



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

MAESTRÍA DE ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD

MEMORIA DE TESIS DE MAESTRÍA

TEMA:

***“EVALUACIÓN Y OPTIMIZACION EFICIENTE DEL RECURSO HIDRICO Y SU
CICLO DENTRO DE UN CENTRO HOSPITALARIO, CASO DE ESTUDIO
HOSPITAL “LUZ ELENA ARISMENDI” PARROQUIA GUAMANÍ, QUITO
ECUADOR.”***

AUTOR:

Marco Antonio Vásconez González

TUTOR DE TESIS: Ing. Nicolás Salmon PhD.

QUITO-ECUADOR

2017

Presentación

El Trabajo de Titulación: “Evaluación y Optimización Eficiente Del Recurso Hídrico y su ciclo dentro de un centro hospitalario, Caso de Estudio Hospital “Luz Elena Arismendi” Parroquia Guamaní, Quito, Ecuador se entrega en un DVD que contiene: Volumen de investigación y la presentación para la defensa pública, en formato PDF

Dedicatoria

A Kary y Bianca

por ser la inspiración y motor de mi vida

Agradecimiento,

A mis padres Anita y Marco Antonio

por su apoyo incondicional en esta nueva aventura

.....a Dios por dejarme caminar y darme nuevos retos.

INDICE

INDICE.....	6
LISTADO DE TABLAS.....	9
LISTADO DE FIGURAS	11
APENDICE.....	13
RESUMEN	14
INTRODUCCION	15
<i>CAPITULO I</i>	16
<i>1. El Agua como Recurso</i>	16
1.1 El Recurso Hídrico a Nivel Mundial.....	16
1.1.1. El Estrés Hídrico.....	18
1.1.2. El Cambio Climático y la Seguridad Alimentaria.....	19
1.2 Organizaciones y Propuestas Mundiales en la Gestión del Agua	20
1.2.1. Organización de Naciones Unidas – ONU.....	21
1.2.2. ONU – Agua.....	23
1.2.3. AquaFund.....	24
1.3 . El Recurso Hídrico en el Ecuador.....	24
1.3.1. El Agua en la Ciudad de Quito.....	26
1.4 . El Rol en el sector de la Salud frente al Recurso Hídrico.....	33
1.4.1 Organización Mundial de la Salud (OMS).....	35
1.4.2 Red Global de Hospitales Verdes y Saludables.....	36
1.5 . Referencia de Hospitales Eficientes.....	39
1.5.1 Nuevo Hospital Álvaro Cunqueiro, Vigo, España.....	42
1.5.2 Hospital Río Hortega, Valladolid.....	44
1.5.3 Hospital Universitario de La Paz, Madrid.....	47
1.5.4 Investigaciones Científicas.....	48
1.5.5 Referentes en Ecuador.....	50
1.6 . Legislación sobre el Recurso Hídrico en el Ecuador	51
1.6.1. Constitución del Ecuador.....	52
1.6.2. Ley de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua.....	53
1.6.3. El Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULSMA).....	54

1.6.4. Normativas de la construcción y Ordenanzas Municipales.	55
1.7. Reflexiones	63
CAPITULO II:	66
2. Parámetros para la Evaluación de un Centro Hospitalario.....	66
2.1 Conceptualización Teórica.....	66
2.2 Arquitectura Hospitalaria.....	67
2.2.1. Evolución de Tipología Hospitalaria.	67
2.2.2. Áreas Funcionales de un Hospital.....	71
2.2.3. Circuitos de Agua en un Hospital y Calidad del recurso.	79
2.3. Revisión De Sistemas de Certificación y Evaluación Ambiental De Edificios.	82
2.3.1 Sistema De Certificación Internacionales.	82
2.3.2 <i>Sistemas Locales De Evaluación Ambiental.</i>	92
2.4. Reflexiones.	95
2.5. Construcción de Matriz de Análisis de un Centro Hospitalario.....	98
2.5.1. Demanda De Agua Potable.	98
2.5.2 Reutilización De Agua.....	100
2.5.3 Gestión De Agua Lluvias.....	100
2.5.4. Tratamiento De Aguas Residuales.....	102
2.5.5. Matriz de Evaluación	103
2.6 Metodología para la Evaluación del Centro Hospitalario	105
CAPITULO III:.....	110
3. Evaluación del Caso de Estudio Hospital Gineco Obstétrico del Sur “Luz Elena Arismendi”	110
CAPITULO IV:	157
Propuesta de Optimización	157
4. Plan de Gestión y uso Eficiente del Agua.....	157
4.1. Disminución del Consumo de Agua.	158
4.2 Reutilización De Aguas Grises	167
4.3 Gestión De Agua Lluvia	167
4.4. Educación a los Usuarios	172
4.5. Resultados	174
Conclusiones y Recomendaciones	178

Conclusiones.....	178
Recomendaciones.....	181
Bibliografía.....	183
Apéndices.....	187

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 <i>Dotación real de agua en Hospitales de Quito</i>	50
Tabla 2 <i>Clasificación de Inodoros por Consumo</i>	56
Tabla 3 <i>Clasificación de Urinarios por Consumo</i>	56
Tabla 4 <i>Consumo de agua en Griferías</i>	57
Tabla 5 <i>NEC Dotaciones para edificaciones de uso específico Tabla 16.2</i>	58
Tabla 6 <i>Sistemas de Evaluación y Certificación a nivel mundial</i>	83
Tabla 7 <i>Parámetros Evaluación BREEAM</i>	84
Tabla 8 <i>Niveles de consumo eficiente de agua por tipo de aparato sanitario</i>	85
Tabla 9 <i>Parámetros Evaluación LEED</i>	86
Tabla 10 <i>Línea base de consumo de agua para sanitarios</i>	87
Tabla 11 <i>Estándares de consumo para Electrodomésticos</i>	88
Tabla 12 <i>Parámetros Evaluación LEED Healthcare</i>	89
Tabla 13 <i>Parámetros Evaluación PCES</i>	91
Tabla 14 <i>Parámetros Evaluación SEA</i>	93
Tabla 15 <i>Matriz Comparativa de los Sistemas de Evaluación</i>	97
Tabla 16 <i>Línea base para evaluación del consumo en piezas sanitarias</i>	99
Tabla 17 <i>Estándares para Electrodomésticos</i>	99
Tabla 18 <i>Matriz de Evaluación</i>	104
Tabla 19 <i>Cuadro de Áreas del HGLEA</i>	114
Tabla 20 <i>Consumo mensual de Agua Potable del HGLEA</i>	126
Tabla 21 <i>Costo Mensual de Agua Potable del Hospital HGLEA</i>	128
Tabla 22 <i>Comparativo del consumo de las piezas de consumo del HLEA con la Línea Base</i>	130
Tabla 23 <i>Consumo de Pizas Sanitarias en Consulta Externa</i>	131
Tabla 24 <i>Consumo de Pizas Sanitarias en Administración</i>	132
Tabla 25 <i>Equipos instalados y consumo de agua en Esterilización</i>	134
Tabla 26: <i>Consumo de Agua por pizas sanitarias</i>	134
Tabla 27 <i>Listado de Equipos de Lavandería del HGLEA</i>	135
Tabla 28 <i>Consumo Estimado de Agua en Lavadoras del HGLEA</i>	136
Tabla 29 <i>Consumo de Agua en Griferías en el Prelavado</i>	136
Tabla 30: <i>Litros por servicio de alimentación</i>	137
Tabla 31 <i>Consumo de agua en Cocina</i>	138
Tabla 32 <i>Consumo estimado de agua en piezas y griferías de Hospitalización</i>	139
Tabla 33 <i>Consumo Estimado de Griferías y Duchas del HLEA</i>	140
Tabla 34 <i>Estimación Consumo Agua Caliente del HGLEA</i>	141
Tabla 35 <i>Equipos de Vapor Cocina del HGLEA</i>	141
Tabla 36 <i>Consumo de agua en riego y limpieza</i>	142
Tabla 37 <i>Resumen de Consumos de agua en el HLEA</i>	143
Tabla 38 <i>Matriz Evaluación Hospital "Luz Elena Arismendi"</i>	154
Tabla 39 <i>Comparativo alternativas de optimización de piezas sanitarias</i>	160
Tabla 40 <i>Comparativo de costos de las alternativas</i>	161
Tabla 41 <i>Costo de instalación de contadores</i>	164
Tabla 42 <i>Presupuesto Nueva Red AGP para Inodoros</i>	166

Tabla 43 <i>Estimación mensual para la captación de aguas lluvias, considerando los promedios de precipitación en los últimos 30 años en Quito.</i>	170
Tabla 44 <i>Matriz de Evaluación con la Propuesta de Optimización</i>	174

LISTADO DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Demanda Mundial de Agua (2000-2050). Recuperado de Organización para Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE, 2012a, Figura 5.4, Pág. 217.....	17
<i>Figura 2:</i> Total de Recursos Hídricos Renovables (M ³ Per Cápita Por Año), 2014. Recuperado de FAO (2015 ^a , http://www.fao.org/nr/water/aquastat/maps/TRWR.Cap_eng.pdf).	18
<i>Figura 3:</i> ONU Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/	21
<i>Figura 4:</i> Oferta-Demanda de Agua en el DMQ Fuente: Hazen and Sawyer, Estudios de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el DMQ. Resumen Ejecutivo, 2011. Pág. 11.	28
<i>Figura 5:</i> Inundación en paso deprimido Av. La Y al norte de la ciudad. Recuperado de Diario El Comercio.....	33
<i>Figura 6:</i> Miembros Red Global De Hospitales Verdes y Saludables. Recuperado de Informe Anual de Progreso 2014, Red Global de Hospitales Verdes y Saludables. Pág. 6.	37
<i>Figura 7:</i> Planta Hospital Mayor de Milán, Filarette Recuperado de Trachtenberg, Marvin: Arquitectura. De la Prehistoria a la Postmodernidad. Madrid: Akal, 1990.....	68
<i>Figura 8:</i> Planta Hospital Lariboisière. Recuperado de Cook, GC. Henry Currey FRIBA (1820–1900): leading Victorian hospital Architect, and early exponent of the “pavilion principle” Postgraduate Medical Journal 2002; N°78, Pág 352-359.....	69
<i>Figura 9:</i> Organigrama Funcional de la Areas Hospitalarias. Recuperado: Guía de Diseño Arquitectónico para Establecimientos de Salud. Ministerio de Salud Pública de República Dominicana, Santo Domingo, 2015	71
<i>Figura 10:</i> Vista del Ingreso Principal del HGLEA Recuperado de http://www.andes.info.ec/es/noticias/gobierno-ecuador-inaugura-nueva-maternidad-quito-despues-64-anos.html	110
<i>Figura 11:</i> Área de Influencia del Hospital HGLEA. Recuperado de Google Earth, Edición por Autor.	111
<i>Figura 12:</i> Ubicación del Hospital HGLEA. Recuperado de Google Earth, Edición por Autor.....	112
<i>Figura 13:</i> Zonificación del Hospital HGLEA Fuente: Elaboración del Autor.....	114
<i>Figura 14:</i> Accesos Hospital HGLEA Fuente: Elaboración Autor	115
<i>Figura 15:</i> Esquema de Circulaciones en Planta Baja del HGLEA Fuente: Elaboración Autor	116
<i>Figura 16:</i> Esquema de ubicación de reservas agua del Hospital HGLEA Fuente: Elaboración Autor	120
<i>Figura 17:</i> Vista Redes de Distribución en Subsuelo del HGLEA Fuente: Fotografías del Autor. ...	121
<i>Figura 18:</i> Sistema de Generación de Vapor y Calentamiento de Agua del HGLEA Fuente: Fotografías del Autor.	122
<i>Figura 19:</i> Tanques de Almacenamiento de ACS Fuente: Fotografías del Autor.....	124
<i>Figura 20:</i> Vista de recorrido de Tuberías de Agua Caliente y recubrimiento aislante en Subsuelo del HGLEA Fuente: Fotografías del Autor.....	124
<i>Figura 21:</i> Vista Cuarto Bombas Sistema Contra Incendios, en Casa de Máquinas del HGLEA Fuente: Fotografías del Autor.	125
<i>Figura 22:</i> Consumo Mensual de Agua del HLEA Período Enero 2016 a Marzo 2017 en m ³ . Fuente: Elaboración Autor sobre los datos del EMPAPS y HLEA	127
<i>Figura 23:</i> Esquema Consultorio Tipo Fuente: Elaboración Autor.....	131

<i>Figura 24:</i> Esquema proceso esterilización. Fuente: Elaboración Autor.....	133
<i>Figura 25:</i> Vista Interior Área de Lavandería Hospital Fuente: Fotografía del Autor.....	135
<i>Figura 26:</i> Vistas Interiores Área de Cocción y lavado en Cocina del Hospital. Fuente: Fotografías del Autor	137
<i>Figura 27:</i> Esquema Habitación Tipo en Hospitalización Fuente: Elaboración del Autor.	139
<i>Figura 28:</i> Griferías Instaladas en Baterías Sanitarias del Hospital HGLEA Fuente: Fotografía del Autor.	139
<i>Figura 29:</i> Estimación de consumo de agua por servicio. Fuente Elaboración Autor	143
<i>Figura 30:</i> Estimación de consumo de agua por servicio + Lavandería. Fuente Elaboración Autor .	145
<i>Figura 31:</i> Ubicación Cisterna Vertiente del HGLEA Fuente: Elaboración Autor.....	146
<i>Figura 32:</i> Vista ubicación de equipos de A/A en Terraza del Hospital. Fuente: Fotografía del Autor	146
<i>Figura 33:</i> Ubicación de áreas verdes del Hospital HGLEA Fuente: Elaboración del Autor	147
<i>Figura 34:</i> Vista de las Áreas Verdes del Hospital HGLEA Fuente: Fotografías del Autor.....	148
<i>Figura 35:</i> Esquema del Sistema de Aguas Servidas del HGLEA Fuente: Elaboración del Autor....	149
<i>Figura 36:</i> Esquema de funcionamiento de la PTARH Fuente: Elaboración del Autor.....	150
<i>Figura 37:</i> Afiches relacionados al Día Mundial del Agua en la Carteleras del HGLEA Fuente: Fotografías del Autor	153
<i>Figura 38:</i> Ciclo del Agua en el HGLEA Fuente: Elaboración del Autor	155
<i>Figura 39:</i> Inodoro Propuesto para el Hospital. Fuente: Catálogo Edesa, Edición Autor.....	159
<i>Figura 40:</i> Urinario Seco Propuesta Fuente: Catálogo Ecoltec, Edición Autor	159
<i>Figura 41:</i> Fluxómetro de Alta Eficiencia Propuesto Fuente: Elaboración Autor	160
<i>Figura 42:</i> Contador de Agua Fuente: http://ceniferr.com/features/portfolio/micromedicion/	163
<i>Figura 43:</i> Propuesta de Instalación de Sistema de Medición para el HLEA Fuente: Elaboración Autor	164
<i>Figura 44:</i> Propuesta de Incremento de Área Verde Fuente: Elaboración Autor.....	168
<i>Figura 45:</i> Área Potencial de Captación en Cubierta Fuente: Elaboración Autor.....	169
<i>Figura 46:</i> Propuesta para captación de Aguas Lluvias desde la Red Pluvial Existente en el HLEA. Fuente: Fotografía del Autor.....	171
<i>Figura 47:</i> Propuesta de Optimización del Ciclo del Agua en el HLEA Fuente: Elaboración del Autor	176

APENDICE

Apéndice A	187
Apéndice B.....	188
Apéndice C.....	189
Apéndice D	190
Apéndice E.....	191
Apéndice F.....	198
Apéndice G	200
Apéndice H.....	201
Apéndice I.....	204

RESUMEN

El agua representa un factor de importancia en el desarrollo humano, en la actualidad está en crisis debido al agotamiento de fuentes. El sector de la salud a nivel mundial tiene la responsabilidad de prestar sus servicios para curar enfermedades. Los hospitales por su características de servicio, destacan como un grupo de edificios de uso intensivo, deben estar operativos las 24 horas, 365 días, con una constante necesidad de recursos, en especial del agua, tienen un rango de consumo de 400 a 1000 litros por cama al día.

El objetivo principal de esta investigación es evaluar el ciclo del recurso hídrico en hospitales, para ello, es fundamental la construcción de un medio de evaluación, que permita establecer parámetros para el diagnóstico de un hospital. Luego del análisis del caso de estudio, se propone un plan de gestión para su optimización que permita resolver las causas de las insuficiencias o deficiencias en el uso racional del recurso, con la aplicación de medidas como son la conservación, fuentes de abastecimiento, reutilización de agua, manejo de aguas lluvias y su tratamiento previo a la descarga a la red pública.

INTRODUCCION

El Gobierno del Presidente Rafael Correa impulso el mejoramiento de la cobertura de la red de salud a nivel nacional con la construcción de 45 nuevos proyectos, entre ellos centros de salud, hospitales, y centros médicos de especialidades. En mi ejercicio profesional he tenido la posibilidad de participar en la ejecución de varios proyectos a nivel nacional a través de la fiscalización de la construcción, por lo que tengo un interés en la investigación y conocimiento del funcionamiento de este tipo de centros.

Por otro lado, el proceso de aprendizaje de la Maestría en Arquitectura y Sostenibilidad (MAS) me ha brindado herramientas para analizar proyectos de arquitectura, no solo desde una perspectiva funcional o estética sino integral, encontrando en ciertos casos, deficiencias en los procesos de construcción y operación que generan impactos ambientales negativos acelerando el cambio climático.

Esto me ha motivado para efectuar un estudio a profundidad de un recurso primordial para la vida del ser humano como es el agua y relacionar su gestión al interior de un edificio de salud. Este documento proporciona la información técnica para la evaluación de un hospital en el uso eficiente del recurso hídrico, y mediante un caso de estudio se demuestra la aplicación de mejoras para su optimización, marcando las pautas a considerar en las etapas iniciales de planificación hospitalaria.

La Arquitectura por sí sola no puede resolver los problemas ambientales, sin embargo, puede contribuir a la creación de un hábitat más sostenible con decisiones acertadas en el diseño.

CAPITULO I

1. El Agua como Recurso

1.1 El Recurso Hídrico a Nivel Mundial

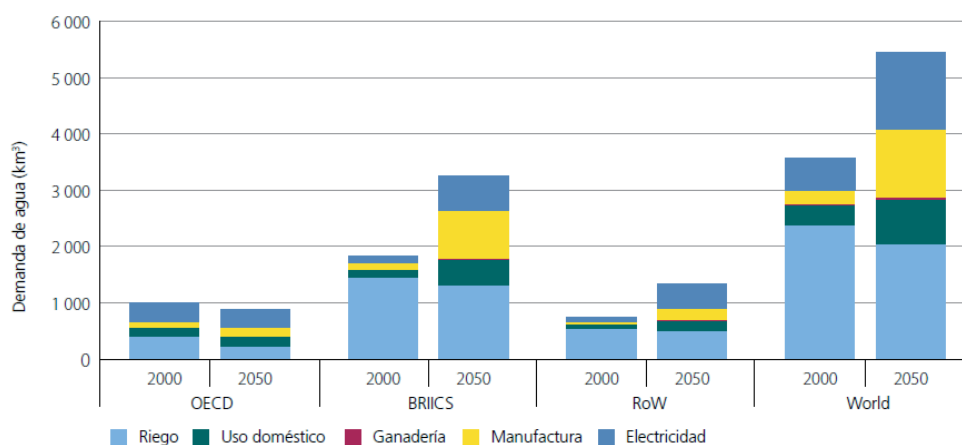
El agua es esencial para la vida, cubre el 70% de la superficie de la tierra, el 2,5% del total corresponde a agua dulce, el resto es salobre, de esta fracción únicamente el 0,01% es aprovechada en el consumo humano el resto son masas de agua superficiales, glaciares y acuíferos no explotables. Su renovación es por medio de un ciclo continuo de evaporación, precipitación y escorrentía, el cual determina su distribución y disponibilidad a través del tiempo. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, 2013)

Cuando se extrae el recurso de forma sostenible, se respeta su ciclo natural, permite la recarga de las fuentes durante los períodos de exceso, logrando compensar la demanda en épocas de sequía. Sin embargo los acuíferos subterráneos no son renovables. Existe evidencia que 21 de los 37 acuíferos más grandes del mundo están sobreexplotados, aumentando entre un 1% y 2% la tasa de captación mundial, poniendo en riesgo la disponibilidad del recurso en los próximos años. (Organización de las Naciones Unidas, 2016)

Existen factores que agudizan la problemática, y la calidad del recurso, en este contexto, la globalización mundial propiciada por el desarrollo industrial, la explotación minera, la agricultura, los sistemas urbanos de alcantarillado y las aguas residuales cuyas descargas van directamente a las vertientes, quebradas o ríos, generan una amplia gama de contaminantes químicos que afectan las fuentes de agua. Más de mil millones de personas no tienen acceso o beben agua contaminada incrementando las enfermedades de la población, además de la degradación del medio ambiente y pérdida de especies animales. Por tanto

también deben abordarse cuestiones sobre saneamiento en el uso del recurso hídrico durante su ciclo de uso en los diferentes procesos productivos. (Organización de las Naciones Unidas, 2016)

Otro factor es la distribución desigual de recursos. Los países desarrollados hacen el uso del 50% del agua del planeta. Con un estándar de vida cada vez más exigente están impulsando el consumo de bienes y servicios para satisfacer sus necesidades con productos que exigen mucha demanda de agua en su producción tales como la carne o la agricultura, en contraste con las zonas rurales o comunidades pobres y vulnerables que no tienen acceso al recurso hídrico, deben transportar el agua para su consumo durante kilómetros a un costo muy superior al de zonas urbanas.



Nota: Los BRICS (Brasil, Rusia, India, Indonesia, China, Sud África); OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos); RoW (resto del mundo).
Estas cifras solo miden la demanda de "agua azul" y no tienen en cuenta la agricultura de secano.

Figura 1: Demanda Mundial de Agua (2000-2050). Recuperado de Organización para Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE, 2012a, Figura 5.4, Pág. 217

El Global Risks Report 2015, publicación anual elaborada por el World Economic Forum, situó a la crisis del agua en el principal riesgo global en términos de impacto social, y medio ambiental que trasciende fronteras y exige un trabajo colaborativo a nivel mundial. En la economía mundial ocho sectores dependen del agua o de recursos naturales: agricultura, bosques, pesca, energía, reciclaje, salud, industria y construcción. Sumado al crecimiento

poblacional se prevé que para el año 2050 la demanda potencial de agua se incrementará en un 55%. Por tanto, el riesgo de la falta del recurso podría provocar graves consecuencias en satisfacer las necesidades de la población, y en la economía mundial.

1.1.1. El Estrés Hídrico.

El estrés hídrico es producido cuando la demanda de agua es mayor al volumen de agua disponible en un período determinado o cuando baja su calidad. Existen diferentes formas de definir y medir esta escasez de agua o el estrés hídrico.

El indicador más conocido es el agua renovable per cápita al año. Un país está bajo estrés hídrico cuando los suministros hídricos están por debajo de 1.700 m³ per cápita al año. Se determina como escasez crónica cuando se sitúan por debajo de los 1000 m³ per cápita al año, y escasez absoluta por debajo de 500 m³ per cápita al año. (Organización de las Naciones Unidas, 2016)

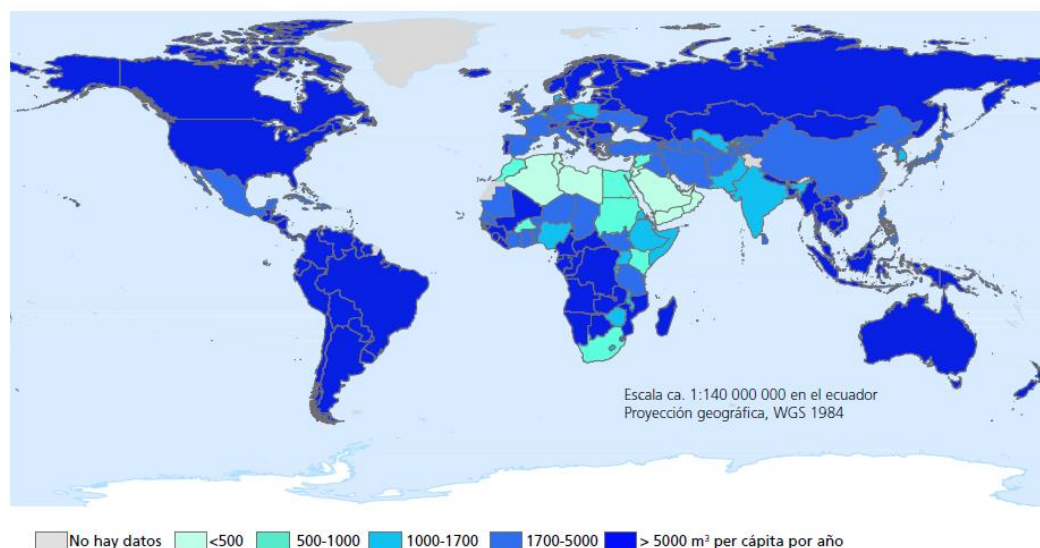


Figura 2: Total de Recursos Hídricos Renovables (M³ Per Cápita Por Año), 2014. Recuperado de FAO (2015^a, http://www.fao.org/nr/water/aquastat/maps/TRWR.Cap_eng.pdf).

La disponibilidad del agua puede variar de forma estacional durante el año, con algunos cambios dramáticos por la demanda en temporada de lluvias o de sequías,

observando escasez del recurso debido al uso humano con la combinación del clima, siendo un riesgo importante el cambio climático que modifica los patrones de precipitación.

África, Asia y Oriente Medio se encuentran en puntos de estrés hídrico, (Sánchez y otros, 2010) siendo las mayores economías en desarrollo disponen de menos de 1000 m³ per cápita al año. (Ver Figura 2) Se calcula a nivel mundial que el costo de la inseguridad hídrica para el sector del riego es de US \$ 94.000 millones al año, y el costo total de la inseguridad hídrica para la economía mundial es de US\$ 500.000 millones anuales.

1.1.2. El Cambio Climático y la Seguridad Alimentaria.

La evaluación realizada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) estima que por cada grado de aumento de la temperatura global, aproximadamente el 7% de la población mundial estará expuesta a una disminución de los recursos hídricos renovables de al menos el 20%, esto colocará a la mayor parte de la población mundial en riesgo de escasez de agua. (Organización de las Naciones Unidas, 2016)

El aumento de temperatura provoca deshielos en los glaciares, a una media de 10 a 60 metros anuales con algún caso de disminución de 74 metros en un año. Con las previsiones actuales dos tercios de los glaciares chinos habrán desaparecido para el año 2050 y su totalidad para 2100. Esto conlleva a un aumento en el nivel del mar de forma lenta, provocando un ascenso del nivel de evaporación del agua y un índice de nubosidad mayor, lo que desencadena en el cambio del ciclo natural del agua, con un aumento de las precipitaciones. Esta variación afectará la obtención de alimentos a nivel mundial. A medida que aumenten los fenómenos meteorológicos como inundaciones, tormentas, o de prolongadas sequías, pondrá en grave riesgo la seguridad alimentaria del planeta. Cuando la

superficie no sea apta para la agricultura producirá migraciones de población afectando de forma irreversible a los ecosistemas y diversidad de la vida de la Tierra.

La agricultura, por ejemplo capta el 70% del agua dulce mundial, en países menos desarrollados el 90%. Una libra de carne necesita de 3.000 litros para llegar a la mesa de un consumidor. En Estados Unidos el consumo doméstico total de agua es del 5% frente al abrumador 55% de la industria agrícola. La industria utiliza entre el 15% y 20% de las captaciones y el 10% restante se utiliza para fines domésticos incluyendo saneamiento e higiene.

La disminución de la calidad y cantidad de agua disponible intensificará la competencia entre los usuarios, incluyendo la agricultura que es altamente sensible a las variaciones climáticas y tiene estrecha relación con las actividades socioeconómicas del lugar. Muchos productos no alcanzarán a desarrollarse al 100% con lo que generaría escasez e inflación por la especulación en los precios de los productos. Además el calentamiento provoca que las temporadas de cultivo varíen y se use más químicos para la producción, transgénicos para motivar el crecimiento y desarrollo lo cual repercute directamente en la salud de las personas. (Organización de las Naciones Unidas, 2016)

Es primordial una gestión sostenible del agua que asegure la producción de los alimentos, así como es importante mantener las fuentes, el agua de ríos, lagos que mantienen ecosistemas, definen las especies animales de cada lugar, y además reabastecen las fuentes para el consumo humano.

1.2 Organizaciones y Propuestas Mundiales en la Gestión del Agua

La importancia del agua en el desarrollo humano, explicado en los párrafos anteriores es indiscutible. La protección de los recursos hídricos, la explotación, la contaminación y el saneamiento son temas de trascendencia mundial, por tanto varias organizaciones apuntan sus

esfuerzos para lograr el acceso libre y seguro del agua como un derecho humano, como un elemento fundamental en el desarrollo sostenible de las urbes. A continuación se revisarán las principales propuestas para apoyar la protección del recurso hídrico, muchas de las cuales están relacionadas entre sí.

1.2.1. Organización de Naciones Unidas – ONU.

Para la Organización de Naciones Unidas (ONU), el agua es el centro del desarrollo sostenible; es fundamental para el crecimiento socio económico de las naciones y es un vínculo prioritario entre el sistema climático, la sociedad y el medio ambiente. La escasez de los recursos hídricos afecta al 40% de la población mundial, cifra que va en aumento. La baja calidad de las fuentes o su contaminación afecta negativamente en la salud de la población, por lo cual es necesario un régimen global para hacerle frente a esta problemática.



Figura 3: ONU Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>

En el año 2015, la ONU determinó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Esto implica un compromiso universal de los países miembros, la cual regirá los programas de desarrollo mundiales con la finalidad de la erradicación de la pobreza como medio para lograr un desarrollo sostenible. Esta Agenda plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS),

que abarcan lo económico, social y ambiental. El objetivo 6 está relacionado con garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

Para mejorar estas condiciones, se establecen las siguientes metas, las cuales por su importancia se citan de forma íntegra de la Agenda:

- *“...Para 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable, a un precio asequible para todos.*
- *Para 2030, lograr el acceso equitativo a servicios de saneamiento e higiene adecuados para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones vulnerables.*
- *Para 2030, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la reducción a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento sustancial del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial.*
- *Para 2030, aumentar sustancialmente la utilización eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua.*
- *Para 2030, poner en práctica la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.*
- *Para 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.*
- *Para 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al*

agua y el saneamiento, incluidos el acopio y almacenamiento de agua, la desalinización, el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos, el tratamiento de aguas residuales y las tecnologías de reciclaje y reutilización.

- *Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.”* (Organización de Naciones Unidas, 2015).

1.2.2. ONU – Agua.

Naciones Unidas creó en el año 2003 la organización ONU-Agua. Esta tiene el objetivo de reforzar la coordinación entre las entidades relacionadas con el manejo del agua dulce y del saneamiento. Se centra en proporcionar información, crear una base de conocimientos sobre las cuestiones relativas al agua y proporcionar una plataforma para debatir y abordar nuevos desafíos sobre normativa mundial. ONU-Agua al momento consta con 26 miembros del Naciones Unidas y varios asociados en representación de organizaciones y de la sociedad civil.

ONU-Agua dispone de 4 programas específicos, cada uno desarrolla su propio plan de trabajo, presupuesto y un organismo a cargo de la coordinación de la aplicación, los cuales se enumeran a continuación:

- Programa mundial de evaluación de los recursos hídricos.
- Programa de ONU-Agua para el desarrollo de la capacidad en el marco del Decenio.
- Programa de ONU-Agua sobre fomento y comunicación en el marco del Decenio.
- Programa de OMS/UNICEF de monitoreo del abastecimiento de agua y saneamiento

Su responsabilidad radica en realizar el seguimiento y entregar informes sobre los avances realizados en los proyectos implantados en distintas poblaciones, para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los acuerdos de la Cumbres Mundiales.

1.2.3. AquaFund.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a través de la creación en el 2008 de AquaFund, ofrece financiamiento no reembolsable para los proyectos en áreas urgentes de agua y saneamiento en países de América Latina y el Caribe. Funciona a través de un capital aportado por el BID y socios estratégicos que aportan con soporte técnico y económicamente a la fundación. Al momento los socios de la organización han donado cerca de 31 millones de dólares¹ para la generación de proyectos.

AquaFund aporta en la ejecución de proyectos con carácter urgente para mejorar la calidad de vida de las personas, en zonas urbanas y rurales, así como el desarrollo de proyectos comunitarios para dar acceso a los servicios en poblaciones de bajos ingresos.

Entre las iniciativas promovidas están proyectos de acceso a agua y saneamiento en áreas de baja densidad de población, alcantarillado urbano y el control de inundaciones y proyectos pilotos de participación comunitaria aplicando un enfoque sostenible y participativo con la población.

Como resultados de AquaFund se debe destacar el apoyo a más de 124 proyectos, con una inversión de más de 4100 millones de dólares en el sector de agua y saneamiento, para que los gobiernos de la región mejoren el acceso y suministro de agua, además de promover el fortalecimiento institucional, con el aporte de conocimientos en el sector.

1.3 . El Recurso Hídrico en el Ecuador

Visto la problemática mundial sobre el agua y su gestión, es necesario profundizar en su estudio en nuestro país. El Ecuador es de los países con la mayor biodiversidad biológica del mundo, esto en parte gracias a una alta disponibilidad del recurso hídrico y su geografía bastante homogénea debido a su condición física climática. El Ecuador tiene una disponibilidad hídrica de alrededor de 20.700 m³/hab/año, superando la media mundial de

¹ Fuente: <http://www.iadb.org/es/temas/agua-y-saneamiento/aquafund-en-accion,2356.html#preparacionProyectos>

alrededor de 1.700 m³/hab/año, revisada en párrafos anteriores. La mayor reserva del país está en la vertiente amazónica, aunque la mayor demanda está en el sector de costa y sierra debido a la distribución de la población a lo largo del territorio. (SENPLADES, 2013)

El Plan Nacional del Buen Vivir contempla un espacio significativo para el recurso hídrico. El Objetivo 7 garantiza los derechos de la naturaleza para promover la sustentabilidad ambiental y territorial. El Estado exige a sus distintas estructuras a alinearse bajo este objetivo para mejorar el trabajo en el recurso hídrico. La Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), plantea la Estrategia Nacional de Agua Potable y Saneamiento (ENAS) en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU mencionados anteriormente, con el fin de alcanzar en los próximos 10 años el acceso universal de agua potable y saneamiento a la población de una forma sostenible y de calidad. La Estrategia no solo está en ampliar la cobertura, sino en contar con prestadores de servicio eficientes, promoviendo la educación de la comunidad sobre el ahorro del recurso y pago del servicio.

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) para el año 2012, la cobertura del agua potable a nivel nacional en zonas urbanas es del 94% y en zonas rurales apenas el 36%, siendo la falta de calidad del agua uno de los mayores problemas. Debido a la contaminación de las fuentes hídricas por químicos y aguas residuales, 61 cantones del país no poseen una calidad mínima de agua potable, lo que aumenta la dispersión de enfermedades. Los Ministerios de Salud, Agricultura y Ambiente trabajan en la identificación de químicos nocivos para prohibir su uso en el agro.

Otra vulnerabilidad que presenta el recurso hídrico son las inundaciones. El Gobierno Nacional ha invertido durante su gestión más de 1.000 millones en proyectos hídricos en la prevención de crecidas en época de invierno, así como del fenómeno del Niño, que han afectado durante varios años las poblaciones y la agricultura. Estos proyectos también

permiten dotar de agua para riego en épocas de sequías. Los proyectos que ya se encuentran en operación son Bulubulu, Cañar y Naranjal, el Multipropósito Chone, trasvase Daule-Vinces-Chongón-San Vicente, trasvase Chongón - Santa Elena, ubicados en las provincias de Guayas, Manabí, Santa Elena, Los Ríos y Cañar. Benefician las zonas agrícolas que se traduce en beneficio para todo el país. (Mestanza, 2016)

La Legislación Nacional establece la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado como competencia de los Municipios o Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), por lo que es necesario priorizar la labor del Municipio de Quito y la EPMAPS para concluir con la reseña de la problemática local sobre la gestión del recurso hídrico.

1.3.1. El Agua en la Ciudad de Quito.

El sitio elegido de estudio, es el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), por lo que es importante su contexto. La capital del Ecuador fundada en 1543, tiene una población estimada de 2´4 millones. Se desarrolla a lo largo del valle andino limitado por volcanes por más de 30 km, el principal el Pichincha, con un ancho de 6 km, con una temperatura media de 10° a 20° C. Lo cual le da características únicas en cuanto a clima y biodiversidad: existen 17 ecosistemas marcados por la geografía propia de la ciudad. Conserva el Centro Histórico más importante de Latinoamérica por lo que fue declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 1978.

A nivel del manejo del agua y sus desafíos para su conservación en Quito, es necesario analizar las fuentes de abastecimiento, proyección de crecimiento, saneamiento y el manejo de aguas pluviales en la ciudad.

1.3.1.1. Red de Abastecimiento y Perspectivas de crecimiento.

La geografía y condiciones hidrológicas de la ciudad han favorecido la presencia de fuentes de agua natural, tanto superficial como subterránea siendo el origen del agua cruda para abastecer parte de la ciudad. Otras fuentes son localizadas en el ecosistema del páramo como el Antisana y en las vertientes de la región amazónica.

La Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) se ha preocupado de dotar y ampliar su red de servicio. El proceso de producción contempla una serie de pasos que logran eliminar la turbiedad, impurezas y suciedad del agua cruda, para distribuirla en agua para el consumo humano.

El sistema de producción de agua está compuesto por varias plantas de tratamiento, entre las principales: Bellavista, Puengasí, El Troje y Paluguillo, cada una con su zona respectiva de servicio. El agua obtenida cumple con la Norma INEN1108 que garantiza su calidad, además ha recibido certificaciones internacionales como la AquaRating que certifica el servicio brindado.

Según datos de la EPMAPS a finales del 2015, tiene una cobertura del 98,55% en provisión de agua potable y 92,73% de servicio de alcantarillado en la ciudad. Debido a que la ciudad posee un mayor empleo de agua al comparar los litros diarios por habitante, entre urbes con similares ubicaciones geográficas: Quito emplea 200 litros diarios; Cuenca 180; mientras que Bogotá 168 o Medellín 150, tiene en desarrollo un plan sobre la reducción de pérdidas y consumo de agua, con metas a largo plazo de reducir hasta el 2019 en un 25% del consumo. En el caso de los mayores consumidores del recurso como hospitales, centros comerciales, vivienda colectiva, aún no se cuenta con una política o estrategia al respecto. (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS, 2015)

La EPMAPS mantiene y opera los sistemas de tratamiento del agua en la ciudad con una capacidad instalada de 9.4 m³/s, de acuerdo al Estudio de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el DMQ del año 2011. Las demandas máximas programadas para el año 2020 se incrementarán a 10.9 m³/s y a 13 m³/s para el 2040. Con esto se deberá incrementar los caudales de la red existente para cubrir la demanda debido al incremento poblacional y su distribución espacial. (Hazen and Sawyer Ingenieros Ambientales y Científicos, 2011)

Con esta perspectiva, se deberá ampliar los caudales en al menos 2.8 m³/s para el año 2020 y en 2.1 m³/s para el año 2040, esto representa un incremento en los caudales de 280 l/s hasta el año 2020 y 105 l/s adicionales para el segundo período. Con los escenarios de población determinados en el estudio, se pretende cubrir la demanda ajustada del QMD la mayor parte del tiempo. La Figura 4 muestra las curvas de demanda con los escenarios de población definidos por el INEC hasta el 2040.

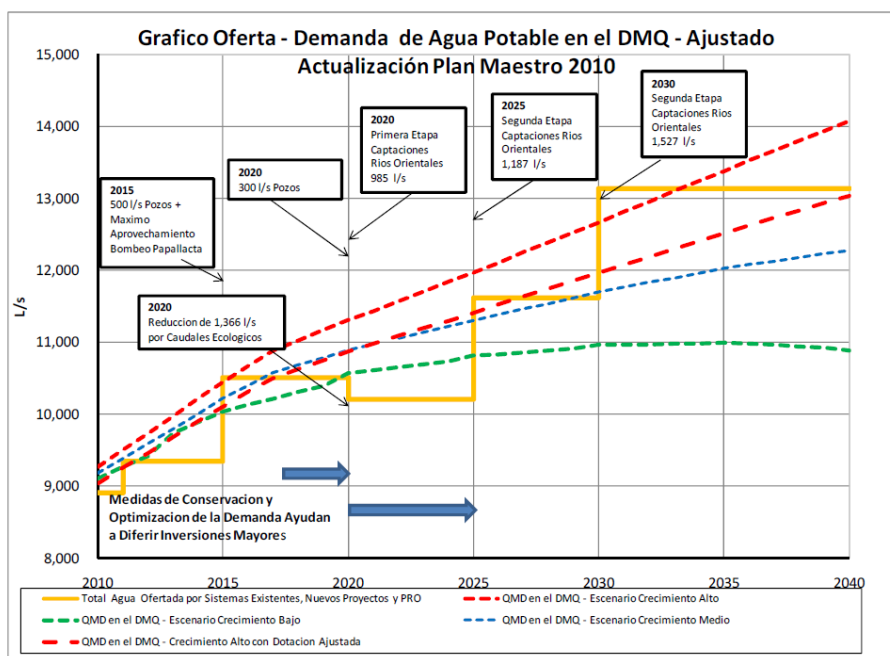


Figura 4: Oferta-Demanda de Agua en el DMQ Fuente: Hazen and Sawyer, Estudios de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el DMQ. Resumen Ejecutivo, 2011. Pág. 11.

Para el caso del DMQ, es necesario contar con nuevas fuentes de agua, las cuales están cada vez más distantes de la ciudad, lo que implica mayores costos de estudios, construcción de las obras de conducción y sistemas de transmisión. Entre las alternativas planteadas se estima un presupuesto de al menos USD \$ 464 millones para la construcción de proyectos en distintas fases para garantizar el abastecimiento de agua para la ciudad.

Las principales fuentes superficiales están en los ríos amazónicos en la provincia de Napo, estas podrán ser aprovechadas por sistema a gravedad con captaciones en los ríos Chalpi, Blanco y Quijos. Sin embargo, debido a la magnitud de las obras su operación no podrá darse antes del 2025, por lo que además es necesario mejorar primero la red existente, aumentar la capacidad de bombeo y ampliación de plantas Bellavista, Puengasí y El Troje, de igual forma tener reservas en caso de emergencia. (Hazen and Sawyer Ingenieros Ambientales y Científicos, 2011)

Las proyecciones futuras hacen prioritario gestionar de manera eficiente el recurso hídrico. El Plan Maestro de Agua Potable recomienda entre otras acciones, la gestión eficiente del agua, control de pérdidas, la preservación de las fuentes con proyectos a corto y mediano plazo.

1.3.1.2. Saneamiento y Descontaminación.

La EPMAPS dentro de sus planes de dotar de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para la ciudad, ha implementado varios proyectos para el saneamiento de las aguas en la ciudad; entre estos están: Programa para la descontaminación de ríos, Plan de control de inundaciones y control de drenaje y Plan de Saneamiento Ambiental con la instalación de dos plantas de recuperación de agua en el sur de la ciudad en el sector de Quitumbe y El Beaterio. (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS, 2016)

1.3.1.3. Programa para la descontaminación de los Ríos Quito

Debido a la importancia que representa la descontaminación de las aguas, el objetivo del proyecto es realizar un manejo integral de las descargas generadas por la población en domicilios y por actividades productivas e industrias hacia los ríos de la ciudad mediante la interceptación, conducción y tratamiento de las aguas residuales de la ciudad, esto en concordancia con la normativa nacional sobre el agua revisada anteriormente. (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS)

Esto permitirá mejorar la calidad del ambiente urbano, recuperar el entorno paisajístico de las quebradas y ríos, así como la conservación de las características de los ríos, en especial Guayllabamba, con sus principales aportantes Machángara, San Pedro, Monjas. Esto tendrá una incidencia directa en los cantones de Mejía Pedro Moncayo, Rumiñahui y las parroquias orientales. (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS, 2016)

Con la descontaminación de los ríos se aprovecha el agua para riego y producción de alimentos, logrando un mayor bienestar en la población al usar un recurso de mejor calidad.

El propósito es interceptar los principales colectores de efluentes de la ciudad para ser conducidas a una planta de recuperación de aguas en el sector de Vindobona, con otras más pequeñas en las diferentes parroquias. La ejecución estima la construcción de 197,3 km de colectores interceptores en el acople de la red. Conjuntamente se plantea el aprovechamiento de las aguas residuales, en diferentes de niveles, para la generación Hidroeléctrica con 3 centrales con una capacidad total de 43MW, ubicadas en los sectores de Batán, Nayón y la Tola.

Para Mauricio Rodas, Alcalde de Quito, este proyecto ubicará a la ciudad a la vanguardia regional en lo relacionado a tratamiento de las aguas residuales,

descontaminación de ríos y quebrada con el compromiso de hacer de Quito una ciudad sostenible. (La Hora, 2016).

