

Prueba piloto de un sistema automatizado para el uso racional del agua y la energía eléctrica en una unidad sanitaria en la Universidad Antonio Nariño Sede Villavicencio – Meta.

Johan S. Romero T.& E. Fabián Pulido S.

Trabajo Final presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Industrial

Universidad Antonio Nariño

Facultad Ingeniería Industrial

Programa Ingeniería Industrial

Villavicencio - Meta

Octubre 2020.

Nota de Aceptación

Johan S. Romero T.

E. Fabián Pulido S

Comité Trabajo de Grado

Jurado

Jurado

Dedicatoria

Esta tesis tiene dedicatoria especial a Dios, a mis padres que han sido un pilar fundamental para mi formación como profesional y lo más importante como ser humano, han podido forjar de mí una mejor persona siempre con sus sabios consejos, acompañándome en todo momento sin importar las circunstancias, a mi hermanita que es la motivación que me dio la vida para dar el mejor ejemplo a seguir, a mi novia que a lo largo de este tiempo ha sabido comprender y ayudarme en todo aspecto ante los momentos difíciles de mi carrera profesional, a mis profesores de fútbol Alejandro Loaiza, Dairo Romero, Juan Carlos Rodríguez, Jairo Hernández, Rusbel Pinto, que me han acompañado desde pequeño en mi proceso de formación dándome una de las cosas más importantes en mi vida que son los valores y consejos para la vida.

Sebastian Romero

Dedicado a Dios, a mis padres y a todas aquellas personas que depositaron su fe en mí, y me dieron la fortaleza para continuar en esta causa de alcanzar uno de los sueños más anhelados.

Fabián Pulido

Agradecimientos

Estoy profundamente agradecido con Dios por dárme todo en la vida, la oportunidad de poder tener una familia, por guiarme siempre por el buen camino, y sobre todo por poner siempre ese espíritu soñador que me motiva a luchar por todas mis metas propuestas, quiero agradecer a mi familia, a mis padres que han estado conmigo en todo momento, dándome todo el apoyo necesario, formándome y guiándome en todo momento para salir adelante, quiero agradecer a los ingenieros que me han acompañado y apoyado a lo largo de toda mi carrera profesional, ing. Nancy Saray, ing. Luis Garzón, ing. Ramiro Polanco, ing. Daniela Saldaña, ing. Julián Díaz, ing. Diego García, y demás profesionales que intervinieron en mi proceso formativo brindándome todas las bases del conocimiento que seguramente me servirán para la vida, más que profesores me llevo grandes amigos.

Sebastian Romero

Agradecido a mi Dios por el don de la vida, por todas sus enseñanzas a lo largo de esta etapa, por su amor incondicional en situaciones de debilidad y dificultad. también agradezco a mis padres por sus consejos, amor y sacrificios, sin ustedes no habría logrado llegar hasta aquí. Son los mejores padres. Gracias 206.

Fabián Pulido

Resumen

El consumo de agua y energía eléctrica a nivel nacional va en aumento, según el Sistema de Información Ambiental de Colombia, “Unidad de Planeación Minero Energética” (Siac) y (Upme), donde se pronostica una demanda en el año 2030 cerca de 107.514 GWh, frente a una demanda hídrica de 56.578,1 millones de m³ (Siac), por lo que es preocupante el mal uso de estos recursos públicos vitales ya que para producirla se utiliza la quema de combustibles derivados del petróleo en las centrales termoeléctricas del país (30.7%) para la producción de las mismas, lo cual provoca grandes concentraciones de gases que provocan efecto invernadero (GEI) a la atmosfera, aumentando la contaminación. Actualmente el gobierno nacional incorporó los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS incluyendo estrategias, acciones concretas e indicadores que apuntan a mejorar la tecnología para contar con energía limpia, estimulado el desarrollo regional y la mejora del entorno ambiental.

La batería sanitaria principal de la Universidad Antonio Nariño sede Villavicencio carece de un sistema autónomo que mitigue el uso inadecuado de agua y energía eléctrica, en donde se identifica la oportunidad de realizar e implementar un diseño automatizado que contribuya a la reducción del desperdicio de estos recursos públicos vitales. Para esto se identificó los puntos críticos a intervenir en la batería sanitaria, de acuerdo a la información técnica hidrosanitaria y eléctrica (NTC y RETIE), se calcula el sistema de iluminación necesario para la unidad y el tipo de tecnología hídrica necesaria para el proyecto.

Posteriormente, se realiza el diseño eléctrico sanitario caracterizado por tecnología LED la cual tienen un ahorro del 40% y grifos automáticos ofreciendo ahorro de agua superior al 60%. Con base al análisis realizado se obtiene una batería sanitaria eficiente y sostenible con el medio ambiente, alineada con los ODS y la mitigación de los efectos asociados al cambio climático.

Abstract

The water and electric consumption is increasing at national rating, according to “Sistema de Información Ambiental de Colombia” (SIAC) and Unidad de Planeación Minero Energetica (UPME), the demand for the 2030 will be 107.514 GWH, compared to a Hydric demand 56.578,1 million m³(SIAC), the misuse of these vital public resources is worrying to produce it, the burning of petroleum derived fuels is used in the thermoelectric plants (30.7%) to their production, which causes GreenHouse Gases (GHG) emissions to the atmosphere increasing pollution.

Currently the National Government has incorporated the SDG (Sustainable Development Goals) including strategies, specific actions and statistics that aim to improve technology to have clean energy, bringing on growth and at the same time help the environment. The main sanitary battery of the Antonio Nariño University, Villavicencio headquarters, lacks an autonomous system that mitigates the inappropriate use of water and electrical energy, where the opportunity to carry out and implement an automated design that contributes to reducing the waste of these resources is identified vital audiences. For this, the critical points to intervene in the sanitary battery were identified, according to the hydrosanitary and electrical technical information (NTC and RETIE), the necessary lighting system for the unit and the type of water technology necessary for the project are calculated. Subsequently, the sanitary design is carried out characterized by LED technology which has a saving of 40% and automatic taps offering water savings of more than 60%. Based

on the analysis carried out, an efficient and environmentally sustainable health battery is obtained, aligned with the SDGs and the mitigation of the effects associated with climate change

Tabla de Contenidos

Capítulo 1 Problema de Investigación	16
1.1 Descripción	16
1.2 Planteamiento	17
1.3 Justificación	19
Capítulo 2 Objetivos	22
2 Objetivo general	22
2.1 Objetivos Específicos	22
3.1 Marco Teórico	23
3.1.1 Iluminación.	23
3.1.2 Uso eficiente del agua.	25
3.1.3 Elementos Patógenos Que Se Presentan En Los Baños De Las Instituciones	27
3.1.4 Objetivos de desarrollo del milenio (ODS)	29
3.1.5 Sistemas de gestión de la energía.	30
3.2 Marco Conceptual	32
Crisis Hídrica	32
Efecto Invernadero	32
Escases de Agua	32
Haz lumínico	32
Iluminación Artificial	33

Lámpara	33
Lavamanos	33
3.2.1 Marco Geográfico	33
3.2.2 Marco Legal	36
Capítulo 4	38
Diseño Metodológico	38
4.1 Tipo de Investigación	38
4.1.1 Población y muestra	38
4.1.2 Hipótesis de trabajo	39
4.1.3 Variables	39
4.1.4 Técnicas para la recolección de información y análisis de resultados	40
Capítulo 5 Resultados	43
5.1 Primera Fase Diagnóstico de la unidad sanitaria	43
5.2 Segunda Fase Descripción de las condiciones y características de la unidad sanitaria	56
5.2.1 Análisis.	56
5.3 Tercera Fase Diseño de mejoras para la Unidad sanitaria	59
5.3.1 Análisis General De La Grifería.	65
5.3.2 Análisis General De Las Luminarias.	66
5.3.3 Calculo de las luminarias.	68
5.4 Cuarta Fase Desarrollo De La Prueba Piloto	73

Capítulo 6 Conclusiones	79
Capítulo 7 Recomendaciones	81
Referencias	82
Anexos	86

Lista de Tablas

Tabla 1 Recopilación sobre la legislación que aplica al proyecto	36
Tabla 2 Variables a analizar.....	39
Tabla 3 Etapas del proyecto.....	41
Tabla 4 Diseño de mejoras.....	60
Tabla 5 Comparativo de los dispositivos de grifería	63
Tabla 6 Comparativo de los sistemas de iluminación.....	64
Tabla 7 Análisis de los dispositivos de grifería	65
Tabla 8 Análisis de las luminarias de acuerdo a sus características	67

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Tipos de medidores	27
Ilustración 2 “Propuesta de medicion de eficiencia energética para incentivos en el sector terciario”	31
Ilustración 3 Ubicación geográfica de la Universidad Antonio Nariño Sede Villavicencio	35
Ilustración 4 Área exterior de la batería sanitaria	44
Ilustración 5 Luminaria exterior de la batería sanitaria principal	45
Ilustración 6 Red Eléctrica Luminaria	46
Ilustración 7 Lavamanos #2 Hombres	47
Ilustración 8 Lavamanos #3 Hombres	48
Ilustración 9 Vista General lavamanos mujeres.....	49
Ilustración 10 Lavamanos #1 Mujeres	50
Ilustración 11 Lavamanos #2 Mujeres	51
Ilustración 12 Lavamanos #3 Mujeres	52
Ilustración 13 Toma Corriente de los baños	53
Ilustración 14 Dispensadores de jabón líquido ubicado en los baños.....	54
Ilustración 15 Interruptor de luces en los baños	55
Ilustración 16 Check List Área batería sanitaria.....	58
Ilustración 17 Información base para el cálculo de luminarias.....	70

Ilustración 18 Calculo para número de luminarias y lamparas en el área y la distancia entre ellas	71
Ilustración 19 Levantamiento de planos en 3 D área de los baños	72
Ilustración 20 Registro fotográfico de instalación 1	74
Ilustración 21 Registro fotográfico de instalación 2	75
Ilustración 22 Registro fotográfico de instalación 3	76
Ilustración 23 Registro fotográfico de instalación 4	77
Ilustración 24 Registro fotográfico de instalación 5	78

Lista de anexos

Anexos 1 Ficha técnica de lavamanos	86
Anexos 2 Ficha técnica de sensor de movimiento	87
Anexos 3 Ficha técnica luminaria LED	88
Anexos 4 Plano eléctrico de la batería sanitaria	89
Anexos 5 Plano hidráulico de la batería sanitaria	90
Anexos 6 Diagrama Unifilar	91
Anexos 7 Cuadro de cargas.....	92

Capítulo 1

Problema de Investigación

1.1 Descripción

La universidad Antonio Nariño sede Villavicencio, institución de carácter privado, integra el nodo Amazonia-Orinoquia, integrando el total de 32 sedes con presencia en el ámbito nacional. La UAN sede Villavicencio tiene sus inicios desde 1994 con el objeto de contribuir en la formación del talento humano para la región, facilitando a los habitantes de Villavicencio una posibilidad para adquirir conocimiento que promuevan la economía del municipio y del departamento. (UAN, s.f.)

El presente proyecto se realizará en la batería sanitaria seleccionada teniendo como situación contexto, el uso racional de los recursos públicos vitales, tales como el agua y la energía eléctrica en esta, donde surge la oportunidad de generar un impacto positivo disminuyendo la pérdida de estos recursos públicos vitales.

Una mala administración de estos recursos (agua y energía eléctrica) utilizados para el funcionamiento de las baterías sanitarias de la institución, está agudizado por la carencia de aplicaciones tecnológicas automáticas que permitan racionar el agua y la energía eléctrica, trayendo como consecuencia un elevado costo por el exceso del consumo de estos recursos, tal como lo mencionan los investigadores (Manco Silva, Guerrero Erazo, & Ocampo Cruz, 2012) generando pérdidas de dinero pudiéndose controlar de una forma más eficiente.

1.2 Planteamiento

En las últimas décadas los procesos productivos han incrementado los consumos de energía eléctrica por causas de la sistematización y uso de las maquinarias, no sólo en la elaboración de productos si no en la prestación de los servicios, de ahí que en los últimos tiempos se empiece a hablar de la eficiencia energética, puesto que estos consumos de energía han tenido unos impactos ambientales fuertes en el planeta; por esto que dicho concepto según la (UPME, 2010) busca que haya un aumento de la productividad manejando eficientemente los recursos en los procesos productivos y así lograr una disminución en el impacto ambiental.

