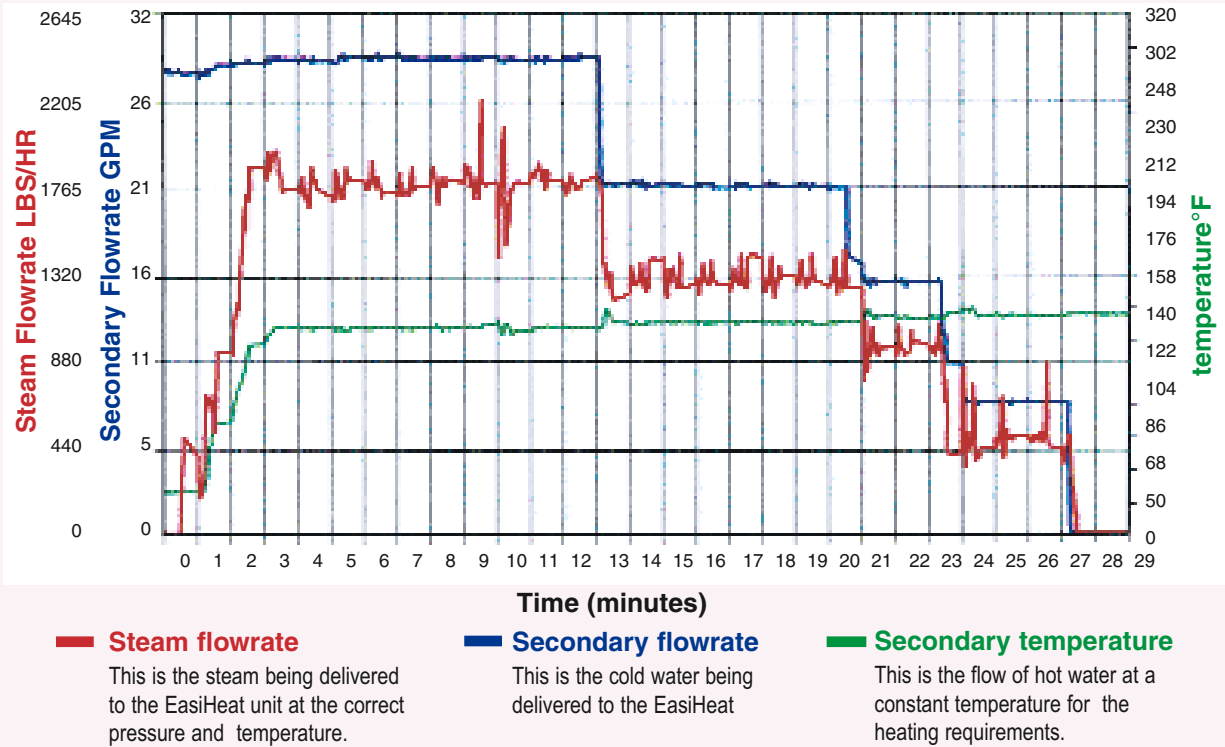
# · EasiHeat ·



spirax  
/sarco®

The Easiheat system will deliver constant outlet temperatures of  $\pm 2-3^{\circ}\text{F}$  under stable load conditions. When subjected to sudden load changes, typical in domestic water heating systems, Easiheat will provide instantaneous performance of  $\pm 9^{\circ}\text{F}$  from set point without the use of a buffer tank or mixing valve.

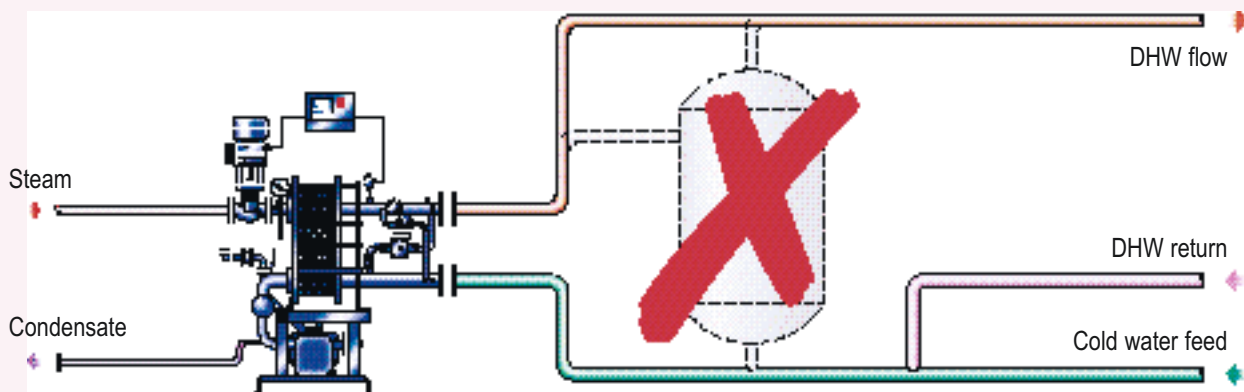
### EasiHeat PN Typical performance on instantaneous duty (No buffer tank or storage vessel)



### Performance benefit

Because EasiHeat provides a stable secondary temperature, a secondary circuit buffer tank is not always necessary to smooth out the large temperature swings that can occur with conventional heat exchange units servicing instantaneous Domestic Hot Water duties.

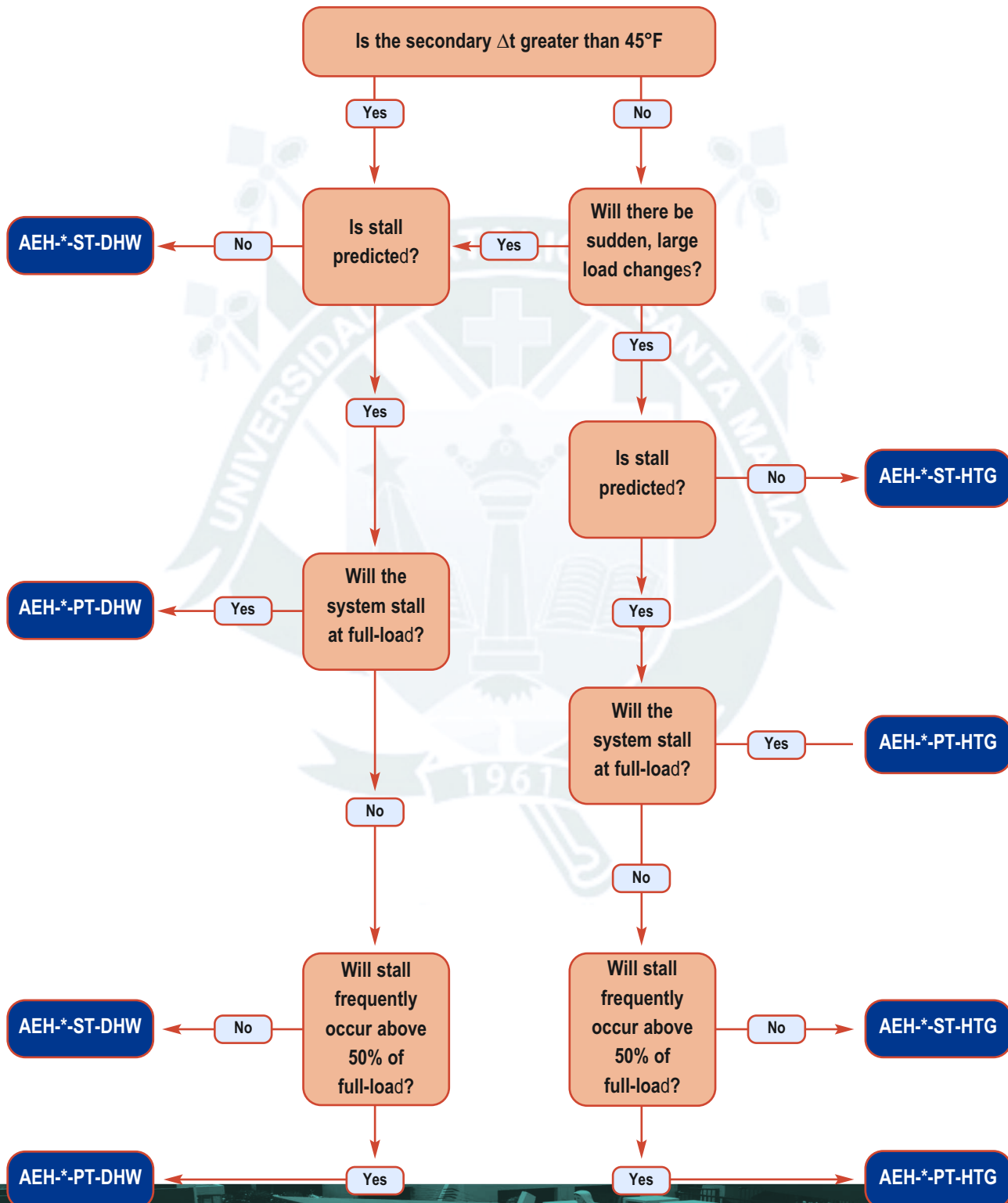
This provides savings in space, weight and the need to inspect for legionella in vessels which store potable water.



## Explanatory text

The EasiHeat package is designed to provide a stable secondary temperature, instantaneously, under all types of secondary load conditions. To ensure that optimum performance is achieved under all operating conditions, different piping configurations and condensate removal options are available.

The Flow Chart below will help you to select the correct combination for your application.



# EasiHeat capabilities and options

## Range capabilities

The table below gives examples of the load capabilities of a single EasiHeat unit. Consult your local Spirax Sarco representative or engineer to determine your precise requirements.

	Minimum load (approx.) MBTU/H	Maximum load (approx.) MBTU/H
AEH-1_-ST-DHW	.631	.751
AEH-2_-ST-DHW	.785	1.23
AEH-3_-ST-DHW	1.24	2.03
AEH-4_-ST-DHW	2.04	3.14
AEH-5_-ST-DHW	3.19	4.50
AEH-6_-ST-DHW	4.65	6.15

Steam pressure before the control valve is 75 psig.

Secondary temperature is 50°F up to 149°F

## EasiHeat compact steam heater

### AEH

Steam control valve size	1 = 3/4"
	2 = 1"
	3 = 1-1/4"
	4 = 1-1/2"
	5 = 2"
	6 = 2-1/2"
Gasket material	H = HeatSeal
	E = EPDM
Condensate removal	ST = Steam trap
	PT = Automatic pump-trap
Secondary piping configuration	HTG = Without bypass and cold water injection
	DHW = With bypass and cold water injection
Valve actuation	PN = Pneumatic
	EL1 = Electric 230 Vac
	EL2 = Electric 115 Vac
	EL3 = 230 Vac/24 Vac
Additional option packages	HL = High limit package
	V = Stop valve package
	VS = Stop valve and separator package
	HL-V = High limit and stop valve package
	HL-VS = Full option package

## Selection example

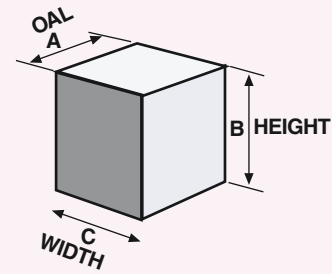
A basic EasiHeat unit, with a 3/4" steam control valve, an automatic pump-trap, for use without a bypass or cold water injection using a pneumatic valve and incorporating all the available options.

The nomenclature for the above selection would be displayed as follows:

**AEH - 1H - PT - HTG - PN - HL-VS**

# Dimensions

(approximate in inches)



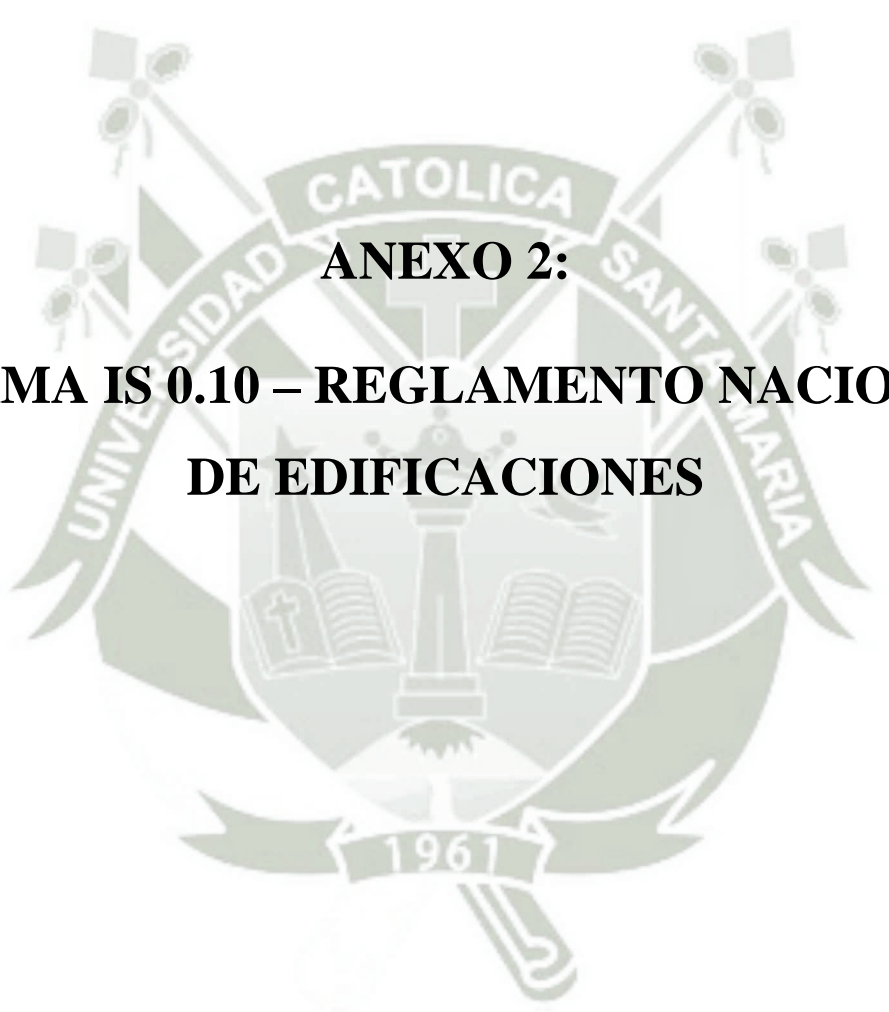
Option	1			2			3			4			5			6		
Dimension	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
AEH*-PT-DHW-PN	44	58	28	44	58	28	44	58	28	44	58	28	44	58	28	44	65	29
AEH*-PT-DHW-PN-HL	54	58	29	54	58	29	54	58	29	54	58	28	54	58	28	54	65	29
AEH*-PT-DHW-PN-V	72	60	38	72	60	38	72	60	38	72	60	39	72	60	39	72	65	41
AEH*-PT-DHW-PN-VS	72	60	38	72	60	38	72	60	38	72	60	39	72	60	39	72	65	41
AEH*-PT-DHW-PN-HL-V	72	60	38	72	60	38	72	60	38	72	60	39	72	60	39	72	65	41
AEH*-PT-DHW-PN-HL-VS	72	60	38	72	60	38	72	60	38	72	60	39	72	60	39	72	65	41
AEH*-PT-DHW-EL	44	63	30	44	63	28	44	63	28	44	63	28	44	63	28	44	65	41
AEH*-PT-DHW-EL-HL	54	63	29	54	63	29	54	63	29	54	63	29	54	63	29	54	65	29
AEH*-PT-DHW-EL-V	72	60	38	72	60	38	72	60	38	72	60	39	72	60	39	54	65	29
AEH*-PT-DHW-EL-VS	72	60	38	72	60	38	72	60	38	72	60	39	72	60	39	54	65	29
AEH*-PT-DHW-EL-HL-V	72	60	38	72	60	38	72	60	38	72	60	39	72	60	39	54	65	29
AEH*-PT-DHW-EL-HL-VS	72	60	38	72	60	38	72	60	38	72	60	39	72	60	39	54	65	29
AEH*-ST-DHW-PN	44	58	25	44	58	25	44	58	25	44	58	25	44	58	25	44	65	25
AEH*-ST-DHW-PN-HL	54	58	30	54	58	30	54	58	30	54	58	30	54	58	30	54	65	30
AEH*-ST-DHW-PN-V	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	43	72	65	45
AEH*-ST-DHW-PN-VS	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	43	72	65	45
AEH*-ST-DHW-PN-HL-V	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	43	72	65	45
AEH*-ST-DHW-PN-HL-VS	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	43	72	65	45
AEH*-ST-DHW-EL	44	63	25	44	63	25	44	63	25	44	63	25	44	63	25	44	65	25
AEH*-ST-DHW-EL-HL	54	63	30	54	63	30	54	63	30	54	63	30	54	63	30	54	65	30
AEH*-ST-DHW-EL-V	72	66	42	72	66	42	72	66	42	72	66	42	72	66	43	72	67	45
AEH*-ST-DHW-EL-VS	72	66	42	72	66	42	72	66	42	72	66	42	72	66	43	72	67	45
AEH*-ST-DHW-EL-HL-V	72	66	42	72	66	42	72	66	42	72	66	42	72	66	43	72	67	45
AEH*-ST-DHW-EL-HL-VS	72	66	42	72	66	42	72	66	42	72	66	42	72	66	43	72	67	45
AEH*-PT-HTG-PN	39	58	28	39	58	28	39	58	28	39	58	28	40	58	28	42	65	29
AEH*-PT-HTG-PN-HL	54	58	29	54	58	29	54	58	29	54	58	29	54	58	29	54	65	29
AEH*-PT-HTG-PN-V	72	60	38	72	60	38	72	60	38	72	60	39	72	60	39	72	64	41
AEH*-PT-HTG-PN-VS	72	60	38	72	60	38	72	60	38	72	60	39	72	60	39	72	64	41
AEH*-PT-HTG-PN-HL-V	72	60	38	72	60	38	72	60	38	72	60	39	72	60	39	72	64	41
AEH*-PT-HTG-PN-HL-VS	72	60	38	72	60	38	72	60	38	72	60	39	72	60	39	72	64	41
AEH*-PT-HTG-EL	39	63	28	39	63	28	39	63	28	39	63	28	40	63	28	42	65	29
AEH*-PT-HTG-EL-HL	54	63	29	54	63	29	54	63	29	54	63	29	54	63	29	54	65	29
AEH*-PT-HTG-EL-V	72	65	38	72	65	38	72	66	38	72	66	39	77	66	39	72	67	41
AEH*-PT-HTG-EL-VS	72	65	38	72	65	38	72	66	38	72	66	39	77	66	39	72	67	41
AEH*-PT-HTG-EL-HL-V	72	65	38	72	65	38	72	66	38	72	66	39	77	66	39	72	67	41
AEH*-PT-HTG-EL-HL-VS	72	65	38	72	65	38	72	66	38	72	66	39	77	66	39	72	67	41
AEH*-ST-HTG-PN	39	58	25	39	58	25	39	58	26	39	58	26	40	58	26	42	65	26
AEH*-ST-HTG-PN-HL	54	58	30	54	58	30	54	58	30	54	58	30	54	58	30	53	65	30
AEH*-ST-HTG-PN-V	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	43	72	64	44
AEH*-ST-HTG-PN-VS	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	43	72	64	44
AEH*-ST-HTG-PN-HL-V	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	43	72	64	44
AEH*-ST-HTG-PN-HL-VS	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	42	72	60	43	72	64	44
AEH*-ST-HTG-EL	39	63	25	39	63	25	39	63	26	39	63	28	40	63	26	42	65	26
AEH*-ST-HTG-EL-HL	54	63	30	54	63	30	54	63	30	54	63	29	54	63	30	53	65	30
AEH*-ST-HTG-EL-V	72	65	42	72	65	42	72	66	42	72	66	39	72	66	43	72	67	44
AEH*-ST-HTG-EL-VS	72	65	42	72	65	42	72	66	42	72	66	39	72	66	43	72	67	44
AEH*-ST-HTG-EL-HL-V	72	65	42	72	65	42	72	66	42	72	66	39	72	66	43	72	67	44
AEH*-ST-HTG-EL-HL-VS	72	65	42	72	65	42	72	66	42	72	66	39	72	66	43	72	67	44



Spirax Sarco, Inc. • 1150 Northpoint Blvd. • Blythewood, SC 29016  
Phone: 1-800-883-4411 • Fax: (803) 714-2200

www.spiraxsarco.com/us

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis



**ANEXO 2:**  
**NORMA IS 0.10 – REGLAMENTO NACIONAL  
DE EDIFICACIONES**



**NORMA TÉCNICA I.S. 010  
INSTALACIONES SANITARIAS PARA  
EDIFICACIONES**

## CAPITULO I GENERALIDADES

### Artículo 1°.- ALCANCE








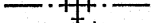
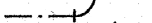



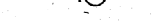
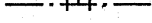

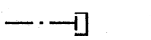
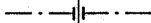
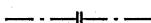
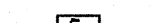


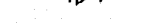
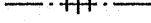









Esta Norma contiene los requisitos mínimos para el diseño de las instalaciones sanitarias para edificaciones en general. Para los casos no contemplados en la presente Norma, el ingeniero sanitario, fijará los requisitos necesarios para el proyecto específico, incluyendo en la memoria descriptiva la justificación y fundamentación correspondiente.

### Artículo 2°.- SIMBOLOGÍA

La simbología a utilizarse será lo indicado en las Láminas N°1 y N° 2.

LÁMINA N°1

SÍMBOLOS GRÁFICOS

AGUA:	
MEDIDOR DE AGUA	
TUBERÍA DE AGUA FRÍA	
TUBERÍA DE AGUA CALIENTE	
TUBERÍA DE RETORNO DE AGUA CALIENTE	
TUBERÍA DE AGUA CONTRA INCENDIO	
CRUCE DE TUBERÍAS SIN CONEXIÓN	
CRUZ	
CODO DE 90°	
CODO DE 45°	
CODO DE 90° SUBE	
CODO DE 90° BAJA	
TEE	
TEE CON SUBIDA	
TEE CON BAJADA	
TAPÓN MACHO	
TAPÓN HEMBRA	
UNIÓN UNIVERSAL	
UNIÓN CON BRIDAS	
UNIÓN FLEXIBLE	
UNIÓN O CONEXIÓN SIAMESA	
REDUCCIÓN	
VALVULA DE PASO (MACHO)	
VALVULA DE COMPUERTA	
VALVULA DE GLOBO	
VALVULA DE RETENCIÓN (CHECK)	
VALVULA DE FLOTADOR	
VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN	
GABINETE CONTRA INCENDIO	
GRIFO DE RIEGO	
ASPERSOR DE RIEGO	
VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN	
VALVULA DE ALIVIO	

Los símbolos gráficos, no incluidos en la Lámina N°1, deben indicarse en los planos del proyecto

LÁMINA N°2

SÍMBOLOS GRÁFICOS

DESAGÜE

TUBERÍA DE DESAGÜE		TRAMPA "P"	
TUBERÍA DE VENTILACIÓN		TRAMPA "U"	
CODO DE 45°		TAPÓN MACHO	
CODO DE 90°		TAPÓN HEMBRA	
CODO DE 90° CON VENTILACIÓN		TERMINAL DE VENTILACIÓN EN EL TECHO	
CRUZ		TERMINAL DE VENTILACIÓN EN LA PARED	
TEE		REGISTRO ROSCADO EN PISO	
TEE SANITARIA		REGISTRO ROSCADO EN TUBERÍA COLGADA	
TEE SANITARIA DOBLE		SUMIDERO	
YEE SIMPLE		CAJA DE REGISTRO	
YEE DOBLE		BUZÓN	
REDUCCIÓN			
SENTIDO DE FLUJO			

Los símbolos gráficos, no incluidos en la lámina N° 2, deben indicarse en los planos del proyecto

Artículo 3°.- DEFINICIONES

**Alimentación (tubería de).**- Tubería comprendida entre el medidor y la válvula de flotador en el depósito de almacenamiento, o el inicio de la red de distribución, en el caso de no existir depósito.

**Alimentador.**- Tubería que abastece a los ramales.

**Agua servida o desagüe.**- Agua que carece de potabilidad, proveniente del uso doméstico, industrial o similar.

**Baño público.**- Establecimiento para el servicio de higiene personal.

**Cisterna.**- Depósito de almacenamiento ubicado en la parte baja de una edificación.

**Colector.**- Tubería horizontal de un sistema de desagüe que recibe la descarga de los ramales o montantes.

**Conexión cruzada.**- Conexión física entre dos sistemas de tuberías, uno de los cuales contiene agua potable y el otro agua de calidad desconocida, donde el agua puede fluir de un sistema a otro.

**Diámetro nominal.**- Medida que corresponde al diámetro exterior, mínimo de una tubería.

**Gabinete contra incendio.**- Salida del sistema contra incendio, que consta de manguera, válvula y pitón.

**Hidrante.**- Grifo contra incendio.

**Impulsión (tubería).**- Tubería de descarga del equipo de bombeo.

vertical no menor de 0,15 m. Las medidas se tomarán entre tangentes exteriores más próximas.

- f) Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0,60 m/s y la velocidad máxima según la siguiente Tabla:

Diámetro (mm)	Velocidad máxima (m/s)
15 (1/2")	1,90
20 (3/4")	2,20
25 (1")	2,48
32 (1 1/4")	2,85
40 y mayores (1 1/2" y mayores).	3,00

- g) Las tuberías de agua fría deberán ubicarse teniendo en cuenta el aspecto estructural y constructivo de la edificación, debiendo evitarse cualquier daño o disminución de la resistencia de los elementos estructurales.
- h) Las tuberías verticales deberán ser colocadas en ductos o espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos deberán ser tales que permitan su instalación, revisión, reparación, remoción y mantenimiento.
- i) Se podrá ubicar en el mismo ducto la tubería de agua fría y agua caliente siempre que exista una separación mínima de 0,15 m entre sus generatrices más próximas.
- j) Se permitirá la ubicación de alimentadores de agua y montantes de aguas residuales o de lluvia, en un mismo ducto vertical o espacios, siempre que exista una separación mínima de 0,20 m entre sus generatrices más próximas.
- k) Las tuberías colgadas o adosadas deberán fijarse a la estructura evitando que se produzcan esfuerzos secundarios en las tuberías.
- l) Las tuberías enterradas deberán colocarse en zanjas de dimensiones tales que permitan su protección y fácil instalación.

## Artículo 8°.- ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN

- a) Los depósitos de agua deberán ser diseñados y construidos en forma tal que preserven la calidad del agua.
- b) Toda edificación ubicada en sectores donde el abastecimiento de agua pública no sea continuo o carezca de presión suficiente, deberá estar provisto de depósitos de almacenamiento que permitan el suministro de agua en forma adecuada a todos los aparatos sanitarios e instalaciones previstas.  
Tales depósitos podrán instalarse en la parte baja (cisternas) en pisos intermedios o sobre la edificación (tanque elevado) siempre que cumplan con lo estipulado en el presente artículo.
- c) Cuando sólo exista tanque elevado, su capacidad será cuando menos igual al consumo diario, con un mínimo de 1000 L.
- d) Cuando sólo exista cisterna, su capacidad será cuando menos igual al consumo diario, con un mínimo de 1000 L.
- e) Cuando fuere necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las 3/4 partes del consumo diario y la del segundo no menor de 1/3 de dicho consumo; cada uno de ellos con un mínimo de 1000 L.
- f) En caso de utilizar sistemas hidroneumáticos, el volumen mínimo de la cisterna será igual al consumo diario con un volumen mínimo de 1000L.
- g) Los depósitos de almacenamiento deberán ser construidos de material resistente e impermeable y estarán dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación y mantenimiento.
- h) Las cisternas deberán ubicarse a una distancia mínima de 2m de muros medianeros y desagües. En caso de no poder cumplir con la distancia mínima, se diseñará un sistema de protección que evite la posible contaminación del agua de la cisterna.

**b) Establecimientos de hospedaje.**

Hoteles, apart-hoteles, hostales. Albergues.	150 L por dormitorio. 100 L por m <sup>2</sup> .
----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------

Esta cifra no incluye las dotaciones para otros servicios anexos, tales como restaurantes, bares, salones de baile, peluquerías y lavanderías, que se calculará adicionalmente de acuerdo con lo establecido en esta Norma para cada caso.

**c) Restaurantes.**

Área útil de los comedores (m <sup>2</sup> )	Dotación diaria
Hasta 40	900 L
41 a 100	15 L/m <sup>2</sup>
Más de 100	12 L/m <sup>2</sup>

En aquellos restaurantes donde se elaboran alimentos para ser consumidos fuera del local, se calculará una dotación complementaria a razón de 3 litros por cubierto preparado para este fin.

**d) Locales educacionales y residencias estudiantiles.**

Dotación diaria	
Alumnado y personal residente.	50 L/persona

**e) Gimnasios.**

Dotación diaria.
10 L/m <sup>2</sup> área útil

**f) Hospitales, clínicas y similares.**

Hospitales y clínicas con hospitalización.	250 L/d x cama.
Consultorios médicos.	130 L/d x consultorio.
Clínicas dentales.	100 L/d x unidad dental.

**Artículo 12°.- DISTRIBUCIÓN**

- La distribución de agua caliente desde el equipo de producción a los aparatos sanitarios o puntos requeridos, se puede realizar con o sin retorno de agua caliente.
- El sistema sin retorno se permitirá solamente en instalaciones con calentadores individuales.
- El sistema con retorno deberá utilizarse en aquellos edificios donde se instalen equipos centrales de producción de agua caliente.
- Las tuberías de alimentación de agua caliente se calcularán de acuerdo con lo establecido en el artículo 6° de la presente norma.

**Artículo 13°.- EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE**

Para el cálculo de la capacidad del equipo de producción de agua caliente, así como para el cálculo de la capacidad del tanque de almacenamiento, se utilizarán las relaciones que se

**ANEXOS**

**ANEXO N° 1**

**UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PRIVADO)**

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida.	1,5	1,5	-
Inodoro	Con tanque.	3	3	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	6	6	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	3	3	-
Bidé		1	0,75	0,75
Lavatorio		1	0,75	0,75
Lavadero		3	2	2
Ducha		2	1,5	1,5
Tina		2	1,5	1,5
Urinario	Con tanque	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	-
Urinario	Múltiple (por m)	3	3	-

Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columna.

ANEXO N° 2

*UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PÚBLICO)*

Aparato sanitario	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Inodoro	Con tanque – descarga reducida.	2,5	2,5	-
Inodoro	Con tanque.	5	5	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática.	8	8	-
Inodoro	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	4	4	-
Lavatorio	Corriente.	2	1,5	1,5
Lavatorio	Múltiple.	2(*)	1,5	1,5
Lavadero	Hotel restaurante.	4	3	3
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	4	3	3
Tina	-	6	3	3
Urinario	Con tanque.	3	3	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática.	5	5	-
Urinario	Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida.	2,5	2,5	-
Urinario	Múltiple (por ml)	3	3	-
Bebedero	Simple.	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(*)	1(*)	-

Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columna.

(\*) Debe asumirse este número de unidades de gasto por cada salida.

**ANEXO N° 3**  
**GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HUNTER**

N° de unidades	GASTO PROBABLE		N° de unidades	GASTO PROBABLE		N° de unidades	GASTO PROBABLE
	TANQUE	VÁLVULA		TANQUE	VÁLVULA		
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	380	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	390	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91
48	1,09	1,92	460	4,42	5,08	3700	19,23
50	1,13	1,97	480	4,57	5,20	3800	19,75
55	1,19	2,04	500	4,71	5,31	3900	20,17
60	1,25	2,11	550	5,02	5,57	4000	20,50
65	1,31	2,17	600	5,34	5,83	PARA EL NÚMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDIFERENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O DE VÁLVULA	
70	1,36	2,23	650	5,85	6,09		
75	1,41	2,29	700	5,95	6,35		
80	1,45	2,35	750	6,20	6,61		
85	1,50	2,40	800	6,60	6,84		
90	1,56	2,45	850	6,91	7,11		
95	1,62	2,50	900	7,22	7,36		
100	1,67	2,55	950	7,53	7,61		
110	1,75	2,60	1000	7,84	7,85		

NOTA: Los gastos están dados en L/s y corresponden a un ajuste de la tabla original del Método de Hunter.



**ANEXO 3:**  
**CATÁLOGO INTERCAMBIADOR DE  
PLACAS ALFA LAVAL**



## In all stainless steel and designed for steam

### TS6-FMC Plate Heat Exchangers - Gasketed

#### Application

Heating of water or CIP (cleaning in place) solutions by means of steam. General heating and cooling duties.

#### Working Principles

Channels are formed between the plates and the corner ports are arranged so that the two media flow through alternate channels. The heat is transferred through the plate between the channels, and complete counter-current flow is created for highest possible efficiency. The corrugation of the plates provides the passage between the plates, supports each plate against the adjacent one and enhances the turbulence, resulting in efficient heat transfer.

#### Standard design

The plate heat exchanger consists of a pack of corrugated metal plates with portholes for the passage of the two fluids between which heat transfer will take place.

The plate pack is assembled between a fixed frame plate and a movable pressure plate and compressed by tightening bolts. The plates are fitted with a gasket which seals the interplate channel and directs the fluids into alternate channels. The number of plates is determined by the flow rate, physical properties of the fluids, pressure drop and temperature program. The plate corrugations promote fluid turbulence and support the plates against differential pressure.

The plate and the pressure plate are fixed between upper bar and lower bar, which again is fixed to a support column.

Connections are located in the frame plate or, if either or both fluids make more than a single pass within the unit, in the frame and pressure plate.



TS6-MFMC

**Typical capacities**

Liquid flow rate  
Up to 320 GPM, depending on media, permitted pressure drop and temperature program.

Water heating by steam  
600-6,100 kBtu/H

Frame type  
FMC

Plate types  
TS6M

**Standard Materials**

Frame plate  
Frame and pressure plate in solid stainless steel AISI 316L

Nozzles  
Stainless steel AISI 316L

Plates  
Stainless steel AISI 316

Gaskets  
Nitrile, EPDM or HeatSeal F™

Connections  
ANSI 3", 150# studed port  
3" Tri-Clamp

**Technical Data**

Mechanical design pressure (g) / Temperature  
FMC 145 psi/350°F

Maximum heat transfer surface  
13 m<sup>2</sup> (140 sq. ft)

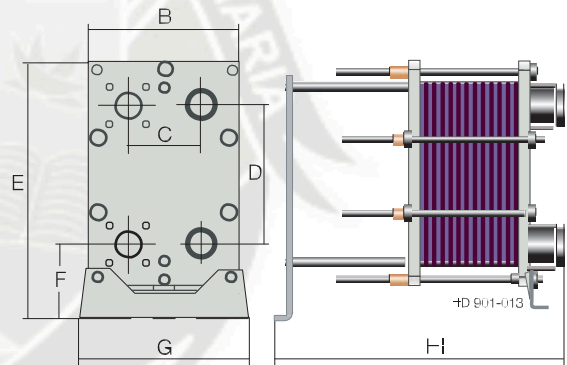
Particulars required for quotation

- Flow rates or heat load
- Temperature program
- Physical properties of liquids in question (if not water)
- Desired working pressure
- Maximum permitted pressure drop
- Available steam pressure

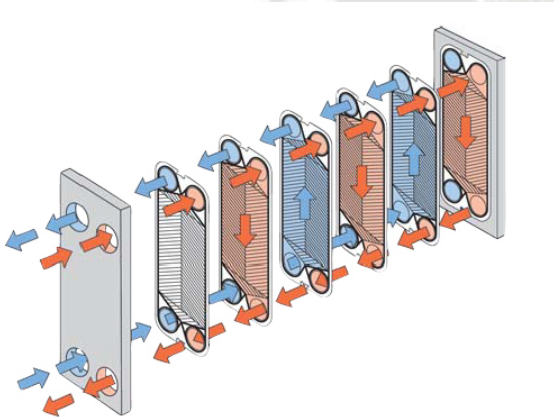
**Optional**

- a. Protection sheet.
- b. Adjustable legs, low or high.
- c. Wrench.
- d. Commissioning kit, gaskets.

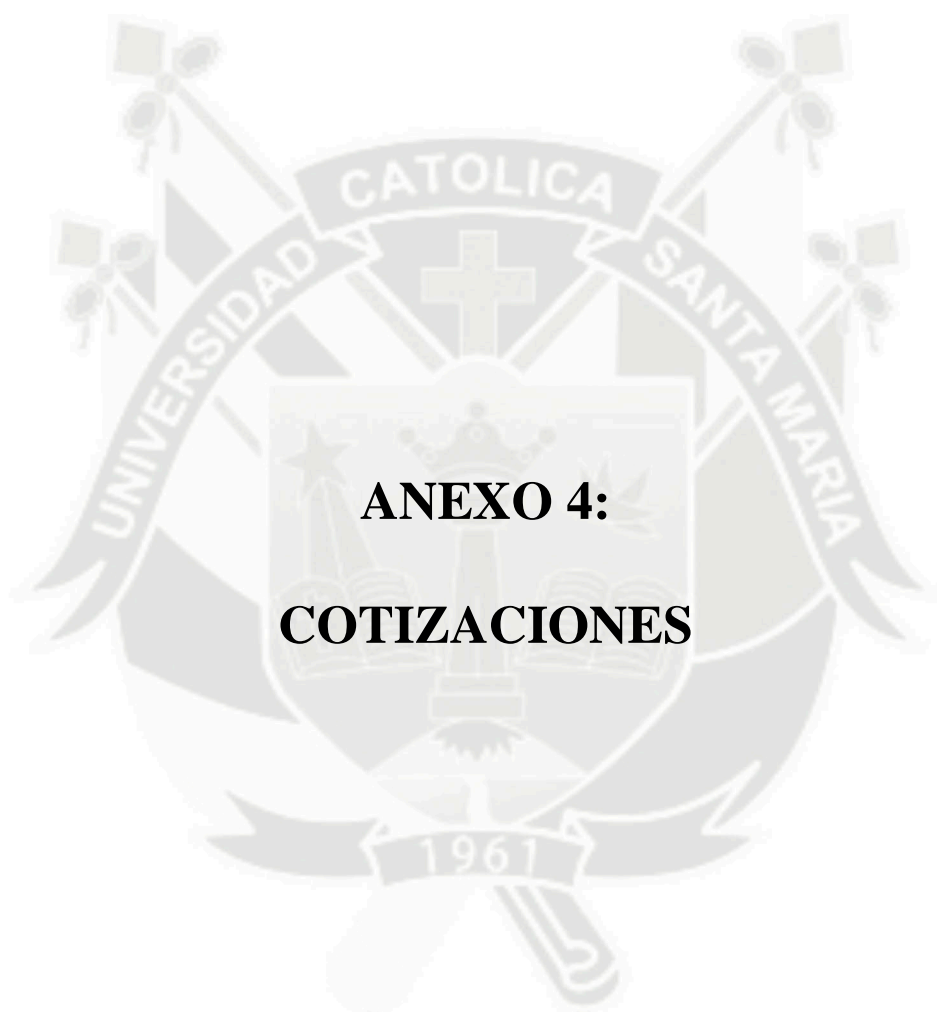
**Dimensions**



Dimensions	Inch	mm
B	16.0"	410
C	28.0"	203
D	8.2"	380
E	18.5"	705
F	8.0"	209
G	15.0"	470
H	24" - 63"	600-1600



Flow principle of a plate heat exchanger



**ANEXO 4:**  
**COTIZACIONES**

Av. Faucett 717  
Callao, Perú  
T: (511) 451 5343  
F: (511) 452 2623

fesa@eberhardt-sa.com  
ventas@eberhardt-sa.com  
www.eberhardt-sa.com

**Eberhardt** <sup>OO</sup>

99228
28-ene-16

Señores:

**MAQUINARIAS E INGENIERIA METALMECANICA S.A.**

Atención :

**SR. JASON JOEL TAPIA**

Estimados señores :

Nos es grato dirigirnos a ustedes en atención a su solicitud de cotización para ofrecerles el siguiente material :

<b>TUBOS DE COBRE TIPO "L" POR 6 METROS DE LARGO</b>				
DIAMETRO	PZA.	Precio TUBO	SUB- TOTAL	
			US\$	S/.
		SIN IGV	SIN.IGV	SIN.IGV
1/2" x 5/8"	15	19.86	297.900	1,032.521
3/4" x 7/8"	1	28.25	28.250	97.915
1" x 1.1/8"	3	40.60	121.800	422.159
1.1/4" x 1.3/8"	1	65.00	65.000	225.290
1.1/2" x 1.5/8"	2	71.98	143.960	498.965
2" x 2.1/8"	1	110.00	110.000	381.260
2 1/2" x 2.5/8"	1	163.21	163.210	565.686
3" x 3.1/8"	2	218.00	436.000	1,511.176
4" x 4.1/8"	2	348.00	696.000	2,412.336
5" x 5.1/8"	2	1226.96	2,453.920	8,505.287
<b>TUBOS DE COBRE TIPO "M" POR 6 METROS DE LARGO</b>				
1/2" x 5/8"	15	12.91	193.650	671.191
3/4" x 7/8"	1	22.14	22.140	76.737
1" x 1.1/8"	3	33.80	101.400	351.452
<b>SOPORTE DE TUBERIAS</b>				
1/2" x 5/8"	15	2.97	44.608	154.610
3/4" x 7/8"	1	5.28	5.282	18.307
1" x 1.1/8"	3	7.95	23.852	82.670
1.1/4" x 1.3/8"	1	10.68	10.680	37.018
1.1/2" x 1.5/8"	2	13.38	26.750	92.716
2" x 2.1/8"	1	16.13	16.131	55.909
2 1/2" x 2.5/8"	1	18.91	18.910	65.542
TOTAL(SIN.IGV)			USD	S/.
			4,979.44	17,258.747

Tipo de Cambio

3.466

Validez de Oferta

Precios y stock sujetos a cambio sin previo aviso

Forma de Pago

A TRATAR

Mas

18% IGV

Facturación

En Dolares Americanos.

Entrega

Inmediata. En Av. Elmer Faucett 271 - Callao.

