



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DEL SISTEMA DE  
CONTROL DE PARQUEADEROS PARA LA UTI – QUITO.**

---

Trabajo de titulación bajo la modalidad Propuesta Metodológica previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

**Autor:**

Terán Valle Cristian Javier

**Tutor:**

Msc. Morán Navarrete Andrés Eduardo

QUITO – ECUADOR

2020

## **AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Cristian Javier Terán Valle declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PARQUEADEROS PARA LA UTI - QUITO”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad Quito, a los 21 días del mes de agosto de 2020, firmo conforme:

Autor: Cristian Javier Terán Valle



Firma: .....

Número de Cédula: 171883046-4

Dirección: Pichincha, Quito, Calderón, Marianas.

Correo Electrónico: cristian73ja\_@hotmail.com

Teléfono: +593 995086913 – 2037172

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PARQUEADEROS PARA LA UTI - QUITO” presentado por Terán Valle Cristian Javier, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

### **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 21 de agosto del 2020.



.....

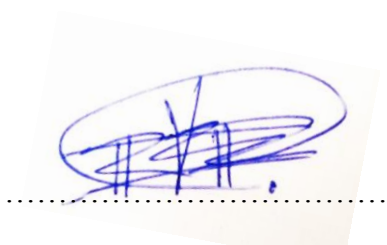
Msc. Andrés Eduardo Morán Navarrete

C.I.: 171904635-9

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 21 de agosto del 2020.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'C' followed by several vertical and horizontal strokes, all contained within a light blue rectangular box.

Cristian Javier Terán Valle

C.I.: 171883046-4

## **APROBACIÓN TRIBUNAL**

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PARQUEADEROS PARA LA UTI - QUITO, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, .... de ..... de 2020.

.....

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

VOCAL

.....

VOCAL

## **DEDICATORIA**

A mí amada madre Judith Terán, quién con su lucha constante y apoyo incondicional es mi inspiración y ejemplo de superación académica, personal y profesional.

A mí querida familia Cabezas Terán, quienes siempre han sido mi guía y ejemplo a seguir.

A mis queridos familiares que creyeron en mí y han estado siempre en las dificultades de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre, por ser el motor que impulsa mi vida, que siempre confió y creyó en mí, que con sus consejos y sabiduría ha sabido darme ánimo en los momentos difíciles.

Mi más sincero agradecimiento a la UTI-Quito y a cada uno de los docentes que tuve a lo largo de mi etapa estudiantil, quienes brindaron toda su sabiduría y conocimientos para poder afrontar problemas laborales y personales.

Y de manera muy especial al Magister Andrés Morán por su apoyo, conocimiento y ayuda desinteresada e incondicional en el desarrollo de la presente tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| PORTADA.....                                  | i    |
| AUTORIZACIÓN PARA EL REPOSITORIO DIGITAL..... | ii   |
| APROBACIÓN DEL TUTOR.....                     | iii  |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....              | iv   |
| APROBACIÓN TRIBUNAL.....                      | v    |
| DEDICATORIA.....                              | vi   |
| AGRADECIMIENTO.....                           | vii  |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS.....                     | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                         | xi   |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                        | xii  |
| ÍNDICE DE ANEXOS.....                         | xiv  |
| RESUMEN EJECUTIVO.....                        | xv   |
| ABSTRACT.....                                 | xvi  |

## CAPÍTULO I

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Introducción.....          | 1 |
| Antecedentes.....          | 5 |
| Justificación.....         | 6 |
| Objetivo general.....      | 7 |
| Objetivos específicos..... | 7 |

## CAPÍTULO II

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Ingeniería del proyecto.....                          | 8  |
| Diagnóstico de la situación actual de la empresa..... | 8  |
| Teoría de colas.....                                  | 9  |
| Área de estudio.....                                  | 11 |
| Modelo Operativo.....                                 | 13 |
| Diagrama de bloques - Modelo Operativo.....           | 14 |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Desarrollo del Modelo Operativo. ....                            | 15 |
| Resultado de las encuestas registradas.....                      | 19 |
| Desarrollo e interpretación de encuestas.....                    | 20 |
| Resultados e interpretaciones generales encuestas digitales..... | 26 |

### **CAPÍTULO III**

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Propuesta y resultados esperados.....                         | 29 |
| Desarrollo de la propuesta .....                              | 29 |
| Características de la propuesta del sistema de control.....   | 29 |
| Cálculos del prototipo .....                                  | 30 |
| Diagrama de flujo del sistema de control .....                | 31 |
| Comunicación serial.....                                      | 32 |
| Programación del prototipo.....                               | 42 |
| Funcionamiento del prototipo.....                             | 42 |
| Planos.....                                                   | 46 |
| Esquema de parqueadero de la propuesta. ....                  | 49 |
| Esquema del diseño de instalación de cajas Arduino Mega. .... | 50 |
| Esquema de ubicación de cajas de Arduino.....                 | 51 |
| Esquema de dimensionamiento de cableado eléctrico.....        | 52 |
| Prototipo escala real.....                                    | 53 |
| Resultados esperados .....                                    | 54 |
| Programación propuesta UTI-QUITO. ....                        | 55 |
| Pre simulación de la propuesta UTI-Quito. ....                | 56 |
| Comunicación serial de la propuesta. ....                     | 57 |
| Normativa de Construcción Cableado de la Propuesta.....       | 61 |
| Cronograma de actividades.....                                | 64 |
| Análisis de costos .....                                      | 66 |
| Análisis financiero. ....                                     | 66 |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Presupuesto de costo del prototipo. ....                     | 67 |
| Presupuesto de costo de la propuesta UTI-Quito.....          | 68 |
| Presupuesto de costo de mano de obra de la propuesta. ....   | 68 |
| Presupuesto de costo de obra civil de la propuesta.....      | 69 |
| Presupuesto de costo gastos indirectos de la propuesta. .... | 69 |
| Cálculo del costo neto de la propuesta.....                  | 70 |
| Costo final de la propuesta.....                             | 70 |
| Cálculo de Costo Beneficio .....                             | 71 |

#### **CAPÍTULO IV**

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Conclusiones y Recomendaciones..... | 72 |
| Conclusiones.....                   | 72 |
| Recomendaciones .....               | 74 |
| Bibliografía .....                  | 75 |
| ANEXOS .....                        | 76 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> Tabla de Estudios Vehiculares a Nivel de América.....                          | 1  |
| <b>Tabla 2.</b> Tabla de Estudios Vehiculares a Nivel Local .....                              | 4  |
| <b>Tabla 3.</b> Tipos de usuarios de Parqueaderos UTI .....                                    | 20 |
| <b>Tabla 4.</b> Tipo de modalidad de Usuarios de Parqueaderos UTI .....                        | 21 |
| <b>Tabla 5.</b> ¿Utiliza un medio de transporte propio para llegar a la Universidad?.....      | 21 |
| <b>Tabla 6.</b> ¿Es usuario de los parqueaderos de la UTI Quito? .....                         | 21 |
| <b>Tabla 7.</b> ¿Cuál de los siguientes trasportes utiliza para llegar a la Universidad? ..... | 22 |
| <b>Tabla 8.</b> ¿Con que frecuencia utiliza los parqueaderos de la UTI Quito? .....            | 22 |
| <b>Tabla 9.</b> ¿Cuánto tiempo considera que se demora en parquear su vehículo?.....           | 23 |
| <b>Tabla 10.</b> ¿Qué hora considera es la más crítica para parquear su vehículo? .....        | 23 |
| <b>Tabla 11.</b> ¿Cuánto tiempo permanece en la institución un día de clases normal? .....     | 23 |
| <b>Tabla 12.</b> ¿Qué día usa y tiene problemas con los estacionamientos de la UTI? .....      | 24 |
| <b>Tabla 13.</b> ¿Sus actividades se retrasan por el congestionamiento vehicular? .....        | 24 |
| <b>Tabla 14.</b> ¿Con qué frecuencia hay inconvenientes al momento de parquear? .....          | 25 |
| <b>Tabla 15.</b> Alguna vez se ha visto afectado por alguno de los siguientes problemas?..     | 25 |
| <b>Tabla 16.</b> Si 5 es excelente,¿Es eficiente el servicio de parqueadero en UTI-Quito? .    | 26 |
| <b>Tabla 17.</b> ¿Le interesaría indicadores de parqueo en la UTI Quito?.....                  | 26 |
| <b>Tabla 18.</b> Características del Sensor Infrarrojo.....                                    | 39 |
| <b>Tabla 19.</b> Características de las Resistencias .....                                     | 40 |
| <b>Tabla 20.</b> Funcionamiento del prototipo .....                                            | 42 |
| <b>Tabla 21.</b> Características Técnicas Arduino Mega .....                                   | 57 |
| <b>Tabla 22.</b> Características Técnicas de la Matriz Numérica.....                           | 58 |
| <b>Tabla 23.</b> Características Técnicas de Semáforos Bicolores.....                          | 59 |
| <b>Tabla 24.</b> Características de los Sensores Infrarrojos para la Propuesta.....            | 60 |

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 25.</b> Presupuesto de Costo del Prototipo .....                    | 67 |
| <b>Tabla 26.</b> Presupuesto de Costo de la Propuesta UTI-Quito.....         | 68 |
| <b>Tabla 27.</b> Presupuesto de Costo de Mano de Obra de la Propuesta.....   | 68 |
| <b>Tabla 28.</b> Presupuesto de Costo de Obra Civil de la Propuesta.....     | 69 |
| <b>Tabla 29.</b> Presupuesto de Costo Gastos Indirectos de la Propuesta..... | 69 |
| <b>Tabla 30.</b> Cálculo del Costo Neto de la Propuesta.....                 | 70 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Proceso Básico de Colas.....                                     | 9  |
| <b>Figura 2.</b> Estructura de Sistema de Colas en Parqueaderos UTI .....         | 10 |
| <b>Figura 3.</b> Gráfico de Sistema de Colas y Esperas .....                      | 11 |
| <b>Figura 4.</b> Ubicación de los Área de Parqueaderos UTI .....                  | 13 |
| <b>Figura 5.</b> Diagrama de Bloques de Modelo Operativo .....                    | 14 |
| <b>Figura 6.</b> Características de la Propuesta del Sistema de Control .....     | 29 |
| <b>Figura 7.</b> Diagrama de Flujo del Sistema de Control .....                   | 31 |
| <b>Figura 8.</b> Diagrama de flujo del diseño de programación del prototipo ..... | 32 |
| <b>Figura 9.</b> Tipo de Conexión entre Arduino ´s.....                           | 33 |
| <b>Figura 10.</b> Tarjeta Arduino UNO.....                                        | 35 |
| <b>Figura 11.</b> Protoboard .....                                                | 35 |
| <b>Figura 12.</b> Display LCD (16 x 2) Azul .....                                 | 36 |
| <b>Figura 13.</b> Sensor Ultrasónico HC – SR04.....                               | 36 |
| <b>Figura 14.</b> Micro servo motor Megmoki SG90 .....                            | 37 |
| <b>Figura 15.</b> Pulsador Arduino.....                                           | 37 |
| <b>Figura 16.</b> Leds Verdes y Rojos.....                                        | 38 |
| <b>Figura 17.</b> Sensor Infrarrojo FC-51 .....                                   | 38 |

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 18.</b> Fuente de Energía 12V .....                                  | 39 |
| <b>Figura 19.</b> Resistencias 330 Ohmios.....                                 | 40 |
| <b>Figura 20.</b> Cables del Prototipo .....                                   | 41 |
| <b>Figura 21.</b> Esquema General de la Propuesta UTI-Quito .....              | 46 |
| <b>Figura 22.</b> Medidas de Parqueadero UTI-Quito .....                       | 47 |
| <b>Figura 23.</b> Simbología Utilizada en Esquemas.....                        | 47 |
| <b>Figura 24.</b> Esquema de Parqueadero de la Propuesta .....                 | 49 |
| <b>Figura 25.</b> Esquema del Diseño de Instalación de Cajas Arduino Mega..... | 50 |
| <b>Figura 26.</b> Esquema de Ubicación de Cajas de Arduino .....               | 51 |
| <b>Figura 27.</b> Esquema de Dimensionamiento de Cableado Eléctrico.....       | 52 |
| <b>Figura 28.</b> Prototipo final.....                                         | 53 |
| <b>Figura 29.</b> Diagrama de flujo de la propuesta UTI-Quito.....             | 55 |
| <b>Figura 30.</b> Comunicación Serial Propuesta UTI-Quito .....                | 57 |
| <b>Figura 31.</b> Baquelita Perforada .....                                    | 58 |
| <b>Figura 32.</b> Matriz numérica .....                                        | 58 |
| <b>Figura 33.</b> Semáforos Bicolores (Verde/rojo).....                        | 59 |
| <b>Figura 34.</b> Sensores Infrarrojos para la Propuesta .....                 | 60 |
| <b>Figura 35.</b> Pre Simulación Propuesta UTI-Quito.....                      | 62 |
| <b>Figura 36.</b> Pre Simulación Propuesta UTI-Quito.....                      | 63 |
| <b>Figura 37.</b> Cronograma de Actividades .....                              | 65 |
| <b>Figura 38.</b> Cálculo de Costo Beneficio .....                             | 71 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo 1.** Registro de Observaciones de parqueaderos UTI-Quito

**Anexo 2.** Resumen de Encuestas Parqueaderos UTI Quito

**Anexo 3.** Programación del prototipo

**Anexo 4.** Programación de la propuesta UTI-Quito.

**Anexo 5.** Esquema del dimensionamiento de los parqueaderos UTI-Quito

**Anexo 6.** Ficha Técnica de Sensor Infrarrojo E18

**Anexo 7.** Ficha Técnica Cable Multifilar

**Anexo 8.** Norma ISO/IEC 11801 Normas de Cableado Estructurado

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y**  
**LA COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DEL SISTEMA DE  
CONTROL DE PARQUEADEROS PARA LA UTI – QUITO.**

**AUTOR:** Cristian Javier Terán Valle

**TUTOR:** Msc. Andrés Eduardo Morán N.

**RESUMEN EJECUTIVO**

Los usuarios del parqueadero UTI - Quito no cuentan con la cantidad necesaria de espacios destinados para el aparcamiento de sus vehículos en el edificio universitario, donde se crean altos flujos vehiculares en horas pico prevenir dicho colapso vehicular se propone un sistema de control de parqueaderos que permita redistribuir los autos en las zonas disponibles en calles cercanas. Según los datos obtenidos se pudo concluir que la mayor cantidad de usuarios de los parqueaderos se demoran generalmente de 16 minutos en parquear su vehículo. La implementación de indicadores de parqueo con un sistema de control, permite dar solución al problema de desinformación del usuario que acude a las instalaciones de la Universidad. Para el análisis de la propuesta de investigación se utilizó métodos de investigación como encuestas, teoría de colas, programación y simulación. El sistema de control que se propone, funciona principalmente con sensores infrarrojo, semáforos bicolores y con un indicador numérico, estos sensores captan al vehículo al momento de estacionarse y manda una señal, de aumento o disminución de número de espacios disponibles al indicador numérico. Utilizando 3 líneas de conexión en las dos tarjetas Arduino se logra la comunicación serial entre dos equipos, con este sistema la universidad tendría un control adecuado de los espacios vehiculares y los usuarios del parqueadero tendrían un adecuado indicador en tiempo real. En este estudio se plantea la programación de la propuesta a través del software libre Arduino, donde se puede ver detalladamente la programación utilizada y la pre simulación a través del programa Fritzting. La propuesta funcionaría con 7 Arduinos Mega, de los cuales el Arduino principal el cerebro también denominado Master, y los demás Arduino conectados en serie llamados Esclavos. Si la propuesta presentada es aprobada e implementada por las autoridades de la UTI-Quito, el Campus tendría un sistema de control totalmente automático, evitando tiempos de espera y congestión vehicular.

**DESCRIPTORES:** (Sistema de Control, Congestión Vehicular y Prototipo UTI.)



Aprobado para revisión  
de abstract

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y**  
**COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**THEME: DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PROTOTYPE OF THE PARKING  
CONTROL SYSTEM FOR THE UTI - QUITO.**

**AUTHOR:** Cristian Javier Terán Valle

**TUTOR:** Msc. Andrés Eduardo Morán N.

**ABSTRACT**

The users of the UTI - Quito parking lot do not have the necessary amount of spaces for parking their vehicles in the university building, where high traffic flows are created at peak hours. To prevent said vehicle collapse, a parking control system is proposed that allows redistribute cars in available zones on nearby streets. According to the data obtained, it was concluded that the largest number of parking lot users generally take 16 minutes to park their vehicle. The implementation of parking indicators with a control system, allows to solve the problem of misinformation of the user who goes to the facilities of the University. For the analysis of the research proposal, research methods such as surveys, queuing theory, programming and simulation were used. The proposed control system works mainly with infrared sensors, two-color traffic lights and a numerical indicator, these sensors capture the vehicle when parking and send a signal, increasing or decreasing the number of available spaces to the numerical indicator. Using 3 connection lines on the two Arduino boards, serial communication between two computers is achieved. With this system, the university would have adequate control of the vehicular spaces and the users of the parking lot would have an adequate indicator in real time. This study proposes the programming of the proposal through the free Arduino software, where you can see in detail the programming used and the pre-simulation through the Fritzing program. The proposal would work with 7 Mega Arduinos, of which the main Arduino the brain also called Master, and the other Arduinos connected in series called Slaves. If the presented proposal is approved and implemented by the UTI-Quito authorities, the Campus would have a fully automatic control system, avoiding waiting times and traffic congestion.

**KEYWORDS:** (Control System, Vehicular Congestion and UTI Prototype.)

**(FIRMA Y SELLO DEPARTAMENTO DE IDIOMAS)**



Aprobado para revisión

# CAPÍTULO I

## Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo presentar una propuesta de viabilidad de un sistema de control de parqueadero de vehículos, dicho planteamiento tiene como finalidad proyectar un control y brindar un servicio que cumpla con los estándares de seguridad y calidad requeridos por los usuarios. Los resultados de las encuestas y estudios realizados en la UTI, arrojan la necesidad de conocer la proyección acerca de la disponibilidad de los espacios de estacionamiento.

En los últimos años el número de vehículos ha aumentado y la falta de espacios para estacionar es un grave problema a nivel mundial, debido al crecimiento de la población y al incremento de vehículos. Estas concentraciones de tráfico ocasionan innumerables situaciones de congestión provocando: horas pico, problemas al estacionar, falta de disponibilidad de espacios, tiempos de espera y retrasos.

Los principales países en América que han realizado un estudio de sistema de control vehicular en sus principales ciudades son:

Tabla 1.

*Tabla de Estudios Vehiculares a Nivel de América*

| País           | Descripción de Estudio Vehicular                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Chile          | En Gran Santiago la Comisión Económica para América Latina y el Caribe realizó un estudio sobre la congestión del tránsito urbano, para disminuir este problema se rediseñó el ancho de la calzada e implementó frecuentemente el mantenimiento vial, se obtuvo un índice de reducción de 10% en la tasa del problema de congestión vehicular y un flujo libre vehicular de 47% en las mañanas y 38% las tardes. (Thomson I. & Bull A., 2001, pág. 24) |
| Estados Unidos | El Banco Interamericano de Desarrollo en Nueva York y Washington D.C. realizaron Políticas Estadounidenses de Estacionamiento, aplica proyectos que redujeron en un 40% la congestión en estacionamientos en cinco países de América Latina, se logró reducir su congestión vehicular y mejorar su desarrollo económico (Ríos R., Vicentini V. & Acevedo R., 2013).                                                                                    |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Argentina | La Universidad de Buenos Aires implementó en los aeropuertos un sistema de transporte público y transporte privado compartido mediante convenios con las autoridades locales, se obtuvo un índice de beneficio del 34,33% de reducción en el caos vehicular. (Tapia J., 2002, págs. 85 - 94)                                                                                              |
| México    | En la Ciudad de México el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos construye paraderos de autobuses, taxis, microbuses y estacionamientos públicos, donde se obtuvo una reducción de tiempos de viaje y costos de operación (Bull A., 2003), solucionando la falta de disponibilidad de 3 985 espacios. (Ríos R., Vicentini V. & Acevedo R., 2013) |
| Colombia  | En Bogotá la Revista Chilena de Ingeniería realizó estrategias de control de tráfico mediante el diseño de un modelo de semaforización vehicular se obtuvo que 1 063 869 ciudadanos redujeron su tasa de congestión vehicular en un índice de 22% a nivel local. (Pedraza L., Hernández C. & López D., 2012, págs. 79 - 88).                                                              |
| Ecuador   | En Pichincha la Escuela Politécnica Nacional en el año 2012 implementó un sistema de control de estacionamiento vehicular en el Santa María de Tumbaco, mediante el conteo de vehículos al ingreso y salida del supermercado donde el índice de aprovechamiento de espacios es de 121% y 50 409 personas beneficiadas (Araujo S., 2012, pág. 36).                                         |

**Fuente:** Bibliografía

**Elaborado por:** El investigador

En las grandes ciudades de América han estudiado los sistemas de control de espacios públicos en zonas con demasiada afluencia vehicular, ya que los usuarios estacionan sus autos en las vías públicas, normalmente en las aceras perjudicando el libre flujo vehicular. Los problemas detallados son un ejemplo de lo que ocurre frecuentemente en las grandes ciudades, se cita un caso a nivel de América.

En la ciudad de New York, Políticas Estadounidenses de Estacionamiento, (2010), menciona lo siguiente:

“Durante la última década, algunos municipios han reconsiderado las pobremente concebidas estrategias de estacionamiento para hacer frente al gran número de impactos negativos resultantes del uso privado del automóvil, como el congestionamiento vial y cambio climático. Sin un control adecuado, estas políticas han demostrado ser un enorme

impedimento para el establecimiento equilibrado de un sistema de transporte” (Rachel Weinberger, John Kaehny & Matthew Rufo, 2010).

En Ecuador la problemática de la falta de disponibilidad de espacios de estacionamiento está reflejado en el desarrollo de las grandes ciudades. Según un proyecto de grado de la UCSG, con el tema: Desarrollo de un sistema de asistencia para búsqueda de disponibilidad de estacionamientos en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, menciona lo siguiente:

“El inconveniente se profundiza en los horarios pico cuando existe mayor afluencia de vehículos por lo que encontrar un parqueo disponible es muy difícil, obligando a los usuarios a entrar y salir varias veces del edificio hasta encontrar un sitio vacío. Para ayudar que los usuarios se planteó el desarrollo e implementación de un sistema de asistencia para búsqueda de disponibilidad de estacionamientos.” (Cruz L., 2017, pág. 18)

En otras publicaciones este problema perdura en ciudades como: Guayaquil, Loja, Quito, Cuenca, Portoviejo, etc. (Escobar O., 2014, pág. 6)

La ciudad de Quito sufre graves problemas por el congestionamiento de tráfico vehicular, la contaminación ambiental y la falta de espacios grandes de estacionamiento; situaciones que han llevado al crecimiento de los problemas de parqueo en la ciudad, esto se debe principalmente a que la ciudad está diseñada para que circulen pocos vehículos, las calles son angostas, es decir que no están diseñadas para abarcar a la gran cantidad de vehículos que están circulando diariamente por las vías de la ciudad. (Bull A., 2003)

En Pichincha las principales instituciones que han estudiado sistemas de control vehicular y problemas con congestión vehicular son:

Tabla 2.

*Tabla de Estudios Vehiculares a Nivel Local*

| <b>Institución</b>              | <b>Descripción de Estudio Vehicular</b>                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EPN                             | En Pichincha se realizaron estudios donde el índice de aprovechamiento de espacios es de 121% y aproximadamente 50 409 personas beneficiadas (Araujo S., 2012).                                                                                   |
| USFQ                            | Se realizó estudios donde 524 usuarios de los parqueaderos se beneficiaron en 30% en sus tiempos de espera en exteriores de la Universidad. (Cruz L., 2017, págs. 47 - 51)                                                                        |
| Universidad Técnica de Ambato   | En Tungurahua se obtuvo estudios de sistemas de estacionamiento donde el 95% de disminución en zonas de horario pico. (Escobar O., 2014, pág. 79)                                                                                                 |
| UCE                             | La Universidad Central del Ecuador a realizo estudios en donde el índice de disminución de congestión vehicular fue de 45,91% en sectores comerciales y 31,08% en zonas residenciales (PERUGACHI L., 2014, pág. 41)                               |
| UPS                             | Los usuarios de la Universidad Politécnica Salesiana obtuvieron un beneficio de 427 espacios para estacionar con el control vehicular con Arduino. (Rosales L., 2016, pág. 19)                                                                    |
| Distrito Metropolitano de Quito | Se implementó señalización y sistemas de flujo controlado en lo que se obtuvo un beneficio mensual a 880.908 usuarios, anual a 7'928.173 usuarios y 2 130 plazas rehabilitadas y ubicadas. (Ordenanza Municipal N°170, 2014)                      |
| Universidad de Guayaquil        | En el estudio del Departamento Financiero obtuvo, un incremento del 5% anual en ventas y un incremento del 5% en sueldos y salarios, debido al a la estandarización de su control vehicular. (Enríquez D. & Portocarrero A., 2017, págs. 111-119) |

**Fuente:** Bibliografía

**Elaborado por:** El investigador

## **Antecedentes**

Los usuarios del parqueadero de la UTI - Quito, en estos momentos no cuentan con la cantidad justa de espacios destinados para el aparcamiento de sus vehículos, por lo que estas áreas han colapsado, debido al exceso de vehículos dentro de este parqueadero.

El incremento de vehículos es un problema que causa el congestionamiento de tráfico, provocando principalmente horas pico, tiempos de espera, problemas al estacionar y falta de disponibilidad de espacios.

Actualmente en las instalaciones de la UTI por el incremento de personal, no se dispone de una organización en sus parqueaderos, lo cual afecta directamente a la institución ya que se evidencia un sistema ineficiente de regulación de los parqueos y por ende la congestión de tránsito, tiempos de esperas y retrasos en actividades internas especialmente en horas pico.

La propuesta proyecta un adecuado sistema de control para reducir principalmente tiempos de espera y descongestión del tránsito en la entrada del parqueadero.

## **Justificación**

Es importante recalcar que el presente trabajo se propone disminuir índices de congestión vehicular, garantizando una institución con un adecuado Sistema de control y distribución de espacios. De tal forma que ayude a mejorar el flujo vehicular en los alrededores de la Universidad y hacer un uso efectivo de tiempos en otras actividades.

La UTI contará con una organización de espacios de parqueadero a un alto nivel administrativo, a través de un sistema controlado, utilizando la información referente a su congestión vehicular y distribución, para reducir tiempos de espera.

Logrando de esta manera el cumplimiento y la satisfacción de los usuarios, lo cual se reflejará en una excelente seguridad vial dentro de la institución y principalmente se evitará los constantes inconvenientes para encontrar un espacio de parqueo o problemas relacionados con filas de congestión en los exteriores de la universidad.

Por medio de las encuestas electrónicas se podrá conocer y cuantificar la calidad de servicio de parqueadero, a través del criterio de cada usuario y dar solución a los problemas existentes.