Además de lo anterior se debe tener en cuenta que la construcción de edificios sostenibles busca mejorar, concientizar, economizar y conservar desde un contexto energético. Los requerimientos para las construcciones sostenibles incluyen gastos racionales de agua y energía eléctrica en el tiempo de servicio, incorporando materiales que sean amigables dentro del entorno ambiental (Han, Jeon, Lim y Chen, 2010), la disminución de desperdicios en los procesos de edificación y el ciclo de vida de la infraestructura, la integración cultural, con un uso consciente del suelo y su entorno con el cumplimiento de las necesidades del personal que se realizan en el presente o futuro de esta misma (Ramírez, 2010). Es decir que la sostenibilidad de una infraestructura necesita de lineamientos del proyecto y planeación para aumentar la eficacia, según los lineamientos necesario con el fin de reducir impactos desfavorables que puedan tener sobre los usuarios,

su entorno y el impacto económico (Figueroa&, 2008). Citado en (Pinzón Casallas, Santamaría Piedrahita, & Corredor Ruiz, 2014).

Para el caso de las instalaciones de la Universidad Antonio Nariño Sede Villavicencio; que fue construida hace un poco más de 24 años, se encuentran varias deficiencias con respecto a su sostenibilidad debido a que en ese tiempo no existían los conceptos tan marcados como hoy, en la planeación, diseño y construcción de las instalaciones que favorezcan y promuevan la preservación del medio ambiente. Para el caso de esta investigación una de las fallas que se encuentran en este momento es la falta de elementos que minimicen el uso irracional de agua que en épocas pasadas fue considerado como un recurso renovable, pero actualmente como dice Rojas, en su manuscrito del uso racional del agua, hace énfasis en que la producción de agua pura, es un proceso demasiado lento comparado con los procesos de contaminación producidos por las personas (Rojas, 2014) y el otro consumo que se realiza de una forma desmedida es el de la energía eléctrica, puesto que el sistema de iluminación actual de la batería sanitaria de la Universidad Antonio Nariño es inadecuado; porque hoy en día se cuenta con lámparas amínicas artificiales que pueden ser aprovechadas con el fin de que el personal que está en el interior del espacio de trabajo obtengan el confort que demanda su actividad.(Ureña, 2012).

Sumado a lo anterior también se presentan en este espacio otras problemáticas que de alguna forma inciden en el bienestar de los estudiantes, por malas prácticas de higiene y aseo que presentan algunos usuarios de la comunidad y que sin saber pueden afectar la salud de otros, por que las superficies como palancas, botones o perillas de cualquier baño

público puede tener la manifestación de bacterias patógenas por ejemplo de tipo coliformes fecales que cuando entran al contacto del usuario, posiblemente generan contaminaciones nocivas para la salud , sumando además virus como el COVID-19 que se ha demostrado que se propaga de la misma manera. (Quispe Breñas & Salcedo Fernández, 2018)

De allí que se genera la pregunta de investigación ¿De qué manera la UAN sede Villavicencio puede impactar positivamente frente al uso racional de agua y energía eléctrica en una batería sanitaria mitigando el desperdicio de estos servicios públicos vitales?

1.3 Justificación

El uso de los recursos vitales en la actualidad se puede hacer de una manera controlada; para el caso de las instituciones prestadoras de servicios como es el caso del objeto de esta investigación, deben poseer tecnologías, equipamientos o instrumentos que les permita establecer diferentes tipos de control y que a su vez fomente en las personas el cuidado de estos recursos.

Para lograr el uso racional de estos recursos vitales, es necesario implementar sistemas automáticos que estén programados de manera estándar para que dosifiquen la cantidad necesaria a utilizar; de allí la importancia de esta investigación, pues radica en hacer una prueba piloto en la UAN sede Villavicencio con estos dispositivos de ahorro en la unidad sanitaria, para que así en un futuro próximo la UAN sede Villavicencio, realice un cambio en todas las unidades sanitarias de la sede que le permita un ahorro económico en cuanto al costo de energía y agua por uso indiscriminado, puesto que no posee una infraestructura

física sostenible e inteligente con el medio ambiente. Estos usos indiscriminados a nivel local generan a su vez daños a nivel global para el medio ambiente, así mismo se debe tener en cuenta que esta ciudad posee serios problemas con el recurso hídrico por falta de acueductos y suministro en los mismos que en algún momento pueden desfavorecer a la institución.

Tal como dice el programa “Giraverde” de la Universidad del Norte, donde explica que los ciudadanos pueden consumir energía de manera responsable y eficiente sin sacrificar en absoluto su confort, cambiando conductas y hábitos en lugares de residencia, en ambientes estudiantiles o laborales, cuando las personas observan televisión, también cuando conducen vehículos o cuando utilizan y adquieren electrodomésticos. Por tal razón, se deben desarrollar proyectos educativos que generen cultura energética apuntando al cambio de conceptos y prácticas en niños, adolescentes y jóvenes, de modo que esto se refleje favorablemente en sus familias y en la sociedad. (Uninorte, 2016)

Por otro lado, “en el marco del 9º seminario de Eficiencia Energética” organizado por Adesco, “(Asociación nacional de empresas de servicios públicos y telecomunicaciones)” su presidente Camilo Sánchez refiere que la Eficiencia Energética es la clave para que Colombia cumpla con su compromiso de reducción efecto invernadero y también que parte del compromiso del gremio es “promover el uso eficiente de la energía” y generar conciencia alrededor de un consumo inteligente, la propuesta incluye que se establezca una estructura institucional que articule en los diferentes sectores de la economía con un

esquema de incentivos fomentando la cultura de la eficiencia energética en transporte, industrias, hogares así como en las entidades públicas.

Es importante que la UAN sede Villavicencio se alinee con las tendencias del manejo eficiente de recursos y el direccionamiento de las entidades de servicios públicos además de las políticas de la economía naranja, puesto que esta, se fundamenta en resaltar la creación y planificación de nuevas herramientas de servicios que generen resultados innovadores que explote al máximo la capacidad económica e intercultural de nuestro país, siempre y cuando se relacionen con los Objetivos de desarrollo sostenible (O.D.S.) (Min Tic, 2019). Además, el Ministerio de las TIC refiere que ha evidenciado que uno de los ejes con más potencial es la producción innovadora y que el país cuenta con el escenario ideal para llevar a cabo estos proyectos, cooperando entre alianzas académicas mixtas (estado-privados), lo que significa que la UAN podría generar alianzas con estos sectores puesto que permitiría desarrollar aún más, los talentos de sus estudiantes.

Capítulo 2

Objetivos

2 Objetivo general

Efectuar una prueba piloto de un sistema automatizado en una unidad sanitaria de la Universidad Antonio Nariño Sede Villavicencio, mediante la instalación de dispositivos tecnológicos que permitan contribuir a un uso racional de agua y energía eléctrica en una batería sanitaria de la universidad.

2.1 Objetivos Específicos

- Describir la situación actual de la unidad sanitaria seleccionada en la Universidad Antonio Nariño Sede Villavicencio
- Analizar los parámetros que se deben tener en cuenta para la instalación de dispositivos que hagan un uso racional de energía eléctrica y uso de agua en la unidad sanitaria seleccionada en la Universidad Antonio Nariño Sede Villavicencio
- Seleccionar el diseño más acorde que permita ofrecer a los usuarios el uso racional de agua y energía eléctrica en la unidad sanitaria en la Universidad Antonio Nariño Sede Villavicencio
- Efectuar prueba piloto de acuerdo al diseño establecido en la unidad sanitaria realizando las adecuaciones necesarias para que se logre el uso racional del agua y de la energía eléctrica en el lugar.

3.1 Marco Teórico

3.1.1 Iluminación.

Gracias a la iluminación eléctrica se ha podido extender el itinerario de actividades del ser humano en periodos en donde la iluminación no era conveniente, convirtiéndose con el paso del tiempo en un agente fundamental para el florecimiento de las sociedades.

(López López, Álvarez Ley, & Bassam, México)

De allí que la iluminación debe conservar como objetivo fundamental asegurar las óptimas circunstancias para desarrollar las tareas correspondientes de las personas, garantizando la máxima eficiencia energética posible (Usón, Bribián, Balsategui, & Sastresa, 2010) .

Es importante que la iluminación se genere de manera adecuada, dado que esto permite que el desarrollo de las actividades se realicen de una manera menos agotadora y propicia mejores condiciones de trabajo (Enríquez Harper, 2007); “por su parte, la iluminación es definida como el flujo luminoso por unidad de superficie, dicho flujo es estimado como la potencia luminosa total emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones” (Bastián, 2001) (López López, Álvarez Ley, & Bassam, México)

Por lo anterior se debe tener en cuenta la iluminación de cada lugar, una de las condiciones que se deben revisar con respecto a las lámparas es su vida útil, a continuación, se relacionan los diferentes parámetros existentes:

- “La Vida individual: Son las horas transcurridas desde que se inicia el uso de la lámpara hasta que la lámpara se daña, en unas condiciones determinadas”.

- “La Vida promedio: En unas condiciones determinadas, es el tiempo en el que la mitad de un lote de lámparas presenta fallos”.
- “La Vida útil: Es el número de horas estimadas, que, por motivos de economía y eficiencia luminosa, es preferible hacer el cambio de las lámparas de una instalación que mantenerlas”. (Benjumea, 2009)

“El valor de la vida útil es de vital importancia puesto que ayuda a determinar los períodos de reposición de las lámparas. Otros factores que influyen en la vida útil de las lámparas, son la calidad de la tensión de la red y el número de encendidos y apagados que se realicen.”

Dentro de las lámparas con mayor vida útil, se encuentran las lámparas LED, con una vida útil de aproximadamente de 50.000 horas de vida; este tipo de iluminación se está produciendo desde el año 1997 en Japón. Esta clase de iluminación, “ofrece soluciones con un alto rendimiento desde el punto de vista del ahorro energético eliminando costes de mantenimiento y ofreciendo un sistema duradero en el tiempo”, se convirtió “en uno de los motores tecnológicos más competitivos y con mayor proyección de futuro en el sector de la iluminación”. (Serrano, Martínez, Guarddon, & Santolaya, 2015)

“La eficiencia energética es una ficha clave en el desarrollo de las economías en los mercados globales”. El sector de la iluminación podría alcanzar a un ahorro de hasta un 45% de “la energía eléctrica consumida gracias a la utilización profesional de la tecnología LED”. (Serrano, Martínez, Guarddon, & Santolaya, 2015)

La eficiencia energética en este momento, es un eje fundamental en la sociedad, las naciones industrializadas y un alto número de la población mundial tienen proyectado la disminución del consumo energético de modo que se sigan “manteniendo los mismos servicios y prestaciones, sin que por ello se vea afectada la calidad de vida (Plataforma Tecnológica Española de Eficiencia Energética, 2009)”. Por lo demás, estos planes disminuyen las emisiones de CO₂ y da como resultado un uso racional a los recursos, garantizando un excelente suministro “energético y fomentando un comportamiento sostenible en su uso (DeSimone y Poppff, 2000). En todos los sectores de la economía existen potenciales y metas de ahorro involucrados claramente con la eficiencia energética, entre ellos, el sector comercial, público y de los servicios, en el cual existe un importante potencial de ahorro de energía.” (Pinzón, Santamaría , & Corredor, 2014)

3.1.2 Uso eficiente del agua.

El agua es un recurso vital, vigente e importante en todas las actividades humanas. Esto hace que su disponibilidad, propicie diferentes condiciones higiénicas, sanitarias, de esparcimiento y recreación, de aprovechamiento directo ya sea en actividades productivas, de servicios, en la vivienda o en el espacio público. (Torres Salas, 2015)

“El uso eficiente de agua trae muchos beneficios a las empresas prestadoras del servicio de agua potable y alcantarillado en temas como el ahorro, el desarrollo y la construcción de nuevas infraestructuras”, la minimización de pérdidas comerciales, la disminución de costos operativos, el manejo de sequías y los cortes de abastecimiento, “como a los usuarios, quienes obtienen un ahorro de dinero en el pago por el consumo y por el servicio

de alcantarillado. Entre los beneficios ambientales, se encuentra la mengua de la presión en la demanda del recurso y la disminución en las descargas generadas a las fuentes hídricas receptoras.” (Silva, Erazo, & Cruz, 2012)

En la medida que se da un incremento constante de la pobladores y la necesidad de la atención a esta demanda de agua, para satisfacer las necesidades básicas se deben considerar diversas estrategias que permitan tramitar y promover el uso eficiente de agua, tales como: medidas tarifarias, regulaciones legales, implementación de nuevas tecnologías, campañas informativas y/o educativas, y control de infraestructura física. “La gestión de la demanda implica el cambio en que tradicionalmente se ha afrontado, basada solamente en predecir y abastecer, por una gestión estratégica e integral que involucra cambiar las prácticas y los comportamientos de los usuarios del agua.” (Silva, Erazo, & Cruz, 2012)