Atentamente,

Rosalía Gulerminio de Pacheco

Representante de Ventas

**ENTEL : 94 6149091**

**ENTEL : 998131178**

Visite nuestra pagina web:

[www.eberhardt-sa.com](http://www.eberhardt-sa.com)

## Cotización Aislamiento

# Ij Commercial

Venta de resinas, Fibras de Vidrio, Monómero, Cobalto, Mek,  
D.M.A. Maylar, Aerosil, Titanio, Lana de Vidrio, etc  
Trabajos y diseño de Fibras de Vidrio en General.

Av. JESUS 701 - A URB. 15 DE ENERO TELF.: 465147  
RPM #990022037 CEL.: 959947137- PAUCARPATA- AREQUIPA  
EMAIL: [ijcomercial@hotmail.com](mailto:ijcomercial@hotmail.com)

NOTA DE PEDIDO   
PROFORMA

Nº 000536

DIA	MES	AÑO
26	08	2010

Señor (es): Diego Quiroz

Dirección: \_\_\_\_\_

CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	PREC. VENTA
	1 Rollo (15mt x 1.20)		
	* Lana de Vidrio 2' (s/rollo aluminio)		350.00
	* Lana de Vidrio c/rollo aluminio 2' x 1.20		350.00
	* Sin rollo aluminio (1 1/2")		300.00

A CTA.		SALDO		
--------	--	-------	--	--

OBSERVACIONES: El presente documento se canjeará x Factura ó boleta, una vez entregado el producto a satisfacción del cliente.

.....  
Firma

.....  
Cliente



PRESUPUESTO N°: MAQ-SERV-001-2016 Rev.0

Señores:  
 Atención: Victor Tejada Castelo  
 Referencia: SERVICIO DE FABRICACION DE TANQUE HORIZONTAL Ø2" X 5 METROS DE LONGITUD - MATERIAL INOX 304  
 Teléfono: Anexo:

Fecha: 07/06/2016  
 N° de pedido:  
 Elaborado por: Juan Carlos Quispe  
 Moneda: Dolares Americanos

Estimados Señores:

Por la presente, les hacemos llegar nuestro presupuesto por lo siguiente:

Item	Cant.	Descripción	Unid.	Precio Unit.	Precio Parcial
1	6.00	SERVICIO DE FABRICACION DE TANQUE HORIZONTAL Ø2" X 5 METROS DE LONGITUD - MATERIAL INOX 304  <u>ALCANCES DE SERVICIO</u> - Suministro de Insumos y Materiales - Perfiles y Planchas Inox 304 - Fabricacion de Tanque Horizontal, de acuerdo a Especificaciones ASME SECC VIII_D1 - Soldadura de acuerdo a ASME SECC IX QW-301 (PROCESO SMAW Y TIG) - Pruebas Hidrostatica, Neumatica y END de acuerdo a Especificaciones ASME SECC V - Instalacion de Aislamiento Termico 3" (Lana de Vidrio) incluye cobertura protectora de Aluminio. - Rotulacion de Capacidad de Tanque y de Seguridad (ROMBOS) - Entrega de Dossier de Calidad - Entrega de TANQUE Horizontal en Planta MAQUINSA.	EA	32,141.24	192,847.44
Nota:					

Subtotal : \$192,847.44

Condiciones Generales:

Forma de pago 30 dias presentacion de Factura

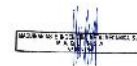
Plazo de entrega: 14 UNIDAD.  
 Garantia: 12 Meses  
 Validez : 30 Dias

IGV : 18.00% \$34,712.54

TOTAL : \$227,559.98

Esperando sus gratas ordenes, quedamos a la espera de su respuesta.

Atentamente:



Ing. Victor Tejada  
 Gerente General

**ESTRUCTURA DE COSTOS - SERVICIO DE FABRICACION DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

**CANTIDAD 1.00**

**1. ESTRUCTURA DE PRECIO DE MANO DE OBRA**

REMUNERACIONES	CANTIDAD PERSONAL	PRECIO H/H	HORAS REQUERIDAS/TOTALES	DIAS	PRECIO
<b>EMPLEADOS FABRICACIONES</b>				<b>64</b>	<b>850.20</b>
Jefe de Planta HN	1	20.24	8.00	4.00	647.77
Control de calidad HN	1	6.33	8.00	4.00	202.43
<b>EMPLEADOS DISEÑO E INGENIERIA</b>				<b>32</b>	<b>214.57</b>
Ingeniero Proyectista HN	1	8.86	8.00	2.00	141.70
Dibujante HN	1	4.55	8.00	2.00	72.87
<b>FABRICACION</b>	<b>11</b>	<b>8.0</b>	<b>8</b>	<b>704</b>	<b>4696.36</b>
Cortador	2	6.83	8.00	8.00	874.49
Trazador-Armador	2	7.09	8.00	8.00	906.88
Soldador	2	7.59	8.00	8.00	971.66
Operario Torno	1	8.10	8.00	8.00	518.22
Oficiales	2	6.07	8.00	8.00	777.33
Ayudantes	2	5.06	8.00	8.00	647.77
Pintor	0	5.31	8.00	0.00	0.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>800.00</b>	<b>5761.13</b>

**2. UNIFORME E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD**

UNIFORME/IMPLEM. DE SEGURIDAD	CANTIDAD	VIDA UTIL (MESES)	PRECIO UNITARIO/HR-H	PRECIO TOTAL
<b>FABRICACIONES</b>				<b>493.91</b>
ROPA DE TRABAJO DENIM	1	3.0000	0.026	21.06
MANDIL DE CUERO	0.5	2.0000	0.031	12.36
CASACA DE CUERO	0.5	2.0000	0.067	26.71
ESCARPINES DE DE CUERO	0.5	0.5000	0.047	18.89
GORRO DE SOLDADOR	0.5	2.0000	0.015	6.11
ZAPATOS DE SEGURIDAD	1	3.0000	0.036	29.08
CASCO DE SEGURIDAD	1	6.0000	0.005	3.97
CARETA DE SOLDAR	0.5	4.0000	0.009	3.69
LUNAS CLARAS	0.5	0.0170	0.008	3.23
LUNAS NEGRAS	0.5	1.0000	0.001	0.49
GUANTES LARGOS PARA SOLDADOR	0.5	0.2500	0.098	39.29
GUANTES DE OPERADOR	0.5	0.2500	0.072	28.68
TAPONES DE OIDO	1	0.5000	0.009	7.23
LENSES DE SEGURIDAD CLAROS	1	0.5000	0.019	15.47
FILTROS (MASCARILLAS)	1	0.0700	0.343	274.73
LENSES PARA OXIACETILENO	1	3.0000	0.004	2.93
TIVEX	0	0.0400	0.644	0.00
<b>TOTAL UNIFORME/IMPLEM. DE SEGURIDAD</b>				<b>493.91</b>

**3. EQUIPOS, MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS PARA EL SERVICIO**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DEPRECIACION (Años)	PRECIO UNITARIO/HR	TIEMPO HORAS/DIA	DIAS DE TRABAJO	PRECIO TOTAL
<b>FABRICACIONES</b>						<b>2600.32</b>
PRENSA PLEGADORA	0	-	5.290	0.000	0.000	0.00
CIZALLA GUILLOTINA	0	-	3.750	0.000	0.000	0.00
EQUIPO DE OXICORTE	1	-	2.800	8.000	1.000	22.40
MAQUINA DE SOLDAR	4	-	5.500	8.000	4.000	704.00
EQUIPO DE PLASMA	1	-	18.000	8.000	2.000	288.00
TORNO	1	-	13.500	8.000	4.000	432.00
TALADRO VERTICAL	2	-	2.800	8.000	4.000	179.20
ESMERIL DE DESBASTE	4	-	2.500	8.000	4.000	320.00
EQUIPO DE PINTADO	0	-	0.360	8.000	4.000	0.00
HERRAMIENTAS MANUALES	4	-	0.240	8.000	4.000	30.72
CAMION HIAB	1	-	20.000	8.000	3.000	480.00
MONTACARGA	1	-	6.000	8.000	3.000	144.00
<b>TOTAL EQ. MAQ. HERRAMIENTAS</b>						<b>2600.32</b>

**4. RELACION DE MATERIALES E INSUMOS PARA EL SERVICIO**

DESCRIPCIÓN Y MARCA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>FABRICACION</b>			<b>8279.00</b>
PLANCHA INOX 304 4' X 8' X 3/16"	15.00	457.81	6867.18
SOLDADURA INOX BW	38.15	23.14	882.76
DISCO DE CORTE 7 1/2"	12.00	3.00	36.00
DISCOS DE DESBASTE 7 1/2"	12.00	3.50	42.00
EXANOX	6.00	46.15	276.92
OXIGENO 10M3	1.00	13.71	13.71
ACETILENO 10KG	0.30	74.78	22.43
PERNERIA INOX 1/2" INOX 304	60.00	2.30	138.00
<b>TOTAL MATERIALES E INSUMOS</b>			<b>8279.00</b>

**5. TRANSPORTE**

DESCRIPCIÓN (capacidad-marca)	CANTIDAD	AÑO	PRECIO	PRECIO DIA	PRECIO TOTAL
COMBI RURAL PARA TRANSPORTE DE PERSONAL	0	-	8.75	70	0
CAMION GRUA DE 5 TON PARA MOV. Y DESM.	0	-	25	200	0
CAMIONETA 4 X 4	0	-	15	120	0
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>					<b>0</b>

**6. DIVERSOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
SERVICIO DE INSTALACION DE AISLAMIENTO LANA DE VIDRIO 3"	42.00	200.00	8400.00
PRUEBAS Y END DEACUERDO A ASME (PLACAS RADIOGRAFICAS)	5.00	250.00	1250.00
			0.00
<b>TOTAL DIVERSOS</b>			<b>9650.00</b>

**7. RESUMEN (Todos los costos no incluyen I.G.V.)**

RUBRO	PRECIO
1. REMUNERACIONES	5761.13
2. EQUIPO DE PROTECCION DE SEGURIDAD	493.91
3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	2600.32
4. MATERIALES E INSUMOS	8279.00
5. TRANSPORTE	0.00
6. DIVERSOS	9650.00
<b>7. COSTOS DEL SERVICIO (1+2+3+4+5+6)</b>	<b>26784.37</b>
8. GASTOS ADM. Y GASTOS. GENE. (10%)	2678.44
9. UTILIDAD (10%)	2678.44
<b>PRECIO TOTAL DEL SERVICIO/OBRA (7+8+9)</b>	<b>32141.24</b>

PLAZO DE ENTREGA DEL SERVICIO FABRICACIONES (DIAS CALENDARIOS)	14 dias Habiles
PLAZO DE ENTREGA DEL SERVICIO MONTAJE (DIAS CALENDARIOS)	-
TIEMPO DE GARANTIA DEL SERVICIO	12 meses
DISPONIBILIDAD PARA INICIAR LAS OPERACIONES (DIAS CALENDARIO)	Inmediata



## DISTRIBUCION E IMPORTACIONES H&C S.R.L.

Planchas y Perfiles de PVC - HDPE - PP - Teflón  
Tubos - Conexiones PVC - CPVC - HDPE - Polipropileno  
Pegamentos y Válvulas de PVC, CPVC, HDPE  
Bronce - Fierro Fundido

### COTIZACION N° : 009763

Fecha: 21/03/2016

PISTOLAS PARA SOLDADURA



PVC - HDPE - PP - CPVC

PLANCHAS Y SOLDADURAS PLÁSTICAS



PVC - HDPE - PP - CPVC



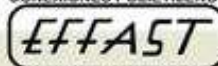
CONEXIONES PVC - HDPE - PP

CONEXIONES PVC - HDPE



ACCESORIOS - VALVULAS

CONEXIONES POLIETILENO



PVC PP VALVES & FITTINGS



TUBOS POLIPROPILENO



Sistema de copias. Válvulas y accesorios de acople rápido ranurado y liso.



CEMENTOS DISOLVENTES "PRIMERS" Y LIMPIADORES

FLOWGUARD GOLD

TUBOS Y CONECTORES CPVC



TUBOS DE COBRE

CONEXIONES DE POLIETILENO



Mechanical Fitting & Valves



Senores : MAQUINARIAS E INGENIERIA METALMECANICA S.A

Dirección: CAL. EDUARDO L. DE ROMAÑA NRO. 188 Z.I. PARQUE INDUSTRIAL AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Atención: SR JASON LAGUNA TEL 054-233410<LOGISTICA@MAQUIN

De nuestra consideracion :

Por medio de la presente hacemos llegar a Ustedes nuestra mejor oferta por el material siguiente:

IT	CANT.	UM	PRODUCTO	PRECIO	DSCTO.	SUB TOTAL
1	45.00	UND	TUBO PP A.C. PN16 20MM X 4MTS. FUSION HAKAN PLASTIK	3.10	25 %	104.62
2	15.00	UND	TUBO PP A.C. PN16 25MM X 4MTS. FUSION HAKAN PLASTIK	7.68	25 %	86.40
3	10.00	UND	TUBO PP A.C. PN16 32MM X 4MTS. FUSION HAKAN PLASTIK	12.39	25 %	92.92
4	10.00	UND	TUBO PP A.C. PN16 50MM X 4MTS. FUSION HAKAN PLASTIK	32.52	25 %	243.90
5	8.00	UND	TUBO PP A.C. PN16 40MM X 4MTS. FUSION HAKAN PLASTIK	19.17	25 %	115.02
6	8.00	UND	TUBO PP A.C. PN16 63MM X 4MTS. FUSION HAKAN PLASTIK	47.33	25 %	283.98
7	8.00	UND	TUBO PP A.C. PN16 90MM X 4MTS. HAKAN PLASTIK	104.95	25 %	629.70
8	9.00	UND	TUBO PP A.C. PN16 110MM X 5MTS. BLUE OCEAN	369.71	25 %	2,495.54
9	15.00	UND	TUBO CPVC 1/2" X 5MTS. CTS TIGRE	7.35	25 %	82.69
10	1.00	UND	TUBO CPVC 3/4" X 5 TIGRE	10.54	25 %	7.90
11	3.00	UND	TUBO CPVC 1" X 5MTS TIGRE	16.71	25 %	37.60
12	2.00	UND	TUBO CPVC 1.1/2" X 5MTS TIGRE	54.05	25 %	81.07
13	2.00	UND	TUBO CPVC 1.1/4" X 5MTS CTS TIGRE	22.50	25 %	33.75
14	1.00	UND	TUBO CPVC 2" X 5MTS TIGRE	91.58	25 %	68.68
15	2.00	UND	TUBO CPVC SCH-80 3" X 5.80MTS SP HYDROSEAL	304.90	30 %	426.86
16	2.00	UND	TUBO CPVC SCH-80 4" X 5.80MTS SP HYDROSEAL	501.82	30 %	702.55

Son: SEIS MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y UN con 96/100 DOLARES AMERICANOS S.E.U.O

SUB-TOTAL: US\$ 5,493.18

IGV: US\$ 988.78

Observaciones:

TOTAL: US\$ 6,481.96

HAY STOCK, SALVO PREVIAS VENTAS POR CERRAR.

CONDICIONES DE VENTA :

PRECIOS DE VENTA :

PRECIOS NO INCLUYEN EL IGV

FORMA DE PAGO:

CONTADO

PLAZO DE ENTREGA:

CONSULTAR DISPONIBILIDAD DE STOCK

VALIDEZ DE LA OFERTA:

7 dias

Esperando la atencion a la presente, quedamos de Ustedes

Atentamente ,

JUAN HUAMAN CARRILLO

818\*6157

Av. Colonial N° 551 - Lima 1

Telf.: 330-4400 / 424-6409 / 332-1005 Fax: 333-0933 Nextel: 813\*4102

E-mail: ventas@dihyc.com.pe / gerencia@dihyc.com.pe / sistemas@dihyc.com.pe

www.dihyc.com.pe

Av. Guillermo Dansey N° 493 - Lima 1

Telf.: 330-2823 Nextel: 98152-6022 RPM: # 630169

E-mail: ventas@hyc.com.pe / ventascorporativas@dihyc.com.pe

www.hyc.com.pe

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y  
FORMALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA,  
MECÁNICA-ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA**



**REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE  
SANITARIA Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y LOS  
COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL  
HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA**

**TOMO II**

Tesis presentada por:

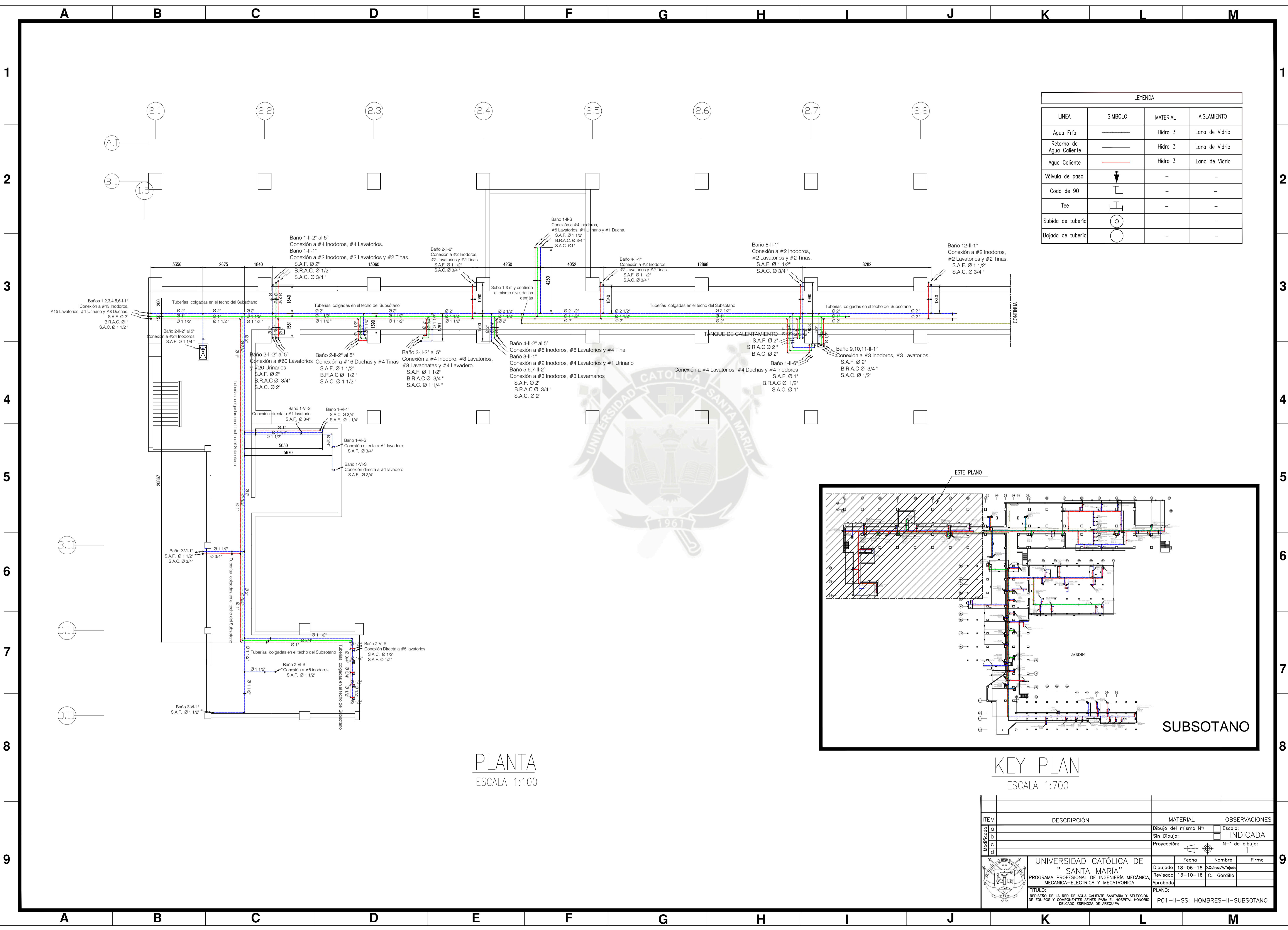
**DIEGO ALEJANDRO QUIROZ CRUZ  
VÍCTOR ANDRÉS TEJADA CASTELO**

Para optar el Título Profesional de:

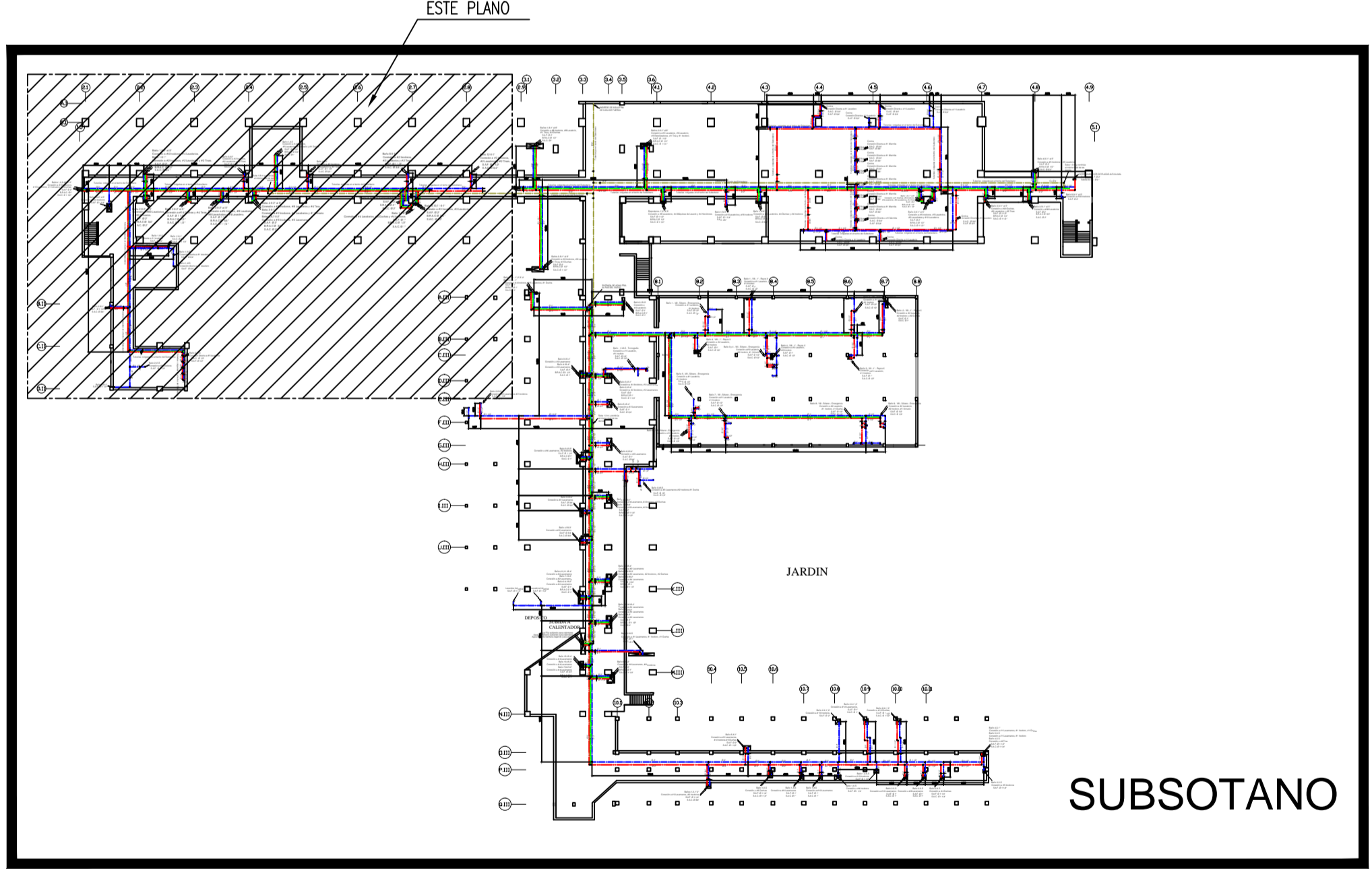
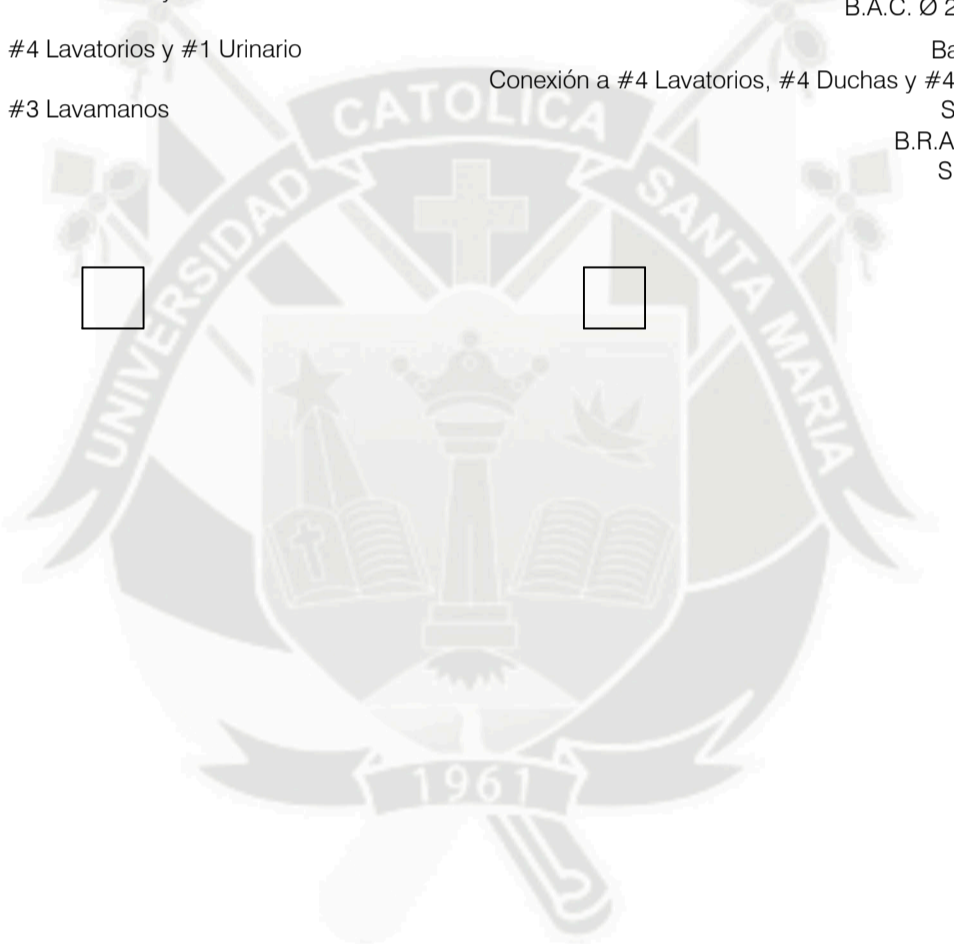
**INGENIERO MECÁNICO**

**AREQUIPA**

**2016**



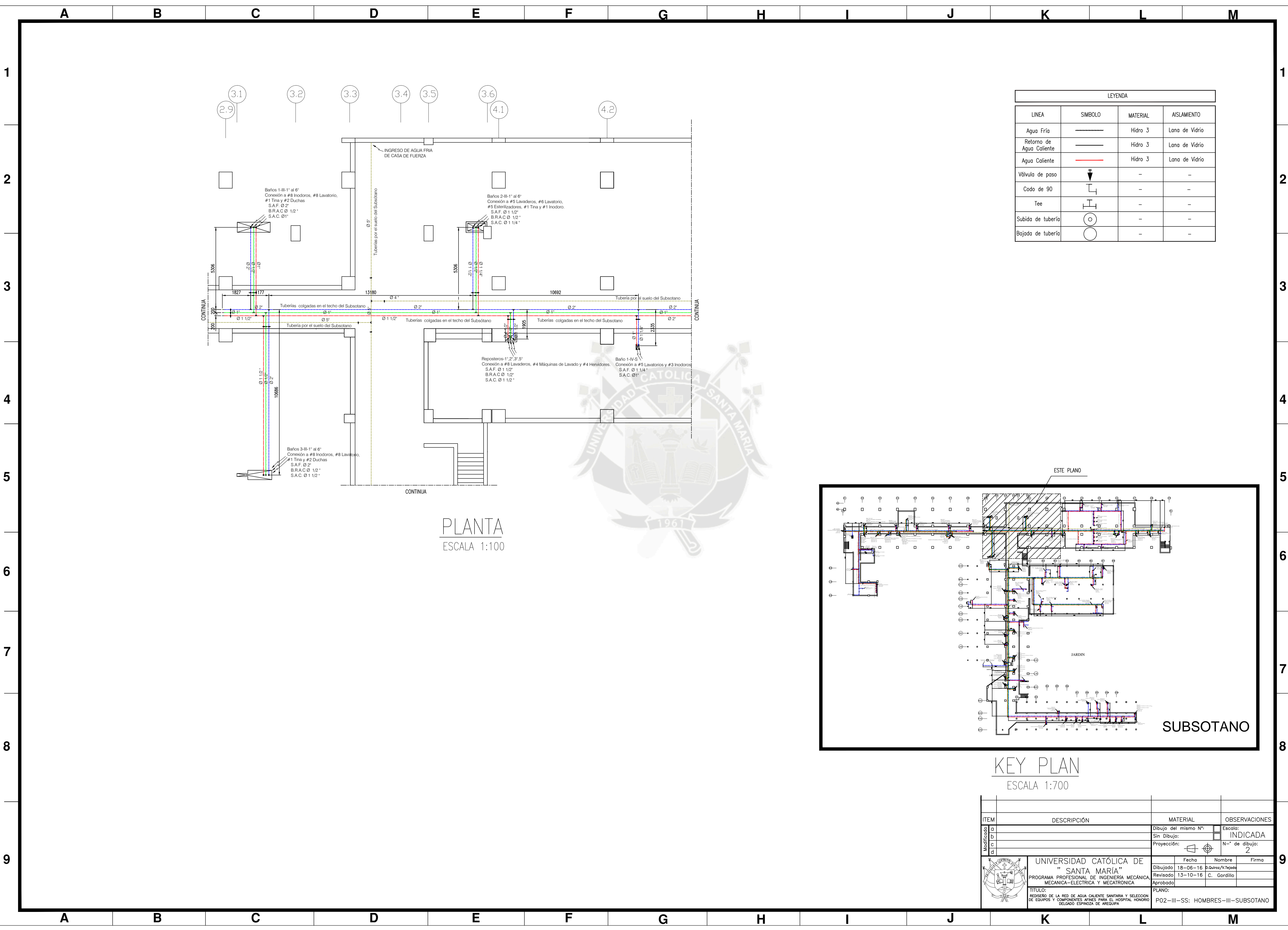
LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	ASLAMIENTO
Agua Fría		Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	-
Codo de 90		-	-
Tee		-	-
Subida de tubería		-	-
Bajada de tubería		-	-



PLANTA  
ESCALA 1:100

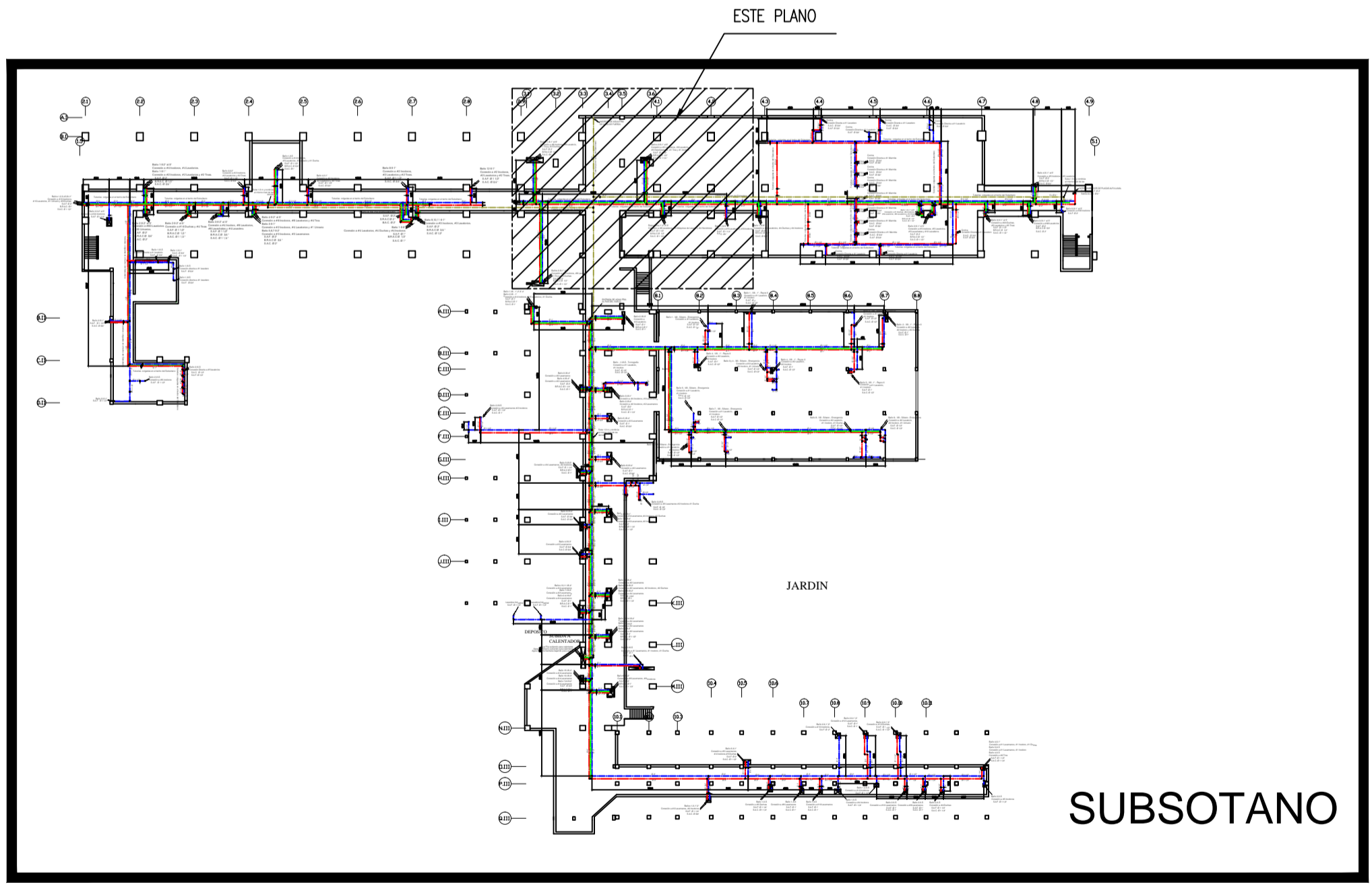
KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°	Escala:	INDICADA
2	Sin Dibujo:	Proyección:	N° de dibujo: 1
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA		18-06-16	D. Quiroz/V. Tejada
MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		Revisado	13-10-16 C. Gordillo
Aprobado		Firma	
TITULO: PROYECTO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		PLANO: P01-II-SS: HOMBRES-II-SUBSOTANO	



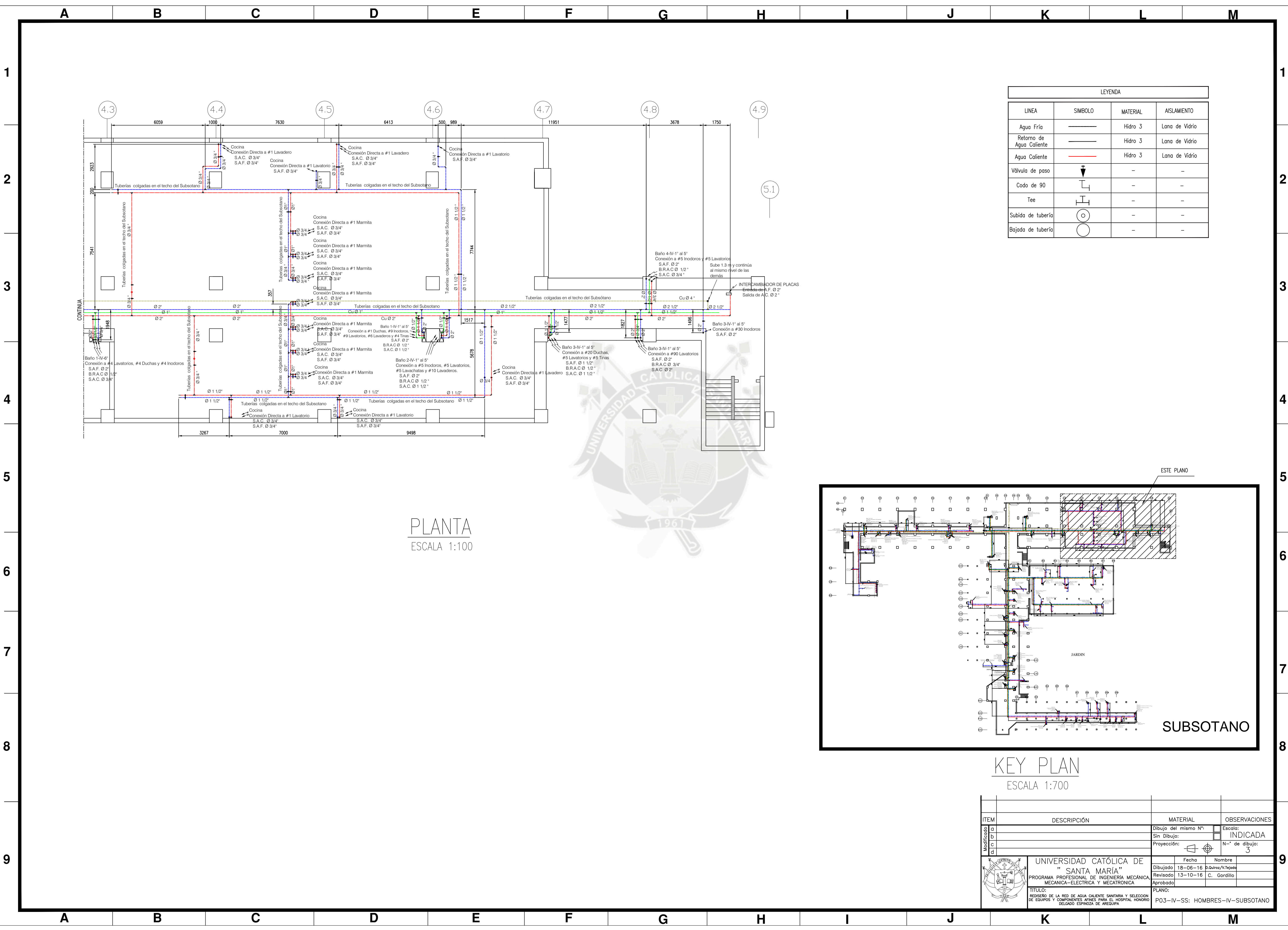
PLANTA  
ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría		Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	-
Codo de 90		-	-
Tee		-	-
Subida de tubería		-	-
Bajada de tubería		-	-



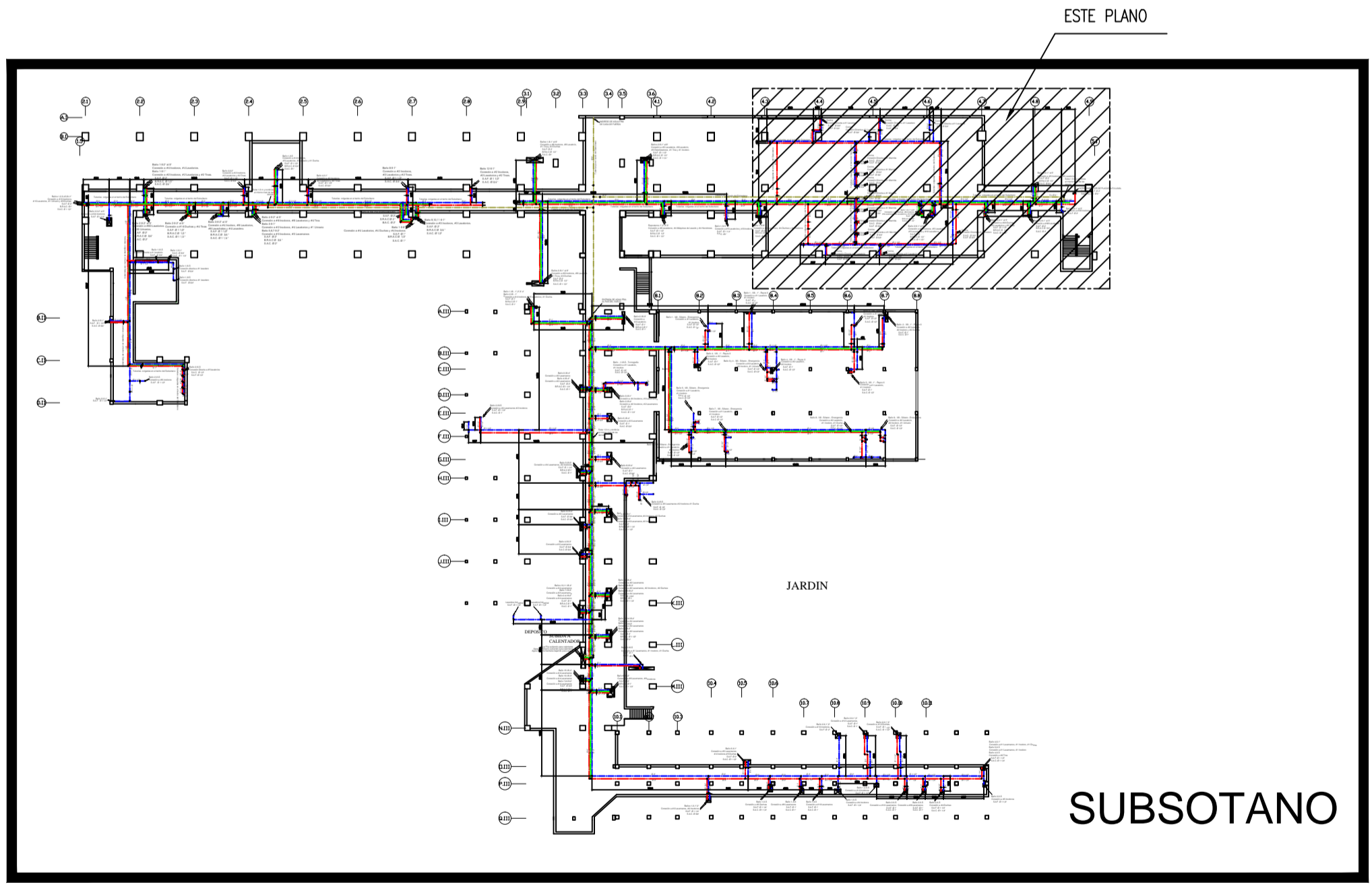
KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 2
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA		18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		Revisado	13-10-16 C. Gordillo
Aprobado			
TITULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		PLANO: PO2-III-SS: HOMBRES-III-SUBSOTANO	



