

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN – LEON
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN



MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMÁTICA EMPRESARIAL

PROPUESTA PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO DE MEDICIÓN DE TANQUES INDUSTRIALES UTILIZANDO PLACAS ARDUINO PARA CUANTIFICAR EL INVENTARIO EN TIEMPO REAL Y REMOTA DE MATERIALES LÍQUIDOS PARA LA EMPRESA LIQUID STORAGE S.A A PARTIR DEL SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO 2020.

Autor: **Ing. Ramiro José Flores Acevedo**

Tutor: M. Sc. Arnoldo José Contreras Mercado

Octubre del 2021

“A la libertad por la Universidad

Contenido

Antecedentes	6
Planteamiento del problema	8
Justificación	9
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos	10
Marco teórico.....	11
Procesos	11
Mejora de procesos.....	12
Proceso de medición de tanques de almacenamiento o industrial	14
Medir tanques horizontales.....	15
Medir tanques verticales.....	16
Tiempo	16
Tiempo de consumo.....	17
Tecnología hardware	18
Microcontrolador inuxo r3.....	19
Arduinio ethernet shield.....	20
Sensor ultrasónico hc-sr04	21
Cable utp.....	22
Switch dgs-105	23
Tecnología software y plataformas.....	24
Servidor inux 20.04 lts	24
Internet	25
Robótica	26
Node.js	26
Google charts.....	27
Sgbd	27
Microsoft sql server	28
Visual studio code	28
Ssms.....	28

Marco metodológico.....	29
El tiempo.....	30
Toma del tiempo.....	31
El tiempo de consumo.....	34
Cantidad de líquido.....	35
El tiempo de recolección de datos.....	37
Costo de toma de inventario líquidos en Liquid Storage S.A.....	37
Costos y gastos de medición de contenido liquido en tanques en la sede principal... 38	
Costos y gastos de medición de contenido liquido en tanques en la sede en la localización remota.....	39
Armado del circuito arduino.....	40
Instalación y configuración de servidor linux.....	42
Instalación y configuración del java runtime environment nodejs.....	48
Conectando arduino con node.js y el servidor linux.....	50
Instalación y configuración del widget utilizando el api de Google chart.....	52
Creación de base de datos para guardar registros.....	53
Diagrama de conexión de red para el circuito arduino y módulos periféricos colocados en tanques de la planta.....	55
Instalación del sensor en los tanques.....	56
Flujo de la información.....	57
Resultado y discusión.....	58
Conclusiones.....	60
Referencias bibliográficas.....	62

Contenido de figuras.

Figura 1: Ejemplo de esquema grafico de un proceso.....	12
Figura 2: Ejemplo de mejora de un proceso a través del esquema gráfico.....	13
Figura 3: Representación geométrica de la medición de tanques horizontales.....	15
Figura 4: Representación geométrica de la medición de tanques verticales.....	16
Figura 5: El reloj es un dispositivo que ayuda con la medición del tiempo.....	17

Figura 6: Maquina embotelladora, su actividad puede medirse con un tiempo de consumo igual a la cantidad de líquido suministrada a cada botella en un período de tiempo.....	18
Figura 7: Placa Arduino Uno R3.....	19
Figura 8: Ethernet Shield.....	20
Figura 9: Funcionamiento del sensor HC-SR04.....	21
Figura 10: Conexión con el sensor HC-SR04.....	22
Figura 11: Conectores RJ-45 para cable UTP.....	23
Figura 12: Switch DGS-105.....	24
Figura 13: Comparación servidores Linux contra Windows.....	25
Figura 14: Robot Spirit en la superficie del planeta Marte.....	26
Figura 15: Galería de gráficos que ofrece la API de Google.....	27
Figura 16: Metodología en cascada.....	29
Figura 17: Puertos conectados entre placa Arduino y sensor HC-SR04.....	40
Figura 18: Gráficos de Gauge, utilizando Google Chart API.....	53
Figura 19: Tablas anexas para almacenar registros enviados por el circuito Arduino	54
Figura 20: Tablas en el motor de base de datos.....	54
Figura 21: Diagrama de conexión de red.....	55
Figura 22: Ubicación del sensor ultrasónico en el tanque	56
Figura 23: Diagrama del flujo de información.....	57

Contenido de Gráficas.

Gráfica 1: Promedio de T en los tanques ubicados en la sede principal	31
Gráfica 2: Promedio de T en los tanques 1 al 4 ubicados remotamente	32
Gráfica 3: Promedio de T en los tanques 5 al 8 ubicados remotamente	33
Gráfica 4: Promedio de T en los tanques 9 al 11 ubicados remotamente	33
Gráfica 5: Cantidad en litros (LTS) de los tanques ubicados en la sede principal	36
Gráfica 6: Cantidad en litros (LTS) de los tanques ubicados en lugar remoto.....	36

Contenido de Tablas.

Tabla 1: Anotaciones costos y gastos de medición de contenido liquido en tanques en la sede principal	38
Tabla 2: Anotaciones costos y gastos de medición de contenido liquido en tanques en la sede en la localización remota.	39
Tabla 3: Resumen de viáticos y gastos.....	39
Tabla 4: Gastos de materiales	41
Tabla 5: Tabla comparativa de costos y tiempo de ambos procesos.....	59
Tabla 6: Comparación de gastos operativos.	60

Antecedentes

Los líquidos son el estado incomprensible de algunos elementos que se encuentran en la naturaleza, los cuales funcionan en la producción de diversos productos que se utilizan en el día a día en la sociedad, de manera, que el proceso de uso de estos para la elaboración de productos finales, suele ejecutarse mediante el uso de métodos artesanales o bien equipos no lo suficientemente eficiente con la materia prima generando desperdicios y rendimientos inferiores, ya sea, por el volumen y/o la cantidad de ingredientes que se mezclan como parte del procedimiento pero sin olvidar la fluidez de los líquidos.

Por ende, basado en [1], la mejora del proceso de producción puede contrarrestar las deficiencias del sistema ampliando así la capacidad de producción y su misma optimización.

Para conseguir la optimización de los procesos de producción se debe abarcar las operaciones y tiempo de producción de cada departamento; movimientos o transportes, distancias e inspecciones de estos. De esta forma conocemos la situación de la empresa y mejoramos donde estén las bajas [2]

De acuerdo con [3], dado el constante avance de la tecnología en las industrias se necesita introducir nuevas técnicas en las empresas para mejorar la productividad de estas, teniendo en cuenta la importancia de identificar las áreas con mayor vulnerabilidad, para lo cual se requiere de un análisis de los procesos de producción y así determinar la técnica más adecuada para tal proceso.

Así mismo, la introducción de nuevas tecnologías como modelos a escala que permitan evitar el desperdicio de líquidos significa una necesidad para hacer un uso

más racional, efectivo y el ahorro de los recursos limitados implicados en los procesos de producción de esta naturaleza [4]

Un tipo de sistema automatizado para esta clase de problemáticas es la aplicación de un modelo Arduino. Con base en la definición de [5] Arduino es “un proyecto de Código Abierto (*Open Source*) que posee una plataforma de hardware y un IDE (*Integrated Development Enviroment*). Esta plataforma de hardware está integrada por una variedad de tarjetas programables, de las cuales la más básica y accesible es Arduino Uno, esta no solo es la tarjeta más accesible desde el punto de vista económico, también es la más usada para fines diversos, edades e intereses”.

“Arduino Uno está integrado por un microcontrolador Atmega3128, 14 pines que funcionan como Entrada/Salida, 6 pines de entrada análoga, una memoria flash de 32 Kb, SRAM de 2 KB, EEPROM de 1 Kb, 7-12 V de entrada y una velocidad de reloj de 16 Mhz, en tan solo 68.6 X 53.4 mm de tamaño de la tarjeta como se puede observar en la Figura 1. La plataforma Arduino se programa mediante un IDE del mismo nombre que es descargada de forma gratuita desde la página del autor, es un ecosistema basado en Wiring, y usa el lenguaje de programación basado en C” [5]

Planteamiento del problema

En los procesos de producción de una empresa, la cuantificación de sus insumos de materia prima se puede llevar a cabo con procesos manuales, tradicionales y algunas veces utilizando procesos de vanguardia en la que se deba implementar sistemas tecnológicos que ayuden con esa tarea.

En estos procesos es imperativo llevar un control de los insumos tangibles necesarios para la manufactura de productos terminados. Cuando decimos que es imperativo, se refiere a que debemos tomar en cuenta que las utilidades o la rentabilidad de la empresa en el rubro la producción se relaciona con la cantidad, precio y calidad de su materia prima.

En empresas productoras de líquidos se tiene el inconveniente sobre la medición de los insumos almacenados sin procesar, lo cual se hace de forma manual, esto conlleva a que el total cuantificable de estos no sea manejable con suficiente precisión, sino hasta después de que estos son procesados.

El alto costo que implica invertir en tecnologías de vanguardia ha tenido a este tipo de empresas bajo un sistema manual en la que personas asignadas deben realizar medición nada más que utilizando el criterio de sus vistas y una vara de medida.

Este método hace que sea muy difícil tener control especialmente en los lugares de almacenamiento que no se encuentran en las sedes principales, muchas veces no se posee un registro actualizado y confiable.

Esto predispone a problemas que van relacionados con actividades delincuenciales de la zona en la que se puede tener pérdidas y la empresa no tendría una forma de saber qué está pasando debido a que el alcance de una persona no es maximizado, en comparación con si se utilizara tecnología de control automatizada.

Justificación

Hoy en día hay tecnologías que se pueden implementar a bajo costo, resolviendo el alto gasto que implicaría adquirir tecnologías de este tipo que ya se encuentran encapsuladas y comercializadas en el segmento industrial. Con esta propuesta, además de tener un sistema de medición de tanques industriales automático, se desarrollaría una interfaz web la cual detallaría los datos de medición en una manera legible y amigable a los usuarios, es decir, se alcanzaría una mayor simplicidad en la ejecución y desarrollo de este sobre este tipo de operaciones en la empresa, garantizando un mantenimiento más sencillo de los circuitos involucrados.

Esta propuesta de solución informática descartaría la necesidad de utilizar herramientas manuales que implican tiempo y recursos humanos, en las cuales los métodos de medición manual podrían presentar algún tipo de registro erróneo por parte de malas técnicas involucrados. En cambio, con la nueva forma de ejecución se tendría una medición automática y precisa sin depender de técnicos para obtener el valor actualizado en los registros de la empresa.

Esto se lograría mediante la introducción de una aplicación de intercambio de datos entre sistemas, la cual estaría lista y preparada para ser consumida por los diferentes sistemas a través de servicios web que facilitarían la sincronización y la actualización de la información cuantificable que los circuitos periféricos instalados en los tanques de almacenamiento proveerían.

Sin hacer falta de mencionar que esta nueva manera de mantener un control automatizado de los insumos líquidos de la empresa podría ayudar y mejorar la toma de decisiones de las áreas encargadas de la administración de estos.

Objetivo general

Proponer un prototipo de un sistema de hardware libre Arduino, para medir el contenido líquido de los tanques industriales y automatizarlo utilizando software libre para la empresa Liquid Storage S.A para el segundo semestre del año 2020.

Objetivos específicos

1. Diseñar un circuito Arduino con sensores de medición ultrasónica para medir distancias.
2. Obtener de forma automática la cantidad de líquido dentro de los tanques industriales con la ayuda del circuito Arduino.
3. Crear una API Rest de consumo para transmitir datos.
4. Diseñar widgets que muestre la información a los usuarios.

Marco teórico

Revisión de Literatura

El constante crecimiento de la demanda de productos líquidos ha impulsado la necesidad de mejorar los procesos industriales que estos conllevan, destacando el cambio de procesos artesanales a procesos automatizados que minimicen los costos de producción mismos, el impacto ambiental y en salud, generando así más productividad con responsabilidad social. Dado que no todas las empresas ven con claridad esta necesidad, en este estudio se contextualizarán las partes de ese proceso.

Procesos

Con base en la definición de la RAE¹, un proceso se entiende como un “Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial” [6]. Por lo tanto, los procesos industriales (teniendo en cuenta que la misma RAE define a “industrial” como “perteneciente o relativo a la industria”) son una secuencia de etapas que constituyen a una operación de carácter industrial.

Desde la perspectiva de la Ingeniería Industrial como ciencia, [7] los procesos o procedimientos son un conjunto de tareas ejecutadas bajo distintos métodos basados en la racionalización de un trabajo determinado, que consiste principalmente de un planeamiento, preparación, control y ejecución, para una producción.

Como parte de los procesos industriales se destaca el concepto de “productividad”. La productividad “expresa la relación entre el número de bienes y servicios

¹ Real Academia Española

producidos...” y los recursos implicados en el proceso mismo, así como es un índice que determina la supervivencia de una empresa o industria en general, teniendo en cuenta conceptos como satisfacción, éxito, mejora, etc. [7]

Para entender de manera visual un proceso puede ser graficado para tener un mejor entendimiento de los resultados que se obtendrán.

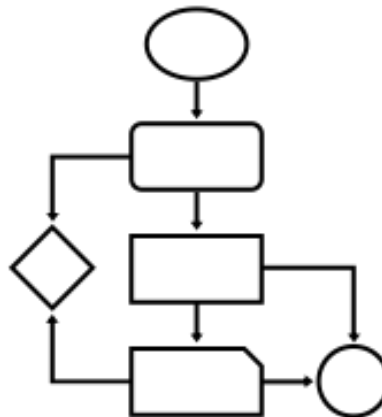


Figura 1: Ejemplo de esquema grafico de un proceso.

Gracias a la definición de la RAE, un proceso puede ser visualmente comprendido basado en un esquema que representa cada paso a seguir, cada tarea a ejecutar para llegar al final que sería nuestro resultado.

Mejora de procesos

La importancia en la mejora de procesos, [8] describe que los procesos deben ser mejorados como producto de evitar “trastornos ni retrasos” en la cadena de valor, siendo crucial la búsqueda de una técnica que permita a la empresa una producción más eficaz y eficiente, incluyendo la aplicación de metodologías que dirijan a la obtención de mejores resultados.

Se entiende por plan de mejora que es el conjunto de todas las actividades que se estudian detalladamente y se hacen para implementarse en un nuevo procedimiento para ayudar a los procesos ya vistos y a la industria a ser más competitivos en la satisfacción del cliente (Cabrera 2010)

Un ejemplo de mejora de proceso es la implementación de la “Metodología Kanban”, técnica industrial japonesa de Toyota que reemplaza la función de un humano mediante un dispositivo de señalización” el cual indica con precisión si hay demanda de producción, evitando una producción masiva; la cual soporta a otras técnicas japonesas como son el “Mantenimiento Total de la Producción” (TPM), “Justo a Tiempo” (JIT) y “Gestión Total de la Calidad” (TQM).

[9] explica que la implementación de nuevas tecnologías en los procesos industriales que desembocan en una producción más limpia tiene muchas ventajas entre las que destacan: menor uso de materia prima, menor consumo de costos fijos como agua, electricidad, combustible, menos pérdidas en insumos, maximización de la vida de los instrumentos de producción, menor riesgo de accidentes, mejora en la administración y proyecciones de las áreas de procesamiento, menos residuos, mejora en el índice de calidad de los productos, entre otros.

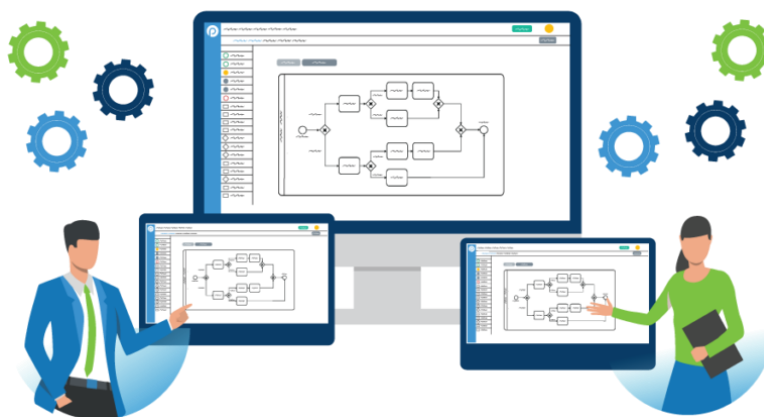


Figura 2: Ejemplo de mejora de un proceso a través del esquema gráfico.

Proceso de medición de tanques de almacenamiento o industrial

Los tanques de almacenamiento son depósitos utilizados en la reserva de un determinado producto, que varían en su capacidad dependiendo de su finalidad. Los tanques de almacenamiento tienen 2 clasificaciones: Tanques de almacenamiento cilíndricos horizontales y tanques de almacenamiento cilíndricos verticales de fondo plano.

Los tanques cilíndricos verticales de fondo plano se utilizan en el almacenamiento de grandes cantidades de líquido, pero que solamente se usan a presión atmosférica o presiones internas “relativamente pequeñas”, los cuales tienen la siguiente clasificación: De techo fijo, de techo flotante o sin techo. [10]

Dependiendo del material que se almacene en los tanques, en caso de ser líquidos, ya sean de tipo volátil o no, suelen liberar contaminantes a la atmósfera. La medición de tanques es un proceso que puede ser manual o automática, con distintos fines como: operaciones y movimiento, control de inventario o pérdidas, manejo de volumen, prevención de exceso y fugas, etc. [11]

[11] resalta que para la medición precisa de tanques se debe tener en cuenta la importancia de los datos recolectados, dado que estos influyen en el flujo de las demás operaciones, afectando tiempo y recursos. Aunque se pueden realizar mediciones manuales, el proceso de medición automático puede proporcionar una más alta precisión.

La medición de tanques o mejor dicho, la medición del contenido de un tanque varía en dependencia de cómo está colocado el tanque. Generalmente existen formas, la

horizontal y la vertical. Ambas consisten en tanques con propósitos similares, pero uso distinto.

Dependiendo de cómo tengamos instalado el tanque procederemos a medirlo de la siguiente manera:

Medir tanques horizontales

Determinar el volumen del cilindro que conforma el cuerpo es una tarea simple pero cuando se trata de tanques horizontales la tarea empieza a tornarse un poco más complicada, debido a que es una tarea recurrente conviene automatizar este tipo de cálculos.

En principio cuando de tanques se trata hay tres volúmenes a considerar, el volumen total, el volumen útil y el volumen máximo de líquido en reposo.

El procedimiento matemático —o mejor geométrico— toma como base un cilindro horizontal con tres datos conocido, que son el diámetro y la longitud del cilindro y la altura del volumen útil, como se muestra en la figura.

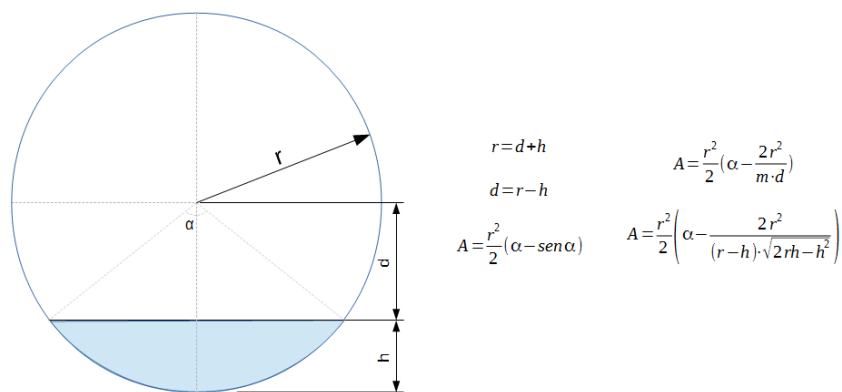


Figura 3: Representación geométrica de la medición de tanques horizontales.

Medir tanques verticales

Para el tanque cilíndrico típico ilustrado en la figura 4, la capacidad puede ser calculada a partir del diámetro y la altura.

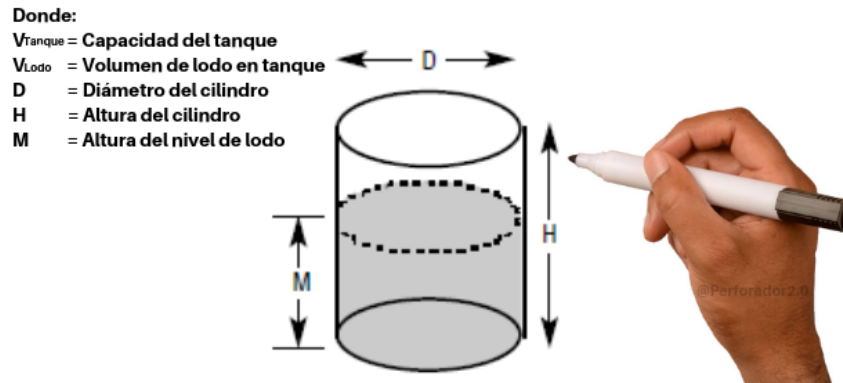


Figura 4: Representación geométrica de la medición de tanques verticales.

El volumen de lodo en tanque se calcula usando la altura del nivel de lodo (M) y la capacidad del tanque expresada en bbl/ft, bbl/in, m^3/m o m^3/cm . Realmente, lo que se suele medir en la práctica es la altura vacía (in o cm) desde el tope del tanque hasta donde está el nivel de lodo.

Tiempo

El tiempo en los procesos de producción industriales “es el intervalo que transcurre para que los productos terminados dejen la línea operativa o de producción” [12]. El tiempo tiene un papel importante en el proceso de producción, ya que de este depende el éxito en el alcance de las metas de la empresa. Elementos como un mal funcionamiento en los procesos o tiempos “improductivos” pueden causar un aumento del ciclo del tiempo. [13]

Como todos sabemos el tiempo puede ser medido en muchas formas, podemos tener, segundos, minutos, horas, días e incluso personalizar alguna escala que se ajuste a nuestra necesidad. Para esto tenemos que debemos analizar el transcurso normal de percepción del tiempo y luego sistematizarlo para ser cuantificable.

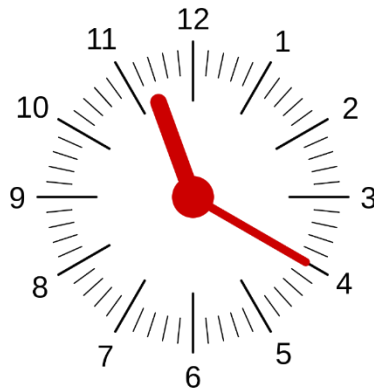


Figura 5: El reloj es un dispositivo que ayuda con la medición del tiempo.

Tiempo de consumo

El proceso de vaciado de tanques es un proceso de salida del líquido o bien la masa dentro del mismo, el cual consta de una velocidad en dependencia del procesamiento de este y sus fines [14]

El tiempo de consumo en la práctica es aquel que se va cuantificando mediante se agotan los recursos que se encuentran almacenados en un lugar específico. Entonces, a medida que estos van disminuyendo según la velocidad en la que lo hacen se puede relacionar el tiempo de consumo.

A modo de ejemplo si tenemos una procesadora de alimentos sólidos que pasan por un molino a cierta velocidad y cuando comparamos el peso de 1 tonelada en un

intervalo de tiempo medido de 30 minutos, podemos decir que el tiempo de consumo es de media hora (1/2) hora por tonelada.

La cantidad será inversamente proporcional al tiempo medido durante el consumo. Esto quiere decir, que peso, litros, u otra medida sobre el tiempo medido será igual al tiempo de consumo.



Figura 6: Máquina embotelladora, su actividad puede medirse con un tiempo de consumo igual a la cantidad de líquido suministrada a cada botella en un período de tiempo.

Tecnología hardware

El hardware informático y otros tipos.

Los conceptos como robótica, microcontrolador Arduino R3 y de otras de las cosas que son utilizados e implementados en este proyecto que integra automatización, informática y tecnologías de comunicación. A continuación, se describirán las tecnologías que se aplicarán a este trabajo.

Microcontrolador 19inux19o r3

La tecnología de Microcontroladores Arduino UNO o R3 es una representación conjunta que actúa en función del desarrollo de sistemas en el entorno de la programación y la electrónica, mediante el uso de códigos y hardware abiertos, generando sistemas de computación junto a otros componentes que generan “valor de uso” para variedad de procesos de medición, soluciones en determinados entornos en los que la sistematización de procesos estimula una mayor productividad y en general la automatización que facilite el uso de la información, basado en su capacidad de generar un acceso más fácil a la información.

Con base en [15], la naturaleza de Arduino cuenta con una variedad de diseños de sistemas de placas que comprende “mejoras e inclusión de nuevas características hardware”, tales como “Arduino Uno R3, Arduino Leonardo y Arduino Mega”. El proceso de programación de Arduino en sus placas se ejecuta por medio de un código abierto para microcontroladores Wiring, a partir del lenguaje de programación *Processing*, cuyo desarrollo radica en Java con sintaxis y semántica con características como las de C y C++.

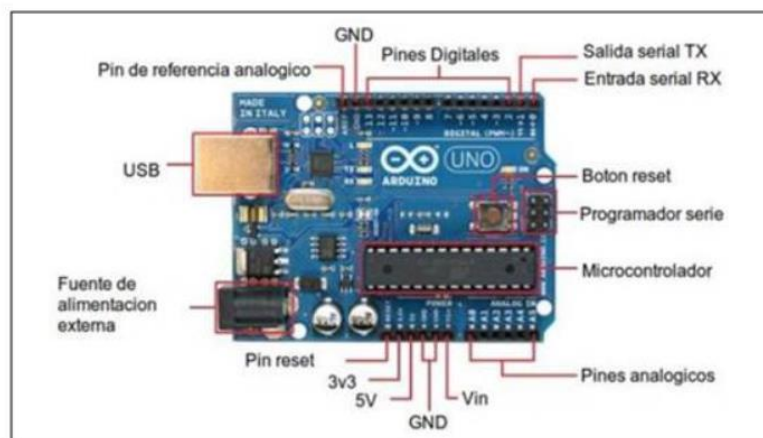


Figura 7: Placa Arduino Uno R3

Arduinio ethernet shield

El Arduino *Ethernet Shield* es un dispositivo de chip que se basa en el chip Ethernet WIZnet W5100, siendo el *Shield* un medio que capacita al Arduino para el establecimiento de intercomunicación a través de la vía CAN-Bus. Así, el Arduino *Ethernet Shield* maneja los protocolos IP y TCP como UDP, lo cual logra garantizar un soporte de incluso cuatro conexiones de *sockets* de forma simultánea. Este sistema de conexión Arduino escribe programas mediante la “librería Ethernet” que funciona con el uso de conexión a Internet. El *Ethernet Shield* se usa con Arduino a través de alfileres de conexión largos [16]

Arduino usa pins digitales (los cuales no pueden utilizarse en conexiones entradas y salidas generales) con numeraciones de 10 a 13 (SPI²) en función de establecer comunicación con el W5100 en el *Ethernet Shield*.