3.1.2.1 Medidores de flujo de agua domiciliaria.

“Cuando se habla de medidores de flujo de agua o caudal, se hace referencia a un instrumento ubicado en la tubería, que es capaz de contabilizar la cantidad (en volúmenes) de agua que pasa por ella; según Ordoñez (2007)” “los medidores que existen en el mercado miden flujos desde mililitros por segundo (ml/s) para experimentos precisos de laboratorio, hasta miles de metros cúbicos por segundo (m³/s) para sistemas de irrigación de agua o agua municipal” (Granados & Pérez, 2017)

A continuación, se observan los tipos de medidores que existen:



Ilustración 1 Tipos de medidores

Fuente (Granados & Pérez, 2017)

3.1.3 Elementos Patógenos Que Se Presentan En Los Baños De Las Instituciones

Las bacterias son responsables de un sinnúmero de de muertes alrededor del planeta, pero asimismo existen bacterias que no están ligadas a la frecuencia de muerte, sino que

representan una dificultad de salud pública (Molina y Uribarren, 2017). La familia *Enterobacteriaceae*, “se localizan como saprófitos en el tubo digestivo”, pero además forman parte de la flora intestinal del hombre (simbiontes), y “son los principales causantes de infecciones en el tracto respiratorio, digestivo, urinario, piel y tejidos blandos” (Puerta y Mateos, 2010). Los sanitarios son de uso fundamental para cada ser humano, y el uso rutinario “incrementa los valores de presencia de patógenos. Por lo que la inadecuada limpieza de estos servicios podría facilitar la proliferación de bacterias patógenas, tan igual como podrían hacerlo otras superficies inanimadas como es el asunto de las perillas de las puertas y las palancas del inodoro de los servicios higiénicos Neely y Sittig (2002)” indicaron que “Los microorganismos pueden entrar en contacto directo con las personas o ser transmitidos, por contacto indirecto, involucrando la participación de objetos inanimados, llamados fómites o seres vivos, llamados vectores” (Quispe Breñas & Salcedo Fernández, 2018)

El mejoramiento de los sistemas de higiene, que permita prevenir infecciones o reinfecciones y romper el ciclo de transmisión de parásitos intestinales de una persona a otra, es un factor muy significativo a ser estimado, principalmente en la higiene de los servicios sanitarios de gran concurrencia. Debido a que estos son eliminados a través de las deposiciones, de modo que en zonas donde los desechos humanos no son adecuadamente tratados el número de estos parásitos exhibe un incremento exponencial. (Flores & Quispe, 2014)

3.1.4 Objetivos de desarrollo del milenio (ODS)

Para el 2015, algunos jefes de Estado de distintos países que estaban adscritos a la Organización de las Naciones Unidas, los cuales “se reunieron en la Cumbre de Desarrollo Sostenible y construyeron la Agenda 2030 que contiene los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.”

Estos objetivos pretenden extender los “Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y alcanzar aquellos objetivos que no se cumplieron. La concepción central es que todos los países, con independencia de su nivel de desarrollo o riqueza”, garanticen la promoción de la prosperidad y salvaguardar el medioambiente. Los ODS “no son obligatorios pero cada país asume la compromiso de trabajar por su cumplimiento”. (ONU, 2015).

A continuación, se destacan los objetivos alineados a este proyecto investigativo.

- 6. “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”

La escasez del recurso hídrico potable o que este sea de mala calidad trae consecuencias para la seguridad alimentaria y afecta la subsistencia de muchas comunidades en el mundo entero. Es por esto que, se debe velar por que las personas “tengan acceso al agua potable y al saneamiento es fundamental que esta gestión se realice de una forma sostenible con los recursos hídricos en el mundo.”

- 9. Industria, innovación e infraestructuras

La economía de los países se hace fuerte, si el Estado realiza de manera constante, inversiones en su infraestructura, de allí que la innovación es fundamental para que se incrementen los procesos productivos, que eviten la contaminación. Aunque se debe tener en cuenta que en los últimos años se ha generado “una reducción de las emisiones de dióxido de carbono en la fabricación, pero la reducción no ha sido igual en todo el mundo”.

- 13. “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”

Teniendo en cuenta que el cambio climático es real y que está generando consecuencias tanto para las comunidades, la economía y la naturaleza, en el año 2016 varios países “firmaron el Acuerdo de París y se comprometieron a trabajar para limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2 grados.”

3.1.5 Sistemas de gestión de la energía.

“Conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan para establecer una política energética y objetivos energéticos”, al mismo tiempo que “los procesos y procedimientos para conseguir esos objetivos.” (ISO 50001, 2011)

Tabla 48. Propuesta de medidas de eficiencia energética objeto de incentivos en el sector terciario

CATEGORÍA	MEDIDA	INCENTIVO
Mejora de la productividad y la eficiencia en forma integral	Uso de motores eléctricos de eficiencia alta, Premium o Súper Premium.	Incentivos tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida) por tipo de equipo de uso final.
	Uso de aires acondicionados de alta eficiencia.	Acceso a certificados-Bonos de EE.
	Uso de pinturas atérmicas. Uso de películas reflectivas en las ventanas. Uso de estrategias de acondicionamiento ambiental por medios naturales. Sistemas de iluminación eficientes Uso de Sistemas Solares Térmicos - SST Uso de sistemas de alumbrado público con tecnologías LED. Uso de sistemas de telegestión para sistemas de alumbrado público.	Régimen especial de amortizaciones.
	Uso de medidores de energía bidireccionales, de equipos de submedición e implementación de modernos sistemas de medición (avanzada o inteligente).	Incentivos tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida).
Gestión eficiente de la energía	Construcción de edificaciones con certificación energética o ambiental reconocida [LEED, EDGE, HQE, etc.]	Disminución de pago de impuesto predial durante los primeros 3 o 5 años de funcionamiento.
	Diseño e implementación de SGEEn.	Acceso a mercado con certificados o bonos de EE.
	Mejoramiento de la eficiencia energética en acueductos, principalmente por la optimización de los sistemas de fuerza motriz.	

Ilustración 2 “Propuesta de medidas de eficiencia energética objeto de incentivos en el sector terciario”

Fuente (Plan De Acción Indicativo De Eficiencia Energetica , 2017-2022)

3.2 Marco Conceptual

Crisis Hídrica

“Se considera que existe una crisis hídrica cuando no hay bastante agua potable para una población determinada. Las Naciones Unidas y otras organizaciones mundiales consideran que la crisis hídrica que afecta a ciertas regiones es tal que forman una alarma mundial.”

Efecto Invernadero

“El efecto invernadero es un fenómeno por el cual ciertos gases retienen parte de la energía emitida por la superficie tras haber sido calentado por la radiación solar. Se produce, por lo tanto, un efecto de calentamiento equivalente al que ocurre en un invernadero, con una elevación de la temperatura.”

Escases de Agua

“Falta de suficientes recursos hídricos para satisfacer las demandas de consumo de agua en una región.”

Haz lumínico

“Es el conjunto de rayos de luz dirigidos hacia un mismo sitio, bien puede ser natural o artificial. Igualmente es llamado el conjunto de rayos que se denomina HAZ DE RAYOS, puede ser Convergente, cuando las direcciones tienen un punto común y el sentido es hacia dicho punto”. “Divergente, si las direcciones tienen un punto en común, y Paralelos, cuando la orientación y el sentido son iguales.”

Iluminación Artificial

“Por luz artificial se entiende toda aquella fuente producida por el ser humano”. En la sociedad actual las personas pasan muchas horas iluminándose con luz artificial. “Muy pocos lugares de trabajo en interiores disponen de luz natural. Las bombillas y, especialmente, los fluorescentes son habituales en el entorno de trabajo de millones de seres humano.”

Lámpara

Son los aparatos encargados de transformar la energía eléctrica en energía lumínica. Dentro de su clasificación se distingue: lámparas incandescentes (halógenas y no halógenas), lámparas de descarga (de vapor, mercurio o sodio) LED (Light Emitting Diode)

Lavamanos

“Es un tipo de receptáculo en el que se vierte el agua para el aseo personal. Fabricados inicialmente en piedra, loza y porcelana, la moderna industria de saneamientos para cuartos de baño, etc., los produce en diversos tipos de cerámica, metal, vidrio, madera y otros materiales sólidos.”

3.2.1 Marco Geográfico

“Villavicencio es una ciudad colombiana, capital del departamento del Meta, y es el foco comercial más significativo de los Llanos Orientales. Está situada en el Piedemonte de la Cordillera Oriental, al noroccidente del departamento del Meta, en la frontera izquierda del río Guatiquía y cuenta con una población urbana de 407.977 habitantes en 2010”. “Presenta

un clima cálido y muy húmedo, con temperaturas medias de 27 °C. (Alcaldía de Villavicencio, s.f.)”.

Es una capital agroindustrial y minera, con potencialidad de convertirse en un foco de progreso económico a nivel nacional. “Topográficamente se distinguen dos regiones: una montañosa ubicada al Occidente y Noroccidente, formada por el costado de la Cordillera Oriental; la otra, una planicie inclinada levemente hacia el Oriente y el Nororiente”, Suroccidente “corresponde al piedemonte de la cordillera, bordeada al Norte por el río Guatiquía. En la parte céntrica de esta planicie cruzan los ríos Ocoa y Negro, al mismo tiempo de numerosos caños y afluentes menores.”

La Universidad Antonio Nariño Sede Villavicencio se encuentra ubicada en la vereda la Cecilia, al sur oriente de la ciudad, según (Velandia, 2012) la comunidad que habita allí está catalogada como clase baja, según referencia que hace el autor luego de un estudio del diseño de alcantarillado que a ese año no se encontraba realizado, dicho Ingeniero también refiere que al año 2012 se contaba con aproximadamente 95 viviendas con aproximadamente 475 habitantes, pero, para el censo del año 2018 no hay una referencia detallada de la cantidad de la población actual.

En el siguiente mapa se muestra la ubicación geográfica de la Universidad.



Ilustración 3 Ubicación geográfica de la Universidad Antonio Nariño Sede Villavicencio

Fuente Google. (s.f.) (Mapa de Villavicencio, Meta, Colombia en Google maps) Recuperado de

<https://www.google.com/maps/search/universidad+antonio+nari%C3%B1o/@4.1152155,->

[73.5988087,15.75z](https://www.google.com/maps/search/universidad+antonio+nari%C3%B1o/@4.1152155,-73.5988087,15.75z)

3.2.2 Marco Legal

Tabla 1 Recopilación sobre la legislación que aplica al proyecto

Fuente propia de los autores

Tipo número y fecha	Nombre y entidad que la expide	Artículo	Impacto en el proyecto
Ley 373 de 1997	“Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua”	Artículo 15. Tecnología de bajo consumo de agua	Esta articulo fija la implementación de programas de uso eficiente y ahorro del agua en donde se “debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua” en todas las entidades públicas y privadas del país. “Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que se deben elaborar y adoptar.”
Acuerdo, diciembre de 2015,	“Acuerdo de París sobre el clima (COP21), dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”	Artículo 5.	“El país se propuso reducir en 20% los gases de efecto invernadero para 2030.” Al cambiar las lámparas y bombillas de la unidad sanitaria que están “catalogadas como residuos especiales, en razón a que contienen gases que mezclan en pequeñas cantidades el mercurio y el argón por bombillas de iluminación led contribuirá a reducir el 20% los gases de efecto invernadero para 2030.”

Decreto 1073 de 26 mayo de 2015	“Se expide el único reglamento del sector administrativo de minas y energía.”	Capítulo 6. Donde se dan los aspectos generales del servicio público de energía	Regula el proyecto teniendo en cuenta que, “en el territorio de la república de Colombia, todos los usuarios del servicio de energía eléctrica sustituirán, conforme a lo dispuesto en el presente decreto, las fuentes de iluminación de baja eficacia lumínica, utilizando las fuentes de iluminación de mayor eficacia lumínica disponibles en el mercado.”
NTC/ISO 50.001 de 2015	Certificación de sistemas de gestión de energía	4.4 Planificación energética	Se pretende que el proyecto impulse a la UAN a desarrollar sistemas de gestión de energía donde puede llegar a la acreditación por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), de instituciones nacionales o internacionales. Esto lograría “incentivos económicos para responder a las inversiones necesarias que resultaren del diagnóstico realizado por cada institución como fruto de la aplicación de un sistema de gestión de la energía.” “Las medidas de EE identificadas pueden involucrar modificaciones en la operación (medidas de bajo o nulo costo) o inversiones en procesos o tecnologías (medidas de inversión moderada o alta).”
Política publica	Plan de acción indicativo de eficiencia energética 2017 – 2022	2.7. Estrategias y acciones base para el cumplimiento de metas sectoriales	Rige condiciones para el “rediseño del sistema de iluminación, sustitución de luminarias, automatización e implementación de buenas prácticas en donde enfatiza sistemas de alumbrado público, empleando luminarias de tecnología led y sistemas de tele gestión”, orientado por la NTC/ISO 50001.