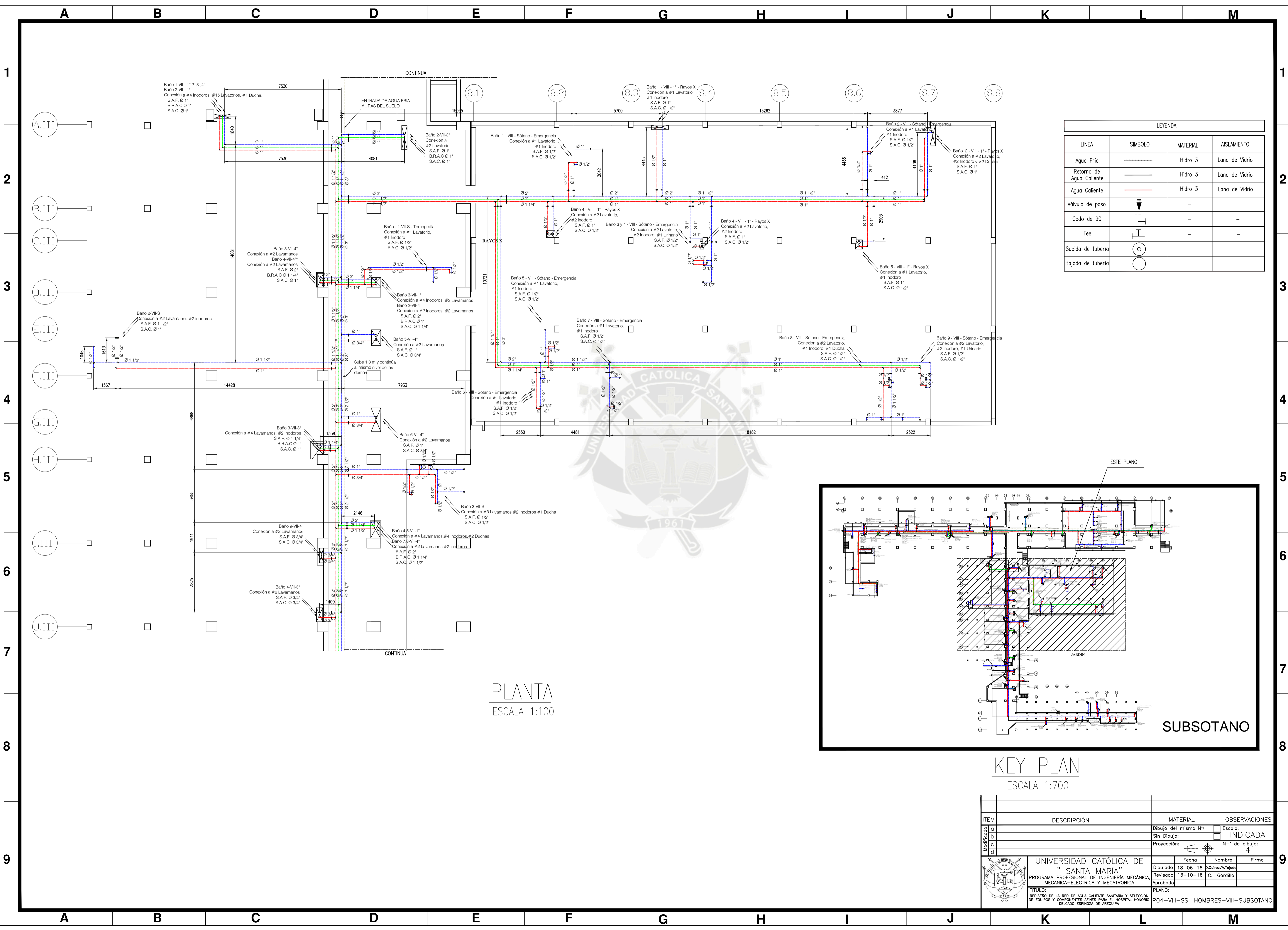
LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⊥	-	-
Codo de 90	⌒	-	-
Tee	⊥	-	-
Subida de tubería	⊙	-	-
Bajada de tubería	⊙	-	-

PLANTA  
ESCALA 1:100

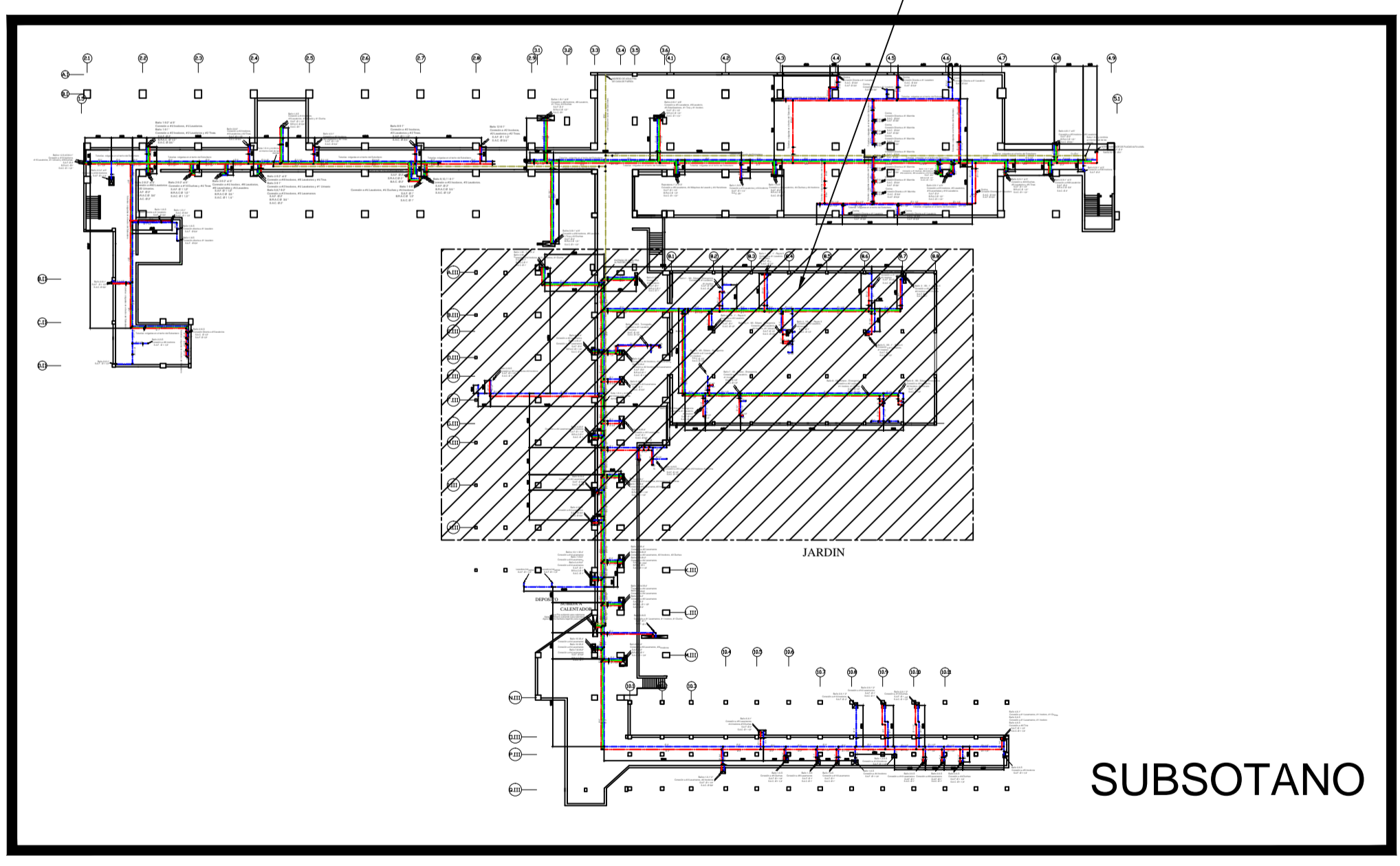


KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 3
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		Dibujado 18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
TITULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Revisado 13-10-16	C. Gordillo
PLANO:		Aprobado	
P03-IV-SS: HOMBRES-IV-SUBSOTANO			



LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría		Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	-
Codo de 90		-	-
Tee		-	-
Subida de tubería		-	-
Bajada de tubería		-	-



PLANTA  
ESCALA 1:100

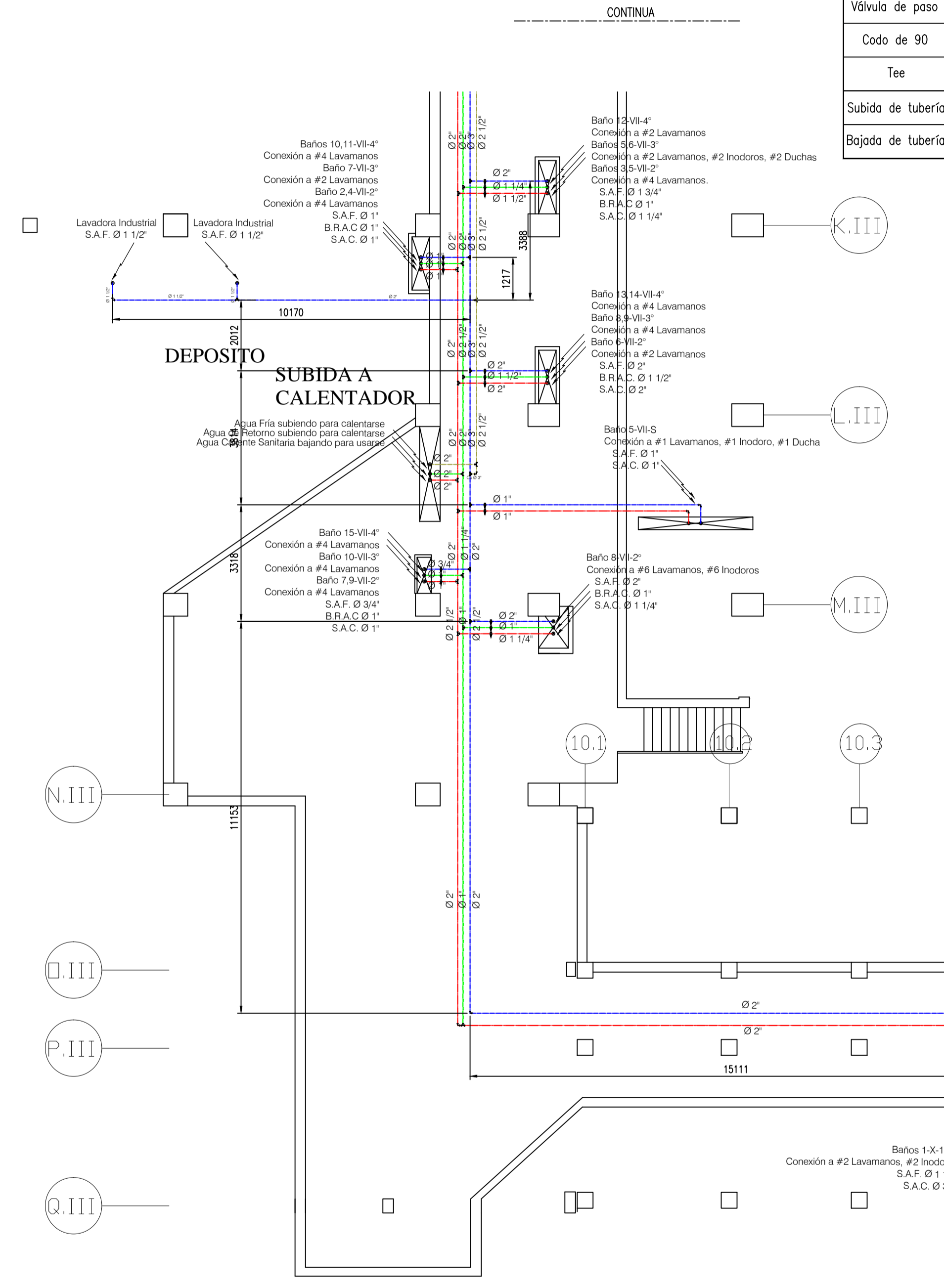
KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 4
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha: 18-06-16	Nombre: D. Quiroz/V. Tejeda
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		Revisado: 13-10-16	C. Gordillo
TITULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		PLANO: P04-VIII-SS: HOMBRES-VIII-SUBSOTANO	

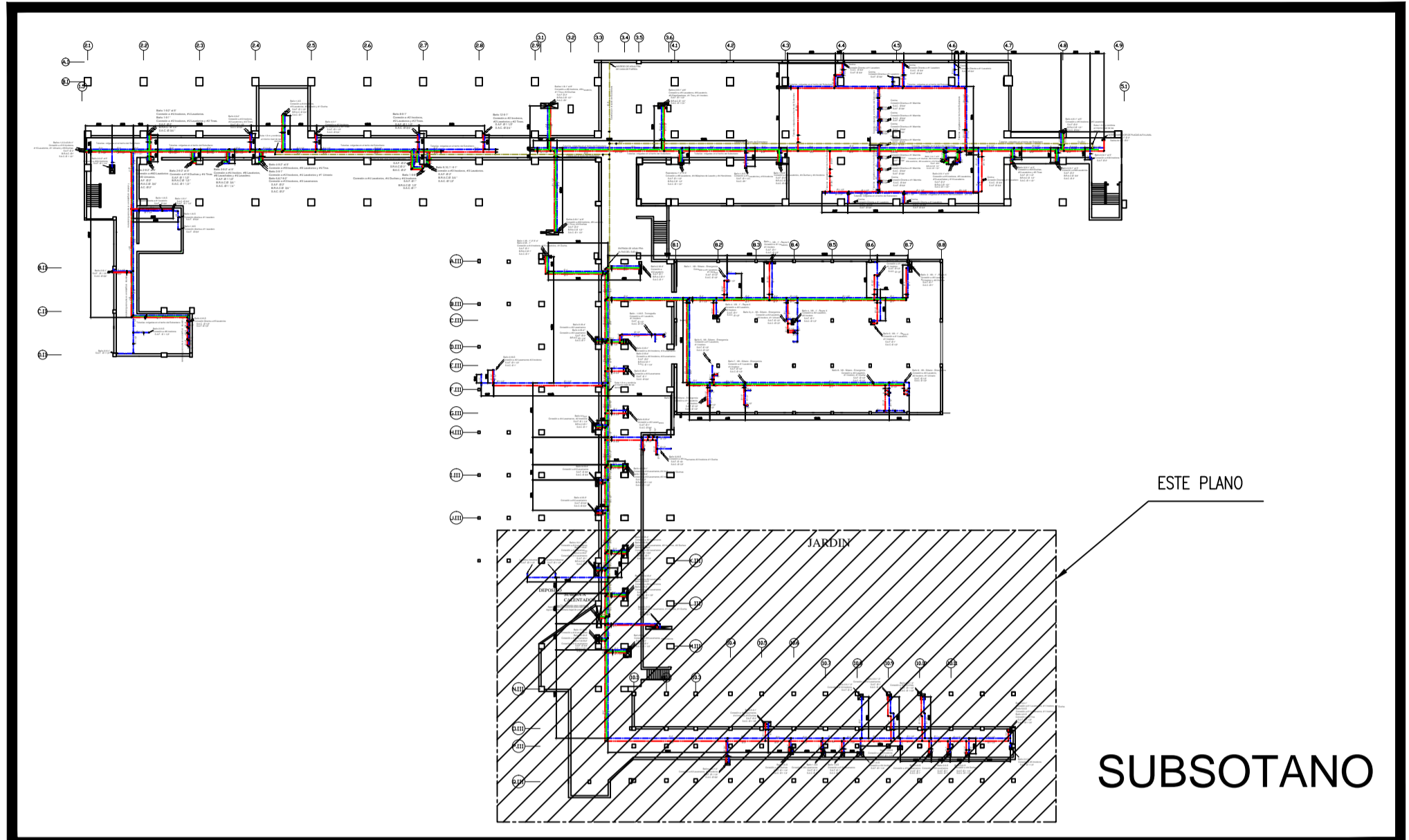
A B C D E F G H I J K L M

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9

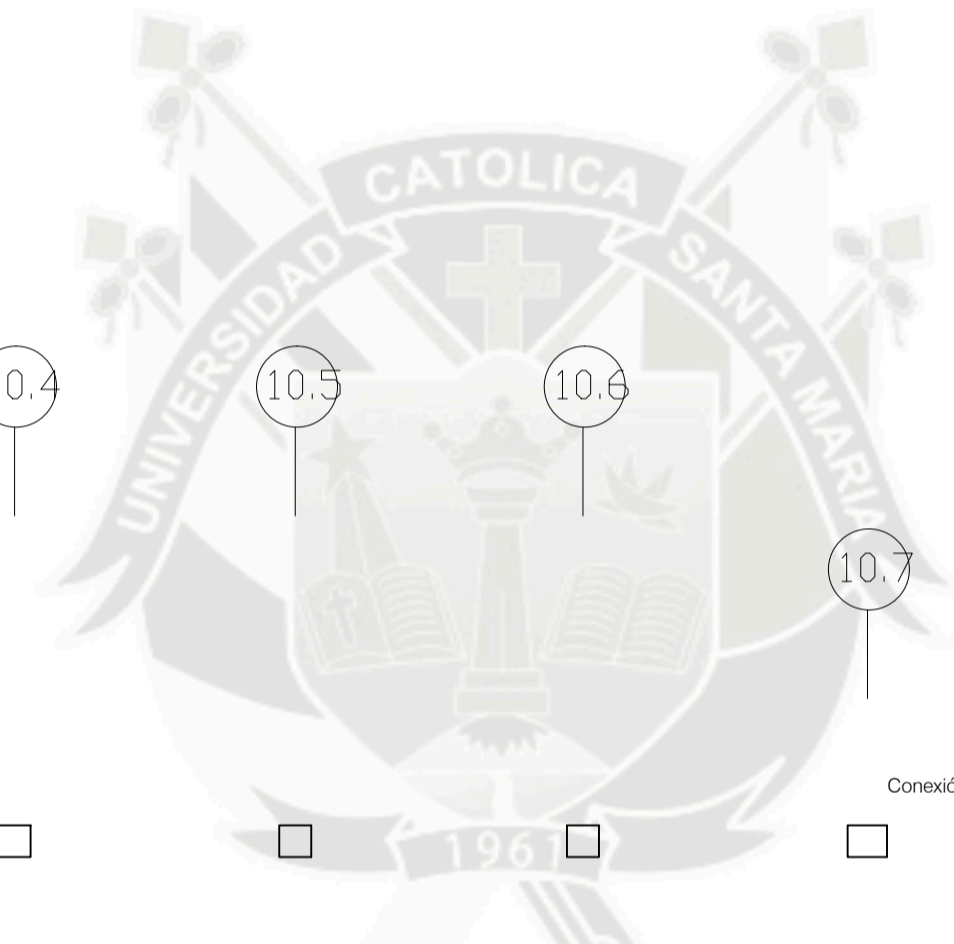
LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	ASLAMIENTO
Agua Fría		Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	-
Codo de 90		-	-
Tee		-	-
Subida de tubería		-	-
Bajada de tubería		-	-



JARDIN



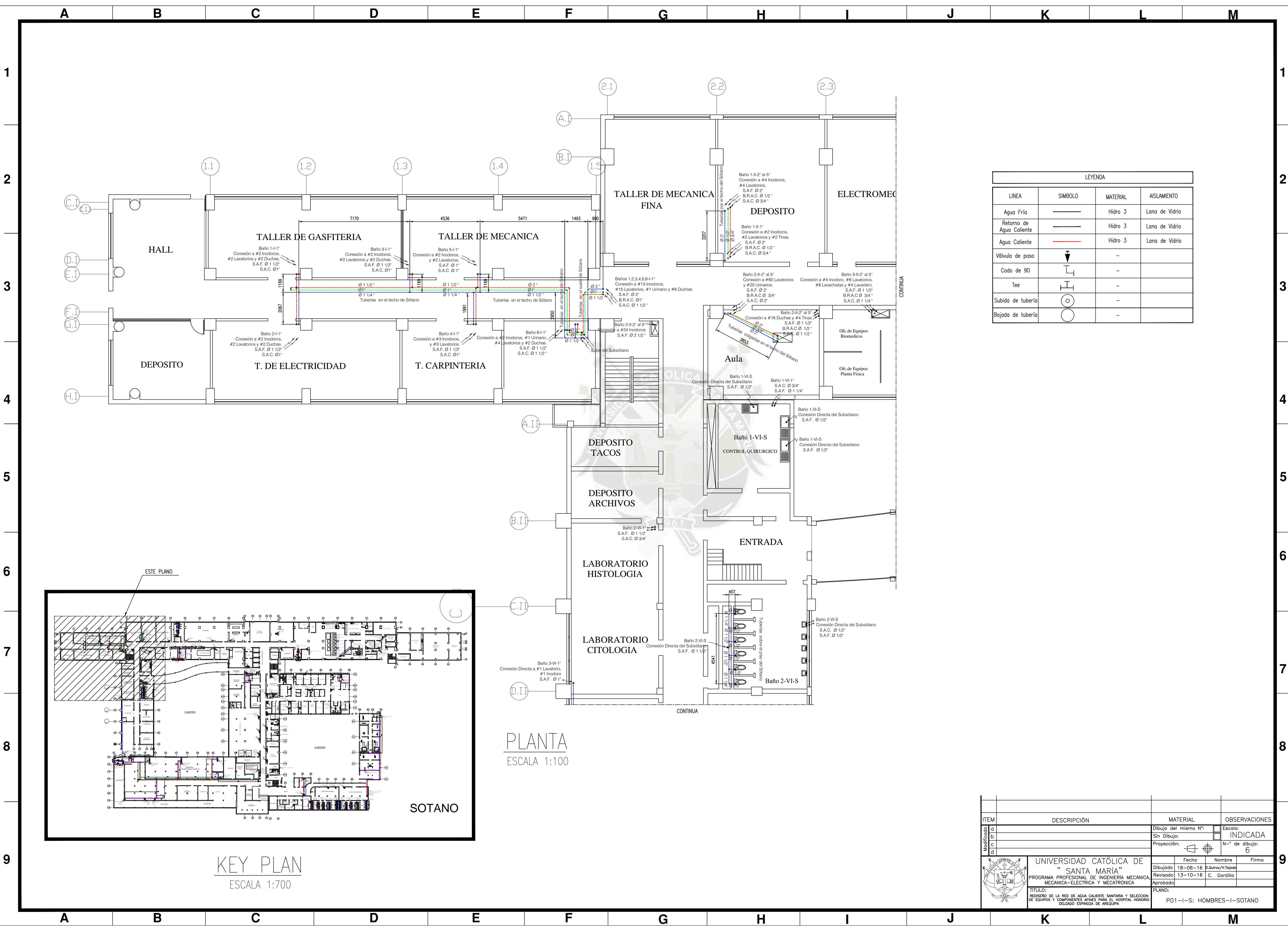
KEY PLAN  
ESCALA 1:700



PLANTA  
ESCALA 1:100

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 5
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA" PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA			
TITULO: REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Fecha: 18-06-16 Revisado: 13-10-16 Aprobado:	Nombre: D. Quiroz/V. Tejeda Firma: C. Gordillo
PLANO: P05-X-SS: HOMBRES-X-SUBSOTANO			

A B C D E F G H I J K L M

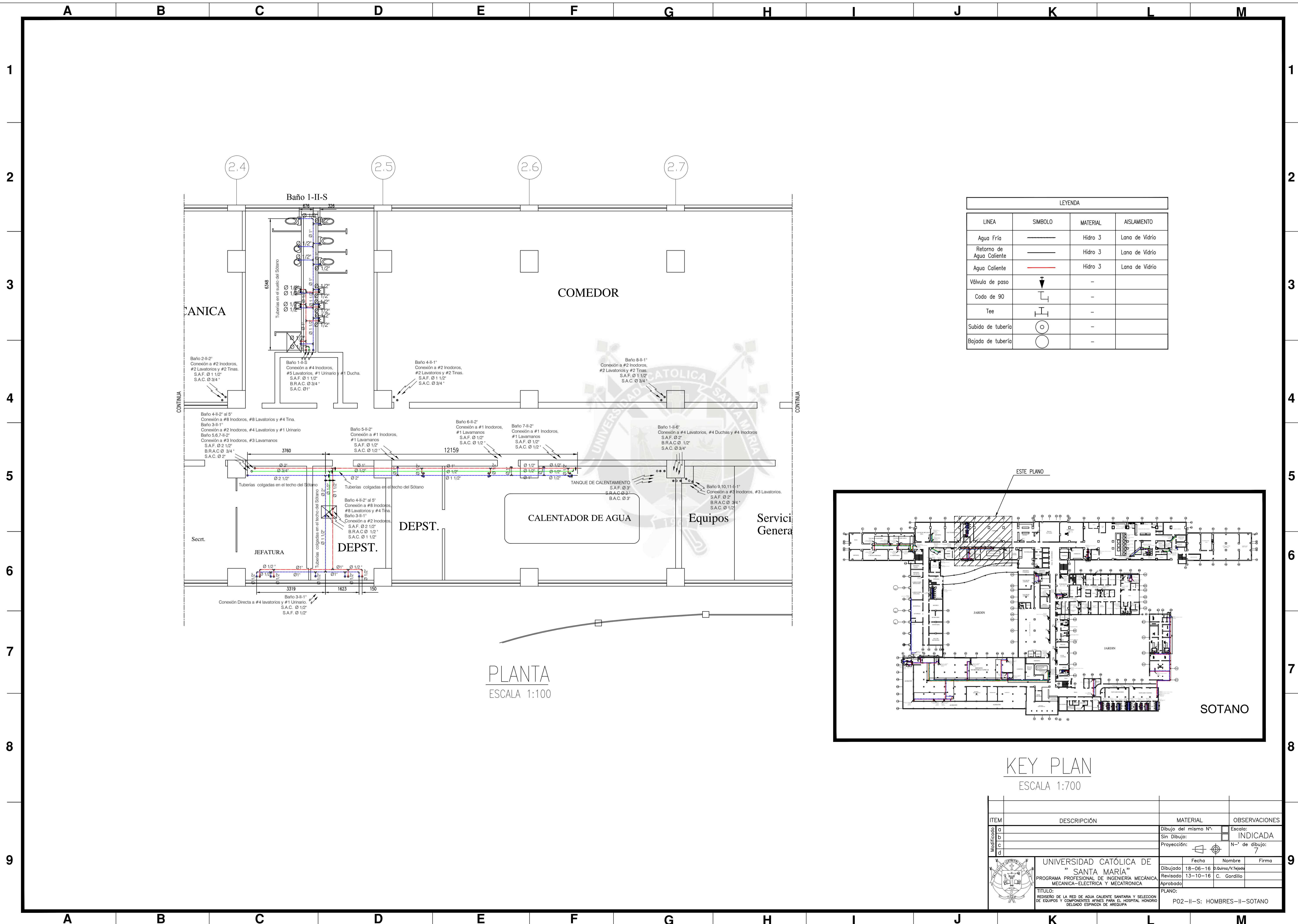


LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⌞	-	-
Codo de 90	⌞	-	-
Tee	⌞	-	-
Subida de tubería	○	-	-
Bajada de tubería	○	-	-

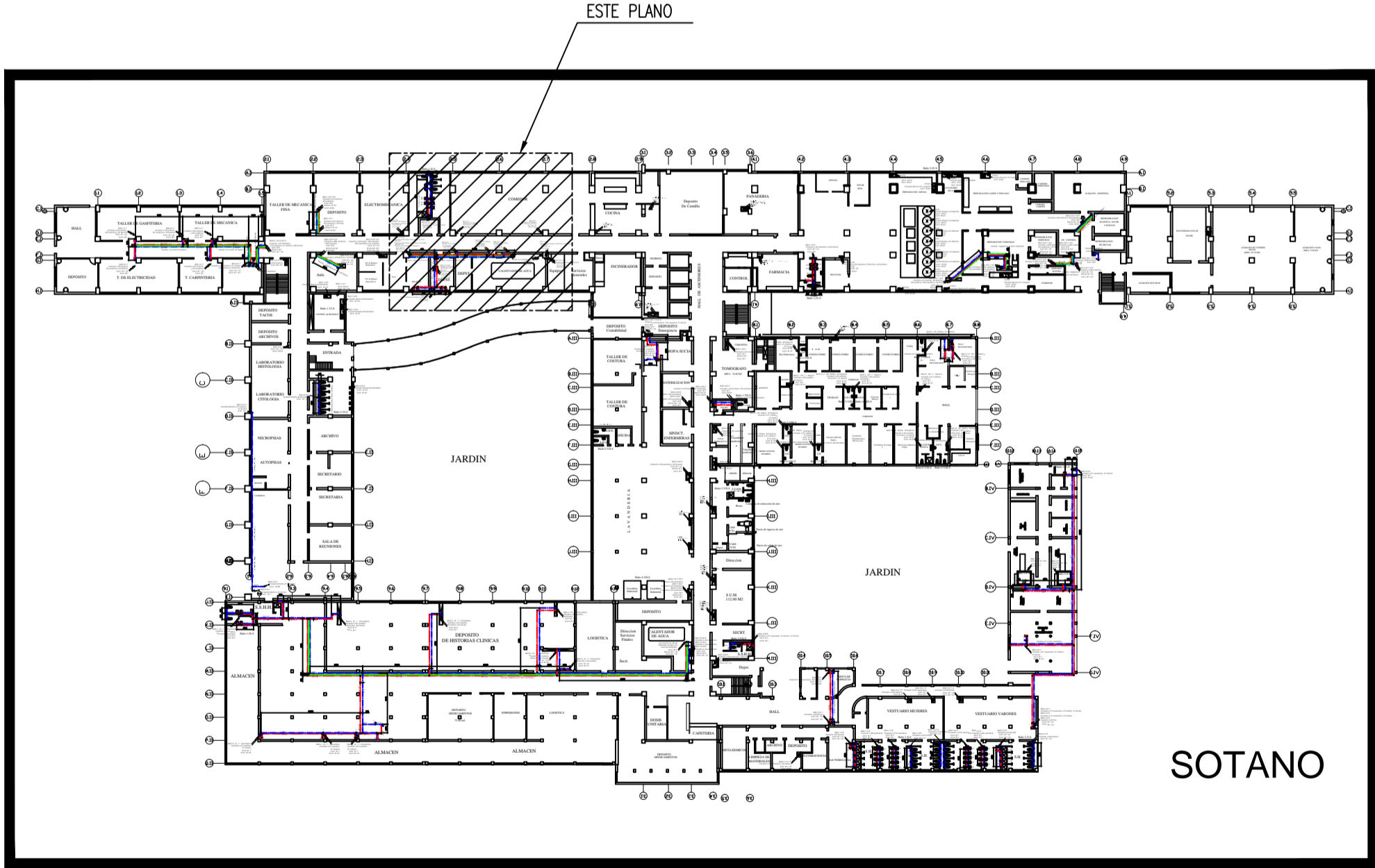
PLANTA  
ESCALA 1:100

KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujado	Dibujo del mismo N°	Escala: INDICADA
2	Revisado	Sin Dibujo	N° de dibujo: 6
3	Aprobado	Proyección:	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha: 18-06-16	Nombre: D. Quiroz/V. Tejeda
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		Revisado: 13-10-16	C. Gordillo
TITULO: INGENIERO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		PLANO: P01-I-S: HOMBRES-I-SOTANO	

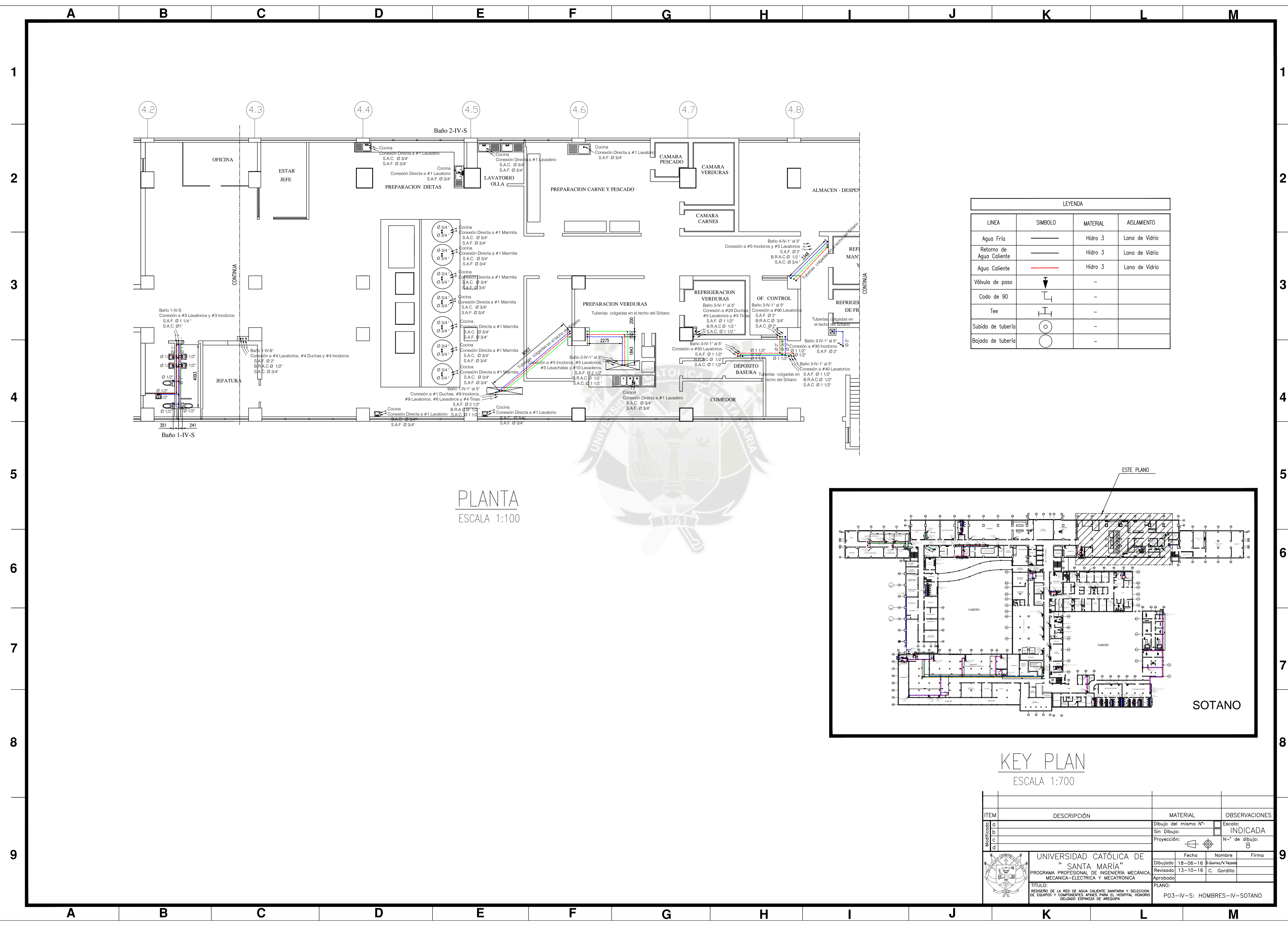


LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	▼	-	-
Codo de 90	└┘	-	-
Tee	┌┐	-	-
Subida de tubería	○	-	-
Bajada de tubería	○	-	-



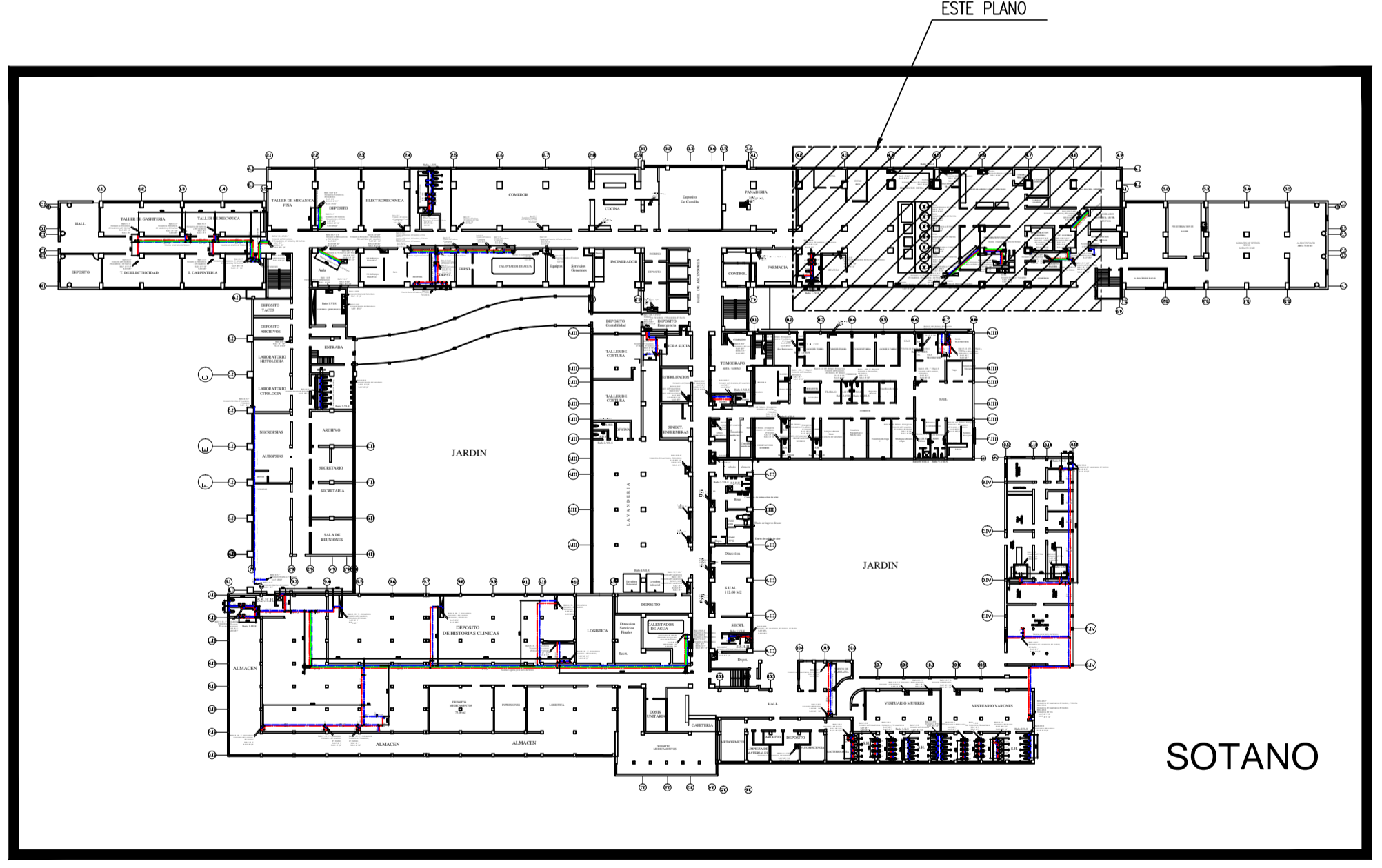
KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 7
3	Proyección:		
4	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"	Fecha: 18-06-16	Nombre: D. Quiroz/V. Tejeda
5	PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA	Revisado: 13-10-16	C. Gordillo
6	TITULO: REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA	Aprobado:	
7	PLANO:		
8			P02-II-S: HOMBRES-II-SOTANO