El contar con un adecuado sistema de control de los parqueaderos dentro de la UTI se lograría reducir la congestión vehicular, retrasos en actividades académicas y tiempos de espera de los usuarios directos e indirectos de la universidad, es el objetivo propuesto dentro de esta investigación.

### **Objetivo general**

- Diseñar un sistema de control de Parquaderos para la UTI – Quito, aplicando teoría de colas para mejorar el servicio de parqueadero y disminuir la congestión a la entrada al edificio universitario.

### **Objetivos específicos**

- Investigar la situación actual de los parqueaderos en la UTI mediante el uso de encuestas, toma de tiempos y flujo de vehículos para conocer las horas críticas de uso.
- Diseñar un circuito de control de parqueaderos, utilizando diagrama de flujo del diseño de la programación para desarrollar el prototipo y la comunicación entre tarjetas Arduino.
- Adaptar el prototipo a las necesidades de la Universidad considerando la conexión entre Arduino´s, para dimensionar el sistema de control y los componentes a utilizar.

## **CAPÍTULO II**

### **Ingeniería del proyecto**

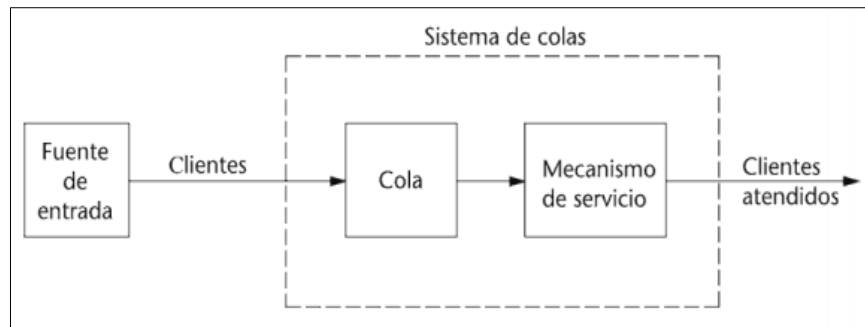
#### **Diagnóstico de la situación actual de la empresa**

Actualmente los usuarios del parqueadero UTI - Quito no cuentan con la cantidad necesaria de espacios destinados para el aparcamiento de sus vehículos, por lo cual estas áreas han colapsado debido al exceso vehicular dentro del parqueadero, para solucionar estos inconvenientes de disponibilidad de espacios se propone un sistema de control de parqueaderos a través de una tarjeta de hardware libre conocida como Arduino. Como consecuencia los usuarios de los vehículos parqueen sus autos en los exteriores de la universidad o calles cercanas, principalmente se genera congestionamiento vehicular y pérdida de tiempo en determinadas horas pico. Estas acciones principalmente causan obstaculización de congestión de tránsito vehicular, discusiones entre usuarios, retrasos en actividades internas y tiempos de esperas.

Según los datos obtenidos del Resumen de encuestas parqueaderos UTI Quito (Anexo 2), puede concluir que la mayor cantidad de usuarios de los parqueaderos UTI se demora generalmente de 5 a 10 minutos en parquear su vehículo y que el 47,9% de los usuarios del parqueadero considera que existen problemas con el congestionamiento vehicular, siendo este el escenario de horario critico de congestión de 7:00 a 7:30 hora pico. También la mayor cantidad de usuarios considera que sus actividades se retrasan por el congestionamiento al estacionar el vehículo generalmente los días sábados, lunes y viernes. Y también problemas con Falta de espacios en los parqueaderos, Congestión en calles cercanas al sector y Largas filas de espera. Por lo tanto, la implementación de indicadores de parqueo con un sistema de

control en la UTI – Quito permite dar solución al problema relacionado con la disponibilidad vehicular.

En la presente propuesta se evidencia las filas largas de espera y la congestión vehicular por lo tanto se utiliza la herramienta de ingeniería conocida como la Teoría de Colas o Esperas.



**Figura 1.** Proceso Básico de Colas

**Fuente:** (Hillier S. & Lieberman G., 2010)

**Elaborado por:** (Hillier S. & Lieberman G., 2010)

### **Teoría de colas.**

#### ***Tipo de Teoría de Cola.***

Se utilizará en la investigación el modelo de un solo canal ya que se tiene una población finita y solo un mecanismo de servicio atendiendo a un usuario.

#### ***Comportamiento de tiempo de llegada.***

Según los datos obtenidos de las encuestas los usuarios se demoran de 5 a 10 minutos en parquear su vehículo, siendo el escenario de congestión de 7:00 a 7:30 hora pico y se determina que existe una congestión de 30 minutos.

#### ***Disciplina de servicio.***

Se refiere al orden de selección a los usuarios, el método usado es el FIFO First In First Out, significa que el primer vehículo que ingresa es atendido y es el primero que ocupa el servicio de estacionamiento, corresponde a la disciplina de servicio que brinda la universidad a los usuarios del parqueadero.

Modelo de un canal, un mecanismo de servicio y un usuario: (M/M/1) es el método de teoría de colas que se utilizó en la investigación, la primera M significa modelo de un canal y representa a los usuarios UTI Quito como fuente de entrada, la segunda M significa el mecanismo de servicio que brinda la Universidad como Sistema de Colas y el número 1 representa al usuario atendido.

| Estructura de Teoría de Colas |                        | Cantidad de Usuarios | Descripción                  |                                                                  | Simbolo         |
|-------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Fuente de entrada:            |                        | 248 Usuarios         | Usuarios UTI Quito           | Llegada aleatoria de los usuarios.                               | Flecha Negra    |
| Sistema de Colas:             | Cola:                  | 248 Usuarios         | Vehículos A                  | Ingreso de usuarios por derecho de vía.                          | Flecha Verde    |
|                               |                        |                      | Vehículos B                  | Siguientes en ingresar al parqueadero.                           | Flecha Azul     |
|                               |                        |                      | Vehículos C                  | Ultimos en ingresar al parqueadero.                              | Flecha Amarillo |
|                               | Mecanismo de Servicio: |                      | Servicio de Seguridad y Paje | Control del parqueadero por el Servicio de Guardias de Seguridad | Cuadrado Rojo   |
| Usuarios Atendidos:           |                        | 156 Usuarios         | Usuarios UTI Quito           | Usuarios encontraron espacio de parqueo en la Institución.       | Flecha Negra    |

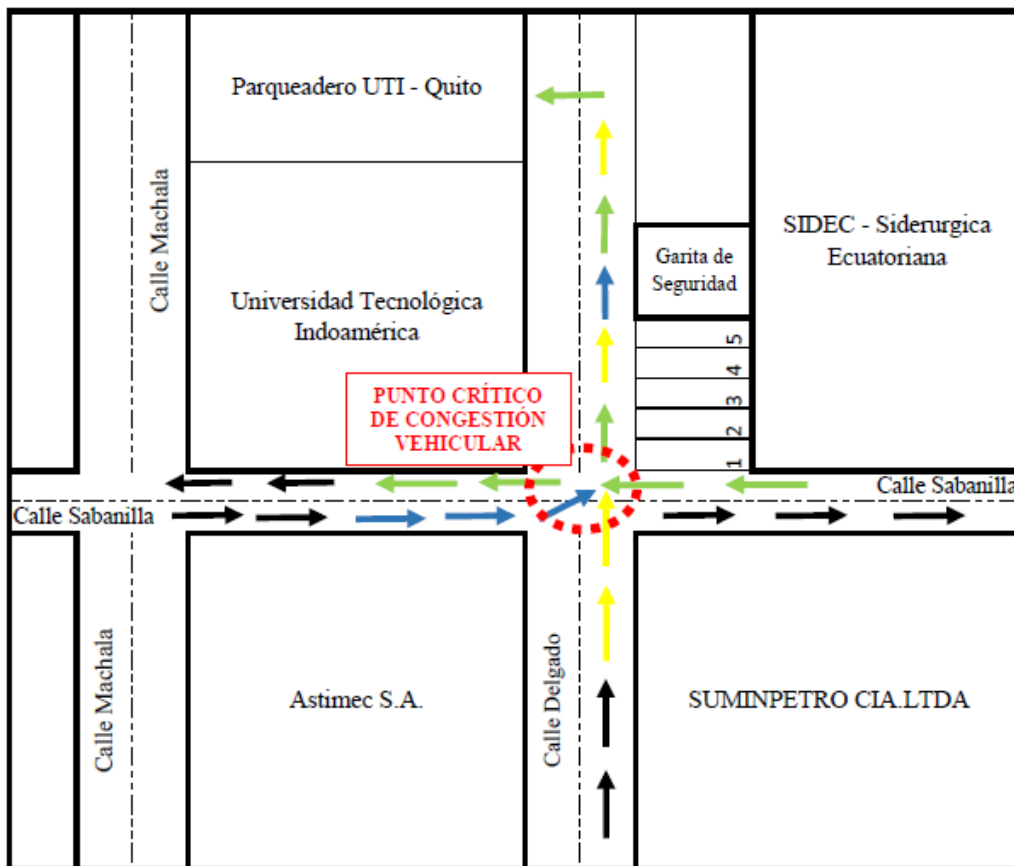
**Figura 2.** Estructura de Sistema de Colas en Parqueaderos UTI

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

Todos los usuarios de la UTI Quito llegan indistintamente esto representa la Fuente de entrada, es decir el usuario llega al ingreso a la universidad y realiza la fila, después se somete a una disciplina de servicio donde el usuario es atendido por el servidor esto representa el Sistema de Colas y finalmente el usuario ingresa al parqueadero UTI Quito representa Usuarios Atendidos.

Gráfico de Sistema de Colas y Punto Crítico



**Figura 3.** Gráfico de Sistema de Colas y Esperas

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

### Área de estudio

La línea de investigación del presente trabajo según la Universidad Indoamérica se relaciona con Tecnología y Sociedad.- Esta línea se orienta al diseño, realización y caracterización de sistemas inteligentes automáticos semiautomáticos o manuales, es decir los sistemas que se toman en cuenta para esta línea de investigación incluyen todo sistema mecánico, electromecánico, secuencial, semiautomático, automático o inteligente que tenga componentes mecánicos, electrónicos, o informáticos (al menos de uno de los tipos). Así se consideran sistemas físicos o virtuales (software) para cualquier plataforma o estructura punto el enfoque global de esta línea consiste tomar en cuenta las necesidades reales

identificadas en la sociedad, coma con miras a proponer soluciones innovadoras con un alto componente tecnológico y adaptado a la realidad del campo de utilización. Con este fin, la línea incluye todas las metodologías y campos de investigación necesarios para generar sistemas inteligentes o interactivos innovadores.

**Campo:** Ingeniería Industrial

**Área:** Gestión de Proyectos

**Aspecto:** Disponibilidad de Espacios de Estacionamiento

**Tipo de Investigación:** De Campo

**Diseño metodológico:** Mixto (cualitativo y cuantitativo)

**Técnicas de recolección de datos:**

- Encuestas Electrónicas
- Observación

**Objeto de estudio:**

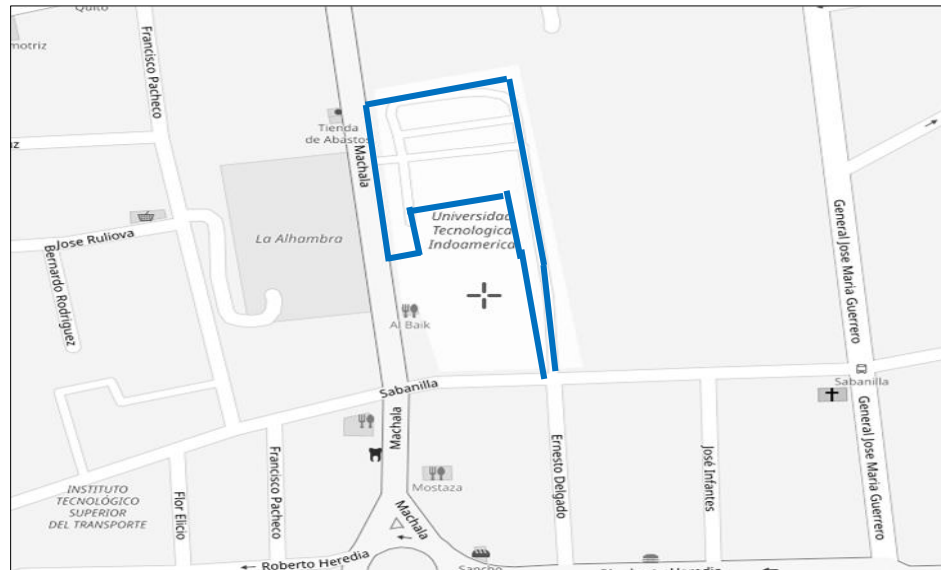
**Lugar de investigación:** Ubicación

UTI-QUITO se encuentra ubicada en el sector de Cotocollao, entre la Calle Machala y Sabanilla, efectuándose el ingreso al parqueadero por la calle Sabanilla.

**Período de análisis:** De enero a mayo 2019 .

**Delimitación espacial:**

- Al norte Calle José H. Figueroa
- Al sur Calle Sabanilla
- Al este Calle José María Guerrero
- Al oeste Calle Machala



**Figura 4.** Ubicación de los Área de Parqueaderos UTI

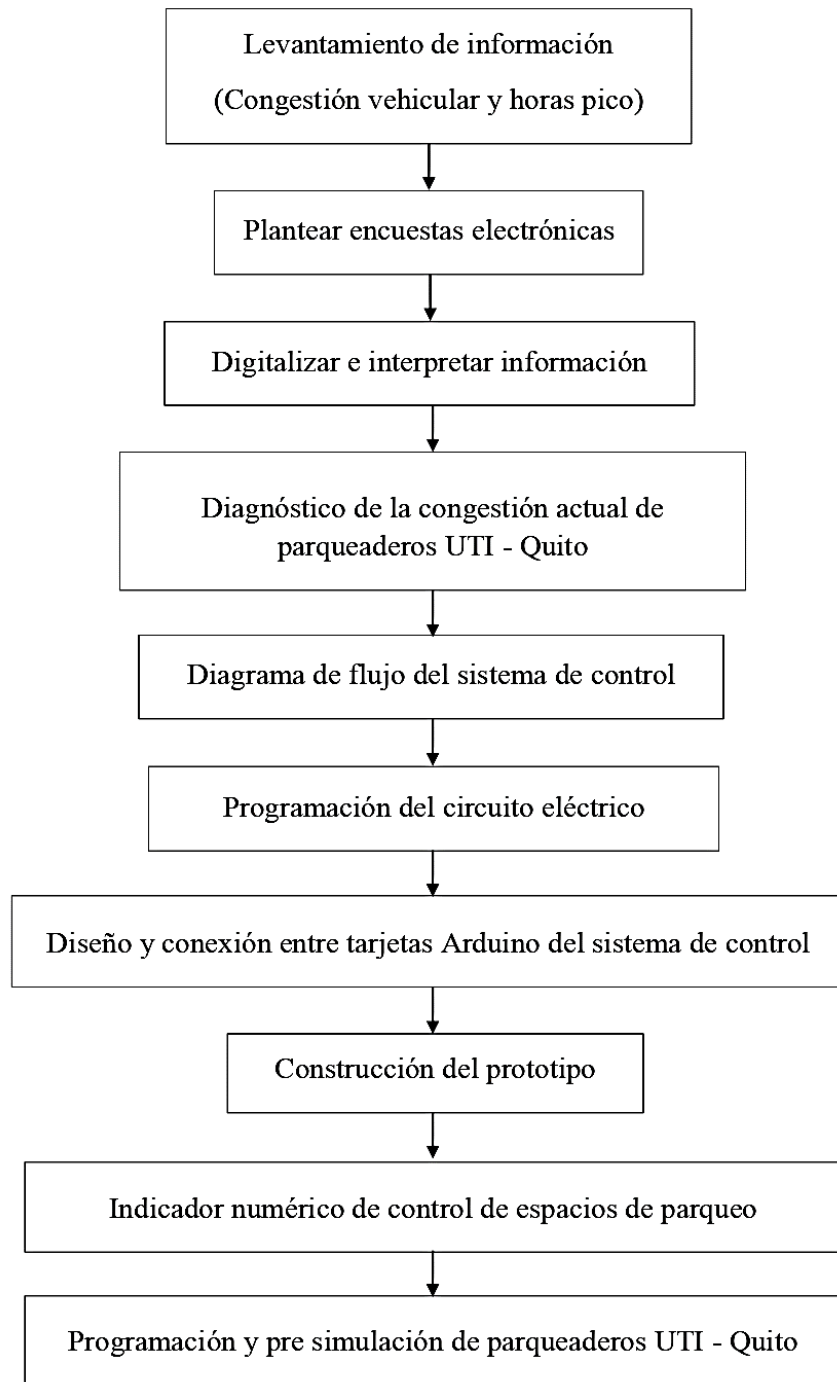
**Fuente:** Google Maps

**Elaborado por:** El investigador

## Modelo Operativo

La metodología de investigación que se utiliza es del tipo aplicada, con la modalidad de investigación de campo, ya que se realizó las encuestas y el levantamiento de información en las instalaciones de la UTI-Quito. A continuación, se presenta un diagrama de bloques con el fin de alcanzar los resultados esperados.

### Diagrama de bloques - Modelo Operativo.



Metodología: Aplicada

Modalidad: Investigación de campo

**Figura 5.** Diagrama de Bloques de Modelo Operativo

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

### **Desarrollo del Modelo Operativo.**

El diagrama de Bloques de Operaciones utilizado anteriormente en la figura 5, indica el proceso de desarrollo que va a tener el proyecto, a continuación, describo las etapas del proceso de investigación.

### ***Metodología aplicada.***

Esta investigación presenta características de Metodología Aplicada, ya que en el siguiente artículo se menciona lo siguiente: “La investigación aplicada, tiene como objetivo resolver un determinado problema o planteamiento específico” (Hernández S., 2010)

### ***Levantamiento de información.***

Mediante la observación del problema y la toma de tiempos del caos vehicular, observación de problemas, se realizó el levantamiento de información en los meses de enero, febrero y marzo del 2019 en la UTI – Quito, con una hoja de registro de observaciones generales de los usuarios para poder conocer la congestión vehicular y problemas principales en horas pico (Anexo 1).

### ***Plantear encuestas electrónicas.***

Con la información ya levantada se evidenció que existe un problema general con la congestión vehicular y falta de espacios de parqueo en las instalaciones de la Universidad y se plantea un cuestionario de 13 preguntas con los requerimientos y condiciones de los usuarios del área de estudio. La encuesta planteada busca obtener información importante a través de los usuarios de la UTI-Quito, estableciendo la necesidad de mejorar este servicio (Anexo 2).

### *Digitalizar e interpretar información.*

A través de datos y gráficos Estadísticos proporcionados por los encuestados, se evidenció el problema por la falta de espacios de parqueo en las instalaciones, que genero congestión vehicular, retrasos de actividades y exceso de colas de espera en horas pico.

### *Diagnóstico de la congestión actual de parqueaderos UTI-Quito.*

Con el resumen de los datos obtenidos se evidencia un alto índice congestionamiento vehicular en horas pico, al realizar las 121 encuestas aplicadas a los usuarios de la institución, con la fórmula del cálculo de la muestra de poblaciones finitas. (Dr. Herrera M., 2009)

### *Diagrama de flujo del sistema de control.*

A través del diagrama de flujo se evidenciará posibles soluciones y fallos que pueden presentarse en el sistema de control, para evidenciar los elementos y componentes a utilizarse en el circuito eléctrico (Figura 7).

### *Programación del circuito eléctrico.*

Utilizando un software y una tarjeta libre conocido como Arduino, se procederá a la programación del circuito eléctrico, considerando la capacidad máxima de espacios en la institución.

### *Diseño y conexión entre tarjetas Arduino del sistema de control.*

A través de un prototipo se busca evidenciar los elementos y componentes a utilizar en el sistema de control, para garantizar su funcionamiento y durabilidad.

Con los elementos y componentes definidos construir el prototipo, con las condiciones definidas del área de investigación.

### *Construcción del prototipo.*

Diseñado el sistema de control, se procederá a construir el prototipo con el fin de que el proyecto permita visualizar la disponibilidad real vehicular, de esta manera comparar la reducción de congestionamiento vehicular y problemas con la falta de estacionamientos.

### *Indicador numérico de control de espacios de parqueo.*

Con la propuesta de investigación planteada en la UTI Quito se busca disminuir los problemas generados por la disponibilidad de espacios vehiculares, a través de un prototipo con indicadores que controlen la disponibilidad de espacios de parqueo.

### *Programación y pre simulación de parqueaderos UTI – Quito.*

Con la programación se anticipa a ordenar acciones o actividades necesarias para realizar un proyecto. A través de la pre simulación se anticipan soluciones o mejoras en diseño y selección de componentes eléctricos de forma eficiente, con ayuda del programa Fritzing se observará el sistema de control que se plantearía para controlar los 155 espacios de estacionamiento.

### *Técnicas de recolección de información.*

Las técnicas utilizadas para el levantamiento de información son las siguientes:

- Recolección de la información a través de una encuesta digital sobre disponibilidad de espacios de parqueo y problemas de congestión vehicular en la UTI Quito.
- Recolección y cuantificación de información a través de diagramas de barras de porcentajes de problemas de tránsito y congestión vehicular.

### ***Población y Muestra del estudio.***

#### ***Población.***

En este caso de estudio, la población está conformada por la cantidad de usuarios de los parqueaderos UTI – Quito, este escenario ha sido observado de lunes a sábado en un horario útil de 6h30 a 17h00, situación que ha traído como consecuencia que los usuarios de los vehículos parken sus autos en los exteriores de la universidad o calles cercanas y, por ende, incumplen las normativas internas de tránsito al parkearse en áreas prohibidas, de emergencia o en áreas verdes. Estas acciones causan obstaculización de salida de vehículos, discusiones entre usuarios, que podría llegar a ocasionar un accidente o conflictos internos.

Usuarios parqueaderos UTI-Quito: Estudiantes, docentes, administrativos, personal operativo y otros.

Aproximadamente 2800 usuarios de la modalidad presencial, semi presencial y distancia.

#### ***Muestra.***

La universidad trabaja con aproximadamente 2800 usuarios (Admisión y Registro UTI), los cuales son usuarios directos e indirectos de los parqueaderos, muchos de ellos por tener vehículo propio u otros por llegar como acompañantes de vehículo. Existe otro porcentaje de usuarios no contemplados que son personas que buscan información, visitantes, invitados, entre otros. Por estas razones se ha visto conveniente contemplar un universo amplio de 2880 usuarios y a partir de este dato obtener el valor de la muestra.

Bajo la siguiente fórmula considerando un margen de error del 5%.

$$n = \frac{N * Z_a^2 p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

***Fuente:*** (Dr. Herrera M., 2009)

n= Tamaño de muestra

N= Población Total

$Z_{\alpha} = 2,576$  al cuadrado (si la seguridad es del 99%)

p= proporción esperada (caso de investigación 5% = 0,05)

q= 1 – p (1-0,05=0,95)

d= precisión (margen de error 5 %)

$$n = \frac{2800 * 2,576^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2 * (2800 - 1) + 2,576^2 * 0,05 * 0,95}$$

$$n = \frac{882,558}{6,998 + 0,315}$$

**$n = 120,69 \approx 121$  Encuestas a Realizar.**

*Tratamiento de la información.*

A continuación, se tabuló y organizó la información de los resultados de las encuestas digitales realizadas.

*Análisis de resultados.*

Luego de consultar con el Departamento de Marketing Digital de la universidad, se determinó que era conveniente realizar las encuestas a los estudiantes de 5to a 10mo semestre de todas las Facultades, ya que en este conjunto de personas se concentran la mayor cantidad de usuarios de parqueaderos de la institución. Es importante mencionar que la población de 2800 usuarios no todos poseen vehículo pero son usuarios del mismo de manera indirecta y pueden proporcionar información valiosa al estudio realizado.

### **Resultado de las encuestas registradas.**

La encuesta digital fue realizada mediante un formulario web, el cual se realizó a través del Departamento de Marketing UTI-Quito, por medio de correo electrónico a los estudiantes de las 3 modalidades existentes en la Universidad.

Las preguntas que se formularon en la encuesta fueron redactadas tomando en cuenta los factores de la problemática, el resultado de la encuesta ayudará a identificar la problemática existente y obtener información para plantear alternativas de solución ante la disponibilidad de espacios en la Institución y flujo vehicular en horas pico.

Hasta el 24 de junio de 2019 se han registrado 127 encuestas realizadas por los usuarios de parqueaderos UTI – Quito.

Las tablas y figuras resultantes de la interpretación de los resultados de la encuesta digital pueden ser apreciadas a continuación:

### **Desarrollo e interpretación de encuestas**

Tabla 3.

*Tipos de usuarios de Parqueaderos UTI*

| <b>Alternativa</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| Estudiante         | 107               | 84,9 %            |
| Docente            | 16                | 12,7 %            |
| Administrativo     | 10                | 7,9 %             |
| Otros              | 1                 | 0,8 %             |
| <b>TOTAL</b>       | 126               | 100%              |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

Es importante conocer el tipo de usuario ya que los estudiantes dan un uso al parqueadero en horarios puntuales durante el día mientras que los docentes, que representan el 13% de usuarios podrían tener otras horas pico de flujo vehicular.

Tabla 4.

*Tipo de modalidad de Usuarios de Parquaderos UTI*

| <b>Alternativa</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| Presencial         | 69                | 55,2 %            |
| Semi presencial    | 55                | 44,0 %            |
| Distancia          | 1                 | 0,8 %             |
| <b>TOTAL</b>       | <b>125</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

Se puede observar con los datos de la tabla 4 que la muestra es estratificada para las dos modalidades de estudio que más utilizan el parqueadero y que los resultados obtenidos de las preguntas posteriores proveerán al investigador de información valiosa del uso de los parqueaderos durante los 6 días de la semana.

Tabla 5.

*¿Utiliza un medio de transporte propio para llegar a la Universidad?*

| <b>Alternativa</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| SI                 | 112               | 88,2 %            |
| NO                 | 15                | 11,8 %            |
| <b>TOTAL</b>       | <b>127</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

La mayor parte de los encuestados que corresponde al 88,2 % llegan a la Universidad en auto propio, mientras que el 11,8 % no utiliza otros medios para movilizarse. Este 11,8% no representa los usuarios directos del parqueadero, pero si pueden hacer uso de este servicio de forma indirecta y se considera que la información que proporcionen podría ser relevante.

Tabla 6.

*¿Es usuario de los parqueaderos de la UTI Quito?*

| <b>Alternativa</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| SI                 | 88                | 69,3 %            |
| NO                 | 39                | 30,7 %            |
| <b>TOTAL</b>       | <b>127</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

El 69,3 % de los encuestados son usuarios de los parqueaderos de la UTI, mientras que el 30,7 % no utiliza este servicio o parquea su vehículo en calles cercanas a la Universidad. El 30,7 % que indican que no son usuarios del parqueadero son contrastados con el 96,75% de personas que llegan a la universidad en automóvil (Pregunta 3 de la Encuesta). Lo que revela que no solamente los usuarios del parqueadero los que generan la congestión en los exteriores de la universidad.

Tabla 7.