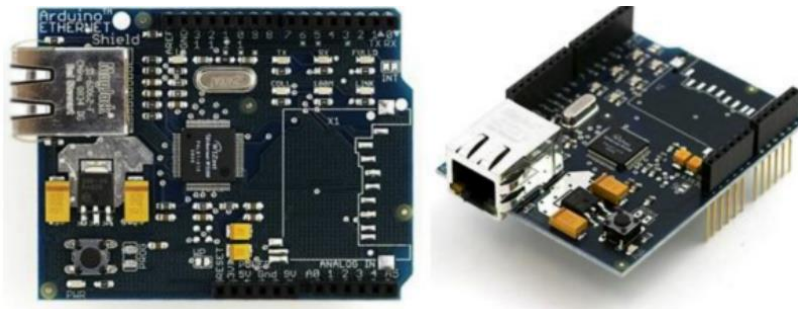


Figura 8: Ethernet Shield

Los *shields* tienen en su composición una determinada cantidad de LEDS informativos como son: 1) PWR cuya función es servir de indicador sobre el estado de alimentación a la placa 20inux20o y el *shield*; 2) LINK es un indicador con luz que parpadea en el momento de la transmisión de datos, ya sea de emisión o

² Serial Peripheral Interface

recepción, determinando así la presencia de un enlace de red; 3) FULLD es el indicador de conexión de red de tipo *full dúplex*; 4) 100M es un indicador de presencia de conexión de red de 100 Mb/s; 5) RX es el indicador LED que emite destellos cuando hay recepción de sats en el *shield*; 6) TX es el indicador LED de envío de datos del *shield*; 7) COLL es el indicador LED que emite destellos cuando colisiones de red son detectadas.

Sensor ultrasónico hc-sr04

Con base en [17] HC-SR04 es un sensor ultrasónico cuya función es la medición de la distancia de un objeto a través del tiempo que tarda una señal ultrasónica de 40 kHz emitida por el transmisor rebotando en rebotar sobre el objeto y retornar a receptor, en función de alcanzar precisión en este proceso, teniendo en cuenta las dimensiones de la velocidad del sonido en el ambiente y el tiempo mismo. El HC-SR04, a nivel físico, funciona de forma que una onda sónica se emite por medio de un pulso en la “patilla” *trigger* o disparador, onda que, de encontrarse con un obstáculo tendrá un rebote, que la llevará nuevamente al sensor, la cual se registrará por el receptor.

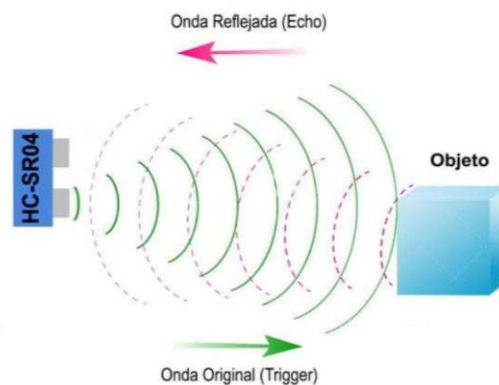


Figura 9: Funcionamiento del sensor HC-SR04

El circuito se construye a partir de cuatro pines “VCC” conectados a la salida 3V de la placa, *Trig* conectado a PIN digital de la placa encargado de enviar el pulso ultrasónico, “Echo” al PIN de entrada digital que recibirá el eco de dicho pulso y por último “GND” que va conectado a tierra.

Es de considerar que, para recibir y transmitir la información, los puertos RXD y TXD, con el Bluetooth que funciona como serial conectado a estos, deben conectarse de la forma siguiente:

- HC-05 GND --- GND
- HC-05 VCC --- 3V
- HC-05 TX --- RX
- HC-05 RX --- TX

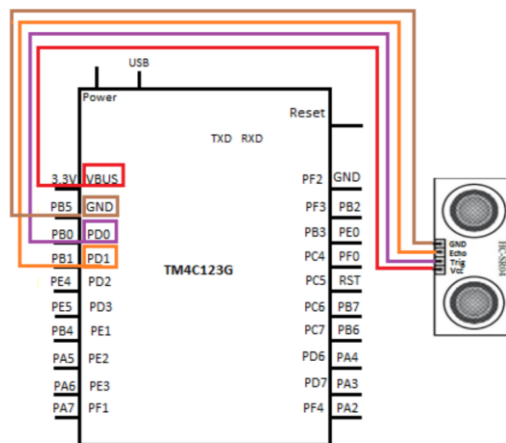


Figura 10: Conexión con el sensor HC-SR04

Cable utp

El Cable UTP por sus siglas en Inglés, que significa *Unshielded Twisted Pair*, es un cable no blindado que se utiliza en gran medida para telecomunicaciones.

Unshielded Twisted Pair o bien, “par trenzado no blindado” consiste en “una vía de conexión con un par de conductores eléctricos de cobre entrelazados en pares helicoidalmente, de forma que eliminan la diafonía de otros cables y las interferencias de medios externos” constituyendo una especie de antena, y así logrando una mejor transferencia de datos.

Usualmente, este tipo de cables se forma por de 2, 4 hasta 25 pares de cables trenzados, los cuales se pueden identificar cada uno por un color a base de un material aislante [18]



Figura 11: Conectores RJ-45 para cable UTP

Switch dgs-105

Un Switch DGS-105 es un Switch de Ethernet Gigabit, o bien un tipo de Switch de red, cuya función radica en distribuir la conexión de red hacia los dispositivos que se conecten a este, de manera que se establezca una conexión a internet estable. El Gigabit Ethernet es un estándar de tecnología de transmisión de datos de hasta 1Gigabit por segundo. Este tipo de Switch se caracteriza por contener 5 puertos de conexión Ethernet. [19]



Figura 12: Switch DGS-105

Tecnología software y plataformas

El software informático utilizado en este proyecto.

Los conceptos como Servidor Linux 20.04 LTS, Internet, robótica, Node.js, Google Charts y todos aquellos conceptos informáticos necesarios para la implementación y configuración del proceso de automatización.

Servidor 24linux 20.04 Its

Como servidor, Linux es un sistema operativo con capacidad de auto seguridad, multiplataforma, aplicación de protocolos en red LAN/Internet, multiusuario, ejecución de múltiples programas a la vez, cuenta con distribución permitida de su código fuente, es decir que su código fuente es de dominio público. [20] Dada su naturaleza, Linux se enfrenta a otros servidores como Windows, por lo cual se establece la siguiente comparación:

LINUX	WINDOWS
Código fuente de dominio PÚBLICO	Código fuente PRIVADO
Imposible esconder programas maliciosos	Resulta sencillo hacerlo
Cualquiera puede arreglar problemas	Se necesita de un Parche
4 son los virus que afectan a Linux	Lista de Virus inestimable
Hecho en y para redes informáticas	Necesita de paquetes extra
Seguridad Nativa	Necesita de paquetes extra
Independencia de Servicios	Servicios Dependientes
Actualizaciones del Sistema cada 3 meses	Actualizaciones cada 3 años
Administración Remota	Administración Local
Multiusuario Real	Multiusuario Virtual
Multitarea Real	Multitarea Virtual
TCP/IP nativo	Mala implementación de TCP/IP
Costos mínimos (es	Costos elevados

Figura 13: Comparación servidores Linux contra Windows

Internet

Internet es un sistema de comunicación de redes que permite la interconexión de dispositivos a escala mundial, de forma que todo dispositivo debe contener el “mismo lenguaje o protocolo” o bien el IP (Protocol Internet), en el cual no existen barreras físicas, técnicas ni de ninguna nación.

Siendo un sistema de comunicación, internet permite la transmisión de información de una fuente/dispositivo a otro en cualquier parte del mundo, sin restricción de la naturaleza, dónde y cómo se conecten los mismos; sin embargo, análogamente con el servicio de correo postal, también aplica protocolos con base en “convenciones y formatos consensuados”. Por ejemplo, las convenciones más comunes son las *SMTP* (Convención para el envío de correos electrónicos) y *la HTTP* (Convención de acceso a sitios web). [21]

Robótica

Según [22] la robótica es el estudio de los robots, los cuales son máquinas con propósito de realización de trabajos. Asimismo, es una ciencia de ingeniería interdisciplinaria dirigida al proceso de construcción de robots mecánicos, teniendo en cuenta que la robótica se origina bajo la interconexión entre tecnología, ciencia e ingeniería. Como características esenciales, la robótica abarca los procesos de construcción mecánica, aplicando electricidad en algunos casos, y un cierto nivel de programación de computación.

La robótica se ha conocido gracias a sus alcances a través de la historia, como son los robots de misión al espacio exterior, o por otro lado robots que ejecuten tareas humanas. Hasta la fecha también se han construido robots de tipo *humanoides* que simulan la apariencia física y el comportamiento humano, que al igual que otros tipos de robots tienen objetivos variados en dependencia de su naturaleza y contexto [23]



Figura 14: Robot Spirit en la superficie del planeta Marte

Node.js

“Node.js es un “entorno de ejecución de JavaScript orientado a eventos asíncronos, diseñado para crear aplicaciones network escalables”. Node.Js utiliza como

elemento a HTTP, que transmite operaciones con streaming y baja latencia de forma que NodeJs funciona de forma idónea como base de un framework web [24]

Google charts

Google Charts es una API de gráficos de Google dedicado al desarrollo de aplicaciones web con el fin de crear gráficos basados en datos escogidos e “incrustados” en las páginas web, ofreciendo distintos diseños para los diferentes tipos de gráficas, incluyendo mapas, diagramas, líneas, etc.

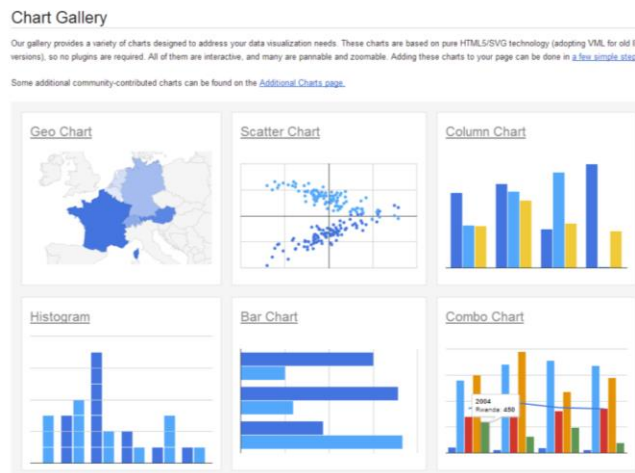


Figura 15: Galería de gráficos que ofrece la API de Google

Sgbd

Los SGBD son Sistemas de gestión de Bases de datos (*database management system*) son un software para interfaces entre las bases de datos, el usuario y las aplicaciones que se utilizan. Los sistemas de bases de datos tienen como objetivo el manejo sistemático de la información, partiendo de su organización, seguridad, consistencia, y la abstracción de los datos mismos como tal. Esto permite que la información se manipule, independientemente de su magnitud, que bien se puede

reorganizar, minimizar el tiempo de solicitud de esta, consultas y representaciones. [25]

Microsoft sql server

Microsoft SQL Server es “un sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS) producido por Microsoft. Su principal lenguaje de consulta es *Transact-SQL*, una aplicación de las normas ANSI/ISO utilizado por Microsoft Sybase”. [26]

Visual studio code

Visual Studio Code es una multiplataforma de edición de programación desarrollado por Microsoft, siendo un “proyecto” de software libre distribuido bajo licencia gratis. Asimismo, es una aplicación con base en el framework *Electron* de programación para aplicaciones de escritorio mediante la web para gráficas, que incluye motor gráfico Chrome y Node.js para la ejecución de JavaScript. [27]

Ssms

Según [28] SSMS es un administrador integrado para infraestructuras SQL. Por sus siglas en Inglés, *SSMS SQL Server Management Studio* tiene como funciones el acceso, configuración, administración y desarrollo de componentes SQL de cualquier servidor, uniendo herramientas de variados editores script para todos los niveles.

Marco metodológico

En este trabajo el método de investigación consistirá en aplicar un modelo en cascada para el desarrollo de un circuito Arduino ajustado a la medida y necesidad de cada tanque que se encuentra en la empresa Liquid Storage S.A. Para esto se analizarán variables importantes como el tiempo, cantidad de líquido, tiempo de consumo y tiempo de análisis de datos.

El 'tiempo' consistirá en un ciclo completo desde la obtención de datos hasta el consumo del insumo, por otro lado, el 'tiempo de consumo' sólo se referirá específicamente al tiempo en el que el material líquido es consumido. La variable 'cantidad' es la que nos dará el monto cuantificador almacenado y el 'tiempo de análisis de datos' consistirá en el tiempo que se toma desde la obtención de los datos hasta la toma de decisión de compra y venta de insumos líquidos.

El tiempo de recolección de datos para cada variable consistirá en un mes. En este mes se deberá obtener la suficiente información cualitativa y cuantitativa de cada variable que nos permitirá analizar los puntos 'X y Y' para comprender cómo -mientras se tiene el sistema Arduino instalado de la mano con el modelo manual que se viene utilizando en la empresa para medir los tanques que contienen líquidos-, ayuda a mejorar los procesos implicados en la operación de la empresa.

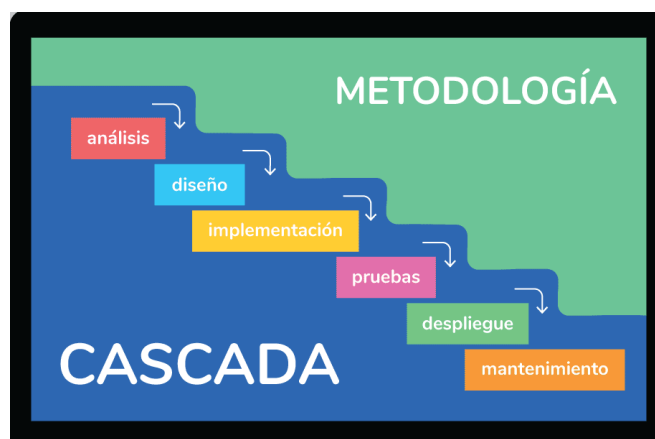


Figura 16: Metodología en cascada.

El tiempo.

En este proyecto el tiempo no tomará la definición de la física, mas bien, el tiempo se tomará como referencia al total que demora la empresa en obtener los datos cuantificables de cada tanque y así obtener el inventario líquido. Para esto se utilizará la formula establecida para el campo de la toma de inventario.

La empresa Liquid Storage S.A, el tiempo que demora en obtener cuánto tienen almacenado de líquidos depende del lugar en donde los tiene almacenado. Cuenta con 8 tanques en el lugar de la sede principal y otros 11 tanques que se encuentran en otra ciudad. Normalmente, el proceso de medición de líquido almacenado de cada tanque tiene una duración promedio de 30 minutos. Por otro lado, para los tanques que se encuentran fuera de la sede principal, la medición podría representar una labor de un día implicando que se debe mover al personal hasta el lugar en donde se encuentra cada tanque.

Si tomamos en cuenta los datos de tiempos que ya se han obtenido (Anexos 2) podremos hacer un cálculo promediado de un día y medio para saber cuánto existe en cantidad en el almacén de cada tanque. Ahora debemos aclarar que estos tiempos se calcularon basados en un escenario que no tiene ningún tipo de imprevisto; cuando se tenga instalada la placa Arduino con cada sensor en cada tanque los tiempos anteriormente descritos se reducirán a cero.

La fórmula para obtener el tiempo es “la suma del tiempo de salida del funcionario más el tiempo de llegada al tanque más el tiempo de subida al tanque”, esto porque la compuerta del tanque se encuentra en la parte superior, más el tiempo de recolección del dato.

Las variables y la fórmula misma se representan de la siguiente manera:

T = tiempo

Ts = Tiempo de salida del funcionario

Tg = Tiempo de llegada del funcionario

Tu = Tiempo de subida del funcionario

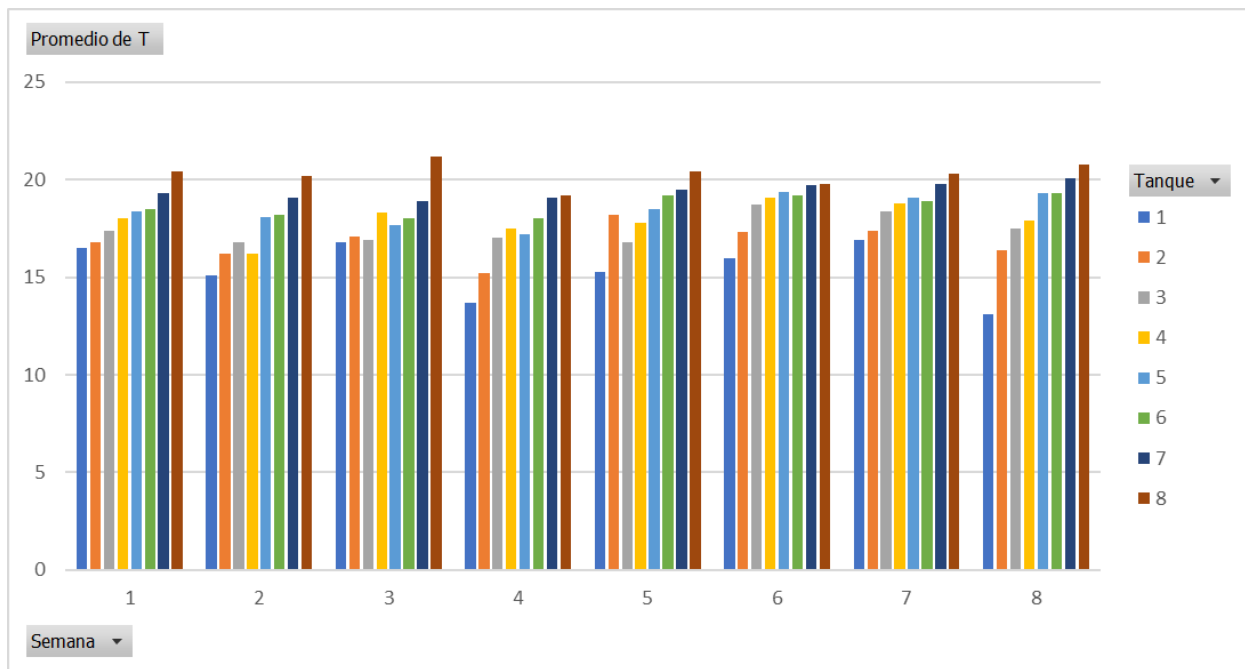
Td = Tiempo de recolección del dato del funcionario.

$$T = Ts + Tg + Tu + Td$$

Toma del tiempo

Basados en la formula anterior y aplicándola al campo real se obtuvieron los datos que se encuentra en la sección de anexos, tiempos tomados por cada tanque, en la ubicación de la sede principal y la ubicación remota de la ciudad de Corinto, Nicaragua.

A - El promedio de toma del tiempo de los tanques que se encuentran en la sede principal que cuenta con 8 tanques es:

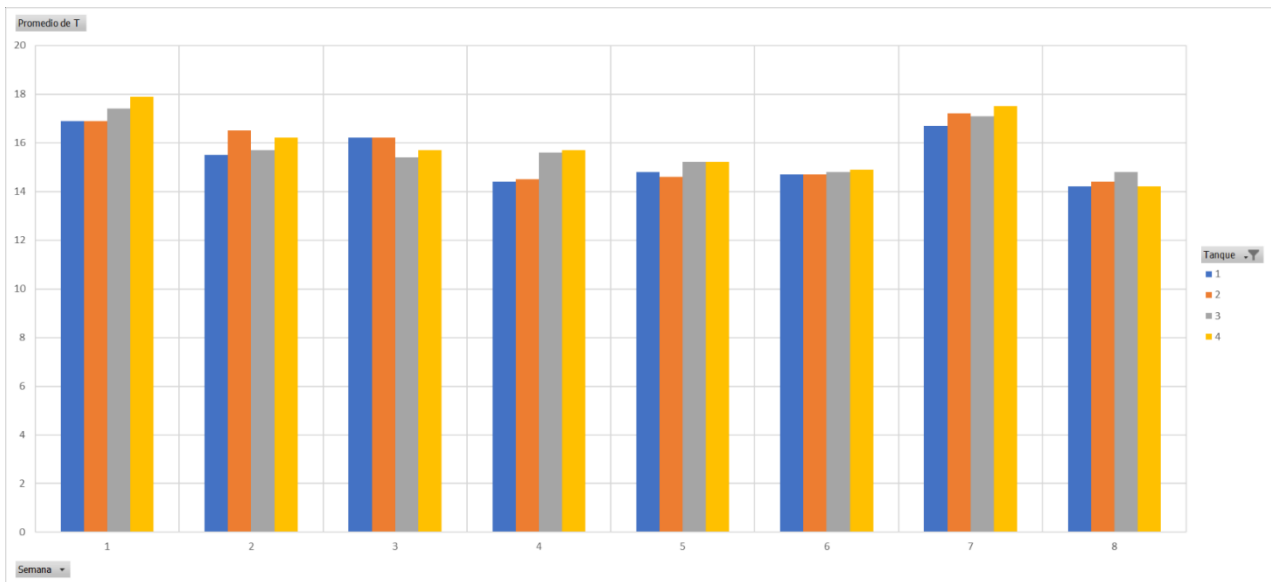


Gráfica1: Promedio de T en los tanques ubicados en la sede principal.

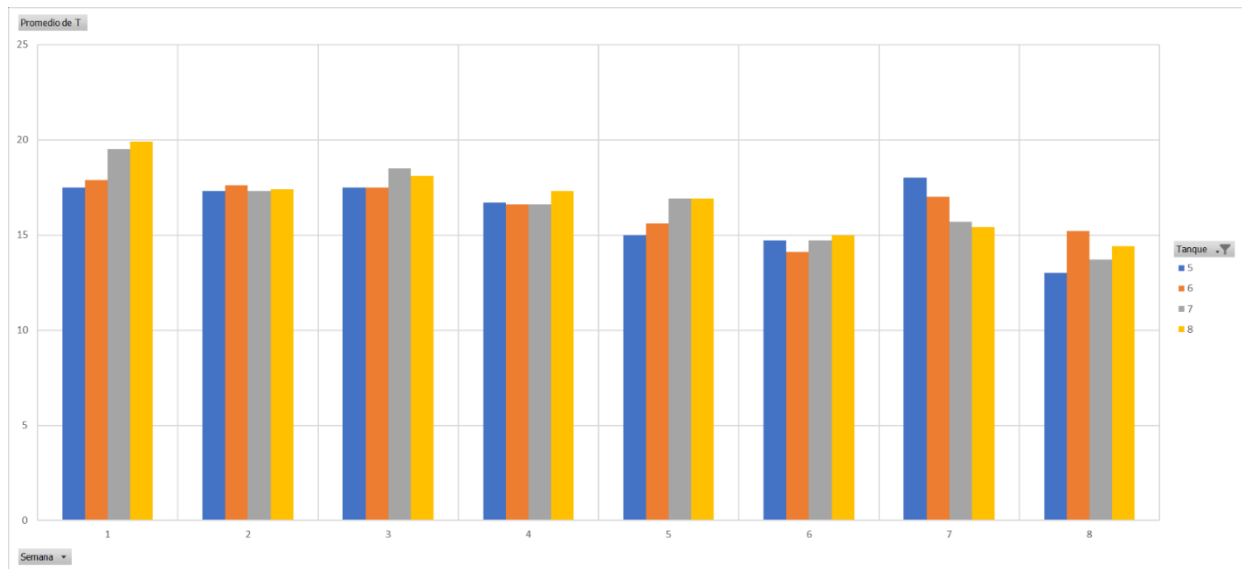
Como podemos observar en los resultados obtenidos en la gráfica anterior, se nota un claro aumento del tiempo (T) a menudo que se va trasladando de un tanque al otro, esto se debe a diferentes factores que se deben tener en cuenta:

- a- El personal es humano y se va cansando con el esfuerzo físico.
- b- El tiempo puede variar debido a las condiciones climáticas
- c- La toma del registro puede no ser precisa en el primer intento y se debe realizar otra ronda para validar.
- d- Reemplazo de herramienta que ayuda a la toma de los datos.

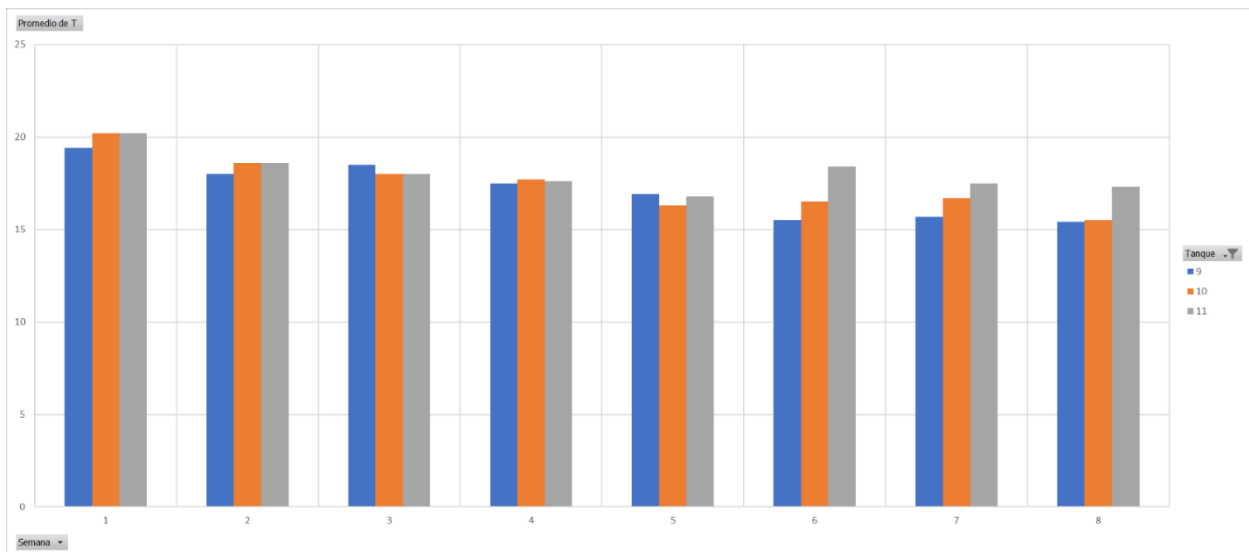
B - El promedio de toma del tiempo de los tanques que se encuentran en la ubicación remota.



Gráfica 2: Promedio de T en los tanques 1 al 4 ubicados remotamente.



Gráfica 3: Promedio de T en los tanques 5 al 8 ubicados remotamente.



Gráfica 4: Promedio de T en los tanques 9 al 11 ubicados remotamente.

Las gráficas anteriores demuestran el comportamiento del tiempo que se debe gastar para obtener los datos necesario para realizar el inventario de los líquidos que se encuentran en cada tanque.

Aunque se encuentren en tres gráficos separados se puede notar que siempre buscando al último tanque el tiempo tiende a subir, esto confirma que el operario tiende a cansarse o presenta algún imprevisto que no le permite ser constante en el tiempo que necesita para recolectar los datos.

Otro factor que se debe tener en cuenta es que estos datos no son procesados en tiempo real, dejando una ventana tanto de llegada como salida del operario del lugar remoto que se encuentra fuera de la sede principal. Actualmente esta distancia consiste en 196 km de carretera. Esta distancia se puede recorrer en un viaje expreso equivalente a unas 3 horas de camino, sin mencionar cualquier imprevisto que se pueda llegar a tener durante la marcha.

El tiempo de consumo.

El tiempo de consumo es básicamente el que se demora en ir saliendo, por decirlo así, el líquido almacenado en cada tanque. El tiempo de consumo debido a las prácticas manuales empleadas en la empresa no existe, se hace un cálculo basado en la producción posterior al consumo de líquido que existía en cada tanque, esto quiere decir que el tiempo de consumo es el resultado de la cantidad de líquido procesado postproducción. Una vez se tenga instalada la placa Arduino el tiempo de consumo existirá y podrá ser calculado en tiempo real a menudo que vaya saliendo el nivel del líquido en cada tanque.