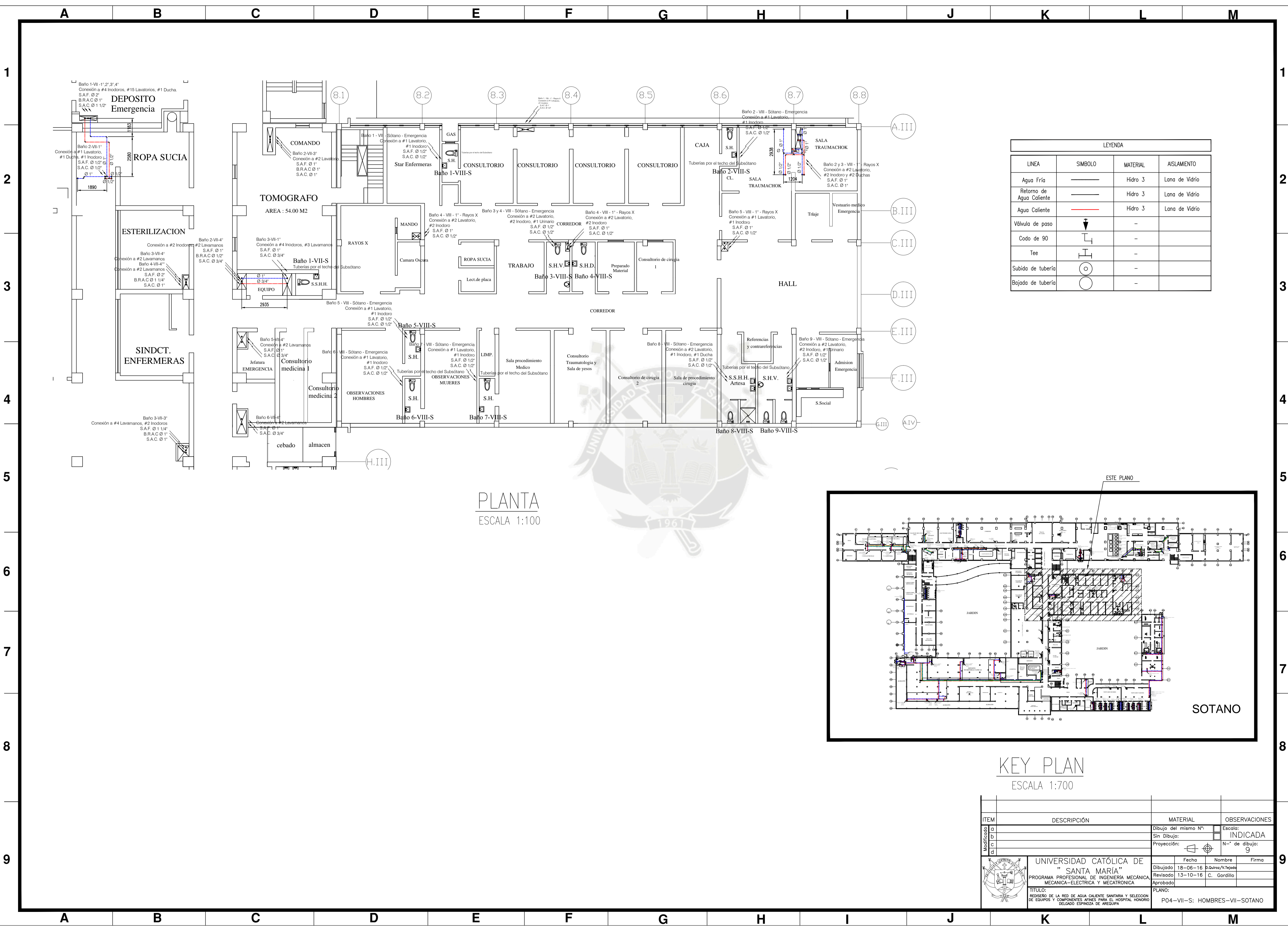
LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría		Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	-
Codo de 90		-	-
Tee		-	-
Subida de tubería		-	-
Bajada de tubería		-	-

PLANTA  
ESCALA 1:100



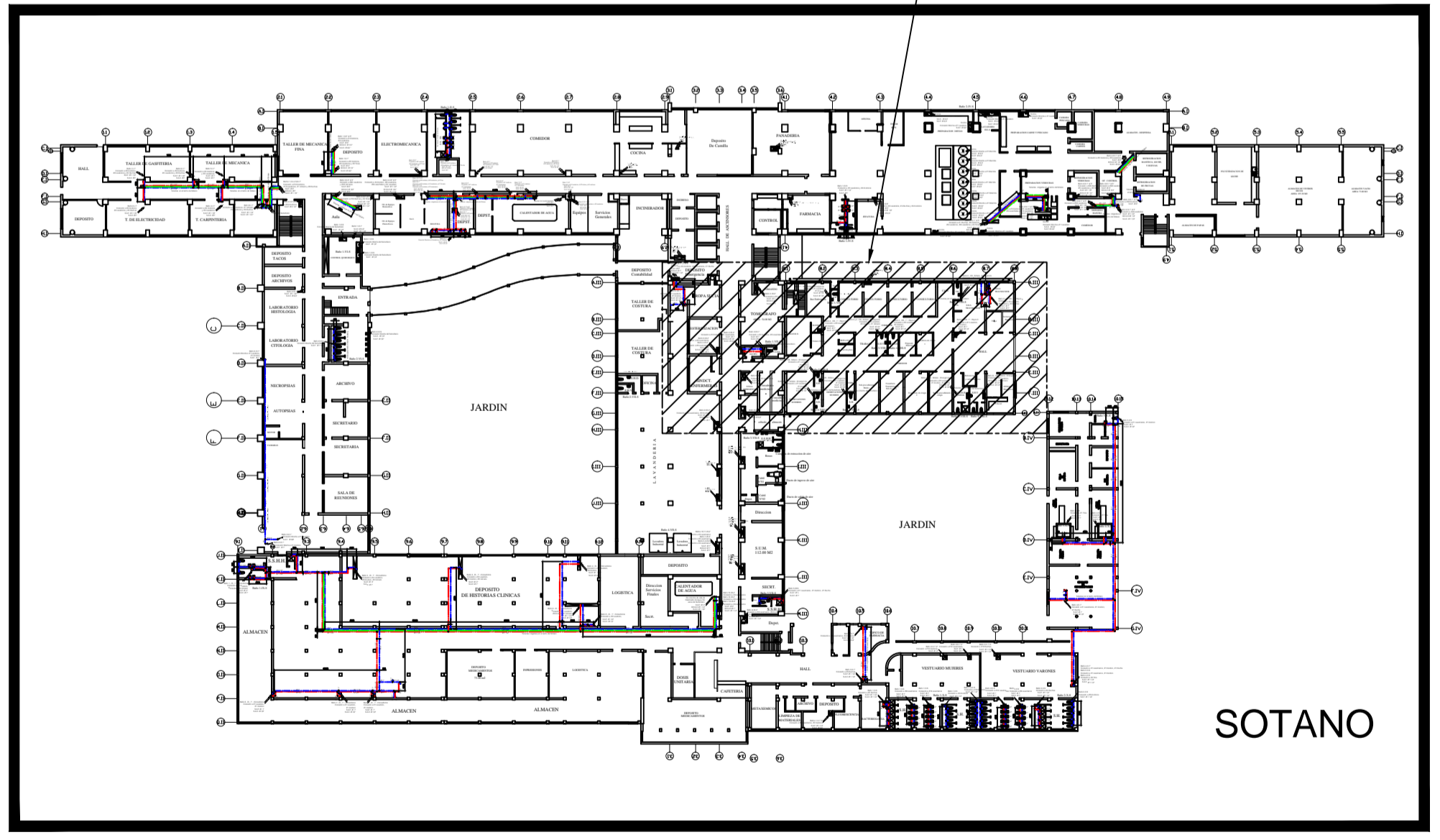
KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
Dibujado		Dibujo del mismo N°	Escala: INDICADA
Sin Dibujo:			N° de dibujo: 8
Proyección:			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
TITULO: INGENIERO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Revisado	Firma
		13-10-16	C. Gordillo
PLANOS:		Aprobado	
		PO3-IV-S: HOMBRES-IV-SOTANO	



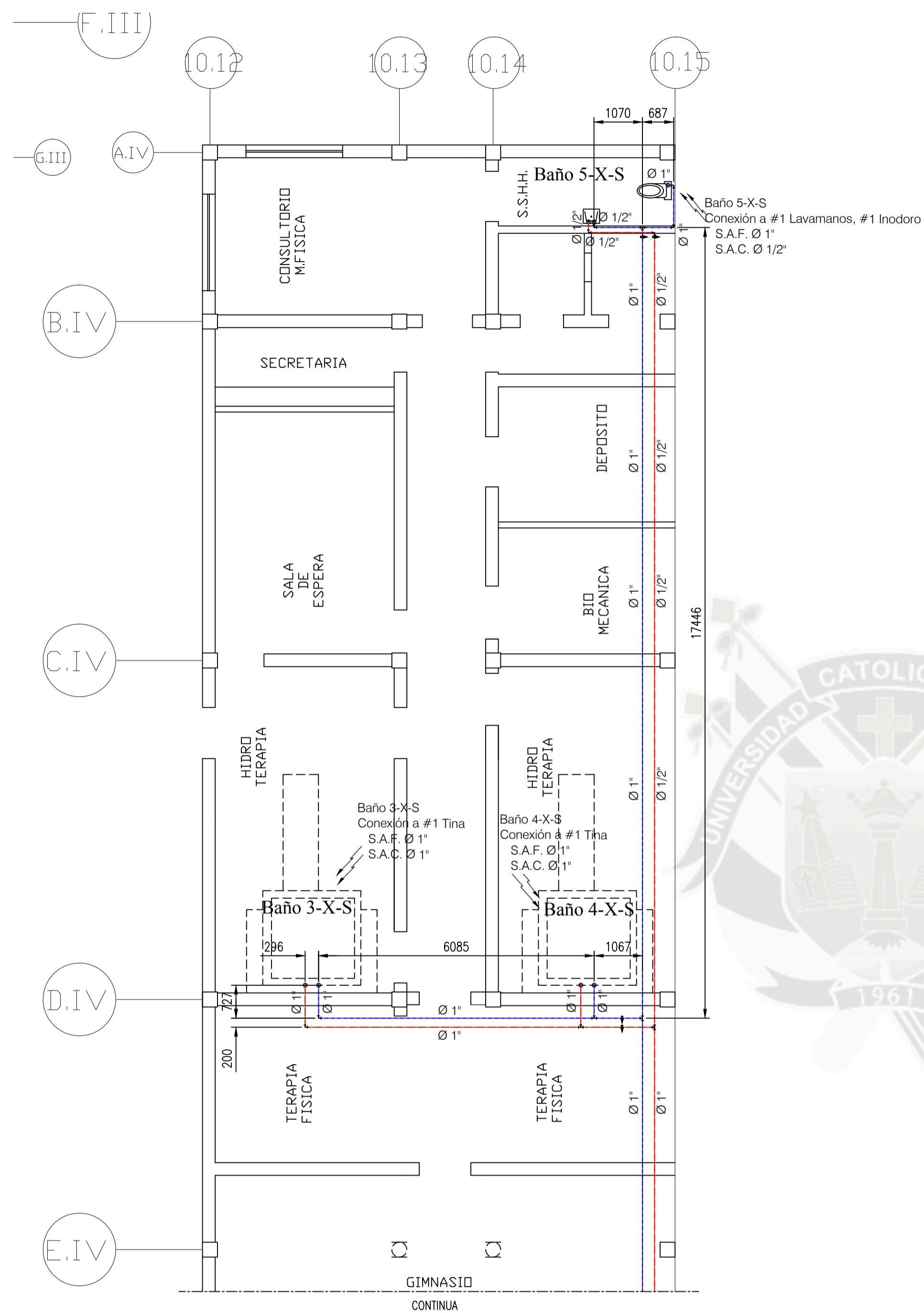
PLANTA  
ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	ASLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⊥	-	-
Codo de 90	⌋	-	-
Tee	⊥	-	-
Subida de tubería	○	-	-
Bajada de tubería	○	-	-



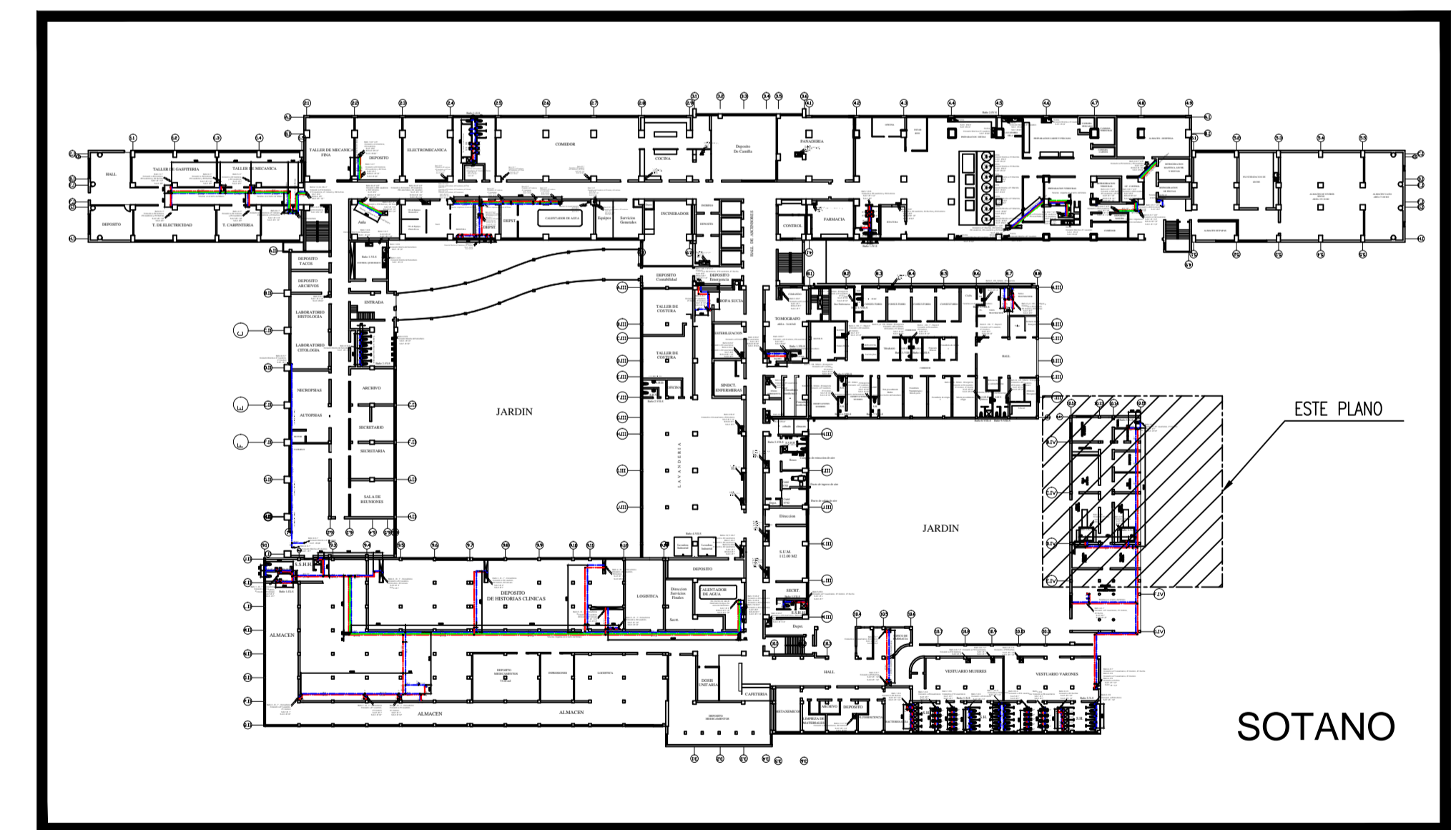
KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 9
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
TITULO: REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Revisado	C. Gordillo
PLANO:		Aprobado	
			P04-VII-S: HOMBRES-VII-SOTANO



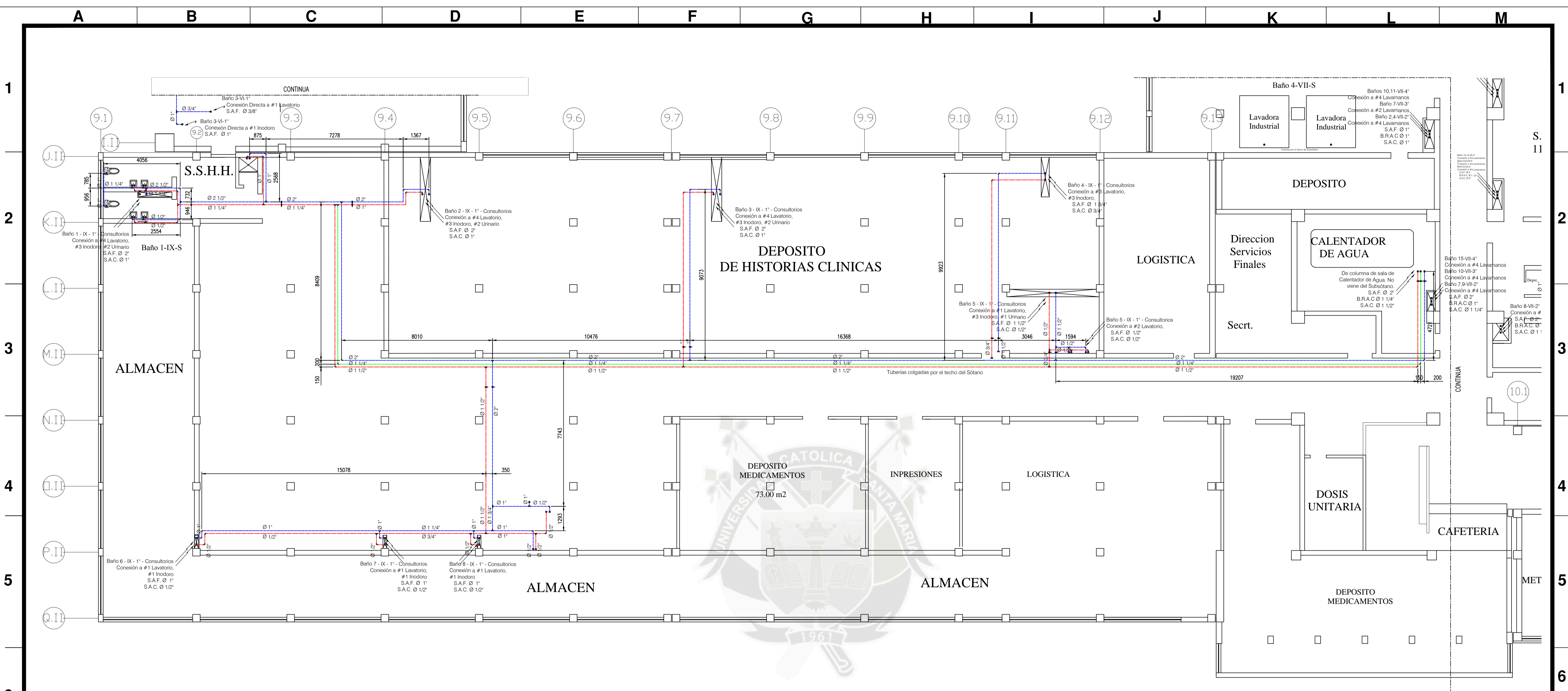
PLANTA  
ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	ASLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	-
Codo de 90		-	-
Tee		-	-
Subida de tubería		-	-
Bajada de tubería		-	-

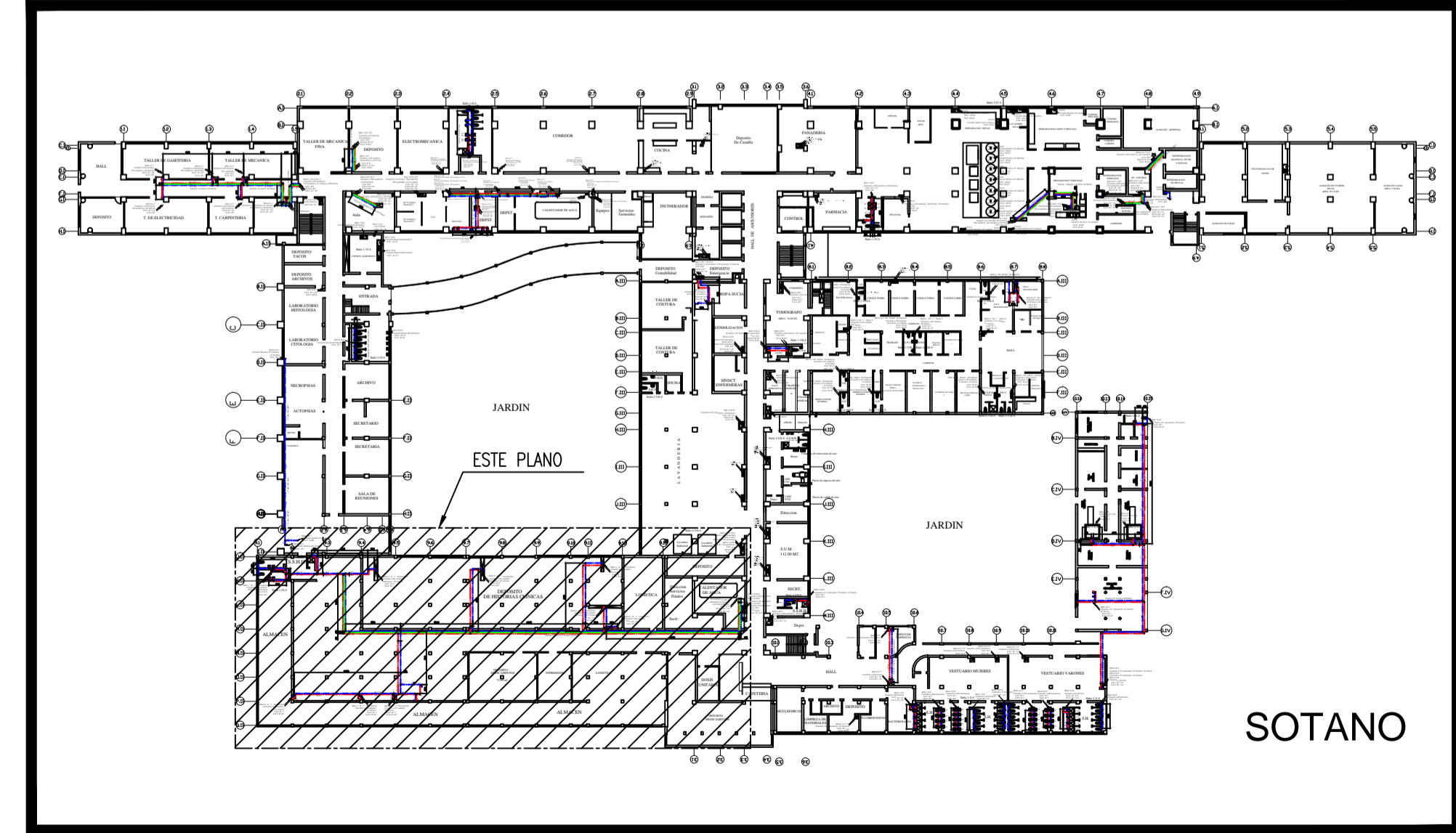


KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 10
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujado 18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		Revisado 13-10-16	C. Gordillo
TITULO: INGENIERO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Aprobado	
PLANO:		P05-VIII-S: HOMBRES-VIII-SOTANO	



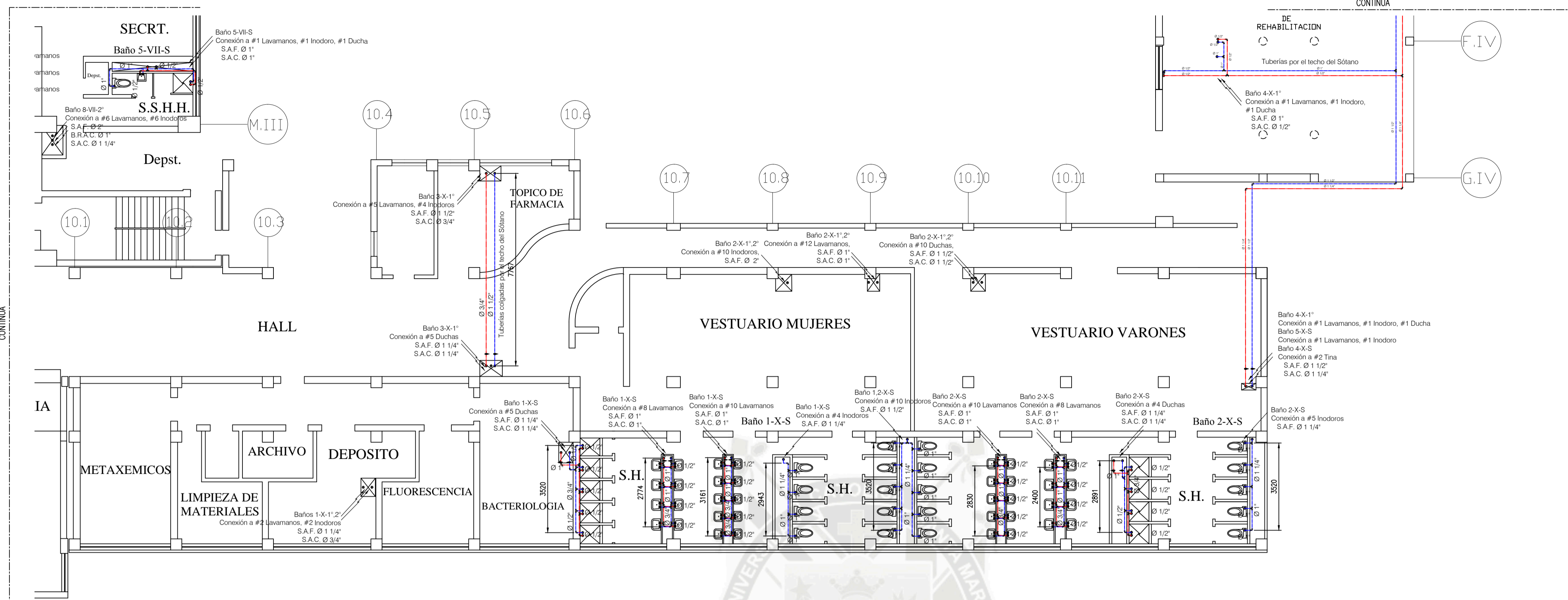
PLANTA  
ESCALA 1:100



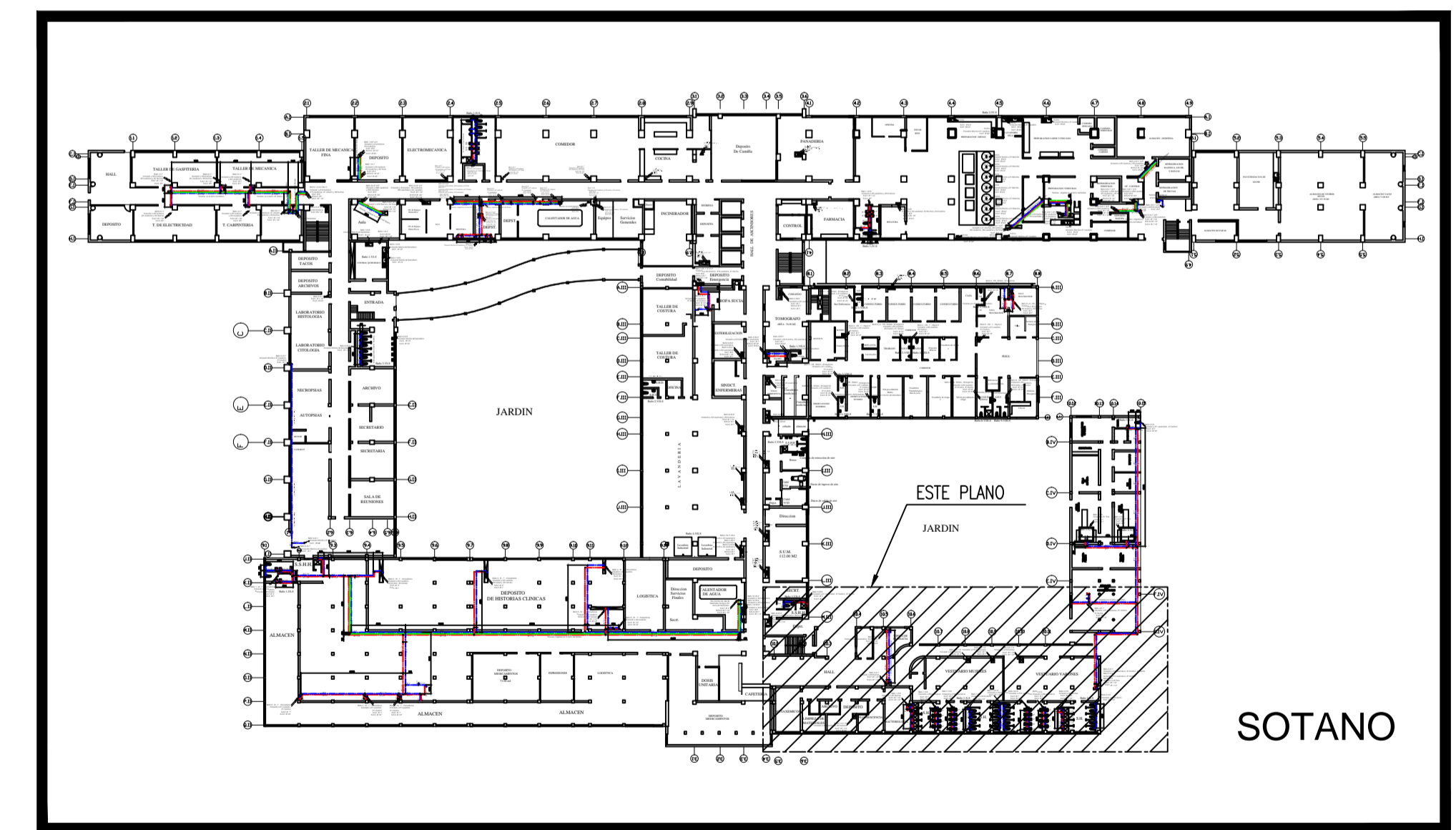
KEY PLAN  
ESCALA 1:700

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría		Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	-
Codo de 90		-	-
Tee		-	-
Subida de tubería		-	-
Bajada de tubería		-	-

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 11
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha: 18-06-16	Nombre: D. Quiroz/V. Tejeda
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		Revisado: 13-10-16	C. Gordillo
TITULO: REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOSA DE AREQUIPA		PLANO: P06-IX-S; HOMBRES-IX-SOTANO	



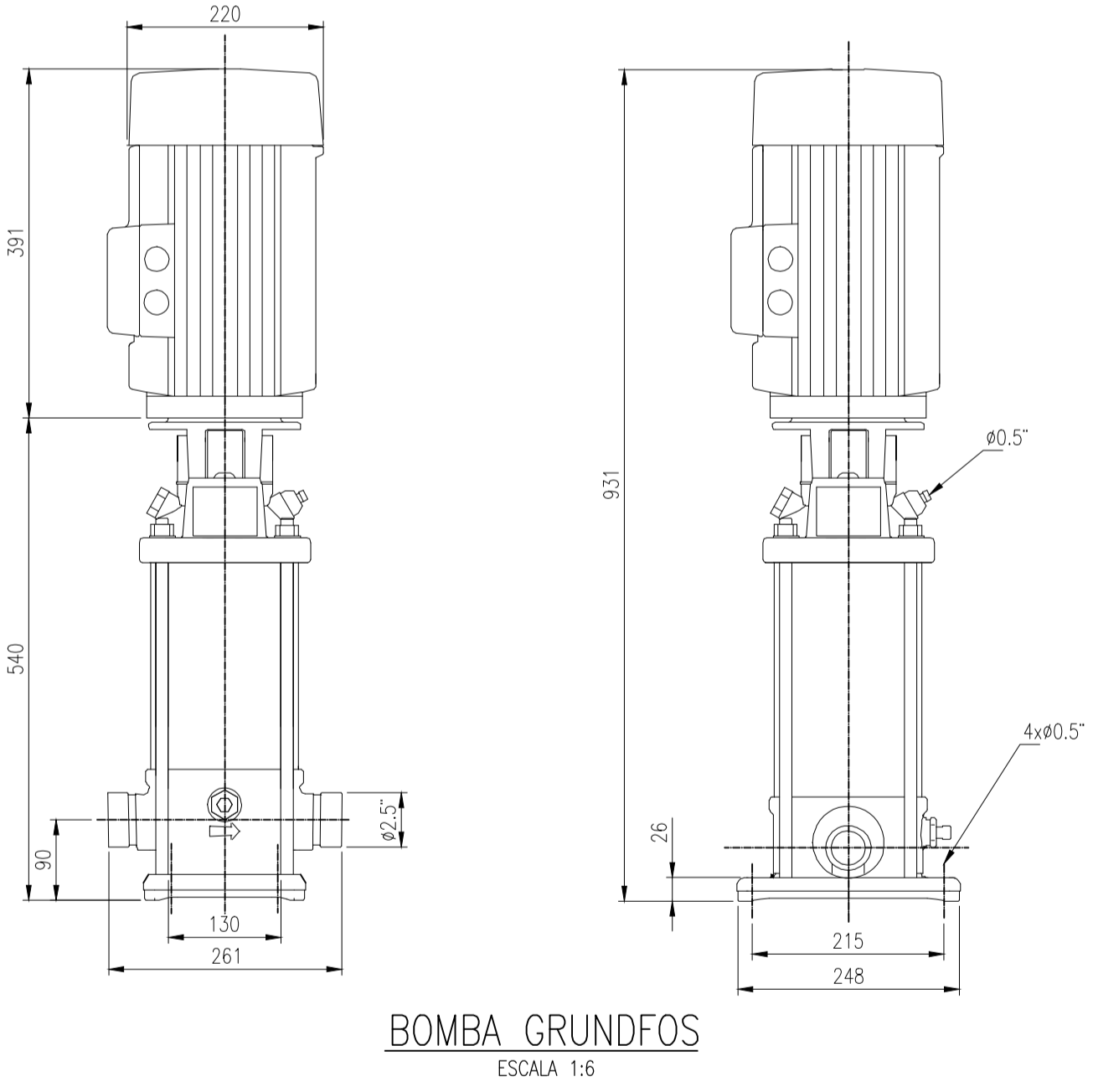
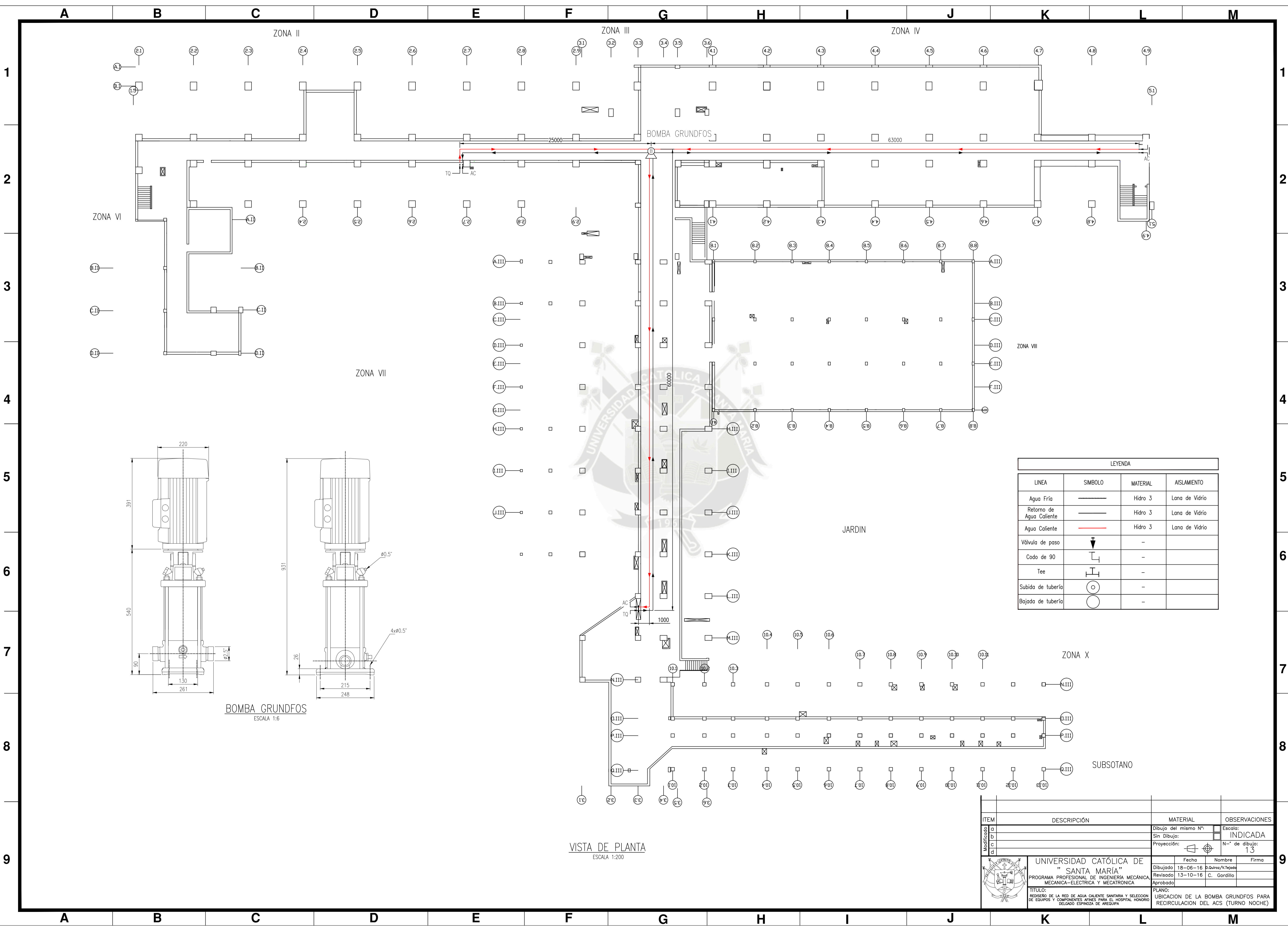
PLANTA  
ESCALA 1:100



KEY PLAN  
ESCALA 1:700

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⌞	-	-
Codo de 90	⌋	-	-
Tee	⌋	-	-
Subida de tubería	⊙	-	-
Bajada de tubería	⊙	-	-

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 12
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
TITULO: REDISÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Revisado	C. Gordillo
PLANOS:		Aprobado	
			P07-X-S: HOMBRES-X-SOTANO



BOMBA GRUNDFOS  
ESCALA 1:6

VISTA DE PLANTA  
ESCALA 1:200

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	ASLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	▼	-	
Codo de 90	└┘	-	
Tee	┌┐	-	
Subida de tubería	○	-	
Bajada de tubería	○	-	

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 13
3	Proyección:		

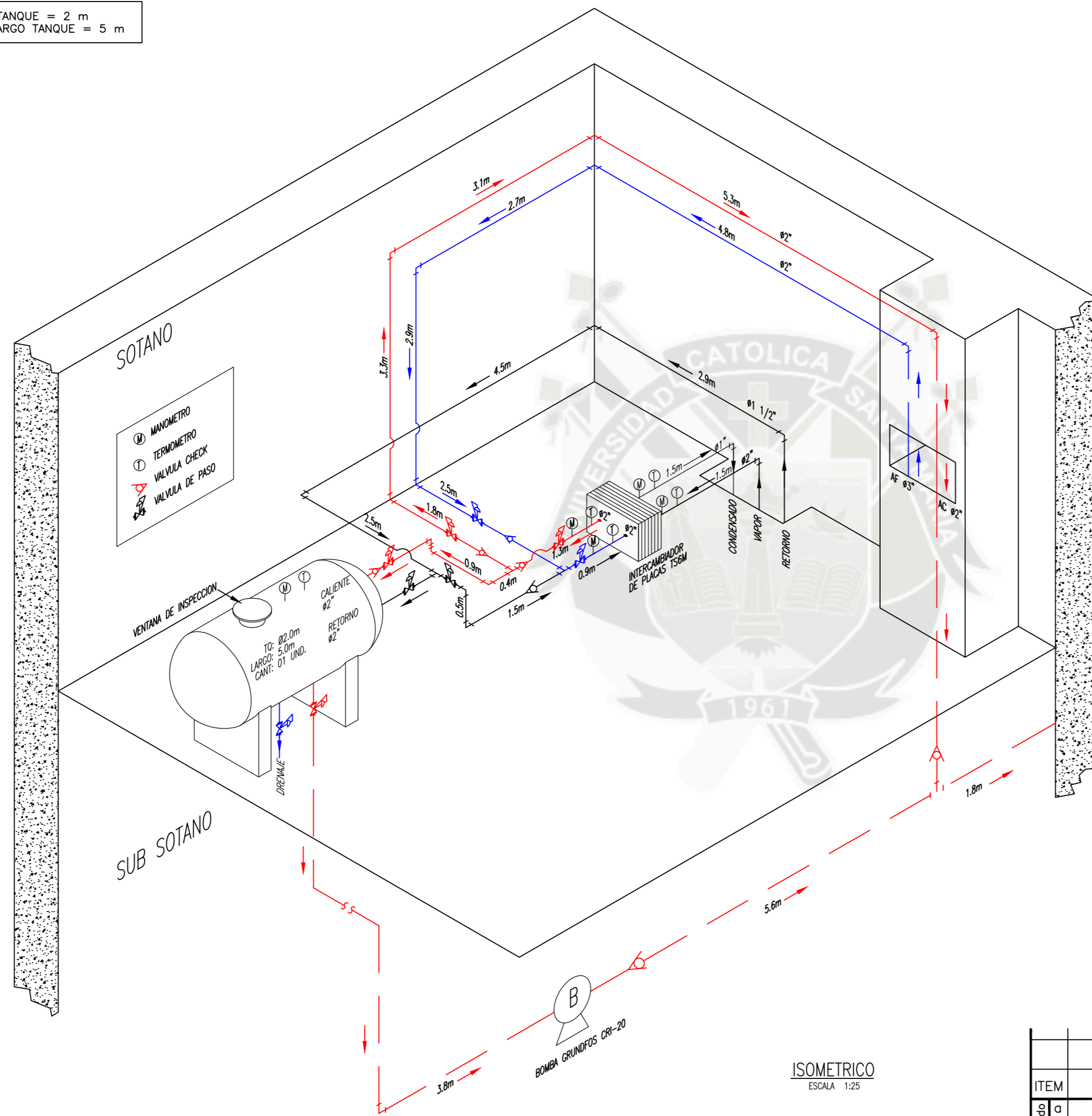
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"	Fecha	Nombre	Firma
Dibujado	18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda	
Revisado	13-10-16	C. Gordillo	
Aprobado			

TÍTULO: REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCIÓN DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA

PLANO: UBICACION DE LA BOMBA GRUNDFOS PARA RECIRCULACION DEL ACS (TURNO NOCHE)

# TANQUE ZONA SALA OPERACIONES

-φTANQUE = 2 m  
-LARGO TANQUE = 5 m



LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría		Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	
Codo de 90		-	
Tee		-	
Subida de tubería		-	
Bajada de tubería		-	

- MANOMETRO
- TERMOMETRO
- VALVULA CHECK
- VALVULA DE PASO

VENTANA DE INSPECCION  
CALENTE #2"  
RETORNO #2"  
TO: Ø2.0m  
LARGO: 5.0m  
CANT: 01 UND.