Este proyecto al momento se encuentra a nivel de estudios y en proceso de obtención de permisos en las distintas entidades gubernamentales como el Ministerio del Ambiente, SENAGUA, ARCONEL, en la Secretaria de Territorio, Hábitat y Vivienda para el inicio de procesos de expropiación de terrenos y declaratoria de utilidad pública. El presupuesto referencial de todos los componentes y fases de proyecto se estima en 900 millones de dólares americanos y se prevé para el primer semestre del año 2017 el inicio con los procesos de licitación de las fases iniciales. (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS, 2016)

Plan de Saneamiento Ambiental

La EPMAPS contempla la construcción de 20 plantas de tratamiento de agua residual con lo que completará el manejo integral del ciclo del agua usada Quito. Actualmente se concluyó la construcción de la primera Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad, ubicada en un sector de Quitumbe, sitio estratégico debido al alto nivel de descargas industriales y domiciliarias del sector hacia el río Machángara, el cual tiene un alto nivel de contaminación desde los años 80. (González, 2017)

El caudal a tratar por la planta es de 110 litros por segundo, mediante la tecnología de tratamiento de lodos activados por aireación extendida, para obtener un efluente de buena calidad aunque no servirá para consumo humano. Esto causa una disminución en los costos de operación y mantenimiento de la misma. (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS, 2016)

El sistema de tratamiento se puede simplificar en cuatro fases. En la primera, el agua es sometida a un proceso de desarenación, retiro de residuos grueso y finos; la segunda

comprende la inyección de oxígeno para la generación de bacterias que descomponen la materia orgánica; luego el agua es filtrada, pasa por los tanques de sedimentación; finalmente es desinfectada mediante rayos ultravioletas y devuelta al cauce. Los sedimentos resultantes de los lodos servirán para convertirlos en abono orgánico o material de relleno.

La planta se inauguró en el primer trimestre del 2017, con una inversión de infraestructura de \$12,3 millones de dólares. El segundo proyecto considera la construcción de la planta en el sector de El Beaterio, con una capacidad mayor a Quitumbe aproximadamente 340 litros por segundo, para este proyecto el cabildo está en busca del financiamiento que permita su ejecución. (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS, 2016)

Gestión de Aguas Lluvias y Control de Inundaciones

La ciudad está atravesada por 33 cauces naturales, con el crecimiento de la ciudad varios han sido embaulados o rellenados, en zonas donde los cauces son abiertos existen problemas con el vertidos de sólidos que afectan el sistema de drenaje natural de la ciudad. (Municipio de Quito, 2011)

Las redes de alcantarillado instaladas en la ciudad de Quito, son de un régimen combinado que recolecta las aguas lluvias y servidas, funciona a gravedad. Además tiene un sistema de colectores de regulación hídrica en las laderas del Pichincha para proteger a la ciudad de deslaves o aluviones.

Cuando el sistema se satura o colapsa puede provocar inundaciones a lo largo de la ciudad. En el año 2017, por el fuerte invierno que sufrió la capital, el Municipio declaró en emergencia a la ciudad. Se registraron 133 inundaciones, 79 colapsos estructurales y 44 árboles caídos. (Romero, 2017)



Figura 5: Inundación en paso deprimido Av. La Y al norte de la ciudad. Recuperado de Diario El Comercio.

La EPMAPS ante la gravedad de esta problemática, desarrollo un Plan de Manejo para la optimización del drenaje urbano y el control de inundaciones, el mismo se encuentra en ejecución desde el año 2011. Dentro de las acciones del plan se ha mejorado el sistema de alcantarillado, ampliando su cobertura y las condiciones hidráulicas del sistema, actualmente alcanza los 596 km en redes principales y 4 767 km en colectores secundarios. Por otra parte, se tiene el manejo de las 63 quebradas donde se han emplazado 72 estructuras de retención, y limpieza permanente dando una cobertura final del sistema del 91,81% del DMQ. (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS)

El Plan contempla una mejora de la gestión de escorrentía pluvial urbana, proponiendo estructuras que retengan las aguas y retarden su llegada al drenaje para evitar su saturación. Es necesario además plantear esquemas alternativos para la retención de la escorrentía incrementando terrazas verdes, pavimentos permeables que permitan la infiltración y la retención temporal del volumen.

1.4 . El Rol en el sector de la Salud frente al Recurso Hídrico.

El sector de la salud tiene la responsabilidad de prestar sus servicios para curar. Los hospitales, por sus características de servicio, destacan como un grupo de edificios de uso

intensivo. Deben estar operativos las 24 horas, 365 días, con una constante necesidad de disponibilidad de recursos, en especial del agua. Tienen un rango de consumo de 500 a 1000 litros por cama al día, cuando en una vivienda en nuestro país por ejemplo se estima en 160 litros por persona al día.

Los hospitales contribuyen significativamente al cambio climático por su constante necesidad de disponibilidad de energía, recursos, requisitos especiales de climatización en el control de enfermedades para la atención de los pacientes. (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, FENERCOM, 2010). El Servicio Nacional de Salud de Inglaterra calculó que su huella de carbono es más de 18 millones de toneladas de CO₂ por año, equivalente al 25% de las emisiones del sector público. (Organización Mundial de la Salud, 2010)

Para tener una relación del efecto de gases invernadero en la producción de agua, debemos considerar que 1 m³ de agua implica una emisión mínima de 8 kg de CO₂ tomando en cuenta todo el ciclo del agua: captación, distribución, acumulación, proceso dentro del hospital y vertido a la red pública (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, FENERCOM, 2010).

Por otro lado, la generación de agua caliente sanitaria en los hospitales, proviene del consumo de combustibles fósiles, que representan el 86% del consumo total de energía a nivel global, porcentaje que no ha variado significativamente en los últimos 40-50 años (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, FENERCOM, 2010). Es decir, más de cuarenta años después de la primera gran crisis del petróleo de 1973, la humanidad continúa con una dependencia en su mayoría del petróleo, del gas y del carbón, con aportación creciente de éste último a pesar de ser el combustible más contaminante.

Este escenario no cambiará significativamente mientras otros sistemas de generación de energías limpias, renovables, no se desarrollen para competir en condiciones de igualdad.

Asimismo esta creciente demanda de recursos, ha hecho que la eficiencia en el uso del agua, sea una constante preocupación para los proyectistas de los nuevos hospitales a nivel mundial para disminuir su propia huella ambiental (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, 2013). Formando varias iniciativas o programas desde la Organización Mundial de la Salud o redes no gubernamentales entre esas la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables que se revisará más adelante.

1.4.1 Organización Mundial de la Salud (OMS).

La OMS fue creada en 1948 como la autoridad en asuntos de sanidad internacional en el sistema de Naciones Unidas, con la finalidad de ofrecer liderazgo en la difusión de la salud y su aporte en la vida de los seres humanos mediante prevención, vigilancia y respuesta sanitaria en apoyo de los países miembros.

Diversos informes de la OMS han atribuido aproximadamente una cuarta parte de las enfermedades y muertes al año por factores ambientales, entre los cuales están: consumo de agua contaminada, malas condiciones sanitarias de las ciudades, polución del aire, los impactos adversos de las industrias, hasta la construcción y contaminación del suelo. (A. Prüss-Üstün, 2006).

Estas causas están relacionadas directamente con la gestión del recurso hídrico, provocando un aumento de enfermedades. En países en desarrollo debido a la falta de redes de abastecimiento o mala calidad del agua potable, la asistencia de servicios de salud suelen dar un servicio deficiente. Las aguas residuales de un hospital deberían ser tratadas previamente antes de ser descargadas a la red municipal. En lugares donde no existen servicios o poco control en las descargas finales terminan por incidir más en las enfermedades de la población. (A. Prüss-Üstün, 2006)

La OMS en esos casos tiene un plan específico de la gestión del agua, para comprender y plantear acciones respecto al impacto del agua en la salud. El Programa Agua, Saneamiento y Salud se centra en:

- La calidad de los recursos hídricos
- La evaluación de los impactos de salud
- La colaboración intersectorial
- El manejo ambiental para reducir la transmisión y los riesgos de exposición.

1.4.2 Red Global de Hospitales Verdes y Saludables.

De iniciativas no gubernamentales, destaca la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables, con sus inicios en el año 2012. Reúne a hospitales alrededor del mundo con el compromiso de reducir su huella ecológica, buscando la neutralidad del consumo, reducción de emisiones de carbono y ahorro en costos de operación de los centros sin perder el confort del servicio hospitalario, con el objetivo de transformar el sector de la salud. La red ha crecido rápidamente y hoy cuenta con 471 miembros de 32 países, que representan los intereses de 9.629 hospitales y centros médicos de todos los continentes, de acuerdo al Informe de la Red del año 2014. (Guenther & Karliner, Agenda Global para Hospitales Verdes y Saludables, 2011) . En nuestro país únicamente dos países se encuentran registrados el Hospital de Niños “Dr. Roberto Gilbert Elizalde” y Hospital León Becerra el cual obtuvo en el año 2014 la Certificación como Primer Hospital Ecológico de Latinoamérica.

La red se basa en el compromiso de los miembros de poner en práctica la Agenda Global para Hospitales Verdes y Saludables (Guenther & Karliner, Agenda Global para Hospitales Verdes y Saludables, 2011) Se plantea 10 objetivos sostenibles a cumplir por los miembros con el propósito de seguir evolucionado en el desarrollo de un hospital sostenible,

medir su avance y difundir entre los socios las propuestas para generar un cambio a escala mundial.

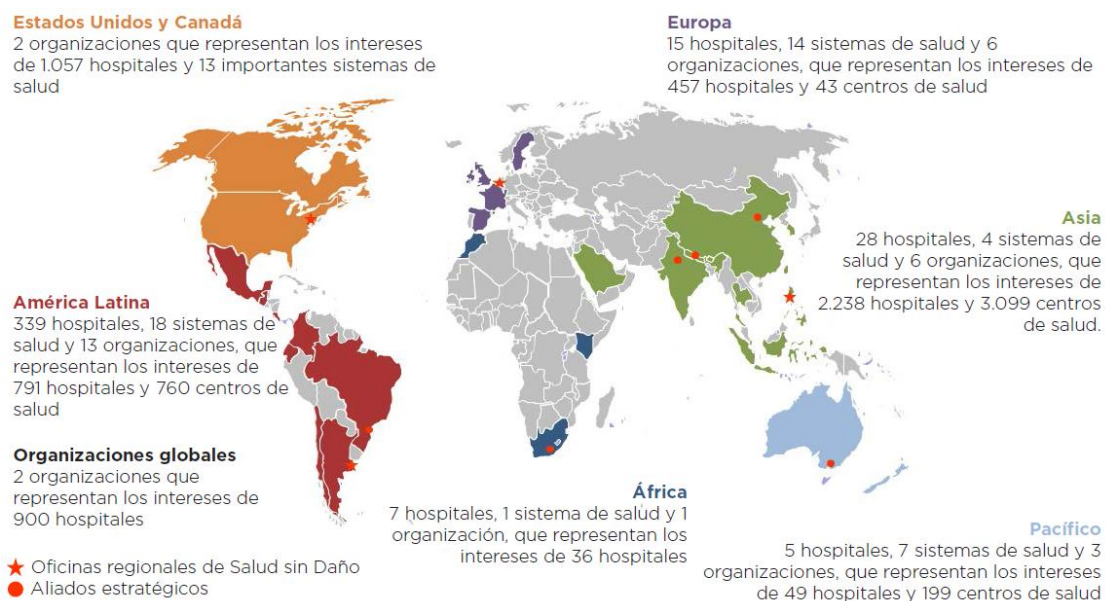


Figura 6: Miembros Red Global De Hospitales Verdes y Saludables. Recuperado de Informe Anual de Progreso 2014, Red Global de Hospitales Verdes y Saludables. Pág. 6.

Cada objetivo contiene acciones concretas relacionadas entre ellas, estas pueden ser realizadas en proyectos hospitalarios o en sistemas de salud, siendo una herramienta o un punto de partida para trazar objetivos y metas concretas dentro de esta investigación.

Los diez objetivos son: Liderazgo, Sustancias Químicas, Residuos, Energía, Agua, Transporte, Alimentos, Productos farmacéuticos, Edificios, y Compras Verdes, a continuación se citan las principales acciones referentes al recurso hídrico:

Agua.

El Propósito de la Agenda según Guenther & Karliner (2011) es:

Implementar una serie de medidas de conservación, reciclado y tratamiento que reduzcan el consumo de agua de los hospitales y la contaminación por aguas residuales. Establecer la relación entre la disponibilidad de agua

potable y la resiliencia de los servicios de salud para soportar perturbaciones físicas, naturales, económicas y sociales. Promover la salud ambiental pública suministrando agua potable a la comunidad. (p 20).

Los centros hospitalarios son grandes consumidores de agua y pueden conservar sus recursos hídricos desde diversos enfoques por lo que plantean varias acciones que se transcriben de la Agenda Global de Guenther & Karliner (2011):

- *Establecer un marco que aspire a un "consumo neto de agua igual a cero" dentro de un sistema hospitalario.*
- *Implementar estrategias de conservación de agua instalando grifos e inodoros eficientes.*
- *Pasar de los equipos radiológicos basados en película, que consumen grandes cantidades de agua, a sistemas de imágenes digitales, que no utilizan agua ni sustancias químicas radiológicas contaminantes.*
- *Optar por plantas resistentes a las sequías en los jardines para minimizar el consumo de agua.*
- *Considerar la posibilidad de recoger agua de lluvia o reciclar el agua para su uso en distintos procesos.*
- *Eliminar el agua embotellada en todo el establecimiento si se cuenta con agua potable de buena calidad.*
- *Analizar periódicamente la calidad del agua.*
- *Si el establecimiento de salud tiene acceso al agua potable pero la comunidad no puede obtenerla fácilmente, desarrollar programas que suministren agua potable a la comunidad como un servicio de salud pública.*
- *Implementar tecnologías de tratamiento de aguas residuales in situ cuando no exista un servicio municipal.*

- *Desarrollar proyectos conjuntos con la comunidad para mejorar y proteger el suministro de agua; apoyar iniciativas tendientes a que los sistemas públicos mejoren la calidad del agua, así como los sistemas de suministro y de tratamiento de aguas residuales para toda la población (...).(p 23.)*

1.5 . Referencia de Hospitales Eficientes

Con el objetivo de identificar estrategias prácticas para al manejo del recurso hídrico, es fundamental contar con casos de estudio o referentes hospitalario a nivel mundial. El estudio de cada proyecto se basará en identificar las propuestas para la disminución del consumo de agua, su reutilización, uso de aguas lluvias, o tratamiento de aguas residuales. Cada proyecto tiene características propias, rangos diversos, planteando soluciones de acuerdo a su problemática. Considerando proyectos nuevos y existentes con distintos años de construcción para demostrar la viabilidad de ejecución de mejoras.

En Asia, por ejemplo el **Philippine Heart Center**, es un centro especializado en cardiología, ubicado en Filipinas. Dispone de 354 camas de hospitalización, construido en el año 2005, el cual a raíz de la aplicación de la Ley Filipina de Agua, vio la importancia de minimizar el impacto en el uso del recurso y la producción de efluentes.

Construyó un sistema de tratamiento de aguas residuales para que todos los efluentes generados por el hospital sean tratados de forma previa antes de su descarga a la red pública. Una parte del volumen de agua regenerada es ahora usada como un recurso para el riego de áreas verdes disminuyendo el consumo de agua potable de la red. Se encuentra en planificación el uso de aguas tratadas en inodoros y urinarios por el impacto a nivel de construcción. (Global Green and Healthy Hospitals)

La planta de tratamiento está diseñada para asegurar una descarga segura en cada una de sus fases. Se mide a diario la alcalinidad, de forma mensual a través de un laboratorio

externo, realizan el análisis completo del agua verificando sólidos suspendidos, aceite grasa, pH y coliformes totales para cumplir con la normativa local.

Por otro lado, en Colombia, **El Hospital Universitario San Vicente de Paul**, ubicado en Río Negro, Medellín es el primer centro hospitalario con reconocimiento LEED Silver en América del Sur. Concluido en el año 2011, tiene 260 camas, con un área de 67.000 m² implantado sobre un terreno de 10, 8 hectáreas.

Siendo un proyecto que incorpora varias iniciativas de sostenibilidad y bioclimática. El 70% del edificio es ventilado de forma natural, la energía solar abastece el 100% de la demanda interna, siendo un referente en Colombia. (Guenther & Gail, Sustainable Healthcare Architecture, 2013)

En cuanto al manejo del agua, el proyecto por sus condiciones pluviales de las zona, dio mayor importancia al manejo y control de aguas lluvias. Las aguas pluviales son almacenadas para el uso posterior en el riego de jardines y áreas verdes. Además mediante el uso de pavimento permeable permite el control de la escorrentía. Por otra parte, las aguas residuales son tratadas en el proyecto para eliminar sus contaminantes para luego ser usadas en inodoros y limpieza. (Guenther & Gail, Sustainable Healthcare Architecture, 2013)

En Chile, **el Instituto de Neurocirugía Dr. Alfonso Asenjo**, (INCA), es un establecimiento público de alta complejidad, de los más antiguos de Santiago, entro en funcionamiento en 1954. Con una dotación de 100 camas forma parte de la Red de Servicios de Salud Metropolitano Oriente de Chile. A partir de la incorporación a la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables se enfocó en la reducción de Energía y Agua como parte del cumplimiento de los objetivos de la Red.

Para el caso del agua, las medidas adoptadas fueron la de realizar un sistema de circulación de agua de condensado, definir la instalación de temporizadores de agua, inodoros de doble descarga que permiten reducir el consumo de agua potable. En el caso del área de imágenes del Hospital se decidió eliminar la impresión de placas del instituto, usando únicamente imágenes digitales. (Instituto de Neurocirugía Dr. Asenjo)

En el Norte de Europa, el **Hospital de Barts en Londres**, es uno de los más grandes de la ciudad, construido en 1730, ha sufrido a lo largo varias ampliaciones y remodelaciones hasta llegar a 388 camas de hospitalización. Debido al alto costo del recurso empezó la ejecución de un plan para la reducción del consumo de agua.

Las medidas usadas en cuanto a reducción del consumo, fueron la auditoría de sitio, reemplazo de piezas sanitarias más eficientes, sistemas de control de la red de última tecnología. Logró un ahorro del 30% el consumo de agua, alrededor de 100 millones de litros de agua en 3 años, esto es el equivalente a reducir el tiempo de ducha de cada londinense en un 10%. (Global Green and Healthy Hospitals)

Los ahorros en el consumo de agua fueron donados a Water Aid una organización benéfica que proporciona agua fresca en países en desarrollo.

Por otro lado, el **Edificio de Investigación de Biociencias** en Galway (BRB), en Irlanda, forma parte de la primera etapa del nuevo Campus de Ciencias en la Universidad de Irlanda (NUIG), con una superficie de 8000 m², siendo uno de los edificios más sostenibles a nivel de salud, por lo que fue seleccionado por el American Institute of Architects (AIA) entre los 10 mejores del año 2016.

En lo referente al uso del agua, el proyecto contempla la captación pluvial como una fuente importante de abastecimiento por las condiciones del clima de Irlanda. Tiene una

media anual de precipitación de 137,9 mm año. El proyecto frente a esta realidad, integra un sistema de captación del agua en terrazas y zonas exteriores, las mismas se almacenan y se usan para cubrir el 100% de la demanda de agua para inodoros. En las áreas exteriores, se diseñó un paisaje de bajo mantenimiento para no requerir riego, minimizando aún más la demanda del edificio en el suministro de agua potable. (The American Institute of Architects, 2016)

Junto con inodoros de doble descarga y accesorios de bajo flujo, el edificio utiliza un 75% menos de agua que la base LEED 2009 (el ahorro anual equivale a 9.700 tinas de agua), minimizando el uso del suministro de agua potable a los procesos de salud.

Luego de revisión de los ejemplos mostrados, se concluye que cada uno bajo distintas condiciones y motivaciones, identifica y trabaja en una solución para optimizar el recurso hídrico, tanto en su conservación, reutilización o su descarga final a la red. Varias de estas soluciones fueron implementadas en construcciones existentes para cumplir las normativas locales. En el caso de los proyectos nuevos para satisfacer requisitos y estándares para los centros hospitalarios. Es necesario parametrizar y evaluar la gestión del recurso hídrico en hospitales. Establecer índices como una herramienta que permita el diagnóstico y, de forma posterior, proponer su optimización.

Por la importancia del tema, se presenta el análisis de tres proyectos hospitalarios con dimensiones y características distintas, con una gestión eficiente del agua a ser utilizados como referentes para el desarrollo de la presente investigación.

1.5.1 Nuevo Hospital Álvaro Cunqueiro, Vigo, España.

El Hospital Álvaro Cunqueiro fue diseñado por Luis Vidal + arquitectos. Ubicado en la localidad de Vigo (Galicia, España), es uno de los mayores centros hospitalarios de

Europa, cuenta con 275.000 m², y uno de los más avanzados tecnológicamente del mundo, inaugurado en el año 2015.

El hospital responde a los criterios de flexibilidad, confort y modularidad para que sea un edificio de vanguardia y alta tecnología. Cabe destacar que es el primer centro hospitalario de España que cuenta con una certificación internacional de sostenibilidad BREEAM, a más de obtener el Premio Internacional al Mejor Proyecto Sanitario otorgado por la Academia Internacional de Diseño y Salud en Kuala Lumpur en la categoría Proyecto Sanitario del Futuro. (Luis Vidal + architects, 2015)

Gestión eficiente del Agua

Propone la adecuación del agua para cada uso, estudiando su reutilización cuando sea posible. La optimización de los consumos de agua en los diferentes receptores pasa por el estudio sobre la calidad requerida en cada uno de los usuarios finales.

Se recibe el agua de la red de una calidad media a las cisternas con capacidad de 1.000 m³ cada una, que proporcionan una reserva equivalente a dos días de consumo a plena ocupación. Para el uso del agua al interior del hospital es tratada mediante un proceso de ósmosis inversa.

Consumo de Agua

Las estrategias que se identificaron en el proyecto para la reducción de consumo de agua potable fue la selección adecuada de aparatos sanitarios, griferías y condiciones mecánicas de operación. Esto representa un ahorro del alrededor del **20%** de la demanda de la red pública.

Para el agua caliente sanitaria (ACS), se efectuó una adecuación de la demanda a las necesidades reales de un centro hospitalario de esta magnitud. Con esto se consigue disminuir la producción y reducir el volumen de acumulación de ACS.

Reutilización de Agua

Se efectúa la captación de las aguas lluvias para su utilización en el riego de jardines y en usos ornamentales, debido a las grandes áreas verdes del hospital. Además se utiliza el agua del río como primera fuente para el riego, reservando las aguas pluviales únicamente en las épocas de estío, cuando disminuye el agua del cauce.

Tratamiento de Agua

Las aguas grises de baja contaminación como son las aguas procedentes de lavabos y duchas se recolectan para su aplicación en inodoros y urinarios, limpieza de áreas exteriores. Con esto se consigue una reducción entorno al 30% de la demanda del agua potable.

1.5.2 Hospital Río Hortega, Valladolid

José Cardillo y Luis Bocos, responsables del Mantenimiento del Hospital Río Hortega, efectuaron un estudio para la gestión eficiente y reutilización del agua en el Hospital río Hortega, dentro del proyecto denominado LIFE, financiado por la Comunidad Europea. Los objetivos de este proyecto desde su inauguración en el año 2009, es lograr obtener hospitales más eficientes y sostenibles, reduciendo el consumo de energía, los desechos, la huella hídrica y las emisiones de CO₂. (Cardillo & Bocos, 2016)

Consumo de Agua

El hospital dispone de 608 camas, 108 de las cuales son habitaciones individuales. Al momento de su apertura el consumo de agua promedio fue de **500 m³/día, es decir 822 litros por cama**, cuyo abastecimiento procedía íntegramente de la red municipal. En los primeros 2 años se planteó reducir el consumo con la instalación de válvulas anti retorno, sustitución de

fluxómetros más eficientes, eliminación de pequeñas fugas y sustitución de la grifería electrónica por problemas de funcionamiento en varias ocasiones se mantenían abiertos al tener suciedad en el sensor. Se instaló además un sistema para la captación de agua mediante un pozo esta se destinó al riego. Estas acciones redujeron progresivamente el consumo del agua de la red municipal en un 36%, llegando hasta unos **320m³/día**, lo que representa 525 l x cama. (Cardillo & Bocos, 2016)

Reutilización de Agua

Reducir el consumo de agua del hospital luego del programa efectuado exigía efectuar obras para mejorar la estructura de los circuitos de agua. Al mismo tiempo el hospital estaba sufriendo fuertes penalizaciones por calidad de agua de descargas que debían ser consideradas.

Es aquí cuando se visualiza con responsabilidad el problema del agua y contemplar como un todo el hospital con el objeto de optimizar su consumo (Cardillo & Bocos, 2016). Se empezó a revisar los distintos procesos hospitalarios, encontrando en la producción del líquido de diálisis una oportunidad para ahorro de agua, incluso mejorando su calidad.

El hospital cuenta con 24 puestos de diálisis, el anillo de agua osmotizada necesita una producción de 30 l/min durante 12 horas (2 sesiones diarias), el proceso está constituido por 2 plantas de ósmosis inversa trabajando en serie con un depósito de acumulación común. En cualquier proceso de ósmosis inversa se generan dos efluentes a partir del agua de entrada, el primero es la producción de agua purificada y el segundo es el agua residual donde se han concentrado las sustancias o contaminantes que se han retirado. Por tanto **para obtener 1 litro de agua osmotizada se han desechado 2 litros**, esto supone un total de 36.600 litros de agua al día arrojados al desagüe. (Cardillo & Bocos, 2016)

Lo primero que se acometió fue aprovechar el agua de rechazo del primer proceso de ósmosis para reintroducirla en la planta con lo que consigue ahorrar agua. Al ser ya tratada disminuye su dureza, por lo que además aumenta la durabilidad de los filtros, lechos y membranas de la planta de ósmosis. Esto se ha reciclado con una mínima inversión y ha permitido ahorrar el 7% del agua consumida en el hospital. (Cardillo & Bocos, 2016)

Gestión eficiente del Agua

Con el fin de mejorar el rendimiento del sistema de climatización del hospital, se decidió la instalación de paneles evaporativos para enfriamiento adiabático del aire de refrigeración (Cardillo & Bocos, 2016). Estos paneles demandan en verano un alto consumo, con un caudal de agua de 320 m³/día. Para disminuir el consumo, se solicitó una nueva autorización a la Confederación Hidrográfica del Duero para realizar un pozo de 160 metros de profundidad para tener una nueva fuente de abastecimiento, reduciendo el consumo de la red pública.

Por otro lado, el caudal de agua sobrante en los paneles evaporativos es muy elevado, por lo que se planteó su reutilización en la red de fluxómetros del hospital. Esta red da servicio a más de 1000 inodoros y consume aproximadamente un 40% del total del agua del hospital, alrededor de 128m³/día (Cardillo & Bocos, 2016). Al ser agua de pozo, los técnicos realizaron simulaciones para comprobar si la calidad agua producía fallas en las tuberías o en el mecanismos de los fluxómetros; al no verse afectado procedieron con la implantación.

La implantación de esta solución, involucró acondicionar una reserva exclusiva solo para la red de fluxómetros e independizar de la red de consumo humano del hospital. Actualmente la red de fluxómetros se alimenta en verano del sobrante de los paneles evaporativos y en invierno directamente del agua del pozo.

Finalmente, el estudio presenta como dato representativo que en el mes de marzo de 2016 el consumo de agua procedente de la red municipal fue de **180m³/día** de media, lo que representa **296,05 litros por cama**.

1.5.3 Hospital Universitario de La Paz, Madrid.

El Hospital Universitario entró en funcionamiento en el año de 1964, está conformado por 17 inmuebles con una superficie construida de 180.852,44 m² en un terreno de 8 hectáreas, con un consumo de agua de 260.000 m³ anuales (Gil, 2010). Luego de la publicación de la Ordenanza Municipal de Gestión y Uso Eficiente del Agua en el 2006, el hospital efectuó un plan para la gestión sostenible del agua con una vigencia de 4 años.

El Plan tuvo como objetivo promover el ahorro y la eficiencia en el consumo del agua para lograr un uso más racional de los recursos hídricos. Se ejecutó con actividades a corto, mediano y largo plazo que permitió cumplir con los objetivos planteados y fomentar una sensibilización de los usuarios y pacientes sobre el uso del recurso. (Gil, 2010)

Consumo de Agua

A nivel de reducción del consumo se identificaron los equipos que cumplen con la legislación vigente en Madrid. En función del grado de cumplimiento se plantea el cambio de piezas, utilización de accesorios de reducción volumétrico para disminuir el consumo.

Se estableció un sistema de medida de los consumos por usos del hospital para detectar donde se producen consumos excesivos. Con la instalación de contadores en cada acometida y caudalímetros, logran registrar datos en períodos de una hora.

El Hospital dispone de una superficie de áreas verdes de 10.187,7 m² divididos en varios jardines. Se instaló sensores de lluvia en los jardines para evitar el riego innecesario e instalación en zonas puntuales de riego por goteo.

Con estas medidas se logró disminuir el consumo de agua a 690 litros/día /cama por debajo de la media de 1000/litros/día/cama, un 21% de ahorro. Esto acompañado de campañas de concientización y sensibilización en todo el hospital consiguiendo una participación de los usuarios en el ahorro de agua y en el respeto por el medio ambiente. (Gil, 2010)

Tratamiento de Agua

El hospital no dispone de ningún tratamiento para aguas residuales previo al vertido a la red pública. El Municipio de Madrid efectúa la depuración de las mismas y aplica un costo por el servicio en la factura del suministro de agua potable. En cuanto a residuos sólidos o líquidos peligrosos el Hospital desarrollo procesos internos que describe la metodología a seguir en cada caso y sus medios de control.

1.5.4 Investigaciones Científicas.

En lo referente a investigaciones científicas en hospitales, se debe indicar que prevalecen los estudios sobre la calidad del recurso, riesgos de contaminación en los diferentes servicios con las repercusiones a nivel de la salud de los pacientes y sobre reducción del consumo energético, dejando a un segundo plano las relacionadas con el ciclo integral del agua en el hospital.

Entre los reportes destacables podemos mencionar el trabajo de T. Pérez, L. Martínez entre otros, el cual mediante una investigación documental, define los conceptos para que un hospital sea considerado sustentable. Se identifica la aplicación de prácticas renovables y autosuficientes que permite utilizar los recursos usados en el hospital de manera óptima.

Para el caso del agua en los centros hospitalario plantean la recolección de aguas lluvias como una fuente desaprovechada. Las aguas pluviales pueden ser recolectadas, tratadas y usadas para cubrir el consumo del hospital.

Por otro lado, se plantea el re uso de las aguas grises producidas en la limpieza para el uso en inodoros y el tratamiento de las aguas negras a través de filtros y procesos con plantas que permitan eliminar los contaminantes nocivos para después ser usadas en riego o descargadas a la red de forma segura. (Pérez, Martínez, Vélez, & Gallegos).

Rafael Mujeriego, Catedrático de Ingeniería Ambiental de Cataluña, en una investigación sobre la reutilización del agua, resalta la reutilización como un componente esencial en la gestión integral de los recursos hídricos. La regeneración de agua, es una opción necesaria en varias zonas del mundo donde el balance hídrico es negativo, zonas áridas o con sequias plurianuales y otras donde existe una disminución de las fuentes de abastecimiento.

La implantación de un proyecto de regeneración tiene dos requisitos esenciales, el primero consiste en definir los niveles de calidad aplicables para el agua según los posibles usos y el segundo en identificar el proceso adecuado de tratamiento para alcanzar los niveles propuestos. (Mujeriego, 2013)

El agua regenerada puede ser usada en múltiples casos como son limpieza, usos ornamentales o recreativos, en la climatización como medio de refrigeración, en piezas sanitarias. Los beneficios de la reutilización del agua son la disminución del consumo de la red, la ampliación de la disponibilidad de recursos con una nueva forma de suministro.

En el caso de los hospitales la liberación de recursos de agua de mejor calidad para usos más exigentes y la reducción del aporte contaminante a los cursos naturales de agua. Otros beneficios están asociados al ahorro energético al evitar el transporte de agua de zonas alejadas, y la disminución de la generación de dióxido de carbono a la atmósfera.

1.5.5 Referentes en Ecuador.

En el Ecuador, las investigaciones referentes al agua son muy limitadas, las tesis universitarias tienen como campo de acción, fuentes de abastecimiento de agua, medios de potabilización o tratamiento de aguas residuales de forma independiente. No existen estudios sobre el análisis del ciclo completo del agua en edificaciones, menos aún en centros hospitalarios.

Como una referencia cercana en el año 2010, Raquel Proaño efectúa un proyecto sobre la dotación real de agua potable en una muestra de 6 hospitales en la ciudad de Quito. En la investigación, luego de determinar los criterios de cálculo y selección de la muestra, analiza las planillas de consumo en los hospitales seleccionados. No se revisan las posibles causas de las variaciones en cada centro, únicamente se muestran los datos del consumo de agua potable de cada hospital por el período de un año.

A partir de los datos de consumo de agua en cada hospital, se obtiene la dotación real diaria de los mismos. Con estos datos, se determina el consumo en litros diarios por cama de cada uno de los hospitales (Ver Tabla 1).

Tabla 1 Dotación real de agua en Hospitales de Quito

Hospital	Año de Construcción	Consumo diario en Litros	N° Camas	L/Cama
Eugenio Espejo	1992	475.883,21	446	1067,00
Enrique Garcés	1982	244.202,22	342	714,04
C. Andrade Marín	1970	520.975,56	680	766,14
Vozandes	1955	149.842,22	136	1101,78
Padre Carolo	2010	11.884,44	15	792,30
Metropolitano	1985	223.744,44	165	1356,03
Promedio				966,23

Recuperado de Proaño Raquel (2010). *Dotación Real de Agua Potable en los Hospitales: Eugenio Espejo, Enrique Garcés, Carlos Andrade Marín, Vozandes, "Padre Carolo- Un Canto a la Vida y Metropolitano de la Ciudad de Quito.* (Tesis de Grado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Edición Autor.

El estudio concluye que la dotación real de agua en los hospitales en relación con el número de camas, está dentro de los parámetros normativos de otros países de la región. Colombia estima 500 litros por cama; Venezuela 800 litros por cama o México de 500 a 1000 litros por cama. (Proaño, 2010) Sin embargo, no se identifica la normativa a cual se hace referencia o sus requisitos para hospitales...

Analizando los consumos de los hospitales podemos identificar que el año de construcción puede ser un factor determinante, instalaciones antiguas y sin medios mecánicos de eficiencia generan mayores consumos de agua. El Hospital Carlos Andrade Marín pese a ser el que mayor número de camas tiene, logra una media de consumo similar al Hospital Padre Carolo posiblemente gracias a las remodelaciones efectuadas con lo cual ha mejorado sus condiciones de operación.

Para tener una relación de contexto, un ecuatoriano consume un promedio de 237 litros de agua al día, en la región el promedio es de 169 litros por habitante (Sorgato, 2015). Es decir que un hospital consume alrededor de 4 a 5 veces más agua por persona al día. Con este argumento, es vital la gestión del agua en los centros hospitalarios, que permita su la disminución y optimización en el consumo

1.6 . Legislación sobre el Recurso Hídrico en el Ecuador

A continuación se identificará y analizará las distintas leyes y reglamentos vigentes sobre el uso y gestión del recurso hídrico a nivel nacional y local, sus competencias y ámbito de acción, con el objetivo de tener un marco normativo general del país, que permita establecer los parámetros de evaluación del recurso hídrico, con criterios mínimos exigidos para los centros hospitalarios.

1.6.1. Constitución del Ecuador.

Ecuador, con la aprobación de la Constitución del año 2008, identifica a la gestión del agua como un tema estratégico, juega un papel fundamental como derecho humano y patrimonio nacional. Los artículos 12, 314, 318, 411 y 412 determinan los principios fundamentales del agua como recurso y administración. Siendo el Estado el encargado de la dotación de los servicios públicos como el agua potable o saneamiento, así como su regulación y control.

Estos artículos tienen su ejecución práctica en el “Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017” (PNBV), elaborado por la Secretaría Nacional de Planificación. En los Objetivos 3, relacionado con mejorar la calidad de vida de la población y el objetivo 7 enfocado a garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental y territorial, se plantea una serie de políticas y lineamientos para mejorar las condiciones de salud y prevención de enfermedades a nivel nacional.

El agua potable y saneamiento, pasan a tener un espacio importante en el PNBV, está presente como fundamento en la Estrategia Nacional para la Igualdad y Erradicación de la Pobreza, esto además alineado en torno a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas revisados anteriormente.

Se establecen dos pilares de intervención para alcanzar el objetivo de garantizar el derecho humano al agua y saneamiento de la población ecuatoriana, en condiciones de sostenibilidad y participación efectiva (Secretaría Nacional del Agua, SENAGUA, 2015). El primero se centra en los mecanismos necesarios para movilizar y asegurar el uso eficiente de los recursos financieros requeridos para alcanzar el acceso universal al agua en los próximos 10 años; y el segundo en los esquemas que deben ser introducidos para asegurar que los servicios prestados a través de dicha infraestructura sean de calidad, eficientes, sostenibles y

asequibles para el conjunto de la población. (Secretaría Nacional del Agua, SENAGUA, 2015)

1.6.2. Ley de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua.

La Legislación Nacional, a través de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del agua, publicada en el registro oficial del 6 de agosto de 2014, en concordancia con la Constitución, establece al agua como un patrimonio nacional, imprescindible e inembargable al servicio de las necesidades de los ciudadanos y la sustentabilidad de los ecosistemas.

Se define como prioridad el agua para consumo humano, el riego que garantice la producción de alimentos, el caudal ecológico y las actividades productivas. Define el sistema nacional estratégico del agua para organizar la interacción entre los diferentes actores sociales e instituciones de la gestión de los recursos hídricos.

En cuanto a los factores de contaminación, en el Capítulo VI, Sección Segunda, Objetivos de Prevención y control de la Contaminación del Agua, el Artículo 80 expresa claramente la prohibición del vertido directo de aguas o productos residuales directamente a la red sin un tratamiento previo, con el objetivo de no contaminar las aguas de dominio público.

Con esta legislación, el Estado garantiza el derecho humano de acceso al agua de forma equitativa. Establece normas para el aprovechamiento de las fuentes y mejora en la calidad de la prestación del servicio de agua potable y saneamiento con los mecanismos necesarios para su revisión, auditoría y definición de costos.

Así como la prevención, conservación, y mitigación de posibles daños ambientales ocasionados en actividades económicas como agricultura, minería entre otras. Dejando

pendiente políticas referentes al uso de agua en la construcción o para incentivar el manejo eficiente del agua en las edificaciones, estas normativas podrían manejarse en los diferentes niveles de gobierno.

1.6.3. El Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULSMA).

La Ley de Gestión Ambiental promulgada en 1999, hoy denominada Texto Unificado de Legislación – TULSMA, estableció la normativa relacionada con los principios de desarrollo sustentable y la protección de los recursos naturales del Estado.

Dispone al Ministerio del Ambiente como el organismo encargado del control y verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental en cuanto al suelo, aire, agua, ruido, desechos y contaminantes. Estableciendo que las obras públicas o privadas que puedan producir impactos ambientales deberán ser calificadas previas a su ejecución, por los organismos descentralizados, contar con estudios ambientales necesarios y obtener las respectivas licencias.

En el Capítulo VI, Sección II, sobre Gestión Integral de desechos, se regula las fases de gestión y mecanismos de control para evitar la contaminación por desechos peligrosos de las fuentes de agua, así como aguas superficiales y/o subterráneas destinadas para el abastecimiento de agua potable, riego o recreación.

Por otro lado, en el Capítulo VIII, Sección III, Parágrafo I, sobre el agua, el Artículo 209, establece los lineamientos de evaluación y control para la calidad del agua en cuanto a características físicas, químicas y biológicas para mantener el bienestar y salud de la población.

El Artículo 210 por su parte, establece las prohibiciones sobre la utilización de fuentes, ríos, quebradas para diluir efluentes, líquidos no tratados, aguas servidas o

industriales sin un tratamiento previo. En ese mismo orden de ideas, el Artículo 211 señala que las autoridades competentes de la Agencia de Regulación y Control de Agua verificarán el cumplimiento y calidad de los sistemas de tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales implementados por los gobiernos locales.

El Capítulo IX, Consumo Sustentable y buenas prácticas ambientales, establece las acciones y procesos para mejorar las condiciones para desarrollar cualquier actividad o proyecto. Aportando en el manejo, mitigación y reducción de los impactos ambientales negativos, promoviendo el uso eficiente de los recursos naturales. Estableciendo el uso de indicadores de gestión en producción y consumo sustentable. No determina requisitos específicos sobre la gestión integral del agua.

1.6.4. Normativas de la construcción y Ordenanzas Municipales.

Como aspecto práctico para la investigación, se revisa las normas o reglamentos utilizados en la construcción, con la finalidad de identificar si existen requisitos para la gestión del recurso hídrico en edificaciones y de forma particular en hospitales.

1.6.4.1. Normas INEN - Instituto Ecuatoriano De Normalización.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), es una entidad gubernamental, creado el 28 de agosto de 1970, mediante Decreto Supremo No. 357, con la competencia para emitir normativa referente a la reglamentación técnica, normalización, metrología en conformidad con las leyes de la República y en acuerdos o convenios internacionales.

Estas normas fueron creadas para satisfacer las necesidades locales y facilitar el comercio nacional e internacional. En lo relacionado al tema de investigación se identifican algunas sobre el manejo, calidad del agua y piezas sanitarias, no existe normativa referente a hospitales. A continuación una sinopsis de las más importantes relacionadas con el tema de investigación:

La **NTE INEN 1108:2011**. Agua Potable, establece los requisitos que debe cumplir el agua potable dentro de los sistemas de distribución para el consumo de la población sean públicos mediante la red de distribución o privados por medio de tanqueros.

En el caso de griferías, la norma **NTE INEN 965:2012**, se refiere a la clasificación de llaves de grifería, mientras la **NTE INEN 968:2011**, tercera revisión, determina los requisitos de griferías a nivel de presiones, temperaturas de suministro, instalación, mantenimiento y los rendimientos.

Por otro lado, la norma **NTE INEN 1571:2011**, se refiere a los requisitos de calidad de los artefactos sanitarios, a partir de las definiciones indicadas en la NTE INEN 1569:2011.

La **NTE INEN 1569:2015**. Artefactos sanitarios, esta norma reemplaza a la NTE INEN 1 569:1995. Estable la clasificación de artefactos sanitarios, por tipos según forma, dimensión, instalación y de acuerdo al consumo de agua. (Ver Tabla 2 y 3).

Tabla 2 Clasificación de Inodoros por Consumo

ITEM	PIEZAS SANITARIAS	LINEA BASE
1	Bajo Consumo de Agua	6,2 lpd
2	Bajo Consumo de Agua de doble descarga	6,2 lpd/4,8 lpd
3	Alta eficiencia	4,8 lpd

Fuente: Elaboración propia a partir de la Norma NTE INEN 1569:2015

Tabla 3 Clasificación de Urinarios por Consumo

ITEM	TIPO DE URINARIOS	LINEA BASE
1	Bajo Consumo de Agua	3,8 lpd
2	Alta Eficiencia	1,9 lpd

Fuente: Elaboración propia a partir de la Norma NTE INEN 1569:2015

De la norma **NTE INEN 968**, se extrae las llaves o griferías que se pueden encontrar en el hospital para determinar la línea base de rendimiento.(Ver Tabla 4).

Tabla 4 Consumo de agua en Griferías

ITEM	ACCESORIO	MIN. l/min	MAX l/min
1	Llaves para lavamanos	-	8,3
2	Llaves de alta eficiencia para lavamanos	3	5,7
3	Llave de fregadero (uso industrial)	15	-
4	Llave de manguera/lavandería	15	-
5	Cabeza de ducha	-	9,5
6	Llave de cocina	-	8,3

Fuente: Elaboración propia a partir de la Norma NTE INEN 968-3

Existe además la **NTE INEN 2 506:2009** sobre eficiencia energética, plantea los requisitos que debe cumplir un edificio en términos de consumo de energía dentro de los límites sostenibles y la utilización de fuentes de energía renovable. No se mencionan requisitos sobre el agua. Podemos concluir que en las normas INEN, no existen criterios específicos sobre la eficiencia en el uso del agua en obras de construcción de hospitales, que establezcan parámetros para la reducción del consumo, su reciclaje o aprovechamiento de aguas lluvias.

1.6.4.2. Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) promovió la actualización del Código Ecuatoriano de la Construcción del año 2001, con la finalidad de establecer procesos que permitan cumplir con normas básicas de seguridad y calidad de las edificaciones en el país.

Se plantea la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) publicada mediante Decreto Ejecutivo N° 705 de 6 de abril de 2011, con el carácter de obligatoria y de cumplimiento nacional. La Norma establece los siguientes criterios de acción, mismos que son reproducidos de forma íntegra:

- *Establecer parámetros mínimos de seguridad y salud;*
- *Mejorar los mecanismos de control y mantenimiento;*

- *Definir principios de diseño y montaje con niveles mínimos de calidad;*
- *Reducir el consumo energético y mejorar la eficiencia energética;*
- *Abogar por el cumplimiento de los principios básicos de habitabilidad;*
- *Fijar responsabilidades, obligaciones y derechos de los actores involucrados.*

La NEC está estructurada bajo tres ejes principales: Seguridad estructural (NEC-SE), Habitabilidad y salud (NEC-HS) y Servicios básicos (NEC-SB).

En la NEC-11, Capítulo 16 Norma Hidrosanitaria NHE de Agua, la cual está vigente, se establecen los requisitos mínimos y límites para el desarrollo de los cálculos de instalaciones hidrosanitarias interiores en edificaciones, presión del sistema y caudales, con la finalidad de garantizar su funcionamiento en calidad y cantidad en condiciones normales de diseño, no hay referencia sobre reutilización de agua. En la tabla 16.2 de la NEC se refiere a las dotaciones para edificaciones de uso específico hospitalario, se establece entre 800 y 1300 litros por cama por día, sin embargo en la NEC no se hace referencia a medidas de conservación, reutilización y tratamiento que permitan una gestión eficiente del ciclo del agua dentro de la edificación (Ver Tabla 5).