*¿Cuál de los siguientes trasportes utiliza para llegar a la Universidad?*

| <b>Alternativa</b>             | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| Automóvil                      | 119               | 96,75 %           |
| Motocicleta                    | 3                 | 2,45 %            |
| Bicicleta (mecánica/eléctrica) | 1                 | 0,80 %            |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>123</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

El 96,75 % de los encuestados utilizan automóviles propios para llegar a la Universidad, se evidencia la necesidad de mejorar el servicio de parqueadero para el beneficio de la mayoría de usuarios.

Tabla 8.

*¿Con que frecuencia utiliza los parqueaderos de la UTI Quito?*

| <b>Alternativa</b>     | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 día cada semana      | 54                | 47,8 %            |
| 2 a 3 días cada semana | 13                | 11,5 %            |
| 4 a 5 días cada semana | 46                | 40,7 %            |
| <b>TOTAL</b>           | <b>113</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

Se evidencia que el 40,7 % de los usuarios del parqueadero utilizan de 4 a 5 días a la semana, quienes son los que generan mayor ingreso económico en la universidad. Mientras que el 47,8 % utiliza un día a la semana siendo otro ingreso importante.

Tabla 9.

*¿Cuánto tiempo considera que se demora en parquear su vehículo?*

| <b>Alternativa</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| 5 – 10 minutos     | 78                | 66,1 %            |
| 10 – 20 minutos    | 33                | 28,0 %            |
| 20 – 30 minutos    | 7                 | 5,9 %             |
| <b>TOTAL</b>       | <b>118</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

El 66,1 % de los encuestados consideran que se demora generalmente de 5 a 10 minutos en parquear su vehículo, evidenciando varios problemas de retraso en actividades académicas y congestión vehicular y el 28 % se demoran entre 10 a 20 minutos.

Tabla 10.

*¿Qué hora considera es la más crítica para parquear su vehículo?*

| <b>Alternativa</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| 6:30 – 6:45        | 2                 | 1,7 %             |
| 6:45 – 7:00        | 18                | 15,4 %            |
| 7:00 – 7:15        | 43                | 36,8 %            |
| 7:15 – 7:30        | 54                | 46,2 %            |
| <b>TOTAL</b>       | <b>117</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

El 46,2 % de los encuestados consideran que la hora más crítica para parquear su vehículo es de 7:15 a 7:30 situación que genera atrasos y esperas innecesarias.

Tabla 11.

*¿Cuánto tiempo permanece en la institución un día de clases normal?*

| <b>Alternativa</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| 1 a 4 horas        | 16                | 13 %              |
| 4 a 8 horas        | 59                | 48 %              |
| 8 o más horas      | 48                | 39 %              |
| <b>TOTAL</b>       | <b>123</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

La mayor parte de los encuestados parquea sus vehículos de 4, 8, o más de 8 horas al día.

Tabla 12.

*¿Qué día usa y tiene problemas con los estacionamientos de la UTI?*

| <b>Alternativa</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| Lunes              | 49                | 42,6 %            |
| Martes             | 35                | 30,4 %            |
| Miércoles          | 32                | 27,8 %            |
| Jueves             | 27                | 23,5 %            |
| Viernes            | 48                | 41,7 %            |
| Sábado             | 64                | 55,7 %            |
| <b>TOTAL</b>       | <b>115</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

Según los datos obtenidos el 55,7 % de los encuestados consideran que el día sábado en que asisten todas las modalidades existe problemas al parquear el vehículo y congestión en calles cercanas.

Tabla 13.

*¿Sus actividades se retrasan por el congestionamiento vehicular?*

| <b>Alternativa</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| SI                 | 95                | 74,8 %            |
| NO                 | 32                | 25,2 %            |
| <b>TOTAL</b>       | <b>127</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

El 74,8 % de los encuestados consideran que sus actividades se retrasan por el congestionamiento vehicular en calles cercanas y al ingreso a la universidad.

Tabla 14.

*¿Con qué frecuencia hay inconvenientes al momento de parquear?*

| <b>Alternativa</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| Siempre            | 56                | 47,9 %            |
| A veces            | 58                | 49,6 %            |
| Nunca              | 3                 | 2,5 %             |
| <b>TOTAL</b>       | <b>117</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

El 47,9 % de los encuestados consideran que siempre hay congestionamiento al momento de parquear en horas pico y el 49,6 % consideran que a veces tienen este inconveniente.

Al comparar estos valores con los adquiridos por observación directa revelan cierta incoherencia ya que se observó un problema generalizado de congestionamiento vehicular.

Tabla 15.

*¿Alguna vez se ha visto afectado por alguno de los siguientes problemas?*

| <b>Alternativa</b>                              | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|-------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Falta de espacios en los parqueaderos           | 95                | 81,2 %            |
| Largas filas de espera                          | 41                | 35,0 %            |
| Falta de seguridad en el ingreso al parqueadero | 12                | 10,3 %            |
| Congestión en calles cercanas al sector         | 77                | 65,8 %            |
| <b>TOTAL</b>                                    | <b>117</b>        | <b>100%</b>       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

El 81,2 % de los encuestados consideran que existe problemas por la falta de espacios en los parqueaderos, mientras que el 65,8 % consideran que existe problemas con la congestión en calles cercanas al sector, el 35 % consideran que existe problemas por las largas filas de espera y el 10,3 % consideran que existe problemas por falta de seguridad en el ingreso a los parqueaderos.

Tabla 16.

*Si 5 es excelente, ¿Es eficiente el servicio de parqueadero en UTI-Quito?*

| Alternativa  | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------|------------|------------|
| 1            | 29         | 24,2 %     |
| 2            | 26         | 21,7 %     |
| 3            | 40         | 33,3 %     |
| 4            | 16         | 13,3 %     |
| 5            | 9          | 7,5 %      |
| <b>TOTAL</b> | 120        | 100%       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

El 33,3 % de los encuestados consideran que el servicio de parqueo tiene una calificación de 3, mientras que el 24,2 % considera que el servicio de parqueo tiene una calificación de 1, el 21,7 % consideran que el servicio de parqueo tiene una calificación de 2, el 13,3 % consideran que el servicio de parqueo tiene una calificación de 4 y el 7,5 % consideran que el servicio de parqueo tiene una calificación de 5.

Tabla 17.

*¿Le interesaría indicadores de parqueo en la UTI Quito?*

| Alternativa  | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------|------------|------------|
| SI           | 103        | 85,1 %     |
| NO           | 18         | 14,9 %     |
| <b>TOTAL</b> | 121        | 100%       |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

Al 85,1 % de los encuestados les interesa la implementación de indicadores de parqueo en la UTI – Quito, que representarían la mayor parte de usuarios beneficiados con el sistema de control y se lograría un descongestionamiento vehicular.,

### **Resultados e interpretaciones generales encuestas digitales.**

De acuerdo a la encuesta se puede concluir que:

- El 66,1 % de los encuestados consideran que se demoran generalmente de 5 a 10 minutos en parquear su vehículo y que existe congestionamiento vehicular.

- El 46,2 % de los encuestados consideran que la hora más crítica para parquear su vehículo es de 7:15 a 7:30 y el 36,8 % se considera de 7:00 a 7:15; siendo este el escenario de horario crítico de congestión vehicular de 7:00 a 7:30 hora pico.
- El 55,7 % de los encuestados consideran que el día sábado existen problemas al parquear el vehículo, mientras que el 42,6 % consideran el día lunes y el 41,7 % consideran el día viernes; siendo estos días los que presentan frecuentemente estos inconvenientes.
- El 74,8 % de los encuestados consideran que sus actividades se retrasan por el congestionamiento al estacionar el vehículo.
- El 47,9 % de los encuestados consideran que siempre existe congestionamiento al momento de parquear.
- El 81,2 % de los encuestados consideran que existe problemas por falta de espacios en los parqueaderos, mientras que el 65,8 % consideran que existe problemas por la congestión en calles cercanas al sector y el 35 % consideran que existe problemas por las largas filas de espera.
- El 85,1 % de los encuestados le interesaría la implementación de indicadores de parqueo en la UTI – Quito.

La investigación toma información de los usuarios, quienes tiene una visión subjetiva de ciertos aspectos técnicos es por ello que a continuación se aplica el método de teoría de colas y posteriormente se analizan los datos obtenidos en ella.

### ***Fórmulas utilizadas de la Teoría de Colas o Esperas.***

Para desarrollar las fórmulas se utilizó el Registro de Observaciones en horas pico, para el cálculo de velocidad de llegadas de los usuarios, se toma el tiempo promedio total de demora de un usuario y 3 usuarios según la cola (Anexo 1).

Para el cálculo de velocidad de servicio de la institución, se toma el número de usuarios con mayor tiempo de demora sobre el tiempo de promedio total y para el tiempo utilizado se toma el tiempo promedio de estos días con mayor congestión.

*La velocidad de llegadas por los usuarios.*

$$\gamma = \frac{\text{usuarios en cola}}{\text{tiempo prom}} = \frac{3 \text{ usuarios}}{1,35 \text{ min}} = 2,2 \text{ usuarios/min}$$

*La velocidad de servicio por la institución.*

$$\mu = \frac{\# \text{ de usuarios mayor a tiempo prom}}{\text{tiempo prom de \# de usuarios}} = \frac{8 \text{ usuarios}}{2,03 \text{ min}} = 3,94 \text{ usuarios/min}$$

*Número promedio de usuarios en espera.*

$$Ls = \frac{\gamma}{\mu - \gamma} = \frac{2,2}{3,94 - 2,2} = 1,26 \text{ usuarios en 1 minuto}$$

*Tiempo total que el usuario espera.*

$$Ws = \frac{1}{\mu - \gamma} = \frac{1}{3,94 - 2,2} = 0,58 \times 60 = 34,5 \text{ minutos}$$

*Número promedio en que los usuarios esperan en la fila.*

$$Lq = \frac{\mu^2}{\gamma(\gamma - \mu)} = \frac{3,94^2}{2,2(2,2 - 3,94)} = 4,05 \approx 4 \text{ usuarios esperan en la fila}$$

*Tiempo en el que el usuario espera en la fila de colas.*

$$Wq = \frac{\gamma}{2\mu(\mu - \gamma)} = \frac{2,2}{2 \times 3,94(3,94 - 2,2)} = 0,16 \approx \text{el usuario espera 16 min.}$$

*Factor de uso del sistema.*

$$\rho = \frac{\gamma}{\mu} = \frac{2,4}{5,44} = 0,44 \times 100 = 44 \% \text{ índice de uso.}$$

### **Resumen de resultados del método de Teoría de Colas.**

De acuerdo a los resultados se concluyó que los usuarios se demoran un tiempo total en estacionar su vehículo de 34,5 minutos, se determina que un usuario espera en la fila vehicular durante 16 minutos y el índice de uso de los parqueaderos es de un 44 %.

## CAPÍTULO III

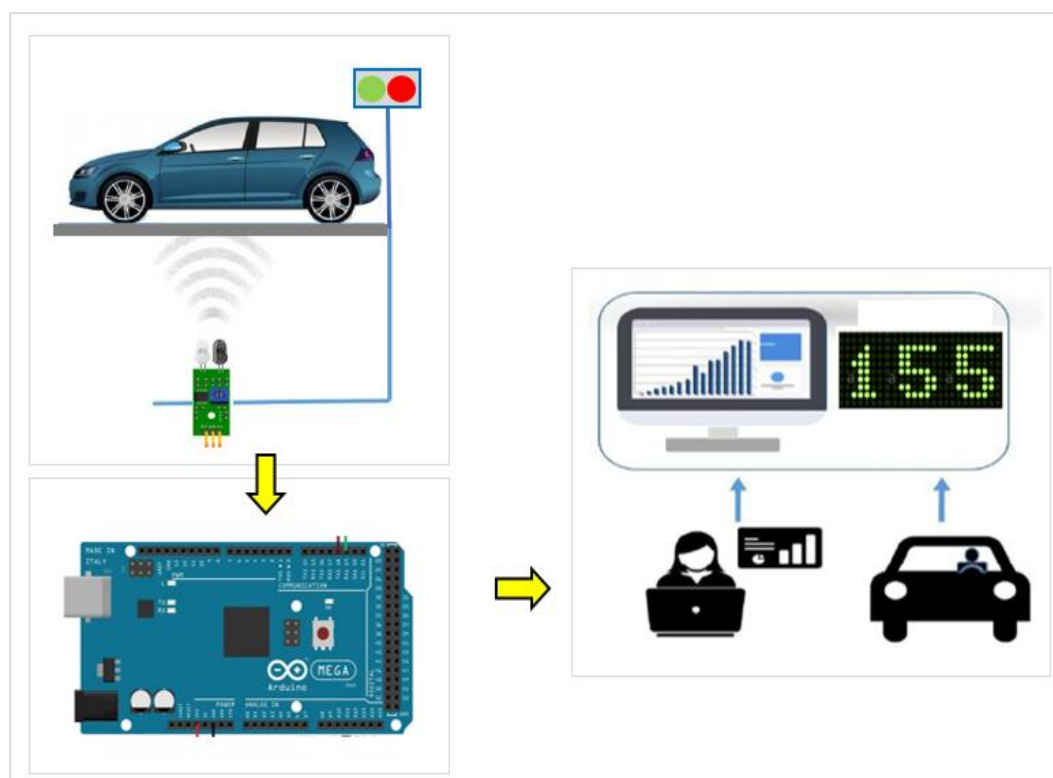
### Propuesta y resultados esperados

#### Desarrollo de la propuesta

A continuación, se presenta la aplicación de métodos, técnicas, cálculos, metodologías y herramientas utilizadas para el cumplimiento de los objetivos de la propuesta de investigación.

#### Características de la propuesta del sistema de control.

El parqueadero UTI-Quito cuenta con 155 espacios de parqueo y con un registro con costo e identificación para los usuarios que optaron por este servicio.



**Figura 6.** Características de la Propuesta del Sistema de Control

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

El sistema de control que se propone a la universidad funciona con sensores infrarrojo, semáforos (verde/rojo) y con un indicador numérico, estos sensores captan al

vehículo al momento de estacionarse y manda una señal, de aumento o disminución de número de espacios disponibles al indicador numérico.

La propuesta contemplaría la instalación de sensores para cada espacio de parqueadero.

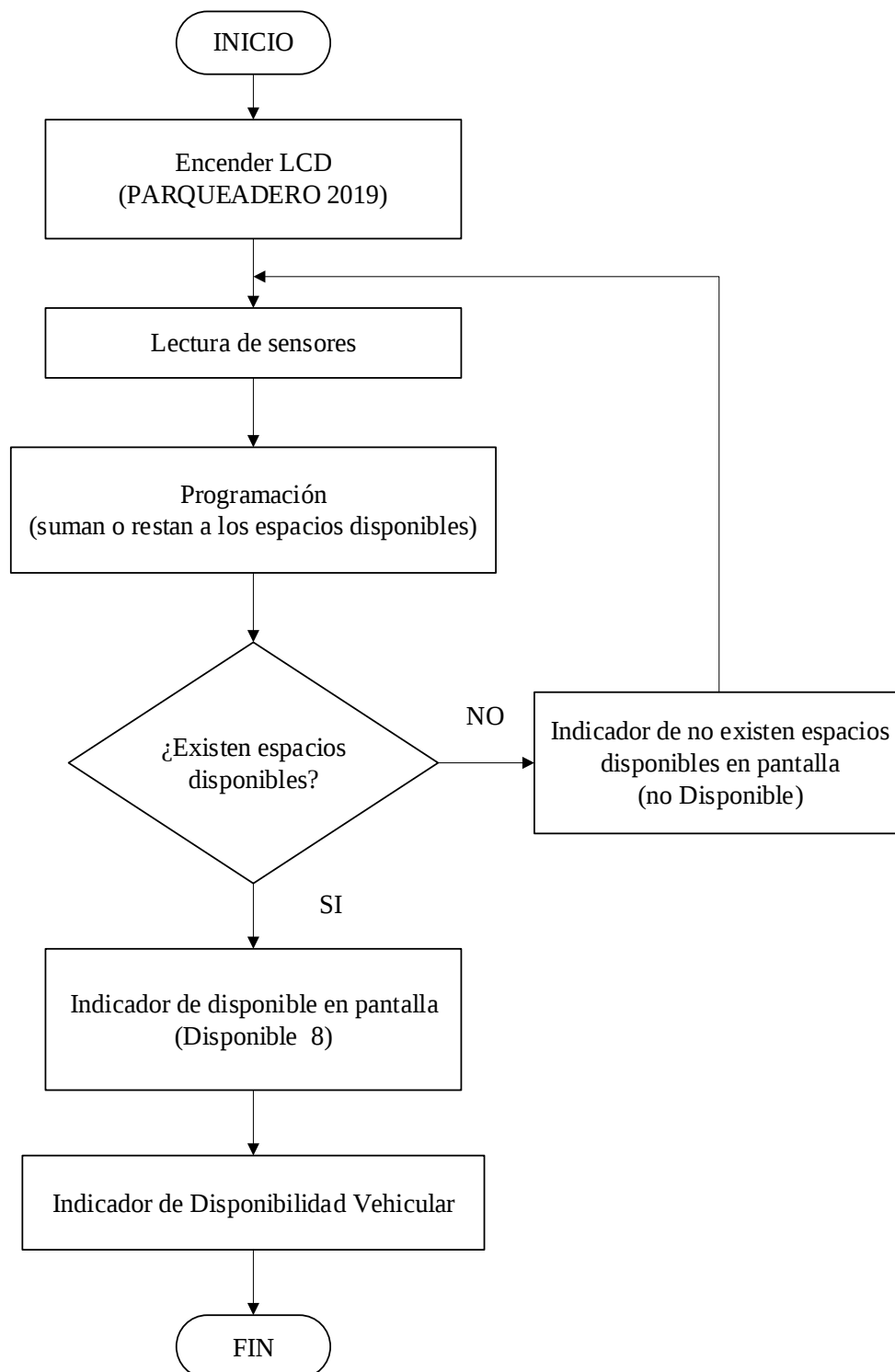
Con este sistema la universidad tendría un control adecuado de los espacios vehiculares y los usuarios del parqueadero tendrían un adecuado indicador en tiempo real.

### **Cálculos del prototipo**

#### ***Desarrollo del diseño del prototipo.***

El diseño inicia con el diagrama de flujo del sistema de control el cual sirve para dar una idea del funcionamiento (Figura 7), después con el diagrama de flujo del diseño de programación el cual sirve para dar una idea de la lógica planteada (Figura 8), se describe la comunicación entre tarjetas Arduino y materiales que serán requeridos posteriormente para el prototipo.

### Diagrama de flujo del sistema de control



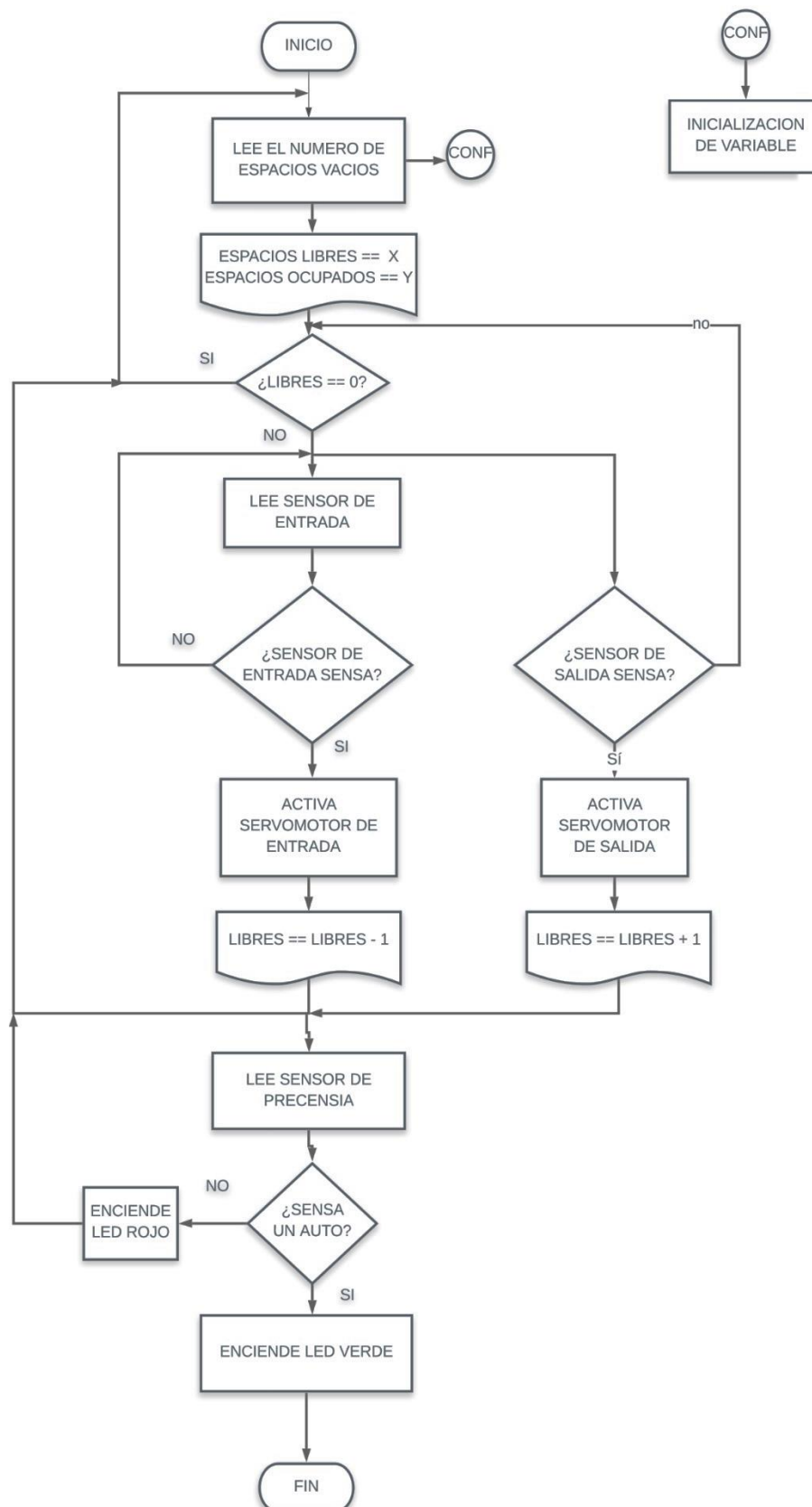
Metodología: Aplicada  
Modalidad: Investigación de Campo

**Figura 7.** Diagrama de Flujo del Sistema de Control

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

## Diagrama de flujo del diseño de programación del prototipo



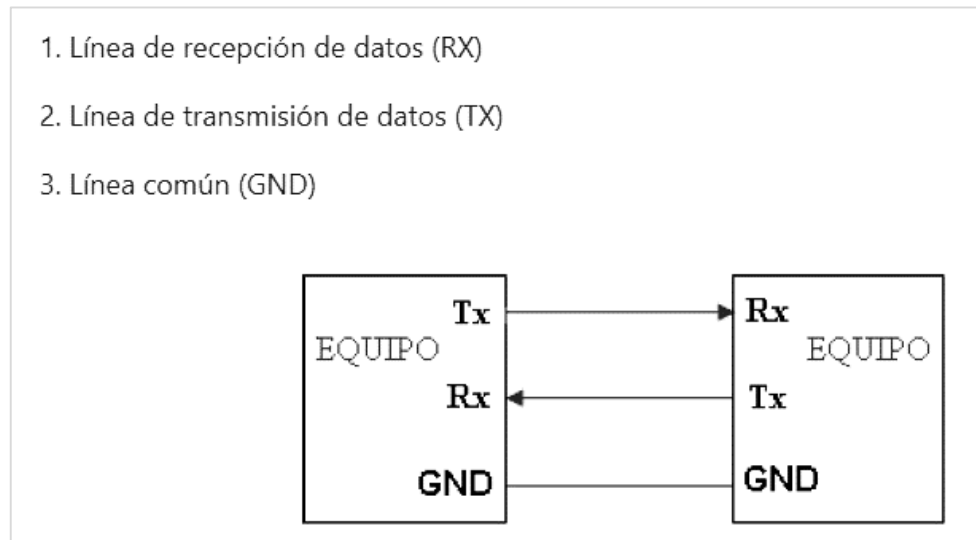
**Figura 8.** Diagrama de flujo del diseño de programación del prototipo

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

## Comunicación serial

Utilizando 3 líneas de conexión en las dos tarjetas Arduino se logra la comunicación serial entre dos Arduino ´s siendo de la siguiente forma el tipo de conexión utilizada en el prototipo.



**Figura 9.** Tipo de Conexión entre Arduino ´s

**Fuente:** (Castaño, 2016)

**Elaborado por:** (Castaño, 2016)

La comunicación serial entre dos Arduino ´s se realiza a través del intercambio de una secuencia de bits, donde se transmite bit a bit, uno por vez, aunque es lenta la comunicación, tiene la ventaja de poder ser transmitida a mayores distancias y utilizar menos líneas de comunicación (Castaño, 2016).

Luego de identificar el trabajo que va a realizar, el sistema de control es necesario seleccionar los elementos necesarios para la construcción del prototipo, los cuales serán reajustados posteriormente a una escala real.

### ***Selección de elementos del prototipo.***

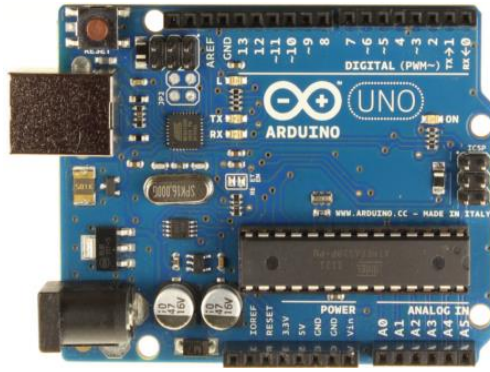
Para la construcción del prototipo se ha utilizado los siguientes elementos eléctricos:

- 2 tarjeta Arduino UNO
- 1 Protoboard
- 1 display LCD (16 x 2)
- 2 sensores Ultrasónicos HC – SR04
- 2 micro Servo Motores SG90
- 1 pulsador Arduino
- 8 leds rojos
- 8 leds verdes
- 8 sensores Infrarrojo FC-51
- 1 fuente de energía 12V
- 8 resistencias 330 Ohmios +/- 5%
- 94 cables de maqueta (M:H)
- 58 cables de maqueta (H:H)
- 26 cables de maqueta (M:M)

A continuación, la descripción y características de los elementos mencionados.