Para medir el tiempo de consumo lo tomamos de la cantidad de líquido que sale en un lapso de tiempo, para esto establecemos un rango de tiempo a medir y cuantificamos la cantidad que se extrae del tanque.

Tc = tiempo de consumo

Lt = lapso de tiempo

C = cantidad

$$Tc = C/Lt$$

Cantidad de líquido.

La cantidad se obtiene de una fórmula matemática que consiste en medir el volumen del líquido contenido en un recipiente con forma geométrica de cilindro. El volumen dentro de un cilindro se mide multiplicando su altura por la constante pi (3.1416) por el radio elevado al cuadrado, $V = h\pi r^2$ y posteriormente convertimos el volumen a la cantidad de litros o galones a considerar.

V = Volumen

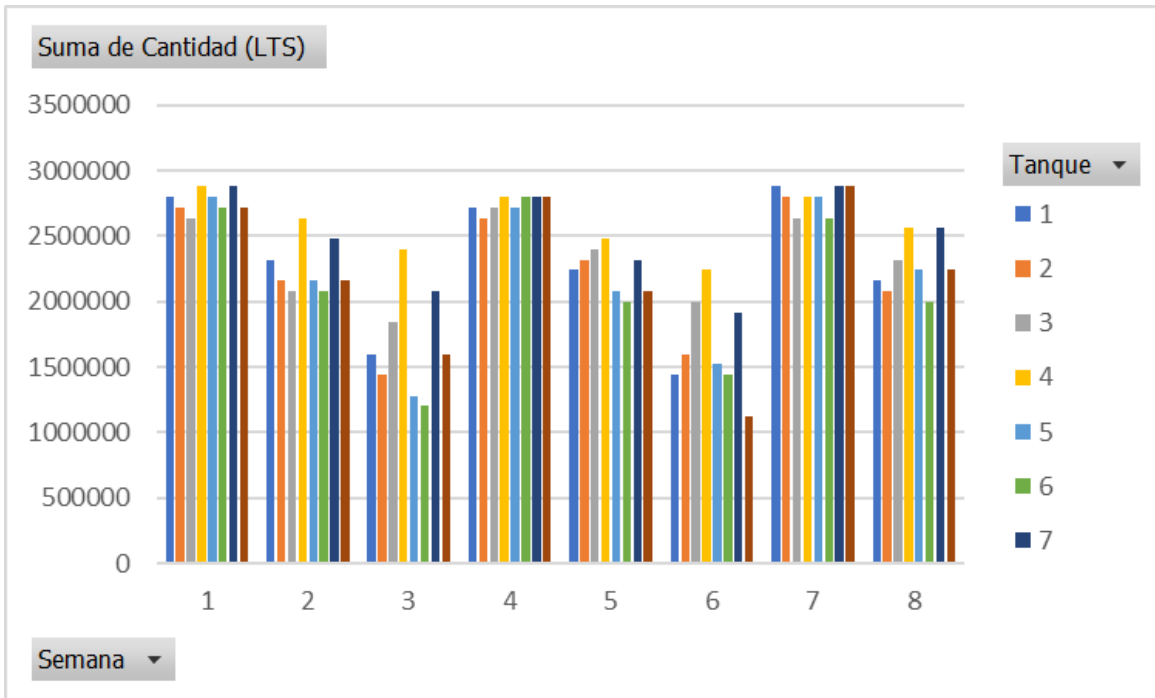
h = altura

π = constante pi (3.1416)

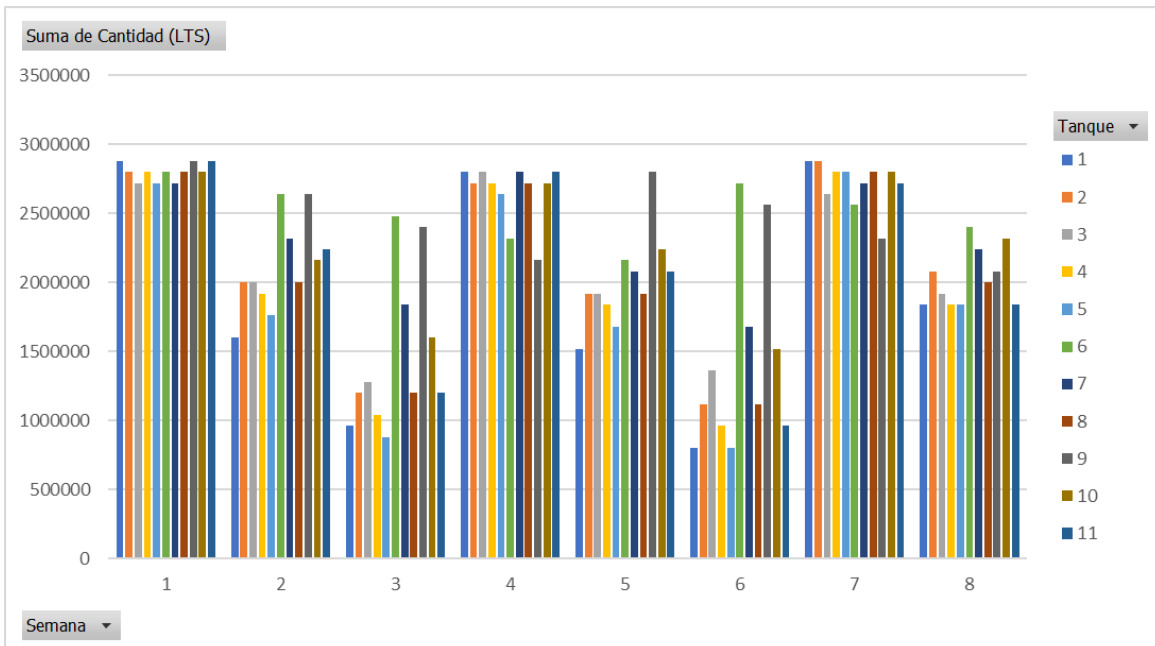
r = radio de la circunferencia (r^2 = radio elevado al cuadrado)

Los tanques que posee Liquid Storage S.A se cuantifican cada semana para tener un control de inventario almacenado, además, que permite tener una perspectiva de la rotación y como se debe reutilizar el almacenamiento del tanque.

A continuación, en la siguiente tabla se detalla el promedio de almacenamiento de los tanques durante un periodo de 8 semanas.



Gráfica 5: Cantidad en litros (LTS) de los tanques ubicados en la sede principal



Gráfica 6: Cantidad en litros (LTS) de los tanques ubicados en lugar remoto.

La información detallada de la cantidad de cada tanque se encuentra en los anexos, en donde se puede apreciar el comportamiento del almacenamiento durante el periodo de 8 semanas.

El tiempo de recolección de datos.

El tiempo de recolección de datos lo calcularemos desde el momento del funcionario que se encuentra en la parte superior del tanque hasta el momento en que obtiene la medición de la cantidad de líquido de cada tanque.

Este tiempo se obtendrá cronometrando cuanto dilata el funcionario en registrar un valor cuantificable. Por decirlo así si el funcionario se toma 5 u 10 minutos para saber que el tanque tiene una altura X y de allí calcula el volumen para obtener la cantidad del líquido entonces ese será nuestro tiempo de recolección de datos.

T_d = Cantidad de tiempo cronometrada.

Costo de toma de inventario líquidos en Liquid Storage S.A

El proceso de recolectar datos, levantar inventarios, es una tarea que la empresa debe y tiene que ejercer constantemente para que pueda llevarse un control de los insumos líquidos actuales y así las diferentes áreas tener la posibilidad de analizar los datos para futuras operaciones, o bien, para cambiar de materiales que se rotaran en la existencia de la empresa.

Para poder analizar el alcance de los costos que conlleva a gastos durante esta labor, debemos separar en base a dos factores: el costo del tiempo y costo monetario. Cuando se tienen ambos podemos realizar un cálculo promediado del costo real que implica para la empresa.

Según los datos obtenidos del área de operaciones, encontramos la información más importante a analizar:

- i) Los inventarios de los tanques que se encuentran en la sede principal no generan costos ni gastos operativos monetarios debido a que se utiliza un recurso presente en la planta, sin embargo, para realizar esta tarea se asigna al recurso un tiempo de 2 días laborales para cumplir con la tarea.

- ii) Los inventarios de los tanques que se encuentran en la sede de la localización remota, se asigna transporte, conductor, viáticos y viático de alimento a un grupo de hasta 4 personas para movilizarse y realizar la tarea de inventario de los insumos líquidos en los tanques.

Costos y gastos de medición de contenido líquido en tanques en la sede principal.

Recurso	Tiempo	Gasto operativo	Observación
1 persona	2 días	-	El trabajador podría estar realizando otras tareas de mayor envergadura.

Tabla 1: Anotaciones costos y gastos de medición de contenido líquido en tanques en la sede principal.

Costos y gastos de medición de contenido líquido en tanques en la sede en la localización remota.

Recurso	Tiempo	Gasto operativo	Observación
5 personas	1 día	-Depreciación de vehículo -Combustible -Viático -Viático alimenticio	Se moviliza mucho personal para ejecutar que implica pagos y/o gastos agregados.

Tabla 2: Anotaciones costos y gastos de medición de contenido líquido en tanques en la sede en la localización remota.

	Viático alimenticio	Personas	Total
Viático	C\$ 750	5	C\$ 3,750
Combustible			C\$ 2,000
			Total Gasto
		Semanal	C\$ 5,750
		Mensual	C\$ 23,000
		Anual	C\$ 276,000

Tabla 3: Resumen de viáticos y gastos.

Armado del circuito arduino

Para comenzar a crear nuestro circuito, primeramente, necesitamos obtener una placa Arduino, esta podría ser la más básica del mercado teniendo en cuenta que para el futuro podríamos realizar mejoras y actualizaciones a placas industriales.

La placa más básica que utilizaremos será la Arduino R3 y un sensor ultrasónico modelo HC-SR04, a continuación, el diagrama de cómo se conectarán:

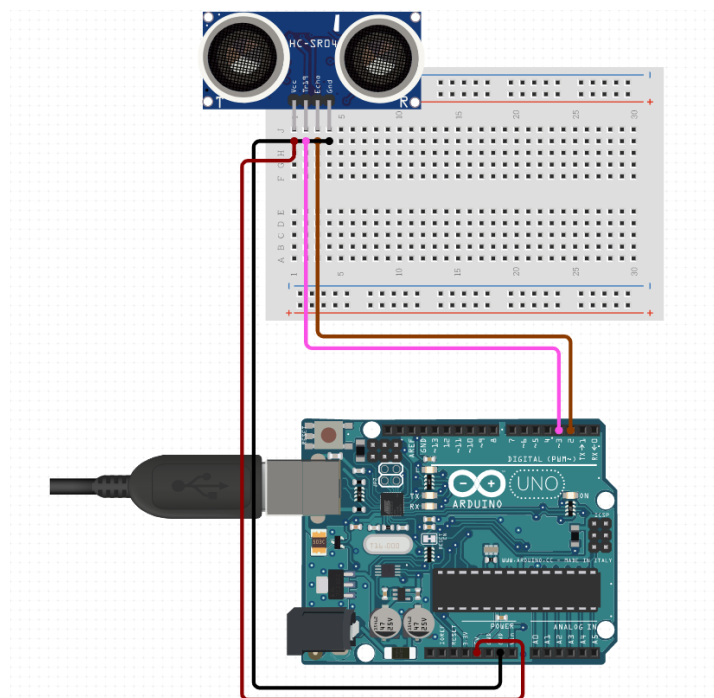


Figura 17: Puertos conectados entre placa Arduino y sensor HC-SR04

Este diagrama es la conexión primaria de los componentes que harán posible la mejora en el proceso de la medición de los tanques y con esto la posibilidad de tener un sistema automatizado que permita leer los datos con precisión, claridad y rapidez.

El sensor HC-SR04 posee cuatro pines los cuales conectaremos de la siguiente manera:

PIN HC-SR04	Descripción	PIN Arduino R3
VCC	Pin de corriente directa 5V	5V
Trig	Pin disparador	Pin 3 PWM
Echo	Pin receptor	Pin 2
GND	Pin polo a tierra	GND

Debemos considerar que el esquema muestra solo una conexión del tipo uno a uno, de un sensor con una placa Arduino, pero en la práctica podremos utilizar los otros pines para conectar varios sensores.

Los pines 10,11,12 y 13 se reservarán para conectar la placa Arduino R3 con el Arduino Shield Ethernet.

Para la instalación en cada tanque se diseñó una caja rígida en la que se colocó un sensor con pines de acceso para conectarlo al circuito principal con la placa Arduino.

Para armar el circuito Arduino necesitaremos hacer la siguiente inversión:

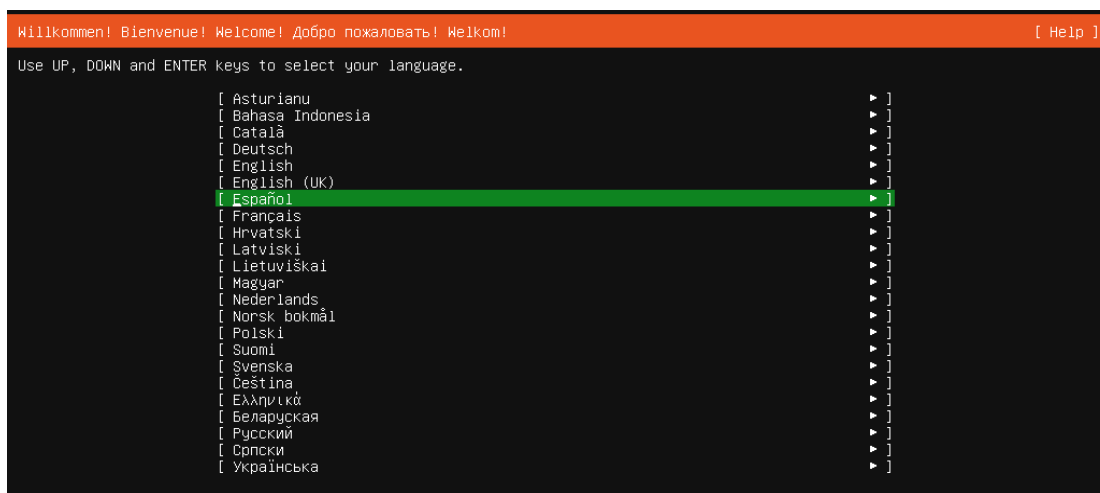
Materiales	Cantidad	Total unitario	Total
Cableado UTP	610 mts	C\$ 10.41	C\$ 6,350
Tubo para empotrar	610 mts	C\$ 173.5	C\$ 105,835
Yun Arduino	7 und	C\$ 1,735	C\$ 12,145
Sick Ultrasonic Sensor	19 und	C\$ 3,817	C\$ 72,523
Switch DGS-105	7 und	C\$ 520.5	C\$ 3,643.5
		Total	C\$ 200,496.50

Tabla 4: Gastos de materiales

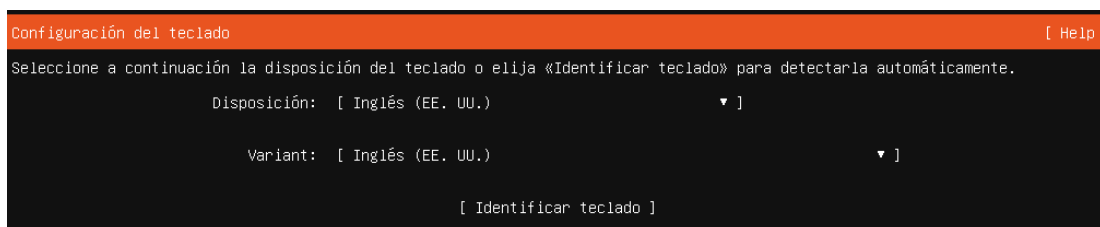
Instalación y configuración de servidor linux

Para este proyecto utilizaremos la versión 20.04 LTS de UBUNTU SERVER el cual configuraremos de la siguiente manera:

- Descargaremos la ISO de la página oficial
<https://ubuntu.com/download/server>
- Elegiremos el idioma de nuestra preferencia



- Si existiera una versión actual el instalador del servidor nos pedira que actualicemos, en nuestro caso no actualizaremos.
- Nos pedira elegir la distribución de nuestro teclado.



- El siguiente paso será configurar la conexión de red. Es importante señalar que es importante que no importa la clase del segmento de red, este deberá tener conexión y acceso a internet.

```
Conexiones de red [ Help ]
Configure al menos una interfaz para que este servidor se comunique con otros equipos y que, de preferencia, brinde acceso
suficiente para las actualizaciones.
NAME     TYPE  NOTES
[ ens33  eth  -      ▶ ]
DHCPv4   192.168.173.136/24
00:0c:29:20:f6:65 / Intel Corporation / 82545EM Gigabit Ethernet Controller (Copper) (PRO/1000 MT Single Port Adapter)
[ Create bond ▶ ]
```

- En el siguiente paso se configurará un proxy si es necesario, de lo contrario, este deberá quedar en blanco.

```
Configure proxy [ Help ]
If this system requires a proxy to connect to the internet, enter its details here.
Proxy address:
If you need to use a HTTP proxy to access the outside world, enter the proxy information here. Otherwise,
leave this blank.
The proxy information should be given in the standard form of "http://[[user][:pass]@]host[:port]/".
```

- Se deja por defecto la dirección de Mirror del servidor

```
Configure Ubuntu archive mirror [ Help ]
If you use an alternative mirror for Ubuntu, enter its details here.
Mirror address: http://ni.archive.ubuntu.com/ubuntu
You may provide an archive mirror that will be used instead of the default.
```

- Seleccionamos la partición en la cual se instalará, en nuestro caso utilizaremos una única partición de 20 GB de espacio.

```
Guided storage configuration [ Help ]
Configure a guided storage layout, or create a custom one:
(⌘) Use an entire disk
[ /dev/sda disco local 20.000G ▼ ]
[X] Set up this disk as an LVM group
[ ] Encrypt the LVM group with LUKS
Passphrase:
Confirm passphrase:
( ) Custom storage layout
```

- El sistema nos mostrara una pantalla de resumen de la configuración, si está correcta procedemos a instalar, de lo contrario podremos reestablecer los valores por defecto y/o volver hacia atrás para realizar algún cambio.

```

Storage configuration [ Help ]
RESUMEN DEL SISTEMA DE ARCHIVOS
PUNTO DE MONTAJE  TAMAÑO  TIPO  TIPO DE DISPOSITIVO
[ /                18.996G new ext4 new LVM logical volume ▶ ]
[ /boot           1.000G  new ext4 new partition of disco local ▶ ]

DISPOSITIVOS DISPONIBLES
No available devices
[ Create software RAID (md) ▶ ]
[ Crear grupo de volúmenes (LVM) ▶ ]

DISPOSITIVOS UTILIZADOS
DISPOSITIVO  TIPO  TAMAÑO
[ ubuntu-vg (new)  LVM volume group  18.996G ▶ ]
ubuntu-lv    new, to be formatted as ext4, mounted at /  18.996G ▶ ]

[ /dev/sda        disco local  20.000G ▶ ]
partition 1    new, bios_grub  1.000M ▶ ]
partition 2    new, to be formatted as ext4, mounted at /boot  1.000G ▶ ]
partition 3    new, PV of LVM volume group ubuntu-vg  18.997G ▶ ]

```

- Nos pedirá llenar los datos del nombre del servidor y la contraseña de seguridad

```

Configuración de perfil [ Help ]
Proporcione el nombre de usuario y la contraseña que utilizará para acceder al sistema. Puede configurar el acceso SSH en la pantalla siguiente, pero aun se necesita una contraseña para sudo.

Su nombre: nodejs-user

El nombre del servidor: nodejs-server
El nombre que utiliza al comunicarse con otros equipos.

Elija un nombre de usuario: nodejs-user

Elija una contraseña: ****

Confirme la contraseña: ****

```

*Nota: se recomienda una contraseña con estándares de seguridad y preferiblemente administrada por el administrador de usuarios.

- Instalaremos el servicio de OpenSSH para conexiones remotas.

```

Configuración de SSH [ Help ]
You can choose to install the OpenSSH server package to enable secure remote access to your server.

[X] Instalar servidor OpenSSH

Importar identidad SSH: [ No ▼ ]
Puede importar sus claves SSH desde GitHub o Launchpad.

Importar nombre de usuario:

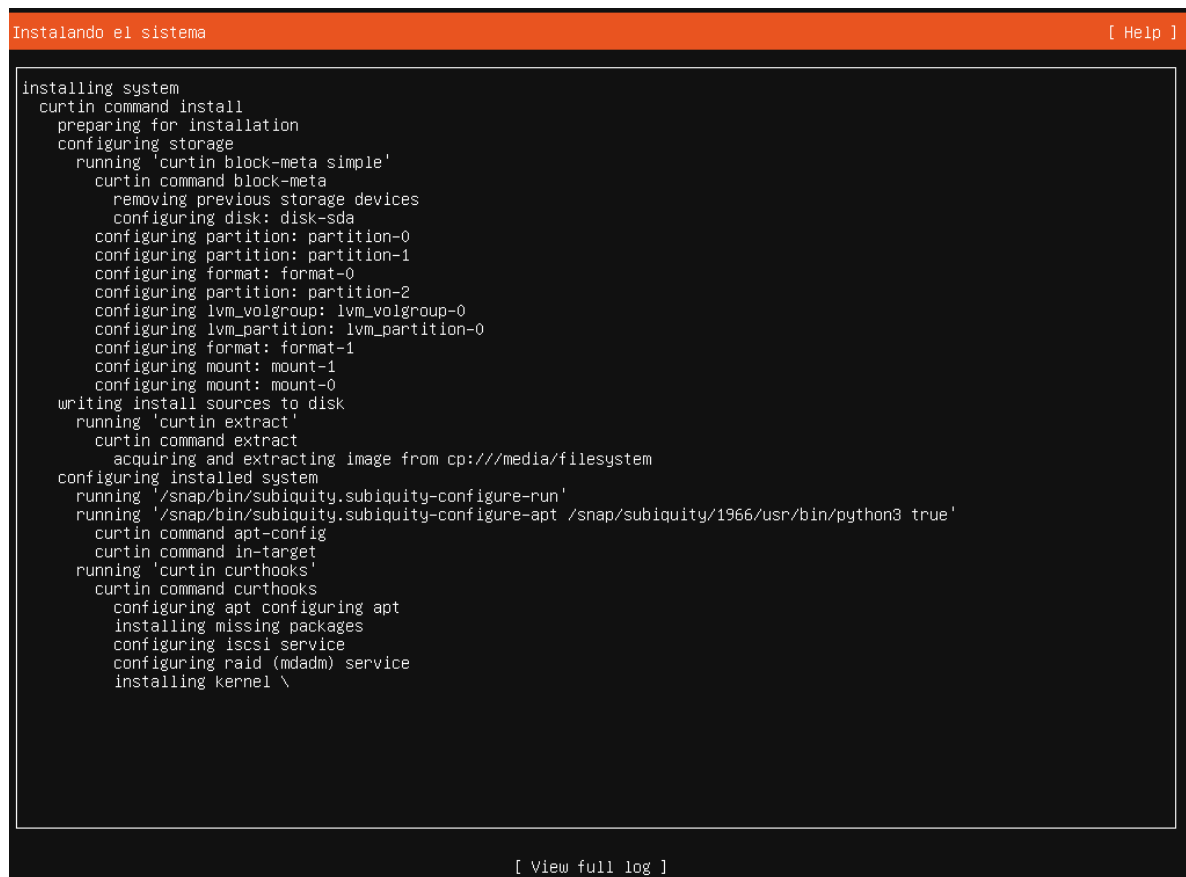
[X] Permitir autenticación con contraseña por SSH

```

*Nota: esta opción deberá quedar a discreción del administrador de servidores y/o la persona encargada de la instalación del servidor.

- No se elegirán paquetes extras de instalación.

- Una vez terminado nos mostrará la ventana de instalación



```
Instalando el sistema [ Help ]
installing system
curtin command install
preparing for installation
configuring storage
  running 'curtin block-meta simple'
  curtin command block-meta
    removing previous storage devices
    configuring disk: disk-sda
    configuring partition: partition-0
    configuring partition: partition-1
    configuring format: format-0
    configuring partition: partition-2
    configuring lvm_volgroup: lvm_volgroup-0
    configuring lvm_partition: lvm_partition-0
    configuring format: format-1
    configuring mount: mount-1
    configuring mount: mount-0
writing install sources to disk
  running 'curtin extract'
  curtin command extract
    acquiring and extracting image from cp:///media/filesystem
configuring installed system
  running '/snap/bin/subiquity.subiquity-configure-run'
  running '/snap/bin/subiquity.subiquity-configure-apt /snap/subiquity/1966/usr/bin/python3 true'
  curtin command apt-config
  curtin command in-target
  running 'curtin curthooks'
  curtin command curthooks
    configuring apt
    configuring apt
    installing missing packages
    configuring iscsi service
    configuring raid (mdadm) service
    installing kernel \
```

[View full log]

- Una vez terminada la instalación nos mostrara la siguiente pantalla

```
Se ha completado la instalación. [ Help ]
----- Ha finalizado la instalación. -----
configuring lvm_volgroup: lvm_volgroup-0
configuring lvm_partition: lvm_partition-0
configuring format: format-1
configuring mount: mount-1
configuring mount: mount-0
writing install sources to disk
running 'curtin extract'
  curtin command extract
  acquiring and extracting image from cp:///media/filesystem
configuring installed system
running '/snap/bin/subiquity.subiquity-configure-run'
running '/snap/bin/subiquity.subiquity-configure-apt /snap/subiquity/1966/usr/bin/python3 true'
  curtin command apt-config
  curtin command in-target
running 'curtin curthooks'
  curtin command curthooks
    configuring apt configuring apt
    installing missing packages
    configuring iscsi service
    configuring raid (mdadm) service
    installing kernel
    setting up swap
    apply networking config
    writing etc/fstab
    configuring multipath
    updating packages on target system
    configuring pollinate user-agent on target
    updating initramfs configuration
    configuring target system bootloader
    installing grub to target devices
finalizing installation
  running 'curtin hook'
  curtin command hook
executing late commands
final system configuration
  configuring cloud-init
  installing openssh-server
  restoring apt configuration
  downloading and installing security updates

[ View full log ]
[ Reiniciar ]
```

- Reiniciamos el servidor
- Una vez reiniciado podremos entrar a la sesión con el usuario de login.

```
Ubuntu 20.04.1 LTS nodejs-server tty1
nodejs-server login: nodejs-user
Password:
```

- Una vez tengamos la siguiente pantalla tendremos nuestro servidor listo y funcionando.

```
Ubuntu 20.04.1 LTS nodejs-server tty1
nodejs-server login: nodejs-user
Password:
Welcome to Ubuntu 20.04.1 LTS (GNU/Linux 5.4.0-59-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:    https://landscape.canonical.com
 * Support:       https://ubuntu.com/advantage

System information as of Wed Jan  6 05:54:06 UTC 2021

System load:  0.0          Processes:           203
Usage of /:   32.5% of 18.57GB  Users logged in:    0
Memory usage: 8%          IPv4 address for ens33: 192.168.173.136
Swap usage:   0%

80 updates can be installed immediately.
0 of these updates are security updates.
To see these additional updates run: apt list --upgradable

The programs included with the Ubuntu system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Ubuntu comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent permitted by
applicable law.

To run a command as administrator (user "root"), use "sudo <command>".
See "man sudo_root" for details.

nodejs-user@nodejs-server:~$
```

- Probamos la conexión a internet con el siguiente comando:

ping www.google.com

```
nodejs-user@nodejs-server:~$ ping www.google.com
PING www.google.com (172.217.15.196) 56(84) bytes of data:
64 bytes from mia09s20-in-f4.1e100.net (172.217.15.196): icmp_seq=1 ttl=128 time=54.5 ms
64 bytes from mia09s20-in-f4.1e100.net (172.217.15.196): icmp_seq=2 ttl=128 time=54.4 ms
64 bytes from mia09s20-in-f4.1e100.net (172.217.15.196): icmp_seq=3 ttl=128 time=54.0 ms
64 bytes from mia09s20-in-f4.1e100.net (172.217.15.196): icmp_seq=4 ttl=128 time=54.9 ms
64 bytes from mia09s20-in-f4.1e100.net (172.217.15.196): icmp_seq=5 ttl=128 time=54.2 ms
^C
--- www.google.com ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4014ms
rtt min/avg/max/mdev = 53.963/54.397/54.899/0.310 ms
nodejs-user@nodejs-server:~$
```

Hasta este punto tenemos configurado un servidor Linux capaz de conectarse a internet para las futuras descargas de los paquetes que serán utilizados

posteriormente. El servidor funcionará como recolector de datos del circuito Arduino por lo que es necesario que esté conectado a la red, aunque tenemos la posibilidad de utilizar una conexión por puertos serial.