Capítulo 4

Diseño Metodológico

4.1 Tipo de Investigación

Será la Experimental Estudio de caso, donde se manipulará una variable experimental no comprobada que es la unidad sanitaria de la Universidad Antonio Nariño, para poder describir el modo o porque razón se produce uno acontecimiento en particular, en este caso se busca la contención del Coronavirus Covid 19 y el efecto en cuanto al manejo del recurso básico del agua. Aunque los estudios de caso se aplican en su mayoría para fenómenos “sociales, dirección de empresas, educación, políticas de juventud y desarrollo de la niñez, estudios de familia, también se aplica para las temáticas de desarrollo tecnológico.” (Carazo, 2006).

La variable experimental será el sistema hidráulico y eléctrico que condiciona el consumo de energía eléctrica y agua en la batería sanitaria de la Universidad Antonio Nariño sede Villavicencio, donde se plantea la hipótesis en donde sí se actualizan a sistemas automatizados innovadores se lograra un ahorro significativo de estos recursos y a su vez un fortalecimiento relacionado a la protección del medio ambiente (Debold B. , William Meyer)

4.1.1 Población y muestra

La población objeto de estudio para el proyecto serán 12 mediciones del consumo de agua y energía eléctrica en la Universidad Antonio Nariño sede Villavicencio que se realizarán semanalmente durante un periodo de tiempo de tres meses. En vista de que la

cantidad de datos de las mediciones es muy pequeña se determina que no es necesario el manejo de una muestra de dichos datos para la investigación.

4.1.2 Hipótesis de trabajo

Con la implementación de un sistema automatizado de agua y energía eléctrica en la batería sanitaria principal de la Universidad Antonio Nariño sede Villavicencio se obtiene la disminución del consumo innecesario de agua y energía eléctrica, además se promueve el uso racional de los servicios públicos vitales.

4.1.3 Variables

Las variables que se utilizaran dentro del trabajo de investigación se encuentran las relacionadas con el consumo de agua y energía eléctrica, variables como las que se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 2 Variables a analizar

Fuente propia de los autores

Nombre de la variable	Descripción	Unidad de medida	Tipo de variable
Horario de trabajo de la universidad	Tiempo en el cual se encienden las luces y gasto de agua	Horas-minutos	Cuantitativa de razón V. independiente
Condición locativa de la batería sanitaria	Excelente-bueno-regular-malo	Escala 0-10 evaluar condiciones	Cuantitativa de razón V. independiente
Energía eléctrica consumida en la batería sanitaria	Contador de energía eléctrica	KW/h consumidos	Cuantitativa V. dependiente
Agua consumida en la batería sanitaria	Medidor volumétrico de agua	m ³ /periodo	Cuantitativa v. dependiente
Interrupciones en la prestación del servicio	Suspensión, corte, intermisión del servicio público vital	Numérica	Cuantitativa de razón V. dependiente.

4.1.4 Técnicas para la recolección de información y análisis de resultados

Para recolectar los datos se utilizara el método de observación directa. El formato que se maneja para el registro es la Toma de datos del volumen de agua y energía eléctrica (ver anexo G). La información será obtenida por medio de los equipos de medición instalados en la batería sanitaria principal de la Universidad Antonio Nariño sede Villavicencio (ver anexo 1 y 2). El proceso iniciara con la toma de datos del primer día de la semana (lunes) y finalizara el último día de actividades de la universidad (sábado). Este ciclo se repetirá semanalmente durante un periodo de tiempo de seis semanas. Con el fin de garantizar la total veracidad y transparencia en la recolección de datos, se realizará una evaluación de las condiciones locativas de la batería sanitaria con el instrumento de inspección Check List (ver anexo N) y a su vez se diligenciará el Formato de ingreso y permanencia (ver anexo F).

El siguiente paso es la instalación de los equipos automatizados de agua y energía eléctrica (ver anexo 3, 4 y 5), luego de esta instalación se repite nuevamente el ciclo de recolección de datos con un periodo de tiempo de seis semanas. A medida que se obtiene la información será ingresada a las bases de datos de agua y energía eléctrica (ver anexo H y J). Esta información es importante para el análisis y comparación de resultados.

Por último, se comparará estadísticamente (ver anexos L y K) el comportamiento del consumo del agua y energía eléctrica teniendo en cuenta el antes y después de la instalación de los equipos automatizados, y se entregaran los resultados determinando si existe o no un ahorro eficiente de los recursos públicos vitales.

Tabla 3 Etapas del proyecto

Fuente propia de los autores

		Actividad
Etapa 1	Describir condiciones y características de la unidad sanitaria	Hacer registro fotográfico Check list. Reconocer grifería actual Reconocer luminaria actual Tomar medidas locativas Establecer red hidráulica Establecer red eléctrica
Etapa 2	Determinar la información técnica hidrosanitaria y eléctrica necesaria para el diseño de la unidad sanitaria	Buscar la información relacionada con las NTC, RETIE y normativa eléctrica. Buscar la información relacionada con las NTC y normativa hidrosanitaria Buscar información actual sobre diseños hidrosanitarios automáticos en Colombia Buscar la información técnica de la luminaria y grifos que actualmente están en la unidad sanitaria.

Etapa 3	Diseñar las mejoras hidrosanitarias y lumínicas en la unidad sanitaria	Comparar las fichas técnicas de los dispositivos actuales y los que ofrece el mercado. Establecer la red eléctrica necesaria para la instalación de los grifos automáticos y la iluminación tipo led Verificar la presión del sistema hidráulico, la cual cumpla con la NTC 1500. Diseñar el prototipo adecuado, referente a la normativa consultada en materia hidrosanitaria y eléctrica.
Etapa 4	Efectuar prueba piloto de acuerdo al diseño establecido en la unidad sanitaria	Hacer las adecuaciones necesarias para la instalación de los dispositivos automatizados Instalar los grifos automáticos según el diseño establecido. Instalar la luminaria LED y el sistema de iluminación automática según e diseño establecido

Capítulo 5

Resultados

5.1 Primera Fase Diagnóstico de la unidad sanitaria

Para el desarrollo de la Primera fase se realizaron las siguientes actividades con el fin de realizar el diagnóstica de las áreas a evaluar.

En primera instancia se realizó el registro fotográfico de las unidades sanitarias (baño de hombre y baños de mujeres) lo que permitió identificar las falencias en el sistema hidráulico y eléctrico.

Para evidenciar las falencias de cada uno de los sistemas se creó un check list que refería a los investigadores si se cumplía o no las características deseadas de acuerdo a la normatividad exigida. (Vea Ilustración 16 página 58)

Luego se tomaron las medidas de las áreas en estudio, las cuales se dejaron registradas en los registros fotográficos y en los planos de los sistemas hidráulicos y eléctricos que se realizaron. (Ver Anexo 4 y Anexo 5). Dentro de estos planos se establecieron las redes hidráulicas y eléctricas de estas unidades sanitarias.

A continuación, se relacionarán los hallazgos encontrados en el área de estudio:

- Área total de la unidad sanitaria



Área total de la unidad
sanitaria: 125.9 m²



Número de entradas y
salidas a la unidad
sanitaria: 4



No se encuentra ningun
extintor en la zona



Se evidencia los pasillos
exteriores a la batería
sanitaria despejados,

Ilustración 4 Área exterior de la batería sanitaria

Fuente propia de los autores

- Luminaria exterior de la batería sanitaria principal



La luminaria exterior consta de tres lámparas spectra de 1.24 m. de 2 tubos fluorescentes marca sylvania de medidas 1.18 m.

- 6 lámparas fluorescentes marca Sylvania de 1.18m



Se evidencia falta de limpieza de estos dispositivos eléctricos, y cambio de algunas lámparas que perdieron su vida útil.

Ilustración 5 Luminaria exterior de la batería sanitaria principal

Fuente propia de los autores

- Red Eléctrica Luminaria



Red Eléctrica Luminaria unidad sanitaria de hombres :
Se evidencia la falta de mantenimiento a las conexiones eléctricas y cableado de las luminarias



Red eléctrica luminaria mujeres:
Se identifica la ausencia de mantenimiento de la red eléctrica que conecta con la luminaria del área sanitaria de las mujeres

Ilustración 6 Red Eléctrica Luminaria

Fuente propia de los autores

- Lavamanos de los baños



Se evidencia que en este lavamanos hay un problema de fijación del grifo con aparente estado de corrosión por falta de mantenimiento.

Ilustración 7 Lavamanos #2 Hombres

Fuente propia de los autores

- Lavamanos #3 Hombres



Grifo

El estado del lavamanos es óptimo, aunque el grifo presenta desgaste y óxido en su superficie.

Ilustración 8 Lavamanos #3 Hombres

Fuente propia de los autores

- Vista General lavamanos mujeres



El área de lavado de manos de la unidad sanitaria destinada para mujeres está en óptimas condiciones. Consta de tres lavamanos ubicados a una distancia de 1.11 m entre cada uno de ellos. Cumpliendo con la separación mínima requerida entre lavamanos según el capítulo 5 de la NTC 1500. Consta de grifos manuales tradicionales de palanca con un aparente desgaste y óxido en sus componentes.

Ilustración 9 Vista General lavamanos mujeres

Fuente propia de los autores

- Lavamanos #1 Mujeres

Se evidencia que este lavamanos tiene un problema de fijación del grifo con aparente estado de corrosión por falta de mantenimiento.



Su tubería está en óptimas condiciones y no se evidencia ningún desgaste o anomalía.



Ilustración 10 Lavamanos #1 Mujeres

Fuente propia de los autores

- Lavamanos #2 Mujeres

Las condiciones de este lavamanos son óptimas, su grifería aún está fija, sin afectación, en el desagüe se evidencia una iniciativa de óxido.



Su tubería se encuentra en perfectas condiciones, sin remiendos ni anomalías.



Ilustración 11 Lavamanos #2 Mujeres

Fuente propia de los autores

- Lavamanos #3 Mujeres

Se evidencia que este lavamanos tiene un problema de fijación del grifo con aparente estado de corrosión por falta de mantenimiento.



Su tubería está en óptimas condiciones y no se evidencia ningún desgaste o anomalía.



Ilustración 12 Lavamanos #3 Mujeres

Fuente propia de los autores

- Toma Corriente de los baños

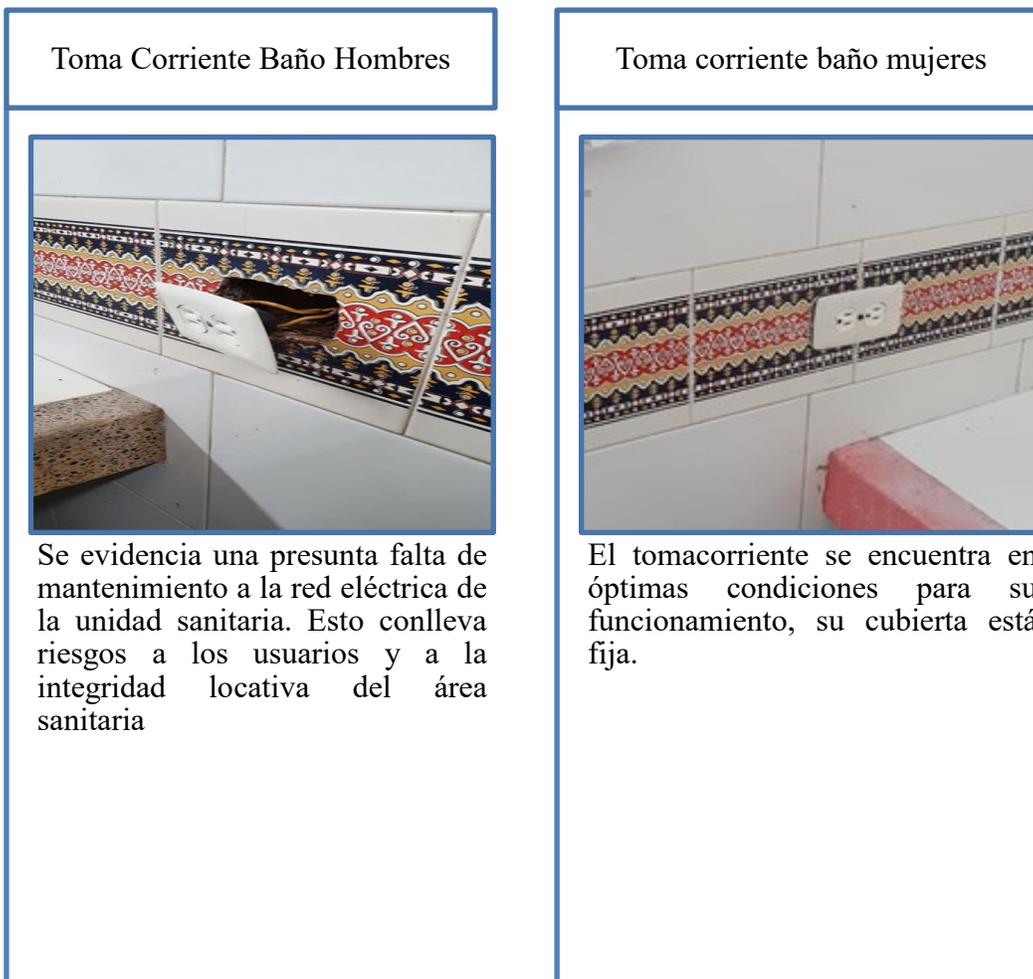


Ilustración 13 Toma Corriente de los baños

Fuente propia de los autores

Dispensadores de jabón líquido ubicado en los baños

Dispensador del Baño de Hombres



La unidad sanitaria cuenta con dispensadores de jabón líquido manual tipo push para la dosificación de jabón a los usuarios, se evidencia óxido en su interior, y requiere abastecimiento de jabón.