#### ***Tarjeta Arduino UNO.***

Es una placa electrónica basada en un micro controlador At mega 328, para programación, tiene la finalidad de formar sistemas especializados en la automatización de procesos. Tiene 14 entradas/salidas digitales y 6 son analógicas. Además, un resonador cerámico de 16 MHz, un conector USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reseteo. (Reyes F. & Cid J., 2018)



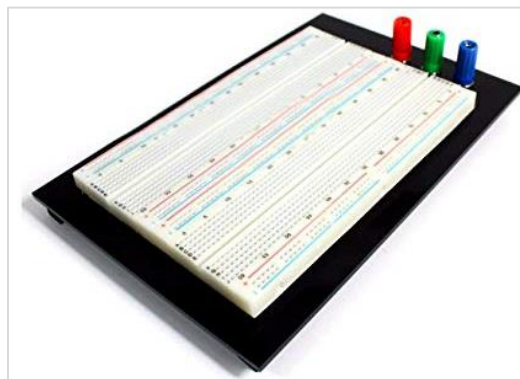
**Figura 10.** Tarjeta Arduino UNO  
**Fuente:** (Reyes F. & Cid J., 2018)  
**Elaborado por:** (Reyes F. & Cid J., 2018)

*Características de Arduino utilizado en el prototipo.*

La tarjeta se energiza a través de una conexión USB con 5V, está a la vez alimenta los micro controladores y otros componentes de la placa y funciona a través de una fuente de energía de 12V.

*Protoboard.*

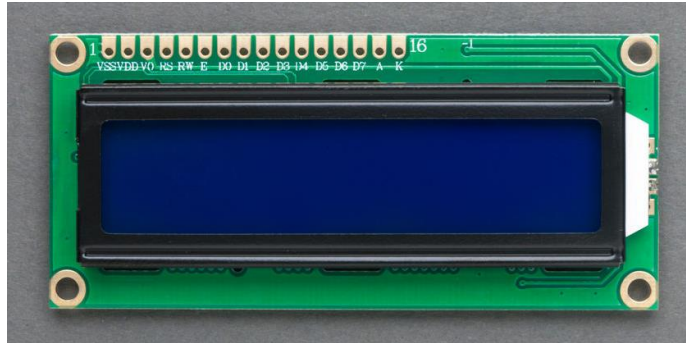
Es una placa que posee unos orificios conectados eléctricamente entre sí siguiendo un patrón horizontal/vertical, principalmente es utilizada para realizar pruebas de circuitos electrónicos, insertando componentes electrónicos y cables.



**Figura 11.** Protoboard  
**Fuente:** (Reyes F. & Cid J., 2018)  
**Elaborado por:** (Reyes F. & Cid J., 2018)

### *Display LCD (16 x 2)*

Es un dispositivo que se encarga de convertir las señales eléctricas de la placa en información visual, la gran ventaja es que gracias a la pantalla LCD, se puede mostrar información de datos como temperatura, humedad, presión, voltaje y en el presente trabajo ayuda a proyectar indicadores de disponibilidad vehicular.



**Figura 12.** Display LCD (16 x 2) Azul  
**Fuente:** (Reyes F. & Cid J., 2018)  
**Elaborado por:** (Reyes F. & Cid J., 2018)

### *Sensores ultrasónicos HC – SR04.*

Es un sensor de distancia de bajo costo, que utiliza ultrasonido para determinar la distancia de un objeto en un rango de 2 a 450 cm, es el más utilizado generalmente en proyectos de robótica y proyectos de automatización como sistemas de control o medición.



**Figura 13.** Sensor Ultrasónico HC – SR04  
**Fuente:** (Reyes F. & Cid J., 2018)  
**Elaborado por:** (Reyes F. & Cid J., 2018)

#### *Micro servo motor SG90.*

Es un dispositivo actuador que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación 360°, y también de mantenerse estable en dicha posición. Está formado por un motor de corriente continua, una caja reductora, un circuito de control y su margen de funcionamiento generalmente es de menos de una vuelta completa. (Reyes F. & Cid J., 2018).



**Figura 14.** Micro servo motor Megmoki SG90

**Fuente:** (Reyes F. & Cid J., 2018)

**Elaborado por:** (Reyes F. & Cid J., 2018)

#### *Pulsador Arduino.*

Un botón o pulsador es un dispositivo utilizado para energizar o des energizar un circuito. Los botones son activados al ser pulsados con un dedo. Permiten el flujo de corriente mientras son accionados. Cuando ya no se presiona sobre él vuelve a su posición de reposo. (Reyes F. & Cid J., 2018)



**Figura 15.** Pulsador Arduino

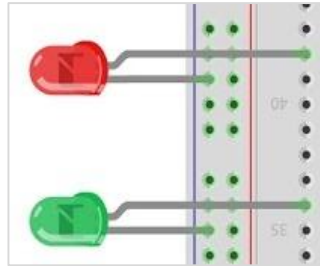
**Fuente:** (Reyes F. & Cid J., 2018)

**Elaborado por:** (Reyes F. & Cid J., 2018)

### *Leds verdes y rojos*

Un led es un diodo semiconductor que al recibir tensión genera luz, compuesta de una válvula de dos electrodos que permite el paso de la corriente eléctrica en un único sentido.

(Reyes F. & Cid J., 2018)



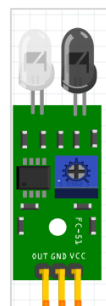
**Figura 16.** Leds Verdes y Rojos

**Fuente:** (ElectronicsMadeEasy, s.f.)

**Elaborado por:** (ElectronicsMadeEasy, s.f.)

### *Sensores infrarrojos FC-51.*

Son elementos electrónicos compuestos normalmente de un Led infrarrojo y un fototransistor, de forma que el Led actúa como emisor y el fototransistor como receptor. El Led infrarrojo emite luz infrarroja que para el ser humano es invisible. Si esta luz choca contra una superficie se reflejará y llegará al fototransistor el cual emite una señal. Si por el contrario golpea en una superficie negra, el material absorberá la mayoría de la luz y no llegará a la foto receptor (Reyes F. & Cid J., 2018).



**Figura 17.** Sensor Infrarrojo FC-51

**Fuente:** (ElectronicsMadeEasy, s.f.)

**Elaborado por:** (ElectronicsMadeEasy, s.f.)

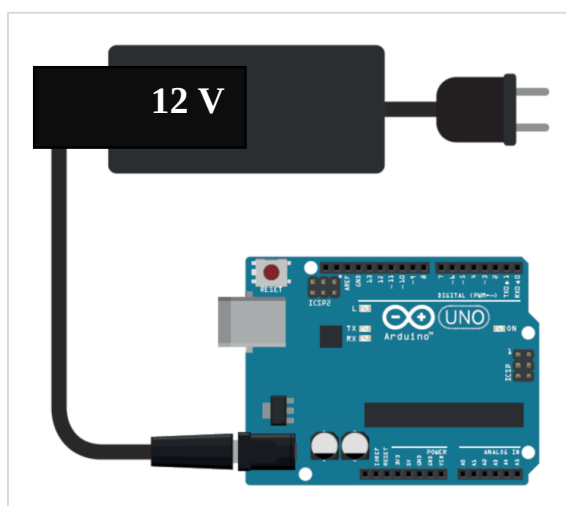
Tabla 18.

*Características del Sensor Infrarrojo*

| Características del Sensor                                  |
|-------------------------------------------------------------|
| Número de modelo: FC-51.                                    |
| Voltaje de funcionamiento: (3.0 – 6.0) V.                   |
| Ángulo de cobertura: 35 °                                   |
| Potenciómetro: Ajustable                                    |
| Rango de detección: 2 cm – 30 cm                            |
| PCB tamaño: 3,1 cm (largo) x 1,4 cm (ancho)                 |
| Tamaño total: 4,5 cm (largo) x 1,4 cm (ancho), 0.7cm (alto) |
| <b>Fuente:</b> (Reyes F. & Cid J., 2018)                    |
| <b>Elaborado por:</b> El investigador                       |

*Fuente de energía 12V.*

El voltaje adecuado para el funcionamiento del prototipo es de 5 a 12 volts DC. La fuente de energía debe de ser de entrada de corriente directa y la conexión tiene una polaridad que debe ser respetada, el polo positivo debe ir al centro del conector. Voltajes mayores a 12 pueden causar el rápido sobrecalentamiento del regulador (Reyes F. & Cid J., 2018).



**Figura 18.** Fuente de Energía 12V

**Fuente:** (ElectronicsMadeEasy, s.f.)

**Elaborado por:** (ElectronicsMadeEasy, s.f.)

### *Resistencias 330 Ohmios.*

La resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra en la corriente, a su paso por un circuito eléctrico cerrado, frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones (Rosales L., 2016, pág. 28).



**Figura 19.** Resistencias 330 Ohmios

**Fuente:** (Reyes F. & Cid J., 2018)

**Elaborado por:** (Reyes F. & Cid J., 2018)

Tabla 19.

### *Características de las Resistencias*

| <b>Características de las Resistencias</b> |
|--------------------------------------------|
| Resistencia: 330 ohm.                      |
| Potencia nominal: 0.5w.                    |
| Tecnología: película de carbono.           |
| Tolerancia: 5%                             |
| Terminación: axial.                        |

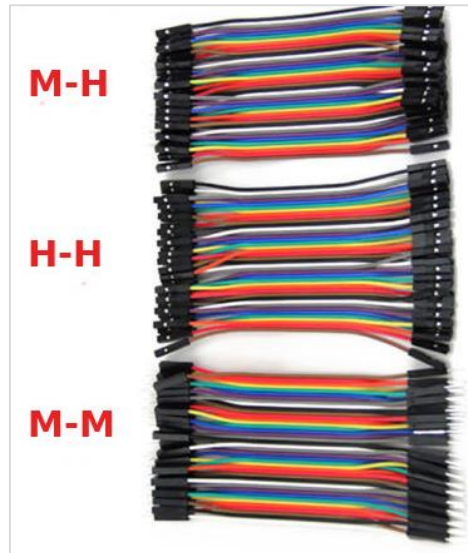
**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

### *Cables del prototipo.*

Con los cables utilizados es fácil conectar y manipular para la realización del sistema de control del prototipo. Con un espesor de 1,5 mm y un total de 178 cables utilizados.

- M:H = 94 Macho - Hembra
- M:M = 58 Macho - Macho
- H:H = 26 Hembra - Hembra



**Figura 20.** Cables del Prototipo

**Fuente:** (Reyes F. & Cid J., 2018)

**Elaborado por:** (Reyes F. & Cid J., 2018)

#### ***Normativa de construcción de un prototipo.***

Se cita PREVENCIÓN DE RIESGOS EN EL SECTOR DE CONSTRUCCIÓN. En el marco legal según el Decreto 125/014 de carácter obligatorio, donde se establecen todas las medidas de seguridad e higiene para la industria de la construcción de prototipos con el fin de evitar accidentes y/o enfermedades profesionales (UruguayUniversidadORT, 2015) (Anexo 6).

#### ***Mantenimiento del prototipo.***

Si el prototipo se encuentra con las condiciones de temperatura ambiente  $T^{\circ} 24$  y sin estar expuesto a posibles riesgos de caída de líquidos, lluvias o mojarse directamente.

#### ***Mantenimiento correctivo.***

Limpieza de polvos, limpieza de sensores infrarrojos y verificar en buen estado de la fuente de energía o estar bien enchufada.

### *Mantenimiento preventivo.*

Se recomienda la regulación de sensores infrarrojos y una verificación general de buen funcionamiento cada 12 meses.

### *Mantenimiento predictivo.*

Limpieza general de todos los elementos y verificación de buen funcionamiento del prototipo, cada 2 años.

### **Programación del prototipo.**

La programación del prototipo lo he realizado a través del software libre Arduino. Se puede ver detalladamente la programación utilizada en Anexo 3.

- Programación del prototipo Arduino cerebro.
- Programación del prototipo Arduino esclavo.

### **Funcionamiento del prototipo.**

Tabla 20.

#### *Funcionamiento del prototipo*

| Detalle del Funcionamiento                                                          | Descripción del Funcionamiento                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Con una verificación visual revisar el buen estado del los elementos del prototipo y revisar el cable de la fuente de energia para proceder a encender el prototipo. |



En el extremo izquierdo del prototipo, conectar el cable de fuente de energía a una conexión 110 V.



Verificar que enciendan todos los leds verdes que significa espacios de parqueo disponible.  
Verificar el LCD encendido, con el indicador de >disponible 8.

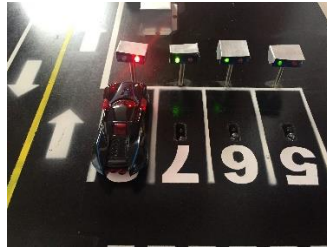


Ingresa el vehículo, sensor ultrasónico capta la señal y abre la compuerta.



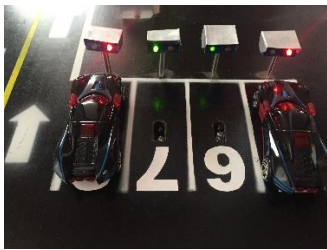
Un vehículo ingresa al estacionamiento 2 y se estaciona, por lo tanto, disminuye indicador en el LCD, también cambia el semáforo a rojo de ocupado. Indicador disminuye a >disponible 7.

**Nota:** Los vehículos pueden ingresar a cualquier espacio de parqueo.



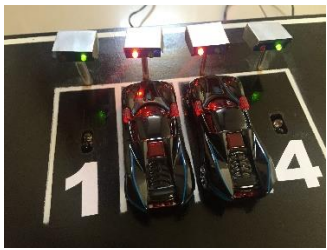
El segundo vehículo ingresa al estacionamiento 8 y se estaciona, por lo tanto, disminuye indicador en el LCD y también cambia el semáforo a rojo de ocupado. Indicador disminuye a >disponible 6.

---



El tercer vehículo ingresa al estacionamiento 5 y se estaciona, por lo tanto, disminuye indicador en el LCD y también cambia el semáforo a rojo de ocupado. Indicador disminuye a >disponible 5.

---



El cuarto vehículo ingresa al estacionamiento 3 y se estaciona, por lo tanto, disminuye indicador en el LCD y también cambia el semáforo a rojo de ocupado. Indicador disminuye a >disponible 4.

---



El quinto vehículo ingresa al estacionamiento 7 y se estaciona, por lo tanto, disminuye indicador en el LCD y también cambia el semáforo a rojo de ocupado. Indicador disminuye a >disponible 3.

---

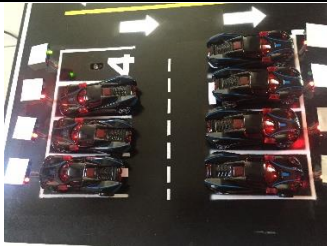


El sexto vehículo ingresa al estacionamiento 1 y se estaciona, por lo tanto, disminuye indicador en el LCD y también cambia el semáforo a rojo de ocupado. Indicador disminuye a >disponible 2.

---



El séptimo vehículo ingresa al estacionamiento 6 y se estaciona, por lo tanto, disminuye indicador en el LCD y también cambia el semáforo a rojo de ocupado. Indicador disminuye a >disponible 1.



El octavo vehículo ingresa al estacionamiento 4 y se estaciona, por lo tanto, disminuye indicador en el LCD y también cambia el semáforo a rojo de ocupado. Indicador disminuye a > no disponible> 0.



### Condición:

Cuando el estacionamiento esté lleno no dejará abrir compuerta de ingreso, por lo tanto no permitirá el ingreso de más vehículos al parqueadero del prototipo.



El vehículo del estacionamiento 5 y se aleja del espacio de parqueo, por lo tanto, aumenta el indicador en el LCD y también cambia el semáforo a rojo de verde. Indicador aumenta y proyecta en LCD disponible> 1.



**Nota:** Los vehículos pueden salir de forma distinta del espacio de parqueo.



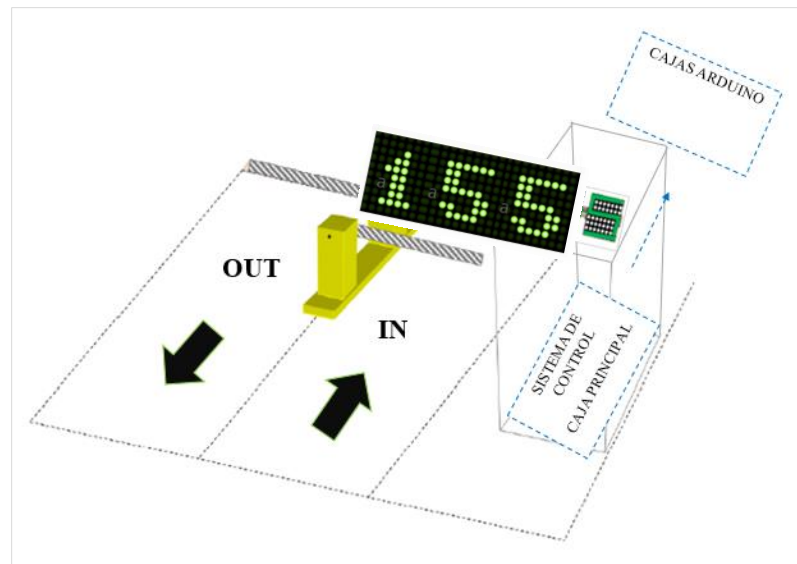
**Condición:**  
Si el vehículo ingresa y si no se estaciona no cambia el indicador.



**Condición:**  
El caso de caos o imprevistos, se tiene contemplado un botón de emergencia para abrir las dos compuertas.

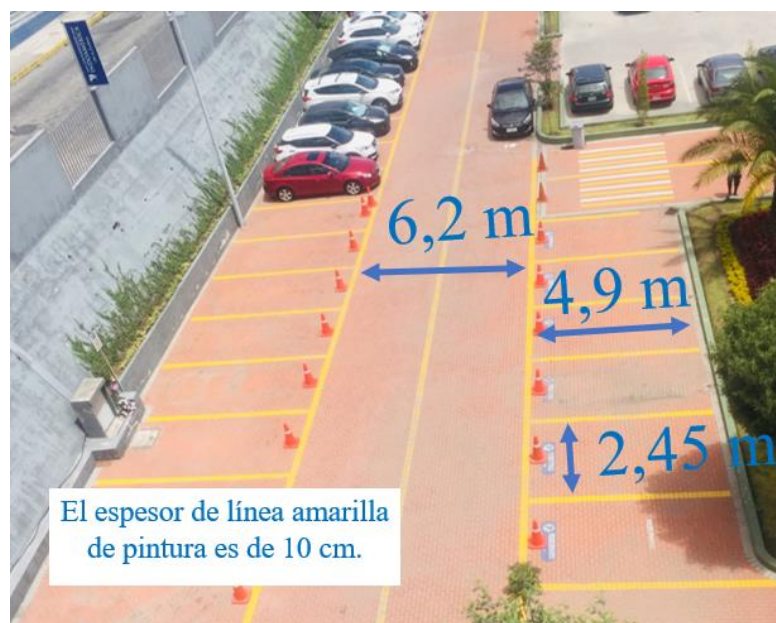
**Fuente:** El investigador  
**Elaborado por:** El investigador  
**Planos**

En el siguiente esquema se realiza una idea general de la propuesta, se sugiere que el indicador numérico se ubique en la parte superior de la garita, de esta manera al ingresar los usuarios tendrían idea de la disponibilidad en los parqueaderos.



**Figura 21.** Esquema General de la Propuesta UTI-Quito  
**Fuente:** El investigador  
**Elaborado por:** El investigador

Se realiza el levantamiento de medidas y planos, para poder medir el cable y los elementos sugeridos. (Anexo 5)

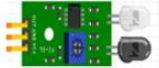


**Figura 22.** Medidas de Parqueadero UTI-Quito

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

Para la interpretación y entendimiento de los esquemas planteados se propone la siguiente tabla.

| Símbolo                                                                             | Color    | Significado           | Elemento                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Amarillo | Sensor Infrarrojo     |  |
|  | Verde    | Semáforo (Verde/Rojo) |  |
|  | Rojo     | Líneas de conexión    |  |
|  | Natural  | Indicador Numérico    |  |
|  | Azul     | Cajas Arduino Mega    |  |

**Figura 23.** Simbología Utilizada en Esquemas

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

Para poder controlar los 155 espacios de parqueo, requiere 7 tarjetas Arduino Mega, se ha determinado lo siguiente:

Arduino Mega – Maestro: Controlará 19 espacios del parqueadero

Arduino Mega – Esclavo 1: Controlará 23 espacios del parqueadero

Arduino Mega – Esclavo 2: Controlará 23 espacios del parqueadero

Arduino Mega – Esclavo 3: Controlará 23 espacios del parqueadero

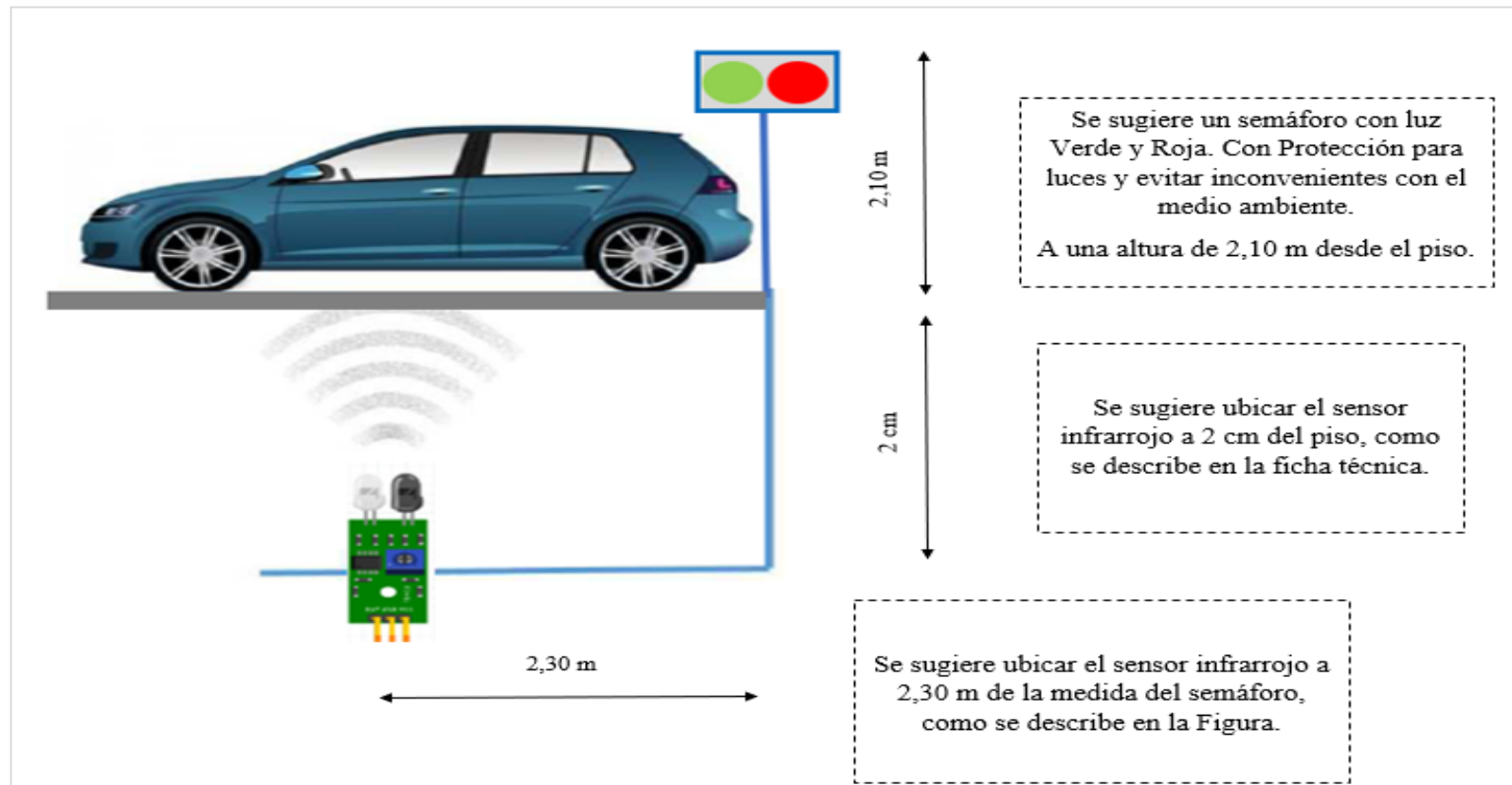
Arduino Mega – Esclavo 4: Controlará 23 espacios del parqueadero

Arduino Mega – Esclavo 5: Controlará 23 espacios del parqueadero

Arduino Mega – Esclavo 6: Controlará 21 espacios del parqueadero

Sistema de Control de Parqueaderos UTI-Quito: Controlará 155 en total.