Tabla 5 Dotaciones para edificaciones de uso específico Tabla 16.2

Tipo de Edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m ² área útil /día	40 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro Comercial	L/m ² área útil/día	15 a 25
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas	L/ocupante/día	350 a 800

Recuperada: Norma NEC 11, Capítulo 16. <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la->

En la referida NEC-2011, el Capítulo 13, por su parte, se refiere a la Eficiencia Energética en la Construcción, la norma establece las especificaciones y características técnicas mínimas para el diseño, construcción, uso y mantenimiento de las construcciones en el Ecuador. Se plantea principalmente la reducción del consumo de energía eléctrica, además plantea medios de control y verificación. En esta norma, no existe mayor referencia sobre la gestión eficiente del recurso hídrico.

1.6.4.3. Ordenanza Metropolitana - Municipio de Quito.

Con el Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial 2012-2022, se plantea un nuevo modelo para el desarrollo de la ciudad con el objetivo de alcanzar el Buen Vivir propuesto por el Estado. Hasta el 2022 se propone una ciudad sostenible a través de la gestión del territorio, con movilidad eficiente, espacios públicos seguros para los ciudadanos (Municipio de Quito, 2011). Consolidar la estructura ambiental mediante la conservación del patrimonio natural y paisajístico. Fortalecer el sistema de áreas protegidas y corredores ecológicos dentro del Distrito para mejorar la calidad del aire y reducción de la huella ecológica. (Municipio de Quito, 2011).

La Ordenanza N° 138 establece las directrices para el manejo y prevención de los riesgos e impactos ambientales que puedan generar los proyectos dentro del DMQ. Siendo la Secretaría del Ambiente la encargada del control, y seguimiento de las obras y actividades a ejecutarse. Esta se enmarca en los principios ambientales de la Constitución para mejorar la calidad de vida de los habitantes. En lo referente al manejo del agua sigue las directrices de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del Agua, por lo que delimita su campo de acción a las fuentes y no al consumo de agua en el DMQ.

En la Resolución No. SA-DGCA-NT002-2016 de 10 de Octubre de 2016 emitida por la Secretaría de Ambiente, aprueba y emite varias normas para la aplicación de la Ordenanza N° 138, entre ellas se define la Norma Técnica para el control de descargas de líquidas (NT002), siendo la única referente al manejo del agua. El objetivo de la NT002 es proteger la calidad del recurso para preservar la salud de las personas y su relación con el ecosistema. Se establecen límites de concentración de contaminantes en los efluentes líquidos producidos por industrias, comercios, hoteles y para servicios de salud que son descargados a la red alcantarillado o cauces de la ciudad. (Secretaría de Ambiente, 2016).

Entre las restricciones de la norma, está la prohibición de descarga directa de aguas residuales a vías públicas, alcantarillado, canales de riego, cuerpos de agua sin tratamiento previo.

Por otro lado, la Ordenanza Metropolitana No. 172, vigente desde el 30 de Diciembre de 2011, es le medio de aplicación del Plan, sin embargo se limita a establecer el Régimen Administrativo del Suelo en la ciudad. En las “Reglas Técnicas de Arquitectura y Urbanismo”, no se establece requisitos para la gestión o eficiencia en el uso de recursos como en el caso del agua, o edificaciones de uso hospitalario.

En el capítulo 4.5, referido en exclusiva a las edificaciones de Salud, establece criterios básicos sobre las dimensiones de espacios, alturas mínimas, características de los servicios complementarios y algunos criterios funcionales para el diseño. No contempla reglamentación sobre el uso o consumo de ningún recurso al interior del hospital.

La Resolución N° 13-2016 de 28 de junio de 2016, contiene las instrucciones administrativas para aprobar el incremento en el número de pisos establecido en el PUOS vigente para proyectos dentro del DMQ. En la sección VI de la resolución se promueve el incremento del número de pisos en edificaciones por utilizar criterios sostenibles. Entre los

criterios que debe contemplar el proyecto están: Eficiencia energética, la reutilización de aguas servidas, estableciendo limitaciones en el consumo de agua y energía para que los proyectos sean un aporte paisajístico, ambiental y tecnológico para la ciudad.

Para poder aplicar a este beneficio los proyectos deben cumplir con ciertos requisitos, por ejemplo: Debe estar implantado en un lote mínimo de 400 m², con una zonificación de uso principal sea M, R3, R2 o equipamiento. La ubicación del proyecto debe ser estratégica, evitando las zonas de riesgo y estar cerca de área de influencia del sistema integrado del transporte municipal. El lote debe tener frente a una vía con un ancho (incluido aceras) de 12 m. Finalmente no podrán solicitar el beneficio los lotes que se encuentren en zonas con planes especiales.

Según las características del lote se deben aplicar la Matriz de Matriz de Eco-eficiencia N° 1 o N° 2, la puntuación obtenida determina el número de pisos adicionales a construir. Luego de revisadas las matrices de esta resolución, se identifica que el recurso hídrico tiene una ponderación del 35% de la calificación total, con 4 criterios a ser evaluados, que se desarrollan por ser considerados importantes dentro de la investigación:

- Retención de agua en superficie 12,25%

Este parámetro evalúa la esorrentía contralada por la recolección de aguas lluvias en el proyecto en jardines, fuentes secas, jardines húmedos, entre otros para disminuir el caudal y volumen de descarga hacia la red de alcantarillado.

Se determina una fórmula respecto a la superficie donde se aplica las estrategias:

$$RsH2O = (AerH2O / ArnH2O) \times 100$$

RsH2O: Porcentaje de retención de Agua en superficie

ArnH2O: Área neta de recolección de aguas lluvias del lote

AerH2O: Área neta de aplicación de estrategias de recolección de aguas lluvias.

Unidad: m².

Se obtiene el mayor puntaje si se cuenta con más del 46% de áreas permeables.

Además se evalúa el porcentaje de agua lluvia retenida para un desalojo controlado a la red pública para un escenario de precipitación horario promedio anual de la estación meteorológica más cercana.

$$RrH2O = (VrpH2O / VrlH2O) \times 100$$

RrH2O: Porcentaje de agua retenida para desalojo paulatino o controlado

VrlH2O: Volumen retenido área neta del lote

VrpH2O: Volumen retenido por estrategias para desalojo paulatino o controlado.

Unidad: m³.

Se obtiene el mayor puntaje si se cuenta con más del 16% de retención del agua.

- Eficiencia en consumo de agua 7,58%

Se compara el consumo de agua potable entre el número de pisos permitidos en el PUOS sobre el número de pisos propuestos.

- Reutilización de aguas grises 7,58%

Se establece un índice de reutilización de aguas grises generadas para el consumo en el proyecto mediante la siguiente fórmula:

$$RH2Og = (DiH2Ogf / GH2Oi) \times 100$$

RH2Og: Reutilización de aguas grises.

DiH2Ogf: Disposición de aguas grises final

GH2Oi: Generación de aguas grises inicial

Unidad: m³.

Se obtiene el mayor puntaje si se cuenta con más del 25% de reutilización.

- Disposición de aguas al alcantarillado municipal. 7,58%

Se establece un índice para comparar la descarga según número de pisos del PUOS con el número de pisos propuestos, para demostrar que la descarga debe ser igual o menor al escenario inicial luego de aplicar las estrategias de reducción y reutilización del agua en el proyecto.

$$DfH2Oal = (Df / Di) \times 100$$

DfH2Oal: Disposición final de agua al alcantarillado.

Df: Disposición final con todos los pisos solicitados

Di: Disposición inicial con los pisos establecidos en el PUOS

Unidad: m³.

1.7. Reflexiones

El Ecuador con la Constitución del 2008, asume el liderazgo mundial en el reconocimiento constitucional de los derechos de la naturaleza, orientado al respeto integral de su existencia, mantenimiento y regeneración de sus ciclos, garantizando la conservación de las fuentes.

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del agua, en concordancia con la Constitución, establece al agua como patrimonio estratégico y elemento esencial para la soberanía alimentaria. Determina las normas en la explotación y el aprovechamiento de las fuentes de agua mediante una gestión integral de los recursos

hídricos. Esta legislación tiene una debilidad, aún no se cuenta con una normativa expresa sobre la gestión del recurso hídrico en el campo de la construcción.

Se prioriza el manejo de cuencas, cauces o de los ecosistemas asociados, sin embargo, la gran mayoría de ciudades del país, no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas servidas, siendo los principales contaminadores de los ríos. Las políticas públicas y de inversión no resuelven las amenazas y no guardan relación con la magnitud de la problemática. Para una gestión sostenible del agua, es necesario contar con normas específicas para su aplicación en busca de la eficiencia.

El DMQ con el Plan Territorial 2012-2020 da los primeros pasos hacia una ciudad sostenible y respetuosa con el hábitat urbano. La Resolución N° 13-2016 promueve incentivos para incrementar el número de pisos en las construcciones con el cumplimiento de criterios de eficiencia en el uso de agua o energía. Esta resolución aunque no se fundamenta en la problemática sobre el agotamiento o uso de eficiente del recurso, ayuda a la toma de conciencia. Ayuda en el desarrollo inmobiliario y económico al tener más área para comercializar logrando mayor densificación urbana.

La Ordenanza Metropolitana debería incorporar estos criterios de forma progresiva como obligatorios, buscando el desarrollo integral de la vivienda sostenible, además se debería establecer normativas que impidan la impermeabilización total del suelo para permitir la infiltración de las aguas. Siempre promoviendo acciones para la protección del medio ambiente de la ciudad, caso contrario la propuesta pierde continuidad por sus propias limitaciones.

Las entidades responsables de la dotación de los servicios de agua potable y alcantarillado en el país, como la EPMAPS en Quito, no fijan una normativa que regule la dotación de agua mensual a los grandes consumidores o sancione su desperdicio. La Norma

de Control de Consumos y Subsidios de la EPMAPS, establece inspecciones técnicas cuando el consumo es menor al promedio del sector, con la finalidad de buscar conexiones adulteradas. El costo del m³ de agua para industrias es mayor que el de domicilios, sin embargo, esto no incentiva la disminución del consumo en los usuarios, las empresas se limitan a cancelar un precio más alto por el volumen utilizado. Se debería establecer rangos o precios diferenciados más altos a los mayores consumidores para que tomen conciencia de la problemática del agua y les incentive a optimizar su consumo.

Por otro lado, con el análisis de los hospitales referentes, se identifica distintas estrategias para intervenir en el caso de estudio partiendo de su estado actual, lo que demuestra la necesidad de contar con un instrumento que permita evaluar el proyecto con la finalidad de proponer mejoras, conviene resaltar que varios de estos cuentan con certificaciones ambientales internacionales como LEED o BREEM.

Finalmente, considerando el contexto revisado, en el cual se identifica a los hospitales como grandes consumidores de agua, se establece la hipótesis para el desarrollo de la presente investigación. ¿Es posible optimizar el ciclo del recurso hídrico en la operación del hospital “Luz Elena Arismendi”, que permita lograr su eficiencia, mediante el diseño de estrategias basadas en la conservación, reutilización, manejo de aguas lluvias y tratamiento del agua, para reducir el consumo de agua potable de la red pública, que pueda ser replicable en otros centros?

CAPITULO II:

2. Parámetros para la Evaluación de un Centro Hospitalario

2.1 Conceptualización Teórica

Para la presente investigación es necesario definir una serie de conceptos que serán utilizados en el desarrollo del proyecto, a continuación los más importantes:

Agua Potable.

Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano. (INEN 1 108:2011).

Agua Cruda.

Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas. (INEN 1 108:2011).

Reutilización del Agua.

Consiste en usar aguas de baja contaminación para otros fines. Una reutilización planificada del agua necesita un proceso de tratamiento que le permita devolver la calidad que tenía previo a su uso. Esta reutilización tiene múltiples beneficios como son: lograr una nueva fuente de agua que permita liberar recursos de agua con una mejor calidad para usos más exigentes, disminución de costos y reducción del aporte de contaminantes. (Mujeriego, 2013)

El agua regenerada puede tener varios usos como son: riego agrícola y forestal, la recarga de acuíferos, vertido a ríos, usos ornamentales y recreativos, en los edificios jardinería, limpieza, lavado de calles y usos industriales. De acuerdo al proceso y a la calidad

de la misma también puede ser usada para el consumo humano con la reutilización directa en la red de distribución o mezclada con otra masa de agua en los almacenamientos o cisternas.

Aguas Grises.

Son aquellos efluentes que proceden de procesos poco contaminados como son lavabos, duchas, lavadoras que pueden ser reutilizadas en nuevos usos dentro de las edificaciones, a partir de procesos de almacenamiento y depuración. (Junta de Andalucía, 2013)

Aguas Pluviales.

Las aguas pluviales pueden captarse de las cubiertas de los edificios a través de canalones para ser conducidas a sistemas de almacenamiento, donde se realiza un proceso de filtrado para ser reutilizada; este sistema necesita de un circuito independiente en la red de distribución y bombas de impulsión. (Junta de Andalucía, 2013)

Agua Residuales o negras.

Es el agua que se encuentra seriamente afectada y contaminada con materia fecal proveniente de los desechos orgánicos, pueden contener residuos industriales o mineros, las cuales son conducidas a la red de alcantarillado o fosas sépticas. (Mujeriego, 2013)

2.2 Arquitectura Hospitalaria

2.2.1. Evolución de Tipología Hospitalaria.

Sin pretender hacer un análisis detallado sobre la evolución de los edificios hospitalarios, es necesario realizar un recorrido cronológico que permita tener una visión integral del tema, comprender la problemática funcional, la diversidad de usos y servicios de

los mismos buscando incrementar el rendimiento en aspectos de eficiencia operativa de este complejo edificio.

Las primeras referencias sobre hospitales aparecen en Europa, en la época medieval donde junto a las iglesias o conventos aparecen casas de caridad o de asistencia para el servicio y atención de enfermos. Un proyecto como referencia sería el Hospital Mayor de Filarette (1496) de la ciudad de Milán.

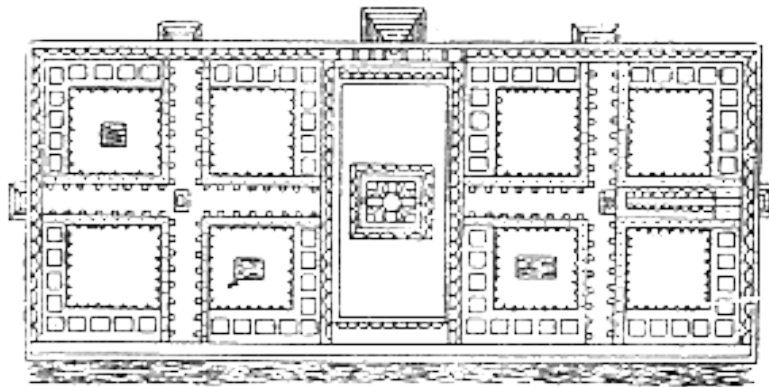


Figura 7: Planta Hospital Mayor de Milán, Filarette Recuperado de Trachtenberg, Marvin: Arquitectura. De la Prehistoria a la Postmodernidad. Madrid: Akal, 1990.

Los espacios organizados por dos grupos de pabellones en forma de cruz separados por un patio central en el que se localiza la iglesia, se conforman de grandes naves con un pasillo central que divide las camas en dos hileras a cada lado con un remate de un altar. En estos ambientes tienen como condición esencial la iluminación y ventilación natural en cada pabellón. (Guerras, 2003)

Para el Siglo XVI el esquema utilizado para el desarrollo de los centros hospitalarios es el trazado radial o panóptico para lograr una visibilidad de los pabellones de hospitalización a partir de un solo control central, generalmente en el encuentro de las distintas naves se remata con una cúpula.

El inglés John Howard, en el siglo XVIII propone la división de los diferentes bloques o pabellones para lograr una mayor independencia, mejorar las condiciones de ventilación e iluminación. La separación de cada pabellón permite diferenciar a los pacientes por enfermedades. El Hospital Lariboisière de París (1846) del arquitecto Martin Pierre Gauthier es la máxima expresión de este modelo. (Adams, 2008)

El hospital está formado por pabellones de aislados y paralelos, con un carácter funcional. Responde a la especialización de patologías, control, aislamiento del enfermo y una relación estrecha con patios y jardines exteriores. (Adams, 2008)

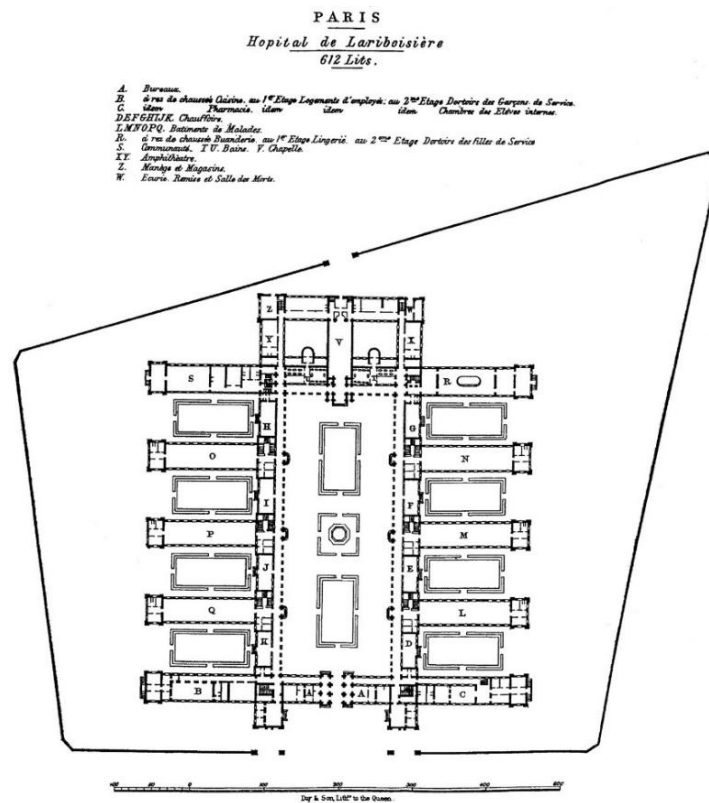


Figura 8: Planta Hospital Lariboisière. Recuperado de Cook, GC. Henry Currey FRIBA (1820–1900): leading Victorian hospital Architect, and early exponent of the “pavilion principle” *Postgraduate Medical Journal* 2002; N°78, Pág 352-359.

A principios del siglo XX, se abandona el modelo de pabellones por bloques compactos para concentrar el hospital acorde con los nuevos terrenos urbanos, con la premisa

de promover un mejor rendimiento, reducir los recorridos, ahorrar en la climatización de los espacios, iluminación y limpieza.

El derecho a la salud cobró mayor relevancia en el contexto internacional luego de la Segunda Guerra Mundial, cuando nació el anhelo de paz y el desarrollo universal de todo ser humano, considerando no únicamente la ausencia de enfermedad sino el estado de completo bienestar, físico, mental, económico y social. (Casares, 2012)

Con la revolución industrial, la densificación de las ciudades, no permite conseguir grandes extensiones de terreno. Este desarrollo urbano da inicio a la construcción vertical, apoyado en el desarrollo del ascensor como medio de transporte en los edificios. En consecuencia aparecen los centros hospitalarios en altura.

Un proyecto hospitalario en altura refleja otra condición espacial respecto a los horizontales. En los pisos superiores se ubican las áreas de hospitalización con una reducción proporcional en superficie de las habitaciones. En las plantas bajas se ubican los servicios médicos y generales como son cocina, lavandería, casa de máquinas, talleres. Este diseño obliga a introducir sistemas de acondicionamiento artificial, climatización, iluminación en zonas centrales debido a la implantación de los edificios en entornos urbanos más consolidados. Se aleja del concepto del entorno para ser más una máquina funcional. (Sartorio & Evans, 1999)

La arquitectura hospitalaria ha tenido una progresiva tecnificación. Se han incrementado las demandas de energía, suministros, equipamiento médico, requisitos especiales de climatización o calidad del aire en el caso de quirófanos para el control de enfermedades críticas y dar una mayor atención al paciente.

Esta transformación hacia una creciente demanda energética ha hecho que la eficiencia y reducción de consumos sea una constante preocupación para los proyectistas de

los nuevos hospitales a nivel mundial, y en consecuencia, ahorrar en costos de funcionamiento sin perder en confort del servicio hospitalario.

2.2.2. Áreas Funcionales de un Hospital.

El Hospital, con una finalidad única y concreta de curación de los pacientes, ha ido variando su funcionalidad para adaptar varios usos en su interior, con una caracterización y requerimientos propios de un adecuado esquema de organización interna. Como se ha visto, los hospitales pasaron por grandes transformaciones apoyados en el desarrollo tecnológico y en la historia de la medicina para mejorar la atención médica a los pacientes. (Casares, 2012)

Para el manejo del agua en el hospital es indispensable conocer su funcionamiento y el comportamiento del edificio, para lo cual se analizará las diferentes unidades que comprenden los servicios hospitalarios y su relación con el agua.

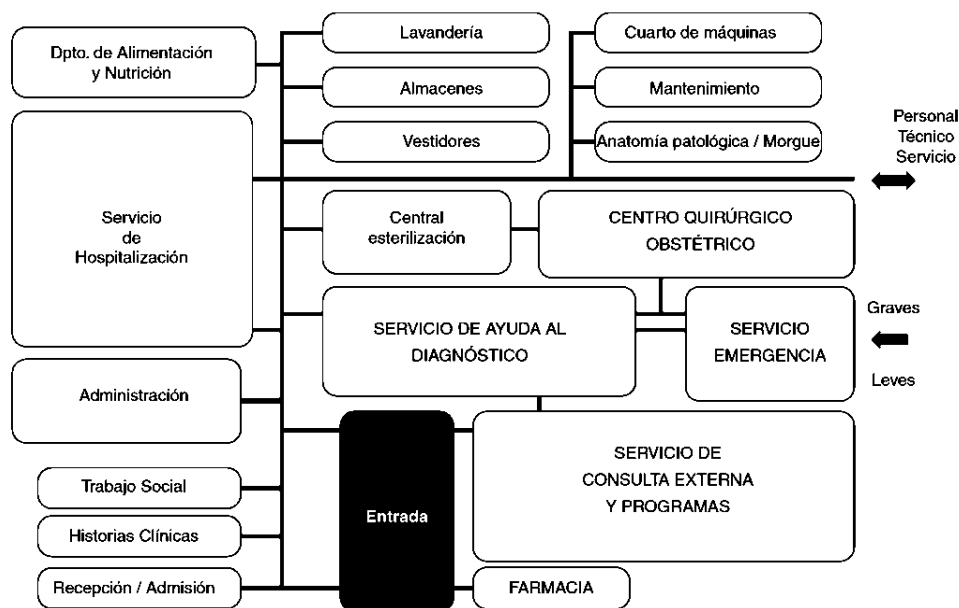


Figura 9: Organigrama Funcional de las Áreas Hospitalarias. Recuperado: Guía de Diseño Arquitectónico para Establecimientos de Salud. Ministerio de Salud Pública de República Dominicana, Santo Domingo, 2015

Para determinar la capacidad de un establecimiento de salud, depende de variables que se relacionan entre sí y que deben tener su investigación propia. Iniciando con la red de

atención sanitaria instalada en el país o región, el número de establecimientos con cartera de servicios, la atención domiciliario entre otros. Se debe considerar también los perfiles epidemiológicos de la población, tamaño, evolución histórica y proyecciones de crecimiento para cinco o diez años, sumados al entorno físico determinado por el clima y temperatura. (Bamberán Alatrística & Alatrística, 2008)

Estos datos ayudan a definir una cartera de servicios médicos para el proyecto, el recurso humano necesario y tecnológico para prestar un servicio asistencial óptimo. Luego se traduce en un programa médico arquitectónico, el cual conjuga las necesidades del establecimiento con los criterios de diseño y normativas para el desarrollo de un proyecto de arquitectura, ingenierías y equipamiento médico. (Bamberán Alatrística & Alatrística, 2008).

Los Hospitales, en su concepción arquitectónica, deben contar con la flexibilidad necesaria para su ampliación o incorporación de nuevos servicios. Los distintos espacios pueden tener una función común con varios servicios clínicos o de la organización de cada zona.

Podemos diferenciar a partir del acceso, las áreas de carácter público por donde circulan pacientes externos, personas en general y visitantes. Las circulaciones de carácter técnico que permiten la operación del hospital. Esto con lleva a una organización que permite ordenar los espacios. A continuación, el análisis de las unidades funcionales que comprenden el hospital general:

2.2.2.1 Tratamiento y Diagnóstico.

Corresponde a los ambientes donde se recibe a los pacientes, visitantes y público, se considera el eje central del hospital. Es la zona más compleja del edificio, donde se ubican los consultorios para diagnóstico, historia clínica, farmacia, laboratorio, imagen, emergencia.

Consulta Externa.

Esta área cumple la función de brindar los servicios de sanitarios de medicina general y de las distintas especialidades para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades de los pacientes y lograr su rápida recuperación. (Isaza & Santana, 1991)

El proceso inicia con la admisión del paciente para cita médica, el ingreso a los consultorios es a través de una sala de espera. Efectuada la consulta, según el diagnóstico el paciente podrá ser derivado a los servicios de apoyo al diagnóstico y tratamiento; una vez concluido el examen el paciente retornará para una nueva cita o en caso de requerir hospitalización será ingresado por admisión.

Cada consultorio consta de un área para la entrevista al paciente, antecedentes y el área dedicada para el examen clínico con la privacidad necesaria, de acuerdo a la especialidad contará con el equipo médico adecuado. Es recomendable contar con un baño o como mínimo un lavamanos para el aseo del doctor y paciente. La determinación del número de consultorios está en función a la demanda de servicios, estadísticas históricas y perfil epidemiológico de la población.

Este bloque debe contar con un ambiente confortable para los pacientes y visitantes. Se debe complementar con salas de espera, cafetería, servicios higiénicos diferenciados por género y personas con movilidad reducida. (Ministerio de Salud Pública de República Dominicana, 2015).

Farmacia.

Es el área encargada del almacenamiento, elaboración y suministro de medicamentos a los pacientes ambulatorios y de hospitalización. De acuerdo a la dimensión del hospital pueden existir unidades menores distribuidas en lugares específicos. Se ubica en un lugar de

fácil acceso a los visitantes, generalmente están operativas las 24 horas. (Isaza & Santana, 1991).

Emergencia.

El servicio de urgencias en un hospital tiene la función de dar tratamiento inicial a pacientes no programados, con un amplio espectro de enfermedades o lesiones que requieren una atención inmediata. Como principio fundamental deben estar operativas las 24 horas, se caracteriza por una recepción rápida, para la evaluación, estabilización y tratamiento del paciente. (Bamberán Alatrística & Alatrística, 2008)

Esta unidad tiene un acceso directo desde el exterior del hospital, con relación inmediata a una vía de acceso para ingreso y salida de la ambulancia. Posee una vinculación directa con laboratorio, imagenología, además con el centro quirúrgico, obstétrico y cuidados intensivos según el estado del paciente.

Imagenología.

Esta unidad es una de las más complejas dentro de un centro hospitalario debido a las necesidades de diseño y equipamiento médico. Tiene como función la exploración, diagnóstico y tratamiento de pacientes ambulatorios que acuden al centro y hospitalizados. (Bamberán Alatrística & Alatrística, 2008)

La unidad debe disponer de una sala de espera la recepción de pacientes, luego la preparación según el tipo de ensayo a realizar, salas de radiología, elaboración de informes, entrega de resultados. Este servicio según la capacidad del centro hospitalario, puede incluir los siguientes tipos de estudio: angiografía, tomografía computarizada, rayos X, resonancia magnética nuclear, ultrasonografía. Establecimientos de mayor complejidad cuentan con tomografía.

Laboratorio Clínico.

El laboratorio clínico es donde se analizan las muestras biológicas de los pacientes para prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Es un equipo interdisciplinario para efectuar técnicas hematológicas, bioquímicas, microbiológicas, bacteriología, inmunología entre otras especialidades.

Se ubica cerca de los accesos, con una fácil identificación para pacientes y visitantes de consulta externa, emergencia y hospitalización. Dispone de una zona para toma de muestras, procesamiento, lavado y desinfección, elaboración de informes, entrega de resultados.

La limpieza y desinfección del material usado en el laboratorio, se debe realizar luego de cada ensayo, mediante agua o productos químicos. En ciertos casos se esteriliza el material para lo cual se usa autoclaves con suministro de vapor de agua. Actualmente es muy común el uso de material desechable para evitar contaminación de las muestras de pacientes.

Esterilización.

Esta unidad es donde se efectúan las actividades para eliminar toda presencia de gérmenes o bacterias en ropa, material clínico, e instrumentales utilizados en los procesos ambulatorios y quirúrgicos a los pacientes. Debe estar diseñada de forma centralizada que permita la atención para todo el establecimiento de salud, tiene relación constante con la unidad de cirugía y centro obstétrico. (Bamberán Alatrística & Alatrística, 2008)

El proceso dentro de esta área es unidireccional: inicia con la limpieza, lavado, secado, sigue con el empaquetado y esterilización de los insumos. En este proceso se usa procesos físicos a altas temperaturas, en los cuales el suministro de vapor de agua es esencial en la operación de las autoclaves. Estos permiten la entrada de vapor de agua restringiendo su salida, hasta obtener temperaturas sobre los 120° C para permitir esterilizar el instrumental.

Bloque Quirúrgico.

Esta unidad es donde se realizan los procedimientos quirúrgicos a pacientes previamente programados, con una complejidad baja hasta alta, donde además se determina las condiciones de asepsia, equipo humano e instrumental requerido. Pueden ser procedimientos ambulatorios que no requieren hospitalización, o de una mayor permanencia para su recuperación total. Las cirugías que se efectúan en esta unidad requieren de anestesia, la cual es suministrada en el propio quirófano o en una sala especial previa al ingreso. (Isaza & Santana, 1991)

Los quirófanos tienen condiciones especiales, para efectuar los procedimientos al paciente, con una adecuada renovación de aire y calidad del 99% de pureza para evitar contaminaciones, iluminación artificial de mínimo 480 lux y contar con el espacio suficiente para los equipos e instrumental requerido.

Centro Obstétrico.

Es el área encargada de atender los partos. Estos pueden estar calificados debido a su complejidad de bajo o alto riesgo. Según se presenten complicaciones durante el embarazo puede ser necesario su traslado al bloque quirúrgico el cual dispone de un mayor equipo técnico. Este servicio puede ser independiente, incluso lograr su máximo desarrollo con una infraestructura propia y autónoma como son las Maternidades. (Isaza & Santana, 1991)

Unidad de Diálisis.

La unidad de diálisis permite extraer las toxinas y el exceso de agua de la sangre como una terapia renal sustitutiva, debido a un fallo o pérdida renal. En este proceso el agua es el elemento más importante, esta debe ser purificada para la fabricación del líquido de diálisis, no puede ser usada directamente de la red.

Dependiendo del tipo y constitución química del agua, los sistemas usados para el proceso tienen tres fases: Pre tratamiento a base de filtros de carbón y micro filtros; seguido del proceso de osmosis inversa, finalmente el tratamiento ultravioleta y ultrafiltración para garantizar la pureza del líquido. La falta de calidad o pureza en la elaboración del líquido de diálisis puede ser mortal para los pacientes. Como se analizó en los referentes, esta es una de las áreas de mayor consumo. Para obtener un 1 litro de agua osmotizada se rechazan 2 litros de agua.

2.2.2.2 Servicios de Hospitalización.

Hospitalización.

Es el área de hotelería donde los pacientes son alojados en camas bajo la supervisión de enfermeras para su recuperación. Precisa un alto nivel de confort y privacidad, con un contacto directo con el área de tratamiento y diagnóstico. Es el indicador más importante para determinar los espacios físicos complementarios dentro del hospital. (López & Romero, 1997)

Unidad de Cuidados Intensivos – UCI.

Esta unidad tiene por finalidad dar un tratamiento especial dentro del área hospitalaria, debido a alguna condición de crítica del paciente que pone en riesgo su vida. Cuenta con una atención médica integral y permanente las 24 horas del día y está caracterizada por disponer de equipos altamente especializados para el apoyo al paciente.

Tienen una vinculación directa con emergencia, centro quirúrgico, obstétrico y debe contar con fácil acceso a la unidad de diagnóstico. Con una circulación restringida al público general debe estar aislado acústicamente para el bienestar del paciente. (Bamberán Alatrística & Alatrística, 2008)

Área Administrativa y Docencia.

Para el control del centro hospitalario es necesario contar un área física destinada al control administrativo y operación del hospital, generalmente separada del área médica comprende zonas de oficinas, plantas libres con baja complejidad de requerimientos. Según las características del hospital, algunos incorporan área para docentes e investigación que permita nuevos desarrollos a nivel de salud. (López & Romero, 1997)

2.2.2.3 Servicios Generales

Comprende los locales técnicos que permiten el funcionamiento del hospital, incluyen zonas para cocina, lavandería, calderos, talleres para mantenimiento, bodegas, almacenes de lencería. Comprende las áreas designadas para el tratamiento de desechos, tanques de condensado, tanques de combustible, entre otros. (López & Romero, 1997)

Cocina.

El servicio de alimentación de un hospital, es un pilar fundamental en la recuperación de la salud del paciente, por tanto, no se debe mirar únicamente que la comida cumpla las necesidades nutricionales, sino su limpieza, presentación a la hora y temperatura idóneas. (Instituto Nacional de Salud, España, 1990)

El proceso inicia con el ingreso de alimentos a la cocina, donde de acuerdo al tipo son lavados y almacenados. Los víveres secos son controlados en peso y calidad para luego pasar a la despensa, las carnes pasan a los frigoríficos.

Las etapas identificadas en la cocina son las siguientes:

- Recepción de alimentos
- Limpieza, almacenamiento
- Preparación

- Emplatado
- Distribución y recolección de vajilla
- Limpieza

La preparación se hace en base a las dietas y menús fijados por el Área de Nutrición del Hospital. Cada menú es distribuido a cada uno de los pacientes por medio de coches térmicos que permiten mantener las condiciones higiénicas y características de temperatura adecuada a la hora del consumo. El vapor en el área de cocina es la principal fuente de energía, usado principalmente en los equipos de cocción, marmitas y hornos a vapor para la preparación de los alimentos, también pueden existir equipos a gas y en ciertos casos equipos eléctricos.

Lavandería.

La Lavandería satisface las necesidades de limpieza y asepsia del menaje de pacientes y ropa del personal del hospital. Las secadoras de ropa y los equipos de planchado son los principales consumidores de vapor, la cantidad está definida por la capacidad y tipo de maquinaria así como las jornadas de trabajo.

2.2.3. Circuitos de Agua en un Hospital y Calidad del recurso.

Luego del análisis funcional de cada una de las áreas que componen la unidad de salud, se identifica que el agua desde su entrada al hospital hasta su descarga al alcantarillado, es conducida, tratada, transformada y utilizada en las necesidades de los pacientes del hospital.

Para que cumpla con su función, el agua recibe diversos tratamientos, tanto térmicos como químicos. Por lo cual se puede identificar los principales circuitos del recurso hídrico al interior de un hospital.

- Agua de consumo humano

- Agua caliente de consumo
- Vapor de agua
- Consumos Especiales

Agua de consumo humano

El agua para consumo humano es el agua potable proveniente de la red de distribución de la ciudad. La cual debe cumplir requisitos en cuanto a parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y radiológicos para ser considerada apta para el consumo humano. En el caso de nuestro país la norma de referencia es la NTE INEN 1 108:2011.

Cuando la calidad del agua no cumple con parámetros necesarios, esta puede ser un agente donde las bacterias se reproducen libremente siendo una posible fuente de contaminación y de transmisión de enfermedades. En estos casos el agua de la red ingresa a un almacenamiento para ser tratada para lograr las condiciones óptimas y luego distribuida en el hospital para el consumo humano.

El agua en general es usada para el lavado de alimentos, ollas y utensilios de cocina, limpieza en general, riego de áreas verdes y jardines. Así como en las torres de enfriamiento o sistemas de climatización, para estos usos el recurso generalmente utilizado es el agua potable de la red municipal.

Agua caliente de consumo

El agua caliente en general es usada para el aseo de los pacientes, en cocina, limpieza de utensilios de instrumental o calefacción del edificio. Esta puede ser generada a partir de sistemas instantáneos que generan agua caliente antes de su utilización y no cuenta con un almacenamiento permanente.

El sistema usual en hospitales es el formado por un tanque acumulador y circuito de retorno del agua caliente al interior del edificio. La generación puede ser a partir del caldero o de un intercambiador de calor, la demanda se determina según número de camas de hospitalización.

Es importante mencionar que en los sistemas de recirculación, se debe garantizar que el agua no descienda a menos de 60° C, pues podrían crear un entorno propicio para el desarrollo de Legionella.

La Legionella pneumophila es una bacteria presente en el agua, la cual es causante de infecciones potencialmente mortales, sobre todo en pacientes que se encuentran hospitalizados. Viven en medios acuáticos en rangos de temperatura de 20° a 50° C. Los focos de proliferación y contaminación pueden ser los depósitos de almacenamiento de agua, torres de refrigeración, condensadores y equipos de aire acondicionado.

Vapor de Agua

El uso del vapor de agua es vital en varios procesos hospitalarios, las unidades médicas que deben ser abastecidas son: Esterilización, Cocina, Lavandería y Calefacción. Para su generación es necesario un sistema de generación de vapor, el cual está conformado por una caldera con sus respectivos accesorios para la generación y distribución del vapor.

Consumos Especiales

Existen dentro del hospital unidades médicas que requieren de un nivel de calidad de agua mayor al usual, como es el caso de la Unidad de Diálisis para la generación del líquido de diálisis descrito en párrafos anteriores en los servicios del hospital.

2.3. Revisión De Sistemas de Certificación y Evaluación Ambiental De Edificios.

Debido a que el país no cuenta con una política o legislación sólida referente a la gestión del recurso hídrico, a nivel de la construcción o de edificaciones de salud. Es necesario establecer una metodología que permita la evaluación del centro hospitalario.

Para ello se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Determinar parámetros para la evaluación del ciclo de agua en el centro hospitalario, mediante la sistematización de la información disponible referida a metodologías de evaluación o certificación ambiental, y normativa relacionada al tema.
- Validar indicadores de consumo del agua aplicables a nuestra realidad, que sirvan de punto de comparación para futuros diagnósticos de otros centros hospitalarios.
- Identificar los perfiles de consumo del agua por áreas del centro hospitalario, para lograr su optimización y tratamiento óptimo según los requerimientos de cada área.
- Validar los requisitos y condiciones óptimas de desempeño del recurso hídrico en edificios para su aplicación en un centro hospitalario.

Esta primera etapa se basará en identificar los requisitos y estrategias para la disminución del consumo, su reutilización, uso de aguas lluvias, tratamiento de las aguas residuales y el peso en cada sistema.

2.3.1 Sistema De Certificación Internacionales.

Los sistemas de certificación ambiental se crean en la primera Cumbre de la Tierra para el Desarrollo Sostenible denominada Río 92, como un medio para evaluar la calidad medioambiental de los proyectos. Los resultados son expuestos en indicadores de rendimiento de cada componente o sistema para una mejor visibilidad de los usuarios o promotores, esta evaluación puede hacerse en la fase de planificación de los proyectos, la

ejecución de la obra y en su explotación, esto permitirá que la edificación se desarrolle con criterios de respeto y relación con el entorno.

En la actualidad, estos sistemas están evolucionando hacia prácticas sostenibles reales, que permiten apreciar el desempeño en el uso de recursos de una edificación, medir su funcionamiento como unidad frente a su impacto ambiental, lo que permite mejorar la salud humana, el bienestar individual, revertir su contribución al cambio climático y lograr el reconocimiento público.

Cada sistema de evaluación mide varias variables de forma simultánea y responde a condiciones específicas de cada localidad, por lo que alrededor del mundo varias instituciones han creado redes con sistemas de certificación (Ver Tabla 6).

Tabla 6 *Sistemas de Evaluación y Certificación a nivel mundial*

Item	Denominación	Institución	País
1	LEED	U.S. Green Building Council-GBC	EEUU
2	CASBEE	Japan GreenBuild Council -JaGBC	Japón
3	BREEAM	BRE Trust	Reino Unido
4	HQE	Association pour la Haute Qualité Environnementale	Francia
5	GREEN STAR	Green Building Council of Australia-GBCA	Australia
6	SB Tool	International Initiative for a Sustainable Building Environment - iiSBE	Internacional
7	HK BEAM	BEAM Society	Hong Kong
8	Green Mark	Building and Construction Authority - BCA	Singapur
9	MINERGIE	Minergie Building Agency	Suiza
10	NORDIC SWAN	Nordic Council of Ministers	Países Nórdicos
11	DGNB	German Sustainable Building Council	Alemania
12	PCES	Gobierno Distrito Federal	México

Fuente: Elaboración Autor

2.3.1.1 Building Research Establishment's Environmental Assessment Method

(BREEAM).

Es una herramienta para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios. BREEAM ha sido desarrollado por Building Research Establishment (BRE) en el año 1990.

Ampliamente reconocido, está presente en 78 países, con más de 2 millones de edificios registrados, con una metodología internacional que mejora su gestión. (BREEAM, 2016)

BREEAM tiene un enfoque basado en el ciclo de vida de la sostenibilidad, por lo que ayuda en la implantación adecuada y rentable de las soluciones a partir de una serie de criterios que deben ser cumplidos por los diseñadores, constructores y usuarios en la ejecución del proyecto. En el análisis de este sistema no se va a analizar el proceso de certificación o requisitos de calificación, únicamente los criterios que se evalúan para la eficiencia del recurso hídrico. (BREEAM, 2016)

Las categorías que utiliza el sistema están ponderados según su importancia, en la tabla a continuación las categorías y el puntaje establecido:

Tabla 7 *Parámetros Evaluación BREEAM*

Parámetros	Puntaje	%
Gestión	21	17,0%
Salud y Bienestar	10	8,0%
Energía	30	23,0%
Transporte	9	7,0%
Agua	9	7,0%
Materiales	12	9,0%
Residuos	7	5,0%
Uso de Suelo y Ecología	10	8,0%
Contaminación	13	10,0%
Innovación	10	8,0%

Fuente: BREEAM, Technical Manual SD233 1.0, Edición Autor

BREEAM no cuenta con una normativa en lo referente a las edificaciones de salud. En lo específico referente al recurso hídrico, cuenta con varios objetivos distribuidos en las categorías. Iniciando con garantizar el abastecimiento del agua a los usuarios con fuentes limpias, reducción del consumo y reciclado del agua. (BREEAM, 2016)

Para el caso de la reducción del consumo, se propone una eficiencia hídrica de los aparatos sanitarios, instalando equipos más eficientes. Detección y prevención de fugas de

agua en las redes de agua, uso de contadores de agua para calcular el consumo por zonas de actividad. Aplicación de un Sistema de Gestión del Edificio (SGE) que monitoriza, control, optimiza los servicios del edificio y sea capaz de detectar fugas importantes en la red hídrica.

La eficiencia de los aparatos sanitarios se establece sobre una línea base de consumo, comparada con el nivel de referencia, mientras más alto es el nivel, se obtiene mayor puntaje, en la tabla consiguiente el detalle.

Tabla 8 Niveles de consumo eficiente de agua por tipo de aparato sanitario

Aparato Sanitario	U	Ref.	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Inodoro	lpd	6	6	4,5	4,5	4,5	4
Llaves para lavamanos	l/min	7	6	5	4	3,5	3
Cabeza de ducha	l/min	12	10	8	6	4	3,5
Tinas de baño	l	160	140	120	110	95	90
Urinarios	lpd	2	1	1	0	0	0
Llave de cocina pequeña	l/min	8	8	6	6	5	5
Llaves de pre aclarado (restaurantes)	l/min	10,3	9	8,3	7,3	6,3	6
Lavavajillas doméstico	l/año	2200	2100	2000	1900	1800	1700
Lavadoras domésticas	l/año	13200	12100	11000	9900	8800	7700
Lavavajillas comercial	l/rack	8	7	6	5	4	3
Lavadoras comercial/industrial	l/ciclo	14	12	10	7,5	5	4,5

Fuente: BREEAM, Technical Manual SD233 1.0, Edición Autor

Si bien el sistema BREEAM establece una línea de consumo eficiente para las piezas sanitarias, el programa no certifica ninguna marca o modelos de sanitarios, tampoco exige que los aparatos obtengan ningún tipo de estándar aprobado que garantice la obtención de los puntos en la evaluación.

En el caso de aguas grises, se requiere su almacenamiento, tratamiento para cubrir una parte de la demanda del edificio y riego exteriores. Se plantea como mínimo cubrir el 25% de la demanda de agua con el uso de aguas grises o lluvias para acceder al puntaje.

De igual forma en el caso de aguas lluvias, se solicita la recolección de las escorrentías de aguas pluviales para suplir, complementar y disminuir la demanda de agua

potable de la red pública. El uso de aguas pluviales además puede reducir la descarga al drenaje e inundaciones en calles al reutilizar la mayor parte del recurso al interior del proyecto.

2.3.1.2 Leadership in Energy & Environmental Design (LEED).

El U.S. Green Building Council (USGBC) es una organización que promueve la sostenibilidad en el diseño y operación de edificios, el cual creó en el año de 1999 el Sistema de Certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design). La versión LEED v4 fue lanzada a finales del 2013. Esta tiene con un incremento en el nivel de requerimientos y la actualización de normativas referentes como ASHRAE 90.1-2010 y ASHRAE 62.1-2010.

El World Green Building Council (WGBC) es la organización que involucra a los consejos de 110 países a nivel mundial, en el desarrollo, tecnologías e implantación de políticas de construcción sustentable. Ecuador a través del Ecuador Green Building Council (EGBC) es miembro de la WGBC, como pionero en el país, por lo que trabaja bajo sus directrices y modelos de gestión.