Dispensador del baño de mujeres



La unidad sanitaria en el área de mujeres cuenta con su respectivo dispensador de jabón líquido tipo push para la dosificación a los usuarios, se evidencia en buenas condiciones y requiere ser abastecido de jabón líquido

Ilustración 14 Dispensadores de jabón líquido ubicado en los baños

Fuente propia de los autores

- Interruptor de luces en los baños

Dispensador del Baño de Hombres



Se evidencia que el interruptor de luz en el baño de los hombres esta en óptimas condiciones, con su cubierta totalmente fija y su funcionamiento es correcto.

Dispensador del baño de mujeres



Se evidencia que el interruptor de luz en el baño de las mujeres esta en óptimas condiciones, con su cubierta totalmente fija y su funcionamiento es correcto.

Ilustración 15 Interruptor de luces en los baños

Fuente propia de los autores

5.2 Segunda Fase Descripción de las condiciones y características de la unidad

sanitaria

Se realiza una revisión a la unidad sanitaria con el fin de describir la situación actual en la que se encuentra, empezando por establecer medidas locativas, distribución de red eléctrica e hidráulica y una descripción del estado físico de algunos de sus componentes tales como lavamanos, luminaria, grifería, conexiones eléctricas y conexiones hidráulicas externas. Esto con la finalidad de realizar el diseño de un sistema automatizado que impacte positivamente en el uso racional de agua y energía eléctrica

5.2.1 Análisis.

El área externa de la unidad sanitaria cuenta con amplios corredores para el acceso de los usuarios, que a su vez son iluminados por un total de 3 lámparas Spectra de luz fluorescentes de 1.24 m. Se evidencia falta de mantenimiento preventivo en dichas unidades de iluminación.

La red hidráulica cuenta con un total de 6 lavamanos marca Mancesa con su respectiva red de suministro de agua y desagüe, 6 grifos individuales de manija, 3 tanques de agua cada uno de 1000 cm³ y 1 electrobomba de alta presión de 10 hp MT2AME1000. Al observar dichos componentes se observa deterioro de 4 de sus grifos individuales, desprendidos y en mal estado. Aunque no se identificaron fugas de agua se observaron fallas al momento de cerrar los grifos. De los 6 lavamanos de la unidad sanitaria, dos necesitan cambio de acoples plásticos para que se suministre correctamente por el grifo.

En la red eléctrica del área sanitaria de hombres y mujeres se cuenta con 3 lámparas de 1.24 m, 2 enchufes tipo B y 2 interruptores conmutables. En el proceso de observación se encuentran fallas graves, tales como tomacorrientes en mal estado dejando a la vista el cableado, convirtiéndolo en una posible causa de corto circuito o riesgo físico al usuario. La red eléctrica que conecta a las luminarias internas de ambas áreas sanitarias muestra añadiduras en el cableado, demostrando falta de mantenimiento preventivo y mejoramiento de los sistemas luminarios fluorescentes.

Para realizar el diseño sanitario que permita un uso racional de agua y energía eléctrica, enfocado en los ODS, estrictamente se comparara los dispositivos como grifos manuales y lámparas fluorescentes actuales, con sistemas automatizados, tales como grifos automáticos y lámparas con iluminación tipo LED, que, junto a un sistema autónomo de encendido y apagado, se busca concretar la mejor opción para iniciar la etapa del diseño.

La información recopilada se registró en un formato de check list que se diseñó para este estudio y en el cual quedaron depositados todos los datos posibles, a continuación, se muestra uno el formato:

Check list				
Área	Fecha	SI	NO	OBSERVACIONES
Batería Sanitaria P. Principal				
realizada por:	Sebastian Romero - Fabian Pulido S			
concepto				
El área exterior cuenta con lámparas fluorescentes?	X			3 Lámparas Fluorescentes
Las lámparas exteriores Presentan deterioro o signos de mal estado?	X			Suavidad y Conexión Mala Est.
El área exterior cuenta con extintores de emergencia?			X	
El área interna presenta escape de agua?			X	
Cantidad de lavamanos	X			6 Lavamanos; 3 hombro/3 Hujas
Hay deterioro en acoples de lavamanos?	X			Cristalizados con Fisuras
Hay deterioro en lavamanos?			X	Están en buen estado
Cantidad de grifos	X			6 Grifos; 3 Derr. H. (3 Hombres)
Hay deterioro en los grifos?	X			Desprendidos, Corrosión y Flea
Se presenta obstrucción en desagües de lavamanos?			X	
Total lámpara fluorescente en el área interna sanitaria	X			3 Lámparas Fluorescentes
Total enchufes tipo B	X			2 Enchufes Tipo B
Total interruptores conmutables	X			2 Interruptores; 1 en cada Área
En el área interna se presenta deterioro en conexión eléctrica?	X			Cables mal estado y Antigüedades
En el área interna se presenta deterioro lámparas fluorescentes?	X			Suavidad y deterioro x No MTD.
En el área interna se presenta deterioro interruptores conmutables			X	
En el área interna se presenta deterioro enchufes tipo b	X			Conexión en Mal estado
En el área interna hay extintores en el área interna sanitaria			X	
Observaciones: El estado de los enchufes tipo b están deteriorado y con Red eléctrica en mal estado. Los Grifos están en mal estado y corrosión. Se cuenta con ^{electro} Moto Bomba y 3 Tanques C/U de 1000 cm ³				

Ilustración 16 Check List Área batería sanitaria

Fuente propia de los autores

Por último, todas las modificaciones y mejoras que se planteen en el diseño sanitario se basan en la normatividad de sistemas hidráulicos y eléctricos actuales del estado colombiano.

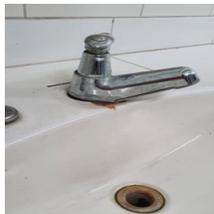
5.3 Tercera Fase Diseño de mejoras para la Unidad sanitaria

A través de la siguiente tabla, se realizó la recopilación de las evidencias haciendo una breve descripción de estas, a su vez se toma la normativa que aplica para cada no conformidad encontrada y se hace la propuesta de cambio que permitirá la corrección e implementación de los dispositivos que llevaran al ahorro de agua y energía eléctrica.

Tabla 4 Diseño de mejoras

Fuente propia de los autores

Evidencia	Descripción	Normativa
	<p>7.3.2 “En áreas comunes sanitarias, se tiene que implementar dos sistemas de sensor de presencia de doble tecnología – Ultrasonido e Infrarrojo.”</p> <p>7.3.5 “la ejecución de estas disposiciones debe animar la eficiencia energética, el ahorro de energía y el uso cada vez mayor del sistema de energía renovable y limpia.”</p>	<p>NTC 4595</p>
	<p>5.2.6 En los lavamanos públicos de uso temporal, pero no delimitados a ellos, como los instalados en estaciones de gasolina, aeropuertos, restaurantes y salones de conferencias, “deben instalarse grifos de cierre automático o grifos con medidores de cierre automático. Los grifos con medidor no deben descargar más de 0.95 L de agua por ciclo.”</p>	<p>NTC 1500</p>



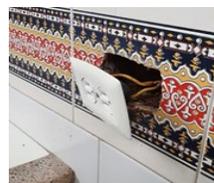
7.3.10.5 para garantizar la estructura y su funcionalidad “durante su vida útil, se deben acoger las medidas necesarias durante la etapa de diseño tal de que se evite la corrosión de todos los elementos susceptibles a este fenómeno físico-químico.”

NTC 1500



20.3 La bandeja porta cables es un mecanismo de soporte y no una canalización, se debe cumplir con las normas de instalación según la sección 318 de la NTC 2050

RETIE 2015



20.10.1.g Tomacorrientes deben ser instalados con su placa o cubierta con el fin de que no tenga contacto directo con puntos energizados. Estos deben ser resistentes al impacto.

RETIE 2015



20.29.1.e “El casquillo y el contacto central de la porta bombilla y las demás partes conductoras de corriente, deben ser de un material no ferroso y resistente a la corrosión.”

RETIE 2015



20.29.2.b El sitio para el “portalámparas debe garantizar el cumplimiento de principios del RETILAP, en particular lo concerniente con Uso Racional y Eficiente de Energía, niveles de iluminación y el control de deslumbramiento.” “Asimismo debe asegurar la evacuación del calor derivado por la lámpara para evitar incendio de materiales aledaños.”

RETIE 2015

Luego de recopilar la información de los hallazgos y las posibles soluciones para evitar el uso irracional del agua y la energía eléctrica se realiza a continuación los comparativos específicos para la grifería y para las luminarias de la batería sanitaria.

Con respecto a los comparativos de la grifería como de las luminarias, se tomaron las características principales de las especificaciones técnicas y las características de la prestación del servicio, para obtener los datos más concretos.

Esta información se presenta en las siguientes dos tablas:

Tabla 5 Comparativo de los dispositivos de grifería

Recopilación de la información por los autores

GRIFERÍA DE MANDO PROGRAMADO PUSH	GRIFERÍA LAVAMANOS ACTUAL	GRIFERÍA LAVAMANOS AUTOMATIZADA
		
<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</p> <p>Temperatura de uso: 4°C a 66 °C. Cap. de funcionamiento: Cap. De caudal, máx: 9,68 “L/min.(2,2 gpm) a 413 kPa (60 psi).” Vida útil unidad de cierre 150.000 ciclos.</p> <p>“PRESIÓN DE SERVICIO” “Presión de trabajo máx recomendada: 860 kPa (125 psi). Presión mín recomendada 138 kPa (20 psi).” “Presión súbita intermitente máx 1249 kPa (180 psi). Accesorios de desagüe soportan como mín presiones de agua de</p>	<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</p> <p>Temperatura de uso: 4°C a 66 °C. Cap. de funcionamiento: Cap. de flujo máx 8,3 L/min.(2,2 gpm) a 413 kPa (60 psi). Vida útil del cartucho 500.000 ciclos, surtidor oscilante 50000 ciclos a 345 kPa (50 psi).</p> <p>“PRESIÓN DE SERVICIO” “Presión max de trabajo recomendada: 860 kPa(125 psi). Presión mínima recomendada 138 kPa (20 psi).” “Presión súbita intermitente máxima 1249 kPa (180 psi). Accesorios de desagüe soportan como mínimo presiones de agua de</p>	<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</p> <p>Temperatura de uso: 4°C a 66 °C. Cap. de funcionamiento: Cap.caudal, máx 9,2 L/min. (2,43 g.p.m) a 413 kPa /(60 psi). Vida útil de la unidad de cierre 150.000 ciclos.</p> <p>“PRESIÓN DE SERVICIO” “Presión max de trabajo : 550,4 kPa(80 psi). Presión mín recomendada 138 kPa (20 psi).” “Presión súbita intermitente máx 860 kPa(125 psi). Accesorios de desagüe soportan como mín presiones de agua de</p>