### Esquema de parqueadero de la propuesta.

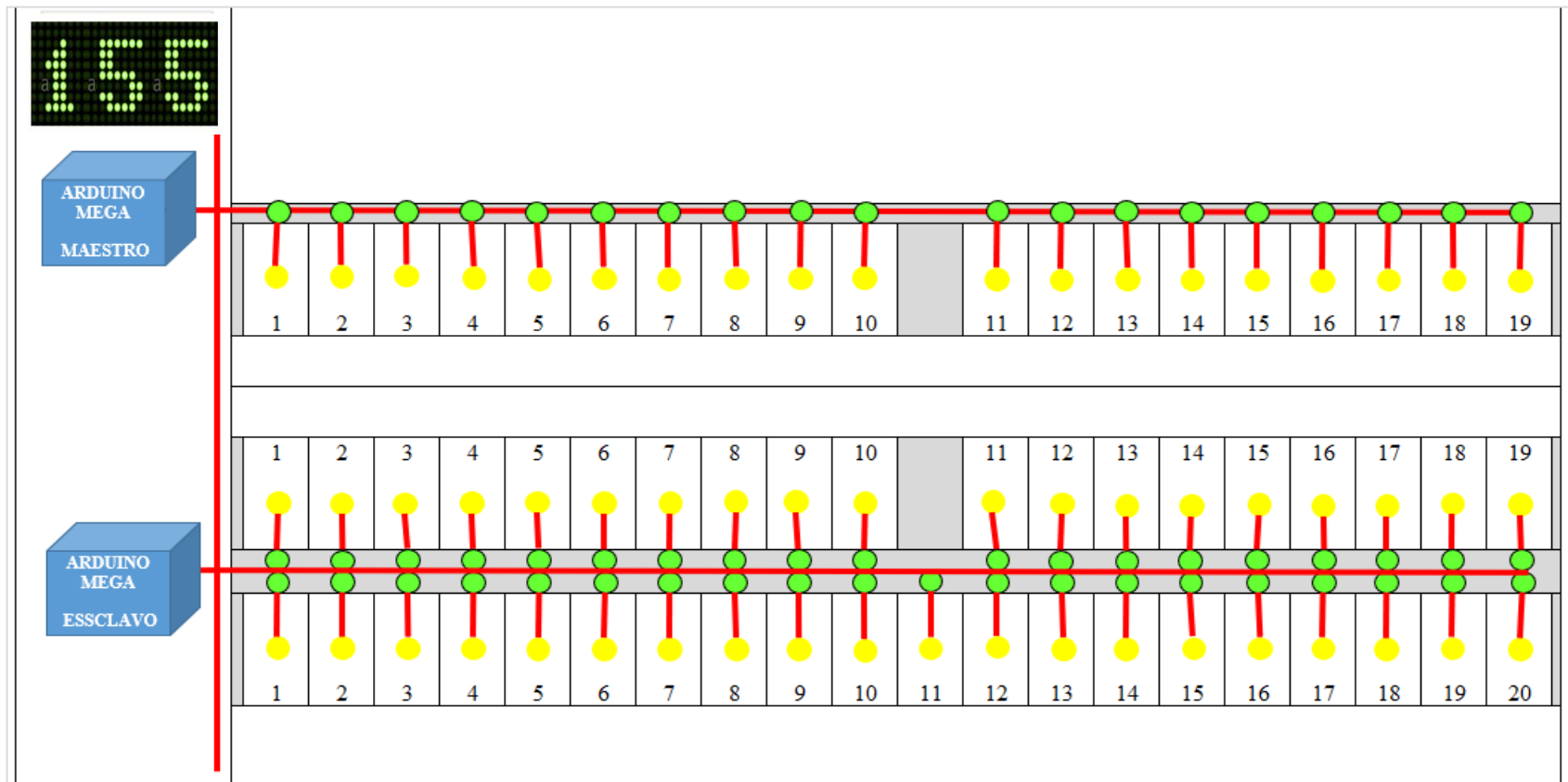


**Figura 24.** Esquema de Parqueadero de la Propuesta

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

## Esquema del diseño de instalación de cajas Arduino Mega.

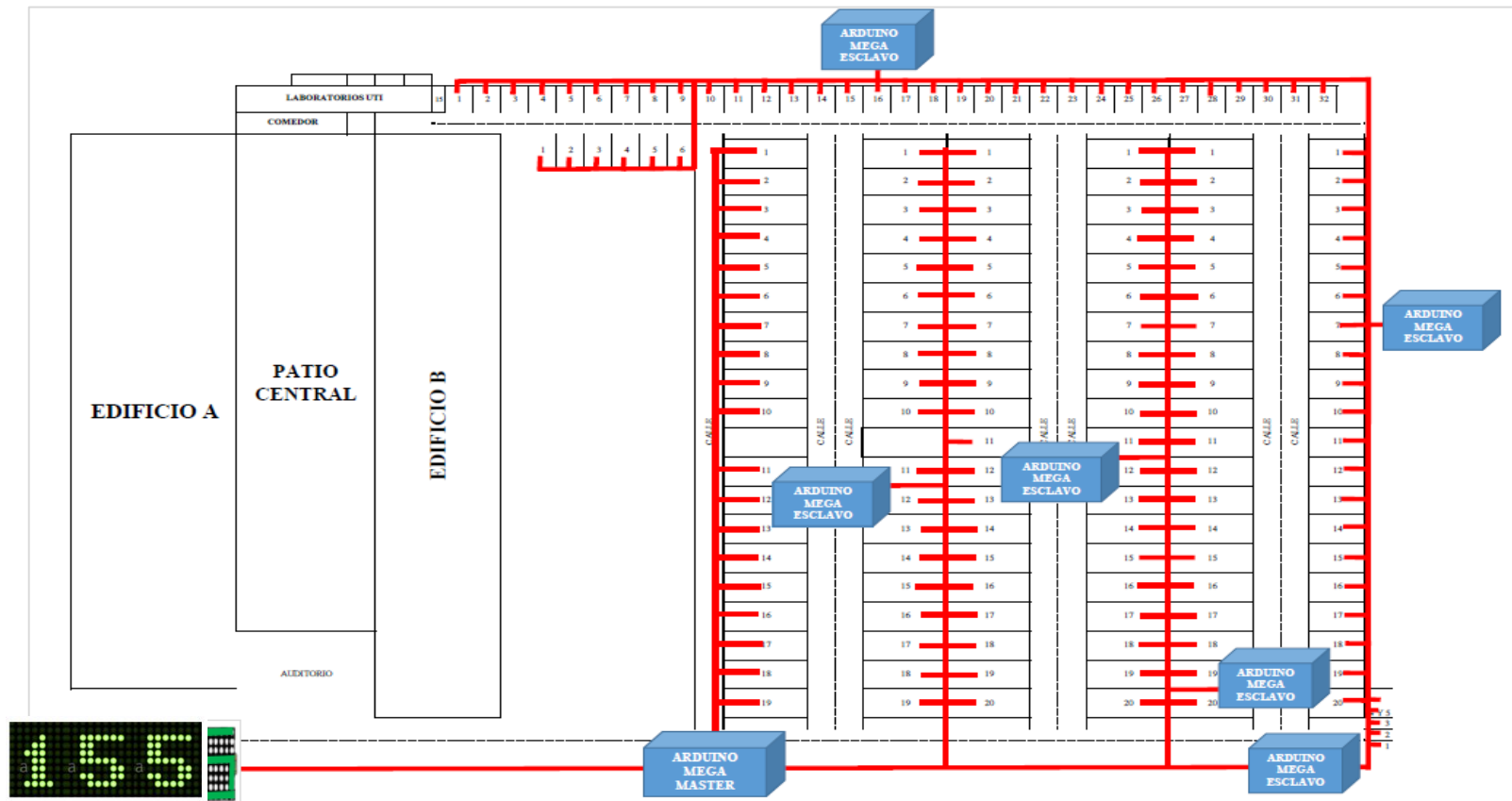


**Figura 25.** Esquema del Diseño de Instalación de Cajas Arduino Mega

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

## Esquema de ubicación de cajas de Arduino.

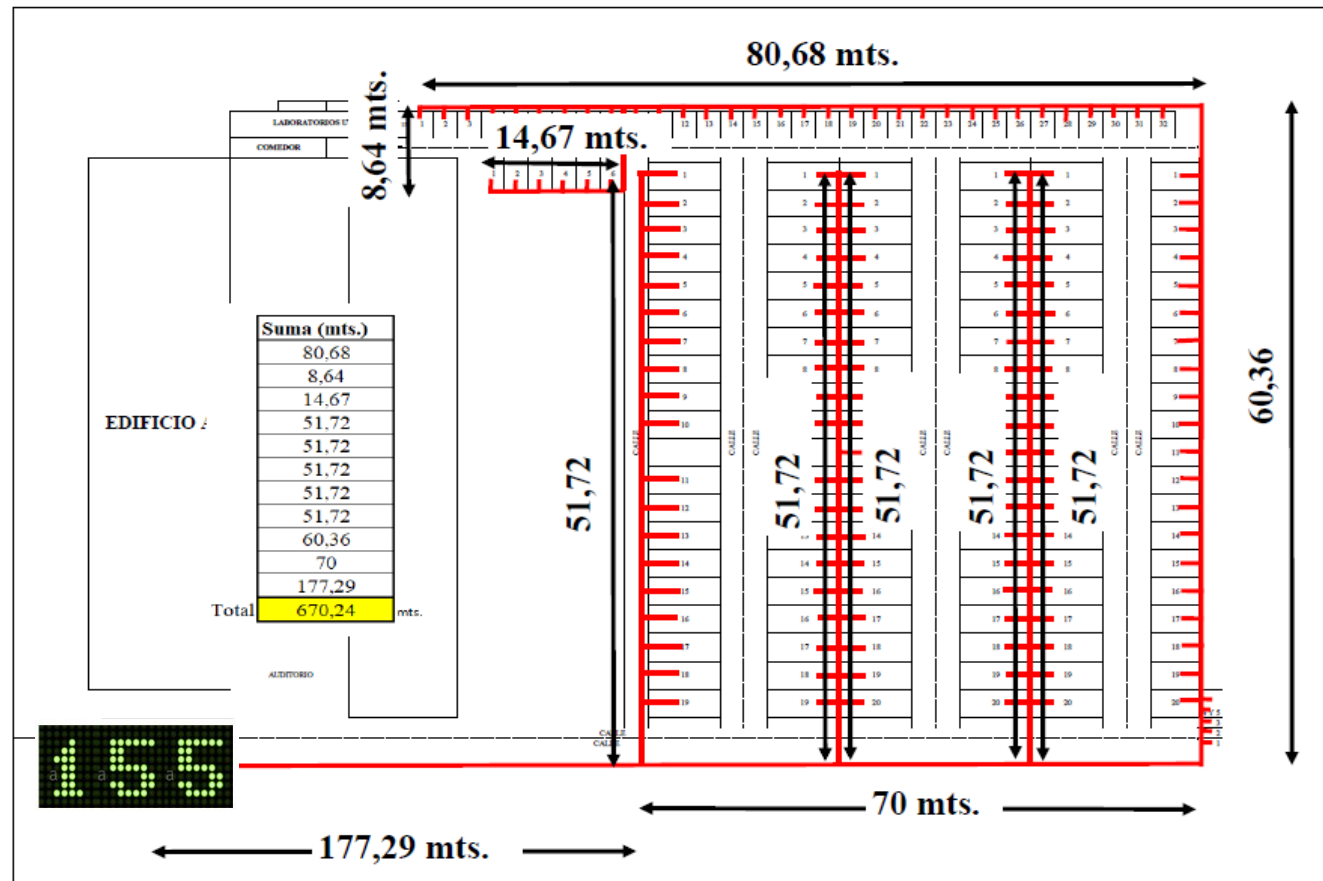


**Figura 26.** Esquema de Ubicación de Cajas de Arduino

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

## Esquema de dimensionamiento de cableado eléctrico.



**Figura 27.** Esquema de Dimensionamiento de Cableado Eléctrico

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

## Prototipo final



**Figura 28.** Prototipo final

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

## **Resultados esperados**

Si la propuesta presentada es aprobada e implementada por las autoridades de la UTI-Quito, la universidad tendría un sistema de control totalmente automático, evitando así tiempos de espera y congestión vehicular.

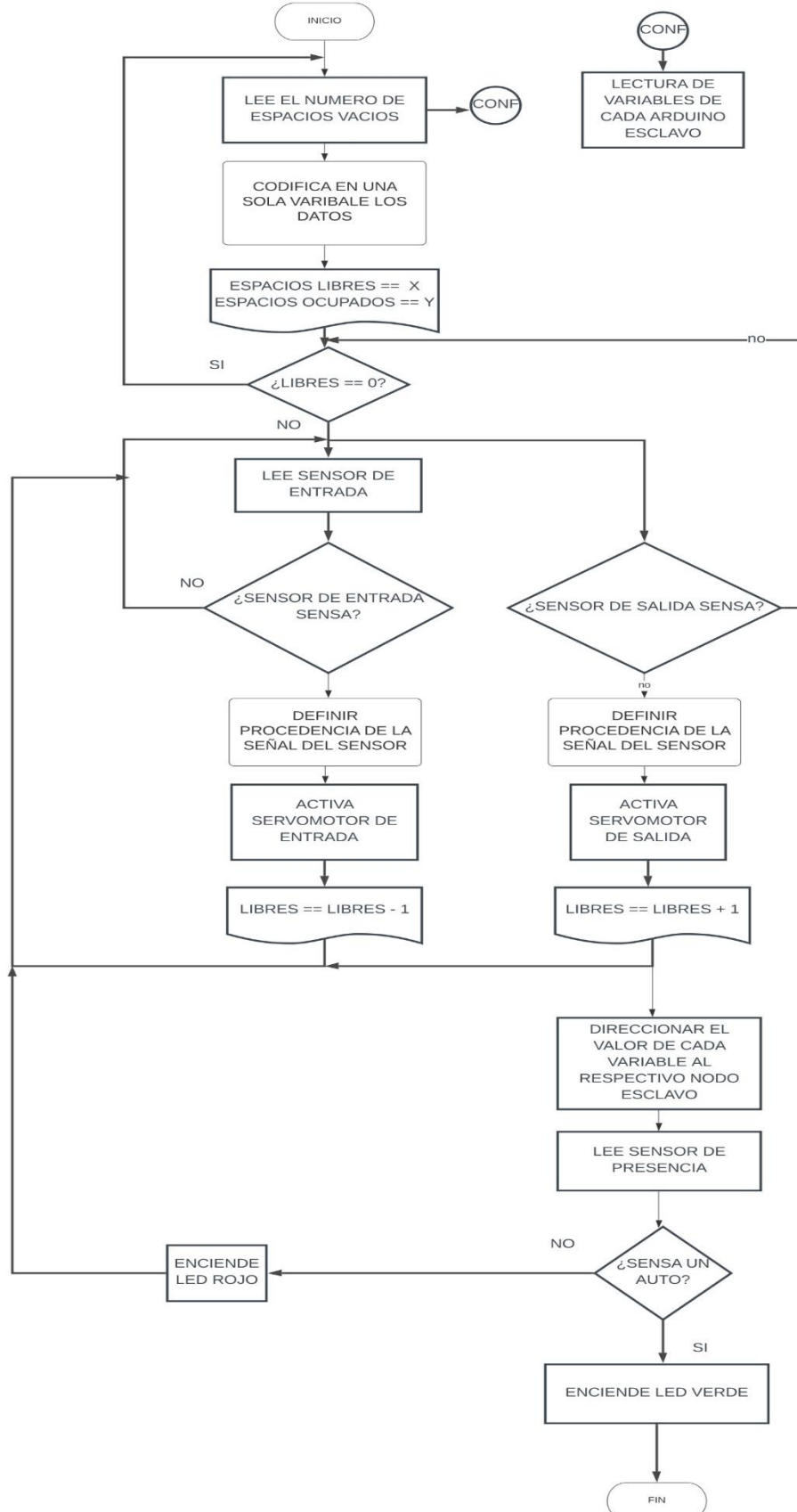
Luego de dimensionar el prototipo a las necesidades y cantidad de estacionamientos disponibles en la Universidad se pudo concluir que serían necesarias 7 tarjetas arduino mega, descritas en la investigación y también se plantean los materiales de instalación.

Adicionalmente se ahorraría recursos económicos, los mismos que se encuentra detallados en el desarrollo del análisis de costos. Además, al evitar tiempos de espera y retraso en las actividades de todos los usuarios de los parqueaderos.

### ***Desarrollo del diseño de la propuesta UTI Quito.***

El diseño inicia con el diagrama de flujo del diseño de programación, el cual sirve para dar una idea de la lógica planteada (Figura 29), se describe la comunicación entre tarjetas Arduino y materiales que serán requeridos posteriormente para la propuesta.

## Diagrama de flujo de la propuesta UTI-Quito.



**Figura 29.** Diagrama de flujo de la propuesta UTI-Quito.

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

### **Programación propuesta UTI-Quito.**

A continuación, se plantea la programación de la propuesta que se realizó a través del software libre Arduino. Se puede ver detalladamente la programación utilizada en Anexo 4 y la pre simulación se realiza a través del programa Fritzing. La propuesta funcionaria con 7 Arduino Mega ´s, de los cuales uno de ellos sería el Master, y los 6 restantes Arduino ´s conectados en serie llamados Esclavos (Anexo 4).

- Programación Arduino Master
- Programación Arduino Esclavo 1 a 6: La programación utilizada para la propuesta es la misma para todas las tarjetas.

### **Pre simulación de la propuesta UTI-Quito.**

La pre simulación de la propuesta sugerida se realizó en el programa Fritzing, esquema de pre simulación de propuesta UTI Quito.(.). Para la implementación de la propuesta sugiero los siguientes elementos eléctricos:

- 7 tarjetas Arduino MEGA 2560
- 7 placas baquelitas ´s
- 1 matriz numérica de 3 dígitos
- 1 pulsador Arduino
- 155 semáforos bicolor (Verde/rojo)
- 155 sensores Infrarrojo
- 1 fuente de energía 12V
- 155 resistencias 330 Ohmios +/- 5%
- Cable multifilar

### Comunicación serial de la propuesta.

Utilizando el segundo método de Castaño, el de 4 líneas de conexión, en las 7 tarjetas Arduino se logra la comunicación serial entre todos Arduino ´s, siendo de la siguiente forma el tipo de conexión a utilizar en la propuesta UTI-Quito.

1. Arduino UNO y Mini Pro: Pines **0 (RX)** y **1 (TX)**;
  2. Arduino Mega y Arduino Due: son **cuatro puertos de serie**.
    1. puerto serie 0: pines **0 (RX)** y **1 (TX)**
    1. puerto serie 1: pines **19 (RX)** y **18 (TX)**
    1. puerto serie 2: pines **17 (RX)** y **16 (TX)**
    1. puerto serie 3: pines **15 (RX)** y **14 (TX)**

**Figura 30.** Comunicación Serial Propuesta UTI-Quito

**Fuente:** (Castaño, 2016)

**Elaborado por:** (Castaño, 2016)

### Selección de elementos de la propuesta.

Para el dimensionamiento de la propuesta se ha utilizado los elementos eléctricos, que a continuación se describen.

#### Arduino Mega 2560.

Se selecciona la tarjeta Arduino tipo Mega 2560 porque es la tarjeta de mayor capacidad de pines y económica comparada al grupo que pertenece.

Para la propuesta se sugiere 7 Arduino ´s que conformarán el sistema de control.

Tabla 21.

#### Características Técnicas Arduino Mega

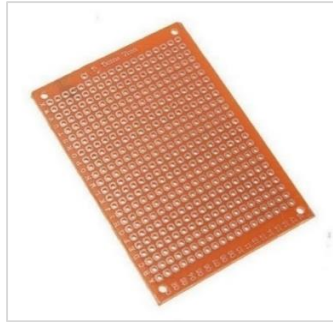
| Características Técnicas                          |
|---------------------------------------------------|
| Micro controlador: ATmega2560.                    |
| Voltaje Operativo: 5V.                            |
| Voltaje de Entrada: 7-12V.                        |
| Voltaje de Entrada (límites): 6-20V.              |
| Pines digitales de Entrada/Salida: 54 in y 15 out |
| Pines análogos de entrada: 16.                    |
| Memoria Flash: 256 KB                             |

**Fuente:** (Reyes F. & Cid J., 2018)

**Elaborado por:** El investigador

*Baquelita perforada.*

Para la propuesta se sugiere utilizar 7 Baquelitas perforadas, con 5 cm de ancho y 7 de alto, para la elaboración e impresión de circuitos eléctricos.



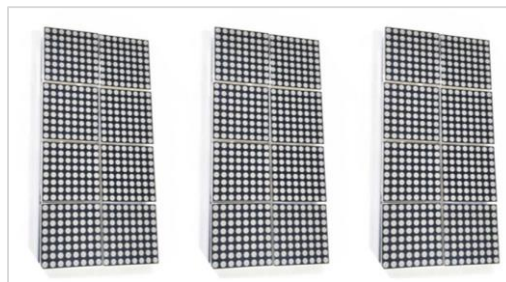
**Figura 31.** Baquelita Perforada

**Fuente:** (AVElectronicsCorp, 2020)

**Elaborado por:** (AVElectronicsCorp, 2020)

*Matriz numérica.*

Para la propuesta se sugiere 3 Matrices led que conformarán el indicador numérico para el sistema de control. Donde 3 pines son conectados al Arduino maestro y otros 2 pines para la comunicación serial.



**Figura 32.** Matriz numérica

**Fuente:** (SolucionesElectrónicas, 2012)

**Elaborado por:** (SolucionesElectrónicas, 2012)

Tabla 22.

*Características Técnicas de la Matriz Numérica*

| Características Técnicas |
|--------------------------|
|--------------------------|

|                              |
|------------------------------|
| 8 matrices led de 8x8 de 3mm |
|------------------------------|

---

Voltaje Operativo: 5V.  
Voltaje de Entrada: 12-15V.  
Tamaño del módulo: 13 cm de largo X 6,4 cm de ancho  
X 1,3 cm de alto  
Módulo con interfaz de entrada y salida, compatible con  
Arduino MEGA.

---

**Fuente:** (SolucionesElectrónicas, 2012)

**Elaborado por:** El investigador

#### *Pulsador Arduino.*

Para la propuesta se sugiere utilizar un Botón Arduino (Figura 38), con un aislamiento de protección plástica.

#### *Fuente de energía 12V.*

El voltaje adecuado para el funcionamiento de la propuesta es de 12 a 15 volts DC (Figura 41).

#### *Resistencias 330 Ohmios.*

Para la propuesta se sugiere utilizar 155 resistencias (Figura 42).

#### *Semáforos bicolores.*

Para la propuesta se sugiere utilizar 155 Semáforos bicolor (Figura 63).



**Figura 33.** Semáforos Bicolores (Verde/rojo).

**Fuente:** (SolucionesElectrónicas, 2012)

**Elaborado por:** (SolucionesElectrónicas, 2012)

Tabla 23.

#### *Características Técnicas de Semáforos Bicolores*

---

##### **Características Técnicas**

---

Ópticos led 100 mm de diámetro (Verde/Rojo)

Voltaje Operativo: 5V.

Voltaje de Entrada: 12-15V.

---

---

Tamaño del módulo: 15 cm de largo X 30 cm de ancho  
X 17,3 cm de alto  
Módulo compatible con Arduino MEGA  
Denominación: Semáforo E27

---

**Fuente:** (SolucionesElectrónicas, 2012)

**Elaborado por:** El investigador

*Sensores infrarrojos para la propuesta.*

Para la propuesta se sugiere utilizar 155 sensores infrarrojos, de tipo fotoeléctrico reflectivo, modelo E18 – D80NK (Figura 64) y Ficha Técnica adjunta en anexos (Anexo 6).



**Figura 34.** Sensores Infrarrojos para la Propuesta

**Fuente:** (NaylampMechatronicsSAC)

**Elaborado por:** (NaylampMechatronicsSAC)

Tabla 24.

*Características de los Sensores Infrarrojos para la Propuesta*

| Características del Sensor                                |
|-----------------------------------------------------------|
| Número de modelo: E 18 – D80NK                            |
| Voltaje de funcionamiento: 5 V.                           |
| Ángulo de cobertura: 25 ° a 70°                           |
| Potenciómetro: Ajustable                                  |
| Rango de detección: 3 cm – 80 cm                          |
| Salida de relé: 1A 36V                                    |
| Temperatura de funcionamiento: -25 °C ~ 70 °C             |
| Peso del paquete: Aprox. 42 g                             |
| Tamaño total: 68 mm (largo) x 25 mm (ancho), 20 mm (alto) |
| Módulo compatible: Arduino MEGA                           |

**Fuente:** (NaylampMechatronicsSAC)

**Elaborado por:** El investigador

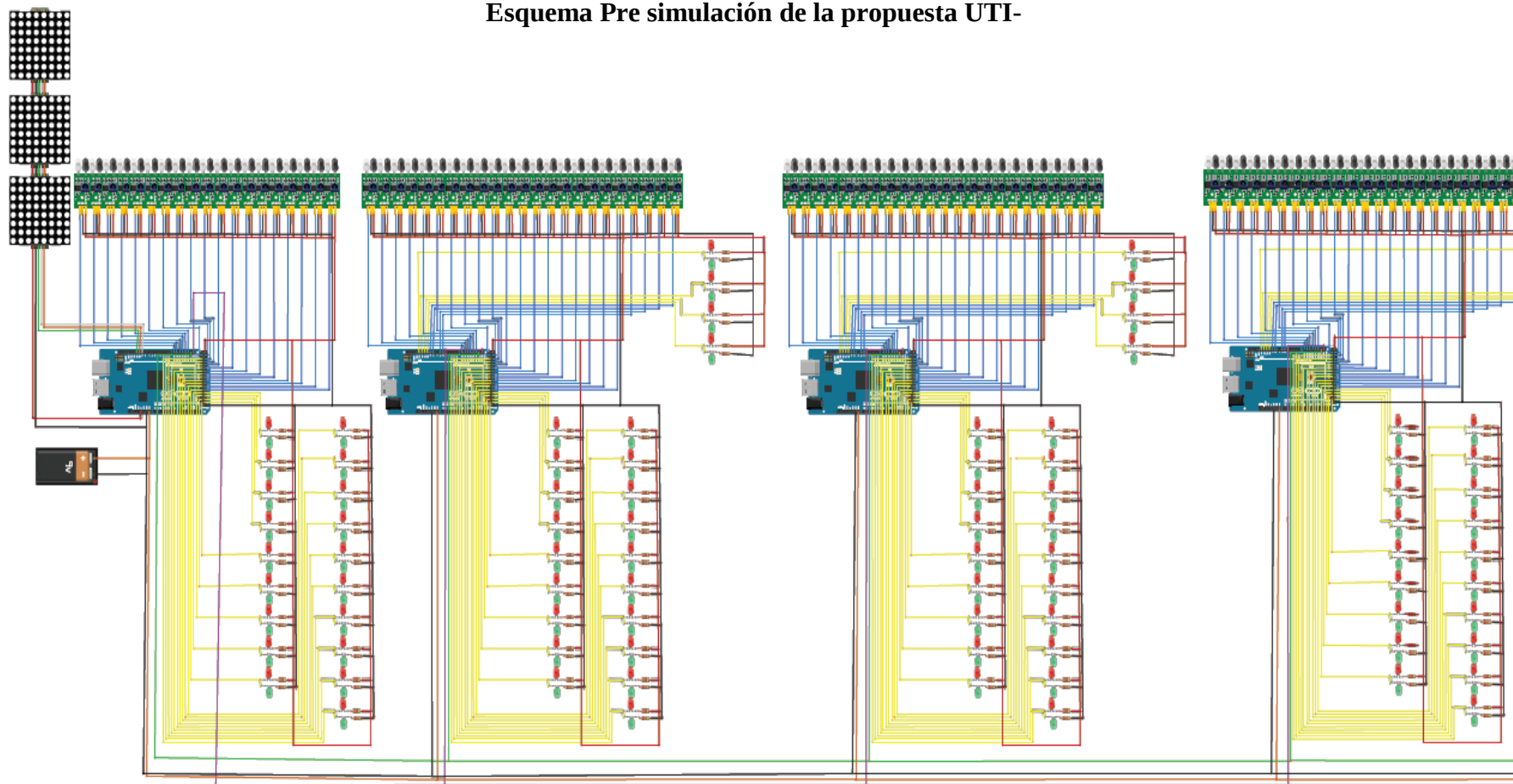
*Cable multifilar.*

Para la propuesta se sugiere utilizar Cable multifilar, según la Figura 52, se requiere 177,29 metros de cable y la Ficha Técnica se adjunta en anexos (Anexo 7).

**Normativa de Construcción Cableado de la Propuesta.**

Se sugiere utilizar la Norma ISO/IEC 11801, Normas de Cableado Estructurado, para el análisis de la instalación eléctrica, donde ISO/IEC define una instalación completa (componentes y conexiones) y valida la utilización de los cables (Araujo S., 2012, pág. 195).