Instalación y configuración del java runtime environment nodejs.

Una vez teniendo un servidor Linux de distribución UBUNTU podremos proceder a la instalación y configuración del ambiente de ejecución Java NodeJS, los pasos a seguir fueron basados en las instrucciones de la pagina web digitalocean.com en el siguiente enlace: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-install-node-js-on-ubuntu-20-04>, se recomienda redactar una guía de parametrización inicial de NodeJS, esto con el fin de recolectar la configuración personalizada que se utilizará en un ambiente de producción.

Como prerequisites se necesita un usuario non-root con privilegios de sudo configurado en el servidor. En el segmento de anexos se puede seguir el paso a paso para este procedimiento. (Link a anexo).

Cuando tengamos establecida la conexión al servidor procederemos de la siguiente manera:

- Actualizamos la lista de paquetes disponibles y sus versiones con el siguiente comando:

```
# sudo apt update
```

```
non-root@nodejs-server:~$ sudo apt update
[sudo] password for non-root:
Hit:1 http://ni.archive.ubuntu.com/ubuntu focal InRelease
Get:2 http://ni.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates InRelease [114 kB]
Get:3 http://ni.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-backports InRelease [101 kB]
Get:4 http://ni.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-security InRelease [109 kB]
Get:5 http://ni.archive.ubuntu.com/ubuntu focal-updates/main amd64 Packages [752
kB]
Fetched 1076 kB in 5s (203 kB/s)
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
```

- Procedemos a instalar Node.Js con el siguiente comando:


```
# sudo apt install nodejs
```

```
non-root@nodejs-server:~$ sudo apt install nodejs
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  libc-ares2 libnode64 nodejs-doc
Suggested packages:
  npm
The following NEW packages will be installed:
  libc-ares2 libnode64 nodejs nodejs-doc
0 upgraded, 4 newly installed, 0 to remove and 84 not upgraded.
Need to get 6807 kB of archives.
After this operation, 30.7 MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n]
```

- Verificamos la versión instalada de Node.Js en el sistema con el siguiente comando:

```
# nodejs -v
```

```
non-root@nodejs-server:~$ nodejs -v
v10.19.0
```

- Al instalar Node.Js recomendamos instalar también el paquete npm en el servidor con el siguiente comando:

```
# sudo apt install npm
```

```
non-root@nodejs-server:~$ sudo apt install npm
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  binutils binutils-common binutils-x86-64-linux-gnu build-essential cpp cpp-9 dpkg-dev fakeroot
  fontconfig-config fonts-dejavu-core g++ g++-9 gcc gcc-9 gcc-9-base gyp javascript-common
  libalgorithm-diff-perl libalgorithm-diff-xs-perl libalgorithm-merge-perl libasan5 libatomic1
  libauthen-sasl-perl libbinutils libc-dev-bin libc6 libc6-dev libcc1-0 libcrypt-dev libctf-nobfd0
  libctf0 libdata-dump-perl libdpkg-perl libdrm-amdgpu1 libdrm-intel1 libdrm-nouveau2 libdrm-radeon1
  libencode-locale-perl libfakeroot libfile-basedir-perl libfile-desktopentry-perl
  libfile-fcntllock-perl libfile-listing-perl libfile-mimeinfo-perl libfont-afm-perl libfontconfig1
  libfontenc1 libgcc-9-dev libgl1 libgl1-mesa-dri libglapi-mesa libglvnd0 libglx-mesa0 libglx0
  libgomp1 libhtml-form-perl libhtml-format-perl libhtml-parser-perl libhtml-tagset-perl
  libhtml-tree-perl libhttp-cookies-perl libhttp-daemon-perl libhttp-date-perl libhttp-message-perl
  libhttp-negotiate-perl libice6 libio-html-perl libio-socket-ssl-perl libio-stringy-perl
  libipc-system-simple-perl libisl22 libitm1 libjs-inherits libjs-is-typedarray libjs-psl
  libjs-typedarray-to-buffer libllvm11 liblsan0 liblwp-mediatypes-perl liblwp-protocol-https-perl
  libmailtools-perl libmpc3 libnet-dbus-perl libnet-http-perl libnet-smtp-ssl-perl libnet-ssleay-perl
  libnode-dev libpciaccess0 libpython2-stdlib libpython2.7-minimal libpython2.7-stdlib libquadmath0
  libsensors-config libsensors5 libsm6 libssl-dev libstdc++-9-dev libtie-ixhash-perl libtimedate-perl
  libtry-tiny-perl libtsan0 libubsan1 liburi-perl libuv1-dev libvulkan1 libwayland-client0 libwww-perl
  libwww-robotrules-perl libx11-protocol-perl libx11-xcb1 libxaw7 libxcb-dri2-0 libxcb-dri3-0
  libxcb-glx0 libxcb-present0 libxcb-randr0 libxcb-shape0 libxcb-sync1 libxcb-xfixes0 libxcomposite1
  libxcursor1 libxdamage1 libxfixed3 libxft2 libxi6 libxinerama1 libxkbfile1 libxml-parser-perl
  libxml-twig-perl libxml-xpathengine-perl libxmu6 libxpm4 libxrandr2 libxrender1 libxshmfence1 libxt6
  libxtst6 libxv1 libxxf86dga1 libxxf86vm1 linux-libc-dev make manpages-dev mesa-vulkan-drivers
  node-abbrev node-ajv node-ansi node-ansi-align node-ansi-regex node-ansi-styles node-ansistyles
  node-aproba node-archy node-are-we-there-yet node-asap node-asn1 node-assert-plus node-asyncit
  node-aws-sign2 node-aws4 node-balanced-match node-bcrypt-pbkdf node-bl node-bluebird node-boxen
```

Conectando arduino con node.js y el servidor linux

Una vez se tenga configurado un servidor Linux, la Java Runtime NodeJs podremos conectar nuestro circuito ARDUINO para recompilar los datos que nos envía.

Para poder lograr esto, procedemos de la siguiente manera:

- Creamos una carpeta con el nombre deseado en la cual crearemos todos los archivos necesarios para conectar nuestro circuito ARDUINO con el servidor utilizando Node.Js con el siguiente comando:

```
# mkdir servidor_arduino_serial
```

```
non-root@nodejs-server:~$ mkdir servidor_arduino_serial
```

- Una vez creada la carpeta procedemos a crear nuestro archivo index.js con el siguiente comando:

```
#pico index.js
```

```
non-root@nodejs-server:~/servidor_arduino_serial$ pico index.js
```

- Luego procedemos a inicializar nuestra carpeta con el siguiente comando:

```
# npm init --yes
```

```
non-root@nodejs-server:~/servidor_arduino_serial$ npm init --yes
Wrote to /home/non-root/servidor_arduino_serial/package.json:
```

```
{
  "name": "servidor_arduino_serial",
  "version": "1.0.0",
  "description": "",
  "main": "index.js",
  "scripts": {
    "test": "echo `Error: no test specified` && exit 1"
  },
  "keywords": [],
  "author": "",
  "license": "ISC"
}
```

- Modificamos el archivo creado package.json de la siguiente manera:
 - a) En la línea de scripts cambiamos el texto por defecto por el comando:
"start": "node server/index.js"

```
GNU nano 4.8 package.json
{
  "name": "servidor_arduino_serial",
  "version": "1.0.0",
  "description": "",
  "main": "index.js",
  "scripts": {
    "start": "node index.js"
  },
  "keywords": [],
  "author": "",
  "license": "ISC"
}
```

- Luego procederemos a instalar un paquete de Node.Js llamada serialport con el siguiente comando:

npm install serialport

```
non-root@nodejs-server:~/servidor_arduino_serial$ npm install serialport
> @serialport/bindings@9.0.4 install /home/non-root/servidor_arduino_serial/node_modules/@serialport/bindings
> prebuild-install --tag-prefix @serialport/bindings@ || node-gyp rebuild

> serialport@9.0.4 postinstall /home/non-root/servidor_arduino_serial/node_modules/serialport
> node thank-you.js

Thank you for using serialport!
If you rely on this package, please consider supporting our open collective:
> https://opencollective.com/serialport/donate

npm notice created a lockfile as package-lock.json. You should commit this file.
npm WARN servidor_arduino_serial@1.0.0 No description
npm WARN servidor_arduino_serial@1.0.0 No repository field.

+ serialport@9.0.4
added 75 packages from 46 contributors and audited 75 packages in 20.472s

5 packages are looking for funding
  run 'npm fund' for details

found 0 vulnerabilities

non-root@nodejs-server:~/servidor_arduino_serial$ |
```

- Modificamos el archivo index.js con las configuraciones necesarias a nuestro proyecto.
- Luego instalamos el paquete de Node.Js llamado express con el siguiente comando:

npm install express

```

non-root@nodejs-server:~/servidor_arduino_serial$ npm install express
npm WARN servidor_arduino_serial@1.0.0 No description
npm WARN servidor_arduino_serial@1.0.0 No repository field.

+ express@4.17.1
added 55 packages from 36 contributors and audited 130 packages in 7.55s

5 packages are looking for funding
  run `npm fund` for details

found 0 vulnerabilities

non-root@nodejs-server:~/servidor_arduino_serial$ |

```

- Luego instalamos el paquete Node.Js llamado socket.io con el siguiente comando:

```
# npm install socket.io
```

```

non-root@nodejs-server:~/servidor_arduino_serial$ npm install socket.io
npm WARN servidor_arduino_serial@1.0.0 No description
npm WARN servidor_arduino_serial@1.0.0 No repository field.

+ socket.io@3.1.0
added 15 packages from 64 contributors and audited 145 packages in 12.841s

5 packages are looking for funding
  run `npm fund` for details

found 0 vulnerabilities

non-root@nodejs-server:~/servidor_arduino_serial$ |

```

Instalación y configuración del widget utilizando el api de Google chart

Para instalar, configurar y utilizar la API de Google Chart seguiremos la documentación oficial de Google developers del siguiente link: <https://developers.google.com/chart/interactive/docs>. Esto con la finalidad de utilizar herramientas desarrolladas para un ágil uso y fácil implementación.

El grafico que utilizaremos es el Gauge como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 18: Gráficos de Gauge, utilizando Google Chart API

En nuestro archivo web deberemos incluir los textos script de la siguiente manera:

```
<script type="text/javascript"
src="https://www.gstatic.com/charts/loader.js"></script>
  <div id="chart_div" style="width: 400px; height: 120px;"></div>
```

En donde el archivo de JavaScript llamado loader contendrá la llamada al gráfico y los parámetros de configuración para su renderizado web.

Creación de base de datos para guardar registros.

Para este proyecto se crearán tablas anexas a la base de datos principal o bien, un esquema completo separado capaz de almacenar la información recolectada por nuestro servidor Linux utilizando nodejs para capturar los datos recibidos por el circuito Arduino.

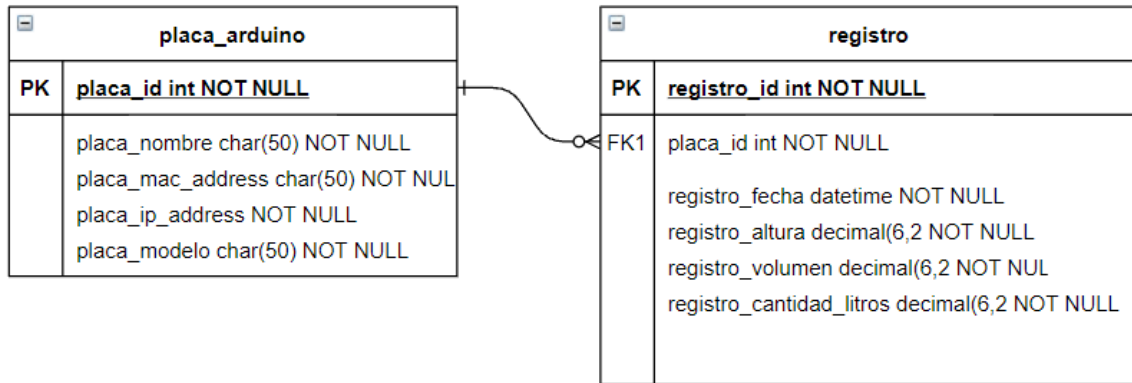


Figura 19: Tablas anexas para almacenar registros enviados por el circuito Arduino.

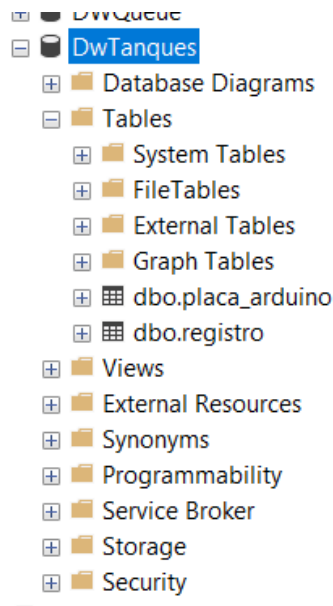


Figura 20: Tablas en el motor de base de datos.

Estas tablas anteriormente descritas deberán estar en una relación no relacional indirecta al esquema que tenga la estructura de roles y permisos de usuarios. Por ejemplo, podremos tomar el ID de la placa y su dirección IP para crear una tabla de relación N:M en los casos que se requiera segmentar los accesos a ciertos usuarios para ver la medida de tanques específicos.

Diagrama de conexión de red para el circuito arduino y módulos periféricos colocados en tanques de la planta.

La topología de red está condicionada a la ubicación física de los tanques industriales que se encuentran actualmente en uso.

La distribución consiste en un bloque de área en la cual se agrupan los tanques para un mejor acceso a ellos.

Tanques

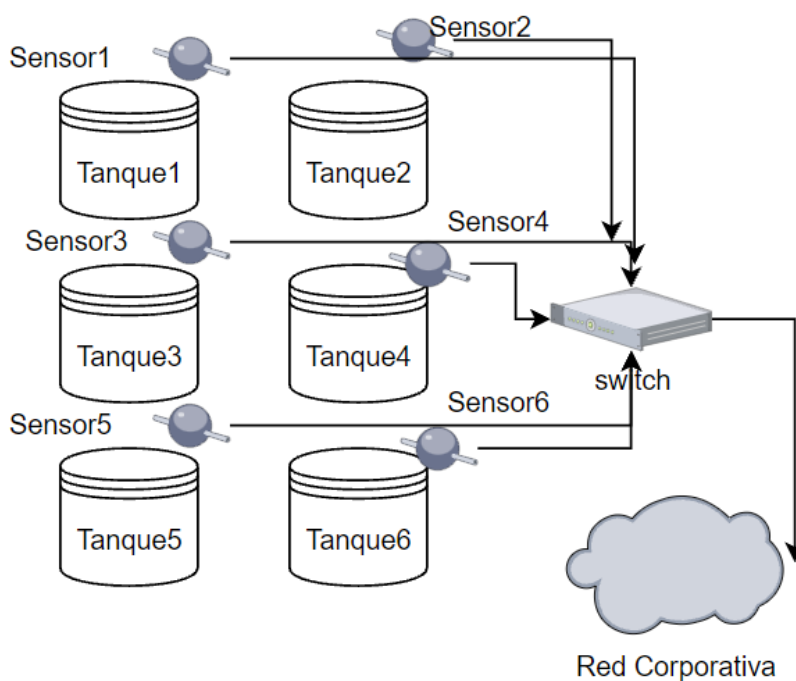


Figura 21: Diagrama de conexión de red

Instalación del sensor en los tanques.

La instalación del sensor en los tanques debe de realizarse con la ayuda de profesionales técnicos, se recomienda hablar con el especialista, el cual se encarga de realizar los mantenimientos respectivos en los tanques o consultar con algún servicio tercerizado para realizar la tarea.

La ubicación debe ser específica, y está deberá ser según el campo de transmisión de la onda que ocupa el sensor ultrasónico en la cual no debe de estar pegada al borde del tanque o si bien lo permite sin ningún problema. La altura no debe sobrepasar la capacidad de carga de líquidos que el cilindro alcance.

A continuación se muestra un diagrama básico de la ubicación del sensor en la que normalmente la ubicación mejor establecida será buscando al centro de la circunferencia del cilindro.

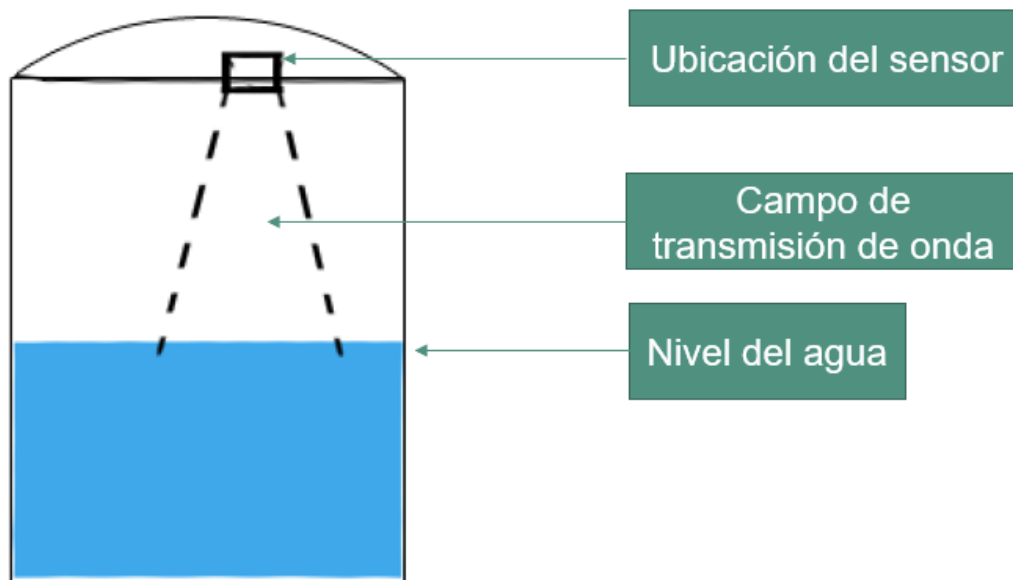


Figura 22: Ubicación del sensor ultrasónico en el tanque.

Flujo de la información

Una vez completados todos los circuitos hardware que se deben instalar en los diferentes lugares, tanques, infraestructura cableada, tubos para la distribución de los cables se debe tener en cuenta que se debe confirmar el siguiente flujo de la información:

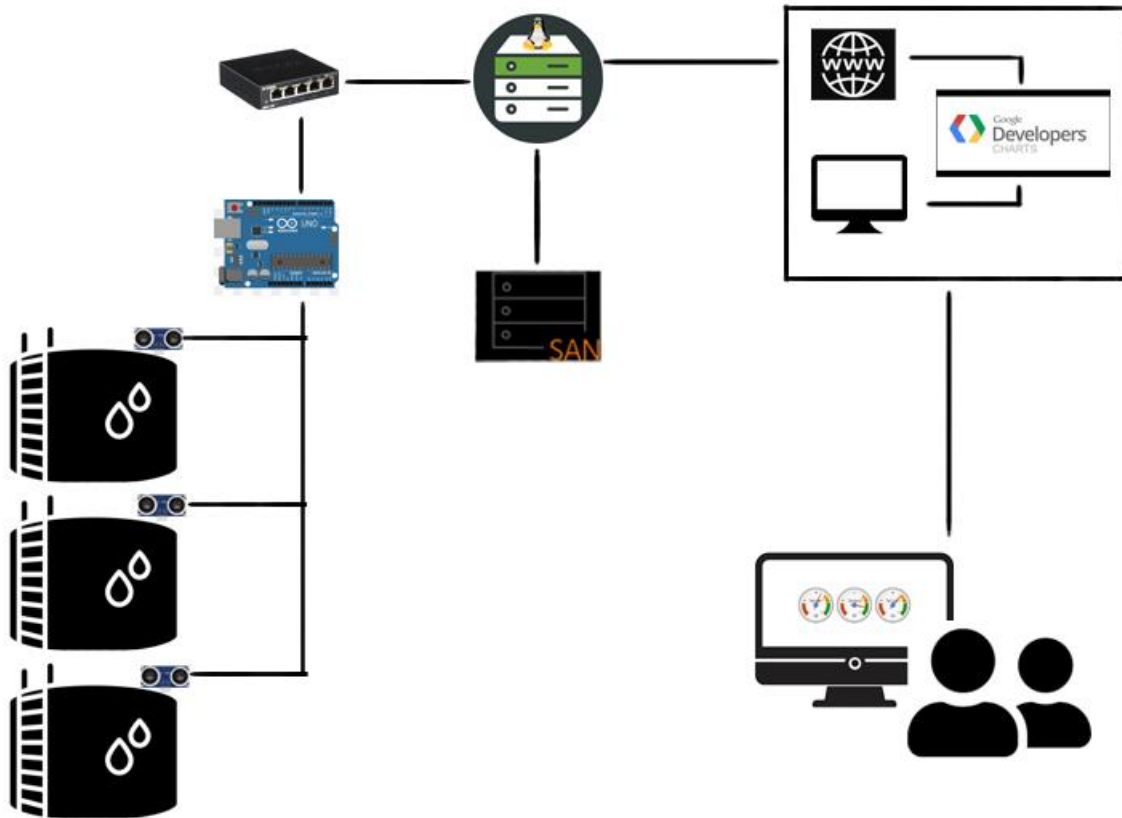


Figura 23: Diagrama del flujo de información

En la figura anterior podemos observar que la información viaja desde los tanques con la ayuda de Arduino y los sensores hasta el servidor Linux, este se conecta a la SAN para poder almacenar la información en la base de datos, para después a través del api de Google chart consumir los datos y mostrarlo a los usuarios finales.

Resultado y discusión

Para finalizar este trabajo, se hizo necesario la integración y convergencia de varias tecnologías, en donde se establecieron 2 sub-sistemas que controlan diversos equipos y sensores que trabajan de forma eficiente con el microcontrolador Arduino de tecnología accesible y económica. Los datos obtenidos se almacenarán en una base de datos meramente de registros no transaccionales, esto implica que los registros contendrán únicamente el estado de medición en el que el sensor detecta un cambio.

La herramienta del widget en línea permite tener un control en tiempo real del inventario líquido contenido en cada tanque (ver anexos), además de eso, la página web puede descargar un archivo pdf con el promedio del inventario según el rango de fecha a analizar. También se puede analizar los inventarios en el ERP (Programa para el planeamiento de recursos de una empresa) y de esta forma actualizarlos de una manera precisa, constante y sin esfuerzo extras que impliquen incurrir en gastos.

Con la automatización de una tarea que se ejecutaba manualmente, se reduce a 0 el tiempo que tomaba tener un registro de los inventarios líquidos contenidos en los tanques de Liquid Storage S.A, igualmente brindar una herramienta para la toma de decisión de las áreas encargadas de la rotación de qué tipo de productos se pueden adquirir con baja o alta frecuencia.

El proyecto permitirá reducir los gastos operativos que semana a semana la empresa tiene que asumir para llevar el control de sus inventarios líquidos, sin mencionar que ya no se deberán preocupar por los imprevistos que pudiesen ocasionar los constantes viajes que tienen que realizar las personas encargadas para realizar dicha labor.

Los componentes desarrollados en este trabajo logran alcanzar una integración de tecnologías antes mencionadas, dándole un carácter innovador al materializar el concepto de automatización de procesos enfocándolos a la medición de inventarios vitales para la operación de la empresa.

Se pudo obtener la siguiente tabla de comparación sobre los tiempos y costos que llevan realizar el proceso de forma manual contra el proceso automático.

Proceso manual			Proceso Automático		
Paso	Tiempo	Costo	Paso	Tiempo	Costo
T1	>0s	>0C\$	T1	=0s	=0C\$
T2	>0s	>0C\$	T2	=0s	=0C\$
T3	>0s	>0C\$	T3	=0s	=0C\$
T4	>0s	>0C\$	T4	=0s	=0C\$
Tn	>0s	>0C\$	Tn	=0s	=0C\$

Tabla 5: Tabla comparativa de costos y tiempo de ambos procesos.

Podemos observar los tiempos pasan de ser mayores a 0 (cero) a igual a 0 (cero), esto porque la información viaja en tiempo real. Lo mismo pasa para los costos, ya no es necesario costear personal y viáticos que incurren en gastos operativos por lo que el prototipo envía la información de forma automática a los usuarios.

En resúmenes monetarios el ahorro de gastos se puede percibir de la siguiente forma:

Gastos Operativos Manuales	Gastos Operativos Automatizados

Anualmente	C\$ 276,000	Única Inversión	C\$ 200,496.50
		Mantenimiento anual	C\$ 30,000
5 Años	C\$ 1,380,000		
10 Años	C\$ 2,760,000		

Tabla 6: Comparación de gastos operativos

Con este prototipo se obtuvo el análisis de la reducción de ambos factores que presentan un inconveniente a la hora de mantener el control de inventario de los insumos, el tiempo que lleva tener estos datos y el costo de gastos que incurre llevar a cabo este proceso, la diferencia solo en el primer año de la inversión la empresa economiza C\$ 75,503.5 córdobas, y posteriormente asignando un mantenimiento anual al circuito de unos C\$ 30,000 córdobas, podemos deducir un ahorro de C\$ 246,000 córdobas al año.

Conclusiones

La automatización es un concepto que se refiere al desarrollo de tecnologías de bajo costo que ayuden a prescindir de la dependencia de recursos humanos para elaborar una tarea cotidiana y necesaria en el día a día de la operatividad de una empresa.

Para lograr esta conceptualización, es necesaria la integración de tecnologías específicas como son:

- La implementación de servidores capaces de procesar, recolectar y modelar la información sistemática de periféricos como los sensores de hardware disponible para el desarrollo de herramientas físicas que ayuden con un proceso.