140 kPa (20 psi), como máximo 172 kPa (25 psi)'' GASTO DE VOLUMEN AGUA Ciclo nominal de 6 segundos: 0,49 L a 1,69 L. (65 psi.) Cierre automático entre 4 y 9 segundos (CORONA, s.f.)	140 kPa (20 psi), como máximo 172 kPa (25 psi)'' GASTO DE VOLUMEN AGUA Ciclo nominal de 6 segundos: 0,62 L a 65 psi. (U.D. Francisco José de Caldas, s.f.)	140 kPa (20 psi), como máximo 172 kPa (25 psi)'' GASTO DE VOLUMEN AGUA Ciclo nominal de 6 segundos: 0,2 L a 65 psi. La ventaja de este dispositivo radica en la apertura controlada de los ciclos de dispersión del agua. (CORONA, s.f.)
--	--	--

Tabla 6 Comparativo de los sistemas de iluminación

Fuente propia de los autores

BOMBILLA FLUORESCENTE SYLVANIA	BOMBILLA LED SYLVANIA
	
<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</p> <p>Forma:Tubular Vida útil: 12.000 hs de utlidad Uso: para interiores Rosca: Fa8 Flujo lumínico: 5.625 lúmens Material:Vidrio</p>	<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</p> <p>Ancho: 2,9 cm Protección: IP20 Forma de bombillo: T8 Vida Útil (duración en HORAS) 25000 Alto 2,9 cm Tipo de rosca G13 Material de la estructura: Vidrio Flujo luminoso: 1600 Lúmenes Consumo (watts): 18 W Voltaje: 100-240 V Peso (Kg) 0,35 Kg Largo: 122 cm Equivalencia luminosa con respecto a bombillo incandescente 32 W</p>
<p>ESPECIFICACIÓN DEL SERVICIO</p> <p>Consumo (watts)75w Peso: 0,7 Kilogramos</p>	<p>ESPECIFICACIÓN DEL SERVICIO</p> <p>lujo luminoso: 1600 Lúmenes Consumo (watts): 18 W</p>

O: Tubo T12	Voltaje: 100-240 V
Referencia 29.672/16	Peso (Kg) 0,35 Kg
Largo 2.44 metros	Largo: 122 cm
Equivalencia luminosa: 400 v	Equivalencia luminosa con respecto a bombillo incandescente 32 W

5.3.1 Análisis General De La Grifería.

A continuación, se presentan las comparaciones de la batería sanitaria existente con las especificaciones de las fichas técnicas de la luminaria y grifería actual que ofrece el mercado, haciendo énfasis en relación con el uso y su durabilidad:

Tabla 7 Análisis de los dispositivos de grifería

Fuente propia de los autores

Tradicional	Push	Automático
Mayor vida útil 500.000 ciclos	Programación por ciclos 0.49 L a 1.69	Gasto de agua mínimo 0.2 L por ciclo (constante de 6 segundos)
No necesita energía eléctrica	Ciclo de trabajo de 6 segundos 150.000 ciclo de vida	No hay contacto físico entre el usuario y el dispositivo Porcentaje de ahorro mayor al 40%, frente a los grifos tradicionales. 150.000 ciclo de vida

Aunque los grifos tradicionales presentan mayor vida útil, según la NTC 1500 son obsoletos y debe ser reemplazado en instituciones con tráfico mayor a 99 personas por dispositivos programados con ahorro de agua los cuales se alineen con las nuevas prácticas de calidad y ahorro de agua.

Los grifos tipo push representan una buena alternativa para ser instalados en unidades sanitarias institucionales, por lo que su mantenimiento es relativamente mínimo y el gasto de agua por ciclo de trabajo reduce a más del 25% frente a los grifos tradicionales.

Los grifos automáticos brindan el mayor porcentaje de ahorro, con un gasto de agua de 0.2 L por ciclo (6 segundos), además ofrece mayor confort y seguridad con el usuario por la baja probabilidad de contacto físico entre la persona y el dispositivo.

Revisando las fichas técnicas de estos tres tipos de grifos, se toma la decisión de implementar dos grifos automáticos con sensor de movimiento y un grifo manual programable tipo push para equilibrar el confort del usuario y en caso de avería o interrupción continua de energía tener la opción de un lavamanos manual.

5.3.2 Análisis General De Las Luminarias.

Al igual que con la grifería, también se realizó un análisis de las luminarias que se presenta a continuación:

Tabla 8 Análisis de las luminarias de acuerdo a sus características

Fuente propia de los autores

TUBO FLUORESCENTE	TUBO LED
Consumo (watts) 75w	Consumo (watts): 18 W
Peso :0,7 Kilogramos	Peso (Kg) 0,35 Kg
Vida útil: 12.000 horas vida útil	Vida Útil (duración en HORAS) 25.000

La tecnología LED tiene un consumo promedio entre el 80% a 90% por debajo de una bombilla tradicional con las mismas características. En pocas palabras, esto se traduce a un un 90% de ahorro el recibo del servicio eléctrico.

Aquí se resalta que “Un 95% de la energía que consume una bombilla incandescente de 100 W se traduce en calor. Únicamente el 5% se convierte en luz. Esto hace que la incandescencia sea una tecnología altamente ineficiente y de ahí la retirada de las mismas. Las tecnologías de iluminación existentes en el mercado de bajo consumo y LED se presentan como alternativas eficientes a las bombillas incandescentes, consiguiendo ahorros energéticos de hasta un 90%” “Mar Gandolfo, responsable de Formación y Auditorías Energéticas de Philips Ibérica” (2006)

Por esta razón es fundamental para esta prueba piloto, implementar tecnología lumínica tipo LED con el fin de disminuir el consumo watts/h y la contaminación de Co2 que incrementa el efecto invernadero, y esto estaría acorde con los ODS que ha implementado el gobierno nacional.

5.3.3 Calculo de las luminarias.

Después de conocer las ventajas y beneficios de los dispositivos a utilizar a través de los cuadros comparativos realizados, se da lugar a la planificación y diseño de la instalación de las luminarias en la cual se asegura que cumpla con los principales requerimientos que se utilizan para la instalación de estos dispositivos, (Ver anexo 6 y 7) por lo tanto, el sistema de iluminación se diseña siguiendo una serie de procedimientos.

- Como primera medida se determinó el nivel de iluminación de acuerdo con las tareas específicas a realizar dentro del área
- Luego se establece la proporción de espacio libre del área por medio de fórmula (RCR) que es el índice de la batería sanitaria que se va a iluminar,
- Seguido se procede a calcular la proporción de espacio libre del techo (CCR) por medio de fórmula,
- Luego se determina la reflexión de las paredes (WR), la reflectancia efectiva del techo (ECR) y el porcentaje de reflectancia con respecto a la base del techo (BCR) formuladas entre si y complementadas con la información anteriormente recolectada,
- Después se definió el factor de pérdida de luz (LLF) en el cual se tuvieron en cuenta dos aspectos muy importantes en la batería sanitaria como lo es la depreciación de los lúmenes de la lámpara y la depreciación por suciedad de las luminarias, para este factor se tuvo en cuenta el rendimiento de la lámpara al 70%,

- Ya con todos estos factores anteriores que se calcularon se da paso a nuestro objetivo principal de este proceso que es calcular el número de lámparas y luminarias mínimas necesarias para la batería sanitaria.

Dimensiones área	
Largo	31,98 ft
Ancho	16,07 ft
Alto	8,26 ft
Altura de las áreas de trabajo	4,75 ft
Tipo de iluminación	
Tipo de trabajo	Maquinado automático y esmerilado
Condicion	Iluminacion uniforme
Color techo	Blanco
Periodo de limpieza	6 Meses
Espacio entre techo y luminaria	1,31 ft
Watts	36
Vida nominal (70%) (Tabla 9.9)	2500
Número de lamparas por	2

Ilustración 17 Información base para el cálculo de luminarias

Fuente propia de los autores

Se estableció el número de lámparas y luminarias mínimas requeridas para la batería sanitaria lo cual es pieza clave para el último paso que es establecer la ubicación de las luminarias que se hizo mediante un cálculo, para conocer la distancia entre luminaria y luminaria y así mismo poder diseñar un prototipo adecuado cumpliendo con todos los requerimientos necesarios

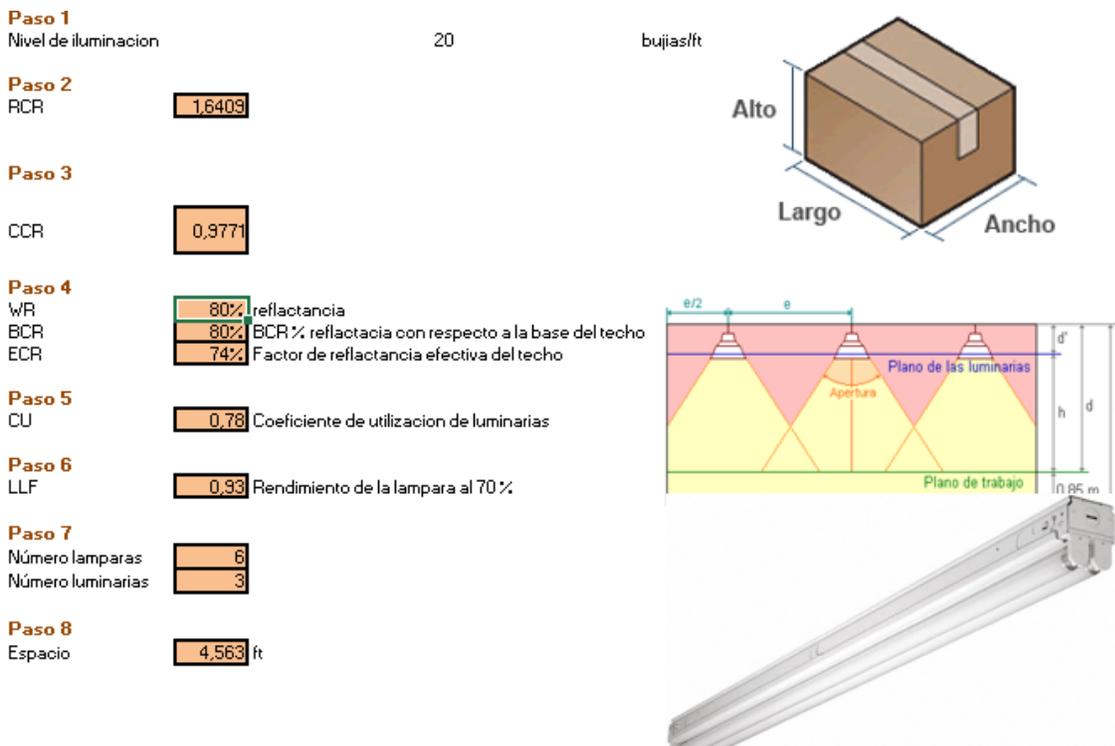


Ilustración 18 Calculo para número de luminarias y lámparas en el área y la distancia entre ellas

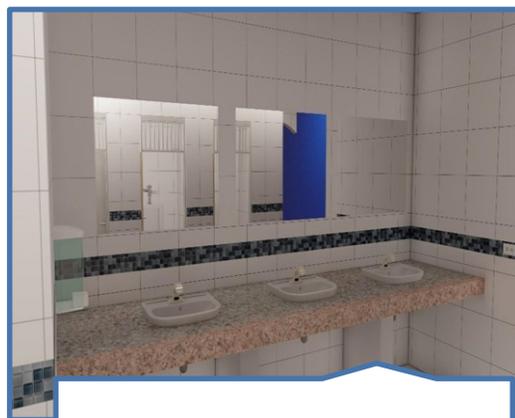
Fuente propia de los autores

Para el diseño de luminarias y las modificaciones de los grifos automáticos se realizó el plano de la batería sanitaria en AutoCAD localizando dimensiones y área total de la batería, con este plano y por medio del programa de SketchUp se levanta el plano en tres dimensiones (3 D) y se procede a adjuntarse detalles específicos dentro del plano como tomacorrientes, grifos, luminarias, dispensador de jabón, sensores y demás aspectos que realizan el diseño, luego ya teniendo los objetos en su posición respetando los cálculos,

medidas y modificaciones se procede a utilizar un tercer programa que es Lumion 3 D con el cual se ajustaron las texturas, filtros y demás para llevarlo a un foto realismo con el fin de mostrar un prototipo realizado.



- Diseño de la ubicacion de las luminarias y sensor de movimiento en los baños



- Diseño de la griferia automatica en los baños



Vista general de los baños



Vista superior de los baños

Ilustración 19 Levantamiento de planos en 3 D área de los baños

Fuente propia de los autores

5.4 Cuarta Fase Desarrollo De La Prueba Piloto

En esta última fase, se procedió a la instalación de dispositivos que permitan regular el uso discriminado de agua y energía eléctrica en la unidad sanitaria.