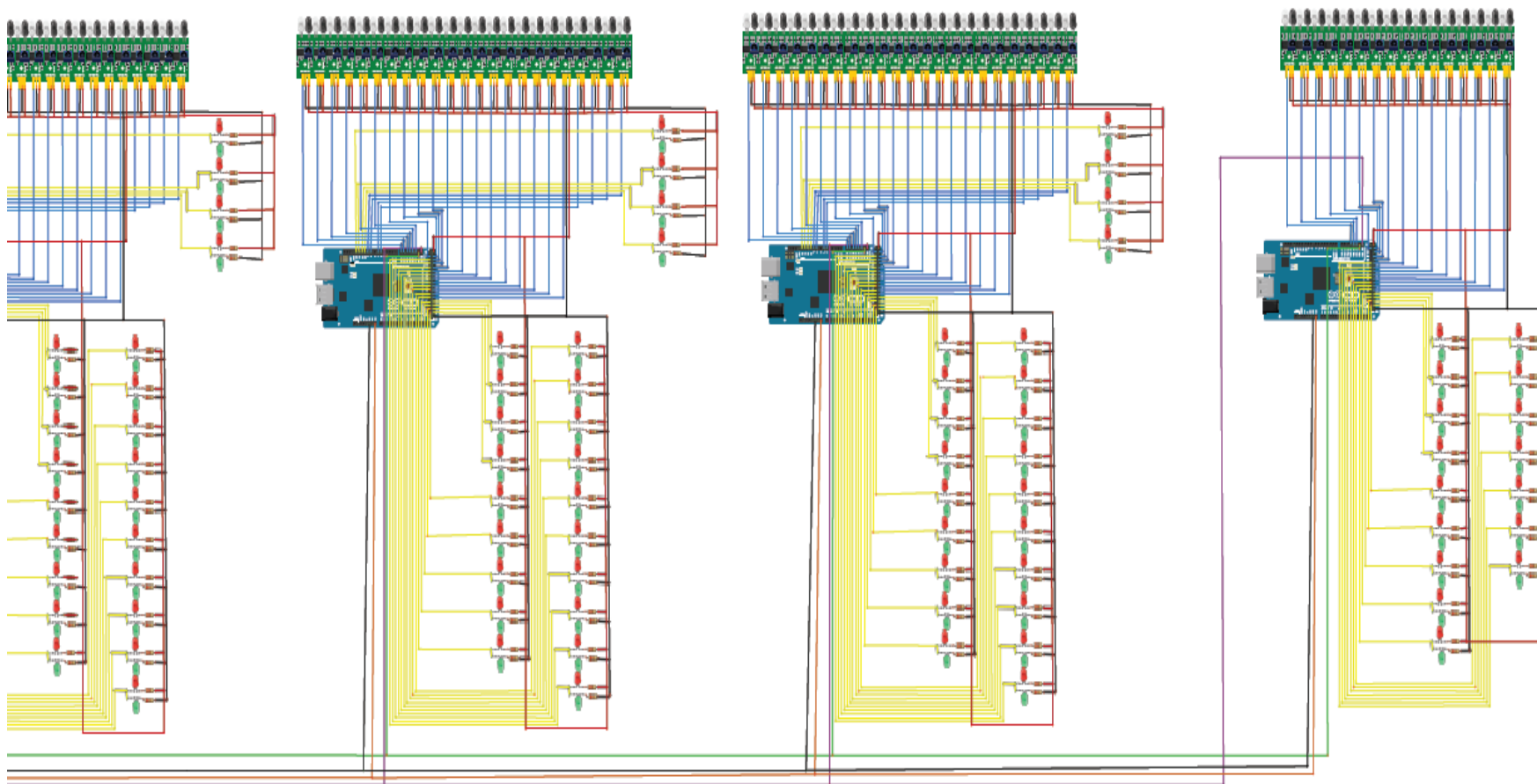
### Esquema Pre simulación de la propuesta UTI-



**Figura 35.** Pre Simulación Propuesta UTI-Quito

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador



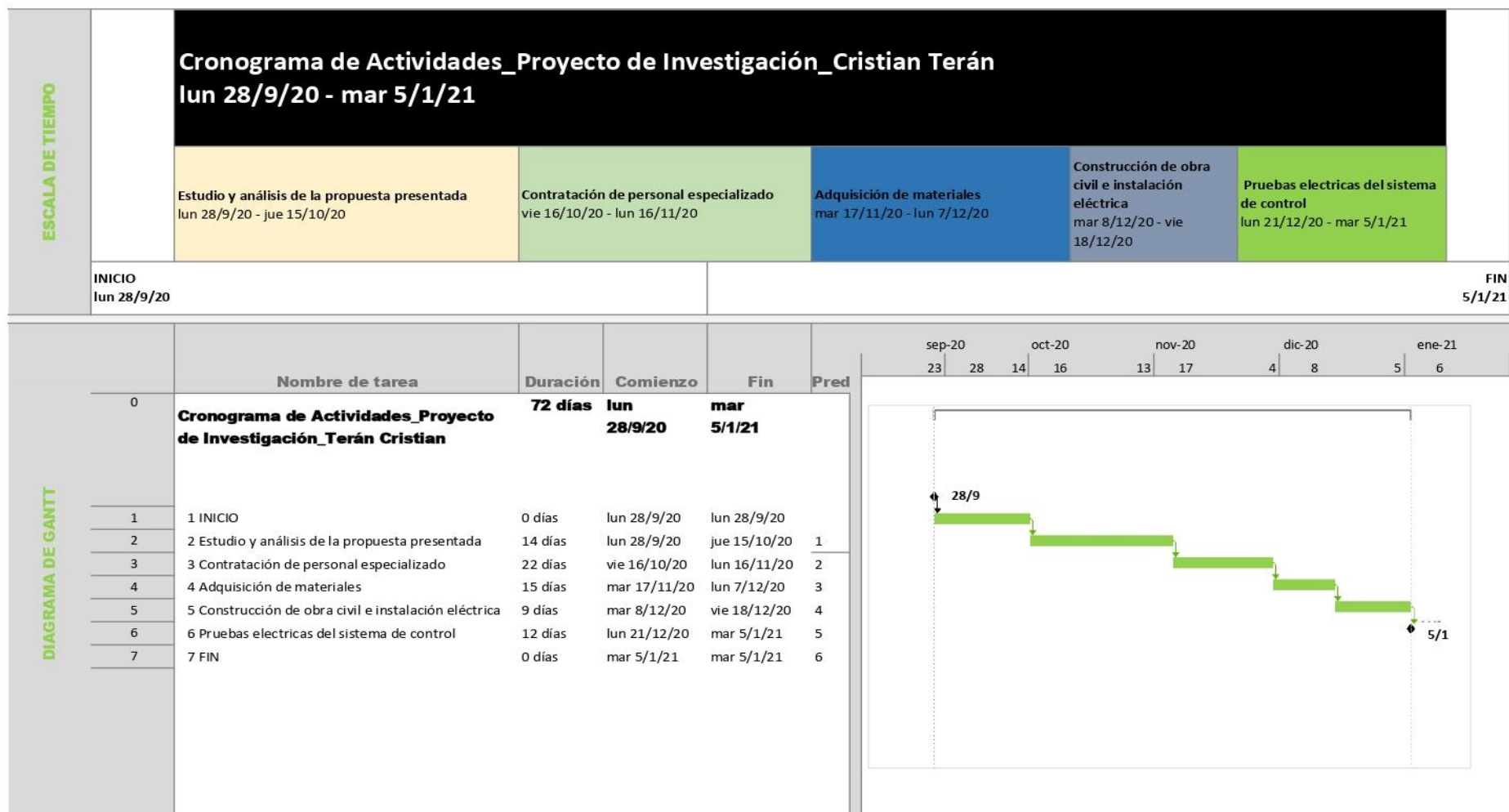
**Figura 36.** Pre Simulación Propuesta UTI-Quito

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

### **Cronograma de actividades**

El cronograma de actividades se lo realizó en el programa Project Professional (Figura 68), tomando en cuenta que la alta dirección de la UTI-Quito es la que aprueba proyectos, la puesta en marcha de la propuesta se realizará en el momento de la aprobación financiera y técnica. En consideración de las necesidades de la universidad, se ha tomado las fechas necesarias para establecer los parámetros de la propuesta.



**Figura 37.** Cronograma de Actividades

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

## **Análisis de costos**

Con estos antecedentes y teniendo en cuenta que la misión de la UTI es “Formar profesionales emprendedores, competentes, social y ambientalmente responsables”, todo sin fin de lucro, se ha decidido realizar el análisis financiero utilizando el cálculo de Costo Beneficio y se considera que no es conveniente utilizar el VAN y TIR porque se considera un servicio de beneficio al servicio que la universidad brinda.

### **Análisis financiero.**

Para el cálculo de Costo Beneficio, es necesario obtener el presupuesto neto de la propuesta, para garantizar que esta investigación pueda ser sostenida y recuperada en tiempo.

### Presupuesto de costo del prototipo.

Los costos por el prototipo se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 25.

*Presupuesto de Costo del Prototipo*

| Ítem | Nombre del Elemento             | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total  |
|------|---------------------------------|----------|-----------------|---------------|
| 1    | Arduino UNO                     | 2        | 9,50            | 19,00         |
| 2    | Protoboard                      | 1        | 4,50            | 4,50          |
| 3    | Display LCD (16 x 2)            | 1        | 5,60            | 5,60          |
| 4    | Sensores Ultrasónicos HC – SR04 | 2        | 2,70            | 5,40          |
| 5    | Micro Servo Motores SG90        | 2        | 8,75            | 17,50         |
| 6    | Pulsador Arduino                | 1        | 1,35            | 1,35          |
| 7    | Leds rojos                      | 8        | 0,05            | 0,40          |
| 8    | Leds verdes                     | 8        | 0,05            | 0,40          |
| 9    | Sensores Infrarrojo FC-51       | 8        | 2,70            | 21,60         |
| 10   | Fuente de energía 12V           | 1        | 3,50            | 3,50          |
| 11   | Resistencias 330 Ohmios +/- 5%  | 8        | 0,20            | 1,60          |
| 12   | Cables de maqueta (M:H)         | 94       | 0,07            | 6,58          |
| 13   | Cables de maqueta (H:H)         | 58       | 0,10            | 5,80          |
| 14   | Cables de maqueta (M:M)         | 26       | 0,09            | 2,34          |
| 15   | Caja de Madera y Semáforos      | 1        | 20              | 20,00         |
| 16   | <b>TOTAL</b>                    |          | <b>\$</b>       | <b>115,57</b> |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

### Presupuesto de costo de la propuesta UTI-Quito.

Los costos de la propuesta se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 26.

#### *Presupuesto de Costo de la Propuesta UTI-Quito*

| Ítem | Nombre del Elemento            | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total    |
|------|--------------------------------|----------|-----------------|-----------------|
| 1    | Arduino MEGA                   | 7,00     | 17,50           | 122,50          |
| 2    | Baquelita                      | 7,00     | 1,40            | 9,80            |
| 3    | Matriz numérica de 3 dígitos   | 3,00     | 62,00           | 186,00          |
| 4    | Pulsador Arduino               | 1,00     | 1,35            | 1,35            |
| 5    | Semáforos bicolores            | 155,00   | 66,53           | 10312,15        |
| 6    | Sensores Infrarrojo E 18       | 155,00   | 25,00           | 3875,00         |
| 7    | Fuente de energía 12V          | 1,00     | 3,50            | 3,50            |
| 8    | Resistencias 330 Ohmios +/- 5% | 155,00   | 0,20            | 31,00           |
| 9    | Cable multifilar               | 670,24   | 16,50           | 11058,96        |
| 15   | Caja de Metal                  | 7,00     | 20,00           | 140,00          |
| 16   | <b>TOTAL</b>                   |          | <b>\$</b>       | <b>25740,26</b> |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

### Presupuesto de costo de mano de obra de la propuesta.

Para determinar el costo de mano de obra se realiza la siguiente tabla en la que constan los rubros de mano de obra, el número de horas y el valor total. Estos datos se basan en el documento emitido por la Contraloría General del Estado, Reajuste de precios salarios mínimos por ley emitida en enero de 2020.

Tabla 27.

#### *Presupuesto de Costo de Mano de Obra de la Propuesta*

| Costo de mano de obra                                 | Valor/hora | Tiempo (hrs) | Total (\$) |
|-------------------------------------------------------|------------|--------------|------------|
| Diseño y Construcción de sistema de control UTI-Quito | 20,00      | 120          | 2400,00    |
| Programación de Tarjetas Arduino Mega                 | 4,06       | 75           | 304,50     |
| Diseño y fabricación de postes de Semáforos bicolor   | 3,65       | 28           | 102,20     |

|                                                                             |       |     |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------|-----|---------|
| Implementación del sistema de control (obra civil, eléctrica y electrónica) | 20,00 | 100 | 2000,00 |
| <b>TOTAL</b>                                                                |       | \$  | 4806,70 |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

### **Presupuesto de costo de obra civil de la propuesta.**

Para determinar el costo de mano de obra civil se realiza la siguiente tabla en la que constan los rubros de materiales, herramientas y equipo.

Tabla 28.

#### *Presupuesto de Costo de Obra Civil de la Propuesta*

| <b>Descripción</b>                       | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario</b> | <b>Precio Total</b> |
|------------------------------------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| Cemento y Ripio                          | 3               | 25,00                  | 75,00               |
| Alquiler de Máquina de Ranurado          | 2               | 80,00                  | 160,00              |
| Alquiler de Máquina de Perforado         | 2               | 75,00                  | 150,00              |
| Base de Semáforos                        | 155             | 3,00                   | 465,00              |
| Canaléticas Metálicas                    | 335             | 1,25                   | 418,75              |
| Manguera de Caucho 2"                    | 12              | 25,00                  | 300,00              |
| Bases metálicas para sensores            | 155             | 1,50                   | 232,50              |
| Cinta aislante, tornillos, silicón, etc. | 30              | 10,00                  | 300,00              |
| <b>TOTAL</b>                             |                 | <b>\$</b>              | <b>2101,25</b>      |

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

### **Presupuesto de costo gastos indirectos de la propuesta.**

Se ha tomado en cuenta estos gastos indirectos ya que para el desarrollo del proyecto implica directamente el costo de energía eléctrica y el costo del agua.

Tabla 29.

#### *Presupuesto de Costo Gastos Indirectos de la Propuesta*

| <b>Descripción</b>  | <b>Precio Total</b> |
|---------------------|---------------------|
| Electricidad        | 110                 |
| Agua                | 30                  |
| Transporte y varios | 60                  |
| <b>TOTAL</b>        | <b>200</b>          |

**Fuente:** El investigador  
**Elaborado por:** El investigador

### **Cálculo del costo neto de la propuesta.**

Una vez que se han calculado todos los costos involucrados en el proyecto, se suman todos los presupuestos.

Tabla 30.

#### *Cálculo del Costo Neto de la Propuesta*

| <b>Descripción</b>                             | <b>Precio Total</b> |
|------------------------------------------------|---------------------|
| Presupuesto de Costo de la Propuesta UTI-Quito | 25740,26            |
| Presupuesto de Costo de mano de obra           | 4806,70             |
| Presupuesto de Costo de Obra Civil             | 2101,25             |
| Presupuesto de Costo Gastos Indirectos         | 200,00              |
| <b>TOTAL</b>                                   | <b>32848,21</b>     |

**Fuente:** El investigador  
**Elaborado por:** El investigador

### **Costo final de la propuesta.**

Según los resultados se necesitaría 32848,21 dólares para implementar un sistema de control vehicular en las instalaciones de la UTI-Quito. Si se quiere fabricar y obtener un beneficio generalmente se toma el 15 % del valor real.

$$\text{Costo Final} = \text{Costo Neto} + 15 \% (\text{costo Real})$$

**Fuente:** (Rosales L., 2016, pág. 317)

$$\text{Costo Final} = 32848,21 + 4927,23$$

$$\text{Costo Final} = 37775,44\$$$

Por lo tanto 37775,44 \$ sería el costo de inversión inicial.

## Cálculo de Costo Beneficio

| DATOS UTI-QUITO                       |                                 |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| Espacios de Parqueo                   | 155                             |
| Meses al Año                          | 12                              |
| Costo de Espacio de Parqueo x usuario | 80 \$                           |
| DATOS DE FLUJO ECONÓMICO DE CAJA      |                                 |
| Inversion Inicial                     | \$ 37.775,44 \$                 |
| Producción                            | 1860 Espacios de Parqueo al Año |
| Ingresos anual UTI Quito              | \$ 148.800,00 \$ anual          |
| PERIODO EN AÑOS                       | 5                               |
| Periodo                               | Flujo de Caja                   |
| Inversion Inicial                     | \$ 37.775,44                    |
| 1                                     | \$ 148.800,00                   |
| 2                                     | \$ 134.515,20                   |
| 3                                     | \$ 121.601,74                   |
| 4                                     | \$ 109.927,97                   |
| 5                                     | \$ 99.374,89                    |
|                                       | \$ 614.219,80                   |
| Relación costo / beneficio            | 16,26                           |

De acuerdo a las Perspectivas Económicas del Ecuador del 16 de abril del 2020, el PIB bajara 9,6 %.

**Figura 38.** Cálculo de Costo Beneficio

**Fuente:** El investigador

**Elaborado por:** El investigador

Se obtiene un Costo beneficio de 16,26 % es decir la propuesta es beneficiosa para mejorar el servicio de parqueaderos de la UTI-Quito.

## CAPÍTULO IV

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

Luego de realizar el estudio de la problemática se puede concluir que el 81,2 % (Tabla 15) de los encuestados no son usuarios directos del parqueadero, pero aun así sienten que los estancamientos los afectan, generando demoras en sus tiempos de ingreso a la universidad. Al contrastar esta información con la aplicación de la teoría de colas en el trabajo de campo realizado, se puede concluir que de hecho existen demoras de 16 minutos, dentro de las horas pico en los horarios de entrada a clases en las todas las modalidades de la universidad.

El desarrollo del sistema de control reveló la necesidad de implementar dos tipos de módulos controladores, un arduino maestro que contenga la programación central y se comunique con los esclavos y señales visuales de comunicación con el exterior de los parqueaderos y varios, estos segundos arduinos esclavos solamente recibirían la información de los sensores y la transmitirían al maestro para que sea procesada, lo que simplifica la configuración del sistema completo ya que el proceso sería repetitivo.

Luego de dimensionar el prototipo a las necesidades y espacios disponibles en la Universidad se pudo concluir que serían necesarias 7 tarjetas Arduino mega y materiales de instalación y que desde un punto de vista financiero, la implementación del proyecto costaría 37775,44 \$ según el costo final de la propuesta, sin un reembolso o recuperación directa, debido a que el servicio de parqueadero no es el negocio directo de la Universidad, pero sin duda será un valor agregado sensible para los usuarios, debido a que, de forma directa o indirecta toda la comunidad universitaria se puede ver beneficiada al facilitar el uso de las áreas designadas, y desde otro punto de vista se reducirá los estancamientos generados en la

entrada a las zonas de parqueadero y se facilitará la re distribución de vehículos a los parqueaderos en las calles aledañas.

## **Recomendaciones**

Según el análisis realizado en la investigación se recomienda la implementación del sistema de control de parqueaderos o una pantalla de control numérico, para que los usuarios de los parqueaderos UTI Quito puedan visualizar si existen espacios disponibles de parqueo.

De acuerdo al estudio realizado se recomienda a las autoridades de la universidad realizar otros estudios basándose en la realidad actual para lo cual se sugiere utilizar la Norma ISO/IEC 11801 para el análisis de la instalación eléctrica y adquirir los materiales necesarios para implementar el sistema de control.

Por la congestión vehicular que actualmente existe en los exteriores de la UTI-Quito se recomienda a las autoridades, analizar la propuesta de investigación e implementar el sistema de control para reducir los problemas causados por las filas de vehículos al ingreso a la universidad o por usuarios indirectos que hacen uso de este servicio.

## Bibliografía

Araujo S. (2012). *Implementación de un sistema de control de estacionamientos para el parqueadero del supermercado Santa María de Tumabaco*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

AVelectronicsCorp. (2020). *AVelectronics*. Obtenido de AVelectronics:  
<https://avelectronics.cc/wp-content/uploads/2018/07/pcb-baquelita-perforada-5x7cm.jpg>

Bull A. (2003). *Congestión de Tránsito: El problema y como enfrentarlo*. Santiago de Chile: CEPAL.

Castaño. (2016). *Control Automático Educación*. Obtenido de Control Automático Educación: <https://controlautomaticoeducacion.com/arduino/comunicacion-serial-con-arduino/>

Cruz L. (2017). *Desarrollo de un sistema de asistencia para búsqueda de disponibilidad de estacionamientos en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil UCSG*. Guayas: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL.

Dr. Herrera M. (01 de Enero de 2009). *FORMULA PARA CÁLCULO DE LA MUESTRA POBLACIONES FINITAS*. Obtenido de Calculo del Tamaño de la Muestra para Estimación de Parámetros Categóricos en las Poblaciones:  
<https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-calculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>

Economipedia. (Febrero de 2012). *Economipedia*. Obtenido de Economipedia:  
<https://economipedia.com/quienes-somos>

ElectronicsMadeEasy. (s.f.). *fritzing*. Obtenido de fritzing: <https://fritzing.org/home/>

- Enríquez D. & Portocarrero A. (2017). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR CON UN SISTEMA DE ELEVACIÓN*. Guayas: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
- Escobar O. (2014). *LA ORDENANZA QUE ESTABLECE Y REGULA EL SISTEMA MUNICIPAL DE ESTACIONAMIENTO ROTATIVO EN LA VÍA PÚBLICA Y EL TRÁNSITO VEHICULAR EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO*. Tungurahua: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Hernández S., F. C. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: The McGraw-Hill Companies .
- Hillier S. & Lieberman G. (2010). *Teoría de colas. En Introducción a la Investigación de Operaciones. Conceptos de líneas de espera*. México: E-UAEM - Espacio de Formación Multimodal.
- M., Jiménez J. & Salas V. (01 de Julio de 2017). Aplicación de modelos econométricos para estimar la aceptabilidad de una tasa por congestión vehicular. *Repositorio Universidad de La Costa*, 13 - 16.
- Mendoza P. & Villacís C. (2014). *Análisis y solución de congestionamiento vehicular en horas pico utilizando una aplicación móvil de GPS*. Guayas: Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil.
- NaylampMechatronicsSAC. (s.f.). *Ficha Técnica Sensor de proximidad fotoeléctrico Infrarrojo E18-D80NK*. Perú: NaylampMechatronicsSAC.
- (2014). *Ordenanza Municipal N°170*. Pichincha: Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas.
- Pedraza L., Hernández C. & López D. (01 de Abril de 2012). *Scielo*. Obtenido de La biblioteca científica - Scielo Chile: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-33052012000100008&script=sci\\_arttext&tlng=e](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-33052012000100008&script=sci_arttext&tlng=e)

- PERUGACHI L. (2014). *ESTUDIO Y FUNCIONALIDAD DE LAS ZONAS DE PARQUEADERO TARIFADO LA MARISCAL SUCRE, DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA*. Pichincha: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- PFC . (01 de Enero de 2012). *Análisis del Planteamiento Sistemático de la Distribución en Planta (S.L.P.)*. Obtenido de Análisis del Planteamiento Sistemático de la Distribución en Planta (S.L.P.): <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/20078/fichero/Volumen+I%252FCap%C3%A1tulo+3.+An%C3%A1lisis+del+Planteamiento.pdf>
- Posada J., Farbiarz V. & González C. (2011). Análisis del "Pico y Placa" como restricción a la circulación vehicular en Medellín - basado en Volúmenes vehiculares. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 112 - 121.
- Rachel Weinberger, John Kaehny & Matthew Rufo. (2010). *Políticas Estadounidenses de Estacionamiento: una visión general de las estrategias de gestión*. New York: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo.
- Reyes F. & Cid J. (2018). *ARDUINO - Aplicaciones en Robótica, Mecatrónica e Ingenierías*. México: Alfaomega.
- Ríos R., Vicentini V. & Acevedo R. (2013). *GUÍA PRÁCTICA: ESTACIONAMIENTO Y POLÍTICAS DE REDUCCIÓN DE CONGESTIÓN EN AMÉRICA LATINA*. Washington D.C. & New York: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Rosales L. (2016). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PARQUEO INTELIGENTE UTILIZANDO ARDUINO Y UN BASADO EN INTERNET DE LAS COSAS*. Guayas: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.

SolucionesElectrónicas. (2012). *Bigtronica*. Obtenido de Bigtronica:

<https://www.bigtronica.com/centro/display-lcd-tft-diodos-led/led-s/matrices-led/2040-pantalla-en-matriz-led-8x8-5053212020408.html>

Tapia J. (2002). La reducción del tráfico de automóviles: una política urgente de promoción de la salud. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 85 - 94.

Thomson I. & Bull A. (2001). *La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales*. Santiago de Chile: Corporación de las Naciones Unidas.

UruguayUniversidadORT. (2015). NORMAS DE SEGURIDAD PARA TALLER DE MAQUETAS Y CONSTRUCCIÓN. En ORT, *NORMAS DE SEGURIDAD PARA TALLER DE MAQUETAS Y CONSTRUCCIÓN*. Uruguay: Universidad ORT Uruguay.