- Los sensores mismos antes mencionados que se usan de manera eficiente y controlada, de manera que, instalados en ubicaciones casi imperceptibles a la vista, vitales en el proceso de la automatización.
- Los sistemas de comunicación en red, una herramienta que ya es de uso cotidiano en todas las áreas de la empresa y que se añade la importante tarea de interconectar los sistemas de automatización con los programas principales como los ERP.
- Tecnología de gráficos como los widget que ayudan a leer de manera más intuitiva la información tabular recolectada por los diferentes sistemas de automatización de cara a los usuarios.

La aportación principal de este trabajo consiste en el diseño e implementación de un sistema Arduino conectado en red, ayudado por sensores que permiten automatizar la tarea de toma de inventarios líquidos que se encuentran almacenados en diferentes tanques ubicados en dos lugares diferentes de la empresa. Se demuestra que con la automatización de dicho proceso con la ayuda de estas herramientas -sensores hardware- se puede calcular el contenido líquido de los tanques a través de las fórmulas básicas de volúmenes de sustancias; calculando la altura o distancia, según las medidas espaciales del contenedor.

También la ventaja de poseer una base de datos capaz de contener los datos recolectados por el sistema automatizado para revisar el histórico de los inventarios y exportarlos según las necesidades de los usuarios a través de documentos impresos o usando graficas amigables que ayudan a la toma de decisión de las diferentes áreas encargadas.

El análisis de rotación de estos inventarios líquidos se puede hacer más ágil, gracias a la obtención de información en tiempo real y consistente gracias a los sistemas automatizados.

Referencias bibliográficas

- [1] F. C. D. M. Irma Benavides, Mejoramiento del proceso de producción de jabón líquido en la empresa EFECTIHOGAR S.A.S, Bogotá: Universidad Piloto de Colombia, 2014.
- [2] Roberto Guerra, Optimización de los procesos en la línea de calzado Evolution S.A, 2015.
- [3] Cely Ramírez, «Mejoramiento del sistema productivo de la empresa de calzados ariston sport,» 2008.
- [4] Darwin Palacios, Propuesta de un sistema de control y automatización con administración remota a través de un smartphone android para el riego del cultivo de lechuga en la finca Los Almendros del departamento de Jinotega en el año 2017, Managua: UNAN - Managua, 2017.
- [5] L. & B. M. Herger, Engaging Students with Open Source Technologies and Arduino, 2015.
- [6] RAE, «Definición de proceso,» 2020.
- [7] F. G. Meza, INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL, Fondo Editorial de la Universidad Continental, 2015.
- [8] Arango Serna et. al, «Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban,» *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 2015.
- [9] Parra Pablo, Herrera Limber, Nuevas tecnologías para una producción más limpia: un estado del arte, 2017.
- [1 INGLESA, Diseño y Cálculo de Tanques de Almacenamiento, s.f.
0]
- [1 EMERSON, La guía del ingeniero para la medición de tanques, 2017.
1]
- [1 D. Peña, «Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el
2] área de almacenaje de una bodega de almacenamiento,» *Scientia Et Technica*, vol.21, 2016.
- [1 Winston Canales, Adián Valdivia, Roberto Matus , Importancia de un Método de
3] Estandarización de tiempo y movimiento de la marca (Salomón, torpedo y belicoso) selección privada de la fpabrica MY FATHER'S Cigars S.A, s.f.
- [1 C. Alderetes, «Cálculo del tiempo de descarga de tanques y recipientes,» 2017.
4]

- [1 ArduinoChile, «Plataforma Open Source para el desarrollo de prototipos electrónicos,» 2019. 5] [En línea].
- [1 Universidad Autónoma de Ciudad Juárez , «Casa Inteligente y segura,» 2010. 6]
- [1 Alvarado Dulce, Jorge Rodríguez, «Diseño e implementación de un sistema de medición de 7] volumen basado en un sensor ultrasónico con monitoreo y control desde un Smartphone,» 2016.
- [1 Andrew S. Tanenbaum, «Redes de Computadora,» 2003. 8]
- [1 Vanlur, «Vanlur.com,» 2018. [En línea]. Available: [https://vanlur.com/informatica/d-link-dgs-9\] 105-switch-ethernet-gigabit-economico/](https://vanlur.com/informatica/d-link-dgs-9] 105-switch-ethernet-gigabit-economico/).
- [2 Mario Cabrera, «Implementación de un servidor Linux,» s.f. 0]
- [2 European Digital Rights, «Cómo funciona Internet,» *The EDRi papers*, 2012. 1]
- [2 NASA, 2009. [En línea]. Available: [https://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-2\] 4/stories/nasa-knows/what_is_robotics_k4.html](https://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-2] 4/stories/nasa-knows/what_is_robotics_k4.html).
- [2 Builtin, «Builtin,» 2019. [En línea]. Available: <https://builtin.com/robotics>. 3]
- [2 NodeJs Foundation, «NodeJ.s,» [En línea]. Available: <https://nodejs.org/es/about/>. 4]
- [2 EcuRed, «EcuRed,» s.f. [En línea]. Available: 5] <https://www.ecured.cu/SGBD#:~:text=Sistemas%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20bases,las%20aplicaciones%20que%20la%20utilizan..>
- [2 José Santamaría, Javier Hernández , «Microsoft SQL Server,» s.f. 6]
- [2 mclibre.org, «mclibre.org,» 2021. [En línea]. Available: 7] <https://www.mclibre.org/consultar/informatica/lecciones/vsc.html>.
- [2 Microsoft, «Microsoft,» 2019. [En línea]. Available: [https://docs.microsoft.com/en-8\] us/sql/ssms/sql-server-management-studio-ssms?view=sql-server-ver15](https://docs.microsoft.com/en-8] us/sql/ssms/sql-server-management-studio-ssms?view=sql-server-ver15).

Anexo

A. Configuración de usuario non-root en servidor Linux.

Configurar usuario non-root con privilegios de sudo en un servidor Ubuntu 20.04. Este apartado es para los administradores de servidor y/o persona encargada de crear roles en los respectivos sistemas de la organización.

1. Una vez conectados al servidor crearemos un usuario nuevo con el siguiente comando:

```
# adduser non-root ("non-root" puede ser cambiado por el nombre de preferencia)
```

```
root@nodejs-server:/home/nodejs-user# adduser non-root
Adding user `non-root' ...
Adding new group `non-root' (1001) ...
Adding new user `non-root' (1001) with group `non-root' ...
Creating home directory `/home/non-root' ...
Copying files from `/etc/skel' ...
New password:
Retype new password:
passwd: password updated successfully
Changing the user information for non-root
Enter the new value, or press ENTER for the default
  Full Name []:
  Room Number []:
  Work Phone []:
  Home Phone []:
  Other []:
Is the information correct? [Y/n]
root@nodejs-server:/home/nodejs-user# |
```

2. Luego de crear el usuario “non-root” procederemos a otorgarle permisos de administrador. Con el siguiente comando lograremos lo siguiente:

```
# usermod -aG sudo non-root
```

```
root@nodejs-server:/home/nodejs-user# usermod -aG sudo non-root
root@nodejs-server:/home/nodejs-user# |
```

Nota: Para terminar de configurar al usuario nuevo creado, se deberá configurar el Firewall del servidor y habilitar las conexiones correspondientes ya sean SSH u otros protocolos necesarios.

B. Registro de tiempos de medición de cada tanque por semana.

Contenido tabular de las medidas de tiempo tomadas en los procesos para medir el tiempo que toma a un funcionario registrar la cantidad de contenido que posee cada tanque.

En la sede principal se cuenta con 8 tanques cuyos tiempos se muestran a continuación:

TANQUE 1

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	8	3	1.5	4	16.5
2	7.5	2.5	1.4	3.7	15.1
3	8.3	3.1	1.6	3.8	16.8
4	6	2.2	1.5	4	13.7
5	6.8	3.1	1.3	4.1	15.3
6	7.4	3.5	1.5	3.6	16
7	9	2.8	1.4	3.7	16.9
8	5	2.5	1.6	4	13.1
Promedio	7.25	2.8375	1.475	3.8625	15.425

TANQUE 2

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	7.4	3.4	1.9	4.1	16.8
2	7.4	3	2	3.8	16.2
3	8.3	3.4	1.8	3.6	17.1
4	6	2.9	2.1	4.2	15.2
5	8	3.5	2.2	4.5	18.2
6	7.4	4	1.9	4	17.3
7	8	3.6	1.7	4.1	17.4
8	6	3.9	2	4.5	16.4
Promedio	7.3125	3.4625	1.95	4.1	16.825

TANQUE 3

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	7.5	3.7	2	4.2	17.4
2	7.6	3.2	2.3	3.7	16.8
3	8	3.2	1.9	3.8	16.9

4	7	3.6	2.1	4.3	17
5	7.4	3	2	4.4	16.8
6	7	4.5	2.4	4.8	18.7
7	8.4	4.2	1.8	4	18.4
8	7	4	2	4.5	17.5
Promedio	7.4875	3.675	2.0625	4.2125	17.4375

TANQUE 4

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	7.6	3.8	2.1	4.5	18
2	7	3	2.2	4	16.2
3	8.2	4	2	4.1	18.3
4	8	3.8	1.8	3.9	17.5
5	7.2	3.6	2.4	4.6	17.8
6	7.5	4.6	2.8	4.2	19.1
7	8.4	4.1	1.6	4.7	18.8
8	7.1	3.9	2	4.9	17.9
Promedio	7.625	3.85	2.1125	4.3625	17.95

TANQUE 5

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	7.6	3.8	2.4	4.6	18.4
2	7.7	3.8	2.6	4	18.1
3	8.1	3.5	2	4.1	17.7
4	7.2	3.9	1.9	4.2	17.2
5	7.8	3.5	2.5	4.7	18.5
6	7.3	4.8	2.8	4.5	19.4
7	8.2	4	2	4.9	19.1
8	7.9	4	2.3	5.1	19.3
Promedio	7.725	3.9125	2.3125	4.5125	18.4625

TANQUE 6

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	7.7	3.8	2.4	4.6	18.5
2	7.8	3.8	2.6	4	18.2

3	8.4	3.5	2	4.1	18
4	8	3.9	1.9	4.2	18
5	8.5	3.5	2.5	4.7	19.2
6	7.1	4.8	2.8	4.5	19.2
7	8	4	2	4.9	18.9
8	7.9	4	2.3	5.1	19.3
Promedio	7.925	3.9125	2.3125	4.5125	18.6625

TANQUE 7

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	8	4	2.5	4.8	19.3
2	8.1	3.9	2.8	4.3	19.1
3	8.2	4.1	2.1	4.5	18.9
4	7.9	4.2	2.4	4.6	19.1
5	8.9	4.2	2.2	4.2	19.5
6	7.9	4.5	2.4	4.9	19.7
7	7.9	4.1	2.8	5	19.8
8	8	4	2.7	5.4	20.1
Promedio	8.1125	4.125	2.4875	4.7125	19.4375

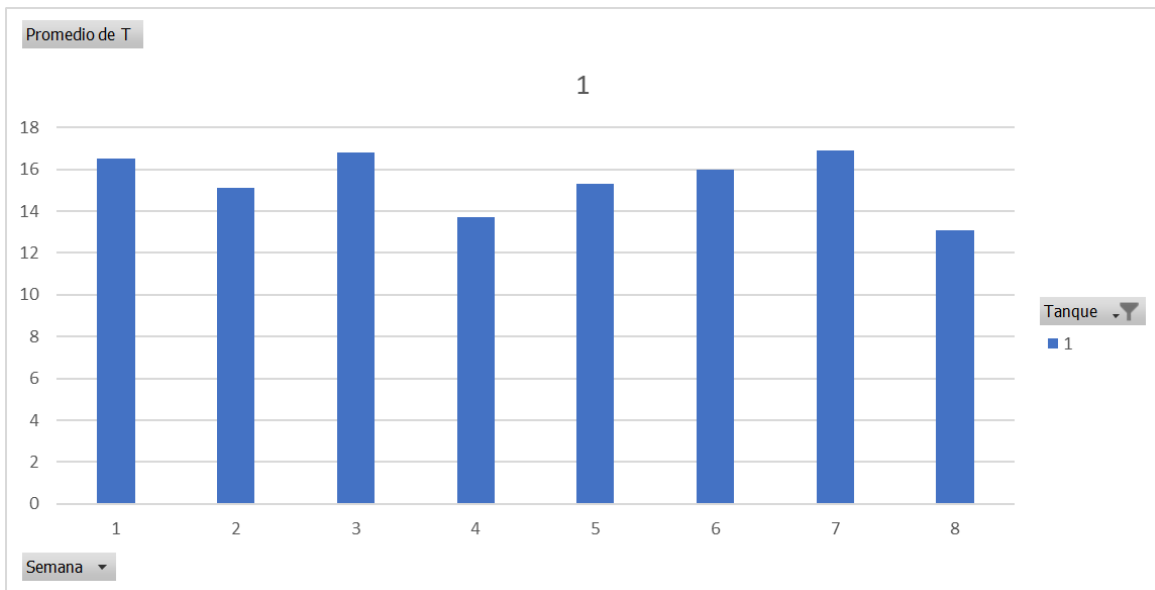
TANQUE 8

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	8.4	4.3	2.7	5	20.4
2	8.6	4	3	4.6	20.2
3	8.7	4.7	2.5	5.3	21.2
4	8	4.5	2.2	4.5	19.2
5	8.4	4.4	2.8	4.8	20.4
6	8.3	4.2	2.1	5.2	19.8
7	8.5	4	3	4.8	20.3
8	8	4.8	2.6	5.4	20.8
Promedio	8.3625	4.3625	2.6125	4.95	20.2875

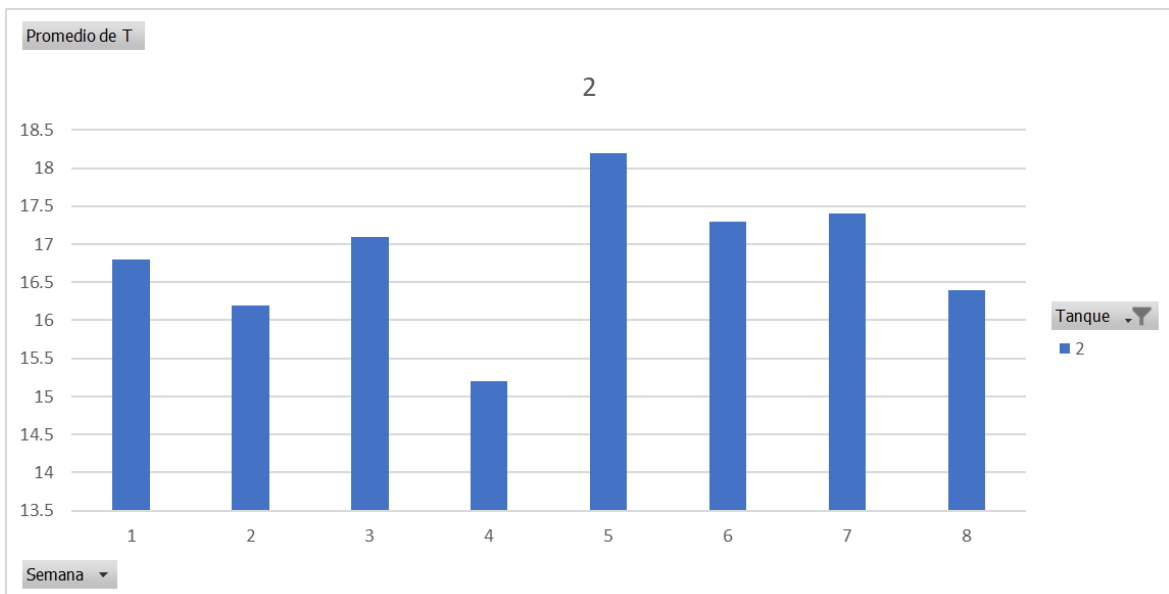
C. Gráficas de la toma de medida de tiempo de cada tanque ubicado en la sede principal.

Se debe considerar que en el eje de las X se encuentra cada semana de toma de la muestra, en el eje de las Y se encuentra el valor de T (tiempo medido en minutos)

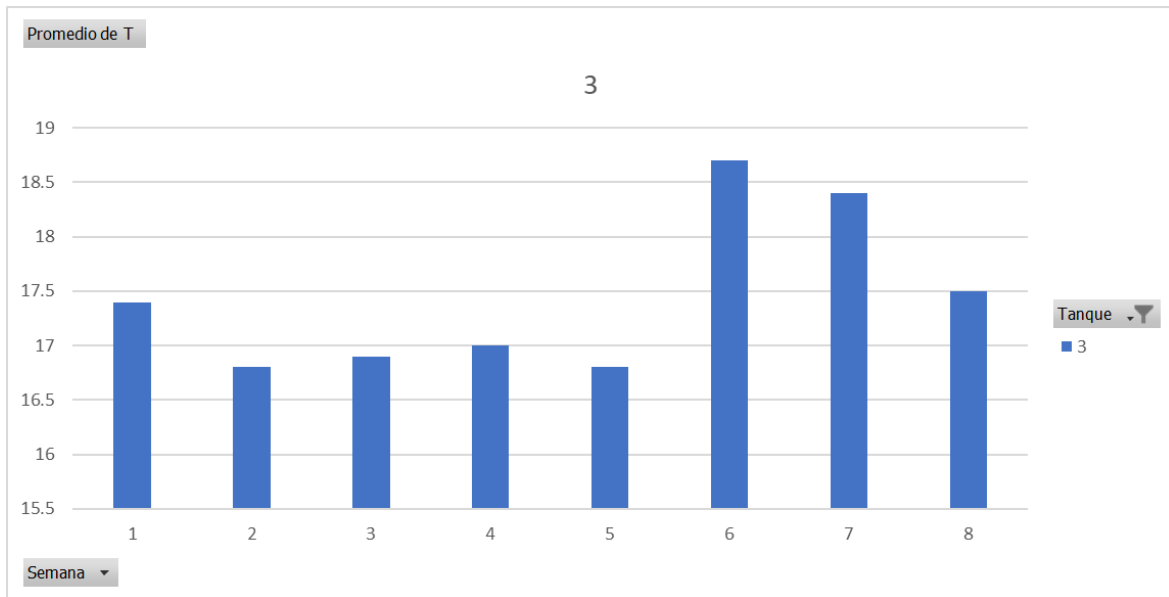
Tanque 1



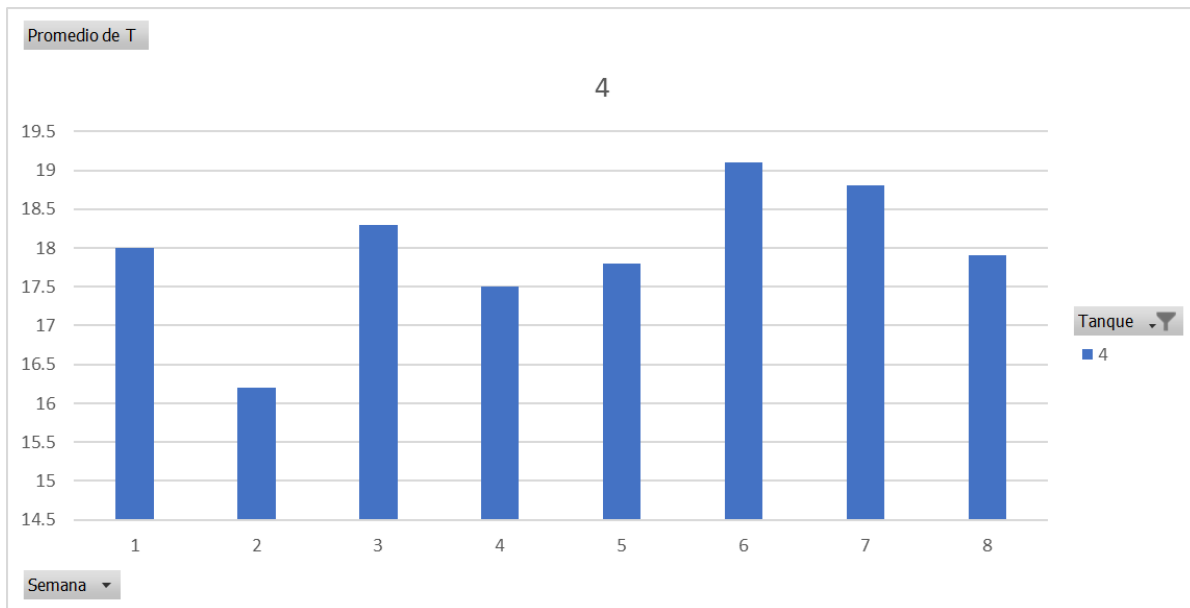
Tanque 2



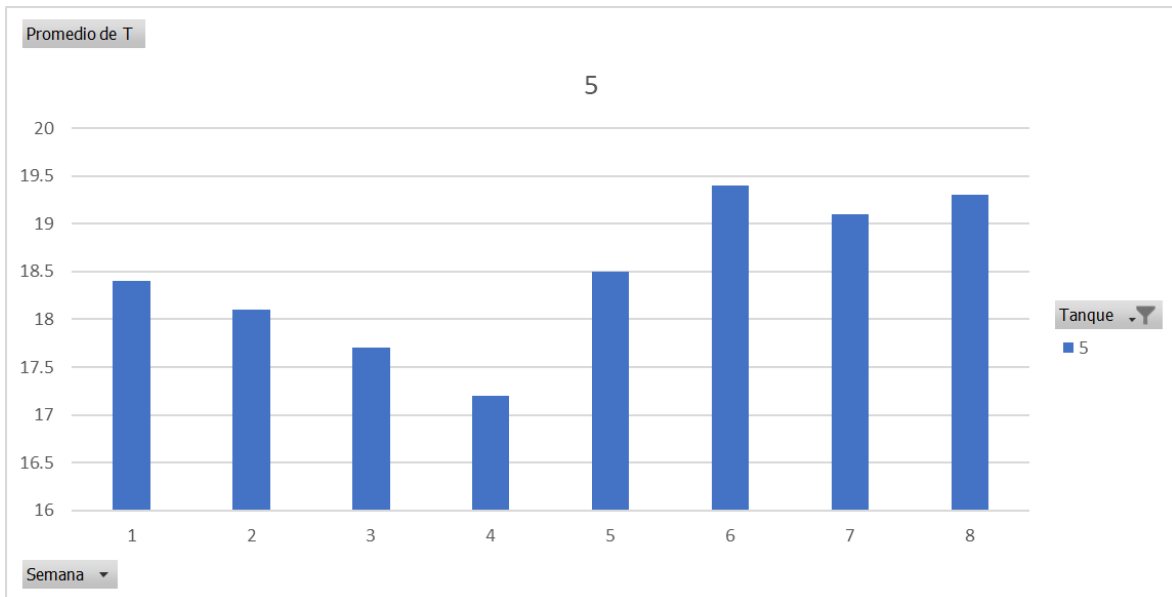
Tanque 3



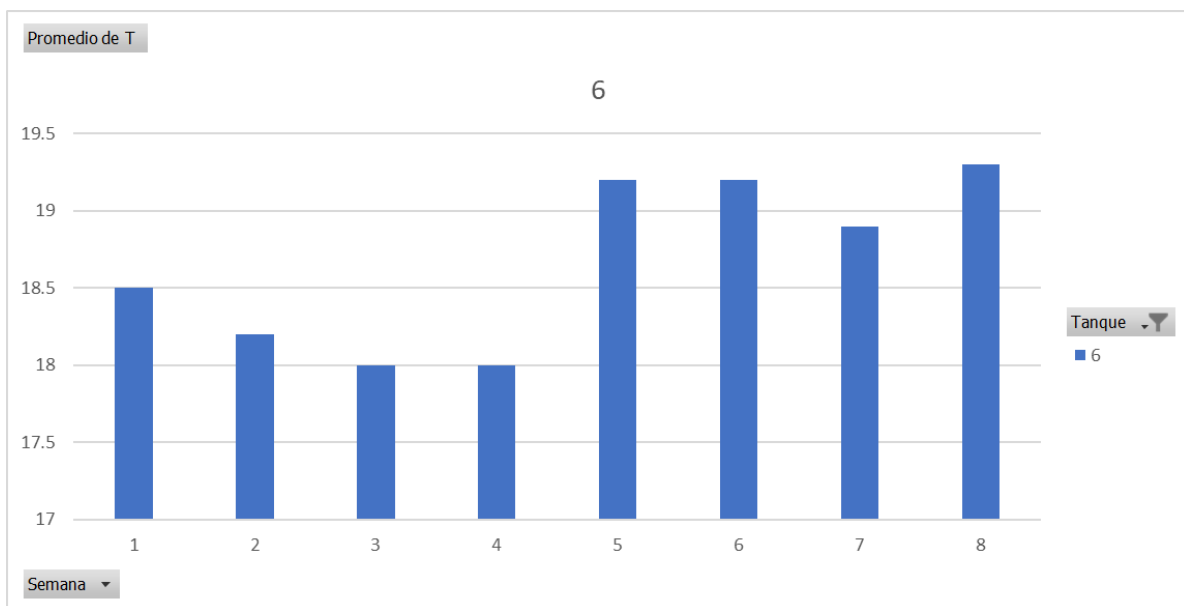
Tanque 4



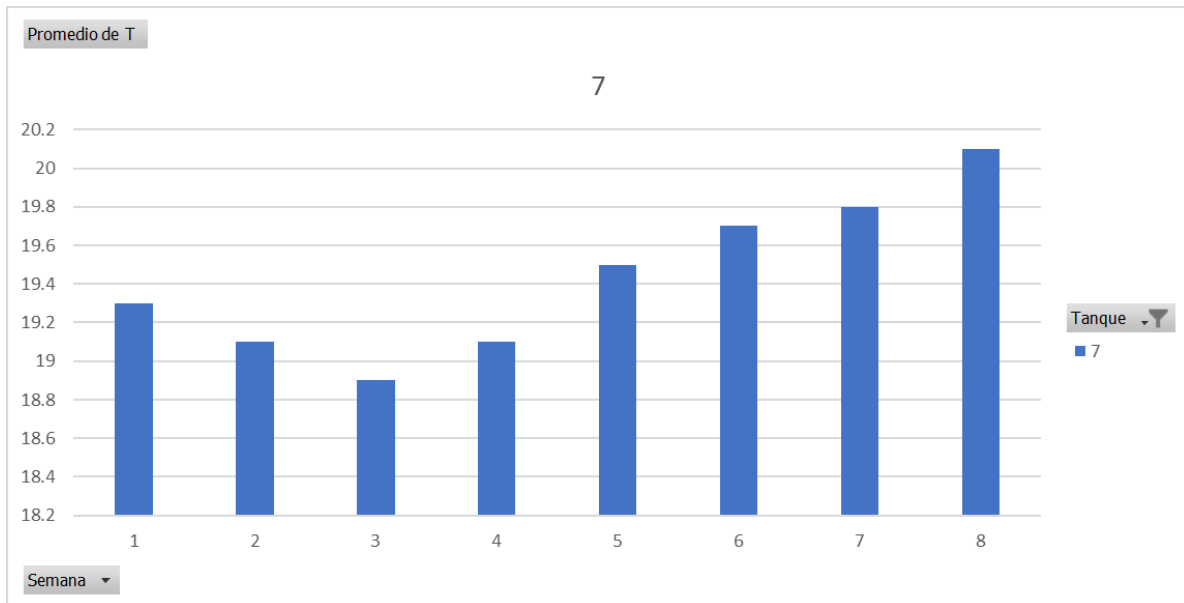
Tanque 5



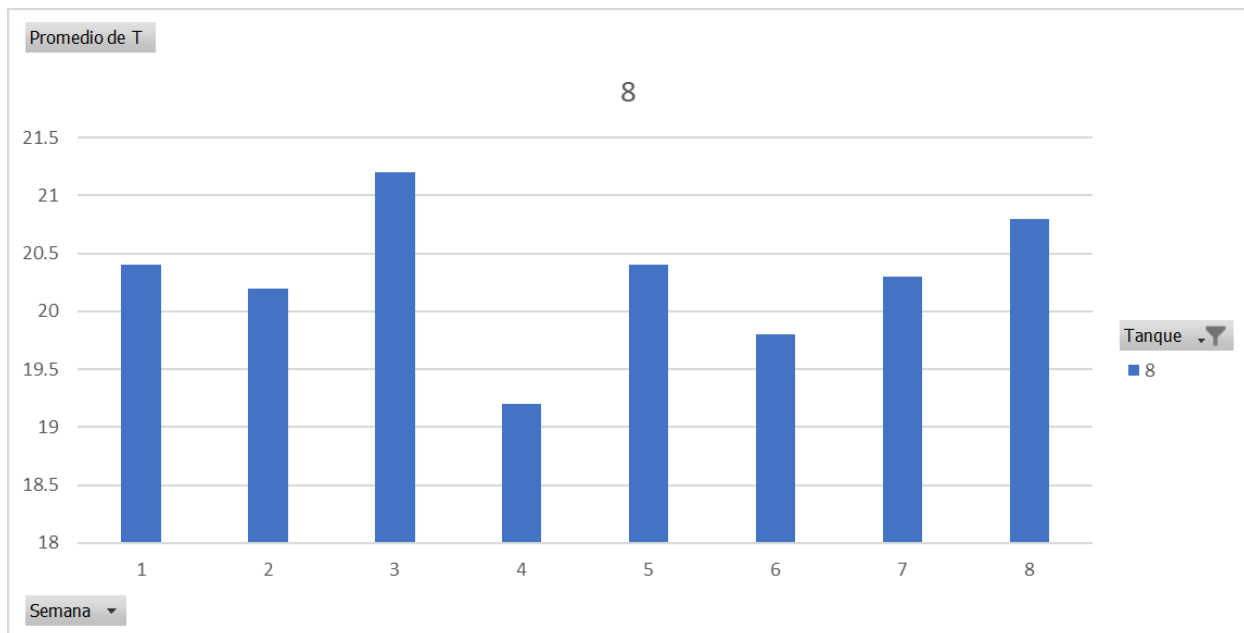
Tanque 6



Tanque 7



Tanque 8



D. Contenido tabular de las medidas de tiempo tomadas en los procesos para medir el tiempo que toma a un funcionario registrar la cantidad de contenido que posee cada tanque.