La certificación LEED profundiza la alta eficiencia energética y ambiental, con base en los requerimientos de 8 familias o categorías. La ponderación y puntaje de cada una de las familias se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 9 *Parámetros Evaluación LEED*

Parámetros	Puntaje	%
Proceso Integrado	1	1,0%
Ubicación y Transporte	16	15,0%
Sitios Sustentables	10	9,0%
Eficiencia en el Uso de Agua	11	10,0%
Energía y Atmósfera	33	30,0%
Materiales y Recursos	13	12,0%
Calidad de Aire Interior	16	15,0%
Innovación en el Diseño	6	5,0%
Prioridad Regional	4	4,0%

Fuente: Datos LEED v4 for Building Design and Construction, Edición Autor

En cuanto a los parámetros utilizados para el agua, el objetivo principal es proteger y restaurar los recursos de agua por lo que se analiza la demanda de consumo al interior, demanda de consumo de agua exterior, riego de jardines, fuentes de provisión, sistemas y redes sanitarias, agua lluvia y sistemas de cubiertas.

Para la reducción del consumo de agua se plantea una disminución de mínimo 25% del consumo interior, instalación de medidores o contadores para un mejor control del consumo por zonas de actividad. En aparatos sanitarios se establece una línea base de consumo a cumplir, (U.S. Green Building Council, 2015) la cual se detalla en la tabla a continuación.

Tabla 10 *Línea base de consumo de agua para sanitarios*

Item	Aparato Sanitario	Línea Base
1	Inodoro	6 lpd
2	Urinario	3.8 lpd
3	Grifería Uso Público	8.3 lpm
4	Grifería de cocina	8.3 lpm
5	Duchas	9.5 lpm

Fuente: Datos LEED v4 for Building Design and Construction, Edición Autor

Se debe plantear además la captación de agua lluvia para uso en riego de jardines y exteriores, que permita reducir la demanda de agua para jardinería al menos en un 50% a partir de la máxima demanda del mes, apoyado en la selección de especies de plantas de bajo consumo o un sistema de agua eficiente.

En proyectos educativos, centros comerciales y hospitales se puede puntuar con equipos de lavandería al procesar 57.606 kg (120.000 lb) al año, con 7 litros por 0,45 kg de ropa, además se requiere que cumplan con las certificaciones internaciones como ENERGY STAR, CEE Tier 3 A.

Tabla 11 Estándares de consumo para Electrodomésticos

Equipos de Cocina		Requisitos (Unidad l)
	Bajo la encimera	≤ 6,0 litros/cesta
	Fijo, tanque único, puerta	≤ 5,3 litros/cesta
Lavajillas	Tanque único, cinta transportadora	≤ 3,8 litros/cesta
	Tanque múltiple, cinta transportadora	≤ 3,4 litros/cesta
	Lineales (en cadena, arrastre)	≤ 680 litros/hora
Olla de Vapor	En tanda (industrial)	≤ 23 litros/hora/olla
	Usos individual (doméstico)	≤ 38 litros/hora/olla
Horno combinado	Sobre la encimera o independiente	≤ 13 litros/hora/olla
	Bandejas en carro	≤ 13 litros/hora/olla

Fuente: Datos LEED v4 for Building Design and Construction, Edición Autor

En el caso de Sistemas de Aire Acondicionado que utilicen agua para el enfriamiento como torres o chillers el objetivo es preservar el agua, limitando los ciclos y controlando la calidad de agua para evitar daños en los equipos.

En la categoría de Sitios Sostenibles, se avalúa reducir el volumen de agua lluvias y mejorar la calidad de agua lluvias replicando el sistema hídrico natural existente en sitio previo a construcción.

2.3.1.3 LEED for Healthcare.

LEED además cuenta con una certificación particular para edificios de salud, denominada LEED for Healthcare, los créditos y el peso de los mismos en su mayoría han sido modificados para alinear a las necesidades de salud. Se prioriza el control de infecciones, protección de los pacientes, regulaciones relativas a la ventilación y calidad de aire interior. Además de estrategias de construcción sostenible, uso de materiales de bajas emisiones, reciclado de materiales y renovables, en la tabla a continuación el detalle de los mismos. (U.S. Green Building Council, 2016)

Tabla 12 *Parámetros Evaluación LEED Healthcare*

PARAMETROS	PUNTAJE	%
Sitios Sustentables	18	16,0%
Eficiencia en el Uso de Agua	9	8,0%
Energía y Atmósfera	39	35,0%
Materiales y Recursos	16	15,0%
Calidad de Aire Interior	18	16,0%
Innovación en el Diseño	6	5,0%
Prioridad Regional	4	4,0%

Fuente: LEED 2009 for Healthcare

En referencia a los requisitos sobre el manejo del agua, se establece los siguientes parámetros:

- Reducción mínima del 20% en el consumo de agua de la red de su línea base, sin incluir el agua para riego. Los proyectos reciben los créditos a partir de reducciones del 30% del consumo.
- Para los aparatos sanitarios se establece la misma línea base de consumo que la versión LEED V4 y el uso de contadores para rastrear el consumo de los diferentes servicios entre los cuales están lavandería, caldera de vapor, laboratorio, fisioterapia, rehabilitación, centro de esterilización entre otros.
- Para el manejo de aguas lluvias, se solicita contar con un Plan de manejo de aguas pluviales que permita el control de aguas lluvias, reducir las escorrentías, limitar el uso de cubiertas impermeables, aumentar la infiltración dentro del lote para controlar la descarga a la red pública.
- En el caso de equipos médicos, se solicita minimizar el consumo de agua para la refrigeración. El uso de agua potable será exclusivo en sistemas de respaldo, en emergencia o cuando los aparatos estén regulados por condiciones específicas o exigencias locales.

- Reducción de un 50% del agua utilizada para riego, tendiendo a eliminar su uso, para lo cual se deberá usar agua lluvia, aguas grises recicladas o aguas residuales recicladas. En el diseño del paisaje se deberá seleccionar plantas que no requieran sistemas permanentes de riego.
- Cuando el proyecto disponga de torres de refrigeración se establece como límite 2,5 litros por kilovatio hora, además los equipos deberán contar con medidores, controladores de conductividad, alarmas de desbordamiento para reducir cualquier pérdida.

2.3.1.4 Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES).

México, en el año 2008, desarrolló el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables-PCES con el objetivo de promover y fomentar la reducción de emisiones de CO₂ al ambiente y el uso eficiente de recursos naturales dentro del Distrito Federal. (Sanchez, Noyola , Davila, Bachtol, Baumgartner, & Morales, 2010)

Establece un proceso de regulación, el cual inicia con la inscripción del proyecto, fase de diagnóstico, plan de acción, su ejecución y conclusiones sobre el uso de criterios de sustentabilidad y eficiencia ambiental en el proyecto para obtener la certificación. (Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, 2012)

Propone además incentivos fiscales por acciones ambientales, normados por la Secretaría del Medio Ambiente y el Código Fiscal del Distrito Federal, los cuales deberán tramitarse luego de obtener la certificación. Entre los beneficios relacionados con el recurso hídrico está la reducción del 20% al 40% del pago de impuestos, al demostrar un 30% de ahorro en el consumo de agua potable, combustible o energía. Esto además permite el reconocimiento local y el consecuente aumento de la plusvalía de la propiedad. (Sanchez, Noyola , Davila, Bachtol, Baumgartner, & Morales, 2010)

Al igual que los anteriores sistemas, consiste en otorgar una puntuación en base a los criterios determinados y en el cumplimiento de la legislación ambiental aplicables. En la siguiente tabla se muestra los criterios y la ponderación de cada uno.

Tabla 13 *Parámetros Evaluación PCES*

Parámetros	Puntaje	%
Energía	40	33%
Agua	25	21%
Residuos sólidos	10	8%
Calidad de vida y responsabilidad social	25	21%
Impacto ambiental y otros impactos	20	17%

Fuente: LEED 2009 for Healthcare

Para el caso del agua, la evaluación del PCES privilegia 3 parámetros:

El primer parámetro es el ahorro del agua potable, debido a las condiciones de abastecimiento de la ciudad de México. Tiene como objetivo de reducir la sobre explotación del acuífero y alcanzar un equilibrio hidrológico. Esta prioridad requiere a nivel de los proyectos la revisión y validación de fugas en todas las instalaciones del edificio evitando su desperdicio; uso de piezas, que requieran menor volumen o caudal para su funcionamiento, o el uso de accesorios o dispositivos que permitan ahorros adicionales.

El segundo es la captación de aguas pluviales, con la finalidad de fomentar el aprovechamiento del agua lluvia para reducir el consumo de agua de la red, se evalúa la infraestructura construida para la captación y el uso de aguas lluvias en usos específicos que pueden ser: inodoros, urinarios, limpieza del inmueble y ventanales, riego de áreas verdes, aire acondicionado o sistema contra incendios. El agua lluvia a ser aprovechada deberá cumplir con la normativa vigente y condiciones generales de calidad para su re uso. (Sanchez, Noyola , Davila, Bachtol, Baumgartner, & Morales, 2010)

Por otra parte, las aguas pluviales en donde no es posible su recolección deben ser infiltradas en el terreno considerando el tipo de suelo y su ubicación con el objeto de contribuir a la recarga del acuífero de la ciudad.

En cuanto al tratamiento de aguas grises, se solicita la instalación de una planta de tratamiento in situ que permita la reutilización del agua en servicios que lo permitan según las normas locales específicas. Cuando exista un excedente o no sea posible la utilización del agua residual tratada en la edificación se podrá elaborar convenios con las juntas de vecinos, o empresas para el aprovechamiento del recurso, de igual forma esto normado por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México. (Sanchez, Noyola , Davila, Bachtol, Baumgartner, & Morales, 2010)

Por otro lado cuando los promotores de las edificaciones tengan acceso a una red de agua residual tratada, también pueden usar este recurso dentro del proyecto, según las condiciones específicas de la norma ambiental de la ciudad. Finalmente plantea elaborar campañas de culturización dirigidas a los usuarios de los edificios que permitan contribuir al cuidado del agua y su uso eficiente.

2.3.2 Sistemas Locales De Evaluación Ambiental.

En el país el uso de las certificaciones internacionales todavía es incipiente, la más usada es la LEED debido a su reconocimiento, sin embargo su aplicación tiene limitaciones al estar basada en parámetros norteamericanos que no se aplican en su totalidad a nuestra zona climática o sistemas constructivos. En nuestro país se han desarrollado dos sistemas de evaluación que permiten conocer el estado y rendimiento de los proyectos, los cuales se describen a continuación.

2.3.2.1 Sistema de Evaluación Ambiental (SEA)

Es un sistema únicamente de evaluación ambiental para la construcción específica de viviendas, desarrollado por Mutualista Pichincha, una institución bancaria del Ecuador con el apoyo técnico de la Cámara de Industrias y Comercio Ecuatoriana Alemana-AHK, la agencia de la Cooperación al desarrollo del Estado Federal de Alemania- GIZ.

SEA recoge las mejores prácticas de construcción sustentable, otorgando créditos (puntos) al cumplimiento de cada parámetro, criterios de evaluación que utiliza y su ponderación en la tabla siguiente.

Tabla 14 *Parámetros Evaluación SEA*

Parámetros	Puntaje	%
Suelo-ecología	10	10%
Transporte	10	10%
Salud y Bienestar	17	17%
Agua	15	15%
Energía	14	14%
Materiales	11	11%
Desechos	8	8%
Polución	5	5%
Administración y Proceso de la obra	10	10%

Fuente: Mutualista Pichincha <http://www.sistemadeevaluacionambiental.com/Sea/informacion.do>

Para el caso particular del agua, el sistema evalúa criterios de uso eficiente y optimización del recurso, recolección de agua lluvia y su aplicación, inclusión de sistemas que permitan tratamiento en sitio de aguas residuales con su posible reciclaje y reutilización. A fin de reducir el consumo de agua potable y la descarga de aguas negras que generan las unidades.

En cuanto a disminución del consumo se establecen medidas en cuanto a las piezas sanitarias. En lavabos y fregaderos deben tener un flujo máximo de 2.2 galones/min. En piezas de uso público de 0.5 galones/descarga y pueden ser de pulso, de sensor o de spray. Para los inodoros deben tener una descarga efectiva máxima de 1.20 galones/descarga, o

especificar doble descarga. Estos deben tener señalización de guía al usuario para su uso. En cuanto a duchas deben tener una presión que no exceda los 2.3 gal /min.

Además se sugiere la instalación de medidores de agua y sistemas de detección de fugas para un mayor control de la demanda. En lo que se refiere al reciclaje de agua se propone la recolección de agua gris de lavabos y duchas por lo menos en un 80% para cubrir parte de la demanda total de inodoros al menos del 10%. El riego de jardines o plantas debe ser con agua gris o de lluvia. Las plantas seleccionadas se mantienen con agua lluvia natural o no requieren riego.

En cuanto al manejo de aguas pluviales se plantea su recuperación para cubrir la demanda del riego de jardines. La Irrigación por escorrentía superficial con sensores de humedad de suelo u otros sistemas de riego eficiente. Finalmente la recolección para cubrir toda la demanda de inodoros durante periodo máximo.

2.3.2.2 Ministerio del Ambiente del Ecuador - Punto Verde.

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), con el objetivo de fomentar la protección y conservación del medio ambiente, crea el Reconocimiento Ecuatoriano Ambiental – REA, el cual se otorgará a la Entidad Pública que reduzca su porcentaje de contaminación.

Mediante el Acuerdo Ministerial 131, de fecha 11 de agosto de 2010, se determinan las herramientas para expedir las políticas generales para promover buenas prácticas ambientales en el sector público. (Ministerio del Ambiente, 2010)

La evaluación se establece mediante la aplicación de una línea base que contiene las siguientes líneas de acción transcritas del Acuerdo Ministerial:

- *Estado de equipos e instalaciones.*

- *Detalle del gasto de energía.*
- *Gastos y consumo de papel.*
- *Estado de la gestión de residuos y desechos.*
- *Gasto y consumo de agua.*
- *Situación en cuanto a la generación de desechos y su disposición final.*
- *Estado de la gestión del transporte.*
- *Compras responsables.*
- *Identificación de los problemas que limitan las buenas prácticas ambientales.*

El Capítulo IV se refiere a la Gestión y Manejo del Agua, en donde se determina algunos puntos básicos referentes como son: usar piezas sanitarias eficientes, controlar las fugas de agua en la red principal, ahorro de agua en el riego de jardines.

El Acuerdo Ministerial no determina parámetros mínimos o porcentaje a cumplir en cada requisito, tampoco tiene criterios sobre el reciclaje de agua o tratamiento de aguas residuales. Es una propuesta del Estado Ecuatoriano con una clara intención de implementar programas para el cuidado ambiental y reducir la contaminación ambiental.

2.4. Reflexiones.

Los sistemas de certificación revisados priorizan a nivel de puntos la eficiencia energética sobre los otros parámetros evaluados. Dejando un recurso tan importante como el agua a un segundo o tercer plano. El peso del recurso en los sistemas está entre un 8% a 10%, excepto en el PCES, debido a las condiciones del suministro de agua en México tiene la mayor ponderación al llegar al 21%.

LEED, BREEAM, PCES, para el caso se enfocan en la optimización del recurso, disminuir la demanda de la red promoviendo el reciclaje, captación de agua lluvia o instalación de sistemas de tratamientos de aguas grises. Esto permite validar los beneficios con la finalidad de lograr la certificación del proyecto.

En el sistema de evaluación SEA, aunque su enfoque sea únicamente a la tipología de vivienda, mantiene puntos de coincidencia en el manejo del agua que se pueden aplicar en el centro hospitalario.

Punto Verde, tiene una orientación hacia los edificios públicos, evalúa la eficiencia de los aparatos y el agua de riego en exteriores. No considera en su evaluación el ciclo completo del recurso hídrico, no considera factores como la gestión de agua lluvia, reciclaje o el tratamiento de aguas residuales.

En el caso del PCES, tiene dos puntos destacables, el primero al ser promovido por una entidad gubernamental como la Secretaría del Ambiente, propone incentivos fiscales luego de la obtención de la certificación. El segundo, es la promoción de la educación de las personas, a través de campañas que fomenten la cultura del cuidado y respeto al agua como uno de criterios a evaluar dentro del proceso de certificación.

A continuación, se efectúa una matriz comparativa entre los sistemas, de acuerdo a los objetivos planteados para el análisis de los sistemas. Los puntos de coincidencia servirán de base para desarrollar una propuesta de evaluación para el centro hospitalario seleccionado.

Tabla 15 *Matriz Comparativa de los Sistemas de Evaluación*

Item	Parámetros	Breem	Leed	Pces	Sea	Punto Verde
1	Demanda de Agua					
	Uso de Piezas Sanitarias (Inodoros/Lavabos/Urinaris/Duchas) ahorradores o sistema reguladores de caudal/temporizadores	•	•	•	•	•
	Mostrar ahorro y reducción de consumo de agua	•	•		•	
	Equipos especiales eficientes en cuanto al consumo de agua y energía eléctrica.		•			
	Establece medios de medición adicional del Agua	•	•		•	•
	Control de fugas y desperdicios, instalación de sistema de detección de fugas.	•		•	•	•
	Instalar sistemas de riego eficiente, por aspersión o escorrentía superficial	•	•		•	•
2	Reutilización de Agua					
	Agua gris de lavabos y duchas es recolectada y reciclada para cubrir parte de la demanda total del edificio.	•	•		•	
	El riego de jardines se da con agua gris, o por captación de agua lluvia recuperada, que permita cubrir la demanda	•	•		•	
3	Gestión de Aguas Lluvias					
	El agua lluvia es recuperada para cubrir parte de la demanda.	•	•	•	•	
	Agua lluvia/Agua Gris usada para el riego de jardines que permita cubrir la demanda	•	•		•	
4	Tratamiento de Aguas Residuales					
	Establece requerimientos para aguas residuales	•	•			

Fuente: Elaboración Autor.

2.5. Construcción de Matriz de Análisis de un Centro Hospitalario

Para poder analizar el cumplimiento de cada parámetro de la matriz planteada es necesario establecer los parámetros de cumplimiento. Estos parámetros suponen luego oportunidades que pueden aprovecharse en la etapa fase de mejora.

2.5.1. Demanda De Agua Potable.

2.5.1.1. Consumo Mensual de Agua.

Se plantea validar indicadores sobre el consumo de agua en hospitales como una herramienta que permita fijar metas sobre la gestión del recurso hídrico de forma eficiente. En esta investigación se plantea la utilización de un índice de consumo de agua en litros por número de camas, muy usado en el sector sanitario. (Consejería de Economía y Hacienda. Comunidad de Madrid, 2010)

Para el cálculo de este índice se divide el consumo real promedio de agua potable con el número de camas de hospitalización que disponga el Hospital.

La unidad se establece en litros x cama x día

1. Consumo real promedio de agua potable:
2. Número de camas de hospitalización:

$$I \times Cama = \frac{\text{Consumo real promedio de agua potable}}{\text{Número de Camas}}$$

La dotación estimada para consumo de agua potable en un hospital es de 800 a 1300 litros por cama por día, de acuerdo a la Tabla 16.2, de la Norma Ecuatoriana NEC 11, Capítulo 16.

2.5.1.2 Perfiles de demanda de Agua por Servicio.

Es necesario estudiar las zonas de mayor demanda de agua dentro del hospital, de acuerdo a los servicios identificados en el caso de estudio, que permita a futuro valorar las intervenciones a realizar.

2.5.1.3 Equipos y piezas sanitarias instaladas.

Luego de la comparación entre los sistemas de certificación y normativa local de los niveles de consumo por tipo de aparato se determina una línea base para la revisión del caso de estudio. Se adopta los valores de los aparatos de **alta eficiencia en el consumo de agua**, de la Norma NTE INEN 1569:2015 y NTE INEN 968-3, (Ver Tabla 17 y 18).

Tabla 16 Línea base para evaluación del consumo en piezas sanitarias

Item	Accesorio	Línea Base
1	Inodoro Alta Eficiencia	4,8 lpd
2	Urinario Alta Eficiencia	1,9 lpd
3	Llaves para lavamanos	8,3 lpm
4	Llaves de alta eficiencia para lavamanos	5,7 lpm
5	Llave de fregadero (uso industrial)	15 lpm
6	Llave de manguera/lavandería	15 lpm
7	Cabeza de ducha	9,5 lpm
8	Llave de cocina	8,3 lpm

Fuente: NTE INEN 1569:2011 y NTE INEN 968-3. Edición Autor

Para equipos especiales se adopta los parámetros del LEED V4.

Tabla 17 Estándares para Electrodomésticos

	Equipos de Cocina	Requisitos (Unidad l)
	Bajo la encimera	≤ 6,0 litros/cesta
Lavajillas	Fijo, tanque único, puerta	≤ 5,3 litros/cesta
	Tanque único, cinta transportadora	≤ 3,8 litros/cesta
	Tanque múltiple, cinta transportadora	≤ 3,4 litros/cesta
Olla de Vapor	Lineales (en cadena, arrastre)	≤ 680 litros/hora
	En tanda (industrial)	≤ 23 litros/hora/olla
	Usos individual (doméstico)	≤ 38 litros/hora/olla
Horno combinado	Sobre la encimera o independiente	≤ 13 litros/hora/olla
	Bandejas en carro	≤ 13 litros/hora/olla

Fuente: LEED v4 for Building Design and Construction. Edición Autor.

2.5.1.4 Aire Acondicionado

Verificar si el hospital dispone de sistema de refrigeración o aire acondicionado que utilicen o demanden una gran cantidad de agua dentro del proceso de enfriamiento, con la finalidad de analizar opciones para mejorar la eficiencia en la refrigeración.

2.5.1.5 Otros consumos: Áreas Exteriores, Riego de jardines, limpieza

Verificar y contabilizar la cantidad de agua usada para tareas de limpieza, áreas exteriores, estacionamientos, riego de áreas verdes, entre otras áreas del hospital.

2.5.2 Reutilización De Agua.

2.5.2.1 Aguas Grises

Para medir la eficiencia en el reciclaje de agua, se define la utilización de la fórmula de cálculo establecida en la Resolución N° 13-2016 del DMQ.

$$RH2Og = (DiH2Ogf / GH2Oi) \times 100$$

RH2Og: Reutilización de aguas grises.

DiH2Ogf: Disposición de aguas grises final

GH2Oi: Generación de aguas grises inicial

Unidad: m³.

Para el cumplimiento de la matriz, es necesario contar con al menos el 15 % de reutilización de aguas grises.

2.5.3 Gestión De Agua Lluvias.

De la revisión teórica y de los referentes analizados, se establece la importancia en la captación de aguas lluvias, así como la recuperación de aguas grises en busca de una disminución del consumo. Por lo que es procedente analizar si el hospital cuenta con sistemas de almacenamiento de agua pluviales a nivel de cubierta para su posterior uso y determinar el porcentaje de ahorro del agua potable.

2.5.3.1. Captación de aguas lluvias

Se verificará que se disponga de un tanque colector o cisternas para recolección de aguas pluviales. Se determinará la cantidad de aguas lluvias que se pueden almacenar en el proyecto, y su posible utilización.

2.5.3.2. Cantidad recibida en el lote.

Se verificará la captación de agua lluvia como alternativa de abastecimiento de agua, para esto se utilizará los datos de precipitación multianual de centros meteorológicos o los reportes del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), de acuerdo a la disponibilidad de información.

Se define utilizar la fórmula de las Normas de Diseño de los sistemas de alcantarillado de la EPMAPS–Q. para determinar el volumen de recolección.

Volumen= Area de Recolección (m²) x Precipitación x Coeficiente de Escurrimiento

El Coeficiente de Escurrimiento, es un valor adimensional que resulta de la consideración de parámetros como la infiltración, topografía, relieve, suelo e intensidad de la lluvia. Según las condiciones identificadas en el proyecto, se tomará como base los coeficientes de las Normas de Diseño de los Sistemas de Alcantarillado elaborado por la EPMAPS–Q.

2.5.3.3. Cantidad absorbida (por elementos verdes como jardines, techos verdes u otros).

Con la finalidad de evitar la descarga total de aguas lluvias a la red, es necesario contar con áreas permeables que permitan una escorrentía contralada. Esto permitirá disminuir el caudal y volumen de descarga hacia la red de alcantarillado.

Para determinar la retención de agua en superficie, se utilizará la fórmula establecida en la Resolución N° 13-2016 del DMQ, revisada anteriormente.

$$RsH2O = (AerH2O / ArnH2O) \times 100$$

RsH2O: Porcentaje de retención de Agua en superficie

ArnH2O: Área neta de recolección de aguas lluvias del lote

AerH2O: Área neta de aplicación de estrategias de recolección de aguas lluvias.

Unidad: m².

Se deberán descontar claraboyas y pozos de luz según lo indicado en la Ordenanza.

El proyecto deberá contar con el 25% de áreas permeables para el cumplimiento de la matriz.

2.5.3.4. Cantidad descarga alcantarillado.

Se verificará si el hospital dispone de estrategias para la captación de aguas pluviales con un desalojo paulatino y controlado a la red pública de alcantarillado. Se utilizará la fórmula establecida en la Resolución N° 13-2016 ya mencionada.

$$RrH2O = (VrpH2O / VrlH2O) \times 100$$

RrH2O: Porcentaje de agua retenida para desalojo paulatino o controlado

VrlH2O: Volumen retenido área neta del lote

VrpH2O: Volumen retenido por estrategias para desalojo paulatino o controlado.

Unidad: m³.

El proyecto deberá retener el 20% de aguas pluviales para el cumplimiento de la matriz.

2.5.4. Tratamiento De Aguas Residuales.

En la legislación Ambiental TULSMA, y la Ley de Recursos Hídricos, establecen la necesidad de contar con un estudio ambiental previa la ejecución del proyecto. En el caso del

agua, se determina la necesidad de contar con el sistema de tratamiento para las aguas residuales previa su descarga a la red de alcantarillado, con la finalidad de prevenir la contaminación de las fuentes.

En el proyecto se verificará el cumplimiento de la Ley, en cuanto a contar con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para las descargas hospitalarias y el tipo de solución usada. Además se identificará si cuenta con descargas diferenciadas por tipo de efluente.

2.5.5. Matriz de Evaluación

Con los criterios determinados a lo largo del capítulo, se define una matriz de evaluación para el recurso hídrico. La matriz contiene los puntos comunes identificados entre la normativa vigente, así como parámetros definidos por los sistemas de certificación y evaluación del recurso hídrico.

Está enfocada sobre los 4 ejes planteados: La demanda de agua, la reutilización de agua, la gestión de aguas lluvias y el tratamiento de aguas negras. Se incluye un parámetro destacable sobre la educación que se debe brindar a los usuarios y concientización sobre la problemática del agua.

Para determinar el cumplimiento en cada parámetro de la matriz, se debe comparar los valores obtenidos en el caso de estudio con la línea base establecida

Tabla 18 *Matriz de Evaluación*

Item	Parámetros	Si	No	Parcial	Observaciones
1	Demanda de Agua				
	Cuenta con Piezas Sanitarias (Inodoros/Lavabos/Urinaros/Duchas) comparado con la línea base. Eficientes,				
	Existe un plan de ahorro o reducción de consumo de agua.				
	Cuenta con equipos médicos eficientes en cuanto al consumo de agua.				
	Establece medios de medición adicional del agua, o cuenta con un sistema de control de fugas y desperdicios.				
2	Reutilización de Agua				
	Se utiliza sistemas de recolección de agua gris (lavabos y duchas) para cubrir parte de la demanda total del edificio.				
	El riego de jardines se da con agua gris, o por captación de agua lluvia recuperada, que permita disminuir o cubrir la demanda.				
3	Gestión de Aguas Lluvias				
	Se utiliza sistemas de recolección de aguas lluvias, para cubrir parte de la demanda interna.				
	El proyecto dispone del 30% de áreas permeables para la retención de aguas lluvias que permita una escorrentía controlada.				
	El proyecto dispone de un plan para la captación de aguas pluviales, que permita un desalojo paulatino y controlado a la red pública de alcantarillado.				
4	Tratamiento de Aguas Residuales				
	El Hospital dispone de sistema o planta de tratamiento de aguas residuales previo a la descarga a la red pública				
5	Educación a los Usuarios				
	Dispone de un Plan de Concientización sobre uso del agua. Charlas, Cursos, Afiches entre otros medios.				

Fuente: Elaboración Autor.

Durante el proceso de evaluación y según los hallazgos efectuados, la matriz proporciona un enfoque lógico de las acciones potenciales a seguir para la optimización de la gestión del recurso hídrico en el proyecto evaluado.

2.6 Metodología para la Evaluación del Centro Hospitalario

La metodología propuesta para realizar el proyecto de investigación, se define mediante cuatro fases como una reinterpretación de la Metodología de Deming (Plan-Do-Check-Act) detalladas a continuación:

- Análisis Conceptual
- Análisis Práctico
- Evaluación de la información
- Propuesta de optimización

2.6.1. Análisis Conceptual.

Para la investigación del caso de estudio, es pertinente efectuar un análisis arquitectónico del proyecto con el objeto de identificar sus características y alcance para dimensionar el centro hospitalario.

Se define los siguientes puntos para el análisis:

- Descripción General del Proyecto
- Área de Influencia
- Zonificación y Servicios
- Accesos y Circulaciones.
- Sistema constructivo y Redes de Distribución de Agua

Con esta información, se tendrá una visión general del proyecto, área de construcción, así como su cartera de servicio, y horarios de funcionamiento. Estos datos permitirán efectuar los cálculos en la evaluación de la información.

2.6.2. Análisis Práctico.

En el análisis práctico, es necesario realizar visitas de campo al caso de estudio, para efectuar un levantamiento de información del hospital. Se reconocerán y cuantificarán los equipos y piezas sanitarias instaladas que utilicen agua. En el registro de equipos se usará la ficha elaborada en base a los parámetros establecidos en los sistemas de certificación y consideraciones técnicas de cada equipo. (Apéndice A)

Se define el período de estudio desde la apertura del hospital en el mes de Enero de 2016 hasta Febrero 2017 para la recopilación de datos del consumo de agua. Esto permitirá contar con las evidencias apropiadas para el diagnóstico del hospital y posterior comprobación de la hipótesis.

2.6.3. Evaluación de la Información.

A partir de toda la información primaria y secundaria se plantea la consolidación de la información para su evaluación y síntesis. Contrastar los datos recopilados con los parámetros definidos en la matriz de evaluación, determinar consumo de agua del hospital, demanda por servicios, reutilización del agua y descargas a la red pública.

2.5.3.1 Demanda De Agua.

Consumo Mensual de Agua.

Con los datos obtenidos de las planillas de agua, se registrarán en la tabla correspondiente, para luego calcular los índices definidos de litros x cama x día y litros por metro cuadrado.

Perfiles de demanda de Agua Por Servicio.

Luego del levantamiento de la cantidad de piezas sanitarias y equipos especiales de acuerdo a los servicios identificados en el hospital, se registrará el número de equipos, marca, modelo, consumo de agua y frecuencia de uso según el horario de trabajo de los servicios en la tabla correspondiente.

Se evaluará los equipos sobre la línea base establecida para determinar su cumplimiento. Para determinar los caudales de consumo se usará las fichas técnicas en cada caso. Los equipos que tengan un mayor consumo que la línea base serán revisados para su adecuación, optimización o reemplazo por otros que presten mejor condiciones en el ahorro de agua dentro de la etapa de optimización.

2.6.3.2 Reutilización de Agua.

Se verificará, si el hospital dispone de un sistema de recolección de las aguas grises para su calificación en la matriz. Si se dispone del sistema además se calculará su eficiencia con el parámetro establecido.

2.6.3.3 Gestión de Agua Lluvias.

Para el cumplimiento de los parámetros de la matriz, se identificará si el hospital dispone de un sistema de reutilización de aguas pluviales, se determinará el porcentaje de ahorro de agua potable sobre la base de los índices establecidos, para lo cual es necesario evaluar 4 parámetros para la gestión eficiente del agua lluvia.

Captación de aguas lluvias.

Se verificará que se disponga de un tanque colector o cisternas para recolección de aguas pluviales y uso dentro del hospital.

Cantidad recibida en el lote.

Se verificará el potencial de recolección de agua pluvial en el lote, para esto se utilizará los datos de precipitación de centros meteorológicos. Para determinar el volumen de recolección se utiliza la fórmula establecida en los parámetros de evaluación.

Cantidad absorbida.

Se verificará si el hospital cuenta con áreas permeables como jardines, techos verdes que absorban agua lluvia. Se efectuarán los cálculos correspondientes para determinar si el proyecto cuenta el 30% de áreas permeables establecido en la Matriz.

Cantidad descarga alcantarillado.

Se verificará si el hospital dispone de estrategias para la captación de aguas pluviales con un desalojo paulatino y controlado a la red pública de alcantarillado. Se utilizará la fórmula establecida para la medir la eficiencia y cumplimiento de la Matriz.

En caso de no contar con ningún sistema para la gestión de aguas lluvias, se podrá plantear una propuesta para el mejoramiento dentro del plan de optimización, establecimiento los parámetros para que la propuesta sea factible de ejecución.

3.6.3.4 Tratamiento de Aguas Residuales.

En la inspección técnica del hospital, se verificará el sistema de tratamiento de aguas servidas instalado. Si cuenta con descargas diferenciadas a la red pública según el tipo de efluente. Se efectuará una descripción del sistema instalado para el cumplimiento de la matriz.

2.5.4. Propuesta de Optimización.

Con los datos y criterios establecidos en la evaluación, se identifican oportunidades de mejora como punto de partida en el desarrollo de la propuesta técnica para optimizar la gestión del ciclo del agua en el proyecto, con estrategias para la disminución del consumo, su

reutilización, uso de aguas lluvias y tratamiento de las aguas residuales y el peso en cada sistema. A partir de la información parametrizada se procede al análisis y verificación de la hipótesis planteada en estudio con los comentarios del caso luego del diagnóstico del proyecto. Además de efectuar el análisis económico y factibilidad de la propuesta en la operación del hospital.

CAPITULO III:

3. Evaluación del Caso de Estudio Hospital Gineco Obstétrico del Sur “Luz Elena Arismendi”

3.1. Análisis Arquitectónico del Proyecto



Figura 10: Vista del Ingreso Principal del HGLEA Recuperado de

<http://www.andes.info.ec/es/noticias/gobierno-ecuador-inaugura-nueva-maternidad-quito-despues-64-anos.html>.

3.1.1. Área de Influencia.

El área de influencia de un proyecto no solo se limita a su implantación específica, está relacionada principalmente a la dinámica que genera el Hospital sobre la estructura socio económica de la ciudad y territorio en el cual va a prestar los servicios de salud.

Está ubicado en la parroquia de Guamaní, en una zona donde convergen grandes avenidas como la Av. Cóndor Ñan Eje vial desde ciudad Quitumbe, y la Av. Quilla Ñan que conecta a la Panamericana Sur. Esto permite un fácil acceso, para no solo dar cobertura a las parroquias colindantes del sur de Quito, como son Quitumbe, Chillogallo, Turubamba y La Ecuatoriana, sino también a los cantones como Mejía, Rumiñahui, incluso a la población del norte de la provincia de Cotopaxi.

De acuerdo al censo del año 2010, la población total del cantón Quito fue de 2'239.191 habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador - INEC, 2010) lo cual representa el 86.91% de la provincia de Pichincha. Los habitantes beneficiados por el hospital corresponden a las 5 parroquias del sur de la ciudad, que suman el total de 319.056 habitantes, más los cantones de cercanos dan un estimado de más 600.000 personas beneficiadas con este proyecto.

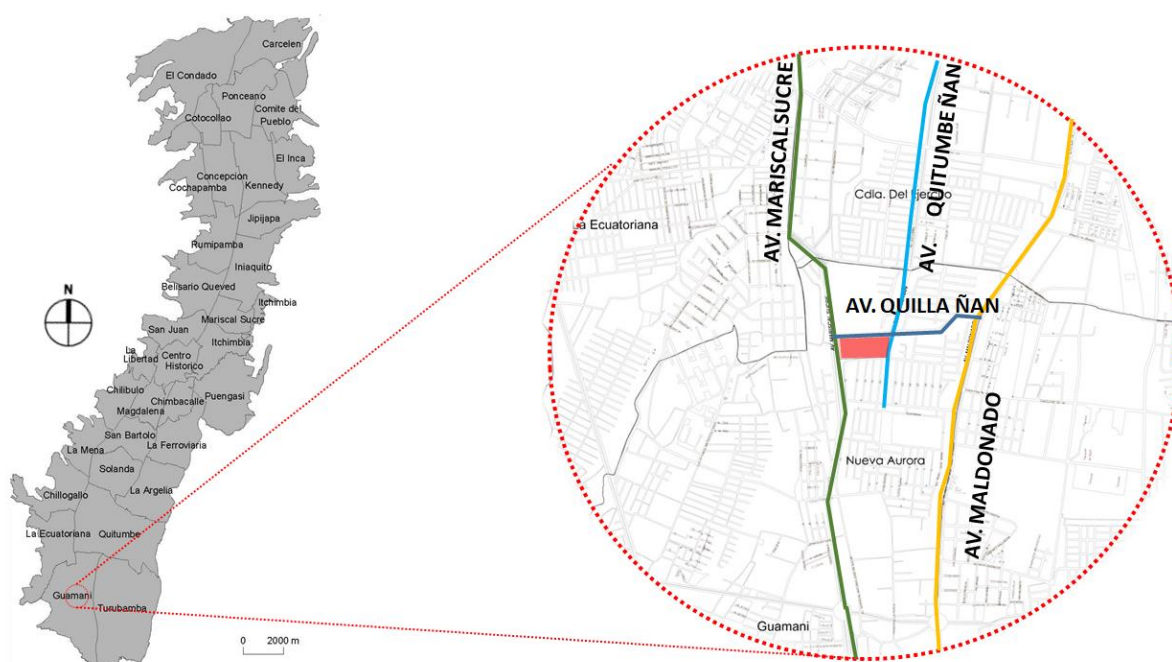


Figura 11: Área de Influencia del Hospital HGLEA. Recuperado de Google Earth, Edición por Autor.

3.1.2 Descripción General.

El Hospital Gineco Obstétrico del Sur “Luz Elena Arismendi” (HGLEA), es un centro del Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP), su importancia radica en el cumplimiento del objetivo de reducir la mortalidad Materna e infantil en la ciudad, así como ampliar la red de servicios de salud planteados en el Plan Nacional del Buen Vivir. (SENPLADES, 2013)



Figura 12: Ubicación del Hospital HGLEA. Recuperado de Google Earth, Edición por Autor.

El Hospital permite cubrir la demanda de atención de alrededor de 600.000 madres del sector, descongestionando la Maternidad Isidro Ayora, siendo además el primer hospital construido en 64 años en la capital. (Vinueza, 2016)

Su importancia para la ciudad de Quito justifica su elección como caso de estudio, además de la disponibilidad y acceso a la información relativa al proyecto, en vista de que en mi ejercicio profesional participe en la construcción del proyecto como parte del equipo técnico del Consorcio Maternidad Quito Sur contratado por el Instituto de Contratación de Obras (ICO), actualmente Servicio de Contratación de Obras (SECOB) para la fiscalización de la obra.

En el proceso de planificación, fue supervisado por tres equipos técnicos pertenecientes a la Secretaría de Salud del Municipio de Quito, la Dirección de Salud del MSP y un equipo técnico internacional procedente de México, quienes revisaron la Fase I y II de diseño, la Fase III, (Jijón, 2016), fue revisada por un equipo ecuatoriano. El proceso de la contratación de la obra lo efectuó el ICO por un plazo de 18 meses y fue inaugurada el día 26 de Enero de 2016, con la presencia del Presidente de la República Rafael Correa.

Previo a efectuar el análisis de la demanda del recurso hídrico del proyecto es necesario efectuar previamente una revisión del proyecto en cuanto a sus condiciones generales, de operación, funcionales y de los sistemas de redes que tiene instalados, por lo que se analizará los siguientes aspectos:

3.1.2.1. Horarios de Atención.

El Hospital tiene su horario de atención en las áreas de Hospitalización, Emergencia, Laboratorio las 24 horas al día. Cada servicio tiene un horario de trabajo diferenciado para los pacientes, por ejemplo Consulta Externa trabajan en horario de 12 horas al día.(Ver Figura 13).

3.1.2.2. Zonificación y Servicios.

El Hospital Gineco – Obstétrico consta de 4 bloques, ubicados de forma estratégica definiendo los servicios y zonificación del edificio.

Bloque A.- Este bloque consta con los servicios para área administrativa, docencia, salón auditorio, cafetería, biblioteca y data center.

Bloque B.- Este bloque consta de consulta externa con 22 consultorios, laboratorio, servicio social, farmacia. estadística, hospitalización de ginecología – obstetricia.

Bloque C.- Consta de Emergencia, imagenología, centro obstétrico, neonatología, centro quirúrgico con 9 quirófanos, terapia intensiva materna, esterilización central, laboratorio patológico, banco de leche.

Bloque D.- Este bloque consta de casa de máquinas, GLP, tanque de combustible diesel, gases medicinales, cisterna de agua potable, tanque de homogenización, planta de tratamiento de aguas residuales.

Sub suelo.- Parqueaderos, morgue, lavandería, cocina, bodegas, comedor para el personal, transformadores y generadores, talleres.

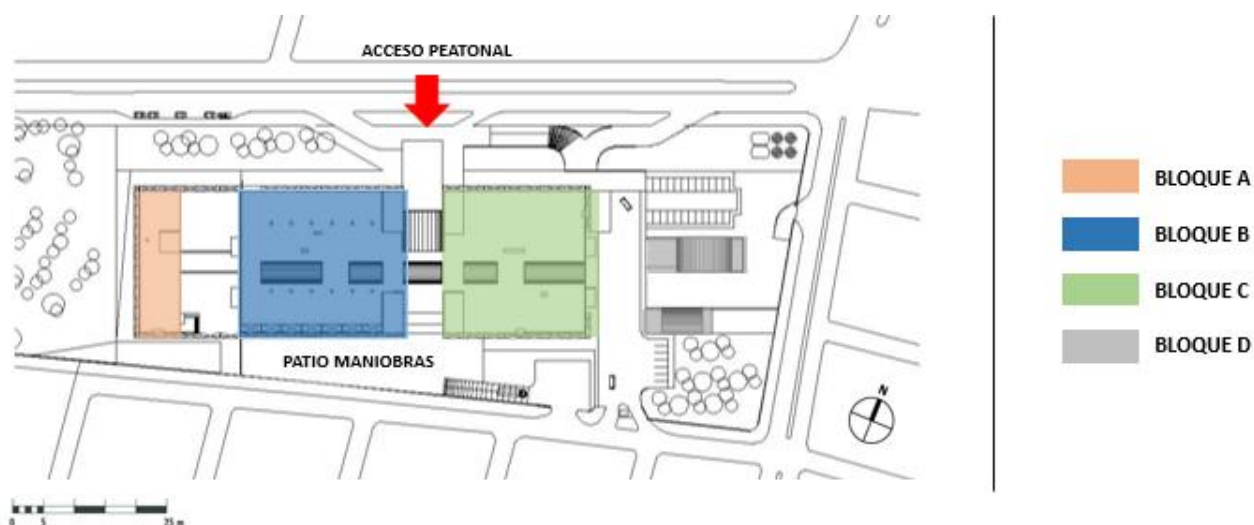


Figura 13: Zonificación del Hospital HGLEA Fuente: Elaboración del Autor.

Todos estos servicios están implantados en 32.569,92 m², distribuidos de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 19 Cuadro de Áreas del HGLEA

Espacio	Nivel	Área (m ²)
Sub Suelo	Nivel - 4,38	11.352,34
Planta Baja	Nivel ± 0,00	7.099,38
Primer Piso	Nivel + 4,32	6.636,36
Segundo Piso	Nivel + 8,64	6.957,56
Construcción Tapa Gradass	Nivel +12,96	524,28
Área de Construcción Total		32.569,92
Área de Exteriores Total		15.144,44
Área del Predio Total		22.936,54
N°. Parqueos	Varios	316,00

Fuente: Elaboración Autor. Información suministrada por Arq. Carlos Jijón de Fiscalización.

3.1.2.3. Relaciones Funcionales.

Accesos.

Por la configuración de lote esquinero el HLEA tiene accesos en 3 lados del terreno. Se diseñaron de manera clara y eficiente, identificando las vinculaciones espaciales y de servicio, como se muestra en la Figura 14.

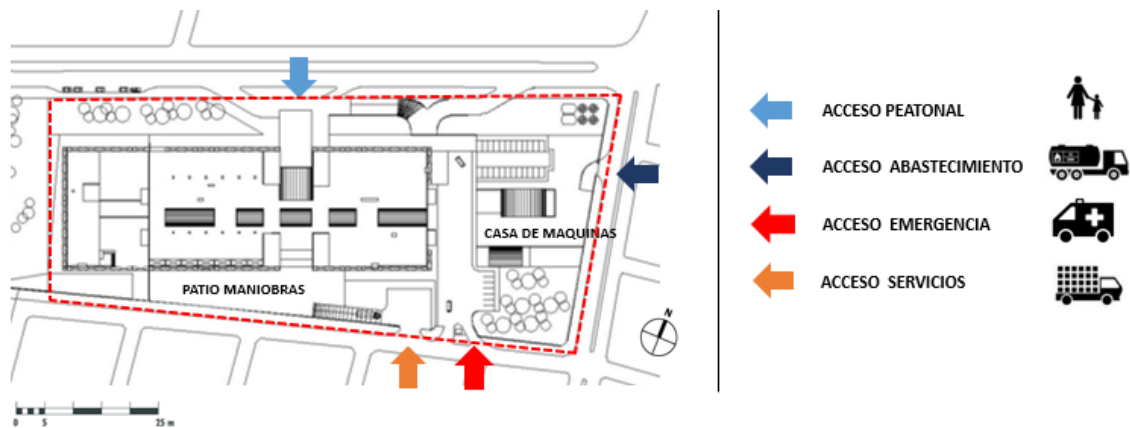


Figura 14: Accesos Hospital HGLEA Fuente: Elaboración Autor

Acceso Peatonal. Está ubicado sobre la Av. Principal sin Nombre al Norte, con la finalidad de asegurar una circulación rápida y vincular de forma directa las funciones al interior. Este acceso permite el ingreso al salón auditorio el cual está vinculado a una plaza interior. Tiene además un acceso vehicular para llegada de pacientes ambulatorios y visitas, permite el ingreso a los estacionamientos ubicados en el subsuelo.