## ANEXOS

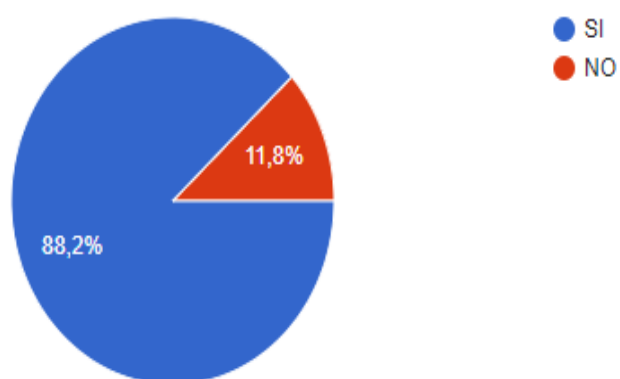
### Anexo 1. Registro de Observaciones de parqueaderos UTI-Quito

| REGISTRO DE OBSERVACIONES                                   |            |                                  |                           |                               |                                    |                  |
|-------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------|
| LUGAR: D.M.QUITO - EXTERIORES DE INGRESO A PARQUEADEROS UTI |            |                                  |                           |                               | ELABORADO POR:                     | CRISTIAN TERÁN   |
| N°                                                          | FECHA      | HORA DE FLUJO VEHICULAR (INICIO) | HORA CONGESTIÓN VEHICULAR | HORA DE FLUJO VEHICULAR (FIN) | OBSERVACIÓN                        | Tiempo 1 usuario |
| 1                                                           | 28/01/2019 | 6:35                             | 6:50                      | 7:04                          | Congestión Vehicular               | 1,02             |
| 2                                                           | 29/01/2019 | 6:30                             | 6:53                      | 7:11                          | Exceso Vehicular                   | 1,05             |
| 3                                                           | 30/01/2019 | 6:34                             | 6:47                      | 7:09                          | Falta disponibilidad de espacios   | 1,09             |
| 4                                                           | 31/01/2019 | 6:28                             | 6:45                      | 7:03                          | -                                  | 1,11             |
| 5                                                           | 01/02/2019 | 6:29                             | 6:45                      | 7:05                          | Retrazo Actividades                | 1,02             |
| 6                                                           | 02/02/2019 | 6:57                             | 7:18                      | 7:40                          | Exceso de tiempos de espera        | 2,06             |
| 7                                                           | 11/02/2019 | 6:39                             | 6:48                      | 7:19                          | Tiempos de espera y caos vehicular | 1,04             |
| 8                                                           | 12/02/2019 | 6:31                             | 6:49                      | 7:23                          | -                                  | 2,02             |
| 9                                                           | 14/02/2019 | 6:40                             | 6:50                      | 7:18                          | -                                  | 1,08             |
| 10                                                          | 16/02/2019 | 6:59                             | 7:16                      | 7:43                          | Retrazo Actividades                | 2                |
| 11                                                          | 18/02/2019 | 6:27                             | 6:48                      | 7:25                          | -                                  | 2,02             |
| 12                                                          | 19/02/2019 | 6:38                             | 6:53                      | 7:09                          | -                                  | 1,1              |
| 13                                                          | 20/02/2019 | 6:41                             | 6:49                      | 7:14                          | -                                  | 1,05             |
| 14                                                          | 22/02/2019 | 6:35                             | 6:55                      | 7:18                          | -                                  | 2,01             |
| 15                                                          | 23/02/2019 | 7:17                             | 7:20                      | 7:39                          | -                                  | 1,09             |
| 16                                                          | 04/03/2019 | 6:43                             | 6:50                      | 7:23                          | -                                  | 1,1              |
| 17                                                          | 05/03/2019 | 6:50                             | 6:51                      | 7:18                          | -                                  | 1,06             |
| 18                                                          | 09/03/2019 | 7:15                             | 7:18                      | 7:44                          | -                                  | 1,03             |
| 19                                                          | 12/03/2019 | 6:27                             | 6:55                      | 7:20                          | -                                  | 2,03             |
| 20                                                          | 14/03/2019 | 6:31                             | 6:48                      | 7:17                          | -                                  | 2,06             |
| 21                                                          | 18/03/2019 | 6:39                             | 6:51                      | 7:15                          | -                                  | 1,02             |
| 22                                                          | 21/03/2019 | 6:33                             | 6:44                      | 7:09                          | -                                  | 1,09             |
| 23                                                          | 23/03/2019 | 7:15                             | 7:18                      | 7:48                          | -                                  | 1,05             |
| 24                                                          | 27/03/2019 | 6:41                             | 6:45                      | 7:04                          | -                                  | 1,09             |
| 25                                                          | 28/03/2019 | 6:47                             | 6:48                      | 7:18                          | -                                  | 1,06             |
| 26                                                          | 29/03/2019 | 6:32                             | 6:43                      | 7:20                          | -                                  | 2,01             |
| 27                                                          | 30/03/2019 | 7:18                             | 7:19                      | 7:48                          | -                                  | 1,03             |
| 28                                                          |            |                                  |                           |                               | -                                  |                  |
| Tiempo Promedio=                                            |            |                                  |                           |                               |                                    | 1,35             |
| Tiempo Promedio #usuarios con mayor tiempo =                |            |                                  |                           |                               |                                    | 2,03             |

## Anexo 2. Resumen de Encuestas Parquaderos UTI Quito

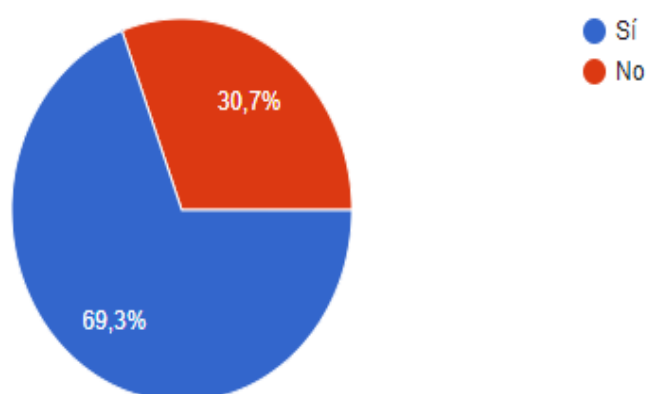
### 1. ¿UTILIZA UN MEDIO DE TRANSPORTE PROPIO PARA LLEGAR A CLASES A LA UNIVERSIDAD?

127 respuestas



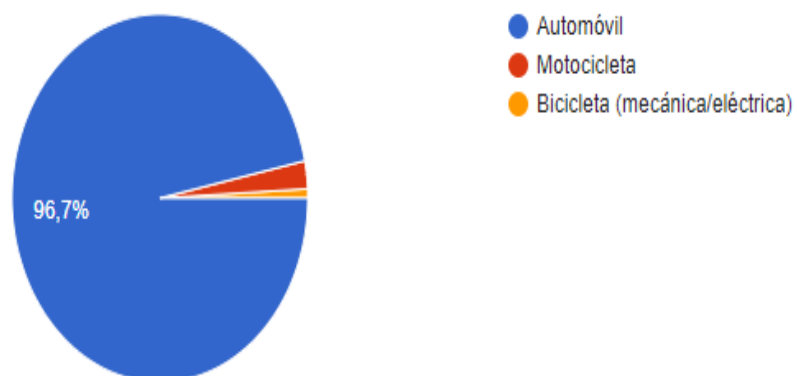
### 2. ¿ES USUARIO DE LOS PARQUEADEROS DE LA UTI QUITO?

127 respuestas



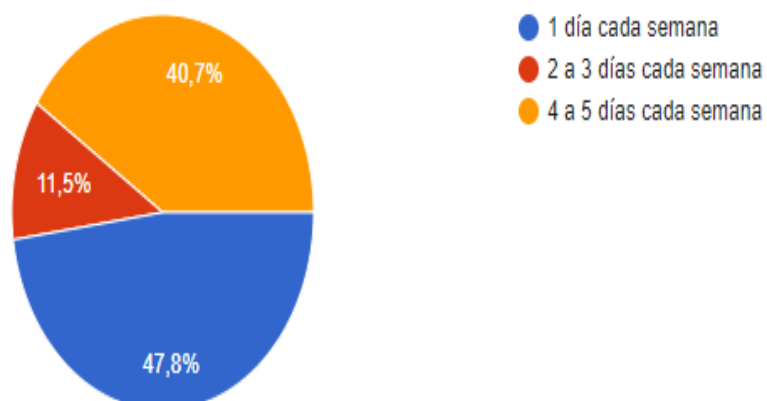
### 3. ¿CUÁL DE LOS SIGUIENTES MEDIOS DE TRANSPORTE UTILIZA PARA LLEGAR A LA UNIVERSIDAD?

123 respuestas



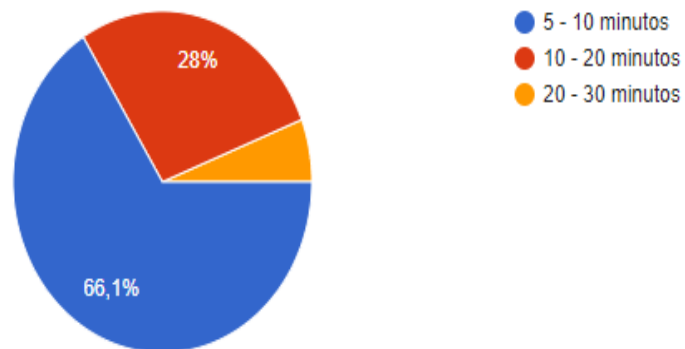
### 4. ¿CON QUÉ FRECUENCIA UTILIZA LOS PARQUEADEROS DE LA UTI QUITO?

113 respuestas



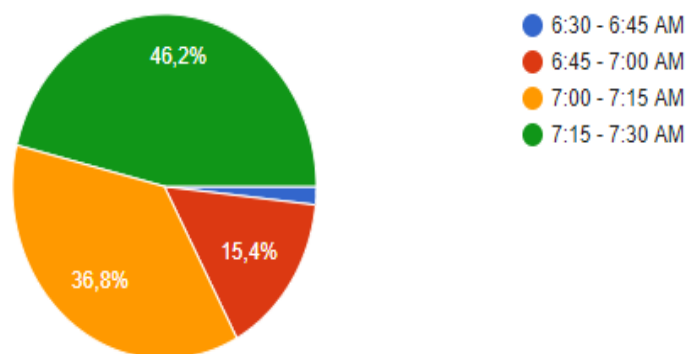
## 5. ¿CUÁNTO TIEMPO CONSIDERA QUE SE DEMORA EN PARQUEAR SU VEHÍCULO?

118 respuestas



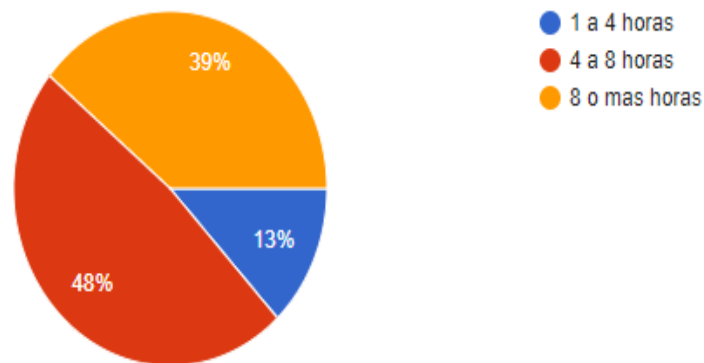
## 6. ¿QUE HORA CONSIDERA ES LA MAS CRÍTICA PARA PARQUEAR SU VEHÍCULO?

117 respuestas



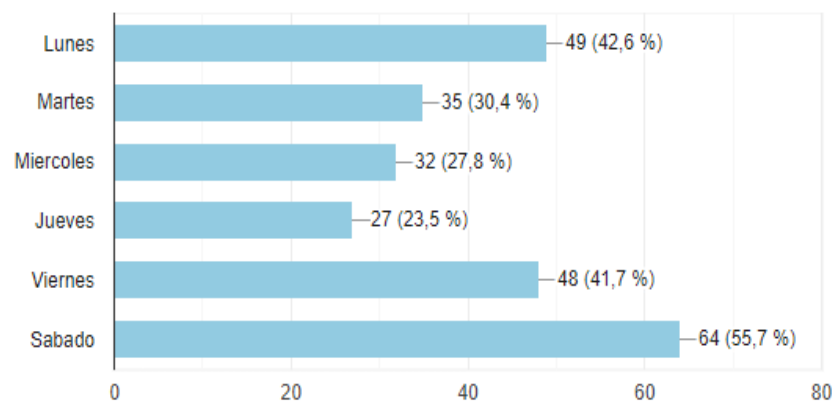
## 7. ¿CUÁNTO TIEMPO PERMANECE EN LA INSTITUCIÓN UN DÍA DE CLASES NORMAL?

123 respuestas



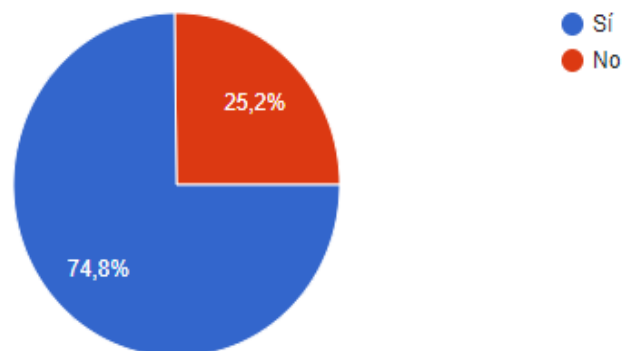
## 8. ¿QUE DÍA USA Y TIENE PROBLEMAS CON LOS ESTACIONAMIENTOS DE LA UTI? Puede seleccionar varias respuestas.

115 respuestas



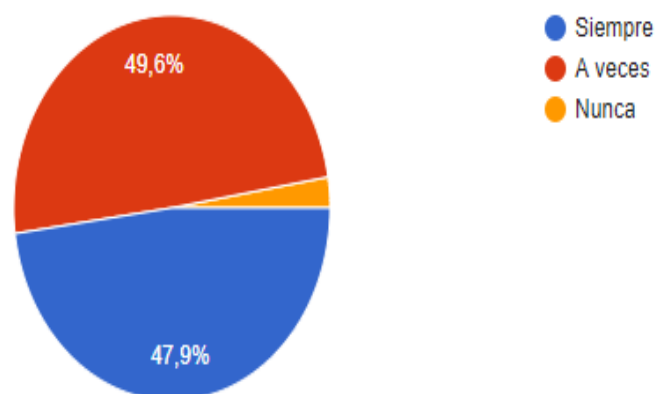
9. ¿CONSIDERA QUE SUS ACTIVIDADES SE RETRASAN POR EL CONGESTIONAMIENTO AL ESTACIONAR SU VEHÍCULO?

127 respuestas



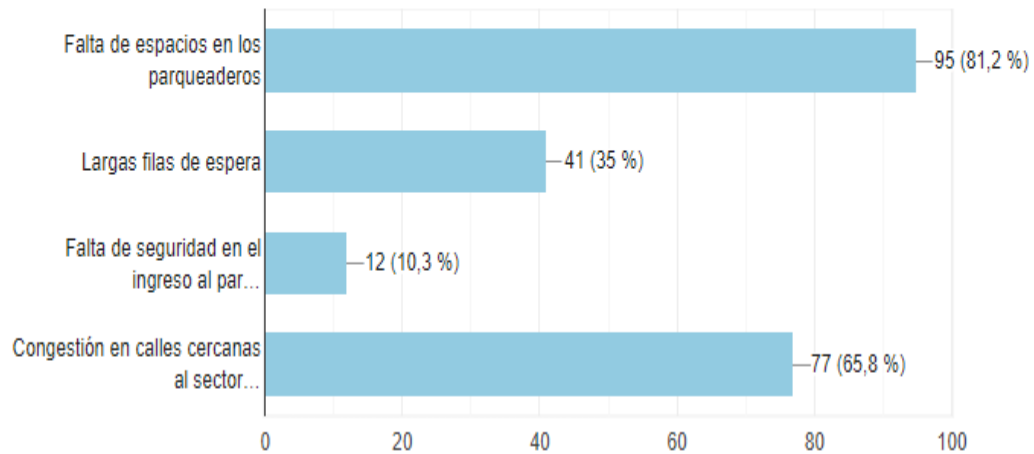
10. ¿CON QUÉ FRECUENCIA CONSIDERA QUE SE PRESENTAN LOS CONGESTIONAMIENTOS AL MOMENTO DE PARQUEAR?

117 respuestas



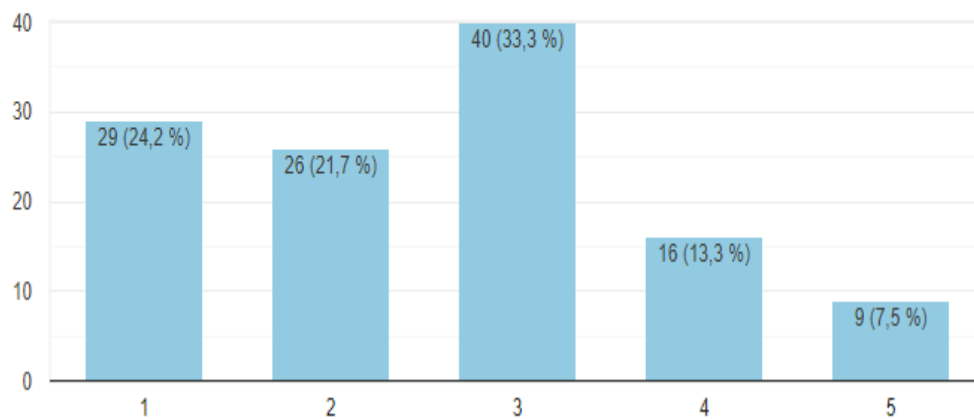
11. ¿ALGUNA VEZ SE HA VISTO AFECTADO POR ALGUNO DE LOS SIGUIENTES PROBLEMAS? Puede seleccionar varias respuestas.

117 respuestas



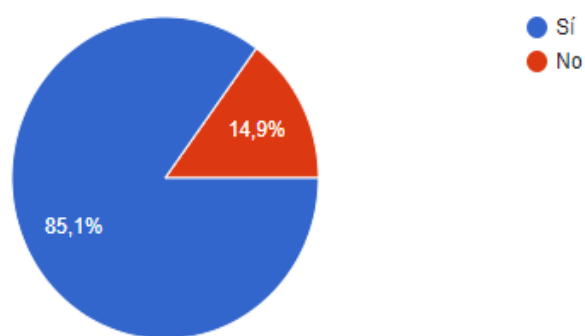
12. DE 1 A 5, SI 5 ES EXCELENTE, ¿CONSIDERA QUE EL SERVICIO DE PARQUEADERO ES EFICIENTE EN LA UNIVERSIDAD?

120 respuestas



13. LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PERMITE CONOCER LA DISPONIBILIDAD DE PARQUEADEROS Y LE INDICARA DONDE DEBE PARQUEAR. ¿LE INTERESARÍA INDICADORES DE PARQUEO EN LA UTI QUITO?

121 respuestas



### **Anexo 3.** Programación del prototipo

*Programación del prototipo Arduino cerebro.*

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
#include <Servo.h>
```

```
Servo myservo1;
```

```
Servo myservo2;
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and
```

2 line display

```
int p=0;
```

```
int s;
```

```
int A00=1;
```

```
int A11=1;
```

```
int A22=1;
```

```
int A33=1;
```

```
int trigPin1=2;
```

```
int echoPin1=3;
```

```
int trigPin2=4;
```

```
int echoPin2=5;
```

```
int disponible=8;
```

```
int entrada=0;
```

```
int salida=0;
```

```
int lugar1=0;
```

```
int lugar2=0;
```

```
int lugar3=0;
```

```
int lugar4=0;
```

```
int lugar5=0;
```

```
int lugar6=0;
```

```
int lugar7=0;
```

```
int lugar8=0;
```

```
int t=0;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  myservo1.attach(6);
```

```
  myservo2.attach(7);
```

```
  myservo1.write(0);
```

```
  myservo2.write(0);
```

```
  pinMode(13, OUTPUT);
```

```
  pinMode(trigPin1, OUTPUT);
```

```
  pinMode(echoPin1, INPUT);
```

```
  pinMode(trigPin2, OUTPUT);
```

```
  pinMode(echoPin2, INPUT);
```

```
pinMode(11,OUTPUT);

pinMode(10,OUTPUT);

pinMode(9,OUTPUT);

pinMode(8,OUTPUT);

digitalWrite(8,HIGH);

digitalWrite(9,HIGH);

digitalWrite(10,HIGH);

digitalWrite(11,HIGH);

digitalWrite(12,HIGH);


lcd.init();           // initialize the lcd

lcd.init();

lcd.backlight();

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("PARQUEADERO 2019");

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("disponible 8  ");

delay(2000);

disponible=8;

}
```

```
void loop()

{
```

```
if(digitalRead(12)==0)
{
    if(p==0)
    {
        p=1;

        myservo1.write(90);

        myservo2.write(90);

        delay(500);
    }
    else
    {
        p=0;

        myservo1.write(0);

        myservo2.write(0);

        delay(500);
    }
}
```

```
// t++;

// if(t==20)

// {

//   t=0;

//   Serial.print("dis ");

//   Serial.print(disponible);
```

```
// Serial.print(" lu1 ");  
  
// Serial.print(lugar1);  
  
// Serial.print(" lu2 ");  
  
// Serial.print(lugar2);  
  
// Serial.print(" lu3 ");  
  
// Serial.print(lugar3);  
  
// Serial.print(" lu4 ");  
  
// Serial.print(lugar4);  
  
// Serial.print(" lu5 ");  
  
// Serial.print(lugar5);  
  
// Serial.print(" lu6 ");  
  
// Serial.print(lugar6);  
  
// Serial.print(" lu7 ");  
  
// Serial.print(lugar7);  
  
// Serial.print(" lu8 ");  
  
// Serial.println(lugar8);  
  
//  
  
// Serial.print(" se1 ");  
  
// Serial.println(digitalRead(A0));  
  
// Serial.print(" se2 ");  
  
// Serial.println(digitalRead(A1));  
  
// Serial.print(" se3 ");  
  
// Serial.println(digitalRead(A2));  
  
// Serial.print(" se4 ");  
  
// Serial.println(digitalRead(A3));
```

```
// Serial.print(" se5 ");  
  
// Serial.println(A00);  
  
// Serial.print(" se6 ");  
  
// Serial.println(A11);  
  
// Serial.print(" se7 ");  
  
// Serial.println(A22);  
  
// Serial.print(" se8 ");  
  
// Serial.println(A33);  
  
// }  
  
if(t==0)  
{  
  
    t=1;  
  
    digitalWrite(13,HIGH);  
  
}  
  
else  
  
{  
  
    t=0;  
  
    digitalWrite(13,LOW);  
  
}  
  
  
if(disponible==0)  
{  
  
    lcd.setCursor(0,1);  
  
    lcd.print("no disponible ");  
  
}
```

else

{

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("disponible ");

lcd.print(disponible);

}

if(digitalRead(A0)==0 and lugar1==0 and entrada==1)

{

lugar1=1;

digitalWrite(11,LOW);

entrada=0;

disponible--;

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("disponible ");

lcd.print(disponible);

delay(2000);

}

if(digitalRead(A0)==1 and lugar1==1 and salida==1)

{

lugar1=0;

digitalWrite(11,HIGH);

```
salida=0;

disponible++;

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("disponible ");

lcd.print(disponible);

delay(2000);

}
```

```
if(digitalRead(A1)==0 and lugar2==0 and entrada==1)

{

    lugar2=1;

    digitalWrite(10,LOW);

    entrada=0;

    disponible--;

    lcd.setCursor(0,1);

    lcd.print("disponible ");

    lcd.print(disponible);

    delay(2000);

}
```

```
if(digitalRead(A1)==1 and lugar2==1 and salida==1)

{

    lugar2=0;

    digitalWrite(10,HIGH);

    salida=0;
```

```
    disponible++;  
  
    lcd.setCursor(0,1);  
  
    lcd.print("disponible ");  
  
    lcd.print(disponible);  
  
    delay(2000);  
  
}
```

```
if(digitalRead(A2)==0 and lugar3==0 and entrada==1)  
{  
  
    lugar3=1;  
  
    digitalWrite(9,LOW);  
  
    entrada=0;  
  
    disponible--;  
  
    lcd.setCursor(0,1);  
  
    lcd.print("disponible ");  
  
    lcd.print(disponible);  
  
    delay(2000);  
  
}
```

```
if(digitalRead(A2)==1 and lugar3==1 and salida==1)  
{  
  
    lugar3=0;  
  
    digitalWrite(9,HIGH);  
  
    salida=0;  
  
    disponible++;  
  
}
```

```
lcd.setCursor(0,1);  
  
lcd.print("disponible ");  
  
lcd.print(disponible);  
  
delay(2000);  
  
}
```

```
if(digitalRead(A3)==0 and lugar4==0 and entrada==1)  
{  
  
    lugar4=1;  
  
    digitalWrite(8,LOW);  
  
    entrada=0;  
  
    disponible--;  
  
    lcd.setCursor(0,1);  
  
    lcd.print("disponible ");  
  
    lcd.print(disponible);  
  
    delay(2000);  
  
}
```

```
if(digitalRead(A3)==1 and lugar4==1 and salida==1)  
{  
  
    lugar4=0;  
  
    digitalWrite(8,HIGH);  
  
    salida=0;  
  
    disponible++;  
  
    lcd.setCursor(0,1);
```

```
    lcd.print("disponible ");  
    lcd.print(disponible);  
    delay(2000);  
}
```

```
////////////////////////////////////
```

```
//comunicacion serial arduino 2
```

```
////////////////////////////////////
```

```
if (Serial.available() > 0)
```

```
{  
    s = Serial.read();  
    if(s=='a') A00=0;  
    if(s=='A') A00=1;  
    if(s=='b') A11=0;  
    if(s=='B') A11=1;  
    if(s=='c') A22=0;  
    if(s=='C') A22=1;  
    if(s=='d') A33=0;  
    if(s=='D') A33=1;  
}
```

```
if(A00==0 and lugar5==0 and entrada==1)
```

```
{  
  
    lugar5=1;  
  
    Serial.print("a");
```

```
    entrada=0;

    disponible--;

    lcd.setCursor(0,1);

    lcd.print("disponible ");

    lcd.print(disponible);


    delay(2000);

}


if(A00==1 and lugar5==1 and salida==1)
{
    lugar5=0;

    Serial.print("A");

    salida=0;

    disponible++;

    lcd.setCursor(0,1);

    lcd.print("disponible ");

    lcd.print(disponible);

    delay(2000);

}


if(A11==0 and lugar6==0 and entrada==1)
{
    lugar6=1;

    Serial.print("b");
```

```
    entrada=0;

    disponible--;

    lcd.setCursor(0,1);

    lcd.print("disponible ");

    lcd.print(disponible);

    delay(2000);

}
```

```
if(A11==1 and lugar6==1 and salida==1)

{

    lugar6=0;

    Serial.print("B");

    salida=0;

    disponible++;

    lcd.setCursor(0,1);

    lcd.print("disponible ");

    lcd.print(disponible);

    delay(2000);

}
```

```
if(A22==0 and lugar7==0 and entrada==1)

{

    lugar7=1;

    Serial.print("C");

    entrada=0;
```

```
disponible--;  
  
lcd.setCursor(0,1);  
  
lcd.print("disponible ");  
  
lcd.print(disponible);  
  
delay(2000);  
  
}
```

```
if(A22==1 and lugar7==1 and salida==1)  
{  
  
    lugar7=0;  
  
    Serial.print("C");  
  
    salida=0;  
  
    disponible++;  
  
    lcd.setCursor(0,1);  
  
    lcd.print("disponible ");  
  
    lcd.print(disponible);  
  
    delay(2000);  
  
}
```

```
if(A33==0 and lugar8==0 and entrada==1)  
{  
  
    lugar8=1;  
  
    Serial.print("d");  
  
    entrada=0;  
  
    disponible--;
```

```
lcd.setCursor(0,1);  
  
lcd.print("disponible ");  
  
lcd.print(disponible);  
  
delay(2000);  
  
}
```

```
if(A33==1 and lugar8==1 and salida==1)  
{  
  
    lugar8=0;  
  
    Serial.print("D");  
  
    salida=0;  
  
    disponible++;  
  
    lcd.setCursor(0,1);  
  
    lcd.print("disponible ");  
  
    lcd.print(disponible);  
  
    delay(2000);  
  
}
```

```
////////////////////////////////////
```

```
    long duration1, distance1;  
  
digitalWrite(trigPin1, LOW); // Added this line  
  
delayMicroseconds(2); // Added this line  
  
digitalWrite(trigPin1, HIGH);  
  
delayMicroseconds(10); // Added this line  
  
digitalWrite(trigPin1, LOW);  
  
duration1 = pulseIn(echoPin1, HIGH);
```

```

distance1 = (duration1/2) / 29.1;

if (disponible<0) disponible=0;

if (distance1>3 and distance1 <10 and disponible>0)
{
    //Serial.println("d1 ");
    //Serial.println(distance1);
    myservo1.write(90);
    delay(1500);
    myservo1.write(0);
    entrada=1;
}

delay(20);

long duration2, distance2;

digitalWrite(trigPin2, LOW); // Added this line
delayMicroseconds(2); // Added this line
digitalWrite(trigPin2, HIGH);
delayMicroseconds(10); // Added this line
digitalWrite(trigPin2, LOW);
duration2 = pulseIn(echoPin2, HIGH);
distance2= (duration2/2) / 29.1;

if (distance2>3 and distance2 < 10 and disponible<8)
{
    //Serial.println("d2 ");
    //Serial.println(distance2);

```

```
myservo2.write(90);  
  
delay(1500);  
  
myservo2.write(0);  
  
salida=1;  
  
}  
  
delay(20);  
  