La instalación que se realizó fue la siguiente:

- Instalación de las lámparas con iluminación led,
- Sensores de movimiento los cuales tuvieron debida conexión con las luminarias,
- Los grifos automatizados
- Modificaciones como las rejillas de desagüe de cada lavamanos, luminaria externa y los interruptores para esta área de la batería sanitaria.

Cabe anotar, que, en el momento de realizar esta investigación, se tuvo la restricción para realizar las mediciones de los dispositivos automatizados que fueron instalados en la batería sanitaria, por la presencia del virus Covid 19 la cual limitaba el acceso a la comunidad educativa, puesto que la Universidad implemento por mandato del gobierno, las clases virtuales hasta nueva fecha.



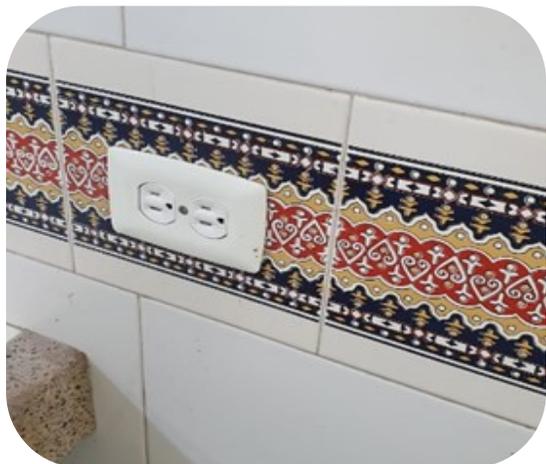
Sistema de alimentacion eléctrico para
grifería



Grifos automaticos baños de los
hombres

Ilustración 20 Registro fotográfico de instalación 1

Fuente propia de los autores



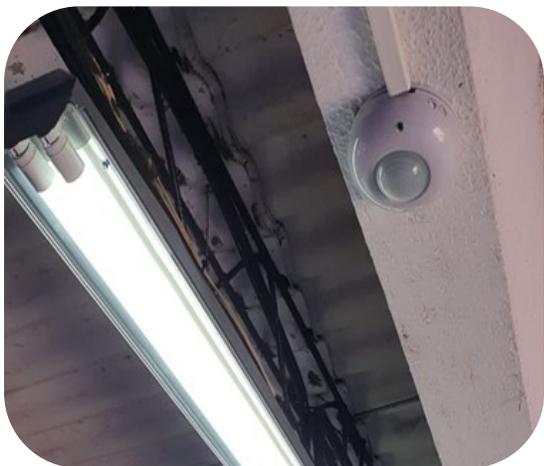
Correccion toma electrica baño de los hombres



Relleno de jabon liquido dispensador baño de los hombres

Ilustración 21 Registro fotográfico de instalación 2

Fuente propia de los autores



Instalacion de sensor baño de los
hombres



Luminarias instaladas en el baño de los
hombres

Ilustración 22 Registro fotográfico de instalación 3

Fuente propia de los autores



Grifos automaticos baños de las mujeres



Luminarias instaladas en el baño de las mujeres

Ilustración 23 Registro fotográfico de instalación 4

Fuente propia de los autores



Luminarias externas de los baños de las mujeres



Luminarias externas de los baños de los hombres

Ilustración 24 Registro fotográfico de instalación 5

Fuente propia de los autores

Capítulo 6

Conclusiones

El diseñar una prueba piloto en la Universidad Antonio Nariño sede Villavicencio, fue de vital importancia, por los resultados que se obtuvieron como son el propiciar el ahorro de agua y energía eléctrica, que en tiempos actuales de pandemia favorecen a la no contaminación de las personas que utilizan este servicio, puesto que no hay que tener contacto físico con los dispositivos instalados.

Para los investigadores fue de vital importancia la utilización de diferentes herramientas que permitieron diagnosticar o realizar cálculos para el diseño en los baños, por medio de estas herramientas se logró dejar en evidencia que la institución tiene varias falencias que se pueden superar con este estudio en cuanto a la dotación de sus baterías sanitarias.

El conocimiento de la normatividad colombiana utilizada fue de vital importancia para el diseño del prototipo para la Universidad Antonio Nariño sede Villavicencio, ya que en el RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas) se encontraron los principales parámetros para tener en cuenta al realizar la modificación de la instalación eléctrica de los respectivos baños de la Universidad y la NTC 1500 la cual fue la guía para garantizar el funcionamiento de los lavamanos de cada uno de los baños.

Con respecto a la instalación de los dispositivos, se logró con los cálculos respectivos, cumplir cada uno de los parámetros establecidos en la normatividad, como la implementación de las luminarias LED con su respectivo sensor de movimiento, esto con el

fin de utilizar las luminarias en tiempos determinados, es decir mientras se encuentran en uso y no constantemente como anteriormente sucedía, los grifos automatizados funcionan con sensores de movimientos y los grifos de push, tienen un ciclo de descarga establecido, con el fin que funcionen con un push cada cierta cantidad de tiempo, esto contribuye al ahorro de energía y agua dentro de la Universidad.

En resumen, con el ahorro de la energía y el agua por medio de estos dispositivos se hace que la Universidad contribuya a los objetivos de desarrollo sostenible aprobados por la ONU, y sabiendo que en tiempos de pandemia la disponibilidad de agua es un factor fundamental para preservar la salud del personal de la institución.

Capítulo 7

Recomendaciones

Se recomienda mediciones del gasto real de agua y energía eléctrica de la batería sanitaria de la Universidad Antonio Nariño sede Villavicencio, después de que trascorra la emergencia sanitaria derivada del Covid-19 SARS-CoV-2., puesto que de acuerdo a la información recopilada en esta investigación varias instituciones de educación a nivel mundial, datan del ahorro de agua y energía eléctrica con la implementación de dispositivos automáticos que dosifiquen de una manera estándar los recursos públicos vitales en mención.

Por ultimo notamos que es imprescindible que todas las instalaciones de la universidad se alineen con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) para que así contribuya a la mitigación de los impactos ambientales negativos tales como generación de gases efecto invernadero, estrés hídrico y aumento de las sequias, destacando enfoques del desarrollo sostenible, vinculando la ingeniería con el entorno social, en bien con la humanidad y todo el entorno que la rodea.

Referencias

- Alcaldía de Villavicencio. (s.f.). <http://www.villavicencio.gov.co>. Obtenido de <http://www.villavicencio.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Benjumea, M. S. (2009). <https://repository.eia.edu.co>. Obtenido de https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/1603/7/BenjumeaMaria_2009_PropuestaParaImplementacion.pdf
- Carazo, P. C. (Julio de 2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión*(Num. 20), 165-193. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/646/64602005.pdf>
- CORONA. (s.f.). <https://corona.co>. Obtenido de https://corona.co/productos/griferias/griferias-institucionales/griferia-para-lavamanos-institucional-push-mesa/p/947120001?gclid=Cj0KCQiAh4j-BRCsARIsAGeV12Api6YFIBNFY17RB766upQB2pjTh2mAY1noykFJIt-oX_kfMnaCE8AaAhztEALw_wcB
- CORONA. (s.f.). <https://corona.co>. Obtenido de <https://corona.co/medias/VV1015551-griferia-lavamanos-8-pulgadas-vaal-ficha-tecnica.pdf?context=bWFzdGVyfGRvY3VtZW50c3wyNTQxODI8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfGgwMS9oNjQvODgwNDkxODA2NzIzMC9WVjEwMTU1NTEtZ3JpZmVyaWEtbGF2YW1hbm9zLTgtcHVzZ2FkYXMTdmFhbC1maWN0YS10ZWVuaWN>

Debold B. , William Meyer. (s.f.). *Estrategia de la investigacion experimental*.

Flores, F., & Quispe, A. (Mato de 2014). Determinación de parásitos intestinales en manijas de grifos de baños públicos en los principales. *Revistas Bolivianas*.

Obtenido de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S8888-88882014000100003&script=sci_arttext&tlng=es

Granados , G., & Pérez, J. (Junio de 2017). *Diseño de un prototipo para la medición del consumo de agua en un grifo de una unidad habitacional a través de la tecnología ZigBee*. Obtenido de

<https://pdfs.semanticscholar.org/cf94/ca8fe79057e1ea0c97061385bb6f6301b85f.pdf>

ISO 50001. (2011). 3.9.

López López, J., Álvarez Ley, J., & Bassam, A. (México). Eficiencia Energética en Luminarias: Estudio de Caso. *Ingeniería Revista Académica, Vol. 21*(núm. 3), 1-12.

Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/467/46754522001.pdf>

ONU. (2015).

Pinzón, J., Santamaría , F., & Corredor, A. (Abril de 2014). Uso racional y eficiente de la energía en edificios públicos en Colombia. *Resvistas UDistrital*. Obtenido de

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/6497/9180>

Plan De Acción Indicativo De Eficiencia Energetica . (2017-2022).

Quispe Breñas, G., & Salcedo Fernández, S. (15 de Noviembre de 2018). Bacterias patógenas en servicios higiénicos de una institución educativa superior. *Revista de Investigación: Ciencia, Tecnología y Desarrollo, Volumen 4*(Numero 2), 56-69.

Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/329792838_Bacterias_patogenas_en_servicios_higienicos_de_una_institucion_educativa_superior

Serrano, A., Martínez, A., Guarddon, O., & Santolaya, J. (Junio de 2015). Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: Un estudio de caso. *DYNA*, Vol. 82(núm. 191), 231-239. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49639089029>

Silva, D. G., Erazo, J. G., & Cruz, A. M. (Octubre de 2012). Eficiencia en el consumo del agua de uso residencial. *Revista de Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 11(N. 11), 16. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v11n21/v11n21a03.pdf>

Torres Salas, T. C. (Julio de 2015). Estrategia para usar racionalmente el agua: experiencia de una entidad de educación técnica industrial, certificada bajo la norma ISO 14001:2004. *Industria Data, Revista de investigación*, vol. 18(núm. 2), 46-54. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/816/81643819007.pdf>

U.D. Francisco José de Caldas. (s.f.). <https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co>.

Obtenido de <https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviviendas/3-especificaciones-de-materiales/griferia-y-aparatos-de-lavado/griferia-lavamanos>

Usón, A. A., Bribián, I. Z., Balsategui, S. D., & Sastresa, E. L. (2010). *Eficiencia Energética en Instalaciones Y Equipamiento de Edificios* (220 p ed.). Zaragoza, España: Prensas Universitarias de Zaragoza. Obtenido de

[https://books.google.com.co/books?id=r1c_dnIwEh0C&printsec=frontcover&hl=es
&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=r1c_dnIwEh0C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Velandia, J. C. (12 de Mayo de 2012).

<http://ingjuanelandia.blogspot.com/2012/05/analisis-de-precios-unitarios-de-una.html>. Obtenido de <http://ingjuanelandia.blogspot.com/2012/05/analisis-de-precios-unitarios-de-una.html>

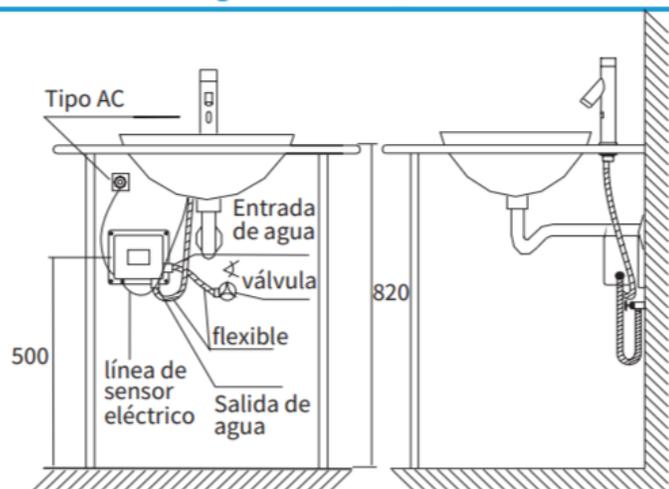
Anexos

ANEXO 1. FICHA TÉCNICA DEL LAVAMANOS

EFFI



Diagrama instalación



Ficha Técnica

Tipo de llave	Lavamanos
Regulador de T°	No
Terminación	Cromo
Conexión eléctrica/ batería	AC 220V / 50Hz / DC 6V
Opciones de uso	Enchufe o Batería (4 pilas AA)
Duración batería	50.000 usos
T° ambiente de trabajo	1-55°
Consumo eléctrico	<2W
Diámetro de entrada	1/2"
Presión del agua	0,05Mpa - 0,6Mpa
Tipo de protección	IP54
Garantía	1 año