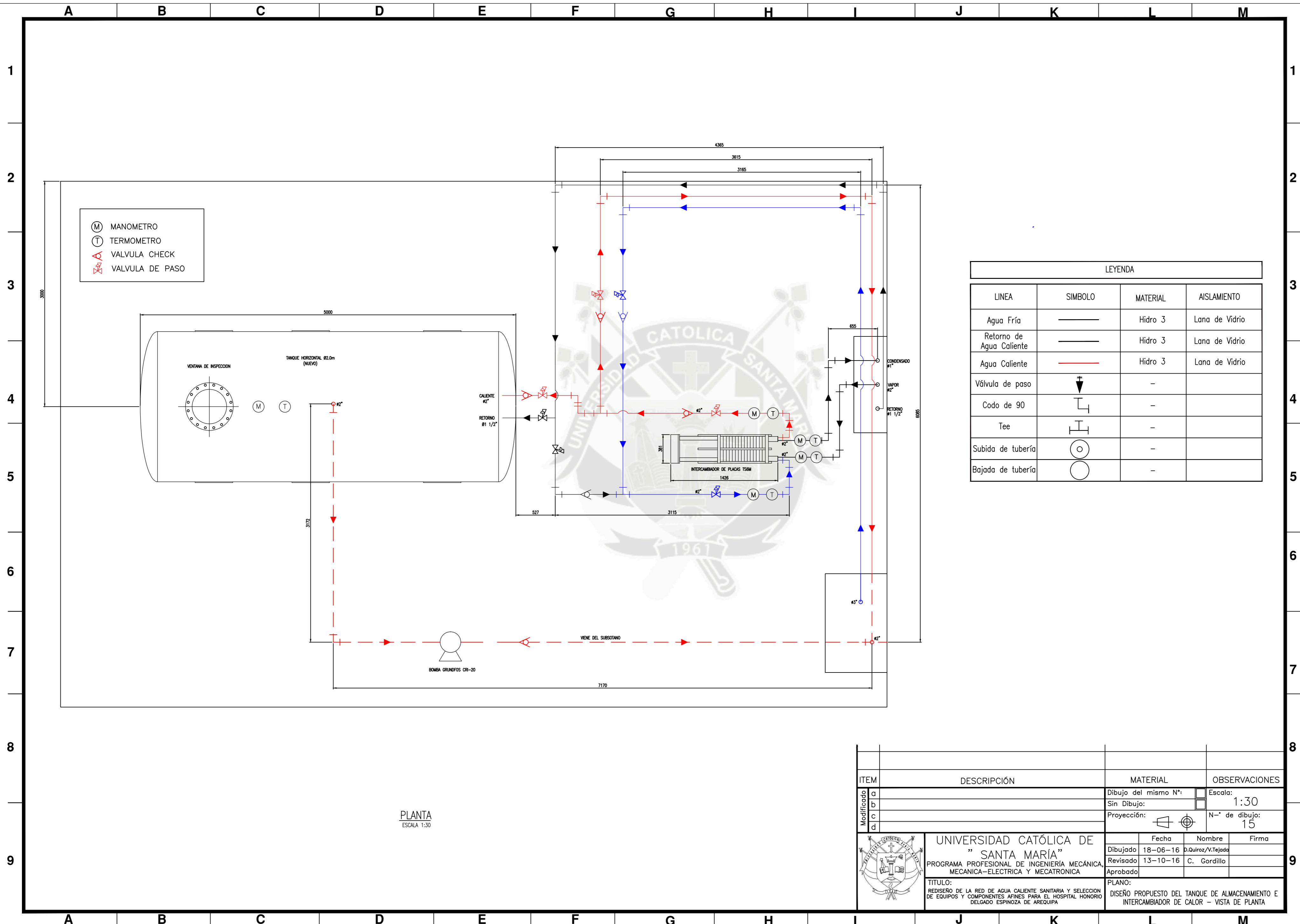
INTERCAMBIADOR DE PLACAS TS6M  
CONDENSADO  
IMPOR  
RETORNO

BOMBA GRUNDFOS CR1-20

ISOMETRICO  
ESCALA 1:25

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
a		Dibujo del mismo N°:	Escala: 1:25
b		Sin Dibujo:	
c		Proyección:	N° de dibujo: 14
d			

	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA" PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA	Fecha: 18-06-16 Nombre: D. Quiroz/V. Tejada	Firma:
	TITULO: REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA	Fecha: 13-10-16 Nombre: C. Gordillo	Firma:
	PLANOS: DISEÑO PROPUESTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO E INTERCAMBIADOR DE CALOR - ISOMETRICO		



- (M) MANOMETRO
- (T) TERMOMETRO
- VALVULA CHECK
- VALVULA DE PASO

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⊥	-	
Codo de 90	└┘	-	
Tee	⊥	-	
Subida de tubería	○	-	
Bajada de tubería	○	-	

PLANTA  
ESCALA 1:30

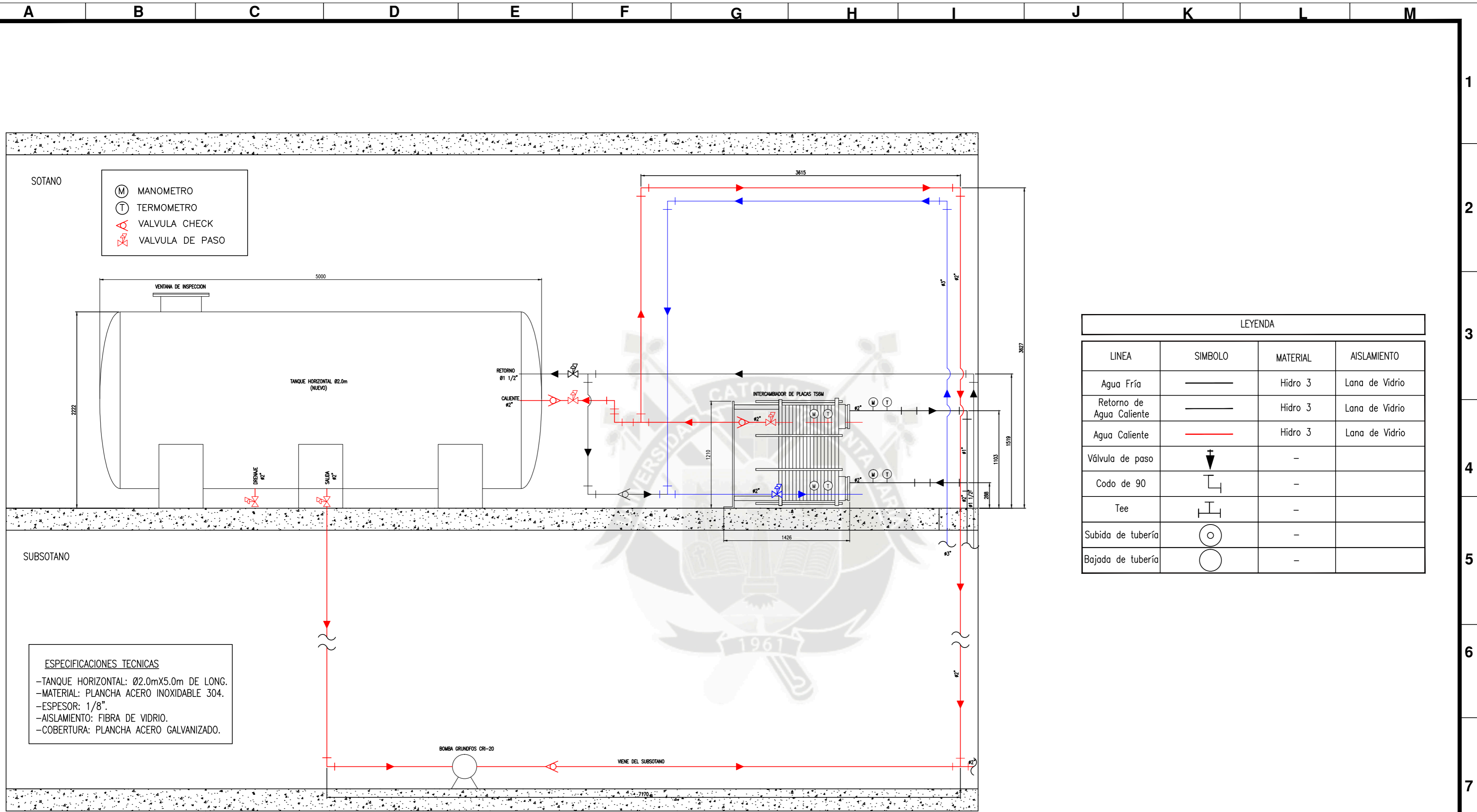
ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
a		Dibujo del mismo N°:	Escala: 1:30
b		Sin Dibujo:	
c		Proyección:	N-° de dibujo: 15
d			

	Fecha	Nombre	Firma
Dibujado	18-06-16	D. Quiroz/V. Tejada	
Revisado	13-10-16	C. Gordillo	
Aprobado			

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"**  
 PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA,  
 MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA

**TITULO:**  
 REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA

**PLANO:**  
 DISEÑO PROPUESTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO E INTERCAMBIADOR DE CALOR - VISTA DE PLANTA



- SOTANO
- (M) MANOMETRO
  - (T) TERMOMETRO
  - ▲ VALVULA CHECK
  - ⊞ VALVULA DE PASO

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⊞	-	
Codo de 90	└	-	
Tee	┌	-	
Subida de tubería	○	-	
Bajada de tubería	○	-	

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

- TANQUE HORIZONTAL: Ø2.0mX5.0m DE LONG.
- MATERIAL: PLANCHA ACERO INOXIDABLE 304.
- ESPESOR: 1/8".
- AISLAMIENTO: FIBRA DE VIDRIO.
- COBERTURA: PLANCHA ACERO GALVANIZADO.

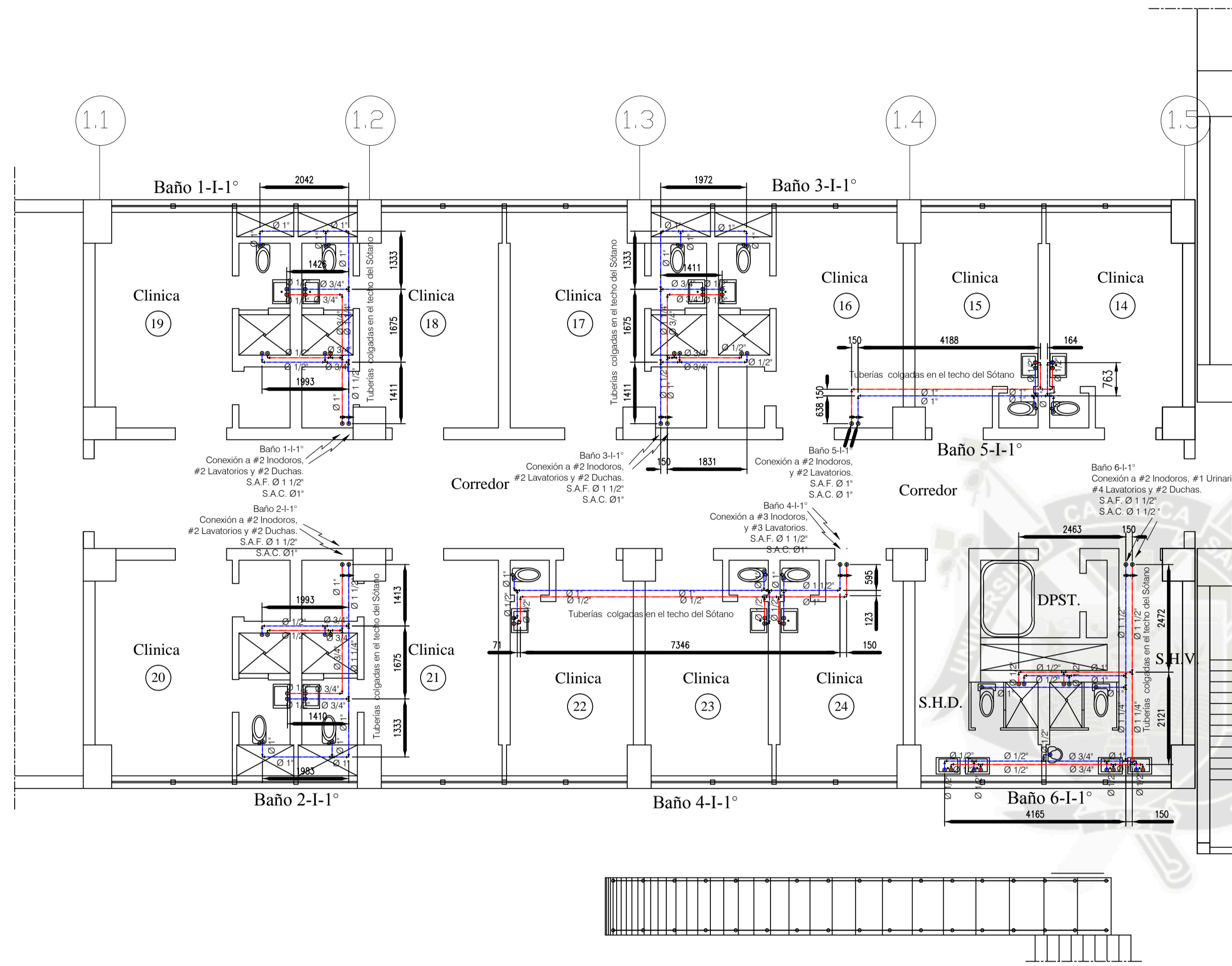
ELEVACION  
ESCALA 1:30

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
a		Dibujo del mismo N°:	Escala: 1:30
b		Sin Dibujo:	N° de dibujo: 16
c		Proyección:	
d			

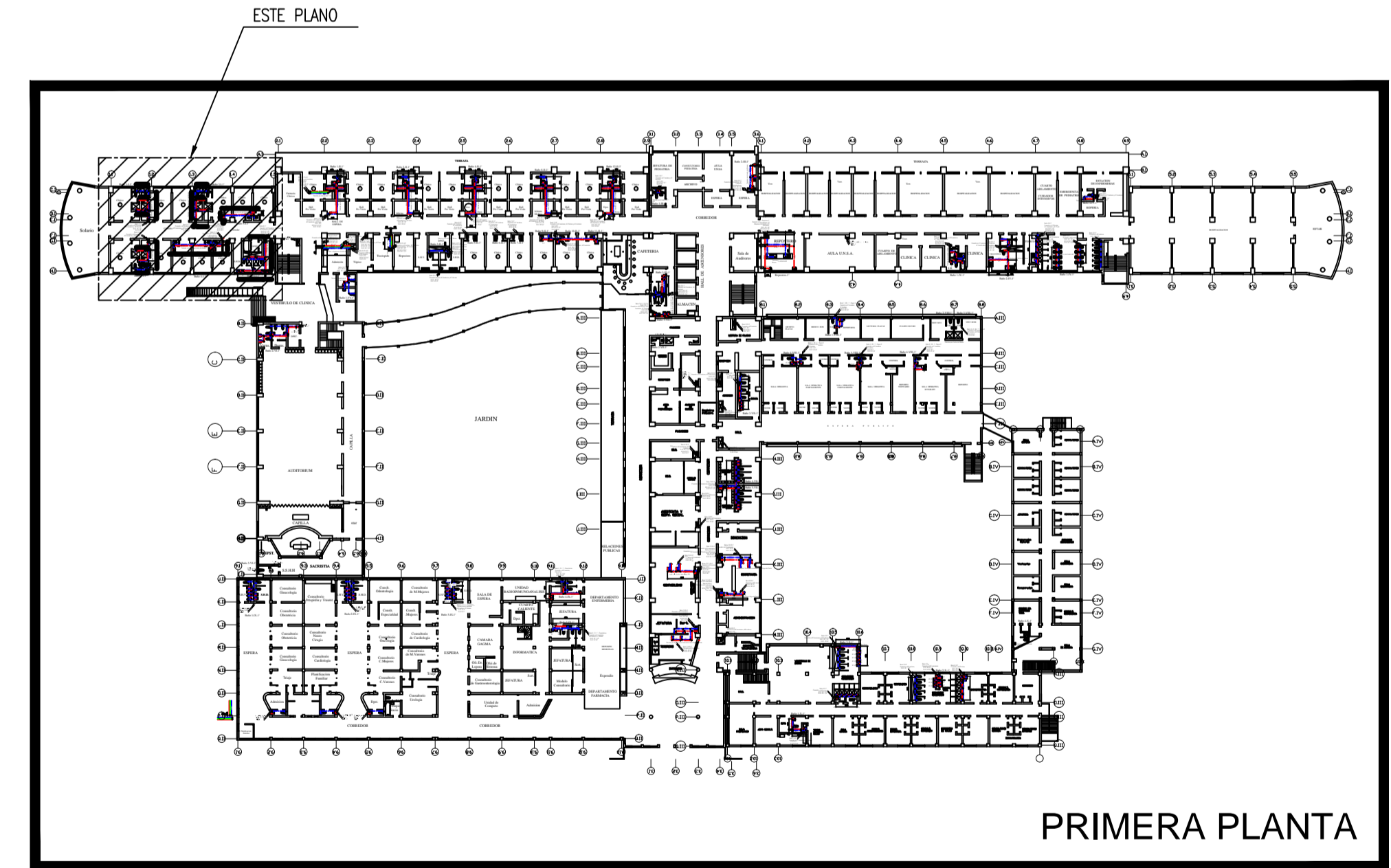
	Fecha	Nombre	Firma
Dibujado	18-06-16	D. Quiroz/V. Tejada	
Revisado	13-10-16	C. Gordillo	
Aprobado			

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"**  
 PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA  
 TITULO: REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA  
 PLANO: DISEÑO PROPUESTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO E INTERCAMBIADOR DE CALOR - VISTA DE ELEVACION



PLANTA  
ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	ASLAMIENTO
Agua Fría		Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	-
Codo de 90		-	-
Tee		-	-
Subida de tubería		-	-
Bajada de tubería		-	-



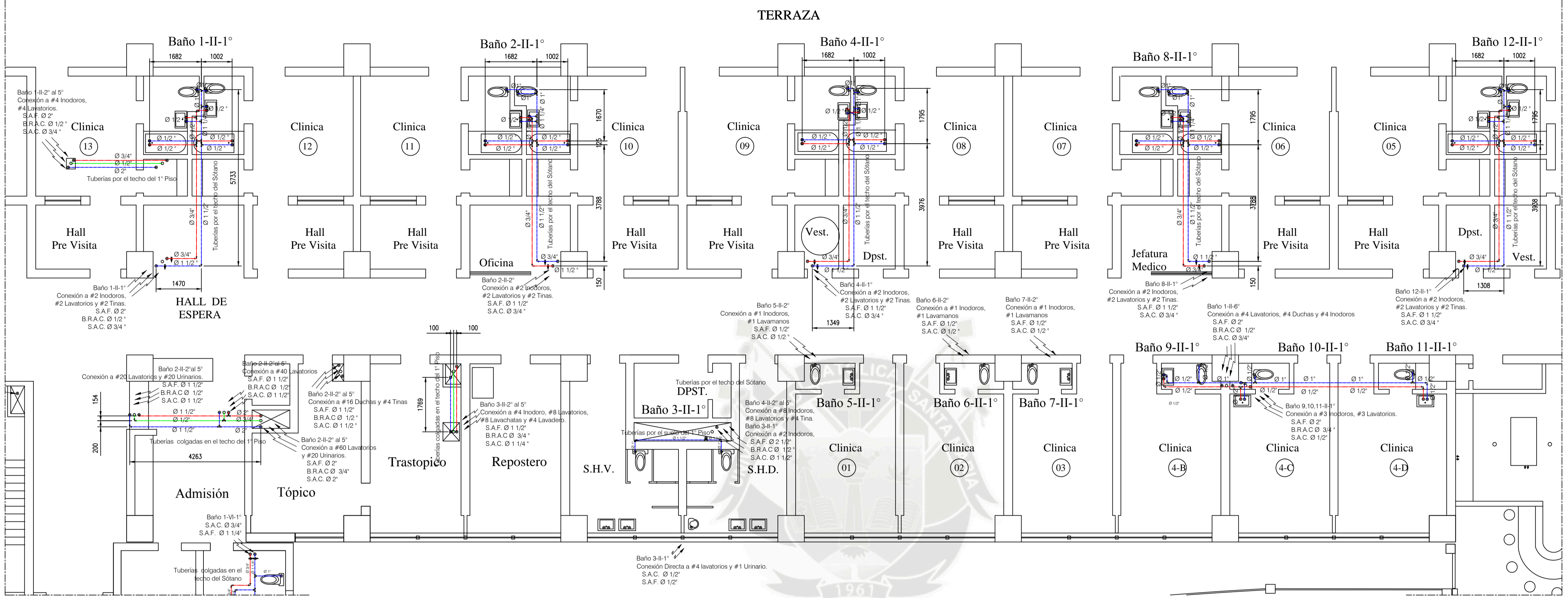
PRIMERA PLANTA

KEY PLAN  
ESCALA 1:700

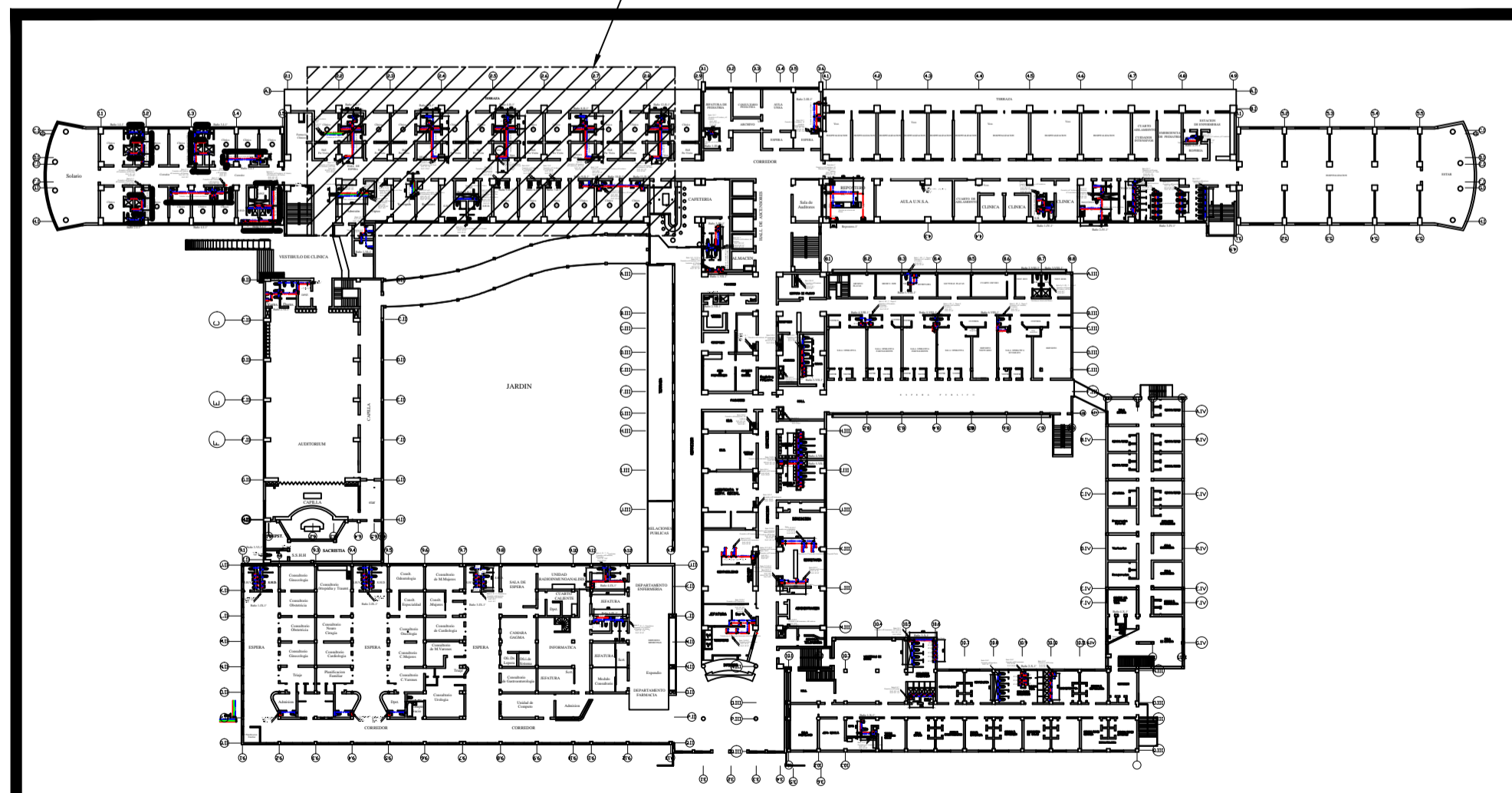
ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 17
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
TITULO: INGENIERO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Revisado	13-10-16 C. Gordillo
PLANOS:		Aprobado	
P01-I-1: HOMBRES-I-PRIMERA PLANTA			

A B C D E F G H I J K L M

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9



PLANTA  
ESCALA 1:100

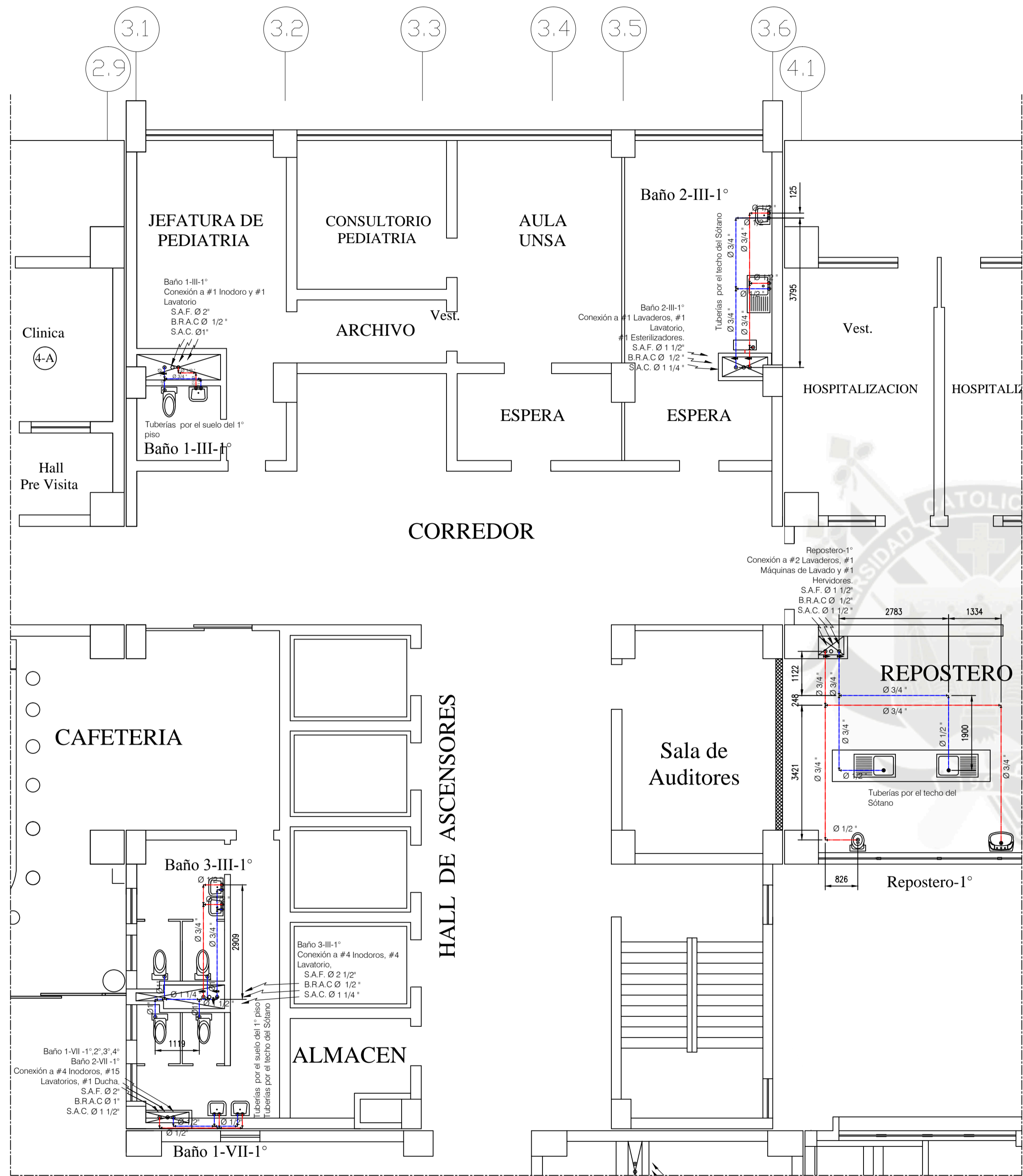


KEY PLAN  
ESCALA 1:700

LEYENDA			
LINEA	SÍMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⌞	-	-
Codo de 90	⌋	-	-
Tee	⌋	-	-
Subida de tubería	○	-	-
Bajada de tubería	○	-	-

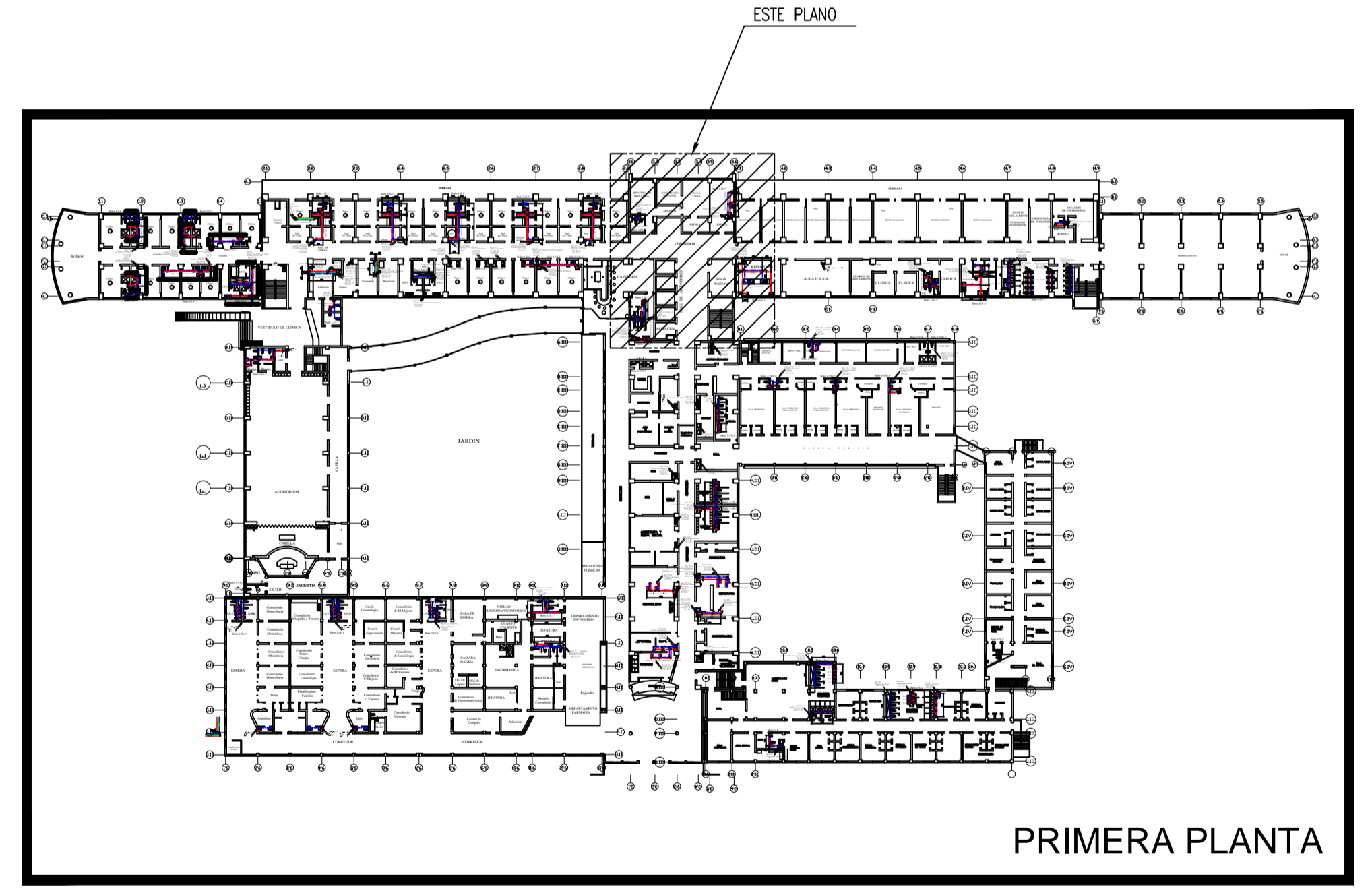
ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 18
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		18-06-16	D. Quiroz/V. Tejada
TITULO: REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Revisado	Firma
PLANO: P02-II-1: HOMBRES-II-PRIMERA PLANTA		13-10-16	C. Gordillo

A B C D E F G H I J K L M



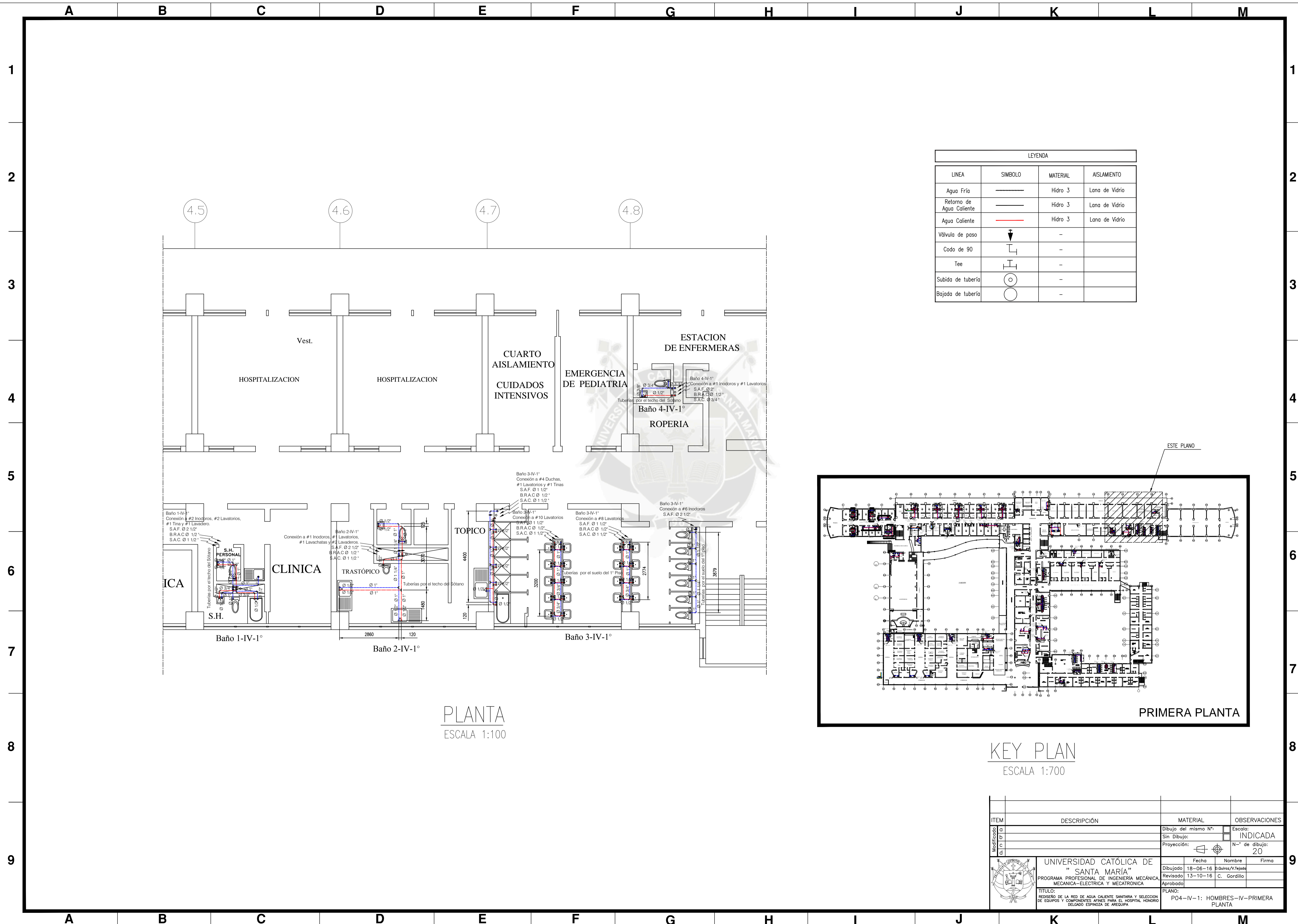
PLANTA  
ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría		Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	-
Codo de 90		-	-
Tee		-	-
Subida de tubería		-	-
Bajada de tubería		-	-

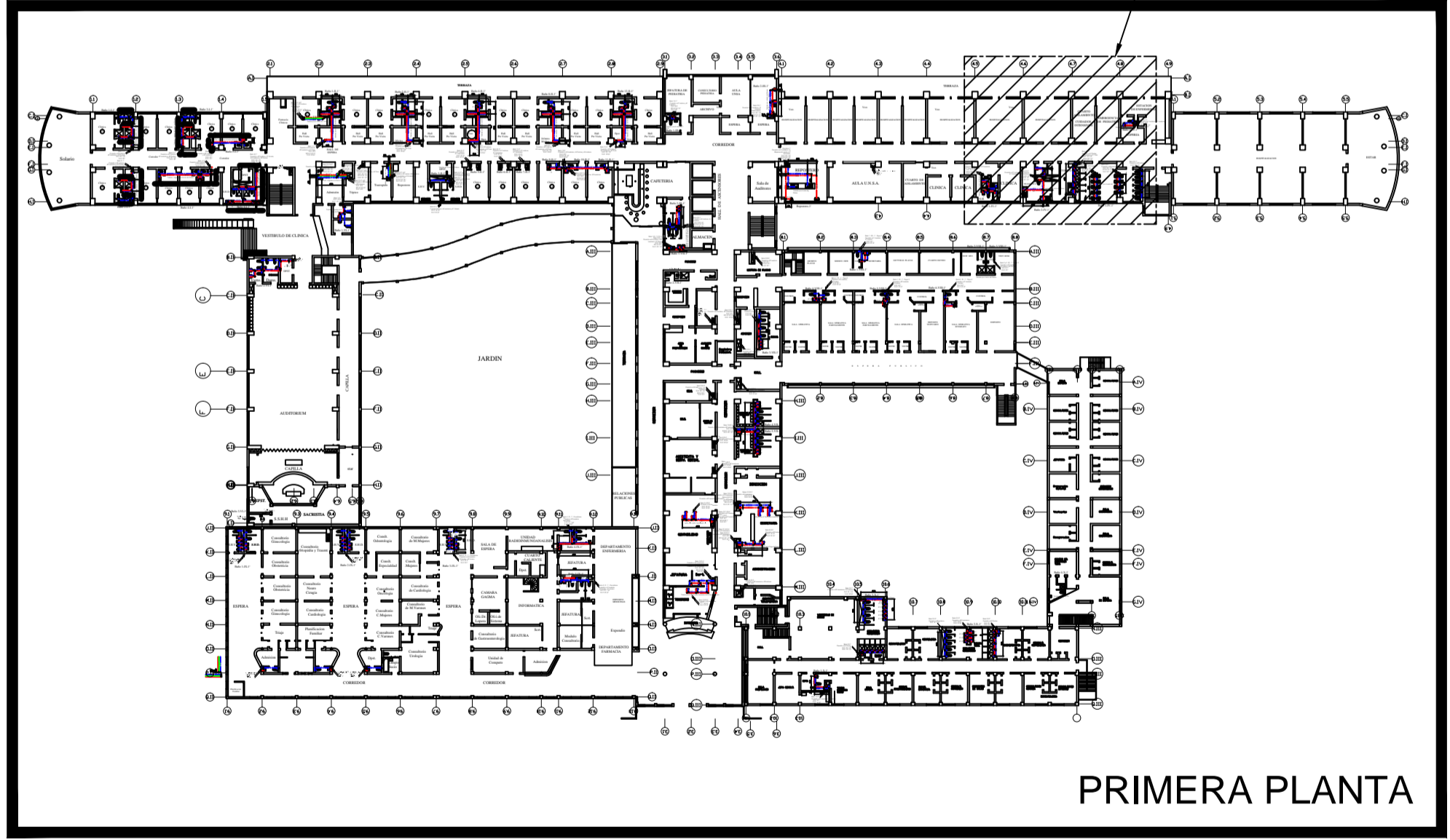


KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
Modificado D V d		Dibujo del mismo N°	Escala: INDICADA
		Sin Dibujo:	N° de dibujo: 19
		Proyección:	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		Dibujado 18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
		Revisado 13-10-16	C. Gordillo
		Aprobado	
TÍTULO: REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCIÓN DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		PLANO: P03-III-1: HOMBRES-III-PRIMERA PLANTA	