En la ubicación remota se cuenta con 11 tanques cuyos tiempos se muestran a continuación:

TANQUE 1

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	7.9	3.5	1.6	3.9	16.9
2	7.6	2.7	1.2	4	15.5
3	8.2	2.9	1.4	3.7	16.2
4	6.5	2.1	1.7	4.1	14.4
5	6	3.7	1.2	3.9	14.8
6	7.1	3	1.2	3.4	14.7
7	8.5	2.9	1.8	3.5	16.7
8	6.4	2.4	1.7	3.7	14.2
Promedio	7.275	2.9	1.475	3.775	15.425

TANQUE 2

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	8	3.4	1.7	3.8	16.9
2	7.5	3.8	1.1	4.1	16.5
3	8.1	3	1.3	3.8	16.2
4	6.7	2	1.8	4	14.5
5	5.9	3.5	1.4	3.8	14.6
6	6.9	3.4	1.1	3.3	14.7
7	8.7	3	1.9	3.6	17.2
8	6.5	2.5	1.6	3.8	14.4
Promedio	7.2875	3.075	1.4875	3.775	15.625

TANQUE 3

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	8.1	3.6	1.8	3.9	17.4

2	7.4	3.7	1.4	3.2	15.7
3	8	3.1	1.6	2.7	15.4
4	6.9	2.5	1.7	4.5	15.6
5	5.8	3.8	1.8	3.8	15.2
6	7	2.2	1.9	3.7	14.8
7	8.6	2.1	2.5	3.9	17.1
8	5.8	2.8	2.1	4.1	14.8
Promedio	7.2	2.975	1.85	3.725	15.75

TANQUE 4

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	8.2	3.7	2	4	17.9
2	7.5	3.9	1.2	3.6	16.2
3	7.9	3	1.8	3	15.7
4	7.1	3	1.5	4.1	15.7
5	6	3.7	1.6	3.9	15.2
6	7.3	2.1	2	3.5	14.9
7	8.9	2.2	2.6	3.8	17.5
8	5.6	2.6	2	4	14.2
Promedio	7.3125	3.025	1.8375	3.7375	15.9125

TANQUE 5

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	8.3	3.8	1.8	3.6	17.5
2	7.5	3.8	2	4	17.3
3	8	3.5	2	4	17.5
4	7	3.6	2	4.1	16.7
5	6.5	3.4	1.6	3.5	15
6	7.2	2.5	1.2	3.8	14.7
7	8.7	2.8	2.6	3.9	18
8	6	2.5	1.5	3	13
Promedio	7.4	3.2375	1.8375	3.7375	16.2125

TANQUE 6

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
--------	----------	----	----	----	---

1	8.4	3.9	1.9	3.7	17.9
2	7.4	4	2.1	4.1	17.6
3	8.1	3.4	1.9	4.1	17.5
4	7.4	3.5	1.8	3.9	16.6
5	6.8	3.6	2	3.2	15.6
6	7	2.6	1.5	3	14.1
7	8	2.7	2.3	4	17
8	6.5	2.6	1.6	4.5	15.2
Promedio	7.45	3.2875	1.8875	3.8125	16.4375

TANQUE 7

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	8.5	4	2.1	4.9	19.5
2	7.3	4.1	1.9	4	17.3
3	8.4	3.6	2.3	4.2	18.5
4	7.1	3.3	2.4	3.8	16.6
5	7.5	3.5	2.5	3.4	16.9
6	6.9	2.8	1.9	3.1	14.7
7	7.3	3	2	3.4	15.7
8	5.6	2.4	1.8	3.9	13.7
Promedio	7.325	3.3375	2.1125	3.8375	16.6125

TANQUE 8

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T
1	8.8	4.1	2	5	19.9
2	7.4	4	2	4	17.4
3	8	3.9	2.1	4.1	18.1
4	7.5	3.4	2.5	3.9	17.3
5	7.2	3.7	2.4	3.6	16.9
6	7	3	2	3	15
7	7.2	2.9	2	3.3	15.4
8	6	2.8	2	3.6	14.4
Promedio	7.3875	3.475	2.125	3.8125	16.8

TANQUE 9

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T	
1	8.9	4.3	2.2	4	19.4	
2	7.3	3.9	1.8	5	18	
3	8.4	4.1	2	4	18.5	
4	7.5	3.5	2.4	4.1	17.5	
5	7.3	3.9	2.3	3.4	16.9	
6	7.1	2.9	2.1	3.4	15.5	
7	7	3.1	2.2	3.4	15.7	
8	6.8	2.7	2.1	3.8	15.4	
Promedio	7.5375	3.55	2.1375	3.8875	17.1125	

TANQUE 10

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T	
1	9	4.6	2.5	4.1	20.2	
2	7.9	4	2	4.7	18.6	
3	8	3.9	1.9	4.2	18	
4	7.3	3.8	2.3	4.3	17.7	
5	7.5	3.2	2.1	3.5	16.3	
6	7.8	3.1	2	3.6	16.5	
7	7.4	3.7	2.4	3.2	16.7	
8	6.9	3	2	3.6	15.5	
Promedio	7.725	3.6625	2.15	3.9	17.4375	

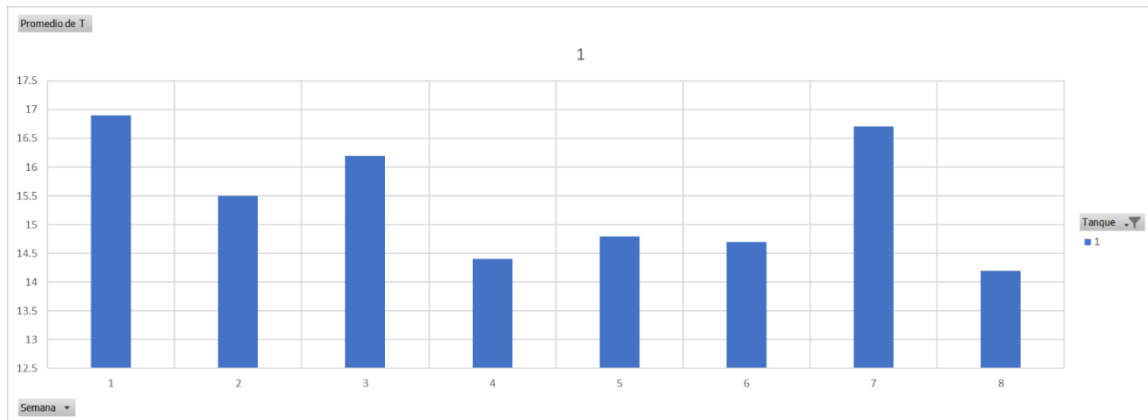
TANQUE 11

SEMANA	Ts (min)	Tg	Tu	Td	T	
1	8	4.8	2.8	4.6	20.2	
2	8.1	4.1	2.1	4.3	18.6	
3	7.9	4	2	4.1	18	
4	7.6	3.9	2.1	4	17.6	
5	7.4	3.5	2	3.9	16.8	
6	7.9	3.6	2.9	4	18.4	
7	7	3.6	2.8	4.1	17.5	
8	7	3.8	3	3.5	17.3	
Promedio	7.6125	3.9125	2.4625	4.0625	18.05	

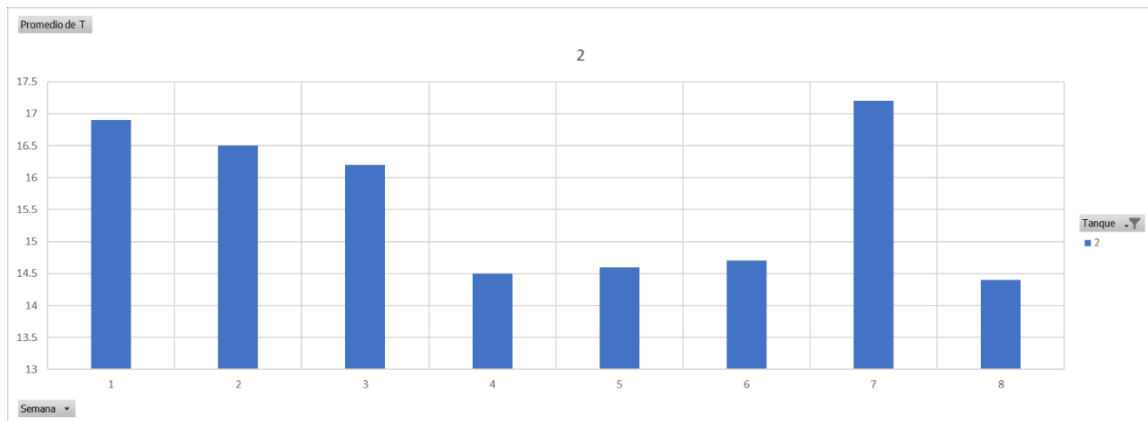
E. Gráficas de la toma de medida de tiempo de cada tanque ubicados remotamente.

Se debe considerar que en el eje de las X se encuentra cada semana de toma de la muestra, en el eje de las Y se encuentra el valor de T (tiempo medido en minutos)

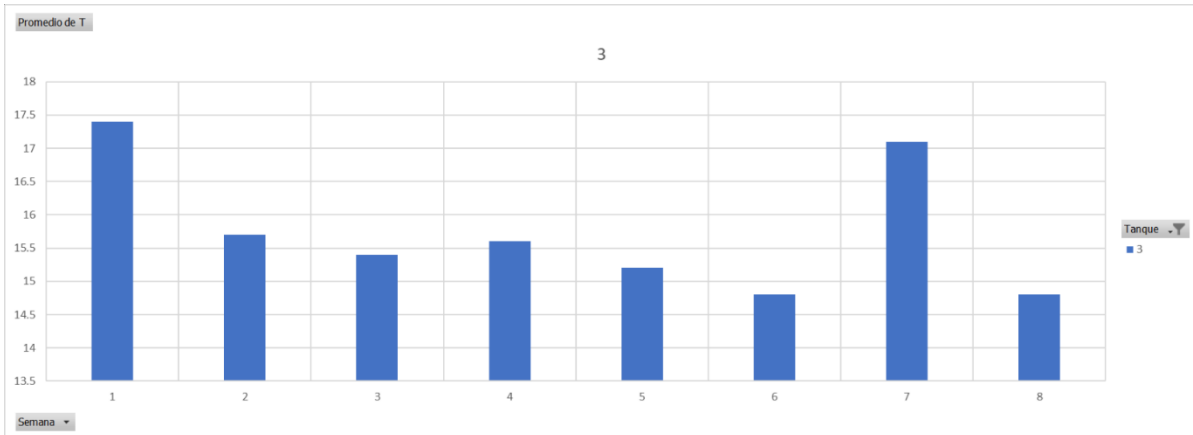
Tanque 1



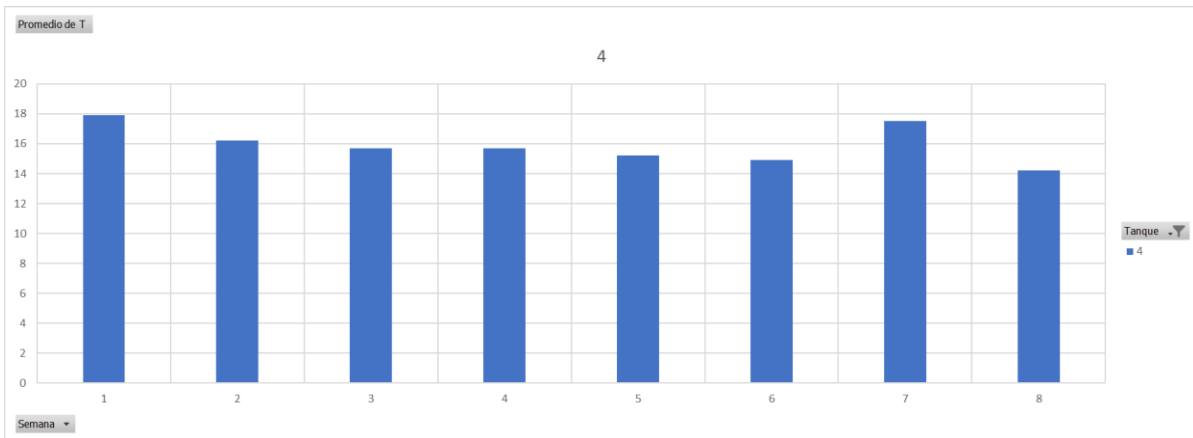
Tanque 2



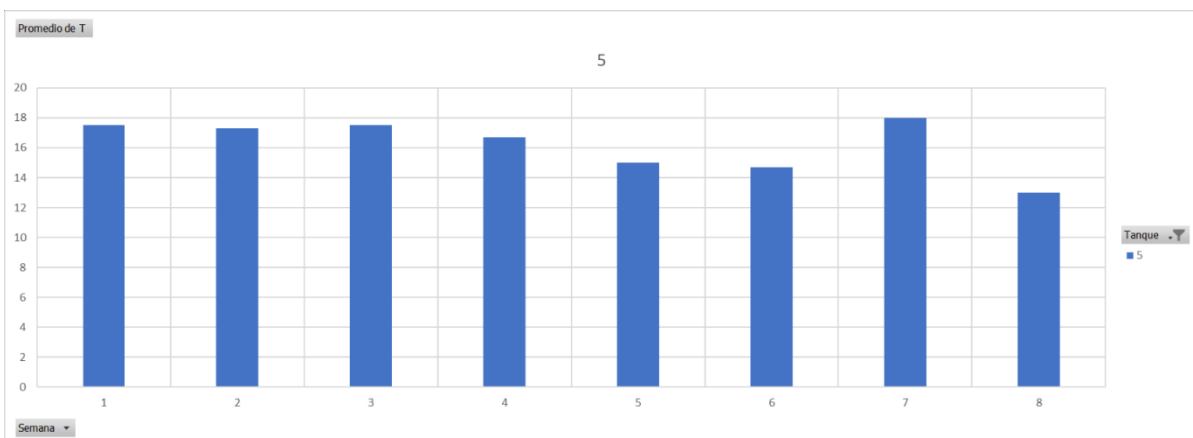
Tanque 3



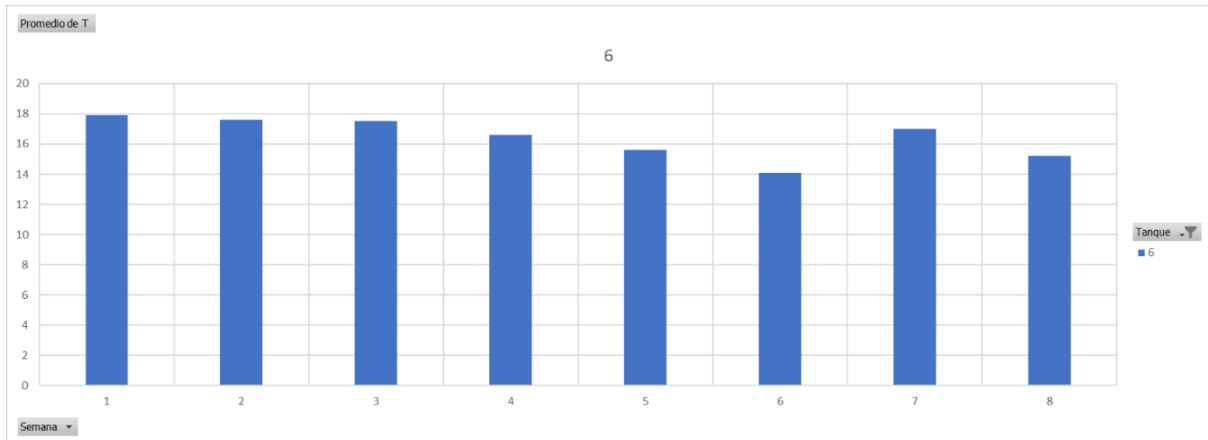
Tanque 4



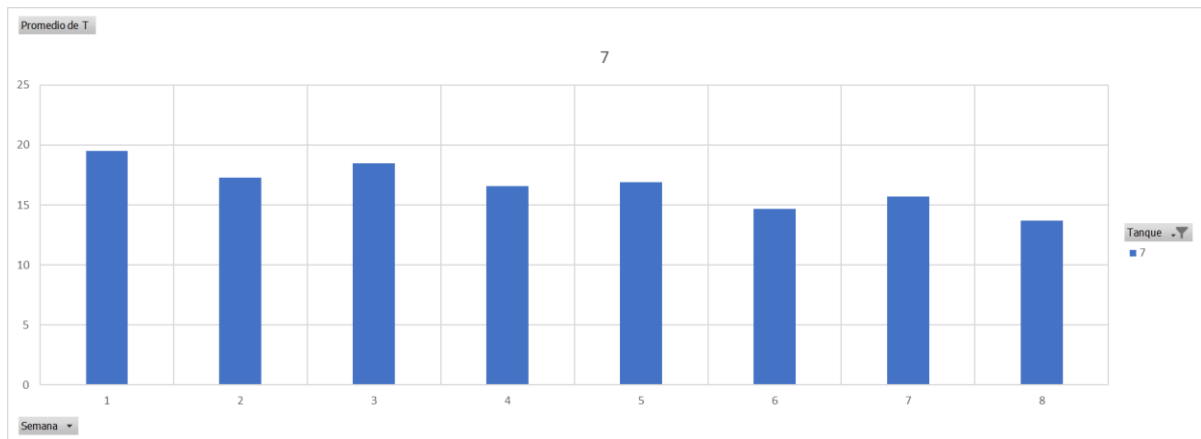
Tanque 5



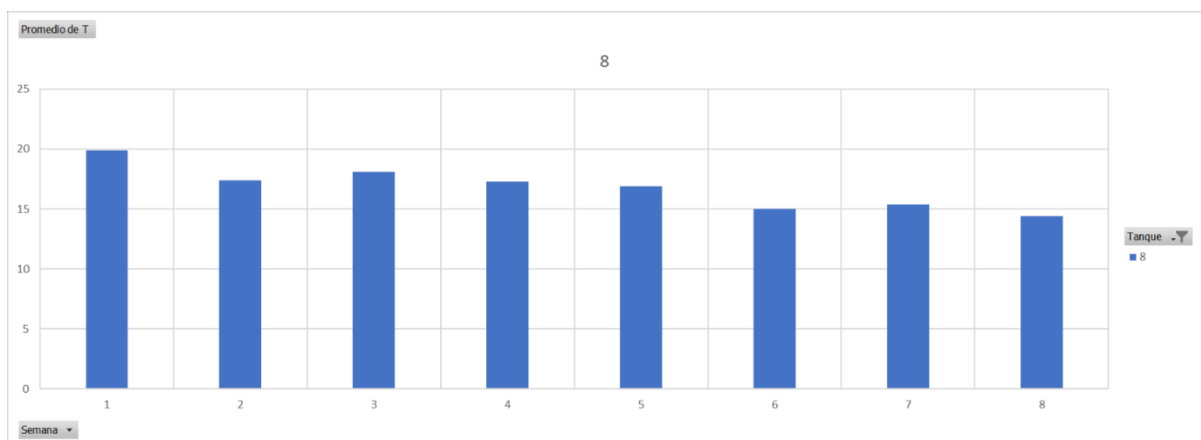
Tanque 6



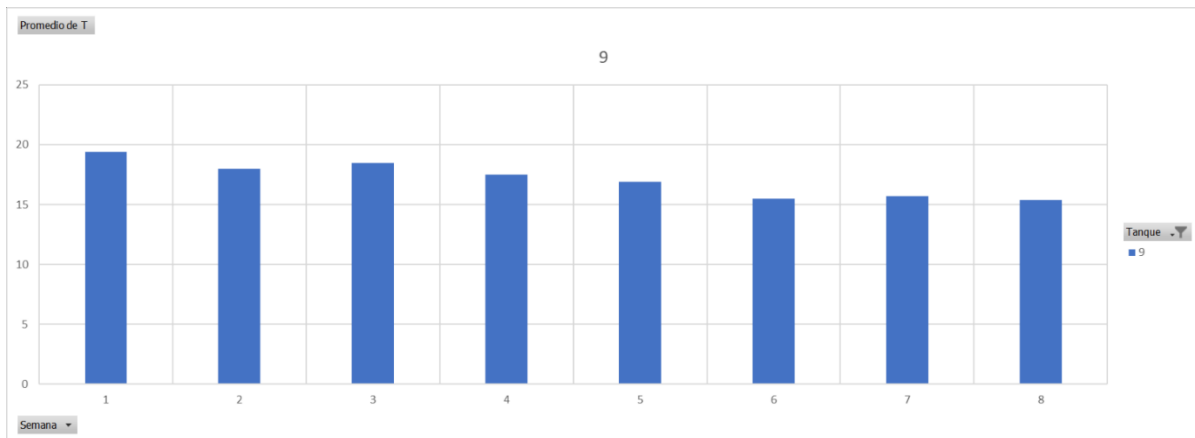
Tanque 7



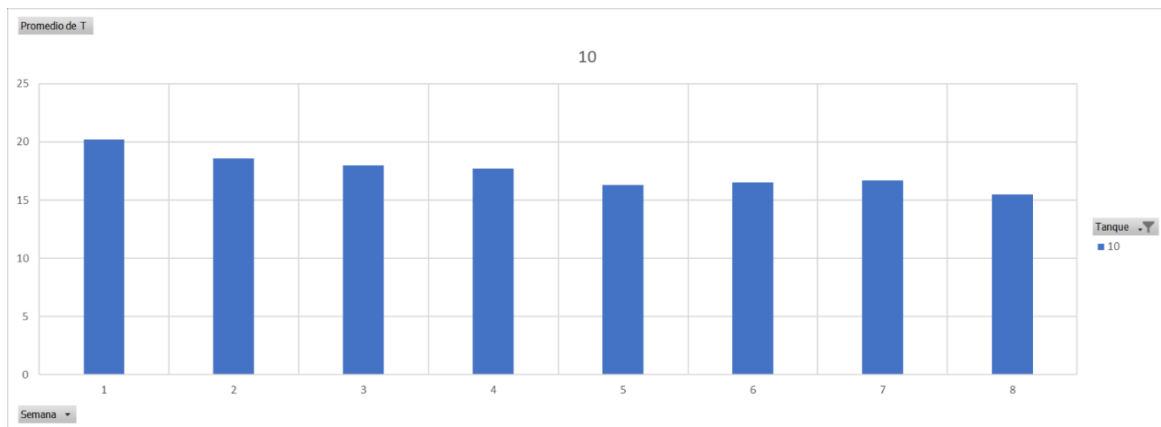
Tanque 8



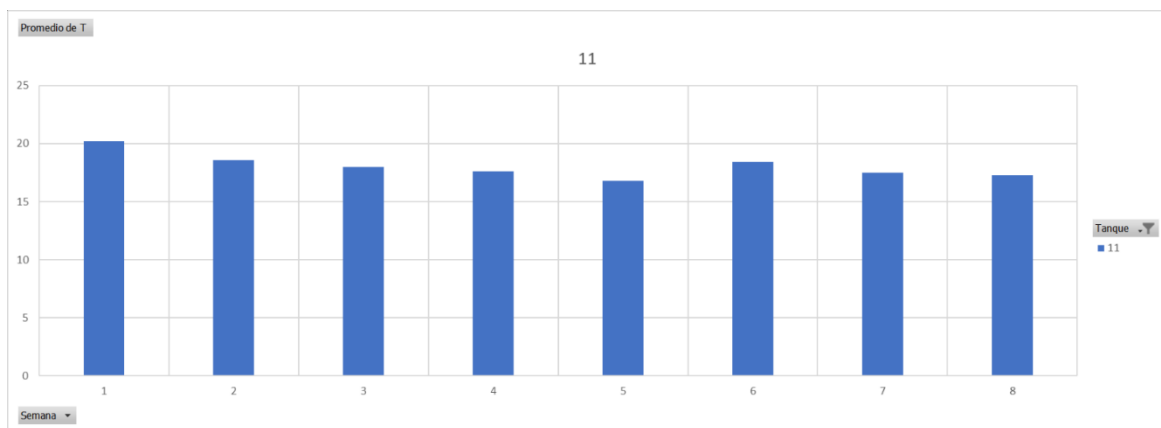
Tanque 9



Tanque 10



Tanque 11



F. Información detallada de las cantidades tomadas en cada tanque en la sede principal.

Tanque 1

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	35	2,800,853.35
2	29	2,320,707.07
3	20	1,600,487.63
4	34	2,720,828.97
5	28	2,240,682.68
6	18	1,440,438.87
7	36	2,880,877.74
8	27	2,160,658.30