Acceso Emergencia y Servicios. Están sobre la calle Fenicio Angulo al Sur. Tiene una garita de control para el ingreso vehicular a emergencia y de ambulancias. Sirve también para el ingreso exclusivo de vehículos al abastecimiento de cocina, lavandería, bodegas, desalojo de los cuartos de desechos sólidos del hospital y morgue.

Acceso Abastecimiento. Ubicado en la Av. Quitumbe Ñan al Este, permite el acceso de vehículos grandes y actividades complementarias. Este acceso permite el abastecimiento

de GLP, Diesel, Gases Medicinales. Además en caso daño o mantenimiento de la planta de tratamiento permite el ingreso de vehículos de transporte líquido.

Circulaciones:

Se identificó el desplazamiento de pacientes, personal, y visitantes, en el área pública del hospital. Se desarrollan principalmente 3 modalidades de flujos de circulaciones dentro del proyecto, las cuales varían en función del volumen, horario y necesidades del servicio:

- Circulación Pública.
- Circulación Restringida.
- Circulación Técnica.

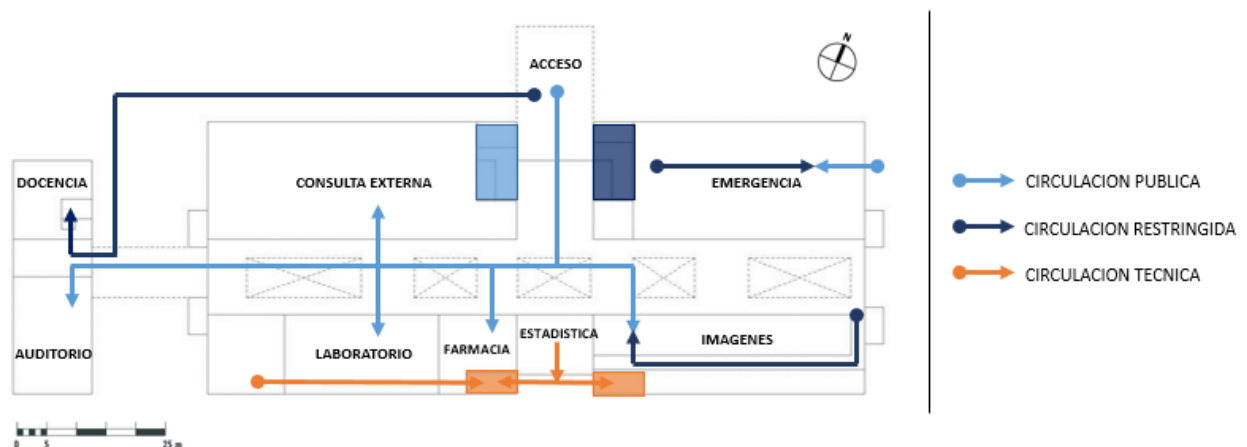


Figura 15: Esquema de Circulaciones en Planta Baja del HGLEA Fuente: Elaboración Autor

En el esquema se muestra las circulaciones en la zona principal del hospital. La planta baja, la cual contiene las áreas de Tratamiento y Diagnóstico además se conecta con Docencia y el Auditorio en el bloque A.

3.1.2.4. Características constructivas.

El costo total de la construcción fue de \$ 33'790.219,45, con un costo de \$ 1.037,47 por cada m², este monto no incluye el valor equipamiento médico instalado en el hospital. La configuración arquitectónica del HLEA, al ser un edificio esencial, tiene características

particulares que contribuyen a reducir la probabilidad de daños por efecto de un desastre. La edificación tiene juntas de dilatación sísmica en cada uno de los bloques. Los materiales y acabados usados corresponden a la Guía de Acabados Interiores para Hospitales elaborada por el MSP.

Mamposterías.

Las mamposterías están realizadas con bloque de 10 cm, 15 cm y 20 cm cumpliendo la norma NTE INEN 643 y según especificación del contrato. Existe también la colocación de mampostería de ladrillo re prensado en salas de rayos X, mamografía y tomógrafo cubiertas con lámina de plomo de 1.6 mm, adicional en estas áreas tenemos el techo cubierto de plomo de 1.0 mm.

Enlucidos y Recubrimientos.

El acabado de las mamposterías es con enlucido, como acabado es estucado y tiene tres manos de pintura satinada y antibacterial. En las distintas paredes interiores se utilizó guarda camillas, pasamanos y esquineros de PVC. La estructura metálica tiene pintura intumescente de 600 micras como protección al fuego. Las fachadas tienen un recubrimiento de paneles de aluminio compuesto.

Pisos.

El HLEA tiene contrapisos de hormigón de 180 kg/cm² y 240 kg/cm², según especificación de planos, son masillados y alisados. En área de hospitalización y Quirófanos piso de vinyl Conductivo de 2.2 y 3.2 mm en rollos. Las áreas de circulación y servicios con porcelanato fabricación Nacional de 0,40 cm x 0,40 cm. Además en áreas exteriores tiene adoquín peatonal decorativo de 0,10 cm x 0,20 cm y en el subsuelo tiene recubrimiento epóxico para el tránsito vehicular.

Carpintería Metálica y Madera.

Ventanas fijas y proyectables de aluminio y vidrio de 6 mm, con lámina de seguridad en vidrio de 8000 micras; clase A resiste 800 lb. de presión por pulgada cuadrada. Puertas y mamparas de aluminio serie 300 y vidrio templado de 10 mm.

Las puertas sólidas están conformadas con una caja intermedia de tablero aglomerado tropicalizado MDP RH de 30 mm de espesor cubierto por dos placas de tablero MDF de 5 mm, además disponen de un filo de PVC termo laminado de 1mm x 40 mm para que soporte trabajos exigentes, el acabado es en laca automotriz.

Además según las necesidades tienen choca camillas y pateadores de acero inoxidable de 1.2 mm de espesor embutidos en los dos lados de la puerta. Los marcos de las puertas son rellenos de hormigón, elaborados con tool de 1.4 mm con un acabado pintura automotriz color beige.

Las salidas de emergencia tienen en su interior la lana de roca de 4 cm de espesor para mitigar un conato de incendio y además tiene la barra horizontal anti pánico para su abertura.

Las puertas de rayos X en cambio son sólidas embutidas al medio con lámina de plomo de 1.6 mm y dos paneles de 2 cm en aglomerado tropical dando un espesor total de puerta de 5 cm.

Cielo raso.

El cielo raso es de fibra mineral tipo Armstrong de 19 mm de espesor, además existe cielo raso de gypsum normal y anti humedad verde de 16 mm. El tumbado de salas de Rayos X, Tomografía y Mamografía se colocó lámina de plomo de 1,00 mm y doble cielo raso Gypsum de 16 mm.

Cubiertas.

Cubiertas de policarbonato de 1 cm de espesor y cubiertas de galvalumen en las áreas de talleres y casa de máquinas.

3.2. Sistemas y Redes de Distribución de Agua

Debido a los niveles de confort que debe tener un hospital para la atención de los pacientes, es necesario la instalación de sistemas centralizados, a continuación una breve descripción de los sistemas instalados en el HLEA.

3.2.1. Sistema Hidráulico y Acometida.

El proyecto tiene un sistema de distribución de agua potable, que comprende el abastecimiento de la red pública, almacenamiento, sistema de agua fría, generación y distribución de agua caliente. La red está construida con tubería de cobre agua potable, fabricado conforme a la norma ASTM B280 o ASTM B88. Las uniones están realizadas con solda de plata. Estos datos son obtenidos del Arq. Carlos Jijón, profesional encargado de la Fiscalización de la obra.

El Hospital se abastece de la red de distribución municipal. La conexión está realizada a un solo medidor general de 3" con válvulas de compuerta a cada extremo y una válvula de retención (check). Desde este punto se conduce por una tubería en el mismo diámetro hasta la entrada a las cisternas, ubicadas junto a la casa de máquinas, como se indica en el esquema de ubicación de las cisternas.

Cuando el sistema requiera mantenimiento o cuando las características del abastecimiento sean adecuadas, el sistema cuenta con un by pass ubicado en el interior de la sala de máquinas con el objeto de tener servicio directo de la red municipal.

Con el fin de asegurar un servicio continuo, primordial para el buen funcionamiento del hospital, el proyecto tiene una cisterna para reserva de agua, la misma que cubrirá la demanda de dos días y cisterna exclusiva para el sistema contra incendios. (Ver Figura 16).



Figura 16: Esquema de ubicación de reservas de agua del Hospital HGLEA Fuente: Elaboración Autor

Las cisternas están construidas en hormigón armado. Para impermeabilización se usó aditivo durante la fundición y cuenta con la instalación de las tuberías de aducción, succiones y ventilaciones. Las dos primeras están opuestas en lo posible, con el fin de que la turbulencia creada por la línea de aducción no perturbe ni levante sedimentos que pueden ser absorbidos por las líneas de succión. La base de la cisterna tiene una pendiente hacia el lado de las succiones para la recolección de sedimentos.

Para el acceso al interior de las cisternas, se consideró bocas de inspección de 0.6 x 0.6 m, cuyo borde será más alto (0.10 m.) protegidas por una tapa metálica, para evitar el ingreso de basura u otros elementos; con una escalera marinera en el interior con fácil acceso desde la boca de inspección respectiva.

Los tubos para ventilación son de HG de 4" de diámetro, estos terminan con dos codos de noventa grados. En el extremo tiene instalada una malla a 0.20 m de la losa para

evitar la entrada de insectos o basura. Los sistemas de control de nivel de agua de la cisterna están empotrados en la parte superior de la bomba, permitiendo el libre desplazamiento del elemento de control. El rango de desplazamiento vertical está determinado por la reserva establecida y el tipo de control.

3.2.2. Distribución de Agua Fría.

Las tuberías matrices que salen de la casa de máquinas a partir del distribuidor múltiple o manifold principal, al que también se conecta el "by pass" en la acometida, recorren por una trinchera diseñada para el efecto hasta llegar al Hospital para la distribución general. Las tuberías de distribución y derivación en el interior del edificio recorren siguiendo los ejes principales de la estructura por corredores o áreas de circulación.

Están instaladas por el espacio comprendido entre el cielo falso del piso al que dan servicio y la losa del piso superior, para de allí bajar a dar servicio a los diferentes ambientes. Cada tubería está identificada mediante código de colores de acuerdo a la Norma INEN 440.

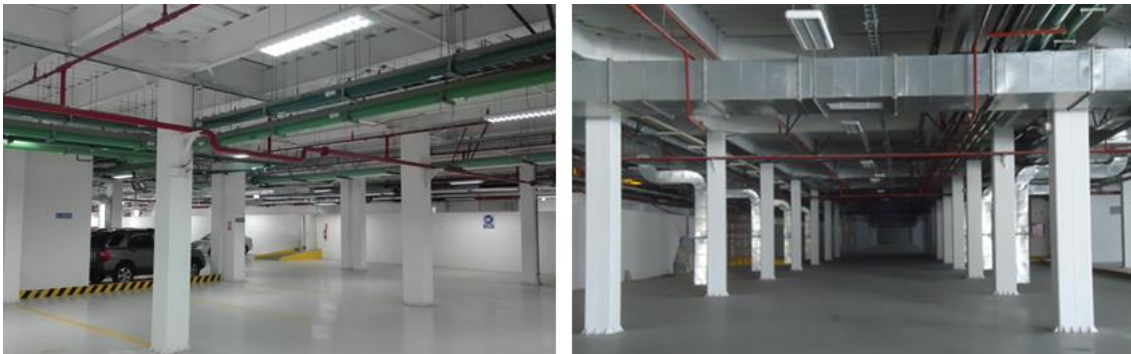


Figura 17: Vista Redes de Distribución en Subsuelo del HGLEA Fuente: Fotografías del Autor.

Las columnas de agua tienen un sobre recorrido para mantener una cámara de amortiguamiento de posibles sobre presiones por golpe de ariete. En el paso de las juntas constructivas se consideró juntas de expansión en diámetros mayores a 1-1/2", para diámetros menores se usó mangueras metálicas.

Los diámetros de las tuberías se han construido según las especificaciones del proyecto y al momento funcionan de manera adecuada. Al ser una construcción nueva no se han detectado fugas o inconvenientes en la red desde el inicio de su puesta en marcha.

3.2.3. Producción de Vapor.

El hospital cuenta con un sistema de generación de vapor por medio de 2 calderos con 150 Boiler Horse Power (BHP) de capacidad. situados en la Sala de Máquinas del hospital, (Ver Figura 18), los calderos genera en el vapor a través de un proceso de combustión. El sistema consta de tres etapas: la primera, que consiste en el tratamiento del agua previo al suministro a los calderos; la segunda, consiste en la generación de vapor en los calderos y la tercera, que consiste en la distribución del vapor a las diferentes zonas de abastecimiento.

El agua potable circula a través de un ablandador en el cual elimina la dureza del agua, recibiendo aditivos proporcionados por un dosificador de químicos antes del ingreso a los calderos.



Figura 18: Sistema de Generación de Vapor y Calentamiento de Agua del HGLEA Fuente: Fotografías del

Autor.

El agua blanda va hacia el tanque de condensado, donde es almacenada junto con el condensado re-circulante de las distintas zonas. Los calderos tienen una presión de diseño de 150 psi y una presión de trabajo de 125 psi. El vapor generado en los calderos pasa a un distribuidor de vapor, donde, a través de circuitos independientes, provistos de una válvula de control, su distribución se realiza mediante tubería de acero negro hasta llegar a las zonas de abastecimiento. Cada servicio según la necesidad de los equipos tiene bancos reductores de presión de vapor.

El condensado formado tanto en las tuberías de distribución como en los equipos de cada área de consumo, es agua ya caliente y preparada para la alimentación del caldero; por lo que el circuito de vapor se completa con el retorno de condensado al tanque de alimentación.

El sistema instalado funciona de manera eficiente, asegura el correcto funcionamiento y protección de los calderos con la utilización de agua tratada. En este tipo de equipos se debe revisar de forma constante si existe defectos en el aislamiento térmico, fugas en tubería o válvulas, verificar el adecuado funcionamiento del sistema de recuperación de condensado, cualquier daño ocasiona pérdidas de calor y un incremento en el consumo de agua.

Como una referencia del consumo de diesel, cada caldero emplea 42 galones por hora, por lo que el Hospital restringe su uso en un horario de 5:00 am a 22:00 horas, un total de 17 h. al día, con un consumo total de diesel de 714 galones al día.

3.2.4. Distribución de Agua Caliente y Generación.

Con el propósito de disponer de agua caliente en forma inmediata en los puntos de servicio del hospital, se tiene instalado una red de recirculación de agua caliente con dos bombas para mantener una presión constante. La distribución del agua caliente se hace a partir de 2 tanques almacenadores verticales de 9 m^3 cada uno con un diámetro de 2.10 m y

altura 2.40 m. El medio de calentamiento es el vapor de los calderos ubicados en la casa de máquinas. La temperatura de los tanques es regulable mediante válvulas automáticas que controlan el paso del vapor al intercambiador de calor. Los equipos están trabajando a 49° C, con la capacidad de calentar el agua del tanque en 1 hora.



Figura 19: Tanques de Almacenamiento de ACS Fuente: Fotografías del Autor.

Los recorridos en el interior del hospital se los realizó en forma paralela a la tubería de agua fría, siguiendo los ejes principales de la estructura. La red de agua caliente y recirculación se encuentra aislada en todos sus recorridos mediante cañuelas de fibra de vidrio (Ver Figura 20), para cada uno de los diámetros nominales.

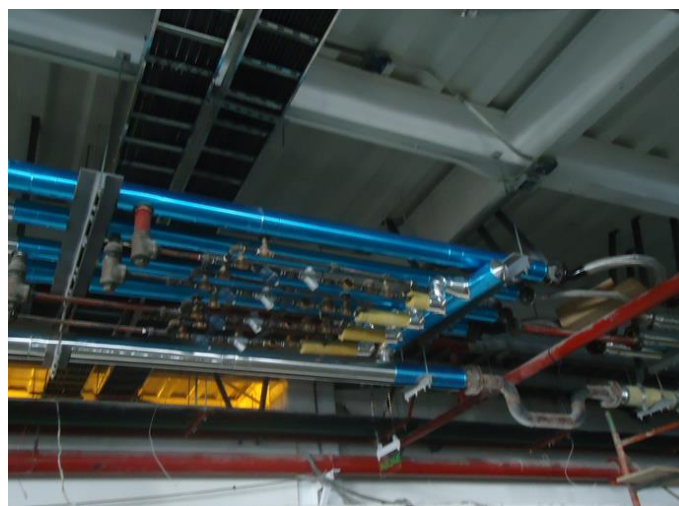


Figura 20: Vista de recorrido de Tuberías de Agua Caliente y recubrimiento aislante en Subsuelo del HGLEA

Fuente: Fotografías del Autor.

La reserva prevista permite controlar un flagelo durante 30 minutos de operación totalmente independiente, sin considerar la capacidad de recuperación de la acometida municipal de tres pulgadas de diámetro. El sistema cumple los lineamientos requeridos por el Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito.

3.3. Evaluación de la Gestión del Agua en el Proyecto

3.3.1. Determinación del Consumo de Agua de la Red Pública.

Para esta investigación se recibió los datos de consumo en m³ por parte de la EPMAPS y las cartas de pago del Hospital en el período comprendido entre el mes de Enero de 2016, hasta el mes de Marzo de 2017. (Apéndice B y C) En la siguiente tabla se presenta el resumen del consumo de agua

Tabla 20 Consumo mensual de Agua Potable del HGLEA

Año	MES	Consumo en m ³	Lectura en m ³	Consumo Mes en m ³
2016	Enero	355	532	177
2016	Febrero	532	620	88
2016	Marzo	620	1970	1350
2016	Abril	1970	2723	753
2016	Mayo	2723	2875	152
2016	Junio	2875	3830	955
2016	Julio	3830	4547	717
2016	Agosto	4547	5798	1251
2016	Septiembre	5798	7693	1895
2016	Octubre	7693	9615	1922
2016	Noviembre	9615	11444	1829
2016	Diciembre	11444	13583	2139
2017	Enero	13583	15369	1786
2017	Febrero	15369	17055	1686
2017	Marzo	17055	18776	1721
	Total			18421

Fuente: Elaboración Autor sobre los datos del EMPAPS y HLEA

Al inicio de su operación en Enero del año 2016, el consumo de agua es menor, debido a que la apertura del hospital se efectúa de forma paulatina. Conforme se calibran equipos y se habilitan los servicios de atención en el hospital, el volumen de consumo de

agua aumenta. Sin embargo hasta la fecha de elaboración de la presente investigación todavía no se encuentran todos los servicios operativos.

Con estos datos se pueden analizar los consumos promedios del hospital de forma trimestral, semestral o anual, e identificar picos, variaciones, costos del recurso y otros asociados a la planilla de consumo.

En los servicios que no están en funcionamiento, se considera una estimación de consumo de acuerdo a los equipos instalados y frecuencia de uso, estos valores se sumarán al total del mes de mayor consumo (Diciembre 2016) para determinar el consumo global del hospital y efectuar el cálculo de índices.

A partir de los datos se elabora un gráfico que muestra la evolución del consumo de agua en el hospital en metros cúbicos durante el período de análisis.

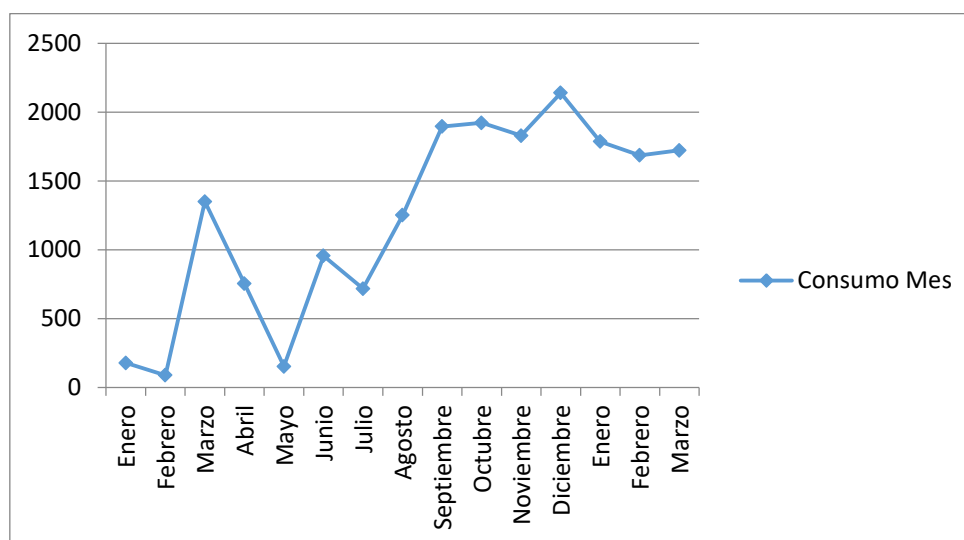


Figura 22: Consumo Mensual de Agua del HLEA Período Enero 2016 a Marzo 2017 en m³. Fuente:

Elaboración Autor sobre los datos del EMPAPS y HLEA

Para determinar el costo mensual del agua potable del Hospital, se debe indicar que en la planilla de Agua el precio referencial del m³ es de \$ 0,71 USD, tarifa para el nivel industrial o comercial. La EPMAPS además cobra en la planilla de agua la Tasa de

Alcantarillado que es el 38,6% del consumo del agua y un valor fijo de \$ 2,10 USD por la Administración de Clientes.

En la Tabla 21, se muestra el costo mensual neto del agua dentro del Hospital. No se incluye impuestos, tasas por nomenclatura o recargos por mora de la EPMAPS.

Tabla 21 Costo Mensual de Agua Potable del Hospital HGLEA

Año	MES	Costo Consumo	Alcantarillado (38,6 %)	Administración de Cuentas	Total
2016	Enero	\$ 112,19	\$ 43,31	\$ 2,10	\$ 157,60
2016	Febrero	\$ 55,78	\$ 21,53	\$ 2,10	\$ 79,41
2016	Marzo	\$ 964,69	\$ 372,37	\$ 2,10	\$ 1.339,16
2016	Abril	\$ 535,10	\$ 206,55	\$ 2,10	\$ 743,75
2016	Mayo	\$ 102,64	\$ 39,62	\$ 2,10	\$ 144,36
2016	Junio	\$ 681,06	\$ 262,89	\$ 2,10	\$ 946,05
2016	Julio	\$ 509,70	\$ 196,74	\$ 2,10	\$ 708,54
2016	Agosto	\$ 894,18	\$ 345,15	\$ 2,10	\$ 1.241,43
2016	Septiembre	\$ 1.357,86	\$ 524,13	\$ 2,10	\$ 1.884,09
2016	Octubre	\$ 1.377,30	\$ 531,64	\$ 2,10	\$ 1.911,04
2016	Noviembre	\$ 1.310,34	\$ 505,79	\$ 2,10	\$ 1.818,23
2016	Diciembre	\$ 1.533,54	\$ 591,95	\$ 2,10	\$ 2.127,59
2017	Enero	\$ 1.279,38	\$ 493,84	\$ 2,10	\$ 1.775,32
2017	Febrero	\$ 1.207,38	\$ 466,05	\$ 2,10	\$ 1.675,53
2017	Marzo	\$ 1.232,58	\$ 475,78	\$ 2,10	\$ 1.710,46
	Total				\$ 14.876,58

Fuente: Elaboración Autor sobre los datos del EMPAPS y HLEA

Debido a la restricción de información del MSP, no fue posible obtener los costos de operación del hospital para determinar el porcentaje del impacto económico del consumo de agua.

Para tener una relación de contexto sobre los valores mostrados, podemos comparar con una vivienda de la ciudad de Quito. Con un promedio de consumo de 20 m³ al mes, representa un pago de \$10,97 USD. El HLEA tiene un gasto promedio de 1854 m³, con un costo de \$ 1.834,18 USD, lo que representa que el hospital consume la cantidad de agua necesaria para abastecer alrededor de 92 viviendas.

3.3.1.1. Cálculo de Índices de Consumo.

Agua potable por cama al día.

Para determinar el consumo por cama, se considera el mes más alto de consumo de agua (Diciembre 2016) y las 172 camas de Hospitalización

$$I \text{ x cama} = \frac{\text{Consumo real promedio de agua potable}}{\text{Número de Camas}}$$

$$I \text{ x cama} = \frac{71300 \text{ l/día}}{172 \text{ de Camas}}$$

$$I \text{ x cama} = 414,53 \text{ diarios}$$

El promedio de consumo del Hospital de 414,53 litros diarios por cama, siendo menor a los 966,23 litros por cama obtenidos por Raquel Proaño en su estudio del año 2010. Entre los motivos para esta diferencia, se identifica que al ser una Maternidad no cuenta con todos los servicios de un Hospital de especialidades, otra posible causa puede ser la falta de apertura de la lavandería y al ser una construcción nueva cuenta con mejores condiciones técnicas que los hospitales analizados.

3.3.1.2. Demanda De Agua Por Servicio Hospitalario.

Evaluación del tipo de Piezas Sanitarias.

Previo a identificar los perfiles de consumo del agua de los servicios, es necesario identificar el tipo de piezas instaladas en el hospital para evaluar su eficiencia. Para ello se efectuó un levantamiento por pisos y por áreas del hospital, el detalle se encuentra en el Apéndice D del documento.

En el recorrido se identificó que todas las piezas son de producción nacional de la fábrica Edesa, bajo la marca Edesa o Briggs. En el Apéndice E del documento de investigación constan las fichas técnicas de cada uno de los componentes identificados.

Una vez cuantificado e identificado las piezas sanitarias y griferías instaladas en cada servicio del hospital, es necesario comparar sus especificaciones técnicas con la línea base establecida en el Capítulo II y verificar el cumplimiento de la Matriz (Ver Tabla 22).

Tabla 22 Comparativo del consumo de las piezas de consumo del HLEA con la Línea Base

Modelo	Marca	Tipo	Cantidad	Consumo	Línea Base	Cumplimiento
Inodoro con Fluxómetro	BRIGGS	Sloan	211	6 lpd	4,8 lpd	✘
Lavamanos con Llave Pressmatic	EDESA	Tempo	227	0,6 lpd	5,7 lpm	☑
Urinario	EDESA	Colby/Llave Tempo	20	0,6 lpd	1,9 lpd	☑
Llave de lavaplatos Tipo 1	BRIGGS	Livorno	5	8,3 lpm	8,3 lpm	☑
Llave de lavaplatos Tipo 2	EDESA	Shelby	102	8,3 lpm	8,3 lpm	☑
Ducha	EDESA	Belfort	84	9,5 lpm	9,5 lpm	☑
Fregadero Inox. Pozo Profundo	BRIGGS	Briggsmatic de pie	8	5,6 lpm	5,7 lpm	☑

Fuente: Elaboración del Autor.

Se puede concluir que la Maternidad “Luz Elena Arismendi”, cuenta con aparatos sanitarios con un consumo eficiente de agua comparado con la línea base establecida. A excepción de los inodoros con fluxómetro que no cumplen con el parámetro establecido teniendo un 20 % más de consumo sobre la línea base, para el cumplimiento de la matriz será parcial.

Debemos señalar que luego de la verificación en el proyecto, éste no cuenta con sistemas de medición individuales en cada servicio, por lo que para estimar el consumo de agua en cada uno, se calcula a partir de los equipos instalados. Con una estimación de la frecuencia de uso de acuerdo a su horario de atención, la cantidad y el consumo de cada pieza. Se toma como referencia la NEC 11, Capítulo 16 en lo que sea pertinente.

Consulta Externa.

Está ubicada en la Planta Baja del Bloque B, cuenta con 22 consultorios principalmente para obstetricia. Cada uno de estos tiene una batería sanitaria para el uso compartido con el paciente y lavamanos exclusivo para el personal médico.

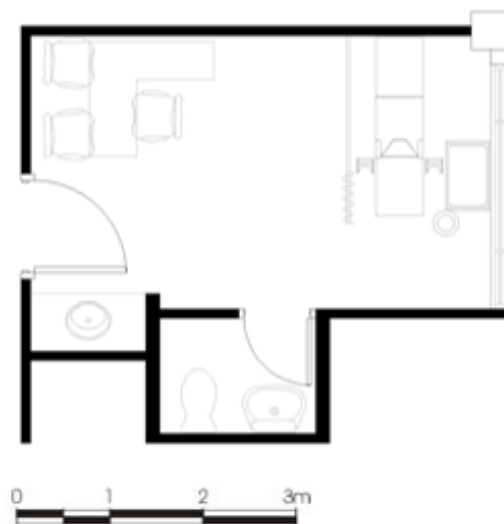


Figura 23: Esquema Consultorio Tipo Fuente: Elaboración Autor

A continuación la cantidad de piezas levantadas y el tipo de piezas identificadas para determinar el consumo estimado del servicio.

Tabla 23 Consumo de Pizas Sanitarias en Consulta Externa

Pieza Sanitaria	Marca	Tipo/Modelo	Cantidad	Frecuencia de Uso Diario	Litros por Descarga	Consumo Diario
Inodoro con Fluxómetro	BRIGGS	Sloan	25	5,00	6,00	750,00
Lavamanos con Llave Presmatic	EDESA	Tempo	35	30,0	0.60	630,00
Urinario	EDESA	Colby/ Llave Tempo	4	5,00	0.60	12
Subtotal (litros)						1392,0
Subtotal en m ³						1,39

Fuente: Elaboración Autor

Administración.

Está ubicada en el segundo y tercer piso del Bloque A, con un horario de trabajo de 8:00 am hasta 17:00 pm. El área no tiene equipos especiales, el consumo de agua se limita a las baterías sanitarias. A continuación el listado de los equipos instalados y el consumo.

Tabla 24 Consumo de Pizas Sanitarias en Administración

Pieza Sanitaria	Marca	Tipo/Modelo	Cantidad	Frecuencia de Uso Diario	Litros por Descarga	Consumo Diario
Inodoro con Fluxómetro	BRIGGS	Sloan	17	5,00	6,00	510,00
Lavamanos con Llave Pressmatic	EDESA	Tempo	15	3,00	0,60	27,00
Urinario	EDESA	Tempo	8	5,00	0,60	24,00
Llave de lavaplatos Tipo 2	EDESA	Shelby	5	3,00	8,30	125
Subtotal (Litros)						685,50
Subtotal (m3)						0,69

Fuente: Elaboración Autor

En el caso de las llaves de fregadero la frecuencia de uso se refiere a los minutos de uso de la llave y la descarga es litros por minuto.

Esterilización.

La Central de Esterilización, como se indicó en la conceptualización está destinada al procesamiento y descontaminación de todo el instrumental médico, ropa o material que se requiera en los distintos servicios del hospital. Su horario de funcionamiento es de 8 am a 14:00 horas, está en relación al número de cirugías que efectúa el hospital.

Por la asepsia que debe mantenerse en el área no fue permitido el ingreso. A continuación se describe el proceso indicado por el personal del hospital. el área trabaja únicamente de 8:00 a 14:00 según las cirugías programadas.

El ingreso de materiales se hace desde la bodega general o quirófanos, se recibe para un prelavado a mano que tarda de 5 a 10 min. Luego una limpieza minuciosa con la lavadora termodesinfectadora a fin de eliminar cualquier tipo de residuo, cada ciclo de lavado tiene cada duración de 30 minutos, realizando al día 12 ciclos.

Al concluir el lavado pasa a ser clasificado, empaquetado para el ingreso al proceso de esterilización, el material desinfectado es almacenado en un depósito estéril y despachado según los demanda de los servicios. (Ver Figura 24).

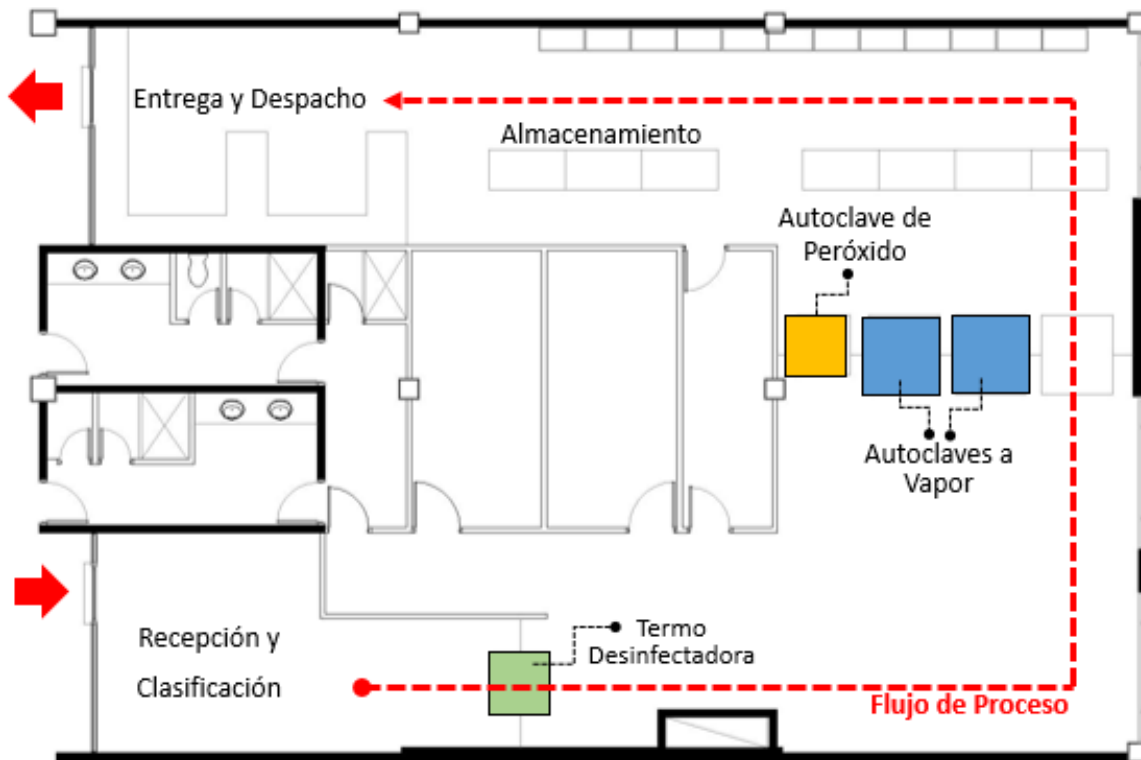


Figura 24: Esquema proceso esterilización. Fuente: Elaboración Autor

En el proceso de lavado el agua a ser utilizada debe ser sometida a un proceso de destilado que elimine los minerales disueltos. El agua destilada es conocida como agua blanda y evitará la formación de depósitos de calcio en los equipos.

Para el cálculo del consumo de agua se recibe la marca y modelo de los equipos instalados en el centro de esterilización. A partir de la información entregada se investiga las especificaciones técnicas para estimar los consumos, en el Apéndice F las fichas técnicas de los equipos. La autoclave que funciona a vapor se analiza de forma posterior.

A continuación el cuadro de consumo del área:

Tabla 25 Equipos instalados y consumo de agua en Esterilización

Equipo	Marca	Tipo/Mod.	Cantidad	Frecuencia Diaria	Consumo por Ciclo (l)	Consumo Diario
Llave de lavaplatos Tipo 1	BRIGGS	Livorno AMSCO	3,00	12	8,3	298,8
Termodesinfectadora	STERIS	3053	2,00	12	216,00	2592,00
Total (litros)						2890,8
Total (m ³)						2,89

Fuente: Elaboración Autor

Por la asepsia que se debe mantener el centro cuenta con baterías sanitarias al interior en la Tabla 26 el consumo de las piezas sanitarias, el consumo de las ducha se unifica en agua caliente.

Tabla 26: Consumo de Agua por piezas sanitarias

Equipo	Marca	Tipo	Cantidad	Frecuencia De Uso	Litros Descarga	Consumo Diario
Inodoro con Fluxómetro	BRIGGS	Sloan	2	5	6,00	60,00
Lavamanos con Llave Presmatic	EDESA	Tempo	4	5	0,60	12,00
Subtotal (litros)						72,00
Subtotal (m ³)						0,72

Fuente: Elaboración Autor

El consumo total de agua en el área de esterilización es de 3,61 m³ al día. Es destacable indicar que los equipos instalados son eficientes en uso del agua debido a sistemas de recirculación del agua en los diferentes ciclos y velocidades. El centro tiene también una autoclave de peróxido de hidrógeno, el cual no ocupa agua para el proceso de desinfección. En el proceso de esterilización se produce agua y subproductos de oxígeno que son desechados al desagüe.

Lavandería.

Los equipos de lavandería se encuentran instalados en el hospital, sin embargo al momento de la verificación, no se encuentran en funcionamiento. Debido a que se está

realizando un proceso administrativo, de acuerdo a la legislación vigente para el outsourcing del servicio de lavado y planchado de la Maternidad.

La lavandería está organizada de acuerdo a un orden de trabajo lógico, denominado “proceso hacia adelante”, esto permite evitar los cruces limpio – sucio. Se inicia con la llegada del menaje del hospital en los coches, su clasificación, luego pasa por un proceso de prelavado a mano, para ingresar a las dos lavadoras de carga frontal.

Los procesos de lavado son más extensos, esto permite su limpieza y descontaminación; a continuación se efectúa el secado en equipos de vapor, posterior el planchado por medio de la calandria también a vapor, para ser doblada y almacenada para su posterior distribución y uso.



Figura 25: Vista Interior Área de Lavandería Hospital Fuente: Fotografía del Autor.

A continuación, se muestra el detalle de los equipos que utilizan agua o vapor de agua instalados actualmente en la Maternidad. (Ver tabla 27).

Tabla 27 Listado de Equipos de Lavandería del HGLEA

Equipo	Marca	Tipo/Modelo	Cantidad
Lavadora industrial de ropa, 110 Kg , agua	GIRBAU	HS-6110	2,00
Secadora industrial de ropa 37 Kg, vapor central	GIRBAU	ED660	2,00
Planchadora de rodillo (Calandria) vapor central	GIRBAU	PC 8030/1	1,00
Fregaderos de Pozo profundo	FV	LLAVE DE PICO	3,00

Fuente: Elaboración Autor

Para estimar el consumo de agua de las lavadoras, se toma el dato del catálogo del fabricante (Apéndice G) referente al número de litros de agua por kilo de ropa, multiplicado por la capacidad en kg de la lavadora, y la frecuencia de uso de los equipos.

El horario de trabajo estimado en 5 horas diarias continuas de lavado, debido al volumen de menaje que utiliza un hospital. (Tabla 28). Para los pozos del prelavado se estima un total de 1 hora al día para el pre lavado de las prendas antes a la carga de la lavadora. (Tabla 28).

Tabla 28 Consumo Estimado de Agua en Lavadoras del HGLEA

Equipo	Cantidad	Kg	Frecuencia Diaria (H)	Consumo Diario (l)	Total Diario (l)	Consumo Diario (m ³)
Lavadora	2,00	110,00	5,00	10,00	11.000,00	11,00

Fuente: Elaboración Autor

Tabla 29 Consumo de Agua en Griferías en el Prelavado

Modelo	Cantidad	Frecuencia Diario de Uso	Litros Por Minuto	Consumo Diario (l)	Consumo Diario (m ³)
Fregadero de pozo profundo	3,00	60,00	9,50	1.710,00	1,71

Fuente: Elaboración Autor

El total de consumo de agua estimado en la lavandería es de 12,71m³ por día. El consumo de los equipos de vapor de agua se analiza de forma independiente con el resto de equipos con ese requerimiento.

Cocina.

La cocina es la unidad donde se reciben y procesan alimentos para el consumo de los pacientes. Al momento se encuentra operando de forma normal para atender en la preparación de alimentos en tres servicios a las madres: desayuno, almuerzo y cena además de la limpieza de vajilla y utensilios.

No se tiene una medida control del consumo del agua usada para la preparación de alimentos por paciente, por lo que se identifica las actividades y la forma de trabajo habitual al interior de la cocina. Al ingresar los alimentos y verduras se limpian en un recipiente lleno de agua y mantienen el grifo abierto sobre el recipiente, situación similar ocurre al pelar papas o limpiar carnes o aves.



Figura 26: Vistas Interiores Área de Cocción y lavado en Cocina del Hospital. Fuente: Fotografías del Autor

Para estimar el consumo de agua en la cocina se establece una media de litros por servicio de alimentación, según el tiempo de apertura de las llaves y el caudal para preparar los alimentos y luego la limpieza de vajillas o de utensilios.

Tabla 30: Litros por servicio de alimentación

Actividades	Desayuno	Almuerzo/Cena
Limpieza de alimentos	3,00	5,00
Preparación de Comida	1,00	2,00
Elaboración de Jugos y bebidas	0,75	1,50
Limpieza de Platos y Bandejas	8,30	24,90
Total (Litros)	13,05	33,40

Fuente: Elaboración del Autor

Con estos valores se calcula el total de consumo de agua en la cocina para la preparación de alimentos a las 172 habitaciones (Tabla 31).

Tabla 31 Consumo de agua en Cocina

Modelo	Cant.	Nº Servicios	Litros por Servicio Diario (l)	Consumo Diario (l)
Desayuno	172	1,00	13,05	2.244,60
Almuerzo/Cena	172	2,00	33,40	11.489,60
TOTAL (litros)				13.734,20
Total (m³)				13,73

Fuente: Elaboración del Autor

El hospital no tiene instalado de equipamiento tecnológico como lavajillas o de utensilios adecuados para cocinas industriales. El lavado de ollas, vajilla y bandejas se hace de forma manual con el grifo de agua abierto sobre los implementos de cocina para su limpieza.

La cocina únicamente dispone de marmitas que son ollas o cazuelas con una tapa hermética para aprovechar el vapor central. Se usan para la preparación de salsas o guisos pues evita que los alimentos se peguen y favorece la cocción en grandes cantidades. A continuación el listado de marmitas levantadas en la verificación. El consumo de vapor de este equipo se analizará de forma independiente con el resto de equipos con ese requerimiento.

Hospitalización.

Está orientado a proporcionar los cuidados básicos a las madres luego del alumbramiento, su permanencia es de 3 a 5 días según la condición y estado de cada paciente. El hospital cuenta con 172 camas en el área de hospitalización, están agrupadas 3 camas por habitación. Se ubican en el bloque B planta segunda y tercera del hospital. Cada habitación cuenta con un baño completo para las pacientes y un lavamanos exterior para uso exclusivo del personal médico durante las visitas o guardias.

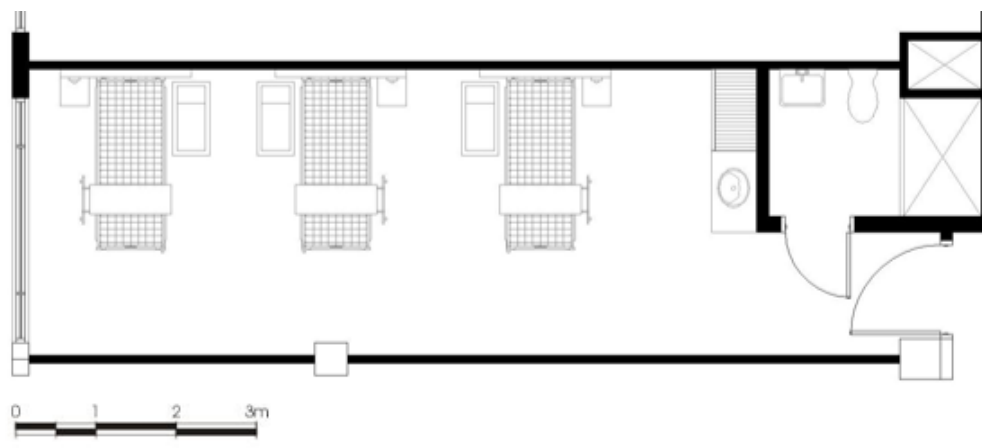


Figura 27: Esquema Habitación Tipo en Hospitalización Fuente: Elaboración del Autor.

Se estima el consumo diario promedio de agua de cada una de las piezas sanitarias instaladas a partir de una frecuencia de uso teórica y el consumo en litros por descarga de cada aparato (Tabla 33). En el caso del ACS de las duchas se analizará de forma independiente agrupando el consumo de los diferentes servicios.

Tabla 32 Consumo estimado de agua en piezas y griferías de Hospitalización

Equipo	Marca	Tipo	Cantidad	Frecuencia Diaria de Uso	Litros Descarga	Consumo Diario
Inodoro con Fluxómetro	BRIGGS	Sloan	79	5	6,00	2.370,00
Lavamanos con Llave Presmatic	EDESA	Tempo	72	3	0,60	216,00
Llave de lavaplatos Tipo2	EDESA	Shelby	3	3	8,30	74,70
Subtotal (litros)						2.660,70
Subtotal (m³)						2,66

Fuente: Elaboración del Autor.

Servicios Generales.



Figura 28: Griferías Instaladas en Baterías Sanitarias del Hospital HGLEA Fuente: Fotografía del Autor.

Para el análisis en servicios generales, se ha agrupado las piezas sanitarias y griferías de las áreas comunes del hospital, áreas de mantenimiento, talleres, baterías sanitarias públicas y de los sectores que tienen un consumo menor de agua que no amerita una profundización como farmacia, estadística, terapia intensiva materna, banco de leche, entre otros.

En la tabla 33 el total de piezas, la frecuencia uso por día y litros por descarga. En el caso de las llaves la frecuencia de uso se refiere a los minutos de uso de la llave y la descarga es litros por minuto.