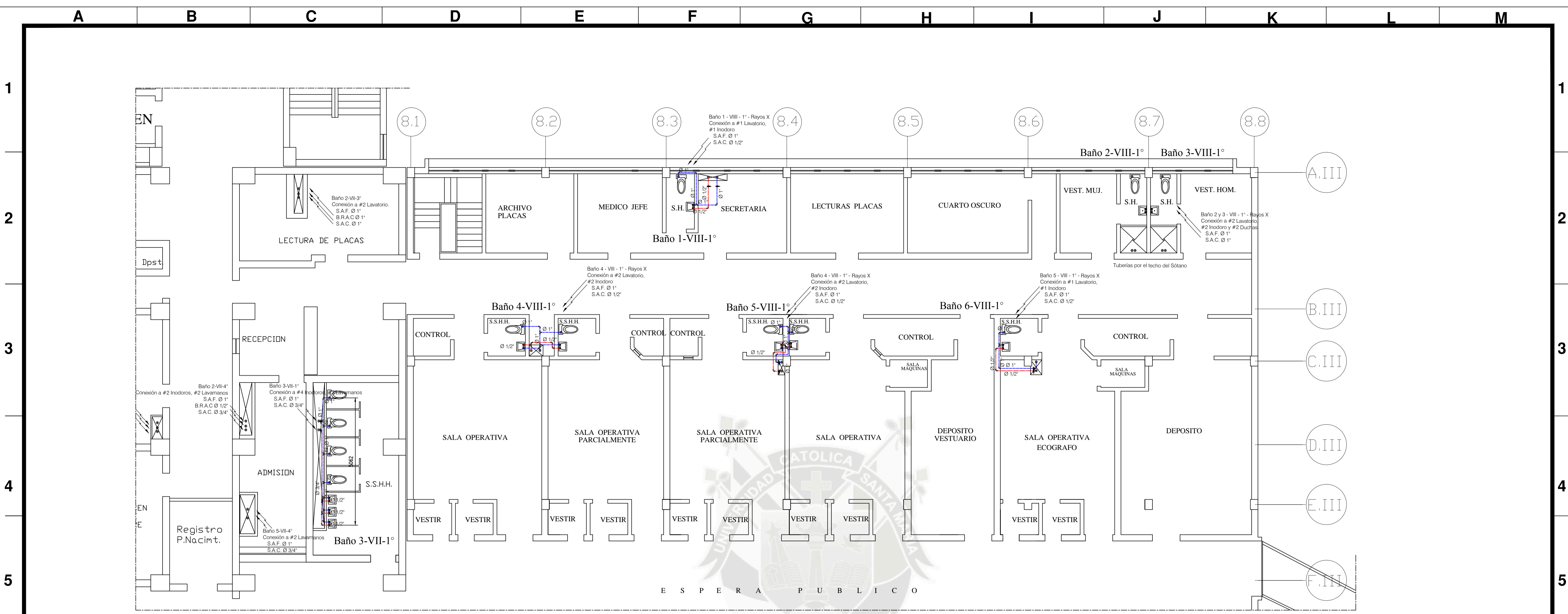
LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría		Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	
Codo de 90		-	
Tee		-	
Subida de tubería		-	
Bajada de tubería		-	



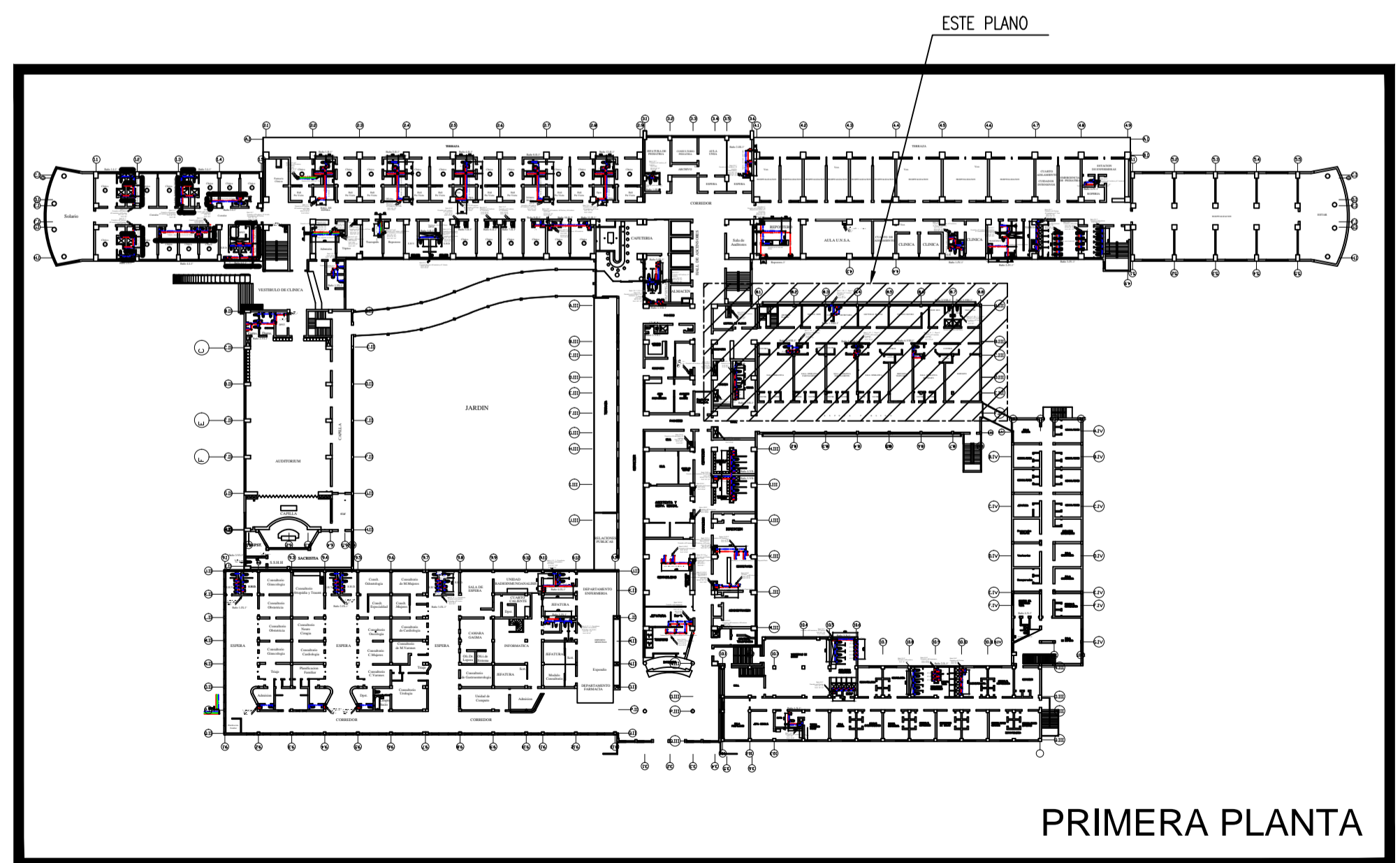
PLANTA  
ESCALA 1:100

KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°	Escala:	INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 20
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA" PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		Fecha: 18-06-16 Revisado: 13-10-16 Aprobado:	Nombre: D. Quiroz/V. Tejeda Firma: C. Gordillo
TITULO: REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		PLANO: P04-IV-1: HOMBRES-IV-PRIMERA PLANTA	



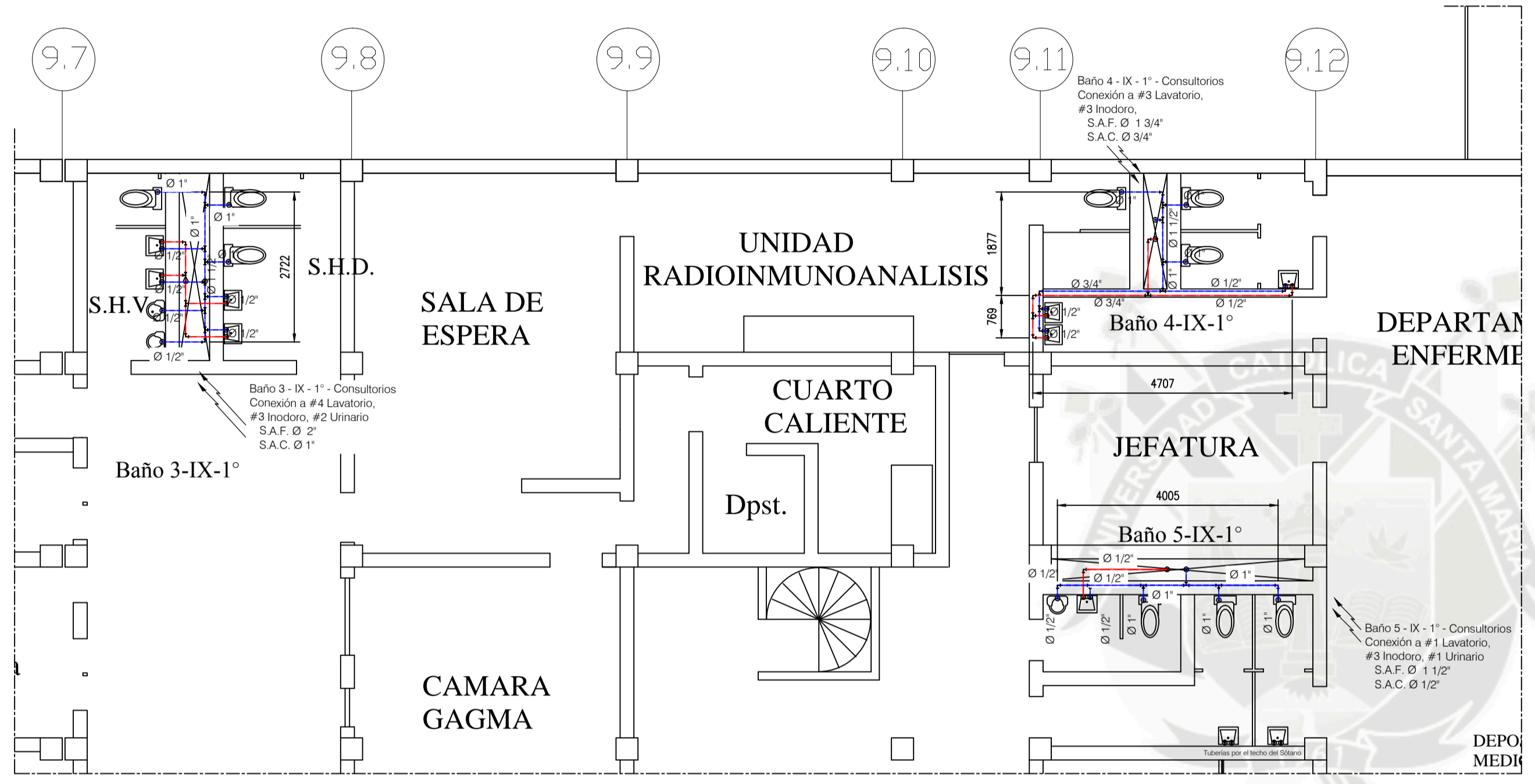
PLANTA  
ESCALA 1:100



KEY PLAN  
ESCALA 1:700

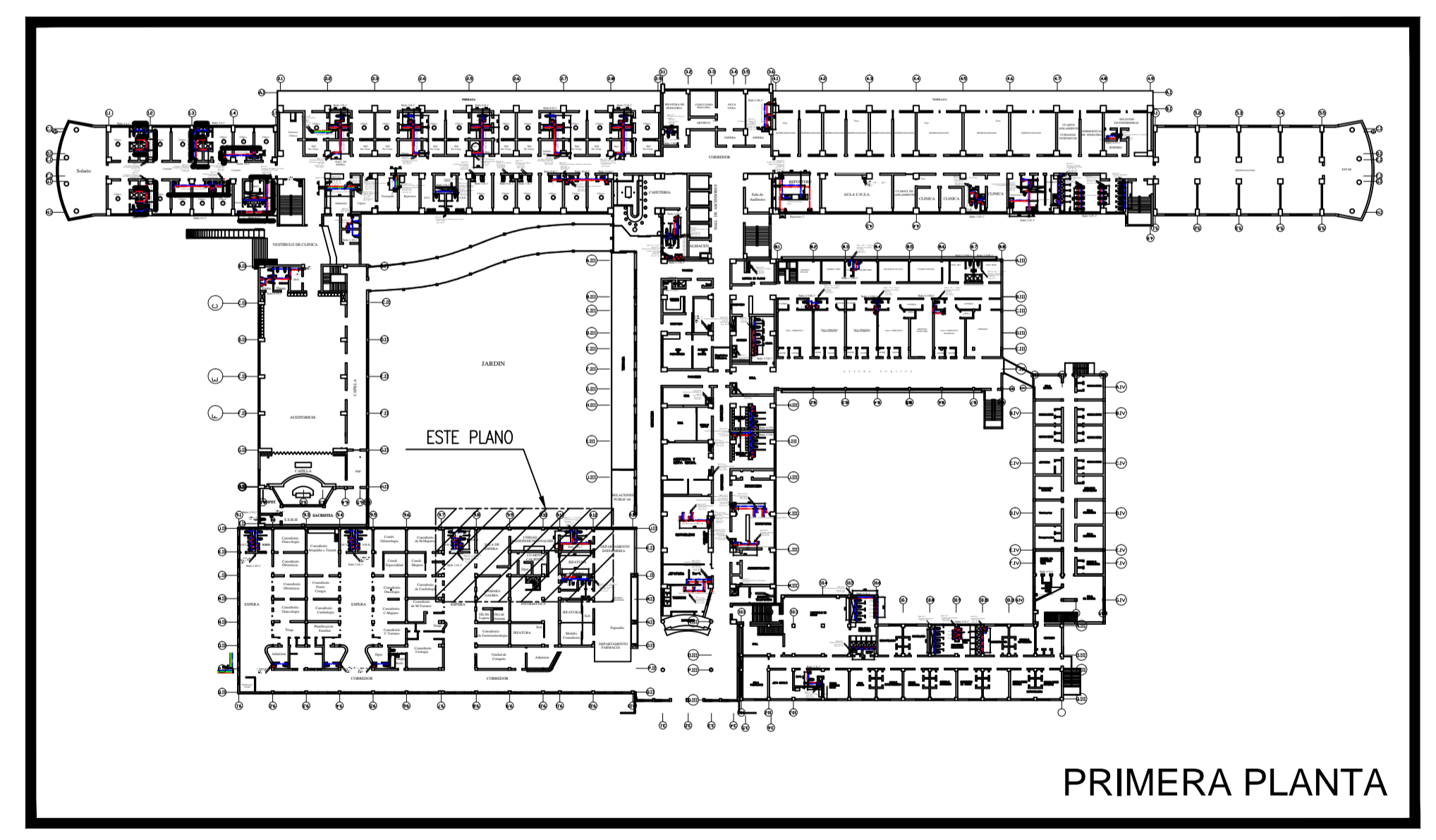
LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	▼	-	-
Codo de 90	└┘	-	-
Tee	┌┐	-	-
Subida de tubería	○	-	-
Bajada de tubería	○	-	-

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 21
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		18-06-16	D. Quiroz/V. Tejada
TITULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Revisado	C. Gordillo
PLANO: PO5-VIII-1: HOMBRES-VIII-PRIMERA PLANTA		Aprobado	



PLANTA  
ESCALA 1:100

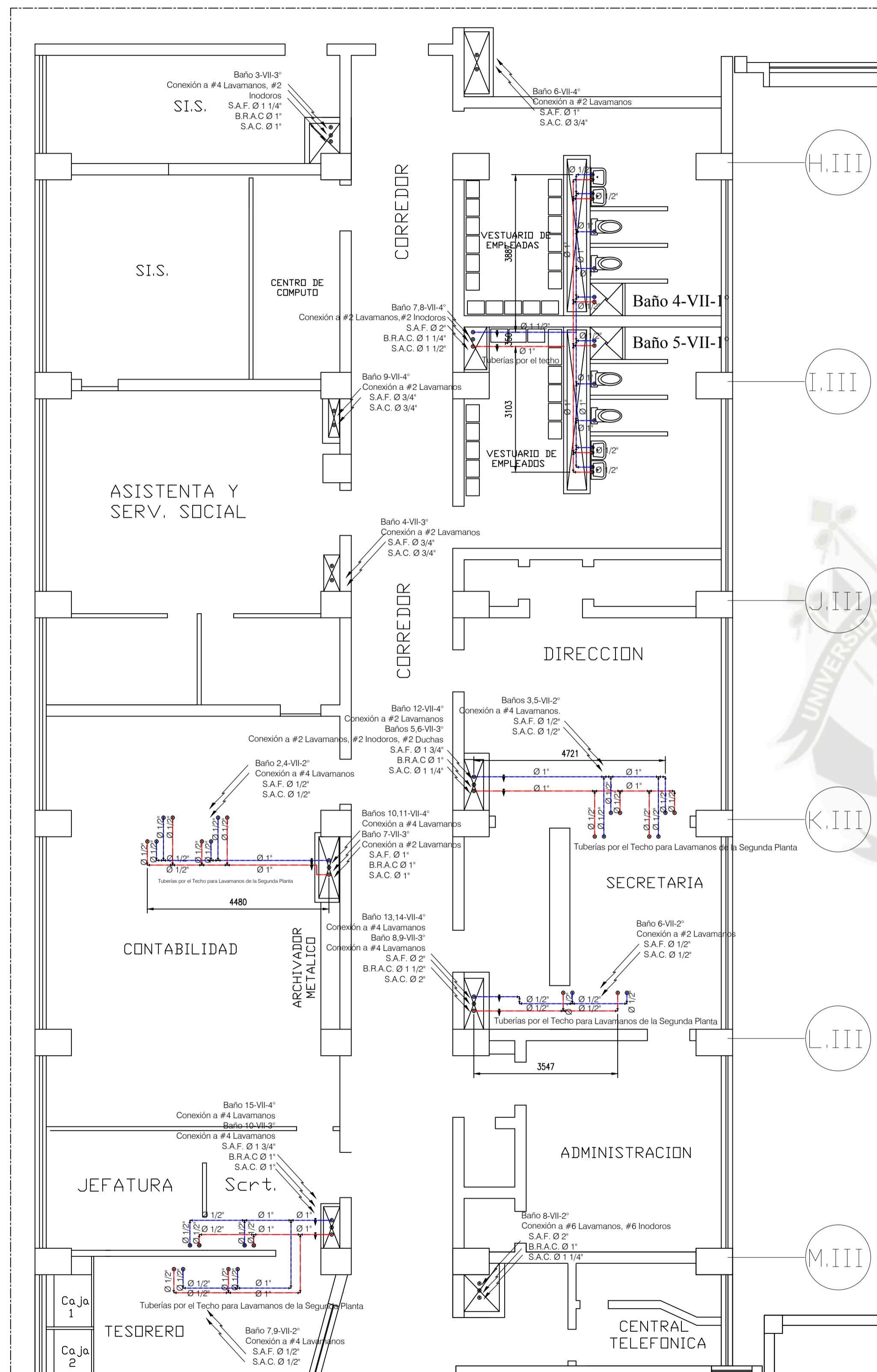
LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	ASLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⌞	-	
Codo de 90	⌋	-	
Tee	⌋	-	
Subida de tubería	⊙	-	
Bajada de tubería	⊙	-	



KEY PLAN  
ESCALA 1:700

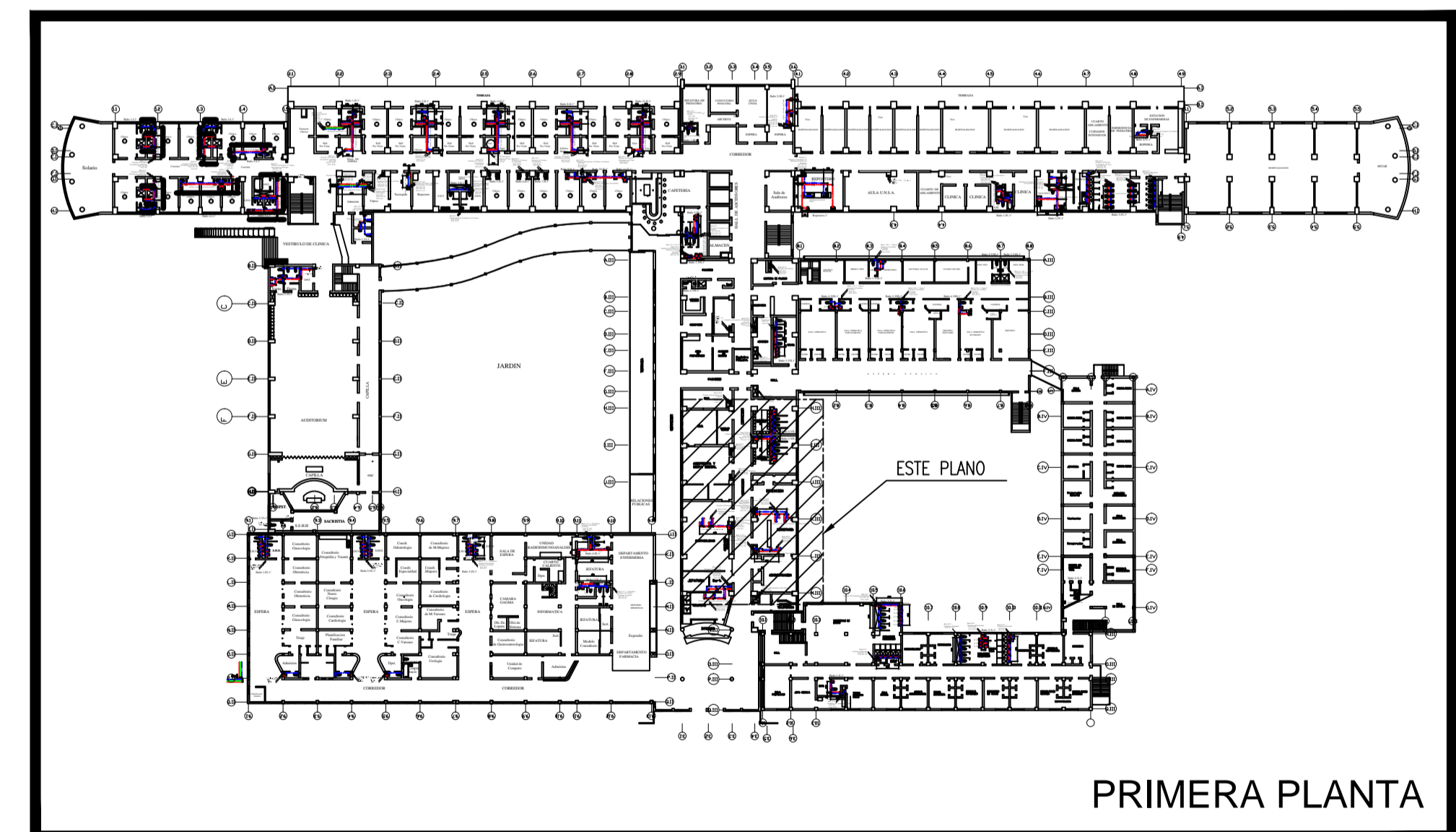
PRIMERA PLANTA

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°	Escala:	INDICADA
2	Sin Dibujo:		
3	Proyección:		N° de dibujo: 22
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujado 18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		Revisado 13-10-16	C. Gordillo
TITULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Aprobado	
PLANO: P06-VII-1: HOMBRES-VII-PRIMERA PLANTA			



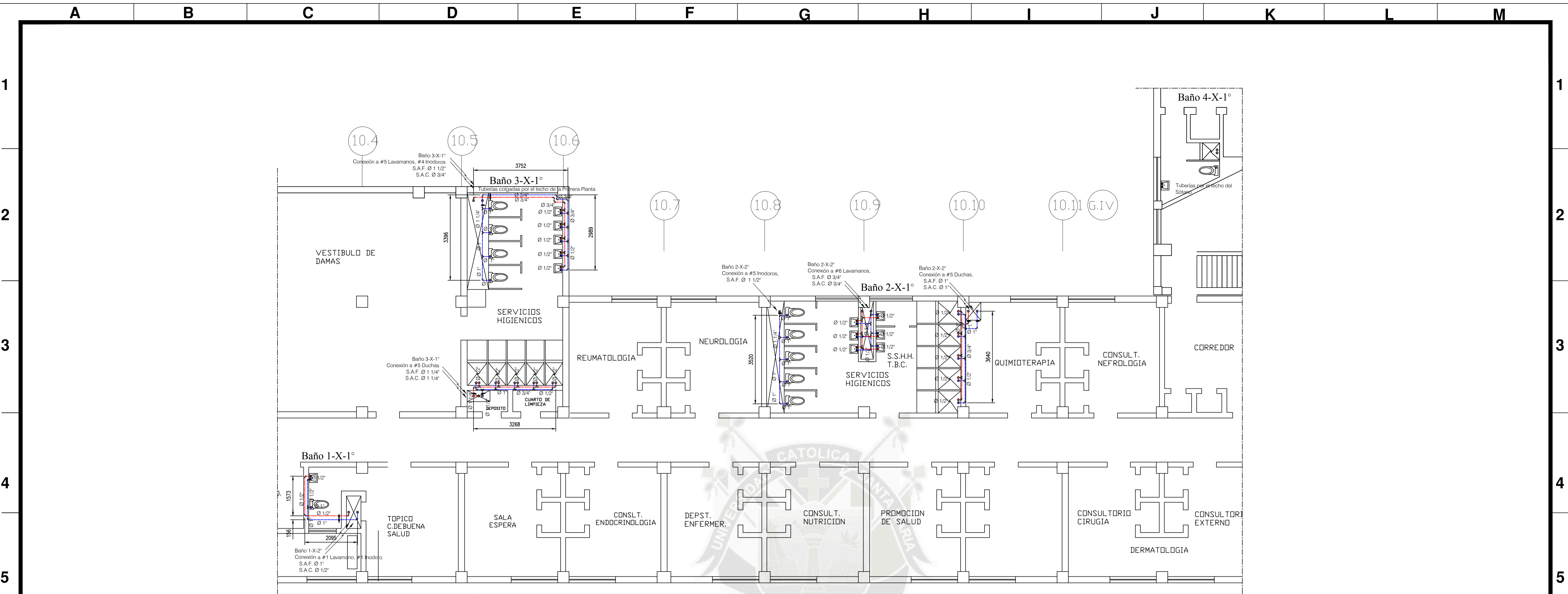
PLANTA  
ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⊥	—	—
Codo de 90	⌋	—	—
Tee	⊥	—	—
Subida de tubería	○	—	—
Bajada de tubería	○	—	—

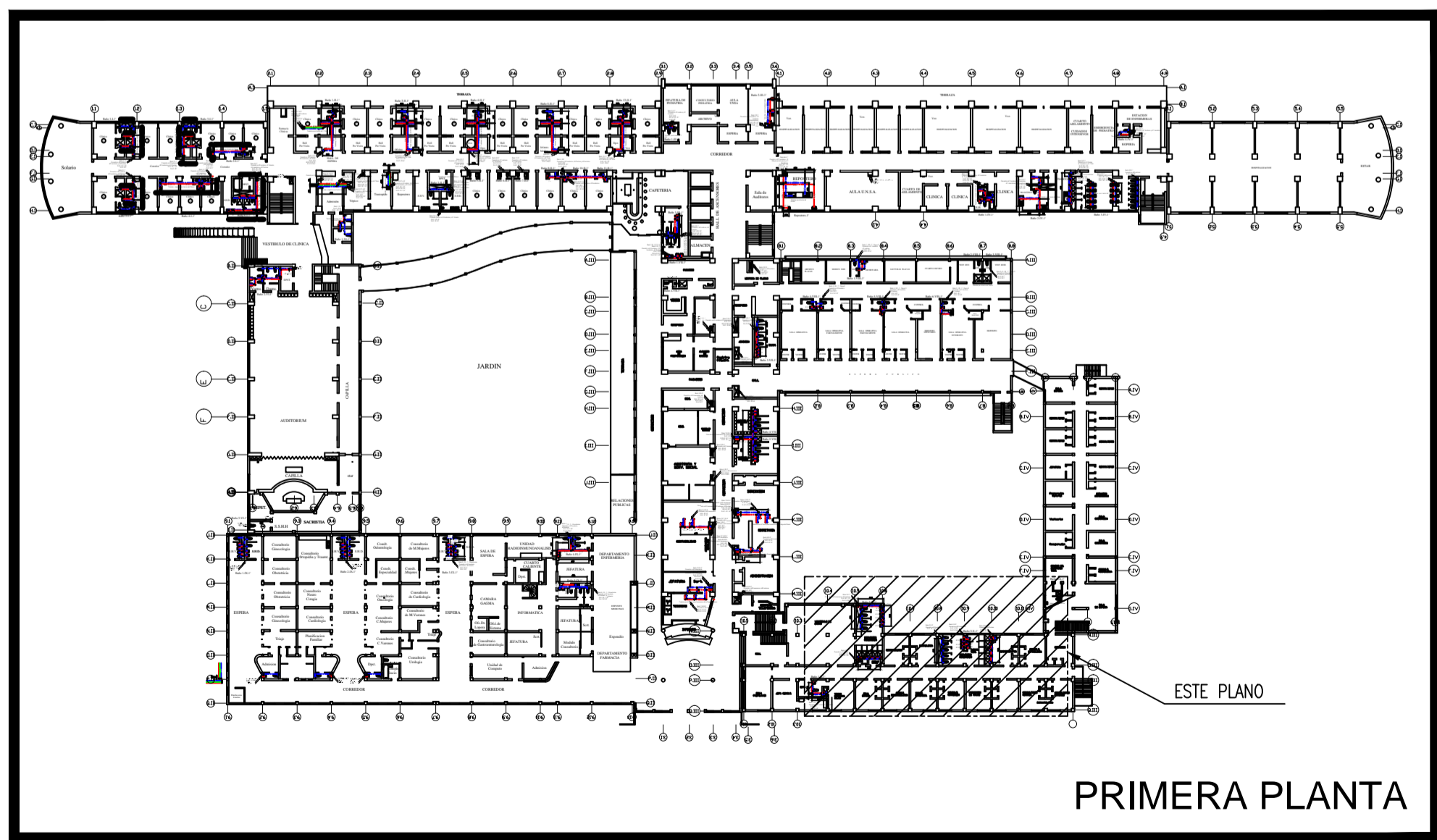


KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°	Escala:	INDICADA
2	Sin Dibujo:	Proyección:	N° de dibujo: 23
3	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"	Fecha	Nombre
4	PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA	18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
5	TITULO: REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA	13-10-16	C. Gordillo
6	PLANO:	P07-VIII-1: HOMBRES-VIII-PRIMERA PLANTA	



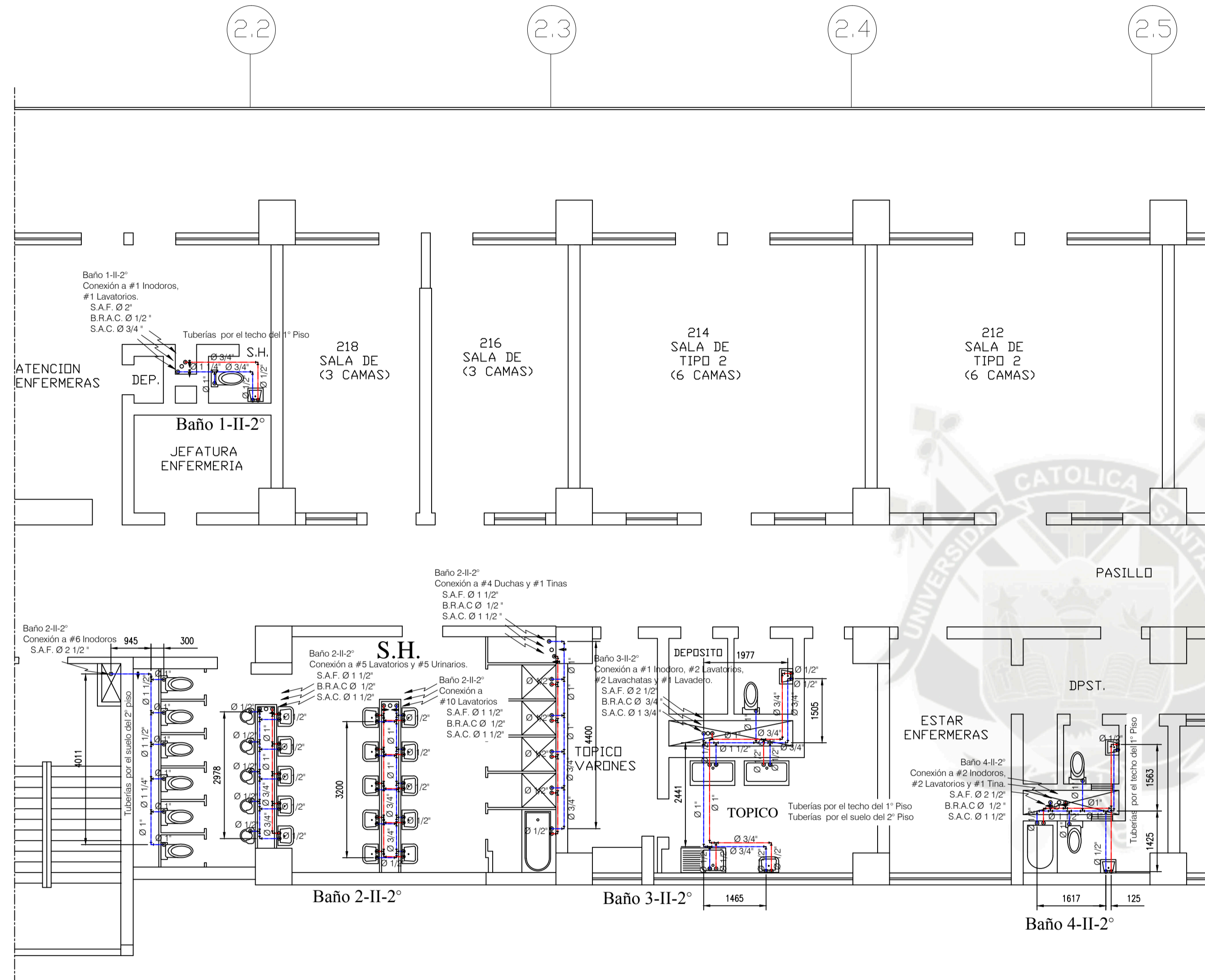
PLANTA  
ESCALA 1:100



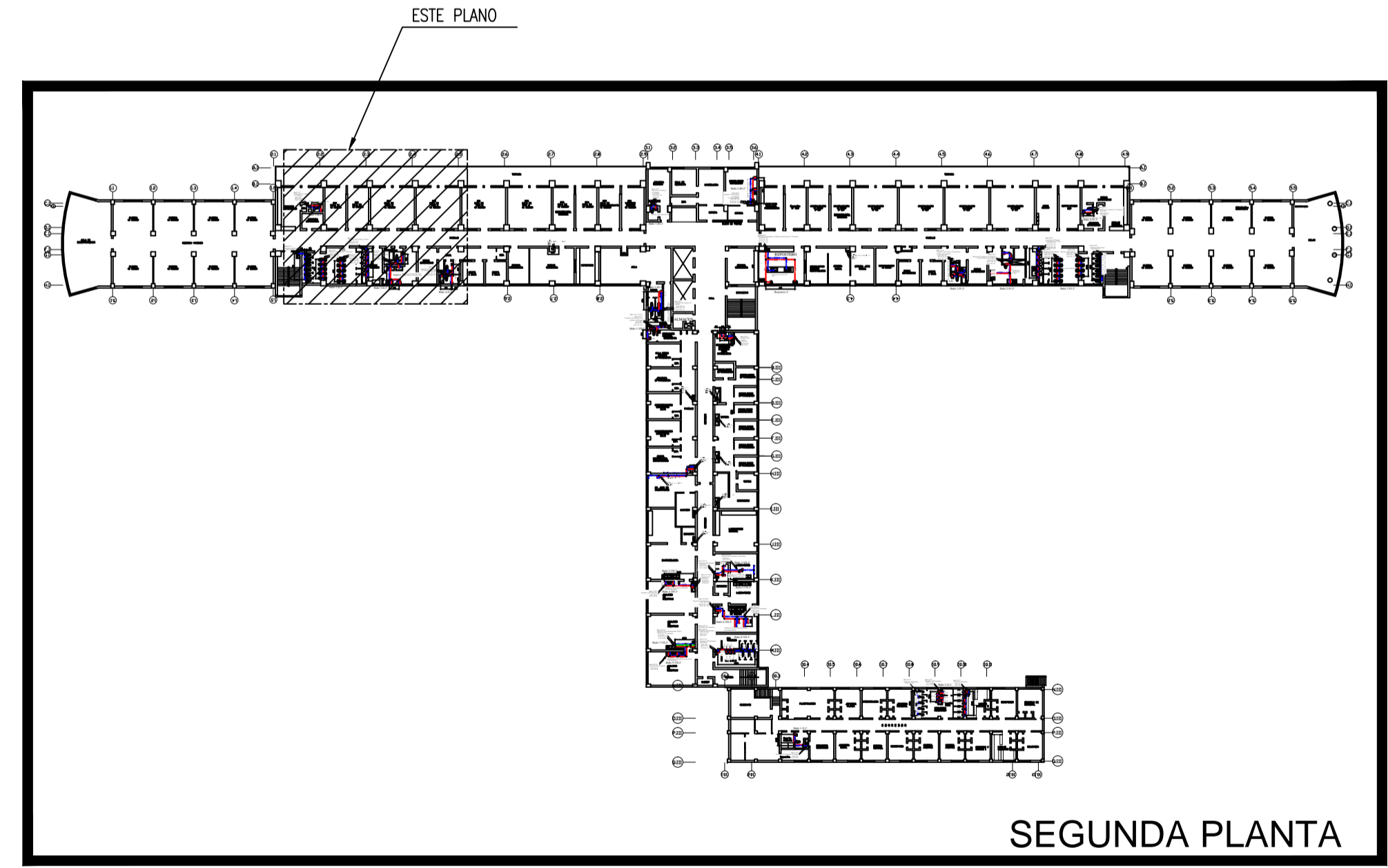
KEY PLAN  
ESCALA 1:700

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	ASLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	▼	-	-
Codo de 90	└┘	-	-
Tee	┌┐	-	-
Subida de tubería	○	-	-
Bajada de tubería	○	-	-

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
Dibujado		Dibujo del mismo N°	Escala: INDICADA
Sin Dibujo:			N° de dibujo: 24
Proyección:			
Fecha	Nombre	Firma	
Dibujado 18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda		
Revisado 13-10-16	C. Gordillo		
Aprobado			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA	
TITULO: INGENIERO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		PLANO: POB-X-1: HOMBRES-XI-PRIMERA PLANTA	



PLANTA  
ESCALA 1:100

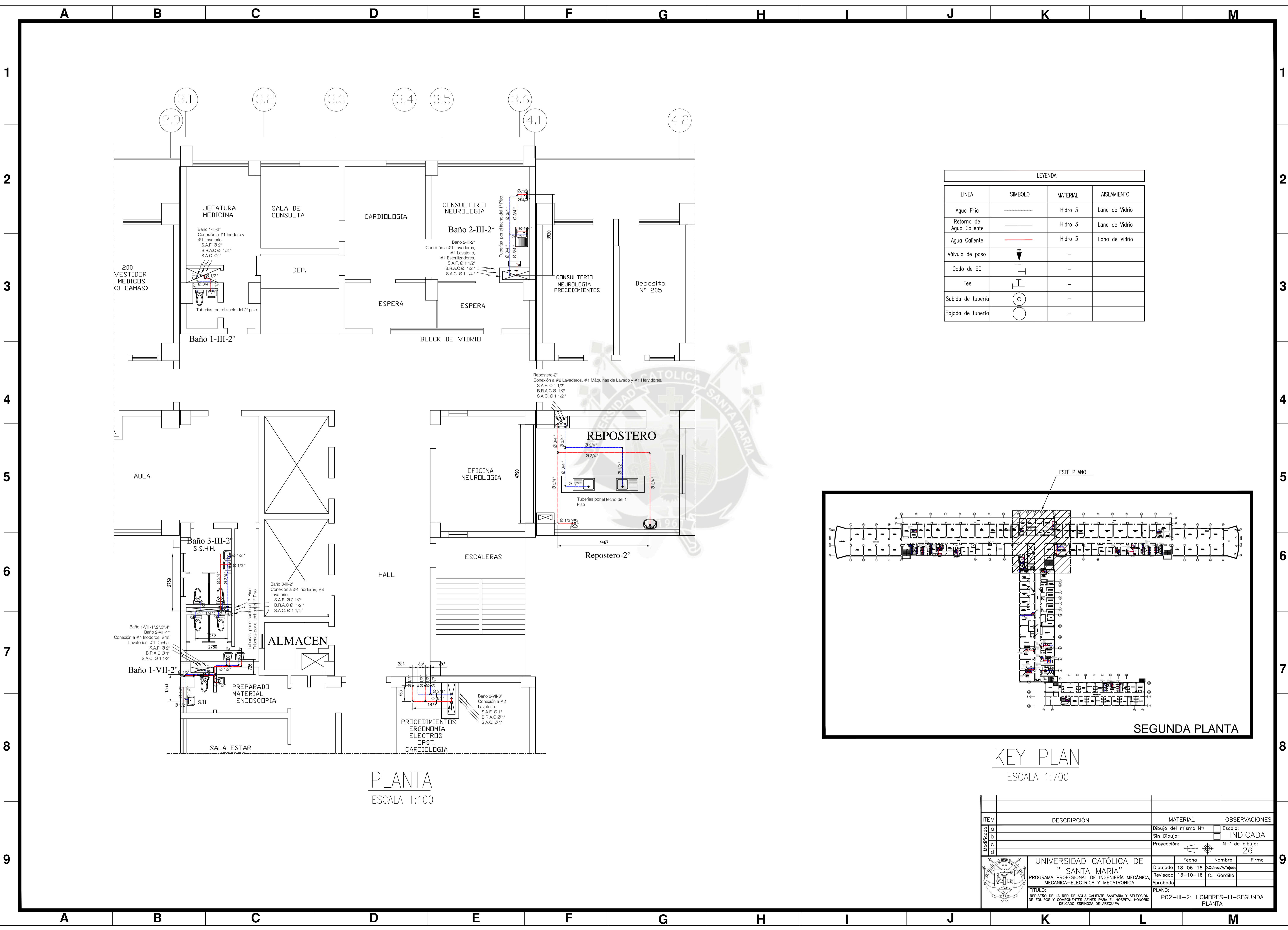


SEGUNDA PLANTA

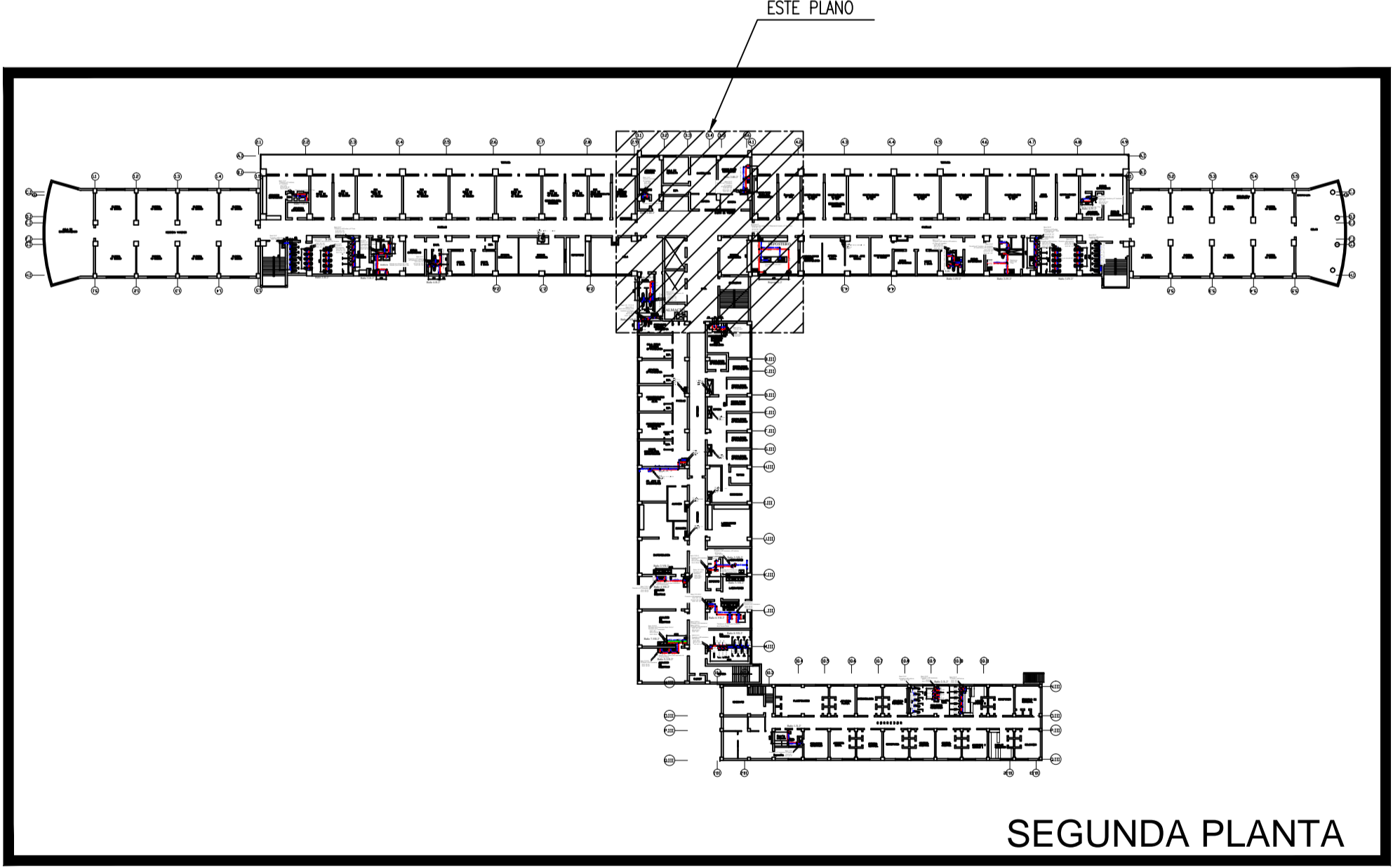
KEY PLAN  
ESCALA 1:700

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría		Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	-
Codo de 90		-	-
Tee		-	-
Subida de tubería		-	-
Bajada de tubería		-	-