Tanque 2

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	34	2,720,828.97
2	27	2,160,658.30
3	18	1,440,438.87
4	33	2,640,804.59
5	29	2,320,707.07
6	20	1,600,487.63
7	35	2,800,853.35
8	26	2,080,633.92

Tanque 3

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	33	2640804.592
2	26	2080633.921
3	23	1840560.776
4	34	2720828.973
5	30	2400731.447
6	25	2000609.539
7	33	2640804.592
8	29	2320707.065

Tanque 4

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	36	2,880,877.74
2	33	2,640,804.59
3	30	2,400,731.45

4	35	2,800,853.35
5	31	2,480,755.83
6	28	2,240,682.68
7	35	2,800,853.35
8	32	2,560,780.21

Tanque 5

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	35	2,800,853.35
2	27	2,160,658.30
3	16	1,280,390.11
4	34	2,720,828.97
5	26	2,080,633.92
6	19	1,520,463.25
7	35	2,800,853.35
8	28	2,240,682.68

Tanque 6

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	34	2,720,828.97
2	26	2,080,633.92
3	15	1,200,365.72
4	35	2,800,853.35
5	25	2,000,609.54
6	18	1,440,438.87
7	33	2,640,804.59
8	25	2,000,609.54

Tanque 7

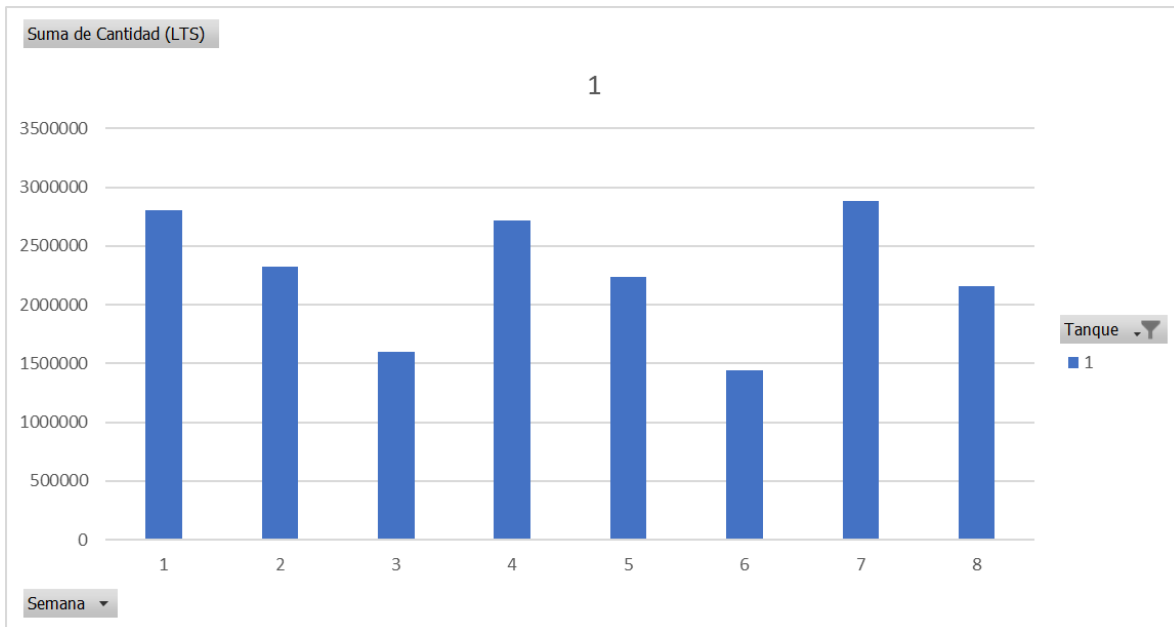
Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	36	2,880,877.74
2	31	2,480,755.83
3	26	2,080,633.92
4	35	2,800,853.35
5	29	2,320,707.07
6	24	1,920,585.16
7	36	2,880,877.74
8	32	2,560,780.21

Tanque 8

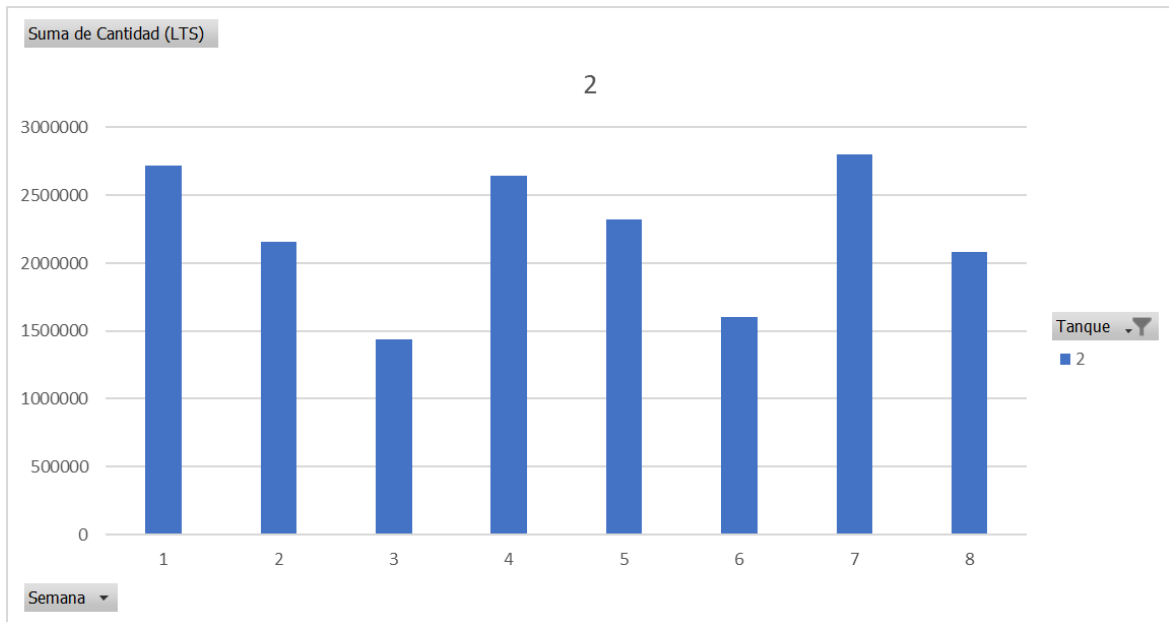
Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	34	2,720,828.97
2	27	2,160,658.30
3	20	1,600,487.63
4	35	2,800,853.35
5	26	2,080,633.92
6	14	1,120,341.34
7	36	2,880,877.74
8	28	2,240,682.68

G. Graficas del comportamiento de la cantidad almacenada de los tanques que se encuentra en la sede principal

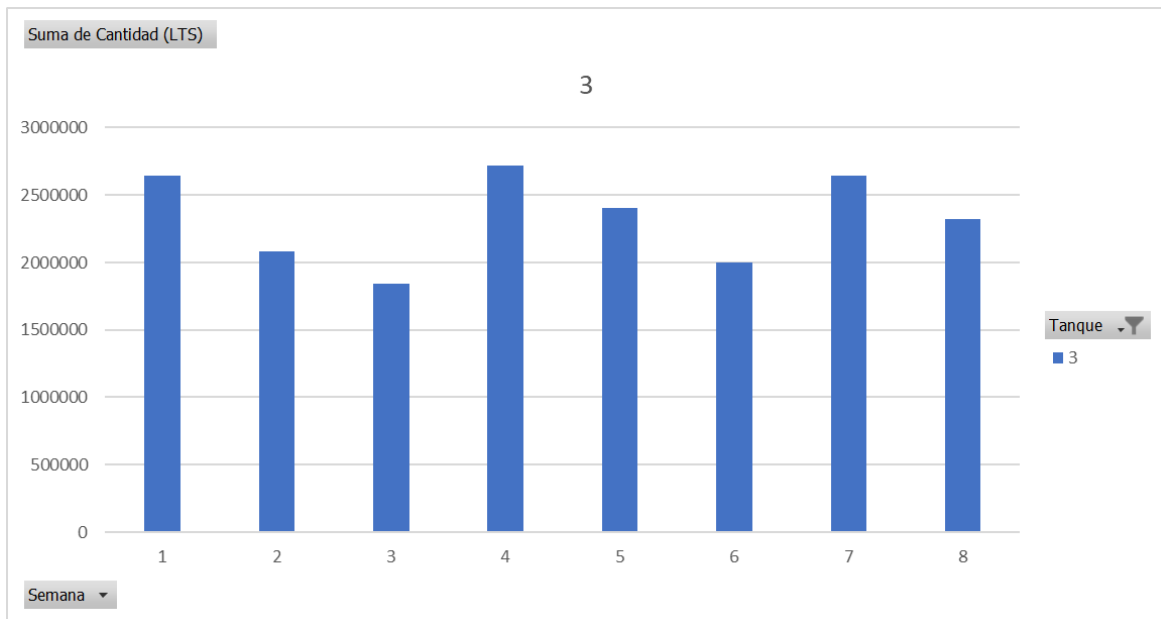
Tanque 1



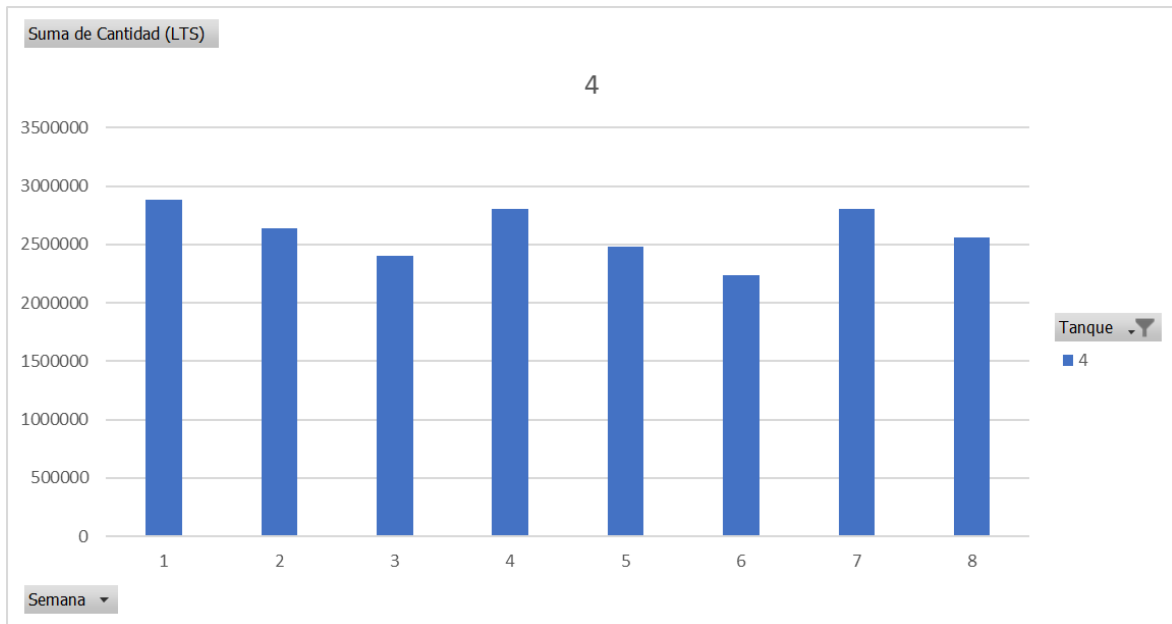
Tanque 2



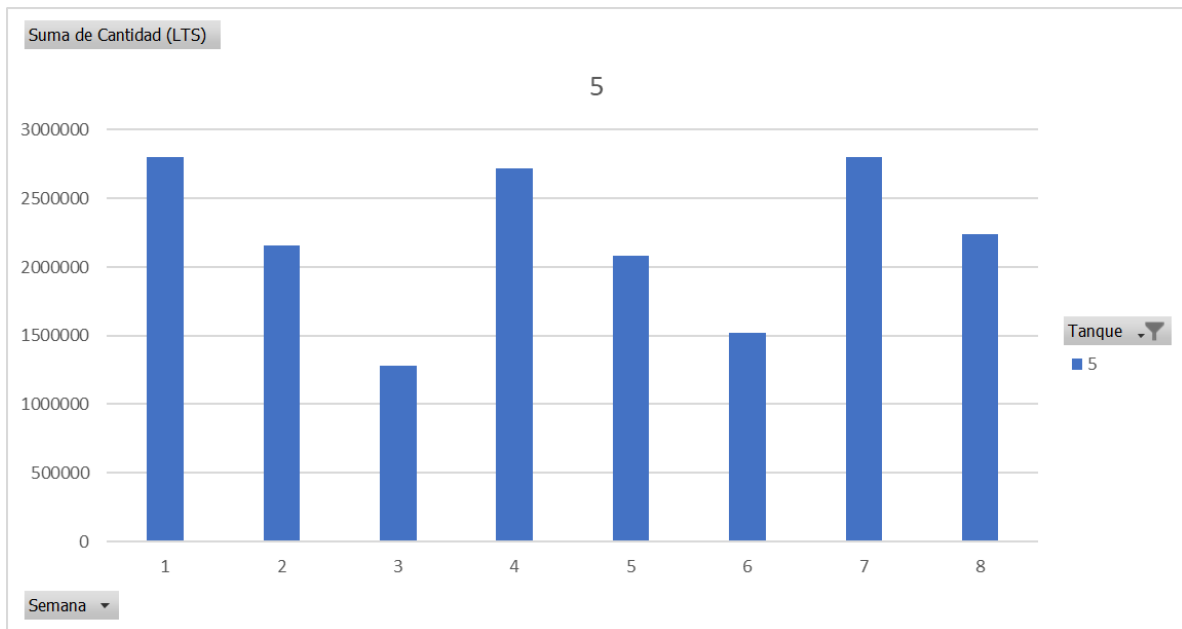
Tanque 3



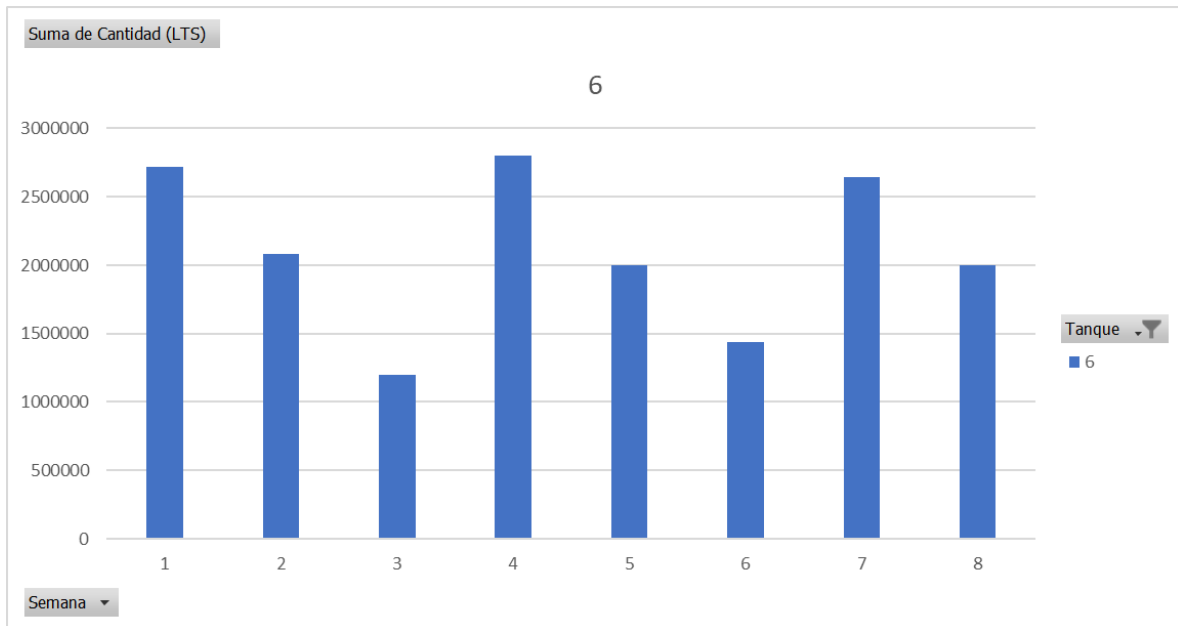
Tanque 4



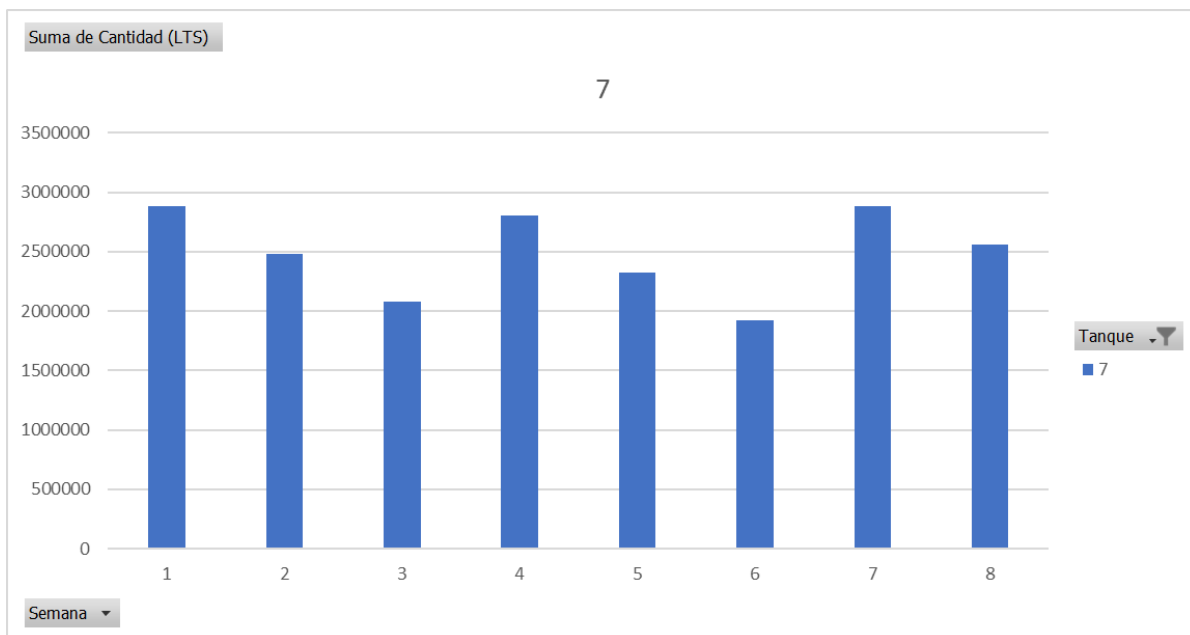
Tanque 5



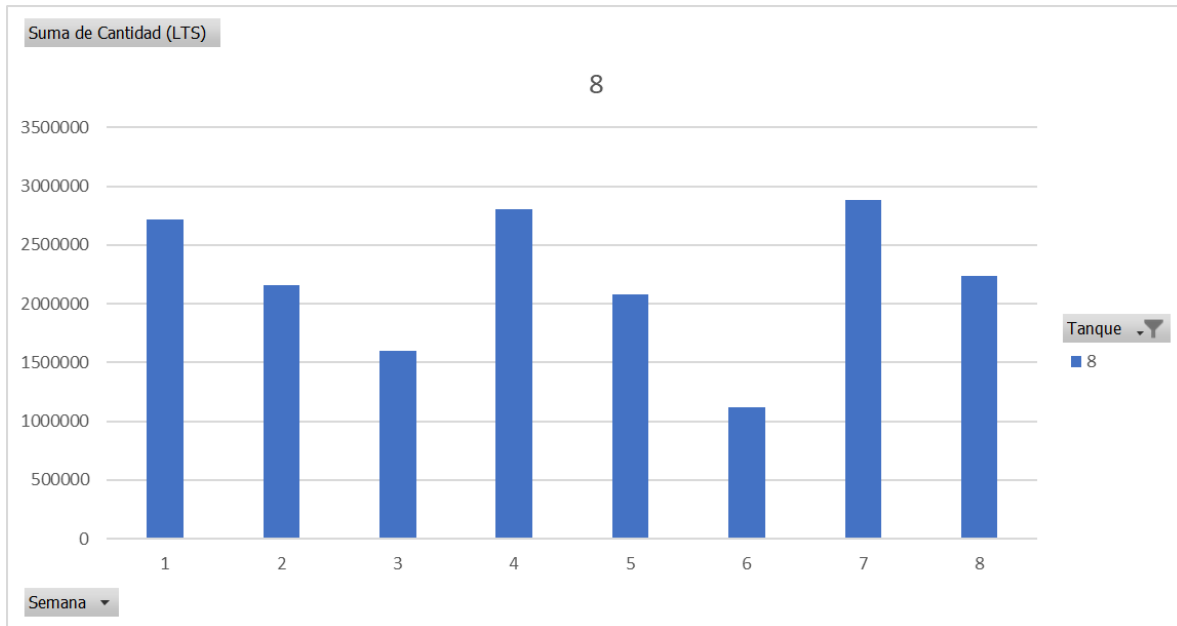
Tanque 6



Tanque 7



Tanque 8



H. Información detallada de las cantidades tomadas en cada tanque en la sede ubicada en la localización remota.

Tanque 1

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	36	2,880,877.74
2	20	1,600,487.63
3	12	960,292.58
4	35	2,800,853.35
5	19	1,520,463.25
6	10	800,243.82
7	36	2,880,877.74
8	23	1,840,560.78

Tanque 2

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	35	2,800,853.35
2	25	2,000,609.54
3	15	1,200,365.72
4	34	2,720,828.97
5	24	1,920,585.16
6	14	1,120,341.34
7	36	2,880,877.74

8	26	2,080,633.92
---	----	--------------

Tanque 3

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	34	2,720,828.97
2	25	2,000,609.54
3	16	1,280,390.11
4	35	2,800,853.35
5	24	1,920,585.16
6	17	1,360,414.49
7	33	2,640,804.59
8	24	1,920,585.16

Tanque 4

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	35	2,800,853.35
2	24	1,920,585.16
3	13	1,040,316.96
4	34	2,720,828.97
5	23	1,840,560.78
6	12	960,292.58
7	35	2,800,853.35
8	23	1,840,560.78

Tanque 5

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	34	2,720,828.97
2	22	1,760,536.39
3	11	880,268.20
4	33	2,640,804.59
5	21	1,680,512.01
6	10	800,243.82
7	35	2,800,853.35
8	23	1,840,560.78

Tanque 6

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	35	2,800,853.35
2	33	2,640,804.59
3	31	2,480,755.83
4	29	2,320,707.07
5	27	2,160,658.30
6	34	2,720,828.97
7	32	2,560,780.21
8	30	2,400,731.45

Tanque 7

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	34	2,720,828.97
2	29	2,320,707.07
3	23	1,840,560.78
4	35	2,800,853.35
5	26	2,080,633.92
6	21	1,680,512.01
7	34	2,720,828.97
8	28	2,240,682.68

Tanque 8

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	35	2,800,853.35
2	25	2,000,609.54
3	15	1,200,365.72
4	34	2,720,828.97
5	24	1,920,585.16
6	14	1,120,341.34
7	35	2,800,853.35
8	25	2,000,609.54

Tanque 9

Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	36	2,880,877.74
2	33	2,640,804.59

3	30	2,400,731.45
4	27	2,160,658.30
5	35	2,800,853.35
6	32	2,560,780.21
7	29	2,320,707.07
8	26	2,080,633.92

Tanque 10

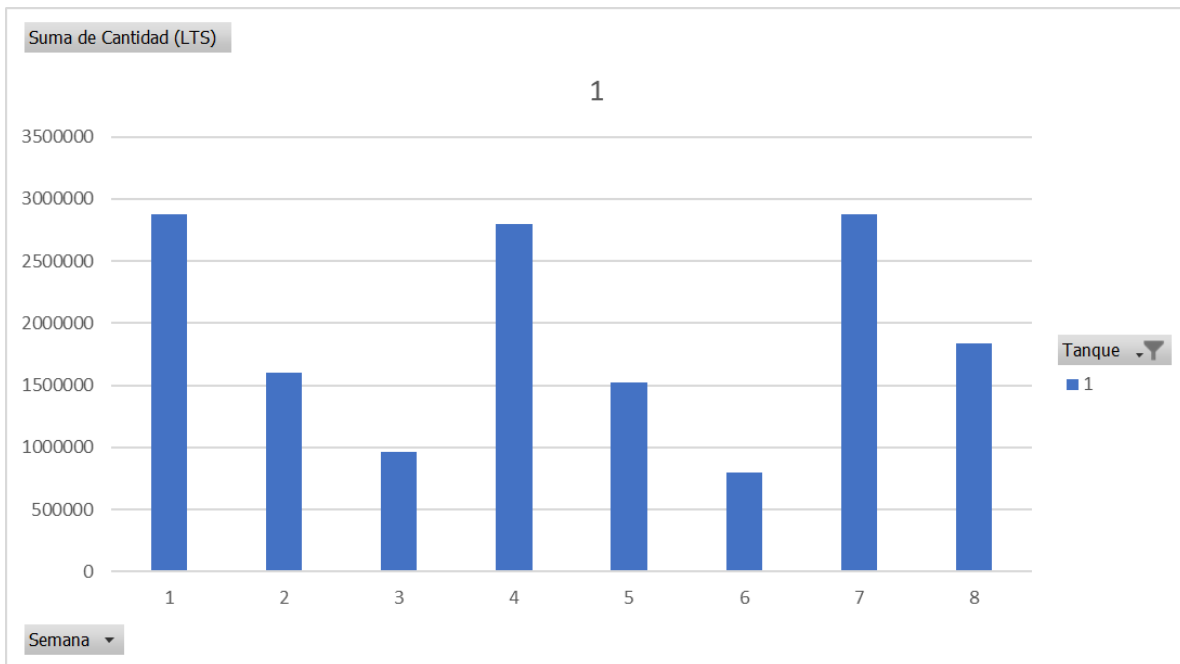
Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	35	2,800,853.35
2	27	2,160,658.30
3	20	1,600,487.63
4	34	2,720,828.97
5	28	2,240,682.68
6	19	1,520,463.25
7	35	2,800,853.35
8	29	2,320,707.07

Tanque 11

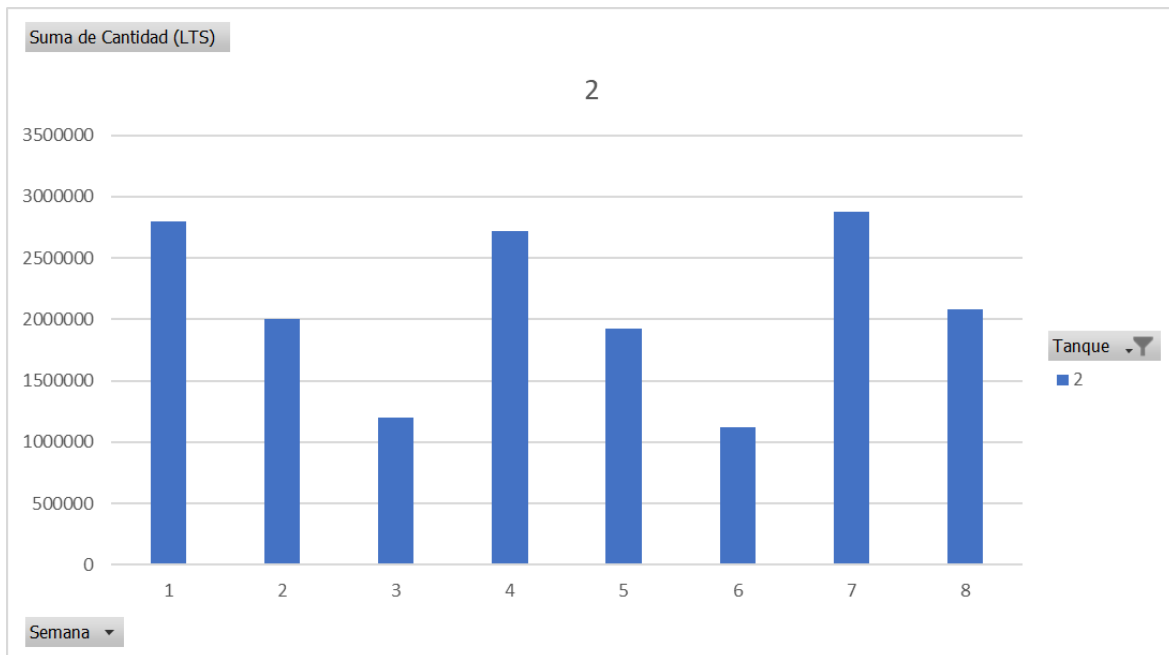
Semana	Altura del liquido (pies)	Cantidad
1	36	2,880,877.74
2	28	2,240,682.68
3	15	1,200,365.72
4	35	2,800,853.35
5	26	2,080,633.92
6	12	960,292.58
7	34	2,720,828.97
8	23	1,840,560.78

- I. Graficas del comportamiento de la cantidad almacenada de los tanques que se encuentra en la sede ubicada en la localización remota.