Tabla 33 Consumo Estimado de Griferías y Duchas del HLEA

Modelo	Cantidad	Frecuencia Diaria de Uso	Litros Descarga	Consumo Diario
Inodoro con Fluxómetro	88	5	6,00	2.640,00
Lavamanos con Llave Pressmatic	101	5	0,60	303,00
Urinario	8	5	0,60	24,00
Llave de lavaplatos Tipo 1	2	3	8,30	83,00
Llave de lavaplatos Tipo 2	94	3	8,30	3.901,00
Fregadero Inox. Pozo Profundo	8	3	5,60	224,00
Subtotal (litros)				7.175,00
Subtotal (m ³)				7,17

Fuente: Elaboración del Autor.

Agua Caliente Sanitaria.

El agua caliente en el hospital se utiliza para la limpieza de equipos, lavado del recién nacido y en el baño diario a las madres. Debido a la falta de contadores independientes en cada uno de los servicios, no se puede determinar de forma exacta su consumo, por lo cual se efectúa una estimación de la demanda del hospital en función del mayor uso.

El área de Hospitalización de ginecología – obstetricia, cuenta con la mayor cantidad de duchas instaladas, por ejemplo todas las pacientes reciben un baño diario de 15 a 20 minutos. El resto de duchas se ubica en vestidores para el personal en las distintas áreas de

trabajo. En la Tabla 35 se muestra el consumo estimado de ACS, en base al total de duchas instaladas en el hospital, la frecuencia de uso corresponde al tiempo promedio del baño y los litros por minuto es tomado de la ficha técnica del equipo.

Tabla 34 *Estimación Consumo Agua Caliente del HGLEA*

Modelo	Cantidad	Frecuencia Diaria de Uso	Litros Por Min.	Consumo Diario
Ducha	84	20	9,5	15.960,00
Subtotal (litros)				15.960,00
Subtotal (m ³)				15,96

Fuente: Elaboración Autor

Con el consumo de ACS se establece una media de 92,79 litros por cama de hospitalización. El HLEA como se indicó en la revisión de las instalaciones cuenta con dos tanques de 9 m³ cada uno que permiten el almacenamiento de agua caliente.

Vapor.

Los calderos trabajan de forma alternada en un horario definido desde las 5:00 a las 22:00, período en el cual suministra vapor a los diferentes servicios del hospital, el vapor que no es usado regresa a los calderos por el sistema de recirculación.

En la tabla siguiente se muestran los equipos que utilizan vapor para su funcionamiento identificados en cada área.

Tabla 35 *Equipos de Vapor Cocina del HGLEA*

Descripción	Area	Marca	Cantidad
Calandria	Lavandería	GIRBAU	1
Secadora	Lavandería	GIRBAU	2
Marmita basculante de 12 galones	Cocina	BLODGETT	2
Marmita basculante de 20 galones	Cocina	BLODGETT	2
Autoclave a Vapor	Esterilización	STERIS	2

Fuente: Elaboración del Autor

Los calderos son de 150 BHP de fuerza, la cantidad de agua que evapora por hora es de 2347 litros, considerando que trabajan 17 horas al día el consumo diario sería de 39.907,5

litros al día considerando un factor de demanda del 60% el consumo diario se fija en 23.944,5 litros , es decir 23,94 m³ al día de agua.

Climatización y Aire Acondicionado.

El Hospital no cuenta con un sistema de aire acondicionado centralizado. De acuerdo a las necesidades particulares de calidad de aire, volumen o número de renovaciones tiene una solución adecuada, así por ejemplo en Quirófanos tiene instalado un sistema independiente de aire acondicionado, enfriamiento y calefacción, diseñado para mantener las condiciones de temperatura de confort, evitar la proliferación de bacterias y contrarrestar la carga térmica que exista por luces, equipos o personas. Los equipos instalados son de Flujo de Refrigerante Variable, no utilizan el suministro de agua para su enfriamiento, por lo que no se cuantifica ningún consumo.

Otros consumos: Áreas Exteriores, Riego de jardines, limpieza.

El hospital no cuenta con un sistema de riego por aspersión para el cuidado de las áreas verdes, los jardines se humedecen con manguera por un lapso de 15 a 20 min cada semana y con mayor frecuencia en época de verano. Al exterior del hospital están instaladas 3 llaves de pico usadas para las labores de limpieza y riego. El consumo de agua se estima una frecuencia de 30 minutos de uso para limpieza de las áreas exteriores.

Tabla 36 Consumo de agua en riego y limpieza

Modelo	Cantidad	Frecuencia Diaria de Uso	Litros por Minuto	Consumo Diario (l)	Consumo Diario (m ³)
Llave de Pico	3,00	30,00	9,50	855,00	0,85

Fuente: Elaboración Autor

Resumen de Consumos.

Debido a que el Hospital se encuentra en pleno funcionamiento, existió limitaciones en el ingreso a ciertos servicios por lo cual no fue posible determinar los consumos exactos

de todas las zonas. Con los valores obtenidos a partir del levantamiento se determina el consumo estimado de agua del hospital (Ver Tabla 37 y Figura 28).

Tabla 37 Resumen de Consumos de agua en el HLEA

Servicio	Volumen (m3)	%
Consulta Externa	1,39	2%
Administración	0,69	1%
Esterilización	6,61	5%
Lavandería	-	0%
Cocina	13,73	20%
Hospitalización	2,66	4%
Servicios Generales	7,17	10%
Agua Caliente Sanitaria	15,96	23%
Vapor	23,94	34%
Climatización	-	0%
Otros	0,85	1%
Total	70,44	m³/día

Fuente: Elaboración Autor

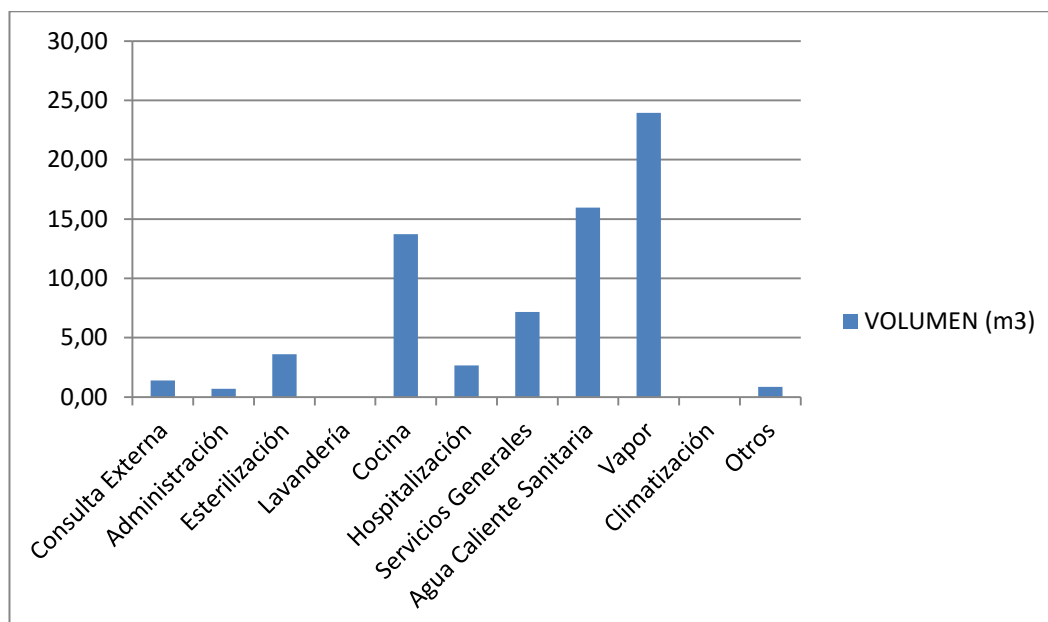


Figura 29: Estimación de consumo de agua por servicio. Fuente Elaboración Autor

En relación al agua consumida dentro del Hospital, los resultados muestran que los mayores consumos de agua e impactos se relacionan con la generación de vapor y sus diferentes servicios asociados, ACS y cocina.

Índices de Consumo + Lavandería.

Se considera necesario incluir la estimación teórica del área Lavandería y calcular nuevamente el índice. Con se esto se tiene una mayor aproximación al consumo real del hospital. La lavandería de acuerdo a la información recibida va a entrar en funcionamiento un corto período de tiempo.

Agua potable por cama al día.

Para el cálculo de este índice se usa los valores antes descritos más la estimación del consumo del servicio de lavandería, dando como resultado:

$$I \times Cama = \frac{\text{Consumo real promedio de agua potable}}{\text{Número de Camas}}$$

$$I \times Cama = \frac{78.146,73 \text{ l/día}}{172 \text{ de Camas}}$$

$$I \times Cama = 454,34$$

La lavandería representaría un incremento en el consumo del agua del hospital alrededor de 10% pasando de 414,53 a 454,34 litros por cama al día, y un total de 11.94 m³ al mes. Con la inclusión de la lavandería se efectúa un nuevo comparativo del consumo por servicio, los mayores consumos de agua en el hospital se relacionan con la generación de vapor y sus diferentes servicios asociados, ACS, cocina y lavandería.

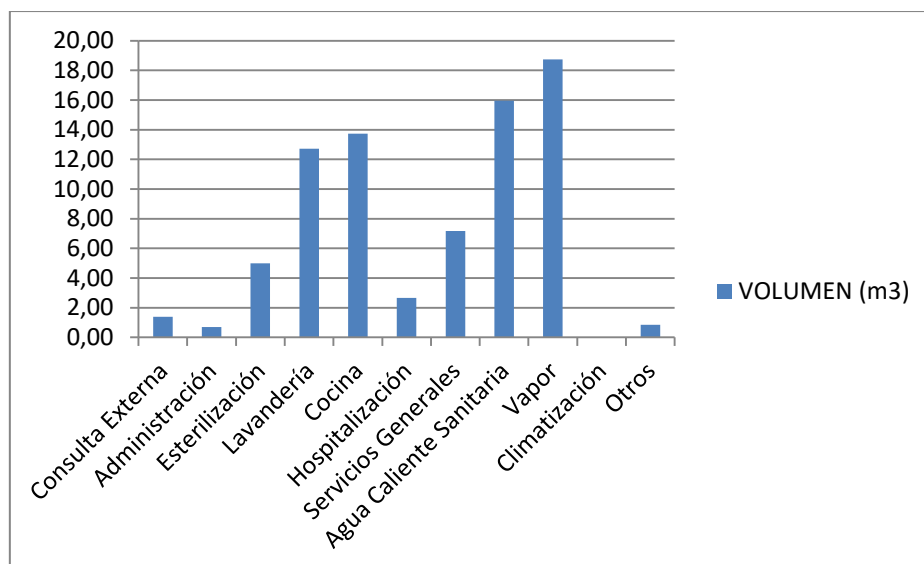


Figura 30: Estimación de consumo de agua por servicio + Lavandería. Fuente Elaboración Autor

3.3.2. Reutilización de Agua.

El Hospital Luz Elena Arismendi, luego de la inspección se concluye que no cuenta con ningún tipo de aprovechamiento o reutilización de agua gris dentro del hospital. Por lo cual, no se pueden aplicar los índices establecidos, siendo un incumplimiento de la matriz. El uso de este recurso es una oportunidad de mejora a desarrollar más adelante en la propuesta de optimización.

Un hecho relevante del proyecto, comentó el Arq. Carlos Jijón, Jefe de Fiscalización durante la construcción fue que el terreno donde se implantó el hospital presentó la dificultad de tener un nivel freático superficial que llegó hasta un metro de altura cuando se realizaban las primeras excavaciones para la cimentación, comentó además que en la revisión de la documentación y memorias técnicas se detectó que no existían los planos de drenaje perimetral para solucionar este inconveniente.

Ante esta situación, el equipo de la fiscalización procedió a realizar el diseño, efectuando la construcción de los drenajes y una cisterna de 30 m³ para captar el agua

proveniente de la vertiente natural, la cual al momento no es aprovechada por el hospital. Al superar el nivel el límite establecido es bombeado a la red de alcantarillado.

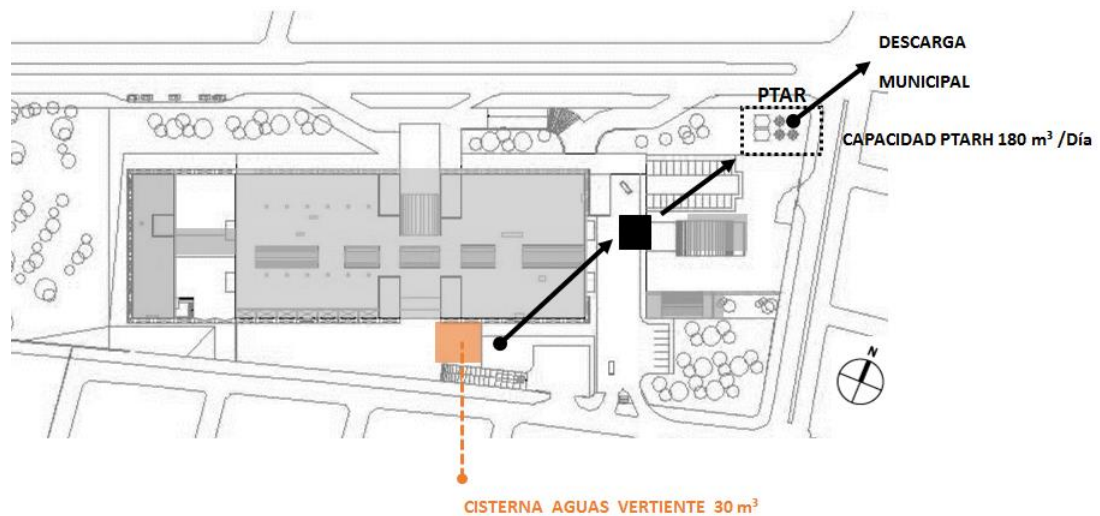


Figura 31: Ubicación Cisterna Vertiente del HGLEA Fuente: Elaboración Autor

3.3.3. Gestión De Aguas Lluvias.

3.3.3.1. Captación de aguas lluvias.

El sistema pluvial instalado en el proyecto no contempla ningún tipo de reutilización. Las aguas lluvias de la cubierta se recogen y conducen para ser evacuados junto con las descargas sanitarias a la red Municipal. En la terraza del hospital accesible únicamente a personal de mantenimiento, están ubicadas las manejadoras de aire acondicionado y las salidas de ventilación, ocupan aproximadamente el 5% del área. (Figura 32)



Figura 32: Vista ubicación de equipos de A/A en Terraza del Hospital. Fuente: Fotografía del Autor

3.3.3.2. Cantidad recibida en el lote.

Al no utilizar el agua lluvia como fuente de abastecimiento de agua, se determina una oportunidad de mejora para el proyecto que será desarrollada en la propuesta de optimización.

3.3.3.3. Cantidad absorbida (por elementos verdes como jardines, techos verdes u otros).

Las áreas exteriores del Hospital son en su mayoría circulaciones vehiculares, construidas en pavimento rígido sirven para el abastecimiento de insumos. El proyecto dispone de 4.151,86 m² de áreas verdes, las cuales absorben una parte de las aguas lluvias que recibe el lote, en la Figura 33 la ubicación de las mismas dentro del HLEA.

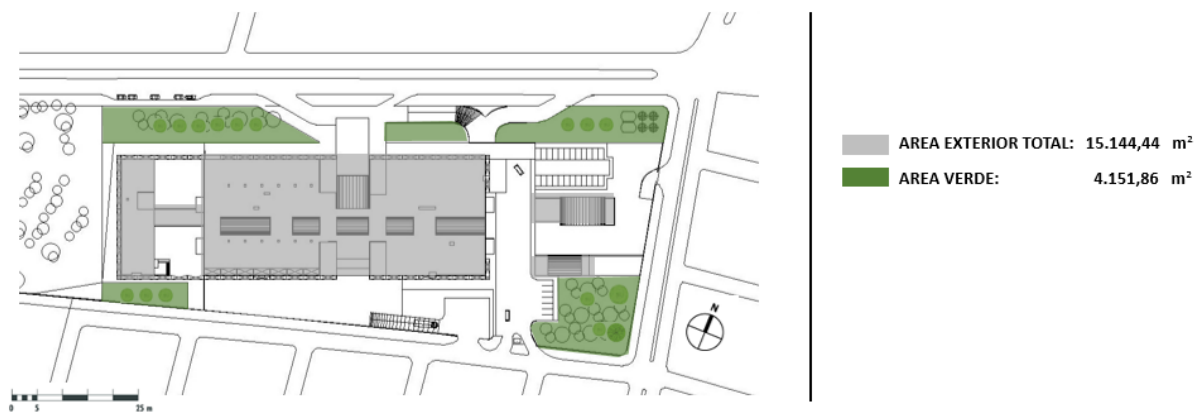


Figura 33: Ubicación de áreas verdes del Hospital HGLEA Fuente: Elaboración del Autor

Las áreas verdes del hospital están conformadas por césped y arborización a nivel de arbusto. El acceso es restringido a público en general, están delimitadas por cercas como se muestra Figura 34.



Figura 34: Vista de las Áreas Verdes del Hospital HGLEA Fuente: Fotografías del Autor

A continuación, para el cumplimiento de la matriz se evalúa el porcentaje de áreas permeables para la recolección de aguas lluvias, de acuerdo a la fórmula establecida en el Capítulo II.

$$RsH2O = (AerH2O / ArnH2O) \times 100$$

$$RsH2O = (4.151,86 / 15.144,44) \times 100$$

$$RsH2O = 27,41\%$$

El proyecto **no cumple** con el porcentaje establecido en la matriz. Por lo cual, en la propuesta se analizará la posibilidad de incrementar las áreas permeables para obtener mayores áreas de recolección.

3.3.3.4. Cantidad descargada en el alcantarillado.

El proyecto no dispone de estrategias para el control de la esorrentía. El agua lluvia que reciben las vías es recolectada junto con las aguas negras, para luego ser enviadas a la planta de tratamiento y descargada a la red de alcantarillado.

3.3.4. Tratamiento De Agua Negras.

El HLEA en observancia de la normativa local tiene instalada una planta de tratamiento de aguas residuales hospitalarias (PTARH), con una descarga prevista de 180

m³/día al día. Cumpliendo con la matriz de evaluación propuesta. A continuación se efectúa el estudio del sistema instalado.

La PTARH trata las aguas residuales con el fin de que sus descargas líquidas cumplan con los parámetros de calidad dictados en la legislación. Según el diseño los residuos a procesar son de: inodoros, duchas, lavabos, cocina, lavandería, laboratorio, morgue, imágenes y aguas pluviales. Debemos señalar que el mezclar las aguas lluvias con las aguas residuales genera un mayor dimensionamiento de la PTARH, al tener que procesar una cantidad de agua de forma improductiva. Las aguas pluviales tienen una buena calidad y pueden ser descargadas directamente a la red.

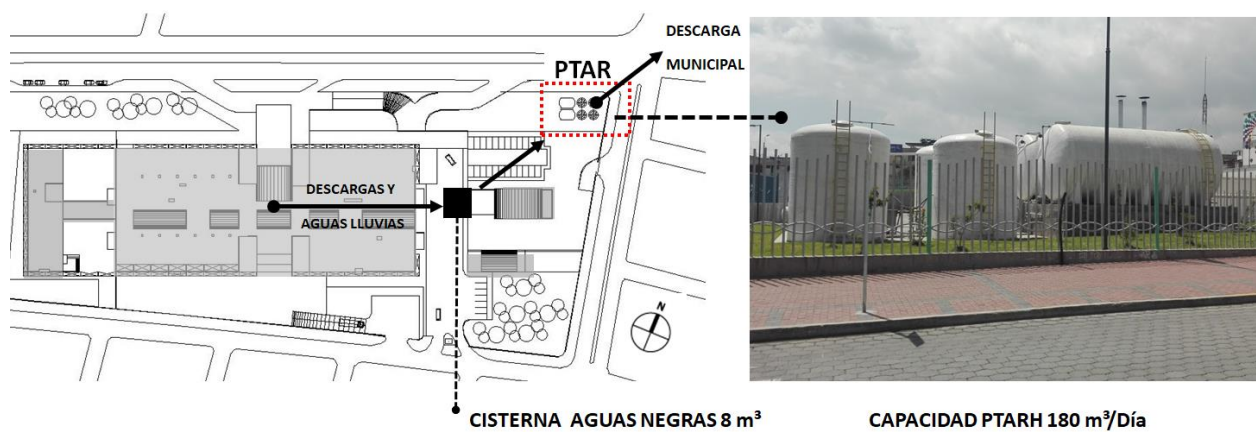


Figura 35: Esquema del Sistema de Aguas Servidas del HGLEA Fuente: Elaboración del Autor

Los efluentes son sometidos a los siguientes tratamientos:

- Depuración del agua en un reactor de lodos activados.
- Clarificación del agua por un sedimentador secundario.
- Desinfección del agua por UV.
- Digestor de fangos purgados.

Las aguas residuales del hospital se acumulan en una cisterna de 8 m³ antes de ingresar a la cisterna de homogeneización. En cada punto de reunión existe una canastilla de malla 3 cm

en las que se vierten las aguas residuales. Las canastillas retienen los sólidos no biodegradables y se pueden retirar por medio de cadenas para mantenimiento.

En donde bombas sumergibles envían su contenido al tanque de homogeneización, esta tiene una capacidad de 80 m^3 , lo que permite un tiempo de retención hídrica de más de 10 horas al caudal promedio del proyecto, de $7,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Desde la cisterna de homogeneización, otra bomba sumergible de hélice abierta, mueve el agua hacia una caja de bombeo anexa a la plataforma de tratamiento de agua de 2 m^3 . Otra bomba sumergible lleva el agua a tratar a los dos reactores de lodos activados.

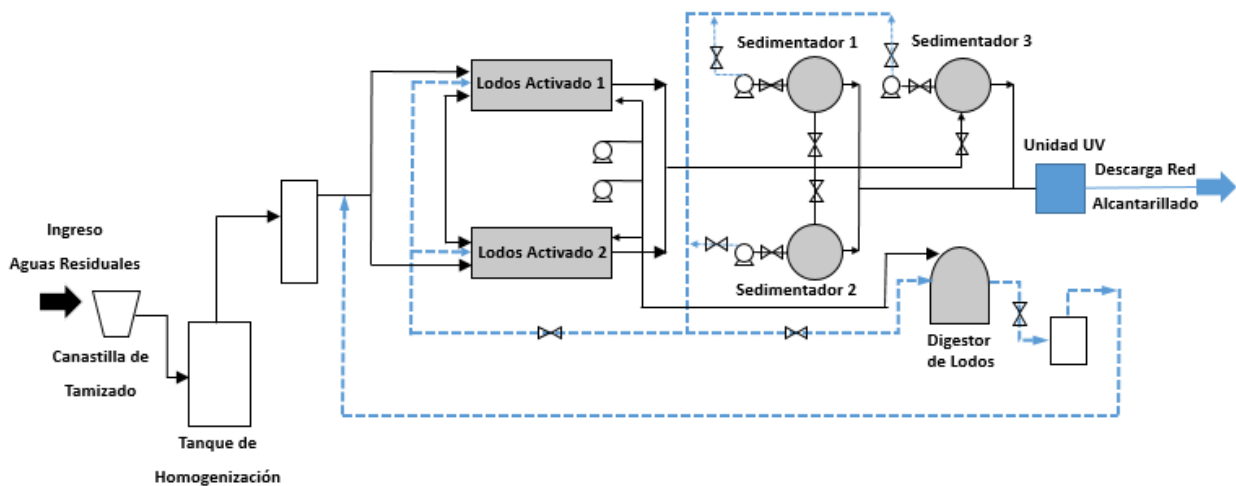


Figura 36: Esquema de funcionamiento de la PTARH Fuente: Elaboración del Autor

Los 2 reactores de lodos activados (tanques horizontales) trabajan en paralelo, tratan la misma cantidad de agua. En cada reactor se realiza una aireación, el sistema de inyección de aire consta de 2 blowers para su funcionamiento. El suministro de oxígeno a los reactores se realiza a través de difusores de aire de 12" con membranas de PTFE² instalados al fondo de cada reactor.

² El Politetrafluoretileno es un material plástico de alta resistencia química, auto lubricante y resistente a altas temperaturas.

Los reactores de lodos activados son aeróbicos, por lo que no existe fermentación. No se producen gases combustibles ni tóxicos, se descompone la materia orgánica en CO₂ y agua. Se obtiene aireación y mezcla del licor mixto (agua a tratar mezclada con bacterias) gracias a las burbujas creadas en los difusores de aire que se encuentran en el piso del reactor de lodos activados.

El efluente de los reactores de lodos activados pasa a 3 sedimentadores, donde se produce la separación del agua tratada y de la biomasa. La recirculación del lodo sedimentado, desde cada compartimiento de sedimentación hasta los reactores de lodos activados, se logra mediante una bomba centrífuga de hélice abierta.

Esta recirculación de biomasa permite una concentración de bacterias en cada reactor de lodos activados de 3 a 4 g/l. Una cierta cantidad de biomasa sedimentada es eliminada mediante electroválvulas, que se abren de manera calculada para mantener una edad determinada de la biomasa. Cada uno de los 3 tanques clarificadores está equipado con un desnatador, que es un sistema que absorbe constantemente la superficie del clarificador para devolverlo a los reactores de lodos activados. Esto permite mantener los clarificadores libres de natas.

La desinfección del agua tratada, clarificada, se realiza por UV a 30 mJ/cm². Los rayos UV tienen la propiedad de destruir el ADN de los microorganismos que se encuentren en el agua tratada. El agua tratada desinfectada se evacúa a una caja de revisión desde la que se dirige al alcantarillado pluvial.

El piso del tanque biodigestor está equipado con discos difusores de burbujas finas de aire. Esto permite airear y mezclar los lodos purgados, que realizarán respiración endógena (consumo de reservas celulares). Al consumir sus reservas, las bacterias purgadas mueren y se mineralizan, dando lugar a un lodo estable sin olores, que se retira por vacuum.

Las aguas acumuladas en la plataforma de tratamiento y el agua excedentaria del tanque biodigestor se dirigen a una caja de revisión con bomba sumergible de aguas cargadas. Esta bomba está equipada de un switch flotador, que al activarse provoca el bombeo de aguas cargadas hacia los tanques reactores de lodos activados. La PTARH es controlada automáticamente por un panel eléctrico que contiene un PLC (Controlador de Procesos) del cuarto de mando.

El proceso usado en la planta es el adecuado, sin embargo, el volumen de la planta pudo ser menor ya que se está depurando las aguas pluviales. Las aguas pluviales pueden ser descargadas directamente a la red de alcantarillado. Se sugiere al personal de mantenimiento del hospital que efectúe un control de la calidad de los efluentes estableciendo un procedimiento interno. Se debe tomar muestras de los efluentes de forma periódica sea mensual o trimestral, enviar a un laboratorio autorizado y analizar si los parámetros están bajo los límites exigidos por la legislación local a cargo de la Secretaría de Ambiente del Municipio.

3.3.5. Educación a los Usuarios.

El hospital desde el inicio de su operación no ha realizado hasta el momento ningún tipo de campaña o capacitación dirigido a los usuarios o empleados relacionado con temas del agua. El Ministerio de Salud Pública es el ente que administra el centro, el cual dispone la comunicación al interior del HLEA referente a sus programas o proyectos en ejecución. Las campañas realizadas en el hospital dentro de la política del MSP fueron: *“Ecuador sin muerte maternas”*, *“Ecuador desnutrición cero”* *“Ecuador libre de humo”*, *“Ecuador saludable”*.

El área de comunicación del hospital de forma aislada ha generado iniciativas relacionados al agua ubicando afiches en las carteleras del hospital. (Ver Figura 37). Estos

intentos no es suficiente para el cumplimiento de la matriz, pues no está estructurado un plan de comunicación al respecto.

En la propuesta de optimización de la gestión de recurso se dará las pautas para elaborar un plan de educación, buscando mejorar las competencias culturales de la población respecto a la problemática del agua, usos, y hábitos

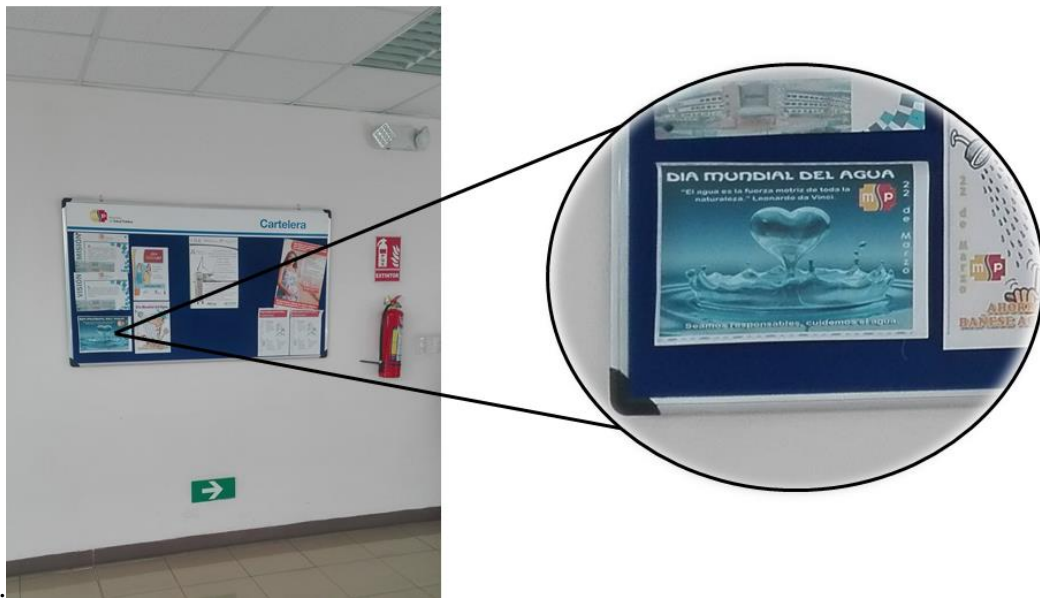


Figura 37: Afiches relacionados al Día Mundial del Agua en la Cartelera del HGLEA Fuente: Fotografías del

Autor

3.3.6. Matriz de Evaluación.

Concluido el análisis del ciclo del agua al interior del HLEA, se utiliza la matriz de evaluación para verificar el nivel de cumplimiento del hospital.

Tabla 38 Matriz Evaluación Hospital "Luz Elena Arismendi"

Item	Parámetros	Si	No	Parcial	Observaciones
1	Consumo de Agua				
	Cuenta con Piezas Sanitarias (Inodoros/Lavabos/Urinaris/Duchas) eficientes, comparado con la línea base.			<input checked="" type="checkbox"/>	Determinadas piezas son eficientes. Otras pueden ser susceptibles de mejora en la propuesta de optimización
	Existe un plan de ahorro o reducción de consumo de agua		<input checked="" type="checkbox"/>		
	Cuenta con equipos médicos eficientes en cuanto al consumo de agua.			<input checked="" type="checkbox"/>	Determinados Equipos son eficientes.
	Establece medios de medición adicional del agua, o cuenta con un sistema de control de fugas y desperdicios.		<input checked="" type="checkbox"/>		
2	Reciclaje de Agua				
	Se utiliza sistemas de recolección de agua gris (lavabos y duchas) para cubrir parte de la demanda total del edificio.		<input checked="" type="checkbox"/>		
	El riego de jardines se da con agua gris, o por captación de agua lluvia recuperada, que permita disminuir o cubrir la demanda.		<input checked="" type="checkbox"/>		Para el riego de jardines se utiliza agua potable.
3	Gestión de Aguas Lluvias				
	Se utiliza el agua lluvia a partir de su recolección para cubrir parte de la demanda interna.		<input checked="" type="checkbox"/>		
	El proyecto dispone del 30% de áreas permeables para la retención de aguas lluvias que permita una escorrentía controlada.			<input checked="" type="checkbox"/>	El proyecto cuenta con áreas permeables. No cumple con el porcentaje establecido.
	El proyecto dispone de un plan para la captación de aguas pluviales, que permita un desalojo paulatino y controlado a la red pública de alcantarillado.		<input checked="" type="checkbox"/>		
4	Tratamiento de Aguas Residuales				
	El Hospital dispone de sistema o planta de tratamiento de aguas residuales previo a la descarga a la red pública	<input checked="" type="checkbox"/>			Es necesario efectuar un control de la calidad de los efluentes.
5	Educación a los Usuarios				
	Dispone de un Plan de Concientización sobre uso del agua. Charlas, Cursos, Afiches entre otros medios.		<input checked="" type="checkbox"/>		

Fuente: Elaboración del Autor

3.3.7 Reflexiones.

Con el levantamiento de campo y evaluación por medio de la Matriz, se ha logrado el diagnóstico del Hospital. Se ha determinado el consumo de agua potable en 414,53 litros por cama, este valor es menor al identificado en los hospitales de referencia y a la línea base establecida de 800 litros por cama. Esto se debe a que el hospital al ser una edificación nueva y principalmente a su función, al ser una Maternidad, no cuenta con todos los servicios de un hospital especializado, lo cual genera consumos menores por la reducción de procesos.

Se identificó el consumo diario de agua por servicio al interior del hospital, el cual se muestra de forma gráfica en un diagrama de Sankey. El Hospital no tiene un proceso cíclico, es lineal, precisa de una entrada de recursos y salida de efluentes.

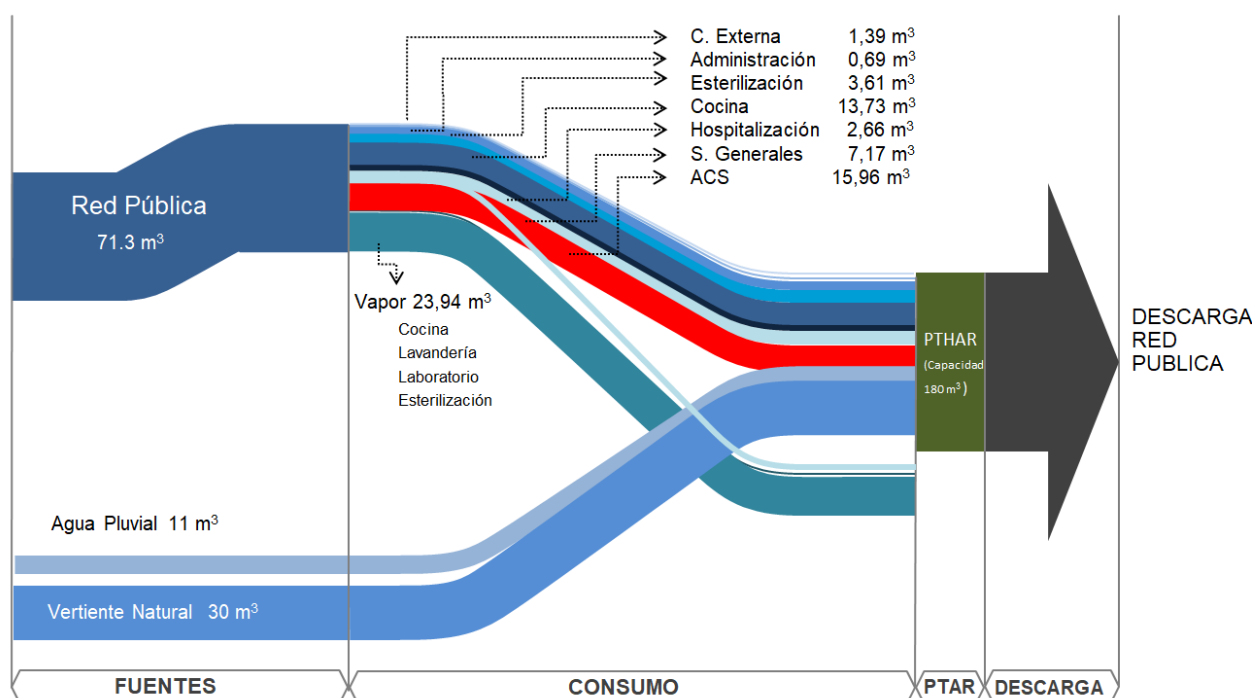


Figura 38: Ciclo del Agua en el HGLEA Fuente: Elaboración del Autor

Debido a la prohibición de difusión de información de las Entidades Públicas, contenidas en el artículo 66 numeral 19 de la Constitución. No fue posible acceder a los datos relativos a los costos de mantenimiento del Hospital para conocer el presupuesto de

operación o mantenimiento del hospital y establecer el impacto de los costos agua en el proyecto.

Además se tienen los siguientes resultados que servirán de punto de partida para la propuesta de optimización a desarrollar en el siguiente capítulo:

- Identificado el consumo de agua por servicio en el hospital, se debe proponer planes de reducción a los que tienen un mayor consumo.
- Al ser una construcción nueva, las piezas sanitarias y griferías instaladas en el hospital cumplen con los parámetros establecidos en la línea base, a excepción de inodoros con fluxómetro por lo que se analizará el mecanismo más eficiente para su optimización.
- No se aprovecha otras fuentes de abastecimiento para disminuir el consumo de la red pública como son las aguas lluvias, o el agua de vertiente que tiene el proyecto.
- El hospital no cuenta de un sistema de aprovechamiento de aguas grises o de baja contaminación para disminuir el consumo.
- El HLEA utiliza agua potable para el riego de jardines, áreas verdes y limpieza exterior, causando mucho desperdicio de agua limpia.
- No existe un plan de educación para los usuarios y personal médico del hospital que permita mejorar las competencias culturales sobre el uso adecuado de los recursos, en el cual como mínimo se efectúe campañas sobre el uso o manejo del agua.

CAPITULO IV:

Propuesta de Optimización

4. Plan de Gestión y uso Eficiente del Agua

Con el propósito de implementar medidas para la conservación, reciclado, aprovechamiento de aguas lluvias y tratamiento en el Hospital, se establece un Plan de Gestión del Agua enfocado en los objetivos específicos del estudio, referidos a los siguientes aspectos:

- Proponer reducir el consumo de agua en los servicios de mayor demanda.
- Seleccionar las piezas sanitarias o equipos óptimos en el consumo de agua.
- Reciclar aguas grises de baja contaminación para otros fines dentro del hospital.
- Identificar y aprovechar nuevas fuentes de abastecimiento de agua en el proyecto.
- Analizar si es necesario limitar o eliminar el uso de agua potable para el riego de jardines.
- Reducir la descarga de aguas servidas del hospital hacia la red municipal.
- Proponer campañas de sensibilización ambiental a pacientes, visitantes y empleados.

Optimizar el consumo de agua, no solo vendrá de la reducción del consumo, sino de mejores prácticas para su reciclaje y aprovechamiento. La propuesta de Plan está elaborado a partir de las necesidades encontradas en la evaluación y definirá las acciones a seguir, asignación de recursos y el seguimiento de las actividades a realizar con el fin de obtener beneficios conforme los objetivos planteados.

4.1. Disminución del Consumo de Agua.

4.1.1. Equipos, Piezas Sanitarias y Griferías.

Como se verificó en la fase de levantamiento, las griferías tienen un desempeño eficiente, sin embargo los inodoros no cumplen con la línea base establecida. Actualmente en el mercado existen productos de alto rendimiento para disminuir el consumo de agua, por lo que se plantea la posibilidad de maximizar su eficiencia para lograr reducir el consumo del agua potable.

Con esta hipótesis se elaboran dos propuestas técnicas para disminuir el consumo de agua y se analiza la conveniencia económica para la decisión final. En el análisis se ha agrupado el total de piezas sanitarias instaladas en el hospital para determinar el impacto global de la propuesta.

Alternativa 1:

Para el caso de los inodoros con fluxómetro se analiza la posibilidad de cambiar a inodoros de doble descarga para todo el hospital, 211 piezas sanitarias en total. Estos inodoros permiten al usuario de manera voluntaria dos opciones de descarga del volumen total o parcial en función del uso. Esto es recomendable, pues cada día un paciente suele ir una media de 5 veces al WC, de las cuales 4 son por micciones y 1 por sólidos. (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, FENERCOM, 2010)

Con esto se puede discriminar la descarga a realizar, para retirar líquidos se necesita menor cantidad de agua, y solo se requiere el tanque completo para retirar sólidos. Esta independencia del usuario para elegir el tipo de descarga, con el uso adecuado, bajará alrededor del 50% del consumo de agua respecto a un inodoro con descargas completas. (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, FENERCOM, 2010) El inodoro que se

propone corresponde a la marca nacional Edesa, la misma usada en el proyecto, en la Figura 39 la especificación del producto, en el Apéndice H la Ficha Técnica.

Inodoro Doble Descarga	
	Marca: Edesa
	Línea: Malaga
	Medidas: 69,5 x 36 x 74 cm
	Cuadal: 4,1 y 6 litros
	Especificaciones Técnicas:
	Manija Dual Flush
	Peso del Inodoro 38,7 Kg.
	Espesor mínimo de loza: 6 mm

Figura 39: Inodoro Propuesto para el Hospital. Fuente: Catálogo Edesa, Edición Autor

Igualmente se propone reemplazar los urinarios por urinarios secos en las baterías sanitarias públicas del hospital y del personal, estos urinarios no necesitan agua para su funcionamiento. Trabajan con el uso de agentes limpiadores que garantizan la asepsia y eliminación de olores, se ha seleccionado la marca Ecoltec de la ciudad de Guayaquil. El detalle técnico de la pieza seleccionada en la Figura 40.

URINARIO	
	Marca: Ecoltec
	Código: 107031
	Peso: 4.4 Kg
	Material: Policarbonato Especial
	Especificaciones Técnicas:
	El efecto aislante del material plástico especial reduce la información de sedimentos en la superficie
	Posee un sifón mecánico patentado que no requiere agua para su funcionamiento, trabaja en conjunto con detergente microbiológico que garantiza su uso libre de olores

Figura 40: Urinario Seco Propuesta Fuente: Catálogo Ecoltec, Edición Autor

Alternativa 2:

Es una propuesta de menor impacto en las instalaciones del hospital. Comprende el reemplazo de los fluxómetros instalados en los inodoros que fueron identificados por no

cumplir con la línea base establecida por unos de alto rendimiento que permita disminuir el consumo de agua por descarga. Además se mantiene en la propuesta la de utilizar inodoros secos para eliminar el consumo de estas piezas. Para la propuesta se ha seleccionado fluxómetros de la marca Edesa, línea Briggs. En la Figura 41 las especificaciones técnicas de la grifería seleccionada.



Figura 41: Fluxómetro de Alta Eficiencia Propuesto Fuente: Elaboración Autor

A partir de las especificaciones técnicas del consumo de agua de las piezas sanitarias, se ha determinado el consumo de agua en litros, su frecuencia de uso para compararlo con el estado actual, las fichas técnicas completas se encuentran en el Apéndice H. Con estos datos se efectúa el comparativo de las 2 alternativas. (Ver Tabla 39).

Tabla 39 Comparativo alternativas de optimización de piezas sanitarias

MODELO	ESTADO ACTUAL				ALTERNATIVA 1				ALTERNATIVA 2			
	CANT	USOS	LPD	CONSUMO	CANT	USOS	LPD	CONSUMO	CANT	USOS	LPD	CONSUMO
Inodoro con Fluxómetro	211,00	5,00	6,00	6.330,00					211,00	5,00	4,80	5.064,00
Inodoro de Doble descarga					211,00	1,00	6,00	1.266,00				
Inodoro de Doble descarga					211,00	4,00	4,10	3.460,40				
Urinario	20,00	5,00	0,60	60,00	20,00	5,00	0,00	0,00	20,00	5,00	0,00	0,00
TOTAL (litros)				6.390,00				4.726,40				5.064,00
Porcentaje				100%				73,97%				79,25%

Fuente: Elaboración Autor

En la tabla se puede apreciar que comparadas las 2 alternativas tienen un ahorro del consumo de agua cercano al 20%. Para definir la opción más adecuada, es necesario analizar

costos de la implementación de cada opción. Los precios unitarios de las piezas y accesorios están tomados de la base de costos de la Cámara de Construcción de Quito.

Tabla 40 Comparativo de costos de las alternativas

Rubros	ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 2		
	Cant.	P. U.	Total	Cant.	P. U.	Total
Retiro de Inodoros	211,00	\$ 30,00	\$ 6.330,00			
Suministro de Inodoro Doble Descarga	211,00	\$ 150,00	\$ 31.650,00			
Retiro de Urinarios	20,00	\$ 30,00	\$ 600,00	20,00	\$ 30,00	\$ 600,00
Suministro de Urinario Seco	23,00	\$ 200,00	\$ 4.600,00	23,00	\$ 200,00	\$ 4.600,00
Retiro de Fluxómetro Inodoros				211,00	\$ 30,00	\$ 6.330,00
Instalación de Fluxómetro Alta Rendimiento				211,00	\$ 80,00	\$ 16.880,00
TOTAL			\$ 43.180,00			\$ 28.410,00

Fuente: Elaboración Autor

La Alternativa 2, al variar únicamente el tipo de fluxómetro y con el reemplazo del urinario seco es económicamente más rentable, con un costo 35% más bajo comparado con la Alternativa 1.

Siendo el cambio de fluxómetros un trabajo de baja complicación técnica, con un menor impacto económico se los puede efectuar de forma inmediata en el Hospital. El reemplazo de los urinarios secos se plantea de forma progresiva con un período de ejecución de 2 meses. Esta selección pudo ser advertida en la fase de construcción con una evaluación previa del proyecto con el uso de Matriz, logrando una reducción del consumo y ahorro económico. La eficiencia no significa equipamientos más costosos.

Con esta alternativa el ahorro de agua es de 39,78 m³ al mes y 465,48 m³ al año, una cantidad importante de agua. En el análisis económico debido al bajo costo del m³, representa un ahorro de USD \$ 39,36 al mes y USD \$ 472,34 al año en la operación del hospital. Si la inversión se ejecutaba durante la fase de construcción del hospital representa menos del 1% del costo total de la obra.