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
Dibujado		Dibujo del mismo N°	Escala: INDICADA
Sin Dibujo:			N° de dibujo: 25
Proyección:			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
TITULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Revisado	13-10-16
PLANO: P01-II-2: HOMBRES-II-SEGUNDA PLANTA		Aprobado	C. Gordillo



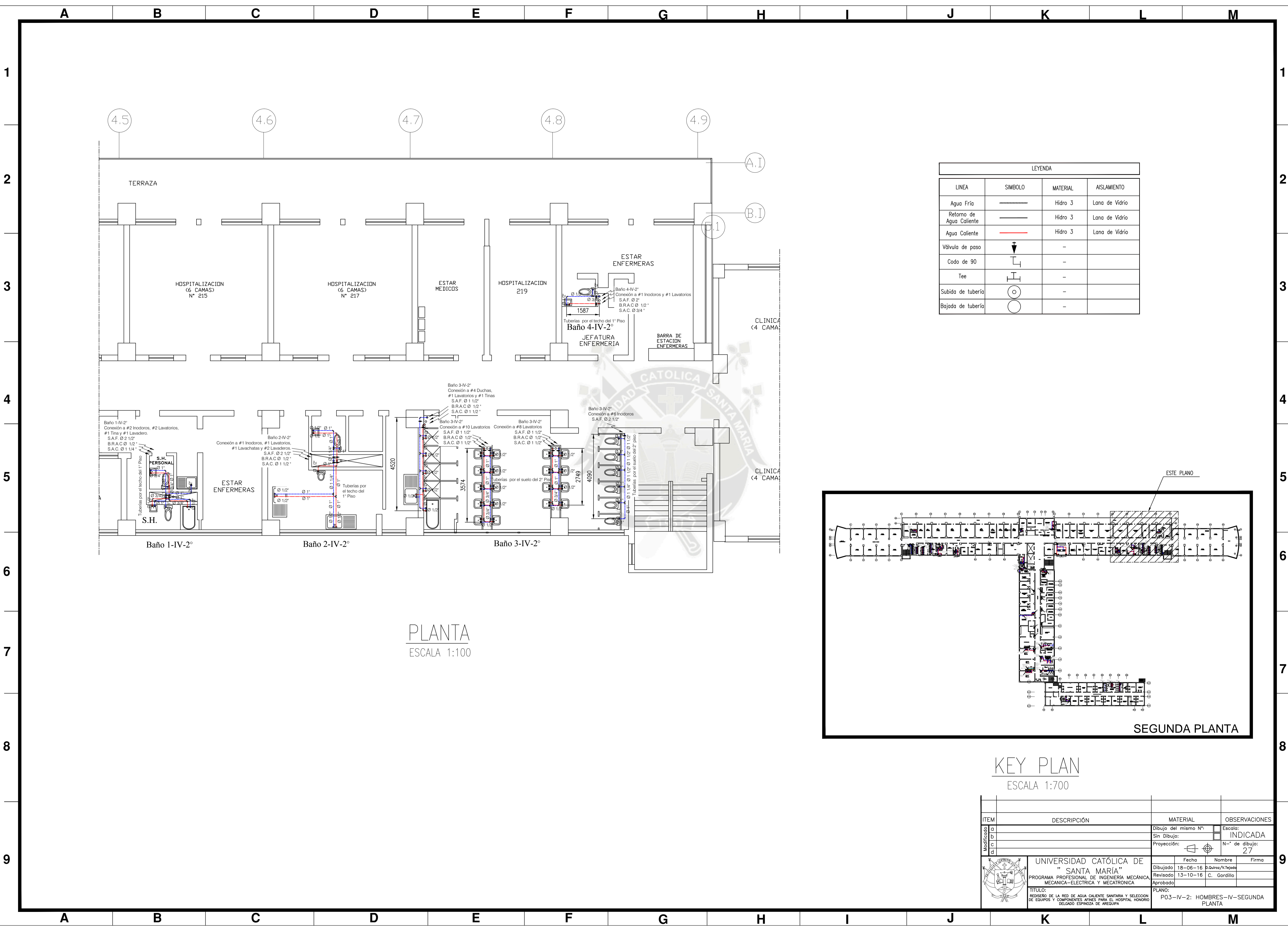
LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⌞	-	-
Codo de 90	⌞	-	-
Tee	⊥	-	-
Subida de tubería	○	-	-
Bajada de tubería	○	-	-



KEY PLAN  
ESCALA 1:700

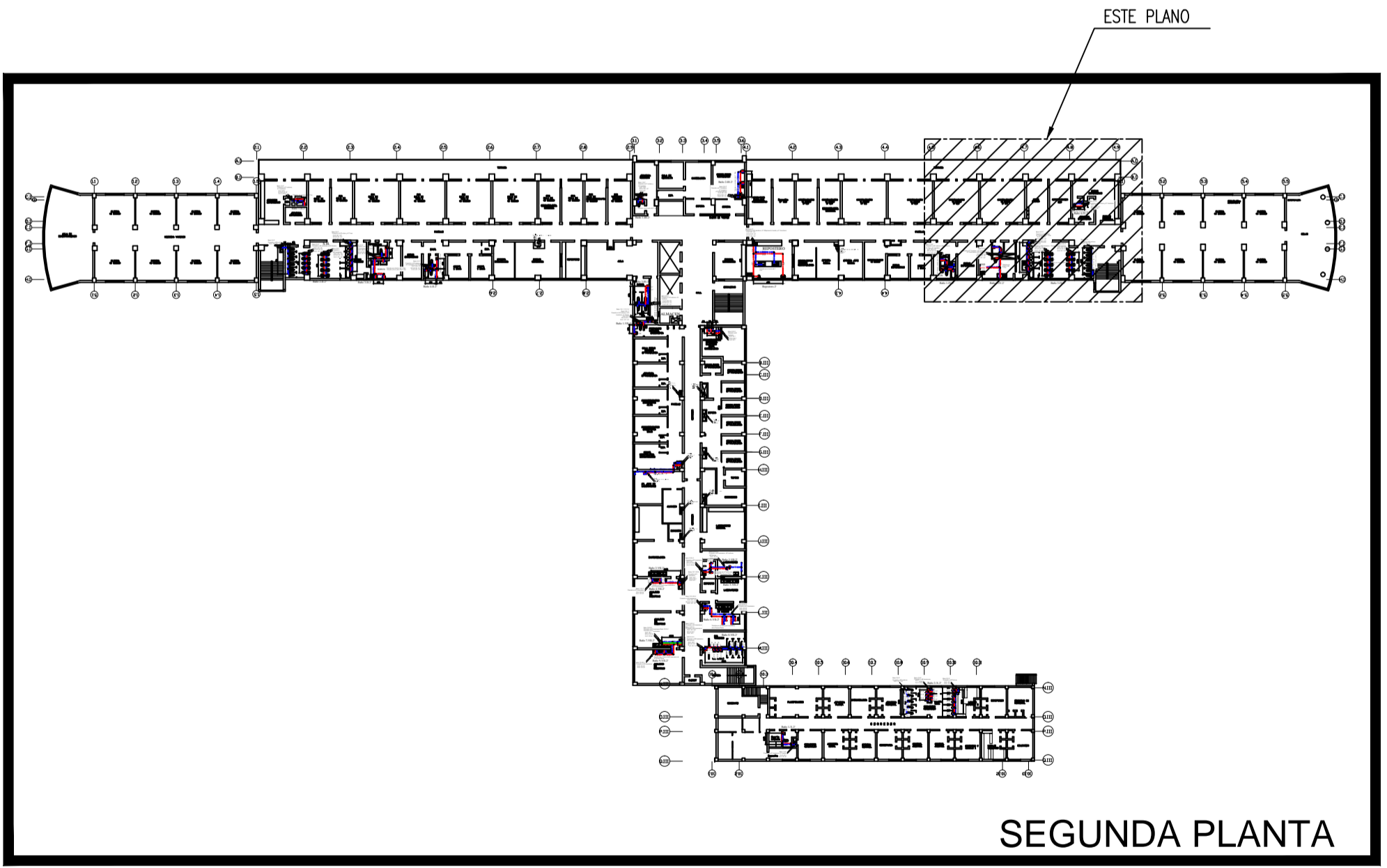
PLANTA  
ESCALA 1:100

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°	Escala:	INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 26
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
TITULO: REDISÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Revisado	13-10-16 C. Gordillo
PLANO: P02-III-2: HOMBRES-III-SEGUNDA PLANTA		Aprobado	



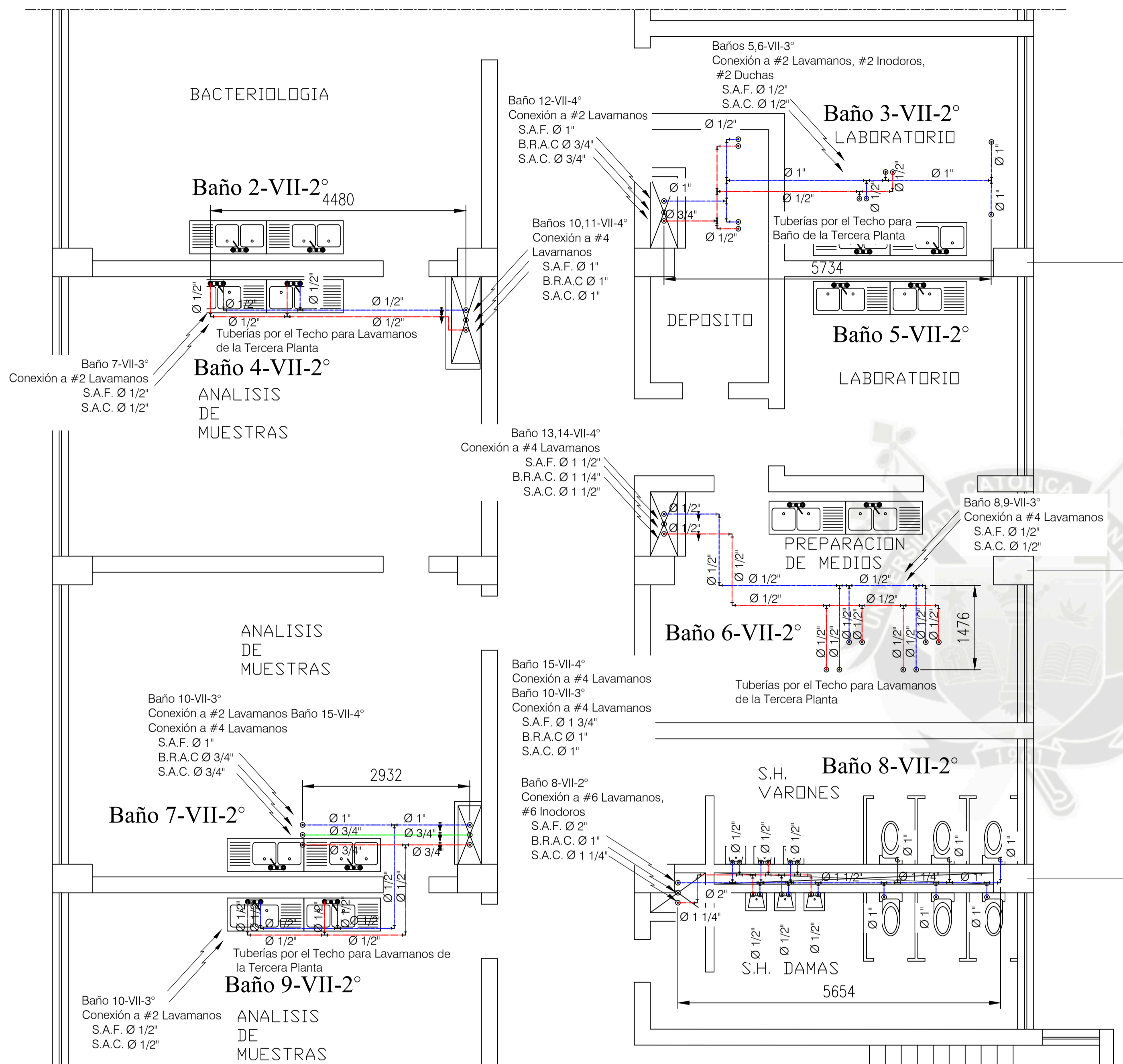
PLANTA  
ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fria	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	▼	-	-
Codo de 90	└┘	-	-
Tee	┌┐	-	-
Subida de tubería	⊙	-	-
Bajada de tubería	⊙	-	-



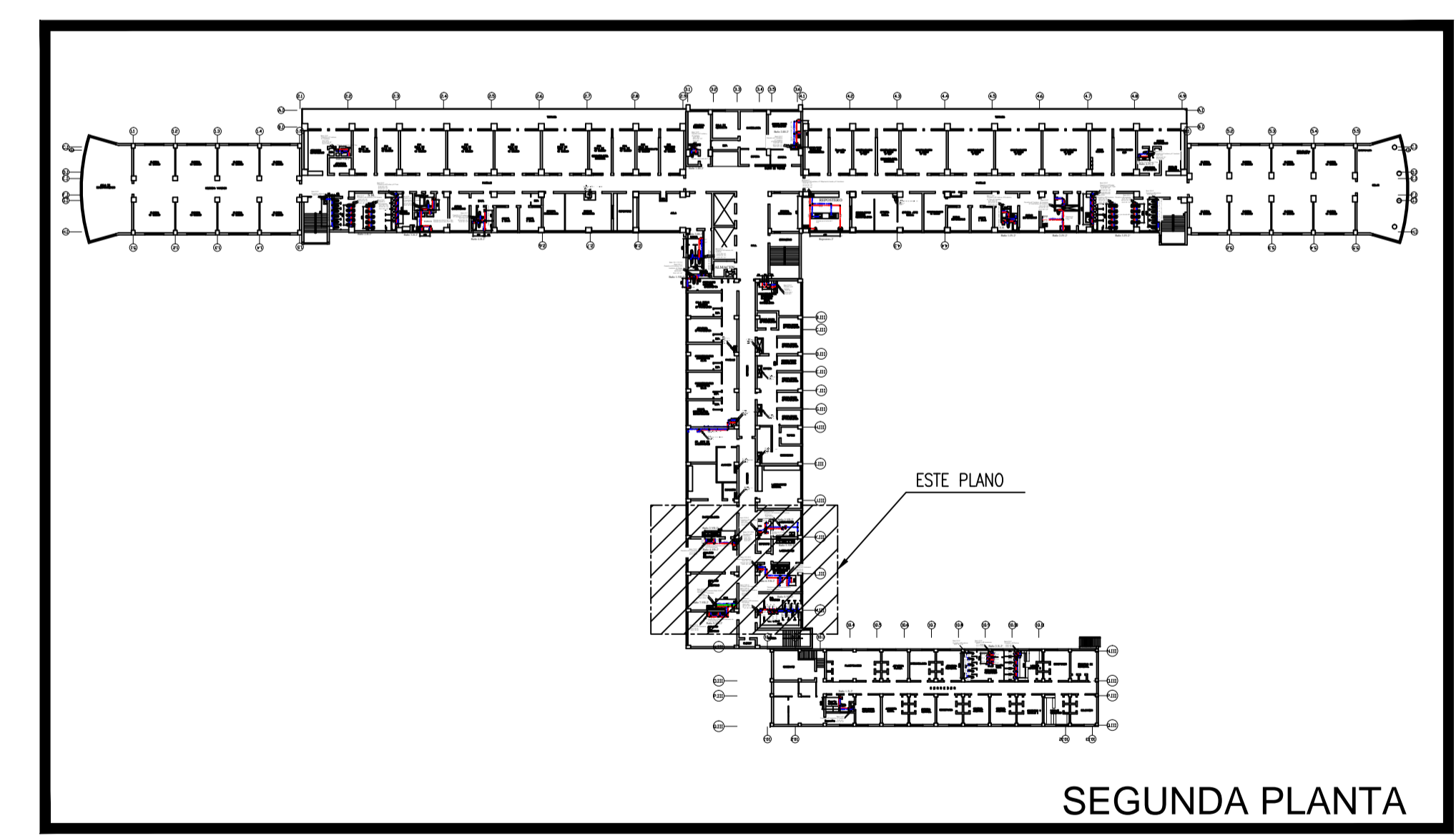
KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 27
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		Dibujado 18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
TITULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Revisado 13-10-16	C. Gordillo
PLANOS:		Aprobado	
P03-IV-2: HOMBRES-IV-SEGUNDA PLANTA			



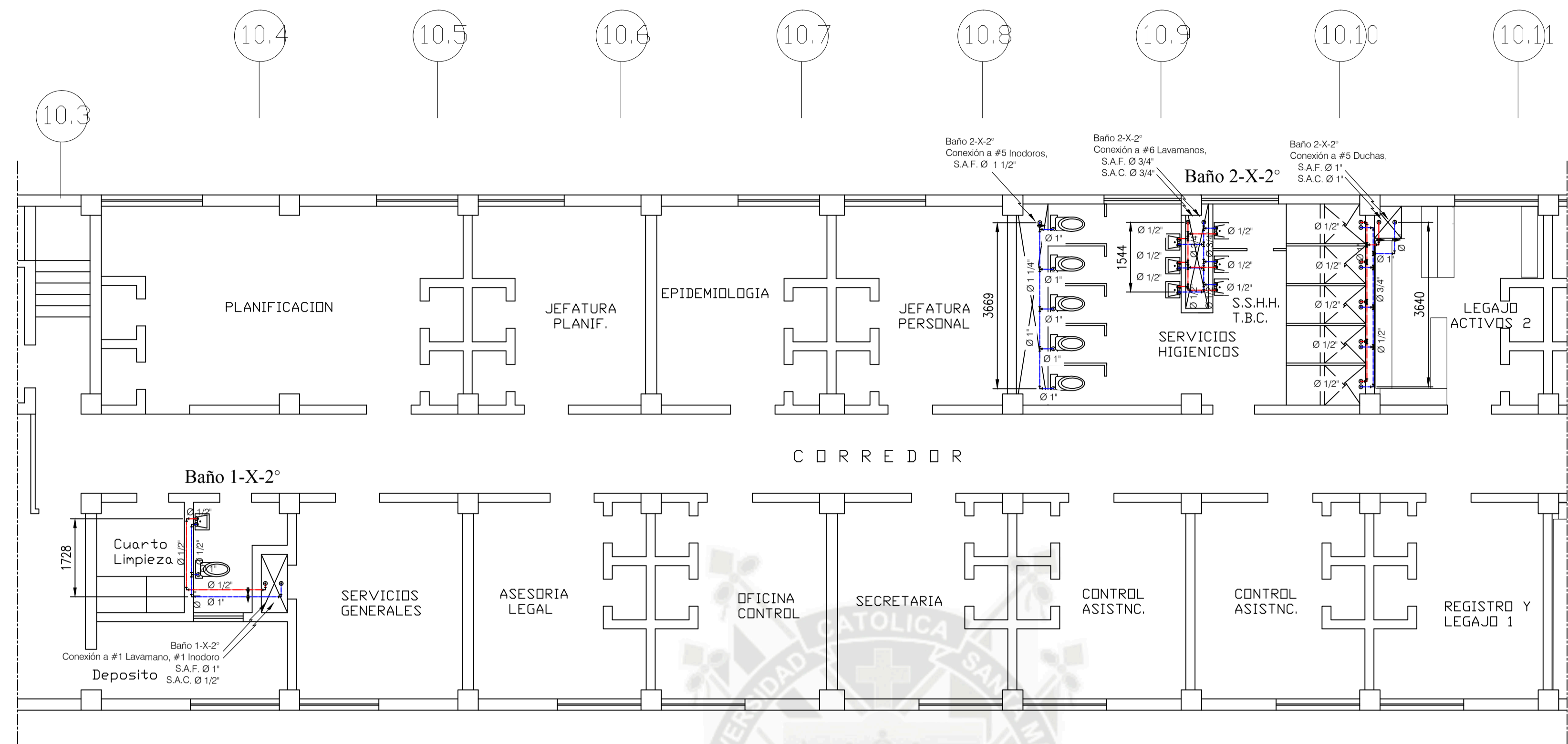
PLANTA  
ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	▼	-	-
Codo de 90	└┘	-	-
Tee	┌┐	-	-
Subida de tubería	○	-	-
Bajada de tubería	○	-	-

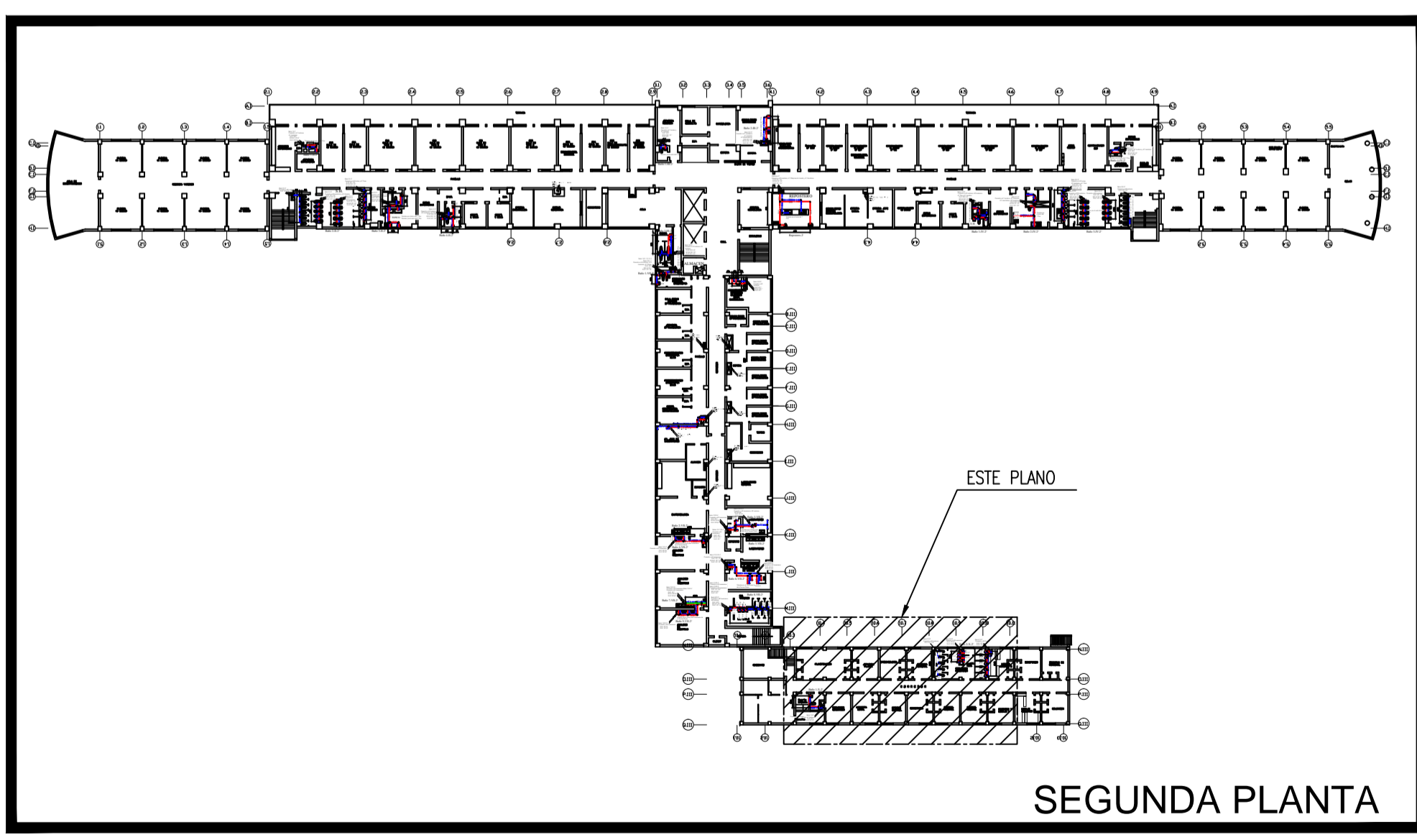


KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
Dibujado	Sin Dibujo	Dibujo del mismo N°	Escala: INDICADA
Proyección:			N° de dibujo: 28
Fecha	Nombre	Firma	
Dibujado	18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda	
Revisado	13-10-16	C. Gordillo	
Aprobado			
TITULO: REDISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCIÓN DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORARIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		PLANO: P04-VII-2: HOMBRES-VII-SEGUNDA PLANTA	



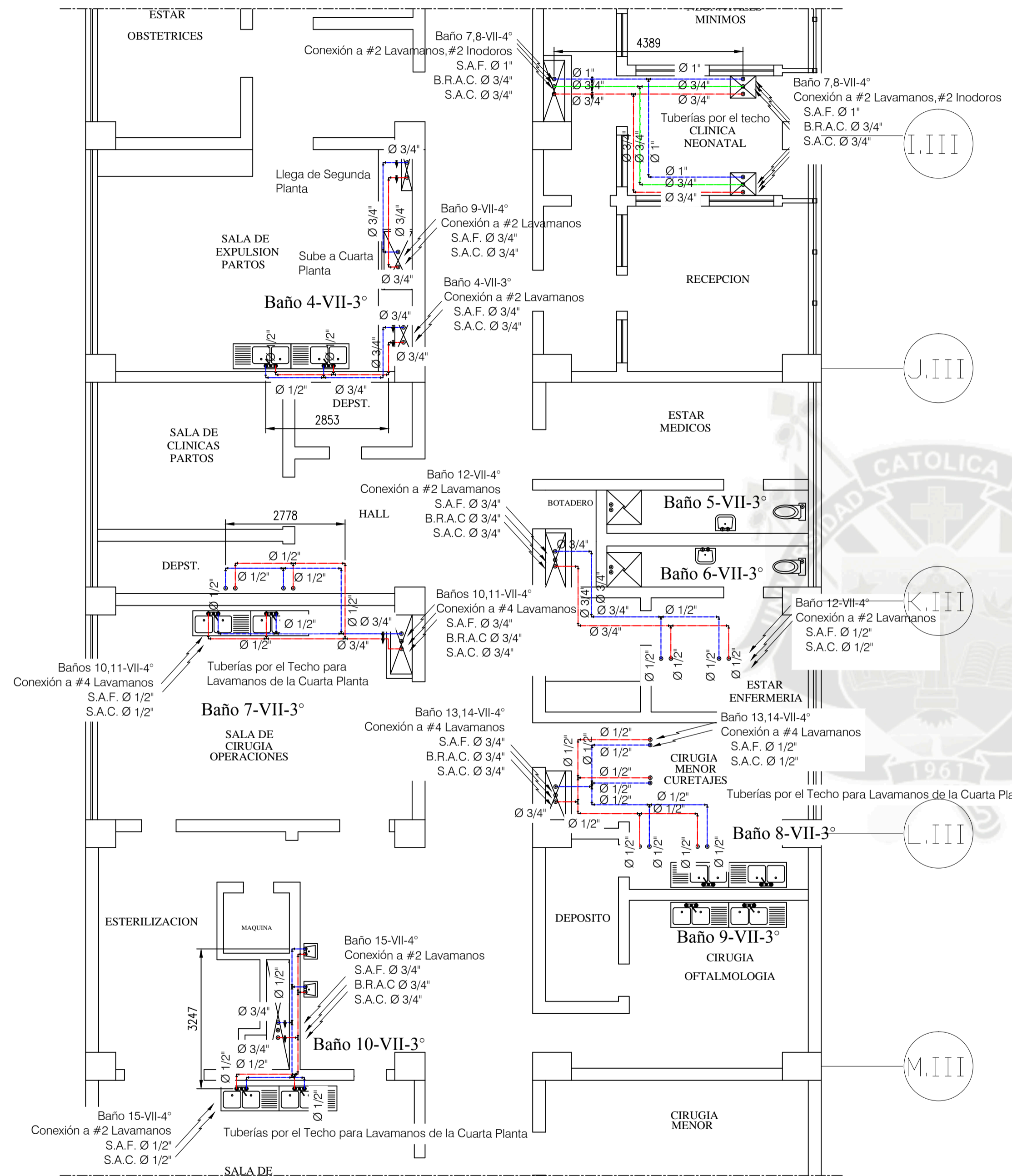
PLANTA  
ESCALA 1:100



KEY PLAN  
ESCALA 1:700

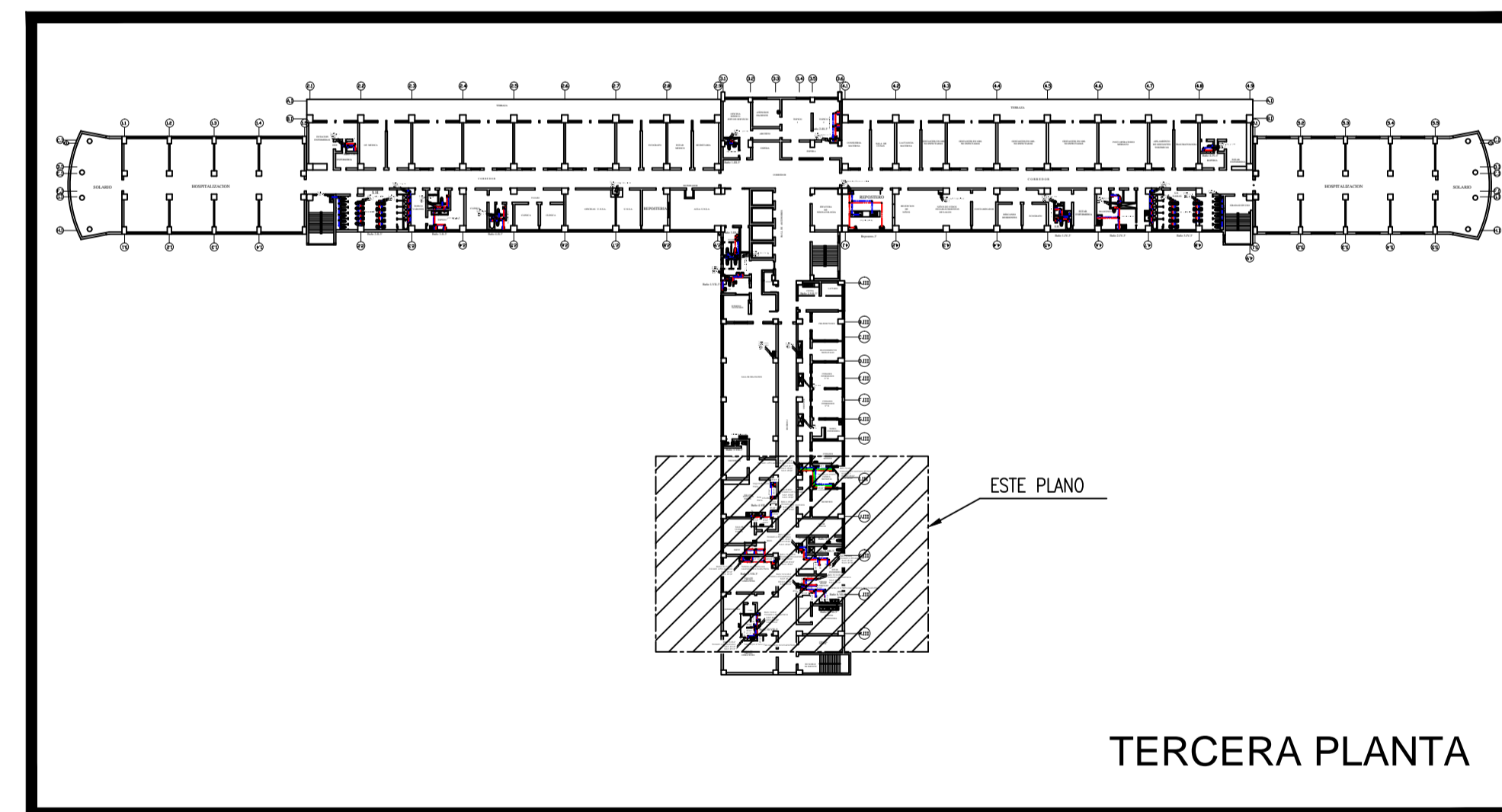
LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⌞	-	
Codo de 90	⌞	-	
Tee	⌞	-	
Subida de tubería	○	-	
Bajada de tubería	○	-	

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
Dibujado	Sin Dibujo	Dibujo del mismo N°	Escala: INDICADA
Proyección:			N° de dibujo: 29
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
TITULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Revisado	13-10-16
PLANO: P05-X-2: HOMBRES-X-SEGUNDA PLANTA		Aprobado	C. Gordillo



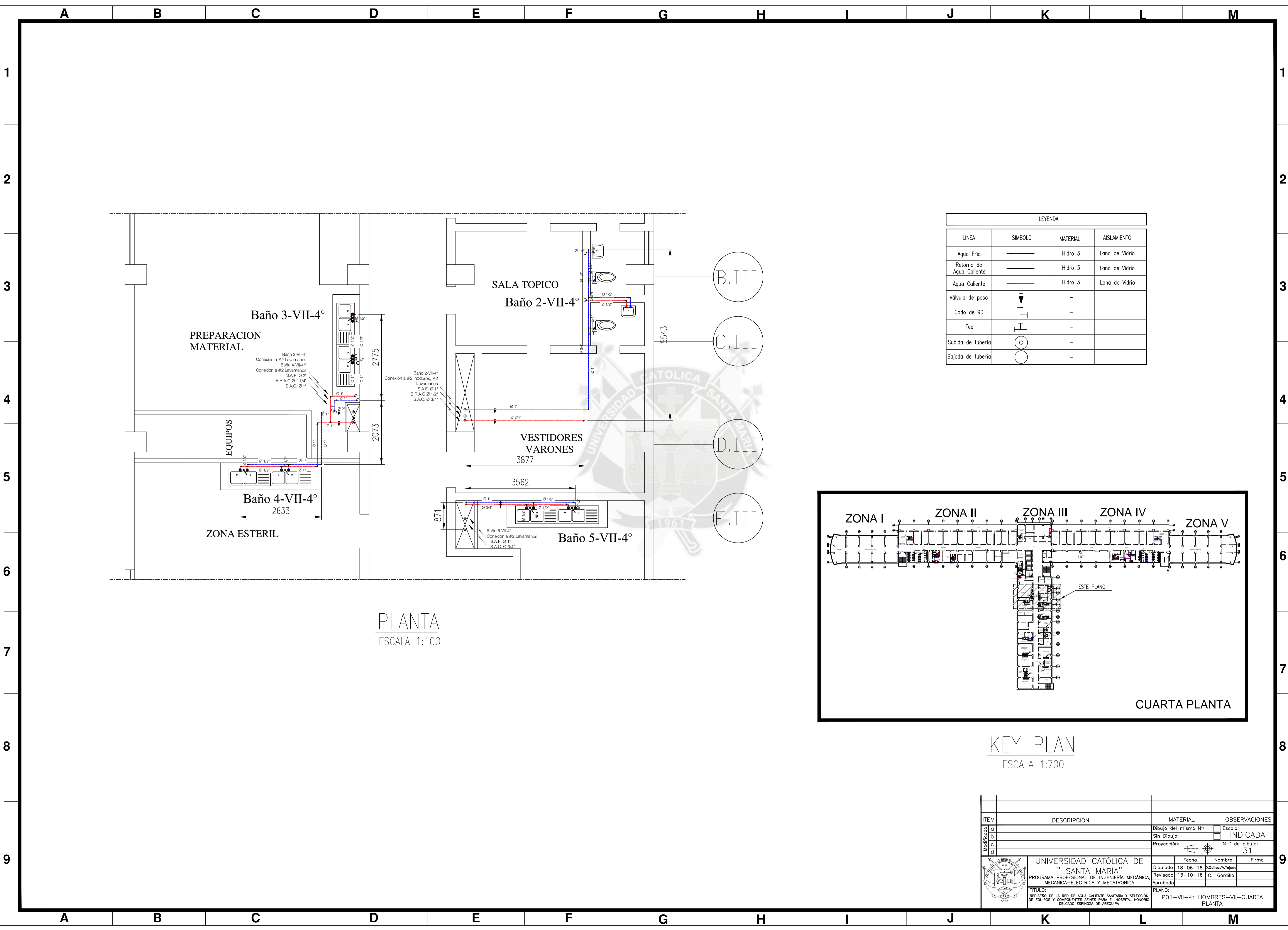
PLANTA  
ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⌞	-	-
Codo de 90	⌋	-	-
Tee	⌈	-	-
Subida de tubería	⊙	-	-
Bajada de tubería	⊙	-	-



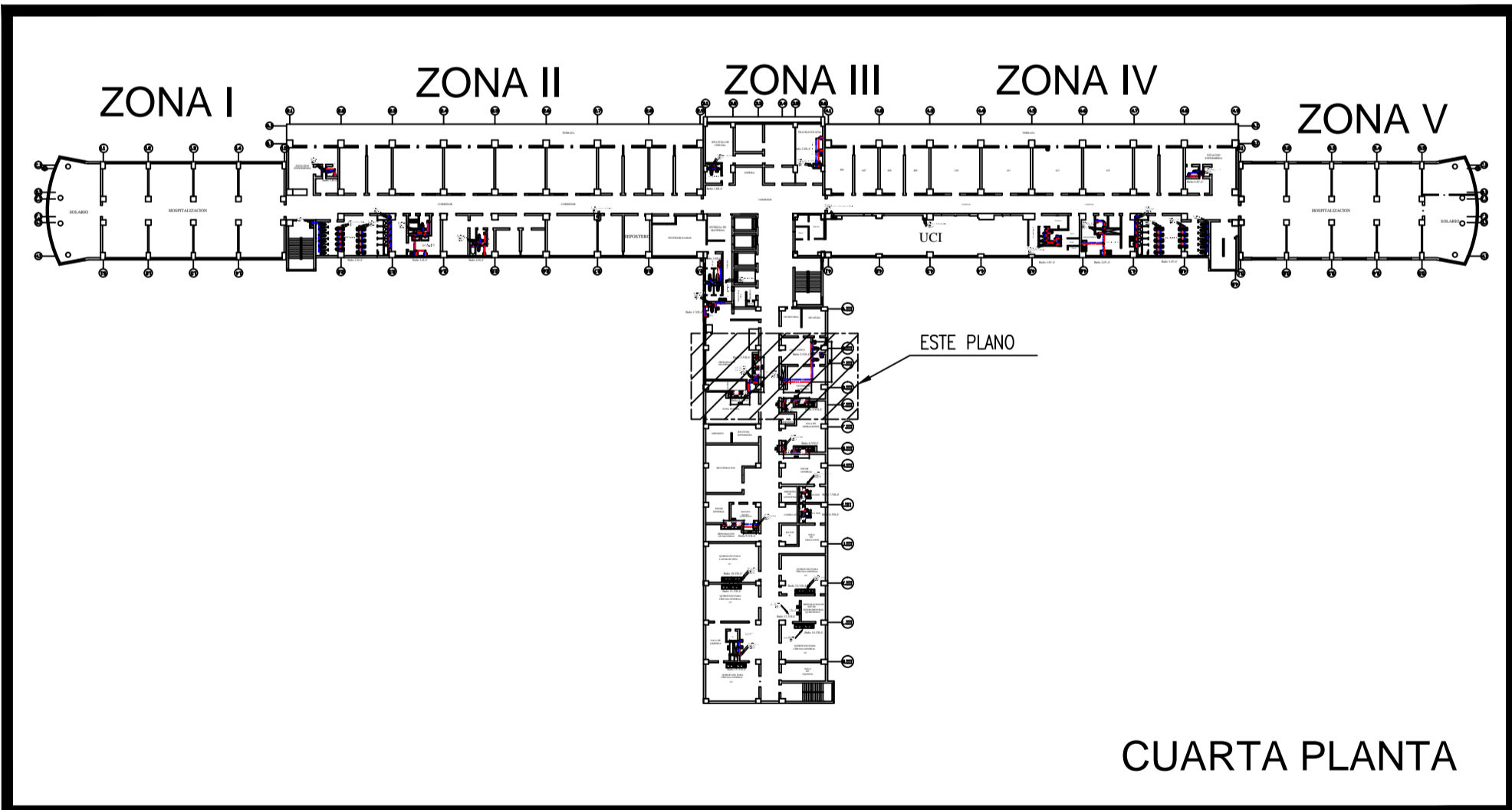
KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 30
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dibujado 18-06-16	D. Quiroz/V. Tejada
MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		Revisado 13-10-16	C. Gordillo
TITULO: INGENIERO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		Aprobado	
PLANO: P01-VII-3: HOMBRES-VII-TERCERA PLANTA			