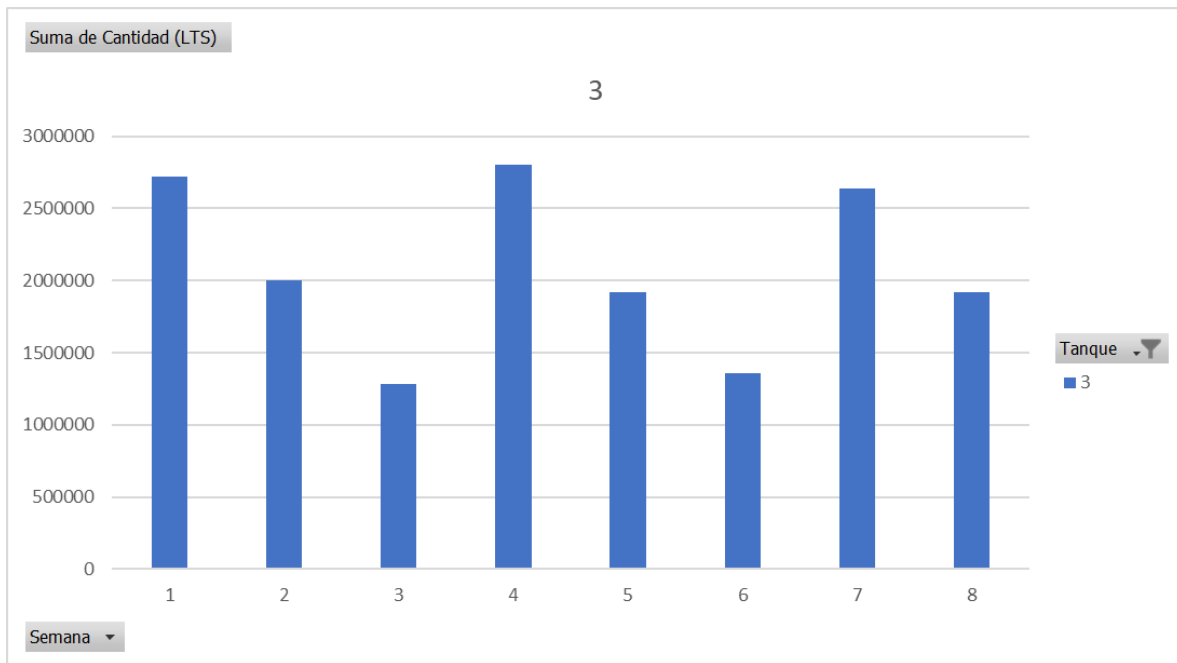
Tanque 1



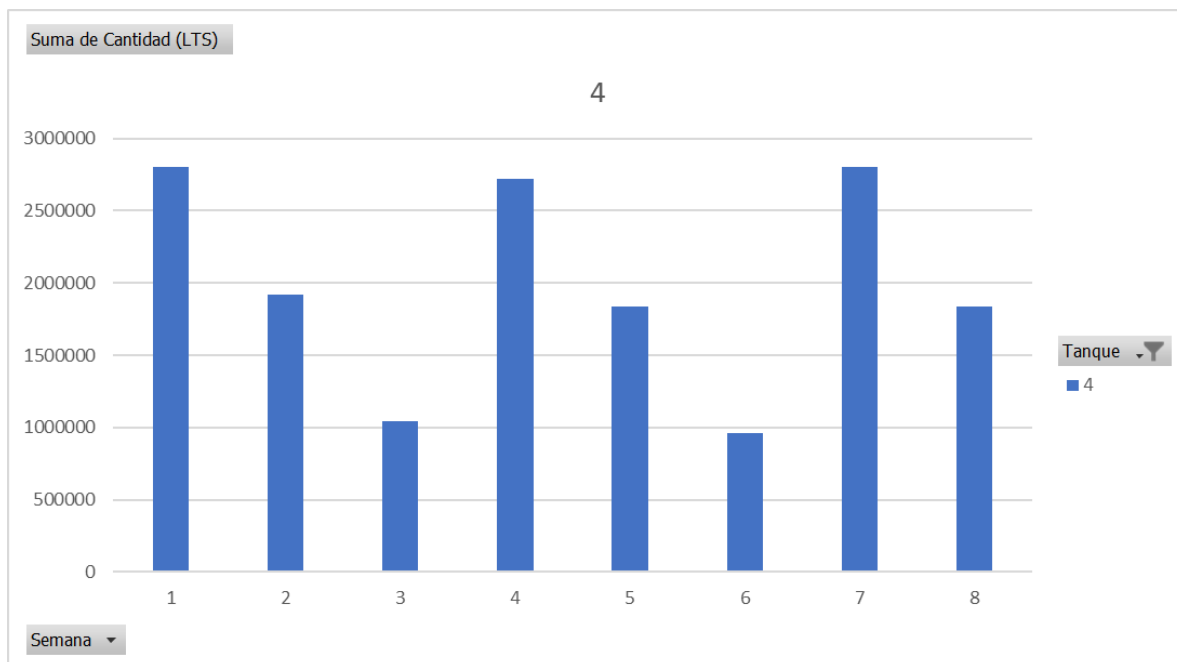
Tanque 2



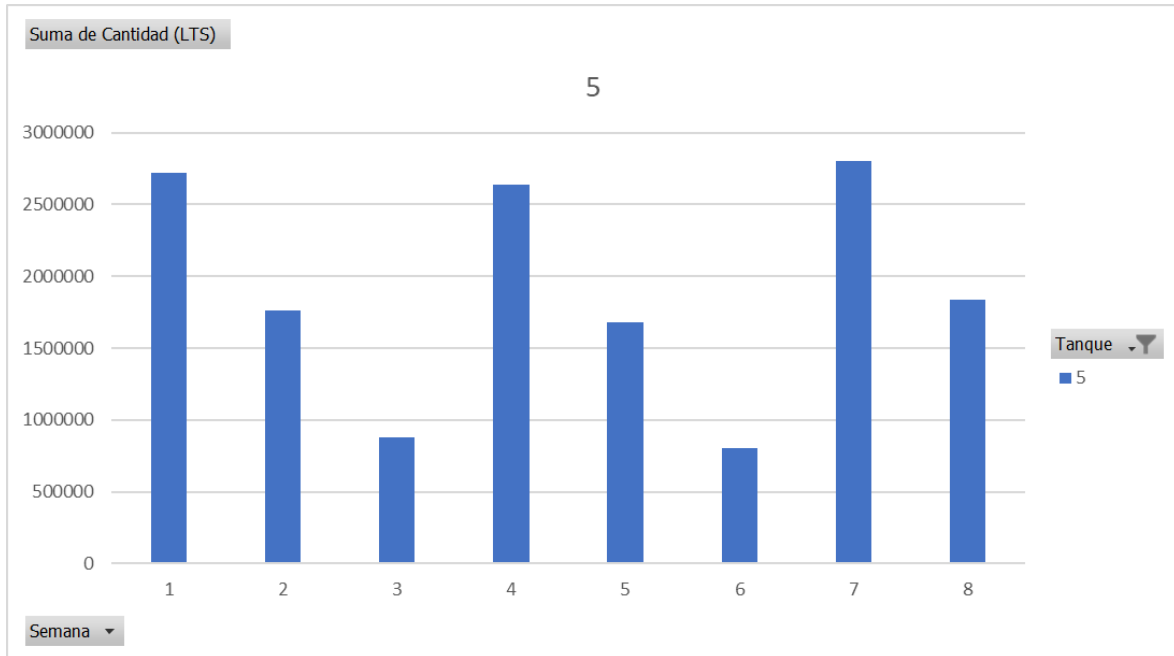
Tanque 3



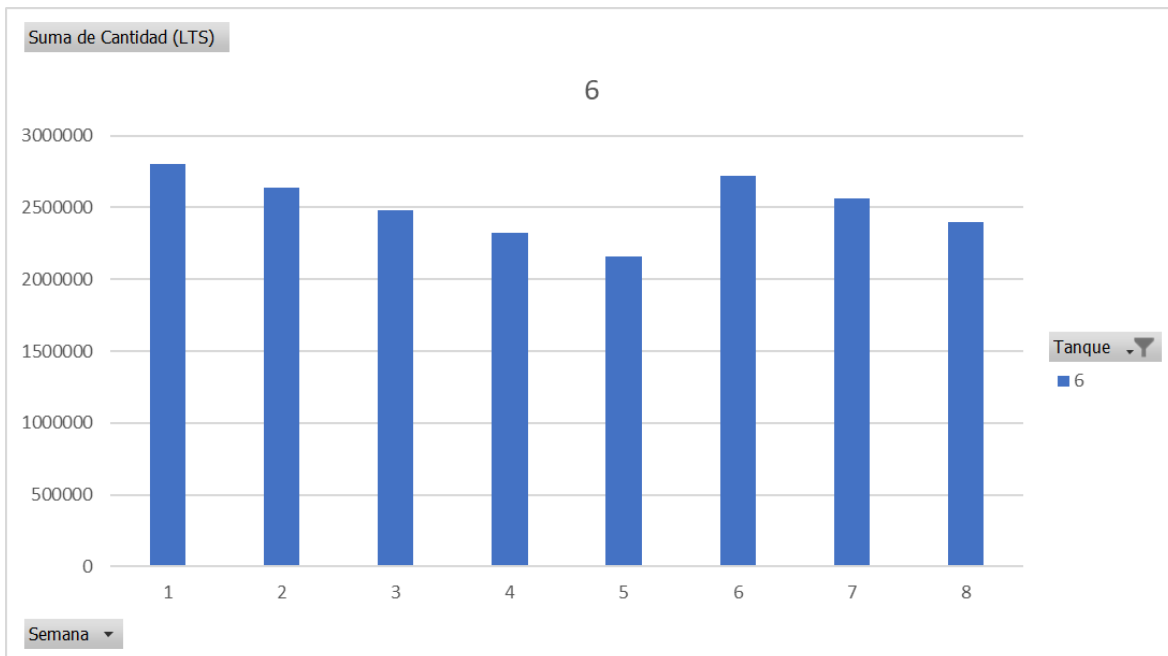
Tanque 4



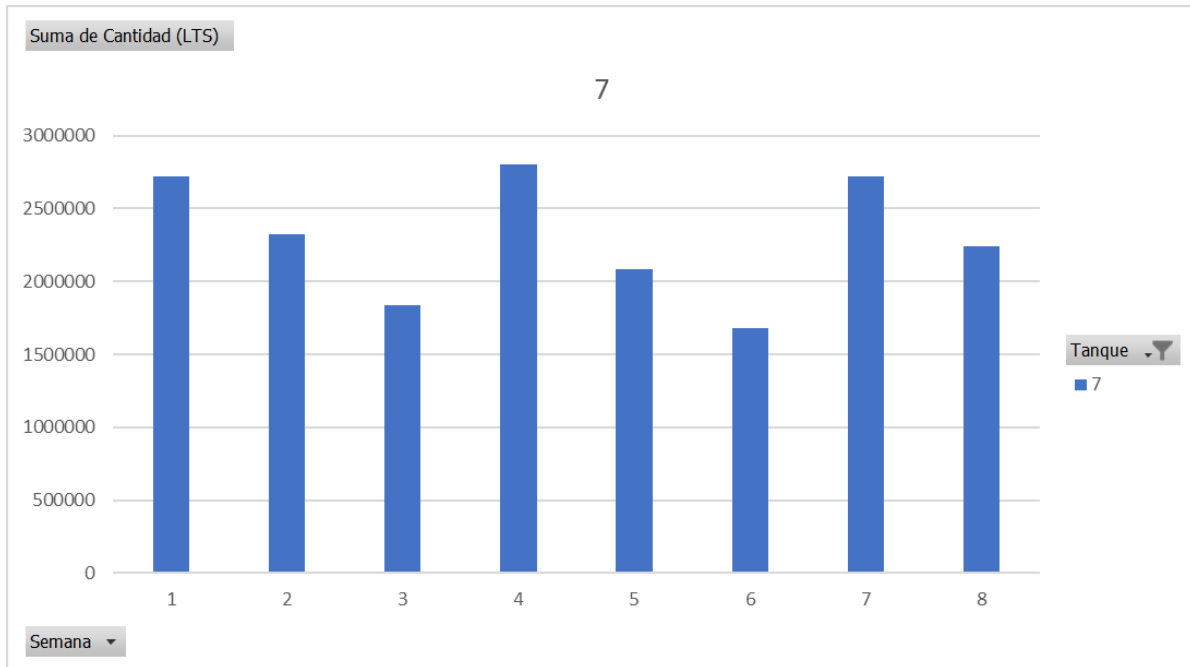
Tanque 5



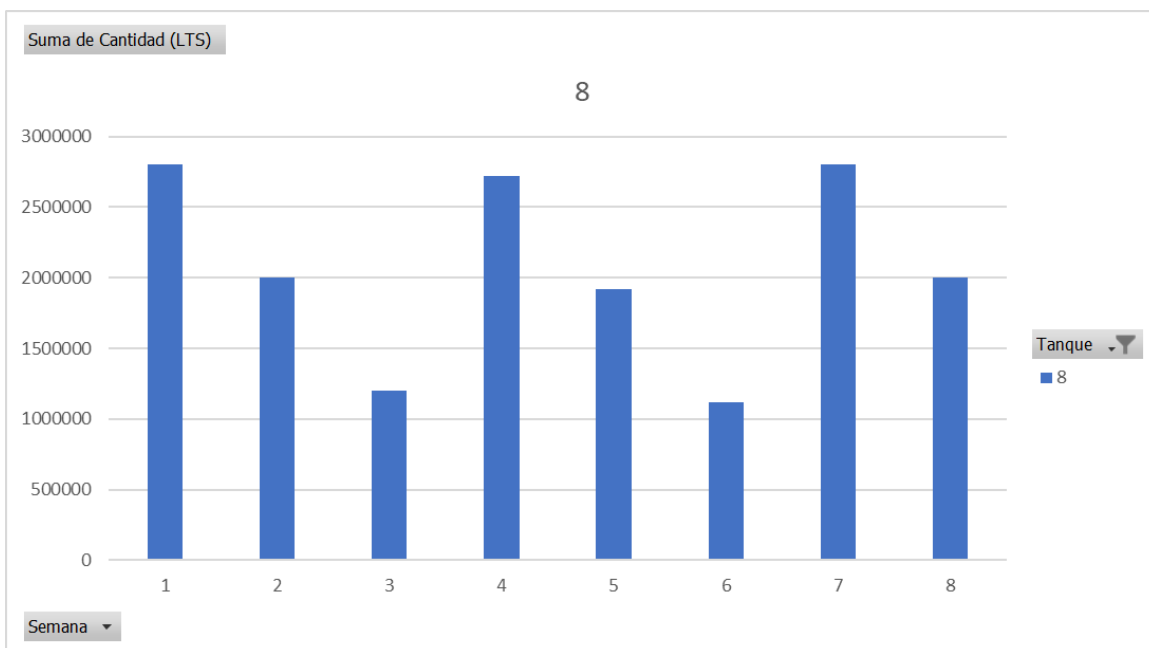
Tanque 6



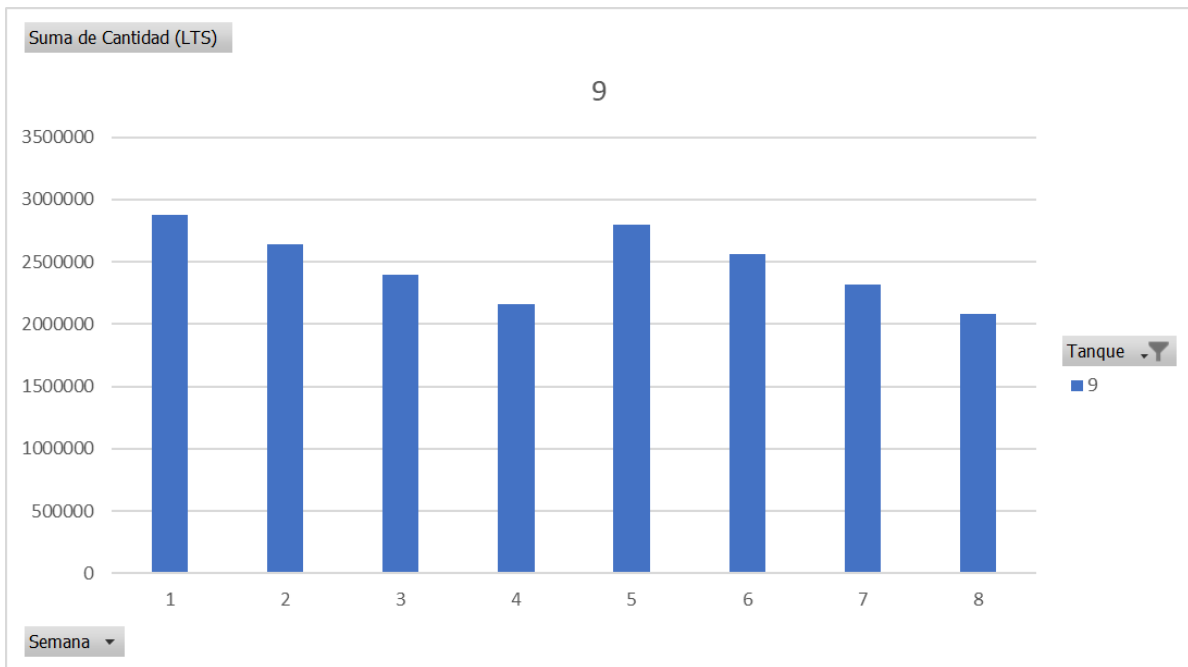
Tanque 7



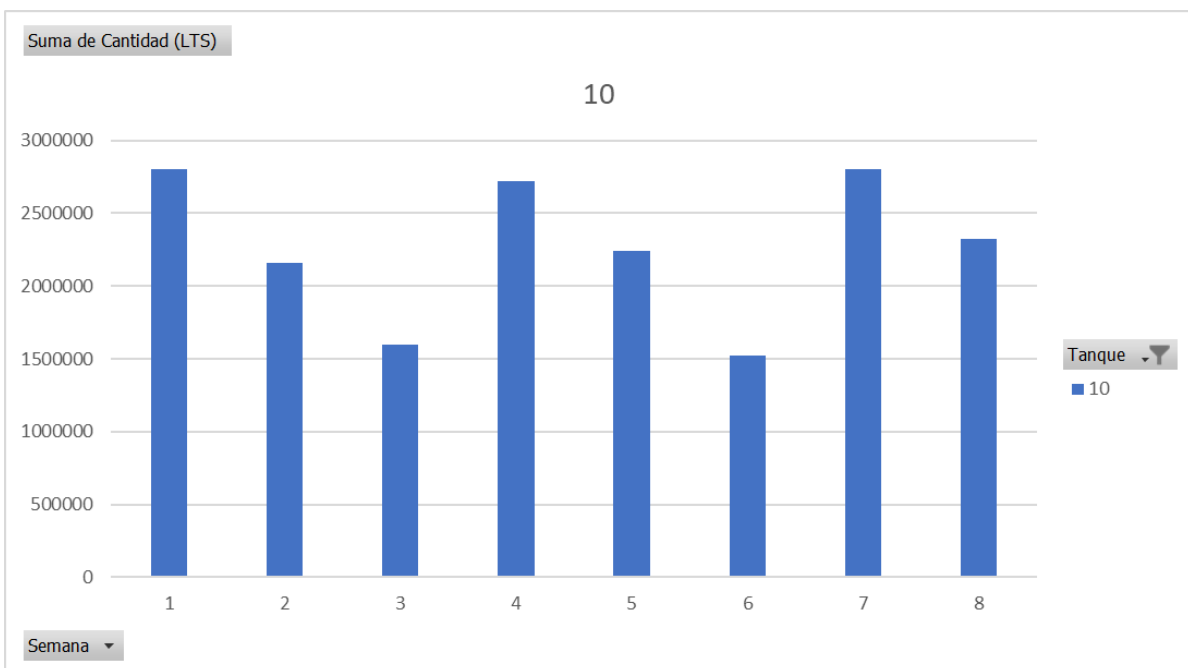
Tanque 8



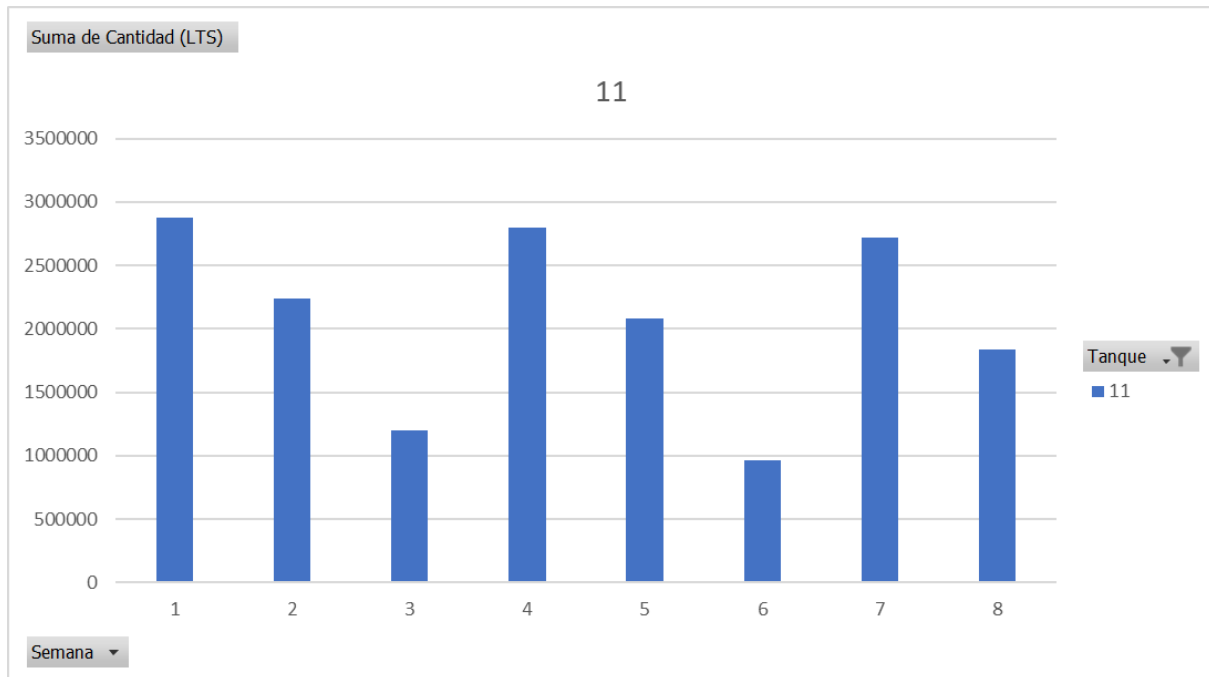
Tanque 9



Tanque 10



Tanque 11



J. Resultado del prototipo Arduino con la medición de los tanques y la el widget funcionando.

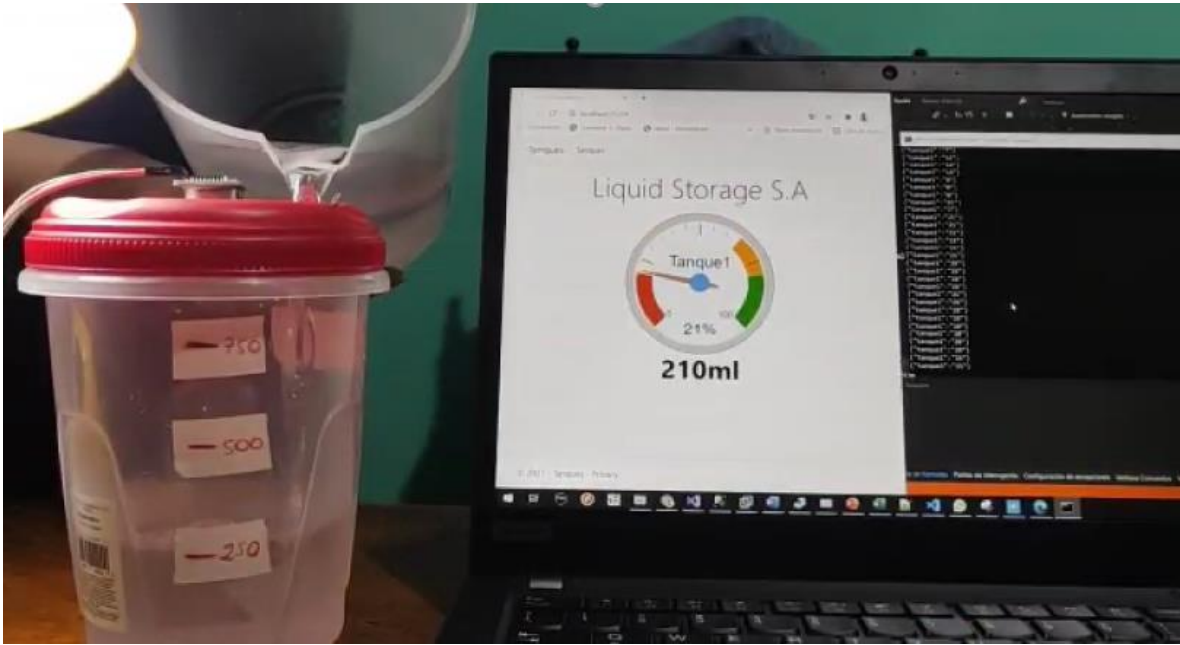




El modem Nexxt tiene la funcionalidad de switch que conecta al servidor Linux con la placa Arduino y así permite el flujo de información.



La placa Arduino conectada al sensor ultrasonico.



La API de Google chart muestra los resultados del sensor en información legible a los usuarios para su análisis en tiempo real.