Para disminuir el consumo de agua caliente en el hospital en especial las duchas, no se considera la instalación de dispositivos ahorradores o reductores de caudal, pues con solo reducir 1 minuto en la ducha de las pacientes significa un ahorro de 798 litros diarios sin efectuar ningún tipo de inversión económica. Si se considera una reducción de 5 min en el baño de las pacientes representa 3.9 m^3 al día, $1456,35 \text{ m}^3$ al año, lo que supone un ahorro de USD \$1440.97 en el consumo de agua. Para esto es necesario efectuar campañas de concientización en el personal y pacientes, con duchas cortas de 5 a 10 min es suficiente para cuidar la higiene de forma diaria.

El área de cocina del hospital no dispone de equipos adecuados para cocinas industriales. El lavado de ollas, vajilla y bandejas se hace de forma manual con el grifo de agua abierto sobre los implementos de cocina, para la disminución del consumo se debe fortalecer la educación al personal de cerrar la llave mientras enjabona los utensilios.

Por otro lado existen en el mercado lavajillas que garantizan una mayor limpieza e higiene ya que utilizan varios ciclos de lavado con una versatilidad en el uso de agua caliente para el aclarado final con temperaturas entre $55^\circ \text{ C} - 60^\circ \text{ C}$ logrando una alta desinfección. En el Apéndice I se muestra ejemplos de equipos en el mercado que usan desde 2,4 litros por ciclo hasta 7 litros.

Espacios como la esterilización o lavandería no es posible efectuar mejoras, en vista de los que equipos instalados actualmente son de los más eficientes fabricados en la actualidad. Su consumo depende de la ocupación del hospital a mayor demanda de pacientes mayor será el consumo en estas área.

4.1.2. Instalación de Sistema de Medición de Agua.

Al contar con una sola acometida de la red pública que ingresa a la cisterna, se propone instalación de contadores de agua que permita conseguir un sistema de medición de

agua en los distintos procesos y usos del agua al interior del hospital. Esto permitirá identificar los consumos de forma mensual en los servicios para determinar posibles usos inadecuados, posibles fugas o desperdicio por prácticas inadecuadas.

Como premisa fundamental es que no se puede gestionar lo que no se puede cuantificar, esto se hace tanto en el agua fría como en el agua caliente. Se considera la instalación de contadores en varias zonas para cubrir la mayoría de servicios del hospital:

- Subsuelo: Lavandería - Cocina
- Planta Baja: Laboratorio – Consulta Externa
- Primer Piso: Esterilización – Centro Quirúrgico - Hospitalización
- Segundo Piso: Hospitalización - Hospitalización

Además se propone instalar contadores al ingreso de los calderos para controlar el consumo de agua caliente sanitaria y calderos de vapor en casa de máquinas.

El contador propuesto es un medidor de tipo convencional, el cual es accionado con el paso del agua a través de los engranes. Al interior de la cámara del medidor se produce el movimiento del contador registrando el volumen de agua en un registro numérico.



Figura 42: Contador de Agua Fuente: <http://ceniferr.com/features/portfolio/micromedicion/>

En el esquema se muestra la ubicación de los contadores dentro de las redes de distribución principal del hospital “Luz Elena Arismendi”.

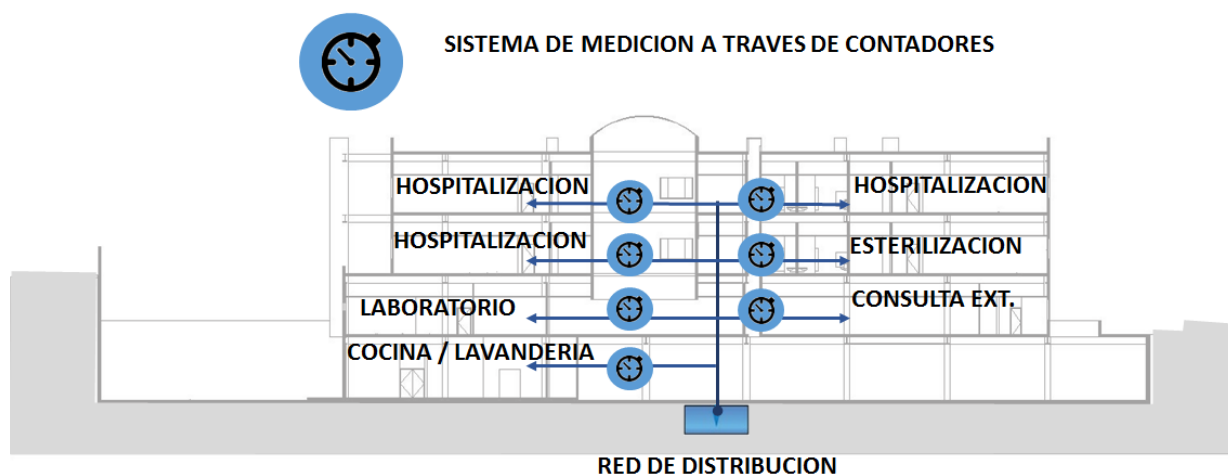


Figura 43: Propuesta de Instalación de Sistema de Medición para el HLEA Fuente: Elaboración Autor

En seguida los costos de instalación de los contadores:

Tabla 41 Costo de instalación de contadores

Rubros	Cantidad	P. Unitario	Total
Instalación de Contadores	20,00	\$ 73,78	\$ 1.475,60

Fuente: Elaboración Autor

El costo de la implementación es bajo, se puede ejecutar las tareas de instalación en una semana. La implementación de contadores requiere establecer un proceso administrativo a ser cumplido por el personal de mantenimiento del HLEA. El personal técnico deberá efectuar la toma de datos de forma mensual, llevar un registro histórico de la información para el control de las variaciones en los diferentes servicios logrando un verdadero conocimiento de las instalaciones. Si las diferencias en el consumo de agua son importantes

se deberá revisar las posibles causas, cambios en el uso cotidiano, mantenimiento de equipos o detectar posibles fugas y plantear medidas de remediación.

4.1.3. Nuevas fuentes de abastecimiento.

En la evaluación del proyecto se identificó que existe una cisterna de 30 m³ que capta las aguas provenientes de un acuífero natural. Esta fuente no está siendo utilizada por el hospital. Se propone que esta reserva de agua se incorpore a la red principal para cubrir el consumo de los inodoros. La demanda de agua de estas piezas luego de la propuesta de optimización es de 5,06 m³ al día, es decir que con el agua de la vertiente se podría cubrir fácilmente esta demanda, con el resto del agua de vertiente se va a utilizar en los calderos para la generación de vapor.

Es necesario efectuar una nueva red de tubería exclusiva para los inodoros desde la cisterna existente con su sistema de bombeo, al no ser agua para consumo humano únicamente se podría efectuar un proceso de filtrado que elimine impurezas para prevenir daños en las instalaciones. La construcción de esta red actualmente es factible, pues se cuenta con la red normal de abastecimiento, sin embargo existe un impacto en la operación del hospital que podría poner en riesgo la seguridad de los pacientes debido a contaminaciones de polvo, ruido e infecciones por agua contaminada durante el proceso de construcción.

El costo de la construcción de la red hace que no sea eficiente su ejecución, comparado con el ahorro de USD \$ 1.792,56 anuales en los costos de agua potable, que representa 151,8 m³ de agua al mes, y 1821,00 m³ al año. El costo de la red propuesta sobre asciende a USD \$ 213.606,08 los precios y cantidades diámetros y recorridos de tubería fueron tomados de la liquidación de la obra (Ver Tabla 42).

Tabla 42 Presupuesto Nueva Red AGP para Inodoros

Sistema Hidraulico	U	Cantidad	P.Unitario	Total
Punto de agua fría en Cobre 1/2"	Pto.	34,98	\$ 37,31	\$ 1.305,10
Tubería cobre tipo M 6"	m	279,43	\$ 251,05	\$ 70.150,90
Tubería cobre tipo M 4"	m	371,98	\$ 132,68	\$ 49.354,31
Tubería cobre tipo M 3"	m	0,00	\$ 93,02	\$ -
Tubería cobre tipo M 2 1/2"	m	166,28	\$ 72,31	\$ 12.023,71
Tubería cobre tipo M 2"	m	195,55	\$ 51,49	\$ 10.068,87
Tubería cobre tipo M 1 1/2"	m	497,29	\$ 37,09	\$ 18.444,49
Tubería cobre tipo M 1 1/4"	m	1,58	\$ 15,26	\$ 24,11
Tubería cobre tipo M 1"	m	54,32	\$ 20,24	\$ 1.099,44
Tubería cobre tipo M 3/4"	m	11,18	\$ 18,72	\$ 209,29
Tubería cobre tipo M 1/2"	m	29,78	\$ 14,35	\$ 427,34
Válvula check bridada diam 6"	u	2	\$ 1.097,27	\$ 1.919,13
Válvula check bridada diam 4"	u	14	\$ 493,91	\$ 6.900,66
Válvula check 2 1/2"	u	8	\$ 386,20	\$ 3.210,87
Válvula check roscada diam 1 1/2"	u	25	\$ 41,24	\$ 1.025,41
Válvula check roscada diam 1 1/4"	u	0	\$ 30,60	\$ 2,42
Válvula check roscada diam 1"	u	3	\$ 27,48	\$ 74,64
Válvula check diam 3/4"	u	1	\$ 36,71	\$ 20,52
Válvula check roscada R.W diam 1/2"	u	1	\$ 16,68	\$ 24,84
Distribuidor de Agua Potable y Filtros	u	1,00	\$ 6.706,27	\$ 6.706,27
Soportes de tuberías	u	1.642,37	\$ 13,25	\$ 21.761,40
Pintura de tuberías	m	1.642,37	\$ 5,39	\$ 8.852,37
SUBTOTAL			\$	213.606,08

Fuente: Elaboración Autor

Esto demuestra la importancia de evaluar el proyecto en fase de diseño para considerar estos costos en la construcción. La inversión de estos trabajos en fase de ejecución del proyecto representa el 1% del costo total de la obra.

4.1.4. Riego de Areas Verdes y Limpieza.

Con las especies ubicadas en el proyecto, no es necesario un sistema de riego controlado para las áreas verdes. Se define un horario de 6:00 a 9:00 como una hora ideal para las tareas de riego, a esta hora no hay prácticamente evaporación, es conveniente además hacerlo de forma esporádica cuando el césped lo necesita. Para el riego de las áreas verdes se plantea la utilización de las aguas pluviales y las aguas de la PTHAR, con lo cual se deja de utilizar agua potable para estas tareas. La reducción del consumo se plantea en 0,85 m³ al día.

4.2 Reutilización De Aguas Grises

La reutilización de agua de baja contaminación es importante debido a la necesidad de ampliar el abastecimiento cuando los recursos hídricos son insuficientes. Es necesario contar con una planificación adecuada que permita su transporte independiente hacia un almacenamiento, en el cual se dará un tratamiento según la definición de normas, para luego conducida a sus nuevos usos.

En el caso del HLEA las aguas que pueden aprovecharse son las provenientes de las duchas, lavamanos y lavandería, sin embargo están conectadas a la red principal de aguas servidas. Efectuar modificaciones en el hospital para separar los efluentes conlleva a una suspensión de la atención del centro, riesgos para los pacientes y posible contaminación de los pacientes mientras duren la construcción. Por lo que no se considera factible su implementación. Para usar de forma eficiente este recurso es necesario ejecutarlo desde la planificación inicial, destacando la importancia de evaluar el proyecto con la matriz previa a su ejecución. Una buena planificación permite la implementación de soluciones adecuadas sin incrementar de forma significativa los costos del proyecto.

4.3 Gestión De Agua Lluvia

4.3.1. Cantidad absorbida.

En la evaluación del proyecto se determinó que el hospital tiene el 27,41 % del área total del lote para controlar las aguas pluviales correspondientes a las áreas verdes. Estas áreas además permiten la infiltración del agua hacia el terreno y la recarga del acuífero natural que dispone el proyecto.

Se plantea incrementar al menos un 10% de áreas verdes en el proyecto para disminuir la cantidad de descarga de aguas lluvias a la red de alcantarillado, así como la incorporación de jardines para promover y mejorar la recuperación de las madres.

Los espacios que se plantean convertir en áreas verdes son sitios que no interfieren en las circulaciones de abastecimiento del hospital, por lo cual es factible su vegetación. En estas áreas se mantiene el césped con árboles de mediana altura, las especies propuestas son arupos, cholanes o jacarandá tienen un mantenimiento bajo, aportando características ornamentales y floración al hospital.

En la plaza del bloque Administrativo se propone incrementar jardines con plantas aromáticas como escanceles morados, vinca o durante roja y arbustos como collarín rojo que incentiven la ocupación de la plaza. El espesor de la tierra vegetal estaría entre los 30 cm con lo que se prevé mayor retención del agua con un mantenimiento mínimo y bajo requerimiento de agua por lo que el riego se hará de forma natural.

En el siguiente esquema se muestra la propuesta del área verde dentro del proyecto, se estima un área de 908,13 m², que corresponde a un 21,87 % de crecimiento. Con un total de 5059,99 m² de áreas verdes para el Hospital.

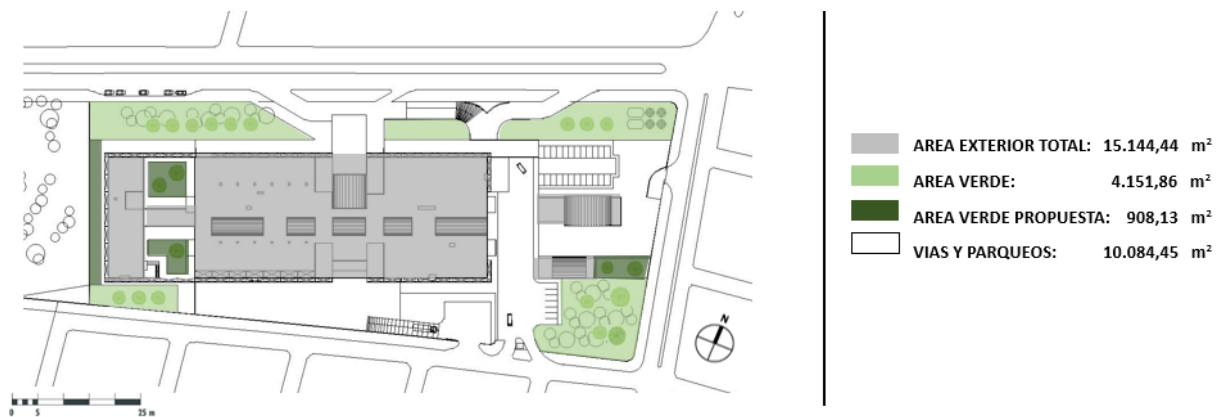


Figura 44: Propuesta de Incremento de Área Verde Fuente: Elaboración Autor

Se evalúa nuevamente el porcentaje de áreas permeables para la recolección de aguas lluvias, con la propuesta.

$$RsH2O = (AerH2O / ArnH2O) \times 100$$

$$RsH2O = (5059,99 / 15.144,44) \times 100$$

$$R_{sH_2O} = 33,41\%$$

Con la propuesta se logra incrementar al 33,41% las áreas permeables para controlar la esorrentía en el proyecto. Con lo cual se cumple con lo establecido en la matriz, logrando una reducción de las descargas de agua lluvia al alcantarillado.

4.3.2. Captación de las aguas pluviales.

La precipitación es un parámetro importante en el análisis de la capacidad de autodepuración natural de la atmósfera, produce la limpieza de contaminantes del aire, se plantea la posibilidad de usar como una alternativa de abastecimiento de agua. Deberá ser interceptada, recolectada y almacenada para su posterior uso. La verificación de la impermeabilización de las losas de cubierta es de gran importancia para un buen funcionamiento del sistema propuesto.

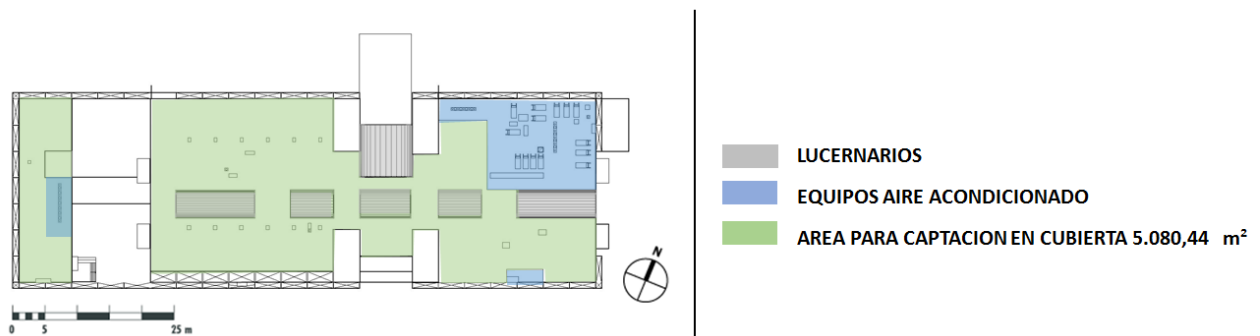


Figura 45: Área Potencial de Captación en Cubierta Fuente: Elaboración Autor

En el esquema se muestra el área potencial de captación de la cubierta, para el cálculo del área se ha descontado los lucernarios y los espacios que ocupan las manejadoras de aire acondicionado instaladas en el proyecto.

Con la finalidad de determinar la cantidad de agua por metro cuadrado de superficie que es capaz de recolectar dentro del predio, se debe revisar las precipitaciones de la zona por medio de los datos climáticos. A continuación los valores de precipitación media en los últimos 30 años en la ciudad y los metros cúbicos estimados de captación.(Tabla 43).

Tabla 43 Estimación mensual para la captación de aguas lluvias, considerando los promedios de precipitación en los últimos 30 años en Quito.

Mes	Precipitación Media(mm)	Captación Agua Lluvia en m ³
Enero	0,0825	333,96
Febrero	0,111	449,33
Marzo	0,1466	593,44
Abril	0,1712	693,02
Mayo	0,1055	28,30
Junio	0,0395	159,90
Julio	0,0215	87,03
Agosto	0,0277	112,13
Septiembre	0,0689	278,91
Octubre	0,1149	465,11
Noviembre	0,1085	439,21
Diciembre	0,1004	406,42

Fuente: Elaboración Autor a partir del Servicio de Información Meteorología Mundial <http://wwis.aemet.es/es/city.html?cityId=291>

En el cálculo del volumen de recolección mensual, se utiliza la fórmula definida en el Capítulo II, el coeficiente de escurrimiento adoptado de 0,80 es tomado de las Normas de Diseño de los Sistemas de Alcantarillado, Tabla N°5.3.7.2(b) (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, EMAAP, 2009). El total de m³ captados al año es de 4046,74 m³.

El agua lluvia es captada en la terraza del hospital para ser conducida por las bajantes y sumideros existentes hasta el pozo de salto ubicado en el subsuelo, donde se juntan con las aguas negras previo al ingreso a la PTARH, como se mencionó en estado actual. En este punto se plantea la construcción de una nueva cisterna para el almacenamiento de las aguas lluvias. Esto evita que se junten las aguas pluviales con los efluentes reduciendo la descarga a la red de alcantarillado (Ver Figura 46).

Para el dimensionamiento del volumen de la reserva se considera que para efectuar el riego de los 5059,99 m² de áreas verdes del hospital con 10 mm, se necesita 50,6 m³ por

semana. En verano existen períodos de 2 a 3 semanas sin precipitaciones, se define un volumen de 150 m³ que permita una autonomía de 3 semanas.

Esta propuesta es factible gracias al sistema constructivo utilizado. Las tuberías de aguas lluvias se encuentran identificadas con un color diferente al de aguas servidas facilitando su identificación.



Figura 46: Propuesta para captación de Aguas Lluvias desde la Red Pluvial Existente en el HLEA. Fuente:

Fotografía del Autor

El agua previo al ingreso a la cisterna debe contar con un filtro, mientras más simple sea su mantenimiento mayor será duración del sistema. A partir de la nueva cisterna se plantea la construcción de un sistema de riego para los jardines exteriores del hospital en los lugares de fácil acceso y limpieza del subsuelo con las áreas exteriores del hospital. Para el sistema de bombeo se sugiere la instalación de una electrobomba centrífuga de alta prestación y bajo consumo eléctrico.

4.3.3. Disminución de la descargas a la Red de Alcantarillado.

La captación de aguas pluviales de la terraza y el incremento de áreas permeables para retener las aguas lluvias, supone la disminución de la descarga de aguas pluviales al alcantarillado.

Para el análisis se usará la respectiva fórmula definida en el Capítulo II, se determina el volumen total de agua pluvial recibida en el lote. El área total de captación comprende la suma de las áreas exteriores, áreas verdes y terraza. El promedio de precipitación anual de 1,0982 mm. Se usa los coeficientes de escurrimiento según el material de la Tabla N°5.37.2 (b) de las Normas de Diseño de los Sistemas de Alcantarillado (Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, EMAAP, 2009).

$$\text{Volumen} = (15.144,44 \text{ m}^2 \times 1,098 \text{ mm} \times 0,80) + (5.059,99 \text{ m}^2 \times 1,098 \text{ mm} \times 0,23)$$

$$\text{Volumen} = 14.583,38 \text{ m}^3 \text{ anuales en el lote}$$

Ahora, se calcula el volumen de agua que es retenida en áreas verdes y captación de aguas pluviales en terraza usada para el riego de jardines. El resto de valores de mantiene del cálculo inicial.

$$\text{Volumen} = (5.080,44 \text{ m}^2 \times 1,0982 \text{ mm} \times 0,80) + (5.059,99 \text{ m}^2 \times 1,0982 \text{ mm} \times 0,23)$$

$$\text{Volumen} = 5.741,55 \text{ m}^3 \text{ anuales en el lote}$$

Finalmente se determina el porcentaje con la fórmula

$$\text{RrH}_2\text{O} = (\text{VrpH}_2\text{O} / \text{VrlH}_2\text{O}) \times 100$$

$$\text{RrH}_2\text{O}: (5.741,55/14.583,38) \times 100$$

$$\text{RrlH}_2\text{O}: 39,37 \%$$

Con las acciones propuestas se logra disminuir cerca del 40% del volumen de descarga de las aguas lluvias al alcantarillado, esto además libera de carga a la PTARH.

4.4. Educación a los Usuarios

Optimizar el consumo de agua no solo debe limitarse a la reducción del gasto, sino debe estar asociado con mejores prácticas en el uso cotidiano evitando el derroche de agua. Por lo cual, se considera primordial desarrollar un Plan de Educación con el objetivo de fomentar el cuidado y respeto al agua para los usuarios y/o personal del hospital al momento

de usar el agua. El responsable del plan debe ser la Administración del hospital con el aval del MSP, se plantea una frecuencia periódica de 3 o 6 meses con la meta de inculcar a las personas hábitos sobre el uso eficiente y ahorro del recurso. Se puede incluir medios para evaluar el cumplimiento del objetivo mediante encuestas que permitan apreciar el grado de asimilación de los conceptos.

Aunque no existen al momento estudios que determinen la eficacia, el ahorro de agua o su retorno económico, estas campañas de educación son fundamentales, se plantea un posible ahorro del 5% sobre los consumos no técnicos con una campaña bien enfocada y realizada de forma continua en el proyecto.

Para el caso del personal del HLEA una problemática frecuente es usar el inodoro como basurero de gasas, compresas, guantes, papeles o plásticos, que producen taponamiento en tuberías, sifones o bajantes. Provocando obstrucción en el sistema de aguas servidas y daños en filtros de la PTARH, ocasionando gastos en reparación de los diversos equipos mecánicos del hospital. Siendo necesario concientizar al personal sobre el uso correcto de los equipos y un manejo adecuado de los desechos hospitalarios.

El Plan debe contar con campañas de concientización adecuadas para adultos y niños. Con la ayuda de medios impresos y visuales como afiches o letreros donde se explican y muestran formas para conservar el recurso hídrico, el uso correcto de las piezas sanitarias se reforzará los conceptos. Estos pueden ser repartidos a los pacientes y visitantes o ser ubicados en las áreas comunes del hospital, paredes interiores con alta circulación, baterías sanitarias, cafetería y áreas verdes. Incluso se puede entregar información sobre el manejo eficiente del agua en el hospital.

Considerando además el radio de influencia del hospital, estas charlas pueden extenderse a los habitantes del sector para aumentar el rango de acción.

4.5. Resultados

Con el Plan de Gestión propuesto para el hospital es pertinente reevaluar el proyecto con la Matriz para medir su grado de cumplimiento comparado con el diagnóstico inicial.

Tabla 44 Matriz de Evaluación con la Propuesta de Optimización

Item	Parámetros	ESTADO ACTUAL			PROPUESTA OPTIMIZACION		
		Si	No	Parcial	Si	No	Parcial
1	Demanda de Agua						
	Cuenta con Piezas Sanitarias (Inodoros/Lavabos/Urinaris/Duchas) eficientes, comparado con la línea base.			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Existe un plan de ahorro o reducción de consumo de agua		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
	Cuenta con equipos médicos eficientes en cuanto al consumo de agua.			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Establece medios de medición adicional del agua, o cuenta con un sistema de control de fugas y desperdicios.		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Reciclaje de Agua						
	Se utiliza sistemas de recolección de agua gris (lavabos y duchas) para cubrir parte de la demanda total del edificio.			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
	El riego de jardines se da con agua gris, o por captación de agua lluvia recuperada, que permita disminuir o cubrir la demanda.		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Gestión de Aguas Lluvias						
	Se utiliza el agua lluvia a partir de su recolección y tratamiento para cubrir parte de la demanda interna.		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
	El proyecto dispone de un plan para la captación de aguas pluviales, que permita un desalojo paulatino y controlado a la red pública de alcantarillado.		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Tratamiento de Aguas Residuales						
	El Hospital dispone de sistema o planta de tratamiento de aguas residuales previo a la descarga a la red pública	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Educación a los Usuarios						
	Dispone de un Plan de Concientización sobre uso del agua. Charlas, Cursos, Afiches entre otros medios.		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	

Fuente: Elaboración del Autor

Con la propuesta se ha analizado todos los puntos débiles de la evaluación para lograr optimizar el proyecto, para cada decisión se ha efectuado el análisis técnico y económico en busca de la factibilidad de aplicación.

Para la disminución del consumo se efectuó una revisión y optimización de las piezas sanitarias instaladas en el hospital logrando un ahorro de 39,78 m³ al mes con un total anual de 465,48 m³.

En cuanto a las aguas grises provenientes de las duchas, lavamanos o lavandería, luego del análisis no se considera su reutilización pues implica realizar reformas mayores a las instalaciones hidrosanitarias existentes. Esto demanda altos costos de ejecución y la suspensión de la atención en el hospital mientras se ejecutan los trabajos, al no ser consideradas en la planificación inicial.

Para el agua caliente sanitaria solo con la reducción de 5 minutos en el baño de las pacientes representa un ahorro de 3.99 m³ al día, un total de 1456,35 m³ al año, sin efectuar ningún tipo de inversión económica. Esta gestión se debe reforzar con la educación a los usuarios y empleados del hospital.

Como resultado del análisis se identificó una nueva fuente de abastecimiento proveniente de un acuífero natural ubicado debajo del proyecto, esta fuente fue almacenada en la construcción del hospital, sin embargo no se le dio ningún uso para ser descargada a la red de alcantarillado. Con la evaluación del proyecto en la fase de planificación se pudo plantear su aprovechamiento desde el inicio de la construcción. En la propuesta de optimización se plantea utilizar este recurso en la generación de vapor en los calderos del hospital logrando reducir 22,99 m³ al día, siendo 8390,15m³ al año.

En cuanto al manejo de aguas lluvias, se logró incrementar al 33,41% las áreas permeables en el hospital para controlar la escorrentía en el proyecto. Esto produce una disminución del 40% del volumen de descarga al alcantarillado. Las aguas pluviales son captadas y almacenadas para su uso en limpieza y riego de áreas verdes.

Con las acciones propuestas se espera reducir la demanda de agua potable de la red en un **40,89%** que representa 29,15 m³ al día, un total 10.640,74 m³ al año. Considerando que el hospital gasto un total de USD \$ 14.876,58 anuales en agua potable (Ver Tabla 21), esto significa un ahorro de USD \$ 6.082,65 para el mantenimiento del hospital. En el hospital en un período de 6 años puede amortizar la inversión efectuada en las piezas sanitarias e instalación de medidores. Se plantea un nuevo Diagrama Sankey con la propuesta.

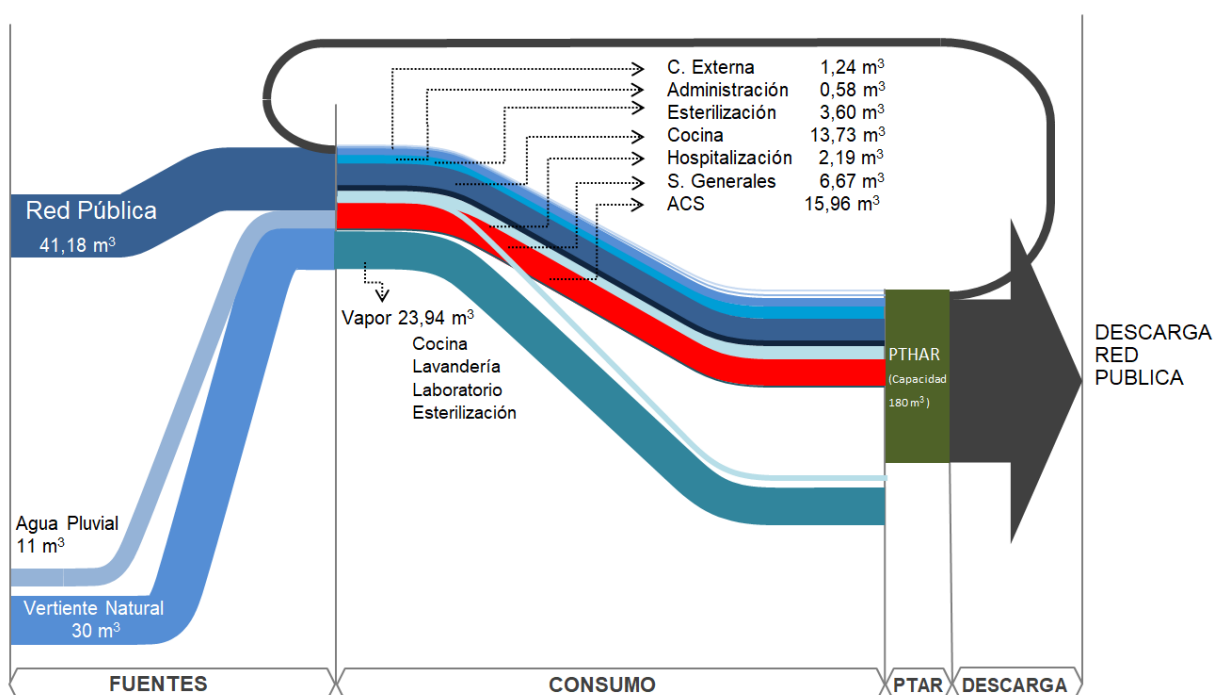


Figura 47: Propuesta de Optimización del Ciclo del Agua en el HLEA Fuente: Elaboración del Autor

En el diagrama se aprecia una evolución en el uso del recurso, deja de ser lineal para volverse un ciclo, esto genera la reducción de la descarga a la red de alcantarillado. Se identifica también que el volumen de la planta pudo ser menor a los 180 m³ ya que se estaba depurando las aguas pluviales. Las aguas lluvias pueden ser descargadas directamente a la red de alcantarillado.

En el caso del consumo de vapor no se pudo reducir su consumo por la naturaleza de los equipos y su uso, el incluir una nueva fuente de abastecimiento permite reducir la demanda de agua potable generando un mayor impacto.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones.

Durante el proceso de investigación la búsqueda, revisión y estudio de varios proyectos referentes en la gestión del agua permitió identificar principios fundamentales para ser adoptados en el desarrollo de la investigación.

A la limitada normativa local sobre el manejo y consumo de agua, se sumó el aporte de los sistemas de certificación ambiental para lograr establecer una Matriz de Evaluación con parámetros que permiten el análisis del recurso hídrico y probar su aplicación en un caso real de estudio como es el Hospital “Luz Elena Arismendi” de la ciudad de Quito.

La matriz permitió el diagnóstico del estado actual del hospital y las soluciones identificadas en los proyectos referentes orientaron el desarrollo de la propuesta de optimización del ciclo del agua en el HLEA. Luego de ser probada en la presente investigación la matriz se convierte en un aporte, es un medio estándar para evaluar el desempeño en la gestión del agua en hospitales que se encuentren en pleno funcionamiento, esta pueda ser usada a nivel local e incluso internacional pues recoge parámetros y aspectos de varios países.

Es un instrumento que igualmente puede ser usado durante la planificación del hospital. Una planificación bien ejecutada puede determinar el éxito del proyecto, la matriz permite evaluar el edificio en fase de diseño, identificar deficiencias en el manejo del recurso hídrico para modificar su situación a una óptima, sin volverse un elemento rígido para llevar a cabo la planificación, ayuda a una definición clara del problema. La matriz de evaluación fue concebida como un mecanismo flexible, la cual permite ser actualizada y estar en constante transformación en función de los hitos establecidos y avances tecnológicos.

Considerando el contexto de funcionamiento del HLEA en cuanto a consumo de agua, reutilización de agua, aprovechamiento de agua lluvias y tratamiento de agua dentro del proyecto y posterior a la evaluación de la gestión se determinó que es posible su optimización. Logrando una reducción del 40,89% de la demanda de agua de la red pública, superando la línea base del 20% de ahorro determinada en el estudio de referentes. Este ahorro representa 29,15 m³ al día, un total 903,73 m³ al mes, con este volumen de agua se puede cubrir la demanda del líquido vital de 55 viviendas de la ciudad al mes.

La propuesta para la gestión eficiente del recurso evalúa la factibilidad de las soluciones tanto técnicas como económicas para la decisión de su implementación, se han descartado reformas mayores a las instalaciones hidrosanitarias existentes que plantean inversiones económicas altas o posibles suspensiones de la atención en el hospital.

Se identifica una nueva fuente de abastecimiento que permite reducir el consumo de la red pública, la optimización de equipos, la reutilización de agua y aprovechamiento de agua lluvias dentro del proyecto como soluciones viables para ejecutar en el proyecto.

Con estas estrategias se logra una reducción del consumo de agua de la red pública de 9708,39 m³ al año comprobando la factibilidad de la hipótesis planteada al inicio de la investigación. El consumo de agua por cama identificado en la evaluación del HLEA fue de 414,53 litros, con la propuesta se podría reducir a 239,39 litros por cama. Es decir el hospital consumiría únicamente el 30% de la dotación de agua establecida para Hospitales en la NEC-11 que es 800 a 1000 litros por cama.

Este ahorro representa un gran impacto a nivel ambiental, como se había mencionado en el estado del arte un 1 m³ de agua implica unas emisiones mínimas de 8 kg de CO₂ considerando todo el ciclo de agua, es decir, extracción, distribución, y la proporción de consumo, reciclaje y depuración de ser el caso. (Fundación de la Energía de la Comunidad de

Madrid, FENERCOM, 2010). Para el caso del Hospital Luz Elena Arismendi, la huella hídrica mensual sería el resultado de multiplicar el promedio mensual de agua de 2.139 m³, por 8 kg de CO₂, dando como resultado de 17.112 kg de CO₂ o 1,12 Ton de CO₂ al mes, que son expulsados al ambiente de Quito. Una reducción del 400%, representa 6.848,8 kg de CO₂, menos al ambiente, una cantidad importante para disminuir los efectos del cambio climático del planeta.

Con las acciones propuestas en el proyecto, se identifica que el volumen de la PTARH pudo ser de menor capacidad, ya fue dimensionada para depurar las aguas pluviales y servidas del hospital. Con la propuesta de optimización existe una reducción en la descarga de aguas servidas y un aprovechamiento de las aguas lluvias con lo cual la planta estará subutilizada, no operaría al 100% de su capacidad instalada. La posibilidad de evaluar el hospital en su fase de diseño identificaría esta desventajada. Una planta de menor dimensión representa un ahorro económico, con lo cual se pudo implementar las mejoras al proyecto durante la ejecución de la construcción.

Con este estudio, igualmente se espera incentivar el análisis del recurso hídrico en edificios no solo de carácter hospitalario, para lograr un efecto global en la construcción pública, que permita luego ser replicados a nivel nacional. Esto tiene su impacto en el campo social, una reducción de costos en la operación de los edificios públicos permitiría el financiamiento de nuevos proyectos que permitan cubrir la demanda y lograr un equilibrio entre el acceso a los servicios de salud y la calidad del mismo.

Finalmente, el mayor desafío es lograr mejorar las competencias culturales de la población respecto a la problemática del agua, usos, y hábitos. Los sistemas hidrológicos son altamente sensibles a los cambios climáticos, por lo que es necesario contar con políticas que puedan mitigar los eventos climáticos. Se debe incorporar en la Ordenanza Metropolitana criterios que permitan promover las tecnologías sostenibles y eficiencia en el uso de recursos

de forma progresiva hasta ser obligatorios. Siempre promoviendo acciones para la conservación del medio ambiente, reducción de la huella de carbono en la búsqueda de una ciudad más resiliente.

Este estudio puede ser el inicio para trascender a través de mejores prácticas en la planificación de infraestructura hospitalaria con estándares y criterios de sostenibilidad que permitan un ahorro económico y de recursos en su operación y mantenimiento.

Recomendaciones.

Los efectos del cambio climático afectarán a futuro las fuentes de abastecimiento del agua para la ciudad, por ende se necesitará mayores inversiones en la construcción de nuevas redes y obras de saneamiento, haciendo necesario buscar financiamientos externos o préstamos para cubrir los altos costos de las obras, por lo que se recomienda fortalecer la política pública sobre la gestión del uso de los recursos.

En el caso de la EPMAPS se puede establecer una normativa que contemple limitar la dotación de agua mensual a los mayores consumidores, o a su vez establecer un costo diferenciado en el costo del agua que les precise establecer una gestión del recurso hídrico para disminuir su consumo o por lo menos evitar su incremento. Gestiones compartidas del sector público y privado permitirá la conservación de las fuentes y extender el servicio a otros usuarios que no tengan cobertura.

Se recomienda el uso de la matriz propuesta como un medio para evaluar los proyectos hospitalarios en funcionamiento o previo a su construcción. Esto permitirá involucrar de forma activa a los diseñadores, constructores, Municipios y Gobierno Central, para tomar conciencia de la importancia del uso del recurso hídrico al interior de los hospitales como un punto clave en la mitigación del cambio climático de las ciudades. Las

soluciones que se formulen en la etapa de diseño serán más económicas que durante la operación del hospital.

En cuanto al funcionamiento del Hospital, se recomienda, además extender y fomentar la sostenibilidad en el todo el ciclo de vida del hospital, no solo en la optimización del recurso hídrico, sino con la disminución del consumo de energía, la reducción de combustibles fósiles con la instalación de fuentes de energía renovable. Incentivar el uso de materiales locales y regionales apoyando procesos de fabricación sin componentes tóxicos, tratando de lograr un equilibrio, ningún recurso podrá utilizarse a un ritmo mayor a su consumo o regeneración. Se recomienda establecer normativas particulares que regulen la construcción y operación de nuevos centros hospitalarios, esto debe extender a los proyectos de remodelación, ampliación o repotenciación de edificios de salud, tanto públicos como privados

Los sistemas centralizados y equipos que están instalados en el HLEA son de alta complejidad técnica, por lo que se recomienda una adecuada capacitación a los funcionarios del hospital para su uso y mantenimiento que permitan tener los equipos en óptimo funcionamiento a lo largo del tiempo. Cualquier daño o defecto en los equipos producirá fugas o desperdicios de agua, un adecuado mantenimiento permite alargar la vida útil de los equipos en la operación del hospital.

Para la cocina se recomienda la incorporación de equipos industriales que garantizan una mayor limpieza y desinfección de la vajilla como de los utensilios usados por los pacientes. En el mercado existen varios equipos con gran desempeño y ahorro en el consumo de agua para el cumplimiento de los parámetros establecidos en la matriz.

Bibliografía

- Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS. (2016). *Programa de Descontaminación de los ríos de Quito*. Quito: S/N.
- Ministerio del Ambiente. (11 de Agosto de 2010). Acuerdo Ministerial N° 131. Quito, Pichincha, Ecuador.
- A. Prüss-Üstün, C. C. (2006). *Ambientes saludables y prevención de enfermedades : hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente: resumen*. Ginebra: OMS.
- Adams, A. (2008). *Medicine by Design. The Architect and the Modern Hospital 1893 - 1943*. Minnesota: University of Minnesota.
- Bamberán Alatrística, C., & Alatrística, S. (2008). *Programa Médico Arquitectónico para el Diseño de Hospitales Seguros*. Lima: Sinco Editores.
- Barnes, L. A. (1995). *Calculo y Normativa de las Instalaciones en los Edificios*. Navarra: LINE GRAFIC S.A.
- BREEAM. (2016). *Technical Manual SD233 1.0*. Londres.
- Cardillo, J., & Bocos, L. (2016). *Gestión eficiente y reutilización del agua de diferentes procesos en el hospital Río Hortega de Valladolid*. Valladolid: S/N.
- Carpio, C., & M., C. (2013). *Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe: Avances y Desafíos del último Quinquenio*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Casares, A. (2012). *Arquitectura Sanitaria y Hospitalaria. Escuela Nacional de Sanidad*.
- Consejería de Economía y Hacienda. Comunidad de Madrid. (2010). *Guía de ahorro y eficiencia energética en hospitales*. Madrid: Gráficas Arias Montano, S. A.
- Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable, EMAAP. (2009). *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q*. Quito: V&M Gráficas.
- Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS. (2015). *Memoria de Sostenibilidad 2015*. Quito.
- Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS. (s.f.). <https://aguaquito.gob.ec>. Recuperado el 7 de Marzo de 2017, de Fuente: https://www.aguaquito.gob.ec/?page_id=1336
- Falkenmark, M. W. (1992). *Population and water resources : A delicate balance*. Washington, DC,: Population Reference Bureau.
- Felipe, P. (2010). Estrategias medioambientales para la arquitectura hospitalaria. Un compromiso contemporáneo. *Todo Hospital*, 261-265.
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, FENERCOM. (2010). *Guía de ahorro y eficiencia energética en hospitales*. Madrid: Gráficas Arias Montano, S. A.

- Gil, S. G. (2010). Plan de gestión y uso sostenible del agua en. *CONAMA 10, Congreso Nacional de Medio Ambiente*, (pág. 26). Madrid.
- Global Green and Healthy Hospitals. (s.f.). *Hospital Engineers Discharge Cleaner Water Philippine Heart Center*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2016, de [www.greenhospitals.net: http://greenhospitals.net/wp-content/uploads/2013/12/Philippine-Heart-Center-Wastewater-Treatment-Philippines.pdf](http://greenhospitals.net/wp-content/uploads/2013/12/Philippine-Heart-Center-Wastewater-Treatment-Philippines.pdf)
- Global Green and Healthy Hospitals. (s.f.). *Saving Water*. Recuperado el 18 de Octubre de 2016, de [www.greenhospitals.net: http://www.hospitalesporlasaludambiental.net/estudios-de-caso/](http://www.hospitalesporlasaludambiental.net/estudios-de-caso/)
- González, P. (3 de Febrero de 2017). Planta de Quitumbe limpiará el agua del sur de Quito. *El Comercio*.
- Guenther, R., & Gail, V. (2013). *Sustainable Healthcare Architecture*. Hoboken: Jhon Wiley & Sons.
- Guenther, R., & Karliner, J. (2011). *Agenda Global para Hospitales Verdes y Saludables*. Recuperado el 23 de Octubre de 2016, de [www.saludsindanio.org: https://saludsindanio.org/americalatina/temas/agenda-global](https://saludsindanio.org/americalatina/temas/agenda-global)
- Guerras, S. &. (2003). Verticalidad versus horizontalidad. Historia de la construcción de hospitales en el siglo XX. *Informes de la Construcción*, 55(485), 13-25.
- Hazen and Sawyer Ingenieros Ambientales y Científicos. (2011). *Estudios de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el DMQ. Resumen Ejecutivo*. Quito: S/N.
- Instituto de Neurocirugía Dr. Asenjo. (s.f.). *Implementación objetivos de Agenda Global de Hospitales Verdes y Saludables*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2016, de [www.hospitalesporlasaludambiental.net: http://hospitalesporlasaludambiental.net/wp-content/uploads/2015/03/Estudio-Caso-HVS-INCA.pdf](http://hospitalesporlasaludambiental.net/wp-content/uploads/2015/03/Estudio-Caso-HVS-INCA.pdf)
- Instituto de Tecnología y Construcción de Catalunya. (2005). *www.itec.es*. Recuperado el 21 de Octubre de 2016, de <http://itec.es/servicios/librospdf/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador - INEC. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010.
- Instituto Nacional de Salud, España. (1990). *Organización de Cocina y alimentos en Centros Hospitalarios. Manual de Planificación técnica y funcional*. Madrid: Lerko Print S.A.
- Isaza, P., & Santana, C. (1991). *Guía de Diseño Hospitalario para América Latina*. OMS.
- Jijón, C. (25 de Noviembre de 2016). Arquitecto. (M. Vásquez, Entrevistador)
- Junta de Andalucía. (2013). *Manual de Buenas Practicas Para la Sostenibilidad en el Sector Sanitario*. Andalucía: S/N.
- La Hora. (17 de Julio de 2016). En 2019, parte del Machángara sería descontaminado. *La Hora*.