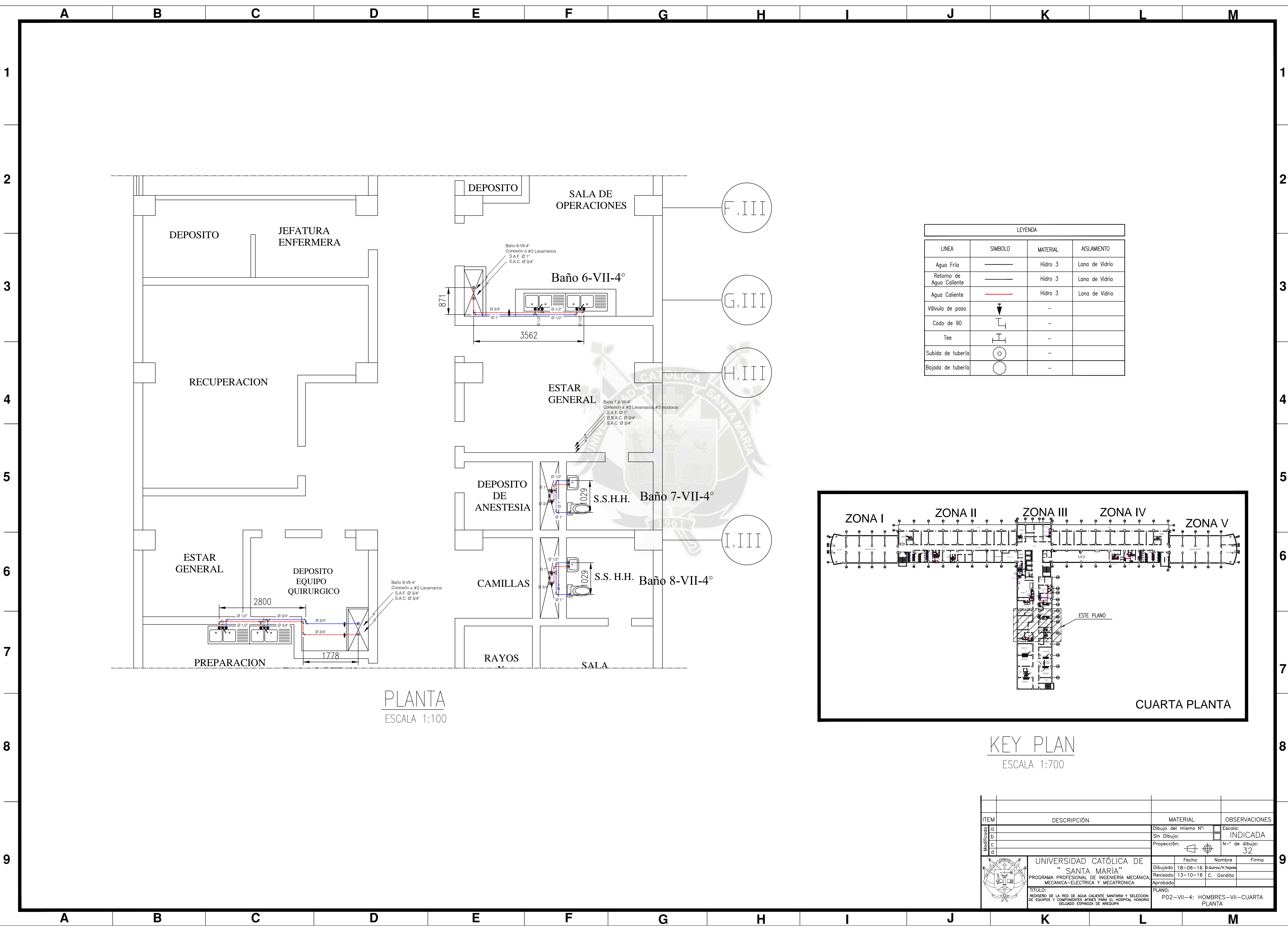
PLANTA  
ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fria	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	▼	-	-
Codo de 90	└	-	-
Tee	┌	-	-
Subida de tubería	○	-	-
Bajada de tubería	○	-	-



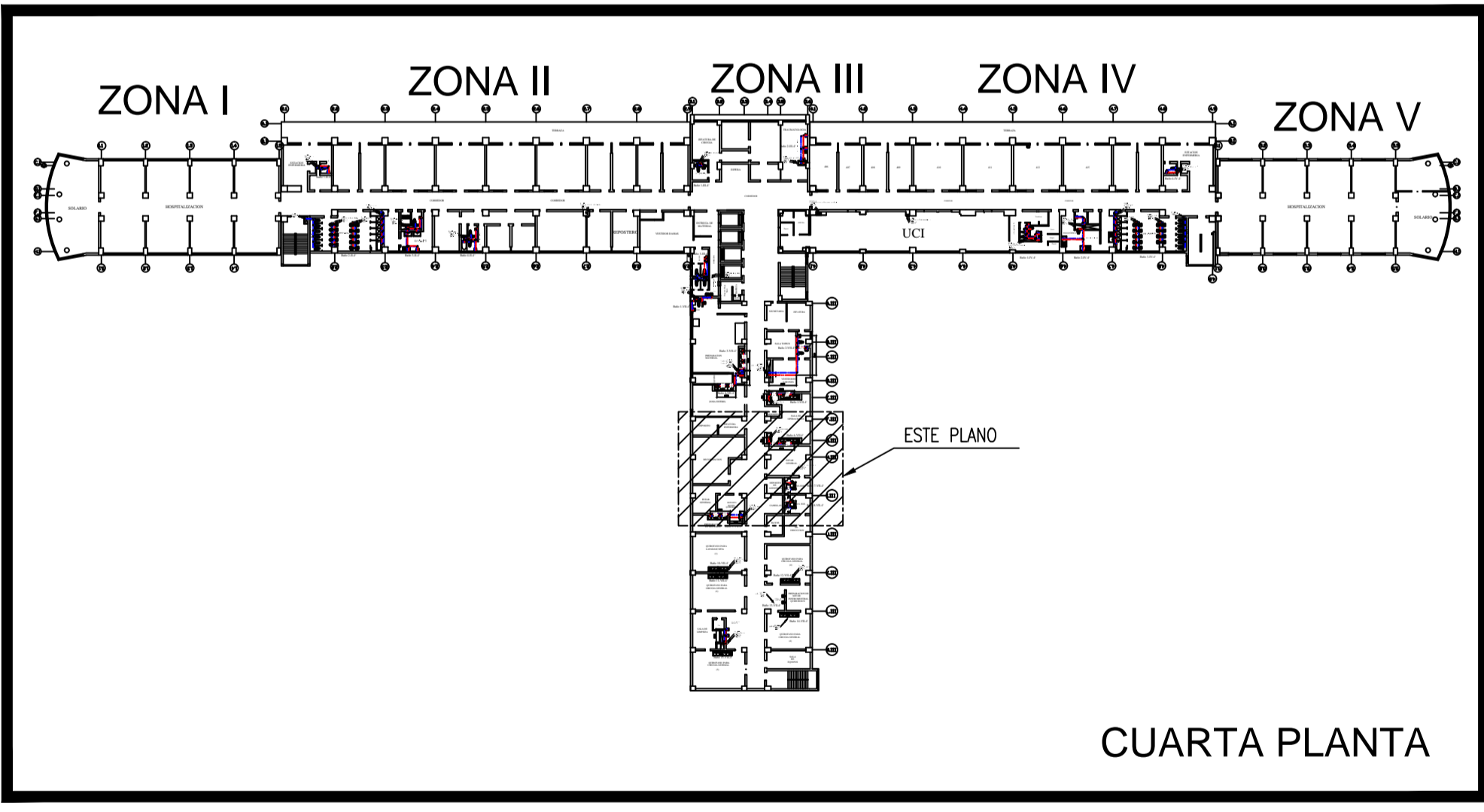
KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
Modificado d v d	Dibujo del mismo N°		INDICADA N° de dibujo: 31
	Sin Dibujo:		
	Proyección:		
	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"	Fecha	Nombre
	PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA	18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
	MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA	13-10-16	C. Gordillo
TITULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA	PLANO: P01-VII-4: HOMBRES-VII-CUARTA PLANTA	Aprobado	Firma



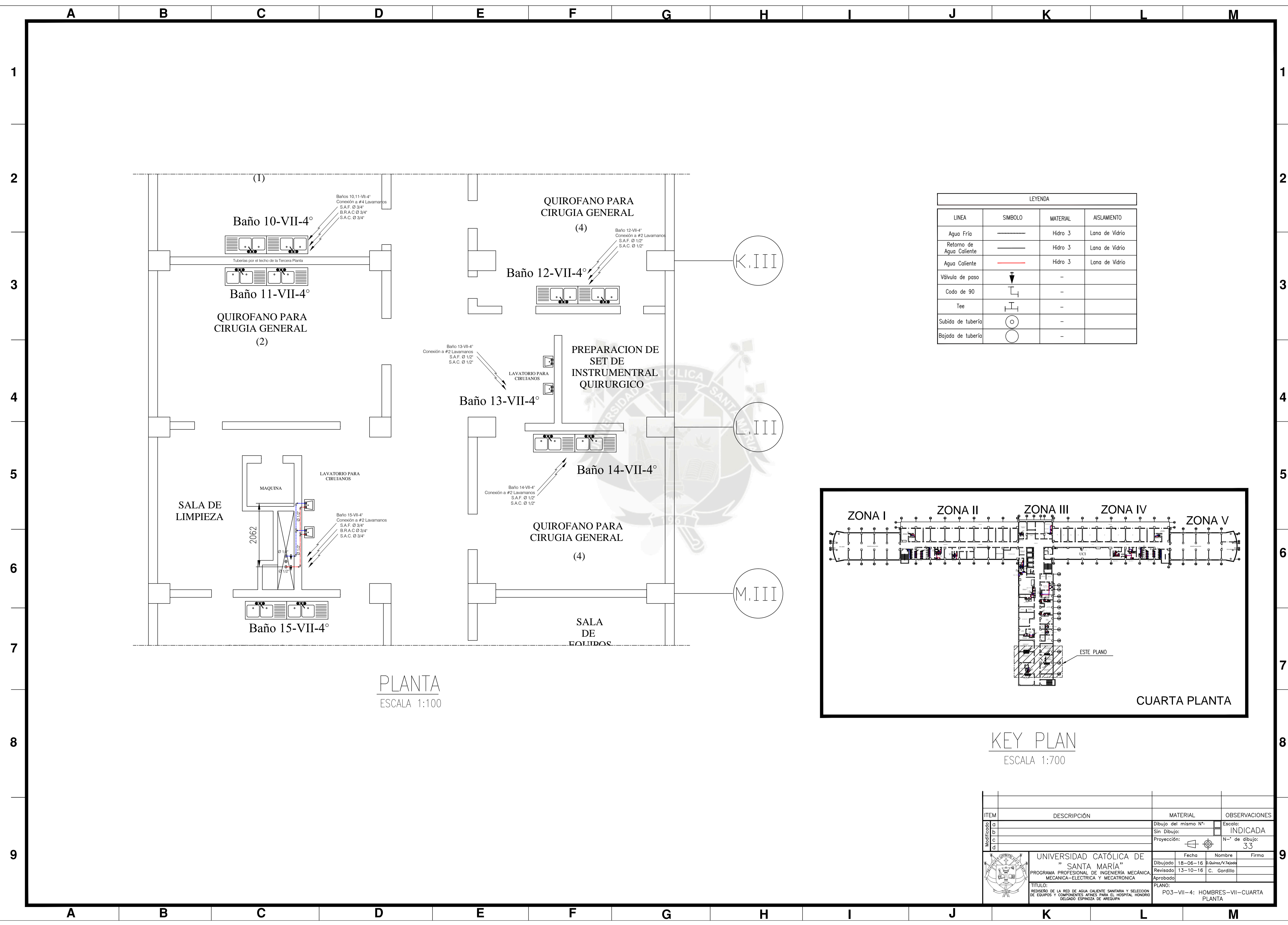
PLANTA  
ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría		Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	-
Codo de 90		-	-
Tee		-	-
Subida de tubería		-	-
Bajada de tubería		-	-



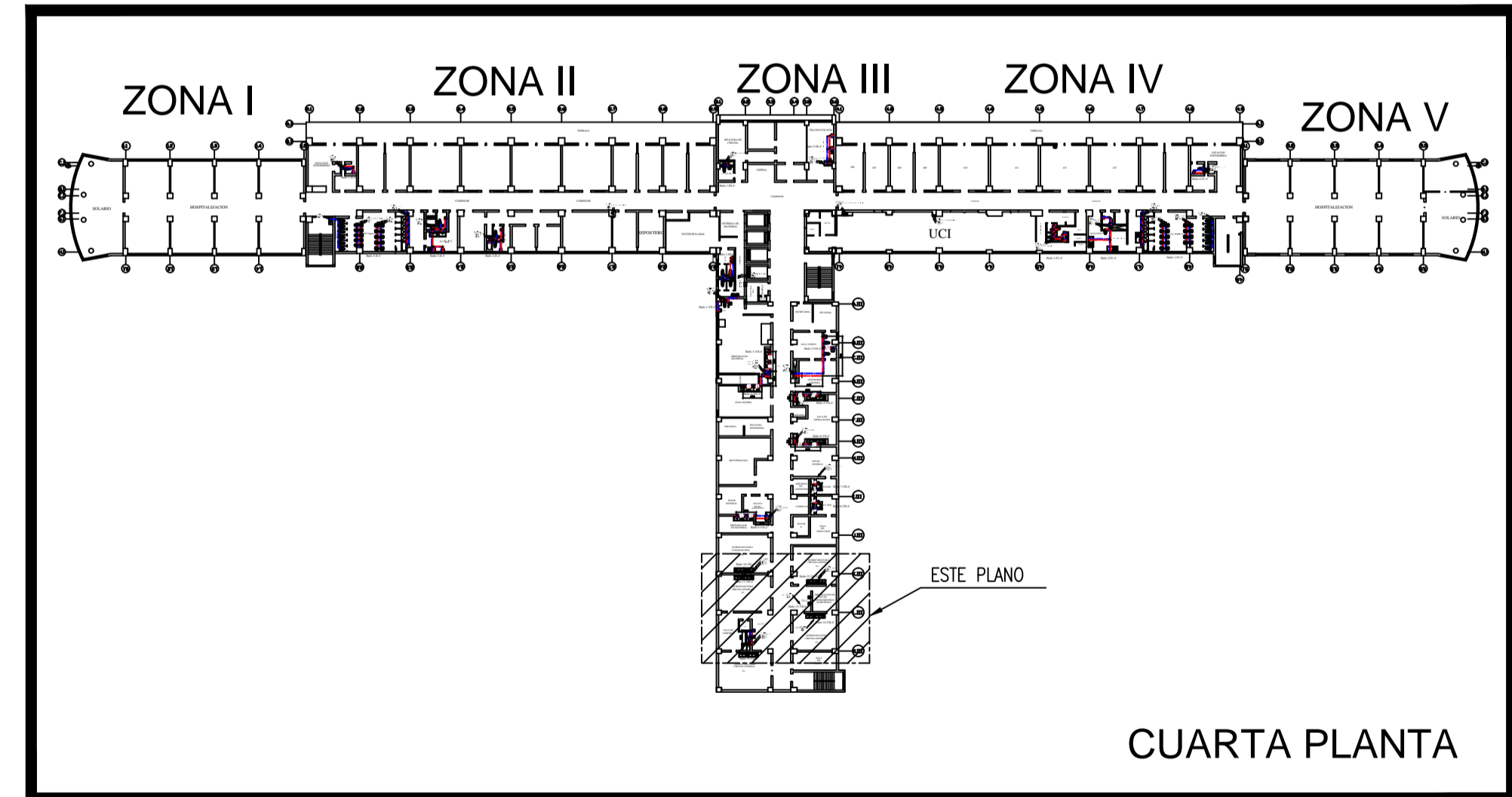
KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
Modificado d v d	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 32
	Proyección:		
	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"	Fecha	Nombre
	PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA	18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
	MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA	13-10-16	C. Gordillo
TITULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA	PLANO: P02-VII-4: HOMBRES-VII-CUARTA PLANTA	Aprobado	Firma



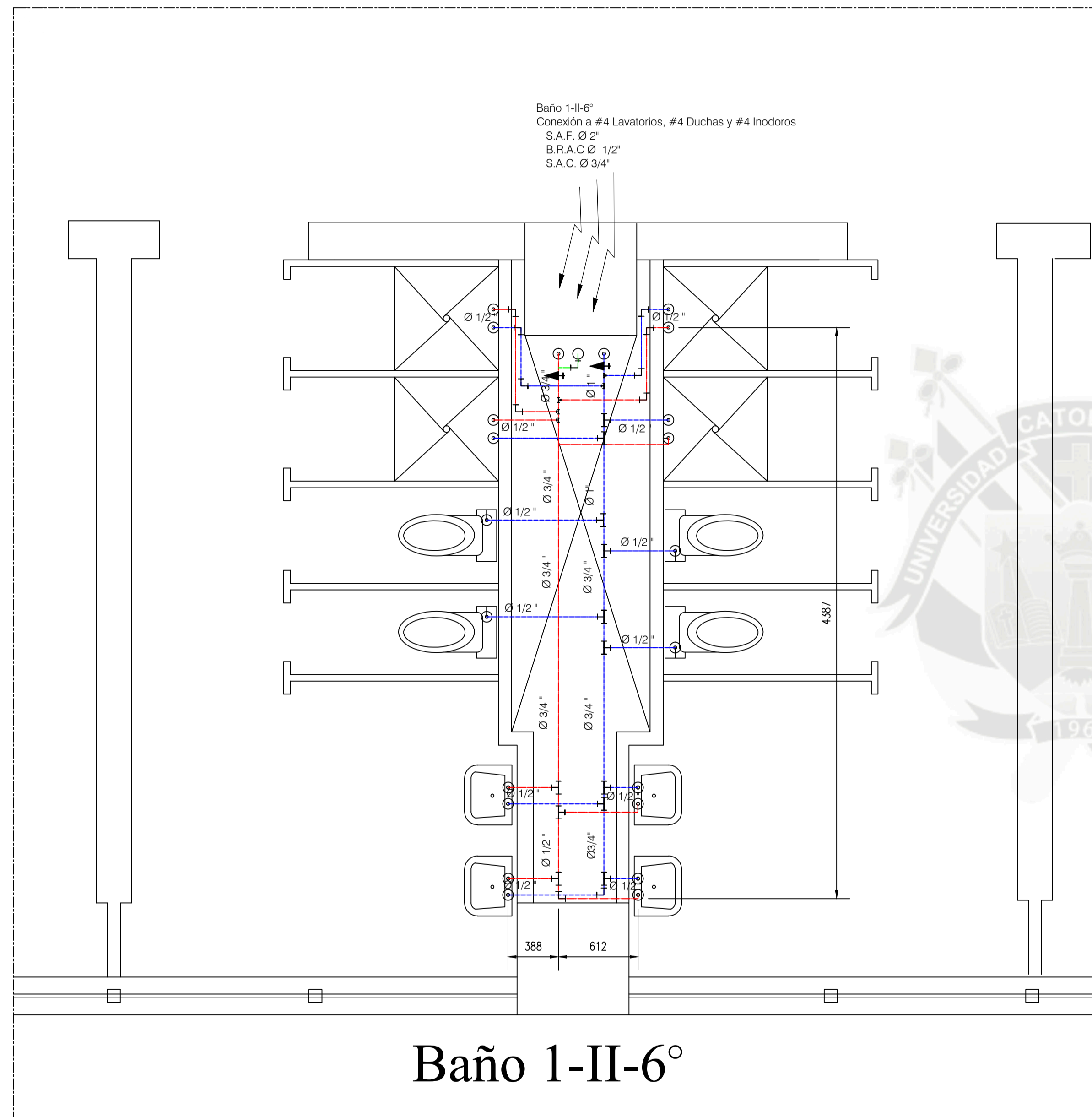
PLANTA  
ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⬇	-	
Codo de 90	⌋	-	
Tee	⊥	-	
Subida de tubería	○	-	
Bajada de tubería	○	-	



KEY PLAN  
ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
Dibujado		Dibujo del mismo N°	Escala: INDICADA
Sin Dibujo:			N° de dibujo: 33
Proyección:			
Fecha	Nombre	Firma	
Dibujado 18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda		
Revisado 13-10-16	C. Gordillo		
Aprobado			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA" PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		TITULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA	
PLANO: P03-VII-4: HOMBRES-VII-CUARTA PLANTA			

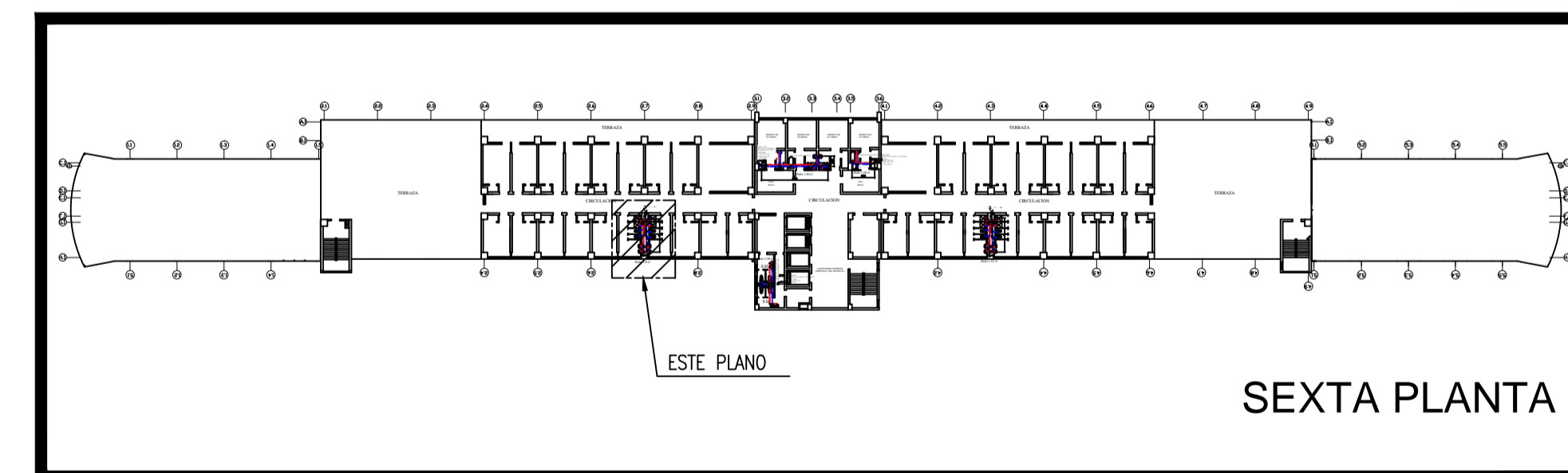


Baño 1-II-6°

2.7

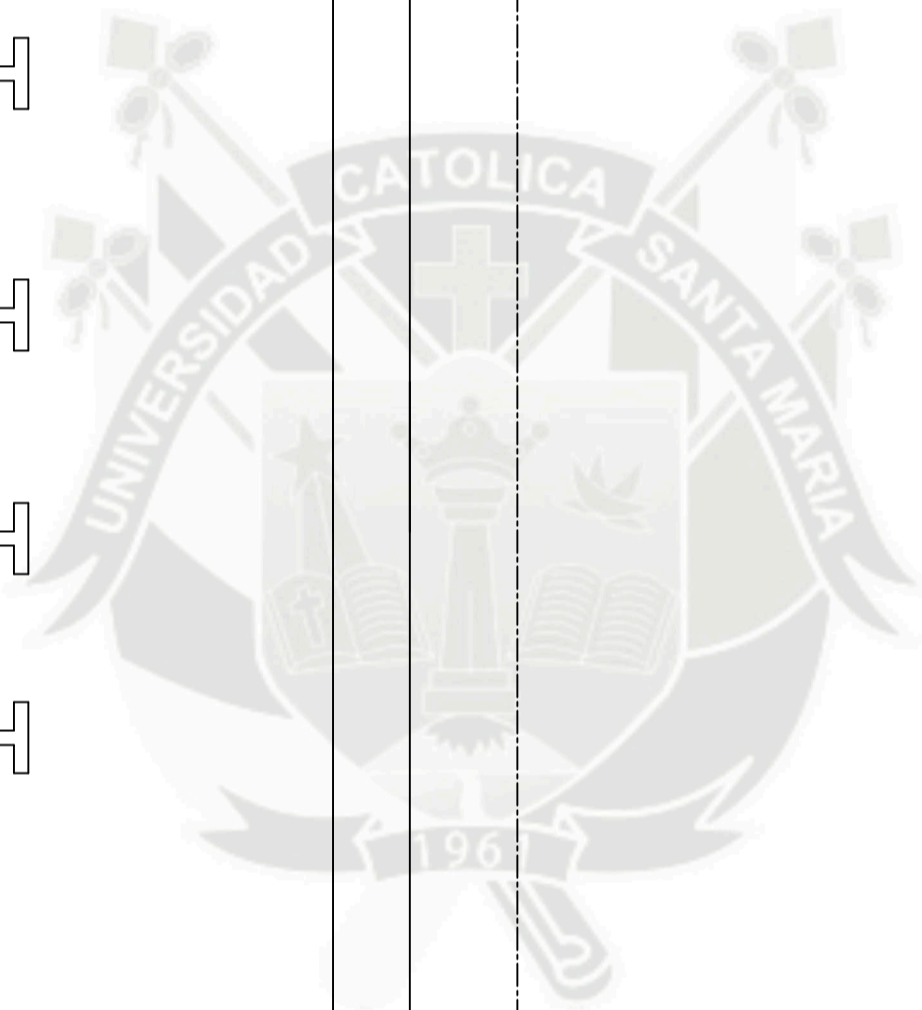
PLANTA  
 ESCALA 1:100

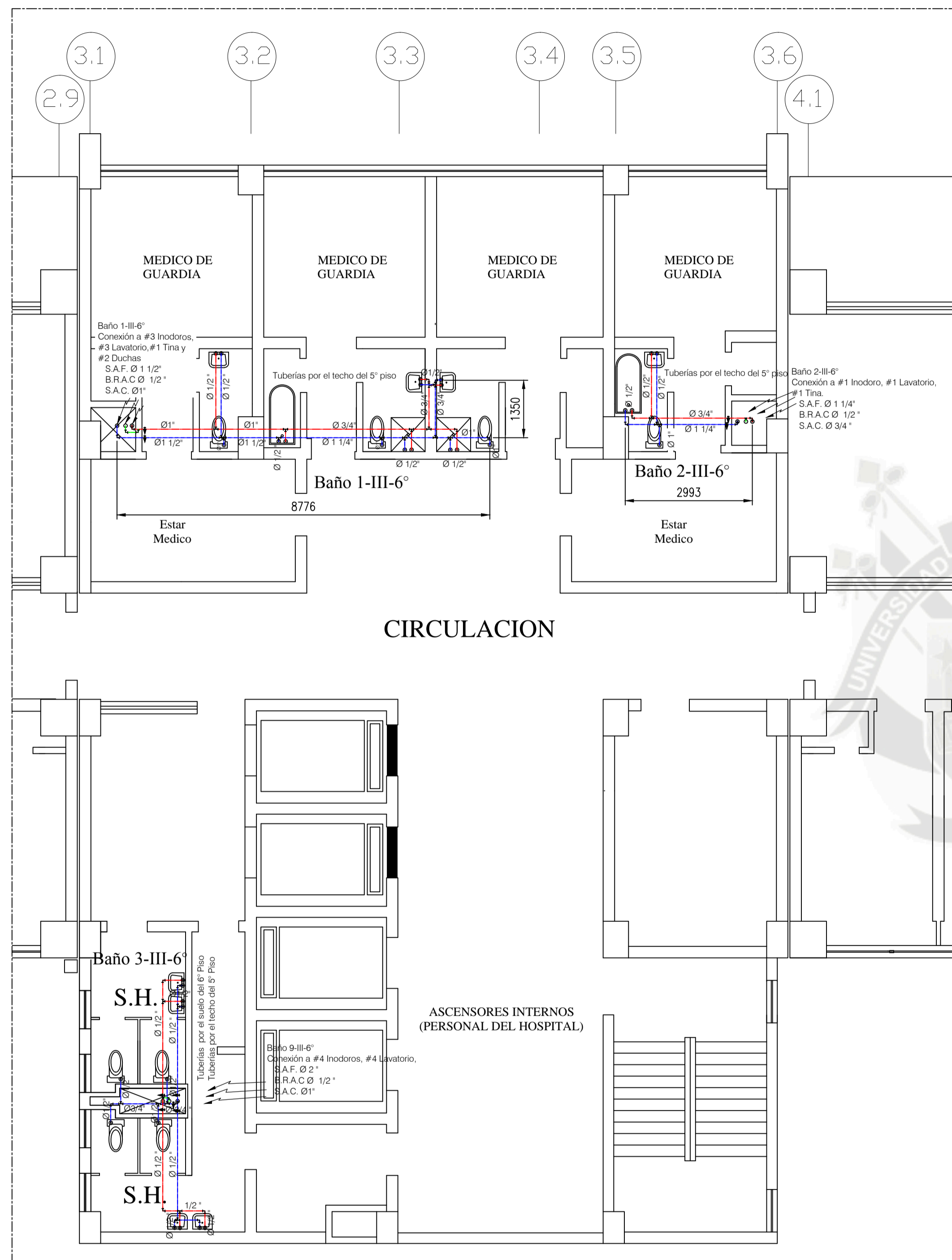
LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría		Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente		Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso		-	-
Codo de 90°		-	-
Tee		-	-
Subida de tubería		-	-
Bajado de tubería		-	-



KEY PLAN  
 ESCALA 1:700

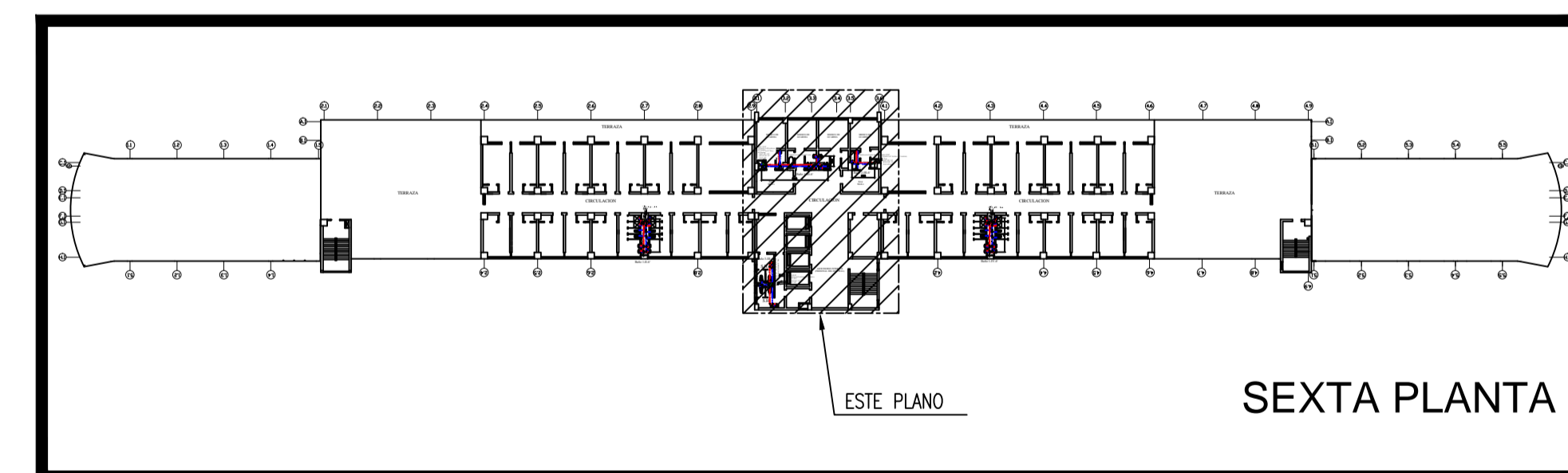
ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
Dibujado	Sin Dibujo:	Dibujo del mismo N°:	Escala: INDICADA
Proyección:		N° de dibujo:	34
Fecha	18-06-16	Nombre	D. Quiroz/V. Tejeda
Revisado	13-10-16	Nombre	C. Gordillo
Aprobado			
TÍTULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCIÓN DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		PLANO: P01-II-6: HOMBRES-II-SEXTA PLANTA	





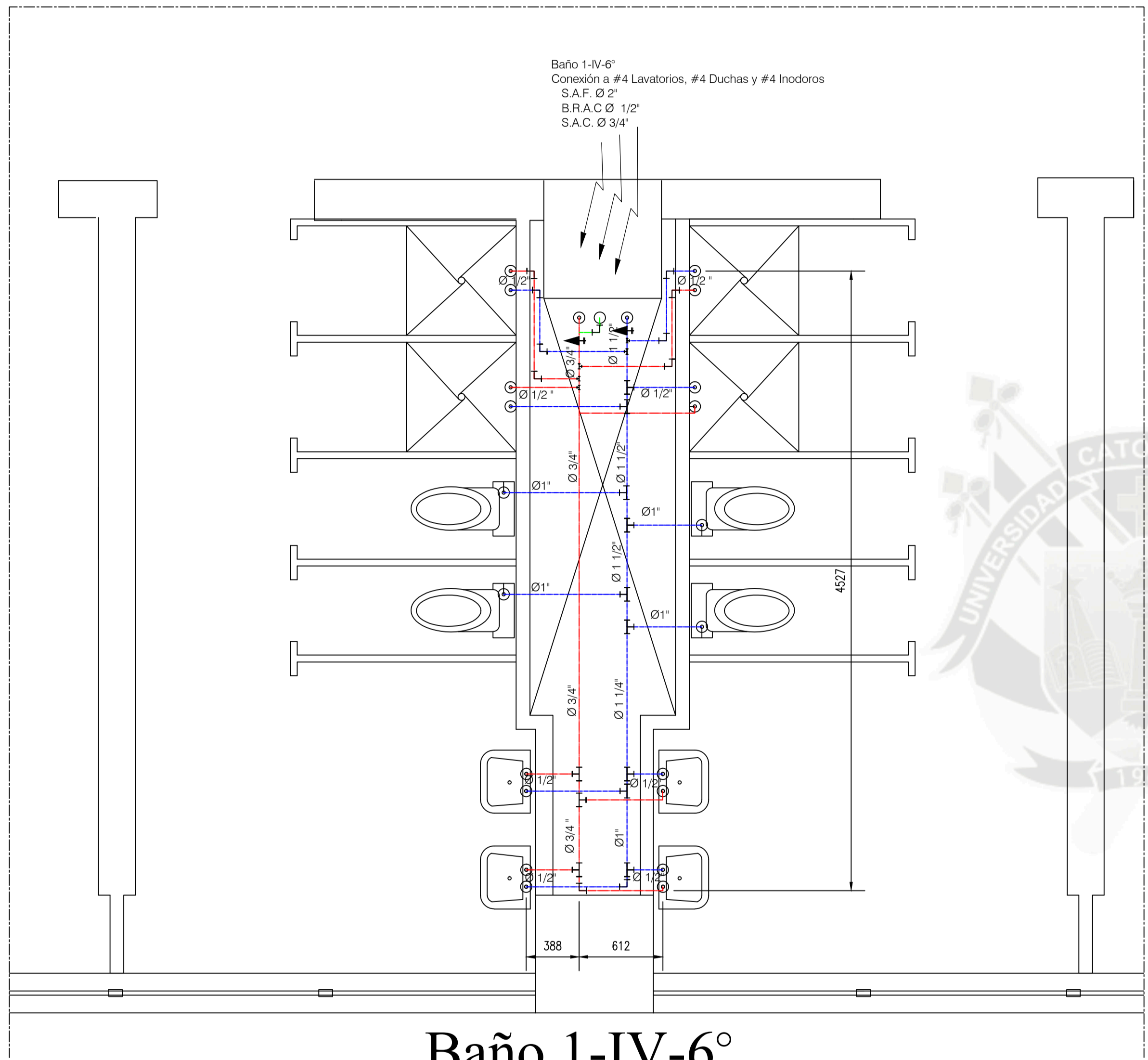
PLANTA  
ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	⊥	-	-
Codo de 90	⌒	-	-
Tee	⊥	-	-
Subida de tubería	○	-	-
Bajada de tubería	○	-	-



KEY PLAN  
ESCALA 1:700

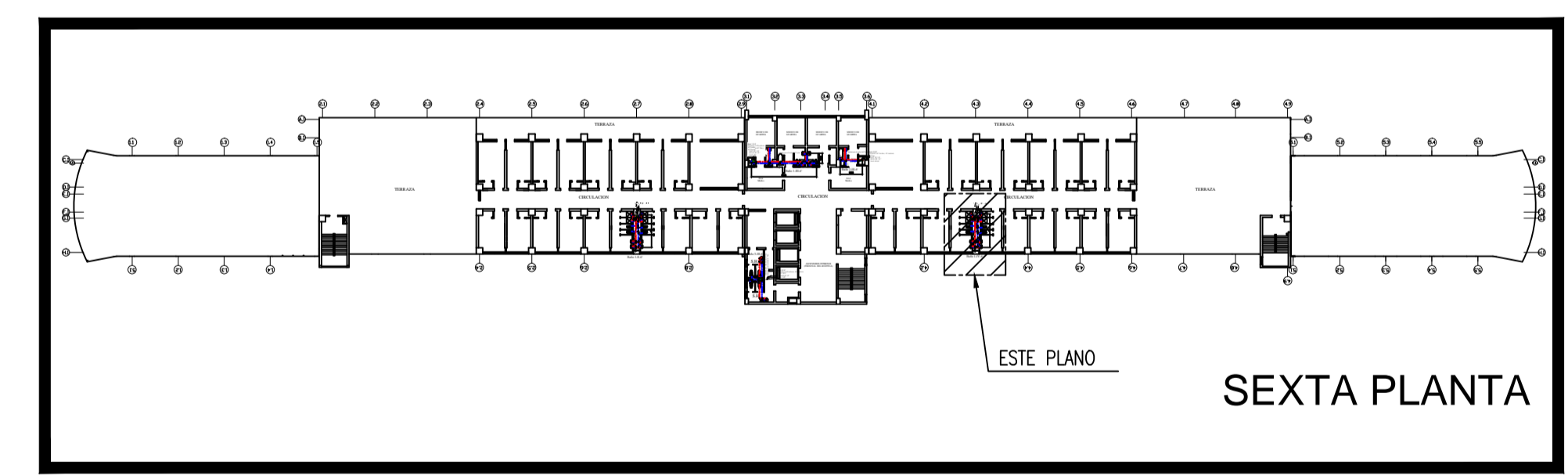
ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	Dibujo del mismo N°		Escala: INDICADA
2	Sin Dibujo:		N° de dibujo: 35
3	Proyección:		
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA"		Fecha	Nombre
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA		18-06-16	D. Quiroz/V. Tejeda
MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		Revisado	13-10-16 C. Gordillo
Aprobado			
TITULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA		PLANO: P02-III-6: HOMBRES-III-SEXTA PLANTA	



Baño 1-IV-6°

4.3  
 PLANTA  
 ESCALA 1:100

LEYENDA			
LINEA	SIMBOLO	MATERIAL	AISLAMIENTO
Agua Fría	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Retorno de Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Agua Caliente	—	Hidro 3	Lana de Vidrio
Válvula de paso	▼	-	
Codo de 90	└┘	-	
Tee	┌┐	-	
Subida de tubería	○	-	
Bajada de tubería	○	-	



KEY PLAN  
 ESCALA 1:700

ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES
Dibujado		Dibujo del mismo N°	Escala: INDICADA
Sin Dibujo:			N° de dibujo: 36
Proyección:			
Fecha	18-06-16	Nombre	D. Quiroz/V. Tejeda
Revisado	13-10-16	Nombre	C. Gordillo
Aprobado			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE "SANTA MARÍA" PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA		TITULO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SELECCION DE EQUIPOS Y COMPONENTES AFINES PARA EL HOSPITAL HONORIO DELGADO ESPINOZA DE AREQUIPA	
PLANO: PQ3-IV-6: HOMBRES-IV-SEXTA PLANTA			