Anexos 1 Ficha técnica de lavamanos

ANEXO 2. FICHA TÉCNICA DE SENSOR DE MOVIMIENTO

Lunatone

DALI CS



Ficha técnica

Combi Sensor Modul
Movimiento, luz y temperatura

Unidad de sensor para el control automático de la iluminación en un sistema DALI

Referencia 86458621

Especificaciones y características

Tipo	DALI-CS
Código de artículo	86458621
Alimentación	por el bus DALI
Consumo típico	3,5 mA
Entrada/salida	DALI
Función	programable
Temperatura de funcionamiento	0°C - 70°C
Temperatura de almacenamiento	-25°C - 85°C
Clase de protección	IP20
Sección de los conductores de alimentación	0,5 - 1,5 mm ²

Sensor de movimiento por infrarrojos

Sensibilidad: 92 zonas, Distancia: < 12 m
Rango: hor.: ± 51°, vert. ± 46°
Dif. temp. entre objetivo y entorno: > 4°C

Medición de la intensidad lumínica

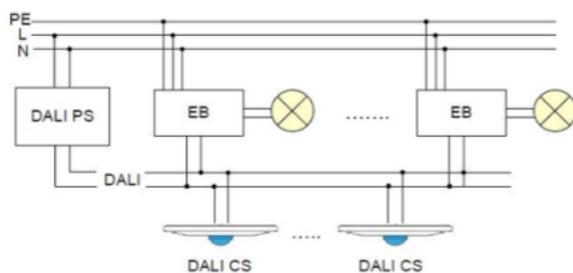
Rango: 0-2500 lux; resolución: 1 lux

Sensor de temperatura:

Rango: 0°C -70°C; resolución: 1°C

Integrado opcionalmente (a solicitud):

Receptor de infrarrojos o radiofrecuencia para el mando a distancia



Estructura típica de un sistema

Anexos 2 Ficha técnica de sensor de movimiento

ANEXO 3. FICHA TÉCNICA LUMINARIA LED

É M I T Y

LED PANEL

En BOREARIS los Paneles LED son ultra finos, brillantes y de diseño moderno para que con ellos creemos ambientes decorativos elegantes y luminosos, siendo ideales para sustituir los paneles de fluorescencia convencionales. Estas luminarias se instalan en techos, cielorrasos o suspendidos en el aire. Emiten un flujo de luz uniforme, ahorran hasta un 50% en comparación con sistemas convencionales de fluorescencia, tienen una larga vida [hasta 10 veces más] y son virtualmente libres de mantenimiento.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tipo	Luminaria Panel LED
Tensión de entrada	AC100V-277V - 50/64Hz
Factor de potencia	≥0.90
Temperatura de operación	-35 ~ 55°C
Ángulo de apertura [°]	160°
Eficacia (Lm/W)	80-90 lm/W
Eficiencia	≥ 85%
CRI	Ra≥80
Grado IP	IP40
Grado Ik	IK08



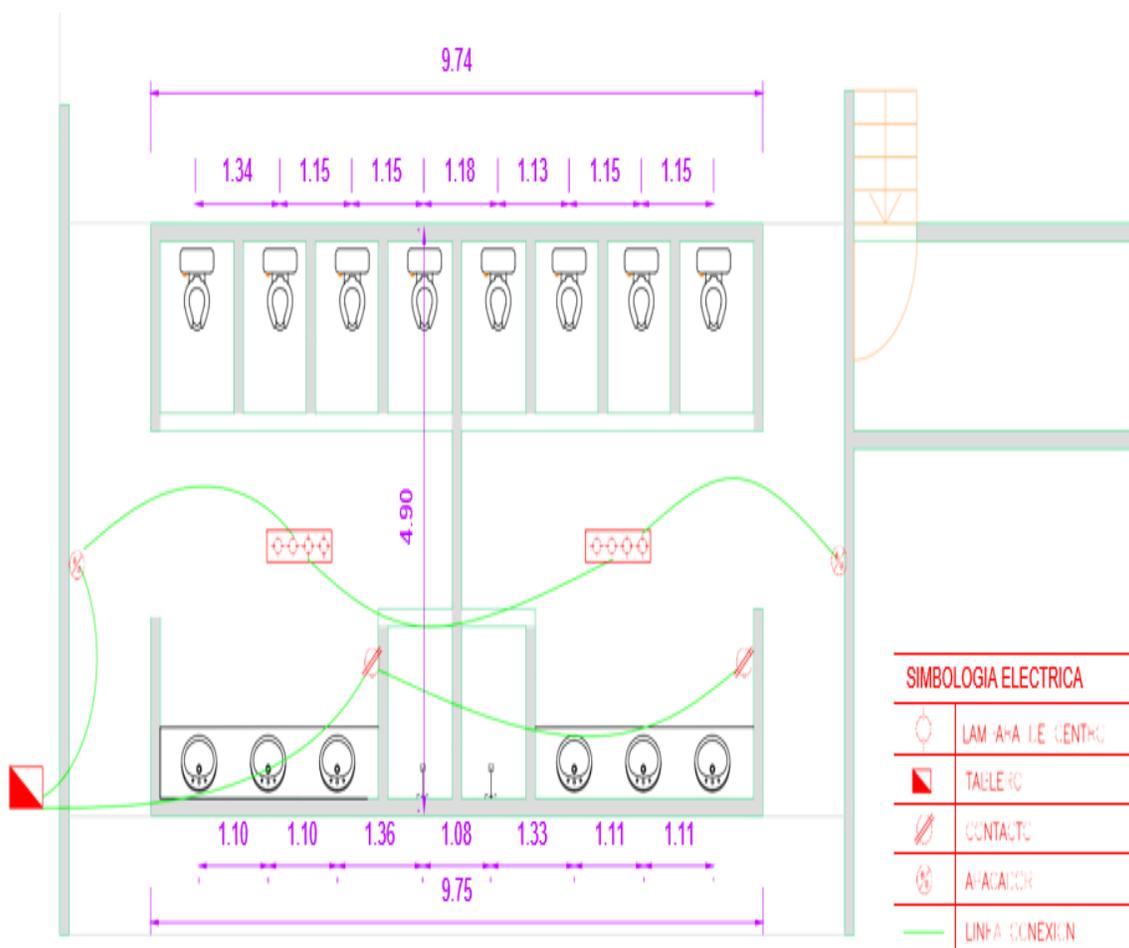
Garantía
2 años



Temperatura de color
Luz Cálida 3000K- Luz Neutra 4000K
Luz Blanca 6000K

Anexos 3 Ficha técnica luminaria LED

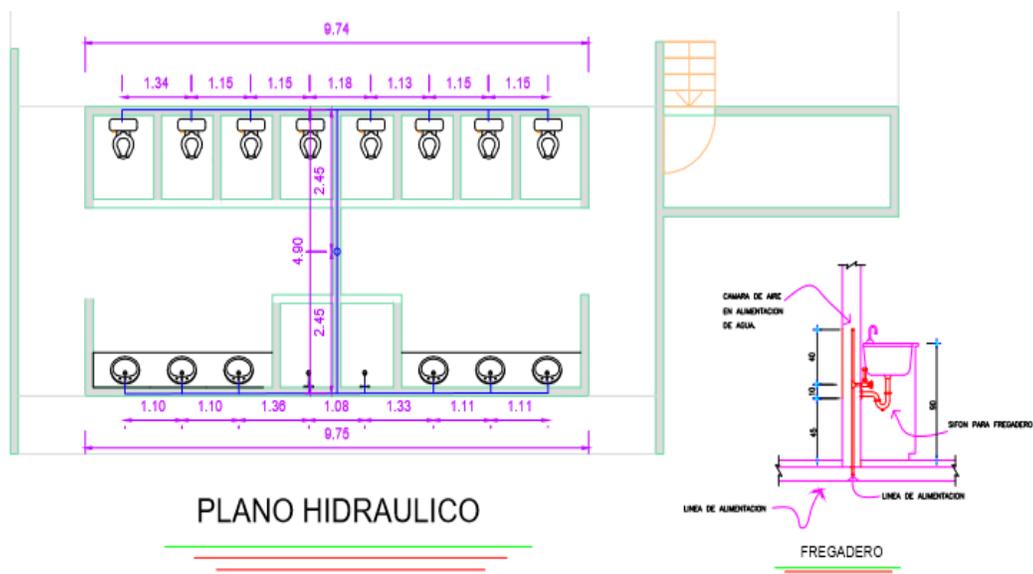
ANEXO 4. PLANO ELÉCTRICO DE LA BATERÍA SANITARIA



PLANO ELECTRICO

Anexos 4 Plano eléctrico de la batería sanitaria

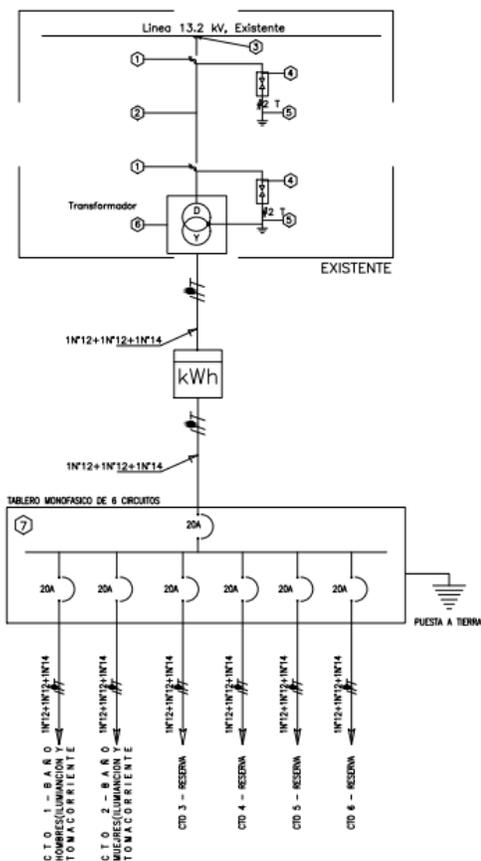
ANEXO 5. PLANO HIDRÁULICO DE LA BATERÍA SANITARIA



Anexos 5 Plano hidráulico de la batería sanitaria

ANEXO 6. DIAGRAMA UNIFILAR

DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.



CONVENCIONES

①	Cortacircuitos 15 kV tipo cañuela y fusibles tipo H, 5.2kA.
②	Cable XLPE 15kV 3#2AWG
③	Estribo y grapo de operar en caliente
④	Pararrayos exterior tipo ZnO, de 12 kV, 10 kA.
⑤	Puesta a tierra con varillas Cu. de 2.40 m.
⑥	Trans. trifásico de XXkVA, 13.200/208 V. DYn5, Poste.
⑦	Tablero baños B.T. 110 V.

Anexos 6 Diagrama Unifilar

ANEXO 7. CUADRO DE CARGAS

CUADRO DE CARGAS (T-TN.) TABLERO DE CORRIENTE MONOFASICO DE 6 CIRCUITOS CON TOTALIZADOR - BAÑOS																								
CTO No	IDENTIFICACIÓN	TOMAS		ILUMINACION			FASES	CIRCUITO BREAKER			FASES	CIRCUITO BREAKER			FASES	ILUMINACION			TOMAS		IDENTIFICACIÓN	CTO No		
		POTENCIA (VA)	POTENCIA (VA)	LAMPARA TIPO BALASTRA 36V	LUMINARI A TIPO BALASTR A 78V	POTENCIA (VA)	A (AMP)	CAL	AMP	POLO		POTENCIA (VA)	LAMPARA TIPO BALASTR A 36V	LUMINARI A TIPO BALASTR A 78V	POTENCIA (VA)	POTENCIA (VA)	A (AMP)	POTENCIA (VA)	LAMPARA TIPO BALASTR A 36V	LUMINARI A TIPO BALASTR A 78V			POTENCIA (VA)	POTENCIA (VA)
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			10	10
1	BAÑO HOMBRES	1	180	180	3	2	264	3,70	12	20	1	A	1	20	12	3,05	186	3	1	180	180	1	BAÑO MUJERES	2
3	RESERVA						0,00	12	20	1	A	1	20	12	0,00								RESERVA	4
5	RESERVA					0	0,00	12	20	1	A	1	20	12	0,00								RESERVA	6
TOTALES			180			264	3,70								3,05	186			180					

CALIBRE DEL CONDUCTOR: CABLE DE COBRE THHN 1No.12(F)-No.12(N)-No.1(T)

PROTECCIÓN: 1/20A

CORRIENTE TOTAL FASE A (A): 6,75

TOTAL CARGA (VA): 810

Anexos 7 Cuadro de cargas