- López, M., & Romero, S. (1997). *Arquitectura Hospitalaria*.
- Luis Vidal + architects. (2015). *Nuevo Hospital de Vigo*. S/N: S/N.
- Maya, E. (2014). *Métodos y Técnicas de Investigación*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mestanza, J. C. (15 de Enero de 2016). Los Seis Megaproyectos Hídricos. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ministerio de Salud Pública de República Dominicana. (2015). *Guía de Diseño Arquitectónico para Establecimientos de Salud*. Santo Domingo, República Dominicana: S/N.
- Mujeriego, A. (2013). Reutilización del Agua y Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. *XXXI Curso sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras*. CEDEX, (pág. 37). Madrid.
- Municipio de Quito. (2011). *Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial 2012-2022*. Quito: Imprenta Municipal.
- Organización de las Naciones Unidas. (2016). *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016*. París: UNESCO.
- Organización de las Naciones Unidas. (2016). *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016: Agua y Empleo*. París: UNESCO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2013). *Captación y Almacenamiento de Agua Lluvia*. Santiago de Chile: FAO.
- Organización Mundial de la Salud. (2010). *Health in the Green Economy: Co-Benefits to Health of Climate Change Mitigation*.
- Pavón, C. (7 de Abril de 2016). Ecuador tiene el mayor número de hospitales acreditados en Latinoamérica. *El Ciudadano*.
- Pérez, T., Martínez, L., Vélez, L., & Gallegos, V. (s.f.). *Hospitales Sostenibles*.
- Proaño, R. (2010). *Dotación Real de Agua Potable en los Hospitales: Eugenio Espejo, Enrique Garcés, Carlos Andrade Marín, Vozandes, "Padre Carolo - Un Canto a la Vida y Metropolitano de la Ciudad de Quito (Tesis de Grado)*. Quito: S/N.
- Revista Ekos. (2012). Historia de la Medicina en el Ecuador. *Ekos*.
- Romero, D. (23 de Marzo de 2017). Declaran emergencia en Quito por temporada invernal. *El Comercio*.
- Salud, O. M. (s.f.). *Health in the Green Economy: Co Benefits to Health of Climate Change Mitigation*. 2010.
- Sanchez, L., Noyola, A., Davila, A., Bachtol, E., Baumgartner, J., & Morales, V. (9 de Septiembre de 2010). *Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables-PCES*. Recuperado el 2016 de Noviembre de 17, de http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00J8HP.pdf

- Sartorio, J., & Evans, J. M. (1999). Eficiencia Energética y Morfología en edificios para la salud: Estudio de Tipologías.
- Secretaría de Territorio, Habitat y Vivienda. (2014). *Ciudades Del Buen Vivir, Quito Hacia Un Modelo Sustentable: Red Verde urbana y eco barrios*. Quito.
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. (2012). *PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN*. México D.F.: S/N.
- Secretaria Nacional del Agua, SENAGUA. (Julio de 2015). *Estrategia Nacional de Agua Potable y Saneamiento*. Quito.
- Seijas Díaz, A., & Iglesias Gómez, G. (2009). Medida de la Eficiencia Técnica en los hospitales públicos Gallegos. *Revista Galega de Economía*, 1-22.
- SENPLADES, S. N. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. Quito: S.N.
- Sorgato, V. (14 de Noviembre de 2015). Ecuador consume más agua en la región. *El Comercio*.
- The American Insitute of Architects. (2016). *Biosciences Research Building*. Recuperado el 6 de Abril de 2017, de www.iaiopten.org: <http://www.iaiopten.org/node/517>
- U.S. Green Building Council. (2015). *LEED v4 for Building Design and Construction*. Washington: S/N.
- U.S. Green Building Council. (2016). *LEED 2009 for Healthcare*. Washington: S/N.
- Vinueza, D. (31 de Enero de 2016). La nueva maternidad Luz Elena Arismendy cuidará la salud de las madres y bebés ecuatorianos. *ANDES, Agencia Pública de Noticias de Ecuador y Suramérica*.

Apéndices

Apéndice A

Formato para el inventario de griferías, piezas sanitarias y equipos instalados en el HLEA.

REGISTRO TECNICO DE CONTROL DE EQUIPO MEDICO										No. FICHA:	
										FECHA DE INPECCION	
1. PROYECTO: HOSPITAL GINECO OBSTETRICO "LUZ ELENA ARISMENDI"											
2. UBICACIÓN:										BLOQUE:	
AREA/SERVICIO											
BLOQUE											
PISO											
AMBIENTE											
3. INFORMACION GENERAL DEL EQUIPO											
NOMBRE DEL EQUIPO:											
MARCA/FABRICANTE:											
MODELO/TIPO:											
CANTIDAD:											
CAPACIDAD:											
EQUIPO EN FUNCIONAMIENTO:		SI		NO		EN MANTENIMIENTO:			EN REPARACION:		
4. INFORMACION TECNICA DEL EQUIPO											
SUMINISTROS											
VOLTAJE		VOLTIOS			APLICA	NO APLICA	DETALLES				
CORRIENTE		AMPERIOS		AGUA FRIA							
POTENCIA		KW		AGUA CALIENTE							
POTENCIA		KVA		AGUA TRATADA							
POTENCIA		BHP		AIRE COMPRIMIDO							
FRECUENCIA		HERTZ		GAS MEDICINAL							
No. FASES		FASES		GAS GLP							
RED DATOS				VAPOR							
CAPACIDAD				DIESEL							
5. CHECK LIST DOCUMENTACION											
DOCUMENTOS				SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES				
HOSPITAL DISPONE DE CATALOGOS											
HOSPITAL DISPONE DE MANUALES TECNICOS											
REQUERIMIENTOS ADICIONALES											
6. CONTROL DE INSTALACION DE COMPONENTES DEL EQUIPO MEDICO											
COMPONENTES	MARCA			MODELO			CAPACIDAD				
NOMBRE:		MARCO ANTONIO VASCONEZ GONZALEZ									

Fuente: Elaboración del Autor

Apéndice B

Oficio emitido por el Ing. Guicela Gaibor con los datos de consumo de agua.



MEMORANDO No. 108-GCF-2017
Quito D.M., 02 de febrero del 2017

PARA: Arq. Marco Antonio Vásconez González

ASUNTO: Valores facturados Hospital Gineco Obstétrico "LUZ ELENA ARISMENDI"
RUC: 1768182120001

En respuesta a la comunicación recibida, en la que solicita el "se le entregue un informe sobre el consumo de agua potable desde Enero del 2016 hasta el presente con la finalidad de la aplicación objetiva responsable del análisis del consumo de agua en el facturados Hospital Gineco Obstétrico "LUZ ELENA ARISMENDI...", me permito señalar lo siguiente:

La cuenta N° 69834936 con medidor N° 21374204, pertenece al medidor general y está nombre de HOSP GINECO OBSTE NUEVA A, tiene una conexión de 3 pulgadas y se encuentra en servicio.

Me permito indicar que los valores que fueron facturados en el medidor antes mencionado se encuentran a continuación en las fechas solicitadas; cabe señalar que la EPMAPS factura mensualmente el consumo de agua del cliente más la tasa de alcantarillado que es el 38.6% del consumo y más la Administración de Clientes que es \$ 2,10 USD.

CUENTA GENERAL N°69834936			
MES	MEDIDOR GENERAL		
	LECT ANT.	LECT ACT.	CONS MES
ene-16	355	532	177
feb-16	532	620	88
mar-16	620	1970	1350
abr-16	1970	2723	753
may-16	2723	2875	152
jun-16	2875	3830	955
jul-16	3830	4547	717
ago-16	4547	5798	1251
sep-16	5798	7693	1895
oct-16	7693	9615	1922
nov-16	9615	11444	1829
dic-16	11444	13583	2139
ene-17	13583	15369	1786

Por lo expuesto, me permito comunicarle que su pedido ha sido atendido favorablemente con la información detallada como ha sido solicitada.






Atentamente;


Ing. Guicela Gaibor
JEFE DE CATASTRO Y FACTURACIÓN (E)
Revisado por A. Hermosa
Elaborado por M. Aguirre

Apéndice C

Muestra de las cartas de agua entregadas por el HLEA para la investigación.

El total de cartas constan en el archivo del Autor.

EPMAPS		EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO			
MADRID AV MARIANA DE JESUS ENTRE ALEMANIA E ITALIA APARTADO 1370					
CONTRIBUYENTE ESPECIAL: Resolución 281 de 23 de Enero de 1997					
Atención al cliente: 1800-242424 www.sgsa.com.co					
RUC: 1788154290001					
FACTURA N°: 001-008-002823228		N° AUTORIZACIÓN: 0183201819411417881542900014836046651		FECHA AUTORIZACIÓN: 2016-03-01 17:34:14-05:	
AMBIENTE: PRODUCCIÓN		EMISIÓN: MAGRAMA			
CLAVE ACCESO: 					
CUENTA N°:	65834936	TARIFA:		N° DE MEDICIÓN:	2127634
RAZÓN:	COORDINACION ZONAL 9 SALUD	COODIGO:		170701	
CÉDULA / RUC:	1788195110301	SECTOR:		La Concordia	
DIRECCIÓN:	AV CALUMBE 8MM	TELÉFONO:		29601029	
CICLO:	05	SECTOR:	009	PLATA:	010
		MZ:	607	SECUENCIA:	07195
		PISO:	77	DPTO:	77
LECTURA ANTERIOR:	332	LECTURA ACTUAL:	620	PERIODO CONSUMO:	2016-01-15 / 2016-02-15
		CONSUMO (LX):	88	METODO CALCULO:	Estimado
MENSAJE AL CLIENTE					
Pague únicamente el monto facturado en nuestros Centros Integrados de Atención al Cliente y puntos Autorizados. La EPMAPS no es responsable de errores. Denuncie estos casos Línea 1800 24 24 24.					
DETALLE DE VALORES A PAGAR					
FACTURACIÓN DEL MES (A)					
CÓDIGO PRINCIPAL	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	DESCUENTO	PRECIO TOTAL
03	1	AGUA	\$5,78	0,00	\$5,78
04	1	ALCANTARILLADO	21,50	0,00	21,50
05	1	ADMIN. CLIENTES	2,10	0,00	2,10
36	1	INTERES FINANCIAMIENTO	0,61	0,00	0,61
40	1	CONTRATO C	41,74	0,00	41,74
SUBTOTAL 6%:					121,76
SUBTOTAL 15%:					0,88
SUBTOTAL NO IMPUESTO:					0,00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS:					121,76
IVA 15%:					0,88
TOTAL FACTURA:					122,64
INFORMACIÓN ADICIONAL (OTROS VALORES POR PAGAR EPMAPS) (B)					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL			
1	MULTA FACTURA VENCIDA	203,17			
1	INTERES POR MORA	3,89			
1	SALDO ATRASADO	348,26			
TOTAL A PAGAR OTROS VALORES		554,41			
INFORMACIÓN ADICIONAL (REGULARIZACIÓN DE TERCIEROS) (C)					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL			
		0,00			
TOTAL CORROS DE TERCEROS		0,00			
CREDITOS A FAVOR DEL CLIENTE (D)					
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL			
		0,00			
TOTAL CREDITO		0,00			
TOTAL A PAGAR (A) + (B) + (C) - (D)		554,41			
Clasificación: Su monto Subestado es de USD: 60,84					
		El Agua Potable de esta Empresa Pública tiene un precio de venta con IVA incluido de \$1800 por hora.		MESES: 2	
FECHA EMISIÓN: 2016-02-29		FECHA VENCIMIENTO:		PAGO INMEDIATO	
VALIDO ÚNICAMENTE CON REGISTRO DE PAGO SELECCIONADO COMPROMISANTE					
Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento					
				6524936	
		676,17		676,17	

Fuente: EPMAPS

Apéndice D

Inventario total de griferías y piezas sanitarias por pisos y servicios del HLEA.

SO	Especialidad/Area	Inodoro	Lavamanos	Urinario	Ducha	Fregadero
SUB SUELO	Bodegas	1	1			
	Cocina					2
	Comedor	2	2			
	Lavandería	4	4		2	3
	Morgue	2	2		1	1
	Talleres	1	1		1	1
	Casa de Máquinas	1	1			
PLANTA BAJA	Consultorios	25	35	4		
	Laboratorio Clínico	9	8	1		7
	Imagenología	14	8			1
	Farmacia		1			
	Emergencias	18	10		6	4
	Docencia	2	4	1		
	Auditorio	2	2			
	Esterilización	2	4		2	3
Cafetería	2	2			0	
PRIMER PISO ALTO	Centro Osbtétrico	8	12	2	4	4
	Neonatología	0	6	2	2	17
	Banco de Leche Calor	7	8	2	3	3
	Hospitalización Ginecología	41	36		29	21
	Administración	6	6	4		2
SEGUNDO PISO ALTO	Centro Quirúrgico	4	5		2	4
	Terapia intensiva materna	11	24		3	4
	Hospitalización Ginecologia	38	36		29	35
	Administración	11	9	4		3
Total		211	227	20	84	115

Fuente: Elaboración Autor

Apéndice E

Fichas técnicas de las griferías y piezas sanitarias instaladas en el Hospital.

BRIGGS®
THE PREMIUM BATH COLLECTION



BELFORT SINGLE LEVER SHOWER FAUCET / JUEGO MONOMANDO PARA DUCHA

SIZE / MEDIDAS
SHOWER HEAD / REGADERA: \varnothing 10.5 cm

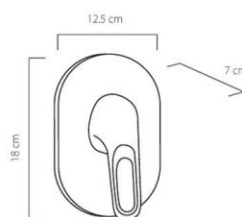
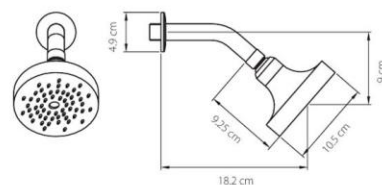
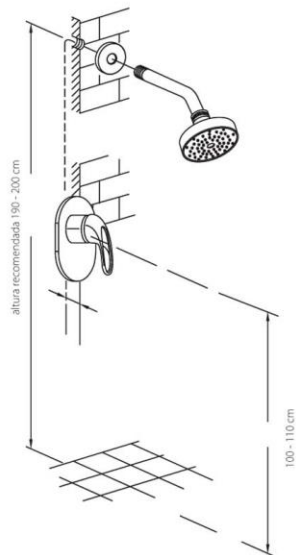
COD. SG0063493061CW

Clásica, deslumbrante y alegre

Esta fabricada en latón y contiene cartuchos cerámicos de cierre hermético (monomando), garantizando mayor duración, cero goteos y evitar fugas de agua.

FINISH / ACABADO 306

Consumo de agua: 2.5 GPM máximo a 80 psi



Fuente: EDESA, *Catálogo de Productos*, 2017

Grifería usada en todos los inodoros instalados.

BRIGGS®
THE PREMIUM BATH COLLECTION



**FLUXÓMETRO
SLOAN FLUSHOMETER
FOR TOILET /
FLUXÓMETRO SLOAN
PARA INODORO**

SIZE / MEDIDAS: 10 x 26 x 36 cm

COD. SG0001080001B0

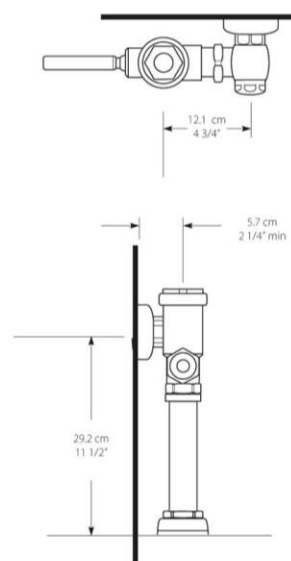
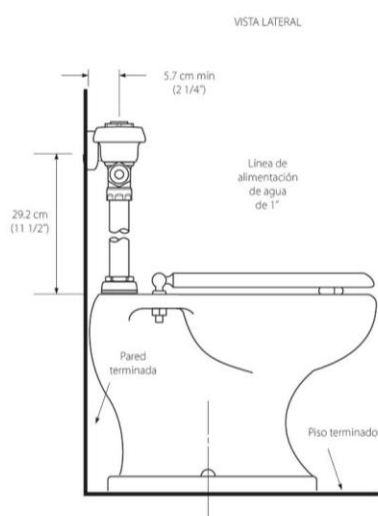
Útil, funcional y práctica

Esta fabricada en latón garantizando mayor duración.
Resistentes para lugares de alto tráfico. Caudal de
descarga 1.0 GPF.

FINISH / ACABADO

306

Consumo de agua: 6 litros por descarga



Fuente: EDESA, *Catálogo de Productos*, 2017

Grifería usada en todos los urinarios instalados.



**TEMPO LLAVE TEMPORIZADA PARA URINARIO
CON ACCIONAMIENTO PUSH / RESORTE
(SELF-CLOSING URINAL FLUSHING VALVE)**

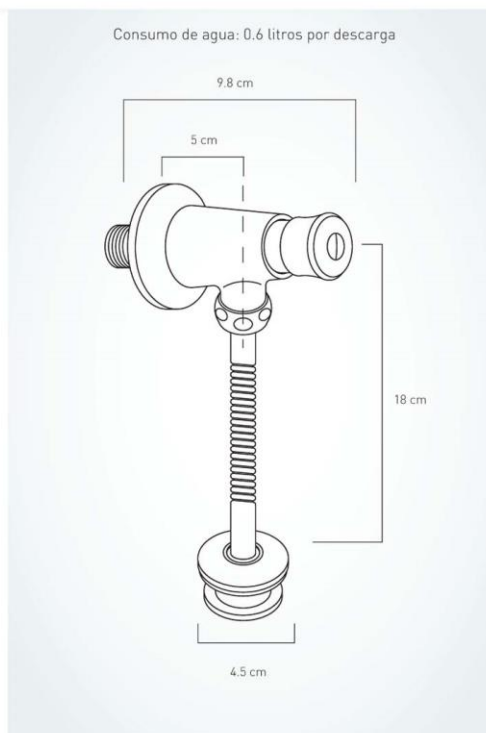
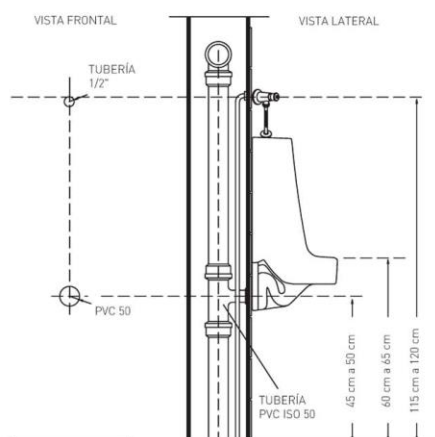
SIZE / MEDIDAS: 9.8 x 5 x 22 cm

COD. SG005764 306 1B0

Soluciones tecnológicas para lugares de gran afluencia.

Esta fabricada en latón cromado garantizando mayor duración.
Producto higiénico. Fácil instalación.

Ahorro de agua pues está controlado por su cierre automático.



Grifería usada en los fregaderos de cocina, esterilización. Tipo 1

BRIGGS®
THE PREMIUM BATH COLLECTION



LIVORNO
SINGLE CONTROL
PULL OUT KITCHEN FAUCET /
JUEGO MONOMANDO
PULL OUT PARA COCINA

SIZE / MEDIDAS: 20 x 17.9 x 92 cm

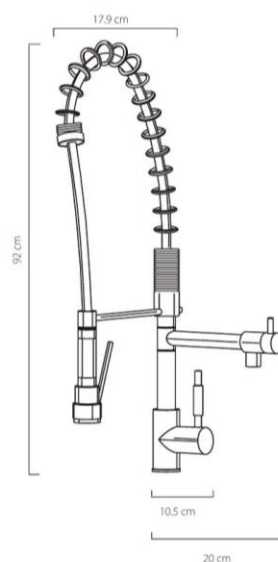
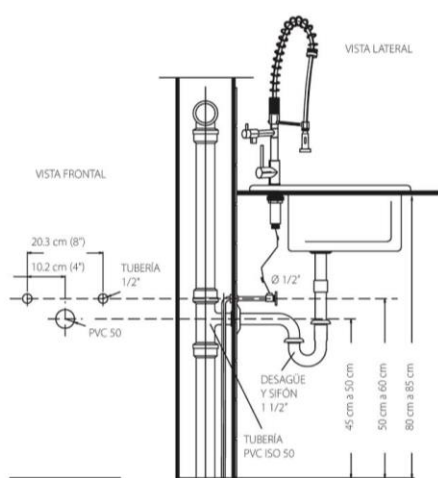
COD. SG0063563061CW

Audaz, actual y especial

Esta fabricada en latón y contiene cartuchos cerámicos de cierre hermético (monomando), garantizando mayor duración, cero goteos y evitar fugas de agua.

FINISH / ACABADO 306

Consumo de agua: 2.2 GPM máximo a 60 psi



INCLUDED / INCLUYE:



2 MANGUERAS MONOMANDO 16"
COD. SG0062890001B0



SIFÓN 1 1/2" DE BRONCE CON ACOPLE
COD. SC0020064021B0

Grifería usada en los fregaderos del hospital. Tipo 2.



SHELBY
JUEGO 8" DE MESA PARA COCINA
(KITCHEN TWO HANDLES DECK MOUNTED)

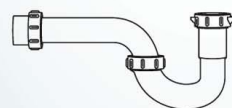
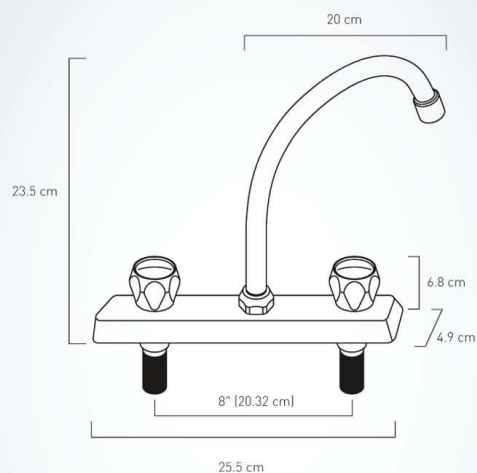
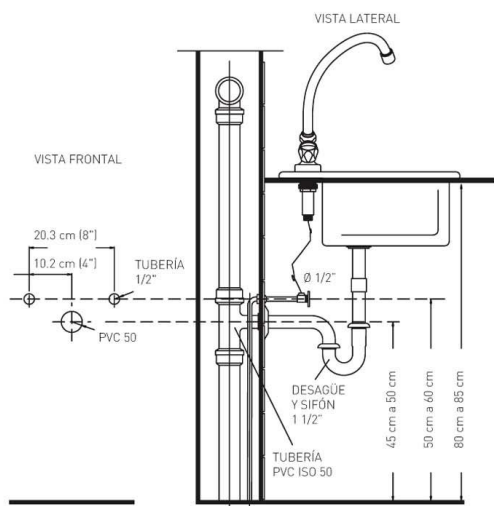
SIZE / MEDIDAS: 20 x 25.5 x 23.5 cm

COD. SG005523 306 1B0

Concebida para personas que piensan en vestir el baño más allá de las modas pasajeras con un funcionamiento ideal.

Esta fabricada en latón cromado y contiene cartuchos cerámicos 1/4 de vuelta de cierre hermético (bimando), garantizando mayor duración, ahorro de agua y dinero con su tecnología de bajo consumo.

Consumo de agua: 2.2 GPM máximo a 60 psi



Fuente: EDESA, *Catálogo de Productos*, 2017

Grifería instalada en los lavamanos de todo el centro hospitalario.



**TEMPO LLAVE TEMPORIZADA
PARA LAVAMANOS
[SELF-CLOSING LAVATORY TAP]**

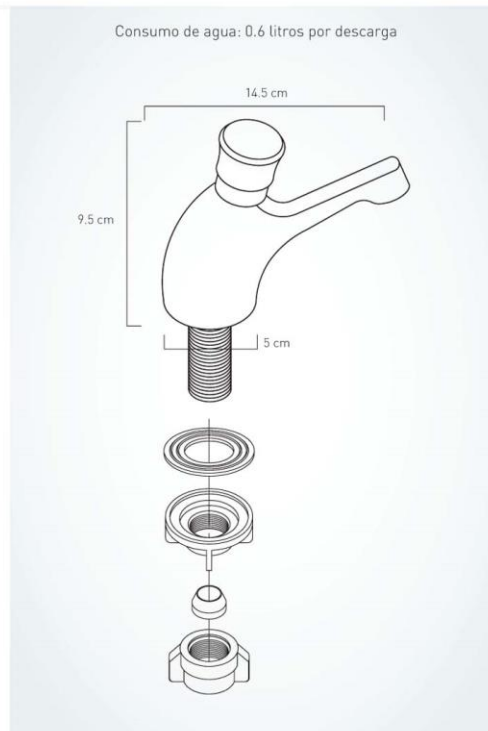
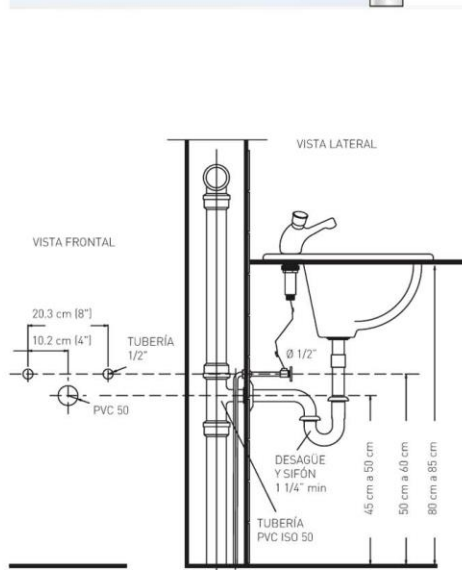
SIZE / MEDIDAS: 14.5 x 5 x 9.5 cm

COD. SG005763 306 1B0

Soluciones tecnológicas para lugares de gran afluencia.

Esta fabricada en latón cromado garantizando mayor duración.
Producto higiénico. Fácil instalación.

Ahorro de agua pues está controlado por su cierre automático.



Fuente: EDESA, *Catálogo de Productos*, 2017

Grifería usada en los lavamanos de pozo profundo.

BRIGGS®
THE PREMIUM BATH COLLECTION



BRIGGSMATIC
FOOT OPERATED LAVATORY FAUCET /
JUEGO DE LAVAMANOS
CON PEDAL

SIZE / MEDIDAS:
Pico 16 x 5 x 16 cm
Pedal 28.7 x 12 x 9.8 cm

COD. CG0065523061CW

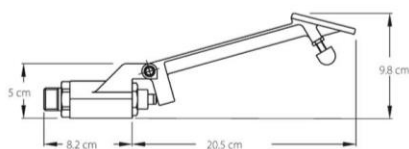
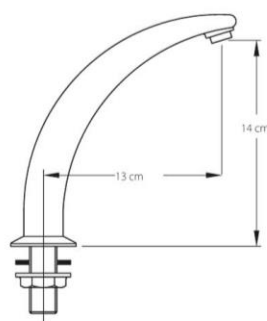
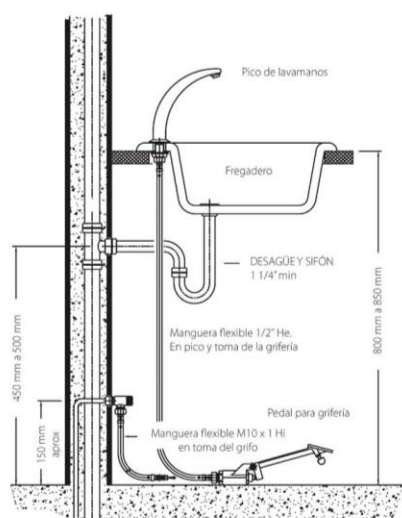
Útil, funcional y práctica

Esta fabricada en latón garantizando mayor duración.
Fabricada especialmente para lugares de alto tráfico.
Ahorro de agua por su cierre automático.

FINISH / ACABADO

306

Consumo de agua: 1.5 GPM máximo a 60 psi



Fuente: EDESA, *Catálogo de Productos*, 2017

Apéndice F

Fichas técnica de los equipos instalados en esterilización, el documento completo en el archivo del autor.

6.1 Lavadora Termodesinfectadora de material quirúrgico.



Requisitos de instalación:

Consumo de agua (por fase)	36 l
Consumo de agua (por ciclo)	Depende del ciclo realizado (p. ej. para un ciclo de instrumentos, el consumo de agua es de 216 l)
Requisitos de anchura/profundidad/altura	An 900 / Prof 1020 / Al 2500 mm (puertas abiertas)
Presión de perforación de superficie del suelo*	10 kg/cm ² (1000 kPa)
Resistencia de suelo local*	600 kg/m ² (6 kPa)
Sistema de ventilación: (sin presión de caída del sistema)	Ø76 mm; caudal de salida: 150 m ³ /h máximo Temperatura máx.: 90 °C El aire de escape de la secadora tiene un 100 % de humedad durante un periodo no superior a 5 minutos una vez puesta en marcha; a continuación, la humedad se reduce de forma gradual hasta alcanzar el 20 %
Neumático: (solo con la opción de calentamiento por vapor y carga/descarga automática)	4 - 9 bar
Vapor:	Conexión G1/2" (DN15) 3 - 5,5 bar
* Cuando la AMSCO® 5053/3053 está llena de agua	

Fuente: <http://sterislatam.com/spa/vision-13211327.html>

Autoclave a vapor.

**AUTOCLAVE DE DOBLE PUERTA
FUNCIONAMIENTO ELÉCTRICO / VAPOR-VAPOR**

**¡NUEVO! Esterilizador de Vapor
STERIS Modelo AMSCO ENVISTER**

**Construido íntegramente en Acero Inoxidable.
Un nuevo Equipo. Un nuevo estándar.**



Fuente: <http://sterislatam.com/spa/vision-13211327.html>

Apéndice G

Fichas técnica de los equipos instalados en lavandería, el documento completo en el archivo del autor.



HS SERIE 6 LAVACENTRIFUGAS Velocidad Alta




MODELO		HS-6008	HS-6013	HS-6017	HS-6024	HS-6040 START / EASY LOAD / TILT	HS-6057 START / EASY LOAD / TILT	HS-6110 START / EASY LOAD / TILT
Capacidad	kg 1/9	9	14	19	27	44	63	122
	kg 1/10	8	13	17	24	40	57	110
Controles		Coin/Profit Plus/Logi/Logi Pro			Coin / Profit Plus / Logi / Inteli		Inteli	

Máquinas con control **GDRIVE** y sistema de suspensión **MDS** que nos permiten la instalación sin fijación en el suelo. Disponibilidad de diferentes controles, **Coin Control** y **Profit Plus** para los autoservicios, **Logi Control** para lavanderías OPL, lavanderías industriales y tintorerías, **Logi Pro** e **Inteli Control** para los que buscan flexibilidad y facilidad de uso en el control. Centrifugado máximo, hasta 387G.

RMS SERIE 6 LAVADORAS RIGIDAS Velocidad Media




MODELO		RMS610	RMS613	RMS617	RMS623	RMS628
Capacidad	kg 1/9	11	14	19	25	31
	kg 1/10	10	13	17	23	28
Controles		Coin/Profit Plus/Logi/Logi Pro			Coin / Profit Plus / Logi	

Máquinas rígidas de velocidad media que, como tal, requieren anclaje. Control **GDRIVE**. Disponibilidad de diferentes controles, **Coin Control** y **Profit Plus** para los autoservicios, **Logi Control** y **Logi Pro** para lavanderías industriales y OPL.

RMG SERIE 6 LAVADORAS RIGIDAS Velocidad Media-Alta




MODELO		RMG613	RMG617	RMG623	RMG628
Capacidad	kg 1/9	14	19	25	30,5
	kg 1/10	13	17	23	28
Controles		Coin / Profit Plus / Logi Pro			

Lavadoras rígidas de velocidad media-alta con control **GDRIVE** que alcanzan velocidades de centrifugado de 200 G. Controles disponibles: **Coin Control** y **Profit Plus** para los autoservicios, **Logi Pro Control** para lavanderías industriales y OPL.

LS SERIE LAVADORAS RIGIDAS Velocidad Media



MODELO		LS-332	LS-335
Capacidad	kg 1/9	35	61
	kg 1/10	32	55
Controles		PM/CM/SM	

La gama de lavadoras LS son máquinas robustas, fiables, versátiles, ecológicas y silenciosas. Tres opciones de control para satisfacer las necesidades precisas de cada cliente.

BW SERIE LAVACENTRIFUGAS Barrera sanitaria

MODELO		BW160	BW260	BW380	BW450	BW630	BW840	BW1200	BW1400	BW1700	BW2000
Capacidad	kg 1/9	18	29	42	51	70	92	133	155	189	222
	kg 1/10	16	26	38	45	63	84	120	140	170	200

Lavadoras para barrera sanitaria. La carga y la descarga se realiza por puertas separadas para separar la zona limpia de la sucia. Garantizan un excelente proceso de lavado higiénico mediante la ejecución exacta de los parámetros programados como tiempo, temperatura y dosificación de productos químicos.



Apéndice H

Fichas técnicas de las griferías usadas en la propuesta de optimización del Hospital.

Grifería de alto rendimiento propuesta para el reemplazo en urinarios

BRIGGS®
THE PREMIUM BATH COLLECTION



FLUXÓMETRO SLOAN HET FLUSHOMETER FOR TOILET / FLUXÓMETRO SLOAN HET PARA INODORO

SIZE / MEDIDAS: 10 x 26 x 36 cm

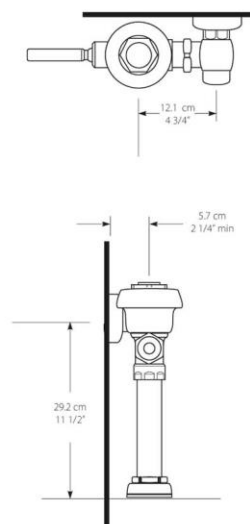
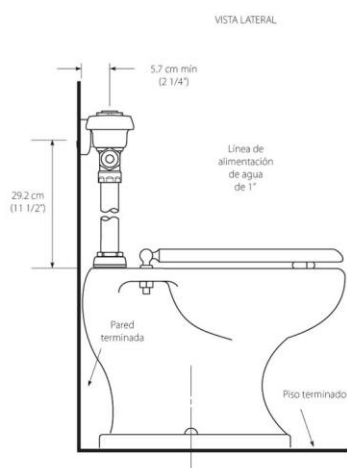
COD. SG004250000100

Útil, funcional y práctica

Esta fabricada en latón garantizando mayor duración.
Resistentes para lugares de alto tráfico. Caudal de
descarga 0.5 GPF.

FINISH / ACABADO 306

Consumo de agua: 4.8 litros por descarga



Fuente: EDESA, *Catálogo de Productos*, 2017

Inodoro de doble descarga propuesto para el reemplazo de los inodoros existentes.



MÁLAGA

SIZE / MEDIDAS: 69.5 x 36.6 x 74 cm

COD. JSY06055 130 1CE
Asiento Málaga Slow Down
Alargado (Lujjo)

SPECIFICATIONS

- Water consumption: 1.1 and 1.6 gal.
- Tank water level: 7.3"
- Toilet weight: 85.3 lb
- Wall thickness: 0.24"
- Dimensional tolerance: $\pm 3\%$
- Rough in: 12"
- Seal: 2.36"
- Trapway: 1.73"
- Water surface: 4.9" x 8"

ESPECIFICACIONES

- Consumo de agua: 4.1 y 6 litros
- Nivel mínimo agua en el tanque: 185 mm
- Peso del inodoro: 38.7 kg
- Espesor mínimo de loza: 6 mm
- Tolerancia dimensional: $\pm 3\%$
- Instalación: 305 mm
- Altura sello: 60 mm
- Diámetro de la trampa: 44 mm
- Superficie de agua: 125 mm x 205 mm

INCLUDED / INCLUYE:

Herraje



Sello de Cera

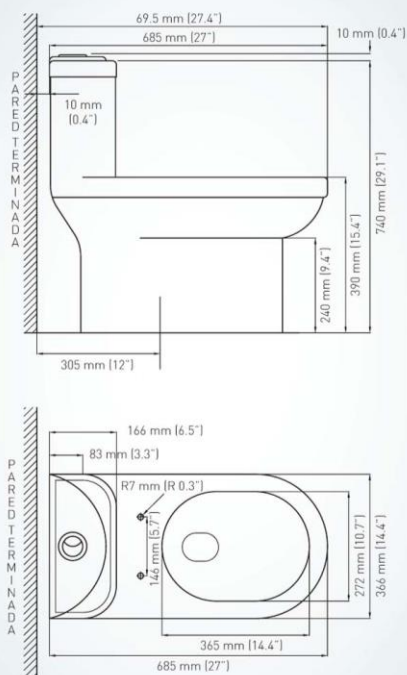
Manija Dual Flush



Set de Anclaje Taza Piso
COD. SP003011000100



Tapas de Anclaje
COD. SP005111_1B0



NOTE / NOTAS

Fuente: EDESA, *Catálogo de Productos*, 2017

Urinario seco propuesto para el reemplazo de los existentes, el catálogo completo en el archivo del autor.



Cod. 107031

INFORMACIÓN
COLOR:
 Blanco Sanitario
MATERIAL:
 Policarb. Markrolón
PESO: 4,4 KG

El Polivalente

Elaborado con tecnología de punta, este urinario está fabricado en policarbonato de alta calidad y posee un sifón mecánico patentado que no requiere de flujo de agua para su funcionamiento y que en conjunto con el uso del detergente microbiológico BioTEC Kalkex, garantizan su utilización sin averías y libre de olores.

Gracias a su pantalla publicitaria incorporada, "El Polivalente" no solo permite el ahorro de recursos y dinero, sino que hace posible ofrecer publicidad o información orientada a grupos de mercado definidos, efectivizándolo como un valioso recurso de marketing.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES	
01	<p>EL URINARIO</p> <p>Fabricado con policarbonato de alta calidad y resistencia, especialmente desarrollado para ECOLTEC. Este plástico de moldeo por inyección especial para urinarios garantiza alta estabilidad y máxima resistencia a las roturas.</p>
02	<p>MÁXIMA LIGEREZA</p> <p>Los urinarios sin agua de ECOLTEC pesan tan solo entre 3,5 y 4,4 kg, lo que facilita al máximo el montaje.</p>
03	<p>HIGIENE ABSOLUTA</p> <p>El efecto aislante del material plástico especial reduce la información de sedimentos en la superficie. Esta superficie exenta de poros evita así la aparición de bacterias y malos olores.</p>
04	<p>PANTALLA INFORMATIVA PASIVA</p> <p>Esta pantalla sin iluminación es adecuada para mensajes informativos y publicitarios, y puede emplearse de múltiples formas gracias a su lámina intercambiable. Estos mensajes, conocidos como publicidad ambiental, son únicos en esta modalidad y gozan de gran aceptación, lejos del alcance de otros medios, por lo que pueden ser alquilados como espacios informativos, generando una fuente adicional de ingresos.</p>
05	<p>RETORNO DE INVERSIÓN</p> <p>Nuestros urinarios ecológicos están diseñados para eliminar el uso de agua y minimizar las necesidades de mantenimiento, brindando un rápido retorno de inversión, por ahorro de agua, de hasta US\$1000 por año. Además, reduce en hasta un 50% los costos de instalación, 90% en mantenimiento y reparación, y 50% de insumos de limpieza, gracias a sus características únicas en el mercado.</p>

Fuente: <http://www.ecoltec.com/>

Apéndice I

Recomendaciones de equipos industriales para la cocina del Hospital.

Lavadora de utensilios.



Lavado de vajilla

Lava utensilios

LAVADORA DE UTENSILIOS LP-130

DIMENSIONES		Artículo neto	Embalado	LAVADORA DE UTENSILIOS LP-130 Estructura de doble pared construida en acero inoxidable. Patas regulables en altura. Puertas, cuba y paredes construidas con doble pared de acero inoxidable, para reducir ruidos y dispersión térmica. Puertas de doble apertura (alto / bajo). Cesta de acero inoxidable con rodamientos de fricción para reducir los esfuerzos del operario. Cuba completamente matrizada - estampada, cantos redondeados, autolimpiable y juntas fuera del contacto con el agua. Dobles filtros de acero inoxidable. Cesta de acero inoxidable con rodamientos de fricción para reducir los esfuerzos del operario. Cámara interior de lavado, sin conductos vistos para facilitar una máxima limpieza e higiene. Circuito de conductos de lavado y aclarado están fuera de la cuba. Puerte con amortiguadores en las bisagras con cierre extra suave. Brazos de lavado giratorios en acero inox. Dimensiones del cesto 1320x700 mm., y una altura útil de 650 mm., que permite versatilidad de empleo. Sistema de calentamiento eléctrico con resistencias Incoloy 800. Calentador eléctrico sistema abierto "CRP" (Constant Rinse Performances) para garantizar el aclarado a 85°C en temperatura controlado por termostop y presión constante. Temperaturas de trabajo, 55°C - 60°C. En el lavado y 85°C - 90°C en el aclarado. Temperatura de entrada de agua aconsejada entre 50°C y 55°C. Funcionamiento automático por control electrónico. Panel de control electrónico de baja tensión con termómetros digitales. Autodiagnóstico de fallos, para ser controlado por el servicio técnico. Ciclo de lavado regulable: 2' + 12', con aclarado y final automático. Dosificadores de productos incluidos. Bombas de lavado verticales, autovaciantes y autoimplantes. Bomba de aclarado de serie. Posibilidad de incorporar una salida de datos para la conexión a un PC, y cumplir los requisitos APPOC. Conformidad con la Directiva CE. Potencia total instalada.- 15,5 Kw. Consumo de agua.- 7 litros / ciclo. Producción.- 30 cestas / hora. Dimensiones.- 1465 x 850 x 1700 mm.
Longitud	mm	1.486,00	1.660,00	
Fondo	mm	860,00	860,00	
Alto	mm	1.700,00	1.900,00	
Peso	Kg	0,00	0,00	
Volumen	m3	2,12	0,00	
ELECTRICIDAD				
Potencia eléctrica	KW		16,60	
Tensión 230V -1+N			NO	
Tensión 230V - III				
Tensión 400V - III+N		5 x 6 mm2 (14 A)		
AGUA				
Consumo máximo de agua (lit/h)			140,00	
Presión de red (Kg/cm2)			2 -6	
GAZ				
No necesita				
VAPOR				
No necesita				
AIRE Comprimido				
No necesita				

Datos para las acometidas	X	Y	Z	Diámetros	Información
ELECTRICIDAD	245	50	160		Conexión directa con protección en cuadro
DESAGÜE	735	425	160	2"	
AGUA CALIENTE	1.150	720	160	R=3/4"	Prever llave de corte



Lavavajillas de alto rendimiento.



Lavado de vajilla

Generación EVO - Advance

LAVAVAJILLAS AD-125 - 50 Hz

DIMENSIONES		Artículo neto	Embalado
Largo	mm	885,00	870,00
Fondo	mm	775,00	860,00
Alto	mm	1.640,00	1.760,00
Peso	Kg	155,00	160,00
Volumen	m3		1,46

ELECTRICIDAD

Potencia eléctrica	KW		12,00
Tensión 230V - I+N		2x16+T - 80 A	
Tensión 230V - III		3x8+T - 40 A	
Tensión 400V - III+N		4x2,6+T - 25 A	

AGUA

Consumo máximo de agua (lit/h)			144,00
Presión de red (Kg/cm2)			2 + 4

GAS

No necesita

VAPOR

No necesita

AIRE Comprímido

No necesita

NIVEL SONORO	(dB)		85,00
---------------------	------	--	-------

LAVAVAJILLAS AD-125 - 50 Hz
 Lavavajillas de capota - Generación EVO Advance.
 Producción horaria: 85 cestas/h (1.170 platos/h).
 Altura útil: 440 mm. Admite bandejas GN-1/1.
 Ciclo fijo de lavado de 55', 75' y 120'.
 Ciclo GLASS: Programa especial para el lavado de cristalería, basado en las especificaciones de higiene y seguridad de la norma DIN 10511: ciclo de 90' de duración y temperaturas de: 60 °C (lavado) y 85 °C (aclarado).
 Programa de autolimpieza de la cuba, con vaciado total del agua del tanque y del calderín.
 Programador electrónico con sistema de ayuda para el servicio técnico.
 Construcción en acero inoxidable.
 Cuello y capota con doble panel.
 Capota compensada con sistema de eje y muelle.
 Capota de doble panel con material aislante especial granulado.
 Doble sistema de lavado y aclarado giratorio, superior e inferior, en acero inoxidable.
 Dos molibombas de lavado de 600 W.
 Molibomba de aclarado de 280 W.
 Molibomba de desagüe de 70 W. Programa para ciclo de vaciado de la cuba.
 Cubo redondeado para facilitar la limpieza y el desagüe.
 Resistencias blindadas de acero inoxidable en la cuba de lavado y calderín de aclarado.
 Resistencia en cuba de 1,8 KW.
 Capacidad de la cuba: 28 litros.
 Resistencia en el calderín: Sistema multipotencia que admite la regulación a 1 / 4,5 / 8,0 / 9 KW.
 Capacidad del calderín: 9 litros.
 Consumo de agua: 2,4 litros/ciclo.
 Bandeja-filtro de acero inox. AISI-304 en la cuba de lavado.
 Control termostático de las temperaturas (lavado, 60 °C, y aclarado, 90 °C).
 Sistema de parada térmica que garantiza una temperatura de aclarado de 85 °C.
 Termostato de seguridad.
 Micro magnético de seguridad para apertura de la capota.
 Ozonificador de ablandador incorporado.
 Ozonificador de descalcificación incorporado.
 Sistema Air Break.
 Protección antihumedad IPX5.
 Potencia total: regulable 4,2 - 12,0 KW. - 50 Hz.
 Dimensiones: 885 x 775 x 1.640 (2.050 capota elevada) mm.
 Dotación cestas: 1xCT-10, 1xCP-10/15 y 8 cubiletes

Datos para las acometidas	X	Y	Z	Diámetros	Información
ELECTRICIDAD	210	50	65		
AGUA FRÍA/DESC.	305	50	65	3/4"	
DESAGÜE	370	50	65	30 x 25	

Fuente: <http://www.fagorindustrial.com/es/lavavajillas-industriales>