}
```

*Programación del prototipo Arduino esclavo.*

```
int s=0;  
  
void setup()  
{  
  
  Serial.begin(9600);  
  
  pinMode(11,OUTPUT);  
  
  pinMode(10,OUTPUT);  
  
  pinMode(9,OUTPUT);  
  
  pinMode(8,OUTPUT);  
  
  digitalWrite(8,HIGH);  
  
  digitalWrite(9,HIGH);  
  
  digitalWrite(10,HIGH);  
  
  digitalWrite(11,HIGH);  
  
  delay(2000);  
  
}  
  
void loop()  
{
```

```

if(digitalRead(A0)==0) Serial.print('a');
if(digitalRead(A0)==1) Serial.print('A');
delay(250);

if(digitalRead(A1)==0) Serial.print('b');
if(digitalRead(A1)==1) Serial.print('B');
delay(250);

if(digitalRead(A2)==0) Serial.print('c');
if(digitalRead(A2)==1) Serial.print('C');
delay(250);

if(digitalRead(A3)==0) Serial.print('d');
if(digitalRead(A3)==1) Serial.print('D');
delay(250);

  if (Serial.available() > 0)
  {
    s = Serial.read();

    if(s=='a') digitalWrite(8,LOW);
    if(s=='A') digitalWrite(8,HIGH);
    if(s=='b') digitalWrite(9,LOW);
    if(s=='B') digitalWrite(9,HIGH);
    if(s=='c') digitalWrite(10,LOW);
    if(s=='C') digitalWrite(10,HIGH);
    if(s=='d') digitalWrite(11,LOW);
    if(s=='D') digitalWrite(11,HIGH);
  }
}

```

#### **Anexo 4.** Programación de la propuesta UTI-Quito.

##### *Programación Arduino Master.*

```
#include <Wire.h>
```

```
const int s1 = 14;const int s2 = 15;const int s3 = 16;const int s4 = 17;
```

```
const int s5 = 18;const int s6 = 19;const int s7 = 22;const int s8 = 23;
```

```
const int s9 = 25;const int s10 = 27;const int s11 = 29;const int s12 = 31;
```

```
const int s13 = 33;const int s14 = 35;const int s15 = 37;const int s16 = 39;
```

```
const int s17 = 41;const int s18 = 43;const int s19 = 45;
```

```
int es1 = 0;int es2 = 0;int es3 = 0;int es4 = 0;int es5 = 0;int es6 = 0;
```

```
int es7 = 0;int es8 = 0;int es9 = 0;int es10 = 0;int es11 = 0;int es12 = 0;
```

```
int es13 = 0;int es14 = 0;int es15 = 0;int es16 = 0;int es17 = 0;int es18 = 0;int es19 = 0;
```

```
int m_i = 0;
```

```
int m_c = 0;
```

```
int disponibles = 155;
```

```
int vacios = 0;
```

```
void setup() {
```

```
  Wire.begin();
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  pinMode(es1, OUTPUT);pinMode(es2, OUTPUT);pinMode(es3, OUTPUT);pinMode(es4,  
  OUTPUT);
```

```
pinMode(es5, OUTPUT);pinMode(es6, OUTPUT);pinMode(es7, OUTPUT);pinMode(es8,
OUTPUT);
```

```
pinMode(es9, OUTPUT);pinMode(es10, OUTPUT);pinMode(es11,
OUTPUT);pinMode(es12, OUTPUT);
```

```
pinMode(es13, OUTPUT);pinMode(es14, OUTPUT);pinMode(es15,
OUTPUT);pinMode(es16, OUTPUT);
```

```
pinMode(es17, OUTPUT);pinMode(es18, OUTPUT);pinMode(es19, OUTPUT);
```

```
pinMode(s1, INPUT);pinMode(s2, INPUT);pinMode(s3, INPUT);pinMode(s4, INPUT);
pinMode(s5, INPUT);pinMode(s6, INPUT);pinMode(s7, INPUT);pinMode(s8, INPUT);
pinMode(s9, INPUT);pinMode(s10, INPUT);pinMode(s11, INPUT);pinMode(s12, INPUT);
pinMode(s13, INPUT);pinMode(s14, INPUT);pinMode(s15, INPUT);pinMode(s16,
INPUT);
```

```
pinMode(s17, INPUT);pinMode(s18, INPUT);pinMode(s19, INPUT);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
es1 = digitalRead(s1);es2 = digitalRead(s2);es3 = digitalRead(s3);es4 = digitalRead(s4);
```

```
es5 = digitalRead(s5);es6 = digitalRead(s6);es7 = digitalRead(s7);es8 = digitalRead(s8);
```

```
es9 = digitalRead(s9);es10 = digitalRead(s10);es11 = digitalRead(s11);
```

```
es12 = digitalRead(s12);es13 = digitalRead(s13);es14 = digitalRead(s14);
```

```
es15 = digitalRead(s15);es16 = digitalRead(s16);es17 = digitalRead(s17);
```

```
es18 = digitalRead(s18);es19 = digitalRead(s19);
```

```
if(millis() >= 2000){
```

```

Wire.beginTransaction(1);Wire.write(m_c);Wire.endTransmission();

delay(100);

Wire.beginTransaction(2);Wire.write(m_c);Wire.endTransmission();

delay(100);

Wire.beginTransaction(3);Wire.write(m_c);Wire.endTransmission();

delay(100);

Wire.beginTransaction(4);Wire.write(m_c);Wire.endTransmission();

delay(100);

Wire.beginTransaction(5);Wire.write(m_c);Wire.endTransmission();

delay(100);

Wire.beginTransaction(6);Wire.write(m_c);Wire.endTransmission();

delay(100);

}

}

```

### *Programación Arduino Esclavo 1 a 6.*

La programación utilizada para la propuesta es la misma para todas las tarjetas.

```
#include <Wire.h>
```

```

const int s1 = 14;const int s2 = 15;const int s3 = 16;const int s4 = 17;

const int s5 = 18;const int s6 = 19;const int s7 = 22;const int s8 = 23;

const int s9 = 25;const int s10 = 27;const int s11 = 29;const int s12 = 31;

const int s13 = 33;const int s14 = 35;const int s15 = 37;const int s16 = 39;

const int s17 = 41;const int s18 = 43;const int s19 = 45;

```

```

int es1 = 0;int es2 = 0;int es3 = 0;int es4 = 0;int es5 = 0;int es6 = 0;

int es7 = 0;int es8 = 0;int es9 = 0;int es10 = 0;int es11 = 0;int es12 = 0;

int es13 = 0;int es14 = 0;int es15 = 0;int es16 = 0;int es17 = 0;int es18 = 0;int es19 =
0;

int disponibles = 24;

int vacios = 0;

void setup() {

  Wire.begin(4);

  Wire.onReceive(receiveEvent);

  Serial.begin(9600);

  pinMode(es1, OUTPUT);pinMode(es2, OUTPUT);pinMode(es3,
OUTPUT);pinMode(es4, OUTPUT);

  pinMode(es5, OUTPUT);pinMode(es6, OUTPUT);pinMode(es7,
OUTPUT);pinMode(es8, OUTPUT);

  pinMode(es9, OUTPUT);pinMode(es10, OUTPUT);pinMode(es11,
OUTPUT);pinMode(es12, OUTPUT);

  pinMode(es13, OUTPUT);pinMode(es14, OUTPUT);pinMode(es15,
OUTPUT);pinMode(es16, OUTPUT);

  pinMode(es17, OUTPUT);pinMode(es18, OUTPUT);pinMode(es19, OUTPUT);

  pinMode(s1, INPUT);pinMode(s2, INPUT);pinMode(s3, INPUT);pinMode(s4,
INPUT);

  pinMode(s5, INPUT);pinMode(s6, INPUT);pinMode(s7, INPUT);pinMode(s8,
INPUT);

```

```

    pinMode(s9, INPUT);pinMode(s10, INPUT);pinMode(s11, INPUT);pinMode(s12,
INPUT);

    pinMode(s13, INPUT);pinMode(s14, INPUT);pinMode(s15, INPUT);pinMode(s16,
INPUT);

    pinMode(s17, INPUT);pinMode(s18, INPUT);pinMode(s19, INPUT);
}

void loop() {

    es1 = digitalRead(s1);es2 = digitalRead(s2);es3 = digitalRead(s3);es4 =
digitalRead(s4);

    es5 = digitalRead(s5);es6 = digitalRead(s6);es7 = digitalRead(s7);es8 =
digitalRead(s8);

    es9 = digitalRead(s9);es10 = digitalRead(s10);es11 = digitalRead(s11);

    es12 = digitalRead(s12);es13 = digitalRead(s13);es14 = digitalRead(s14);

    es15 = digitalRead(s15);es16 = digitalRead(s16);es17 = digitalRead(s17);

    es18 = digitalRead(s18);es19 = digitalRead(s19);

}

void receiveEvent(int howMany){

    while(1 < Wire.available()){

        char c = Wire.read();

        Serial.print(c);

    }

    int dispoibles = Wire.read();

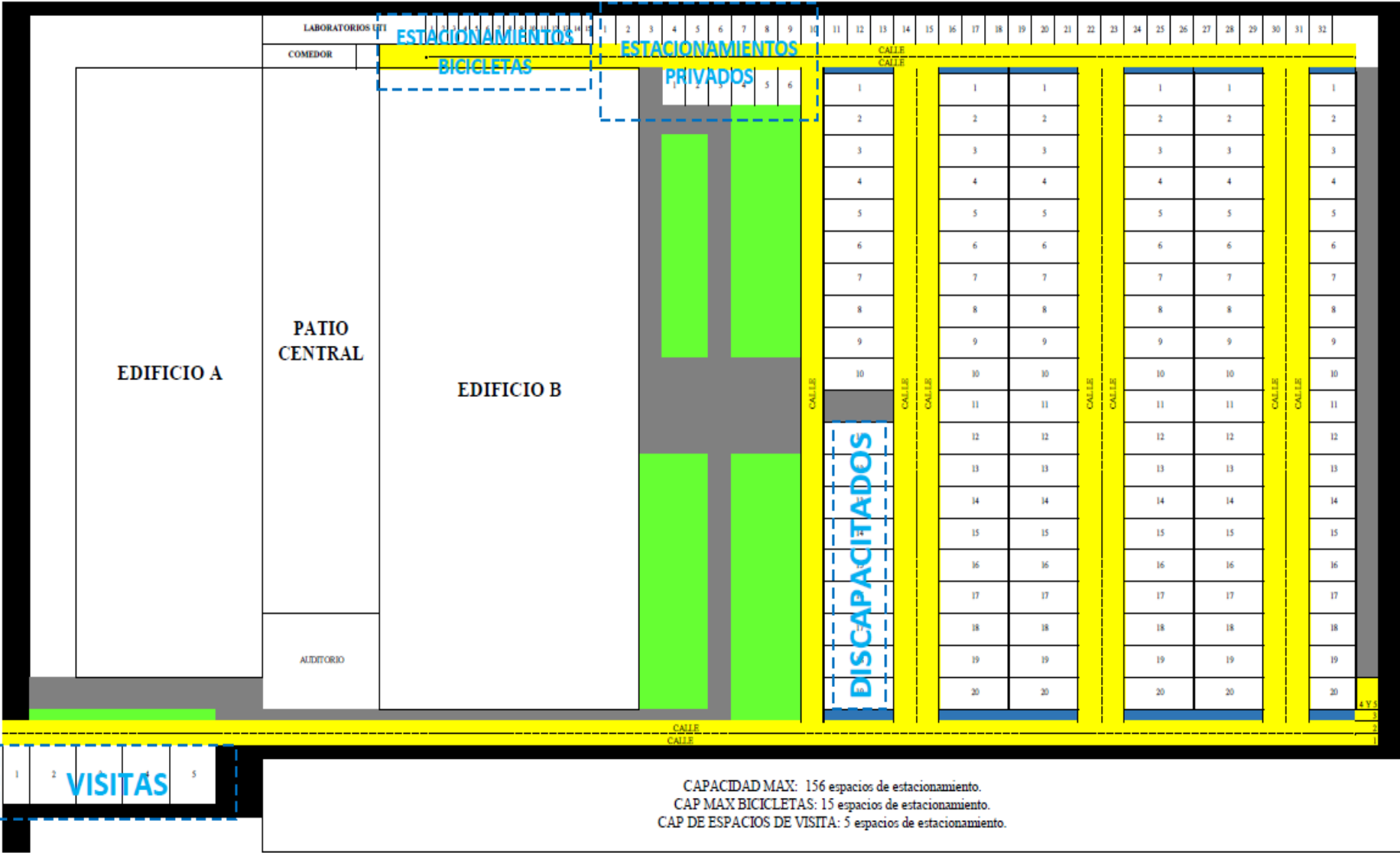
    Serial.println(dispoibles);

    Serial.println(vacios);

}

```

Anexo 5. Esquema del dimensionamiento de los parqueaderos UTI-Quito



## Anexo 6. Ficha Técnica de Sensor Infrarrojo E18

### Ficha Técnica Sensor de proximidad fotoeléctrico Infrarrojo E18-D80NK



#### Sensor de proximidad fotoeléctrico Infrarrojo E18-D80NK



#### Modelo SEN-PROX-IR-E18-D80NK

El sensor E18-D80NK permite detectar objetos dentro de su rango de detección. Utilizado en proyectos de robótica móvil y automatización industrial.



#### DESCRIPCIÓN

#### INFO

El sensor de proximidad fotoeléctrico E18-D80NK te permite detectar objetos sin necesidad de contacto en un rango de hasta 80cm. De fácil integración con sistemas digitales como Arduino, Pícs o PLCs. Solo es necesario conectar la salida del sensor a una entrada digital del microcontrolador. La salida de este sensor es de tipo NPN normalmente abierto, por lo que al detectar un objeto la salida será GND y en estado de reposo VCC. Puede ser alimentado con 5V y trabajar directamente con Arduino. La sensibilidad del sensor es regulable mediante un potenciómetro dentro del mismo sensor. Además posee un led que se activa cuando el sensor detecta un objeto, lo que nos permite calibrar y comprobar el buen funcionamiento del sensor.

Los sensores de proximidad fotoeléctricos utilizan como principio de detección el cambio de intensidad de luz. Este sensor fotoeléctrico es de tipo difuso, por lo que tanto el emisor como el receptor de luz están integrados dentro del sensor y no necesita de un espejo

fijo adicional (como los de tipo reflex). Su funcionamiento es el siguiente: el emisor emite un haz de luz infrarroja que al impactar sobre un objeto es reflejado, este reflejo es detectado por el receptor fotoeléctrico y se emite una señal de detección. El sensor no emite una señal con la distancia, únicamente muestra estados on/off. Por otra parte si el objetivo es medir la distancia entre el sensor y el objeto se recomienda utilizar los sensores SHARP [GP2Y0A21](#), [GP2Y0A02](#), [GP2Y0A710](#) o el sensor ultrasonido [HC-SR04](#).

El sensor es utilizado ampliamente en 2 campos: la robótica móvil y la automatización Industrial. En robótica móvil permite detectar obstáculos a distancia y así evitar choques o buscar una nueva ruta. En automatización se utiliza para el conteo de piezas en fajas transportadoras, puede detectar materiales como: cartón, vidrio, metal, madera. Se recomienda un espaciado de al menos 3 cm entre objeto y objeto para evitar perder cuentas.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Corriente de trabajo: 20mA máx.
- Corriente de salida (carga): 100mA máx.
- Rango de detección: 3cm a 80cm
- Ajuste de rango de detección mediante potenciómetro
- Emisor de luz: Led Infrarrojo
- Sensor fotoeléctrico Infrarrojo tipo difuso / opaco
- Salida: Tipo NPN normalmente abierto (NO) (ON:GND / OFF:VCC)
- Dimensiones: D18mm\*L50mm
- Cuerpo roscado de plástico
- Material carcasa: plástico
- Longitud del cable: 80cm
- Indicador de detección: LED rojo
- Temperatura de trabajo: -25 a 70°C
- Peso: 42 gr.

## CONEXIONES

- Cable Marrón: +5V DC (VCC)
- Cable Azul: 0V (GND)
- Cable Negro: Salida NPN NO (Detección: GND, Reposo: VCC)

### CONEXIONES

- Cable Marrón: +5V DC (VCC)
- Cable Azul: 0V (GND)
- Cable Negro: Salida NPN NO (Detección: GND, Reposo: VCC)

## LINKS

- [Datasheet](#)
- Concepto: [Sensor de proximidad](#)
- Concepto: [Sensor fotoeléctrico](#)
- Video: [Sensor F18-D80WK con Arduino \(Robojax\)](#)
- Video: [Tipos de sensores de proximidad](#)

### Información sobre la tienda



Naylamp Mechatronics SAC, Almacén: Mz. E Lote 31 Urb. Ingeniería, Trujillo - Perú /// Horario de atención:

Lun. a Vie: 10am-7pm, Sab: 10am-6pm



Lídemanos ahora: 997649858



Email: [naylampmechatronica@gmail.com](mailto:naylampmechatronica@gmail.com)

## Anexo 7. Ficha Técnica Cable Multifilar

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



#### DIXON 9020 CABLE UTP CAT6 4 Pares x 24 AWG 250 - 450 MHZ MULTIFILAR



##### Descripción

4 conductores calibre 24 AWG, separados por una cruzeta interior. Cable UTP (Unshielded Twisted Pair – Par trenzado no apantallado), conductores de cobre multifilar, con chaqueta de Polietileno (PE).

##### Aplicaciones

Los cables son empleados para aplicaciones Patch Cord, Ethernet, 100 Base TX, 100 Base VG, Video, Video digital, Categoría 6, RS-422.

##### Características Físicas del Conductor

Número de pares: 04  
Calibre: 24 AWG  
Conductor: Núcleo multifilar  
Material del conductor: cobre  
Diámetro de conductor: 0.50 mm.

##### Chaqueta exterior

Diámetro: 5.80 mm +/- 0.20 mm  
Espesor de pared: 0.72 mm  
Material: Polietileno (PE)  
Color: negro, azul, rojo, amarillo, etc.

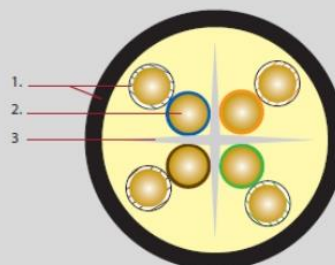
**Cumple con:**  
TIA/EIA 568C.2

##### Aislamiento de cada conductor

Material de Aislamiento: Polietileno (PE)  
Diámetro aislamiento: 0.90 mm

##### Color de cada par

Par 1: Azul & Azul/Blanco.  
Par 2: Anaranjado & Anaranjado/Blanco  
Par 3: Verde & Verde/ Blanco  
Par 4: Marrón & Marrón/Blanco



##### Características Mecánicas y Eléctricas

Temperatura de Operación: -40°C a 60°C  
Inductancia nominal: 24.5 µH/ft.  
Resistencia nominal en voltaje Continuo: 15.7 ohm x 305 mts. a 20°C  
Corriente recomendada Max: 2.2 Amp. por conductor a 25°C  
Tensión max Recomendada: 35 Lbs

**DIXON 9020  
4P x 24 AWG – UTP CAT6**

##### Empaque

Presentación: Caja con dispensador de 1000FT (305 metros).

1. Chaqueta de Polietileno (PE)
2. Conductor de Cobre Multifilar
3. Cruzeta

## **Anexo 8.** Norma ISO/IEC 11801 Normas de Cableado Estructurado

# **Sistema de cableado para todas las áreas**

## **Sistemas de cableado estructurado acordes a:**

### **ISO/IEC11801 (2000/2002) y EN 50173 (2000/2002)**

En infraestructuras de cableado estructurado, es posible usar cables de cobre balanceados y/o cables de fibra óptica y los componentes asociados en el Subsistema Horizontal y en el Backbone de Edificio:  
En el Back Bone de Campus (troncal), solo se deben emplear cables de fibra óptica y sus elementos asociados.

#### **Backbone (troncal) de Campus**

El Cableado troncal de campus, interconecta cada uno de los edificios del campus. El centro del sistema, es el distribuidor de campus. En el campus, las distancias son habitualmente altas, solo el cable de fibra óptica, puede cubrir estas necesidades. FutureLink es un sistema de cableado estructurado modular de alta calidad.

El troncal de campus, emplea principalmente cables de fibra monomodo debido a sus bajas pérdidas y a su ancho de banda.

Un argumento para la instalación de cables ópticos en este área son su inmunidad electromagnética.

#### **Backbone (troncal) de Edificio**

La conexión entre el distribuidor principal del edificio y los distribuidores repartidos por las plantas, forman el subsistema vertical o troncal del edificio. Este subsistema, puede realizarse con cables de pares trenzados y/o cables de fibra óptica.

Los cables FutureCom de pares trenzados de altas prestaciones para datos, (anchos de banda hasta 1200 MHz), pueden ser usados en el troncal de edificio en distancias máximas de 100m. Es recomendable la utilización en este área de cables ópticos, (multimodo normalmente), debido a su superior ancho de banda y a poder cubrir distancias superiores.

#### **Subsistema Horizontal**

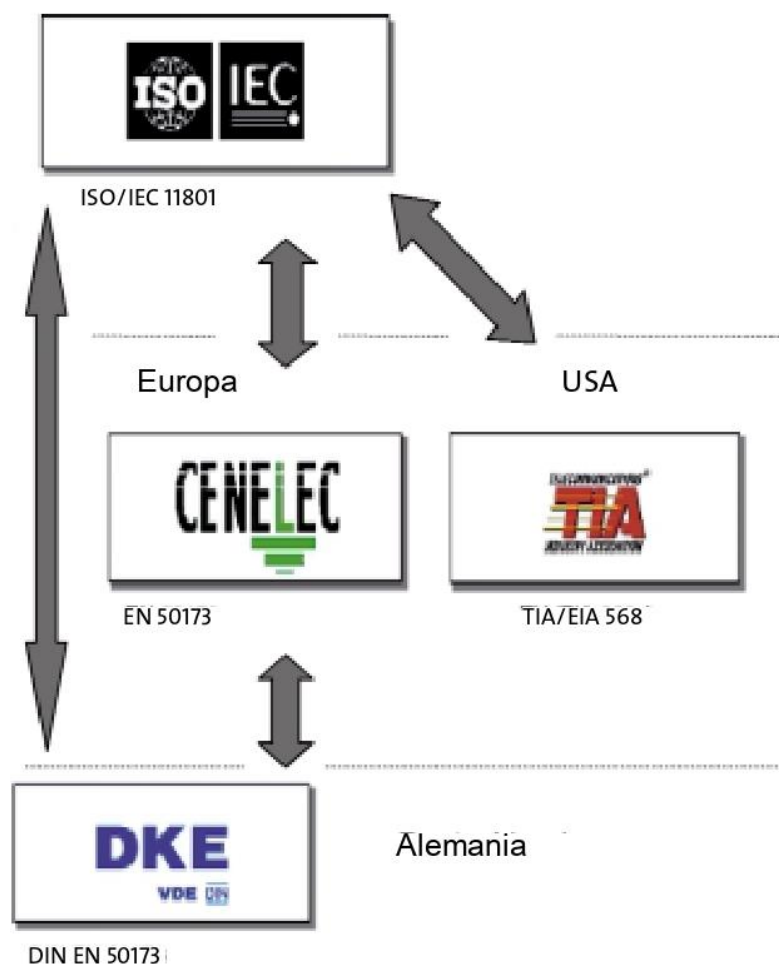
En el subsistema horizontal, se emplean principalmente cables de cobre de pares trenzados.

El sistema de cableado, se configura como una estrella que radia desde el distribuidor a las tomas. La distancia entre el distribuidor y las tomas, no debe sobrepasar los 90m de acuerdo con las normas.

Otra opción para el subsistema horizontal es la "fibra to the desk", fibra al puesto de trabajo. Esta opción es empleada cuando se precisan amplios anchos de banda y/o existen distancias superiores a los 90m. Las largas distancias son típicas cuando se centralizan los distribuidores del sistema de cableado. Una ventaja adicional de la utilización de cables ópticos, es la inmunidad a interferencias electromagnéticas (EMI).

## > Estándares para sistemas de cableado estructurado

Las primeras ediciones de estas normas se publicaron en 1995 y se extendieron en 2000. Las nuevas versiones EN 50173 (2002) y ISO/IEC 11801 (2002), contienen como antes requisitos detallados para los cables y componentes, así como especificaciones sobre la estructura del sistema de cableado. La estructura de la norma, también ha sido será revisada para una comprensión más fácil. Es más, se han realizado nuevas incorporaciones de acuerdo con el progreso de la industria. Ambas normas han sido objeto de discusiones para lograr la completa armonización. En este proceso, se han tenido en cuenta los requisitos formulados en la TIA/EIA. La interacción entre los diferentes grupos de estudio, se agrupa en varias normas y estándares de cableado indicados en los diagramas que se muestran a continuación.



## > Variaciones e incorporaciones introducidas en las normativas EN 50173 (2002) y ISO/IEC 11801 (2002)

La estructura actual, con la subdivisión: campus, edificio y horizontal, se ha mantenido, así como las distancias máximas admitidas. Hay algunas variaciones e incorporaciones que afectan al edificio y al área horizontal.

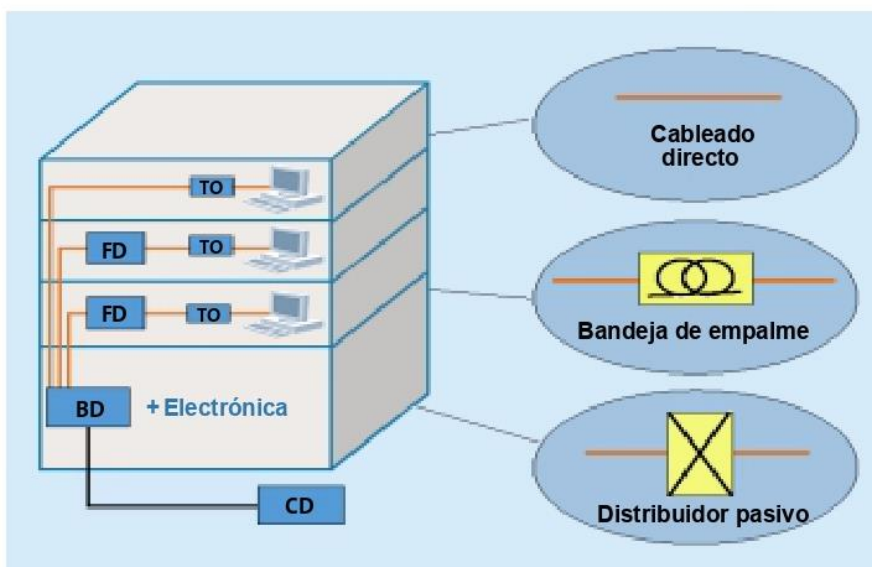
### MUTO (toma multiuso de telecomunicación de usuario)

En paralelo con el hasta aquí, opcional Punto de Consolidación (CP), se añade la toma de telecomunicaciones multi uso (MUTO), compuesta por un grupo de tomas de telecomunicaciones de usuario (TO), permitiendo el concepto de cableado abierto o genérico para oficinas.

### Cableado de fibra centralizado

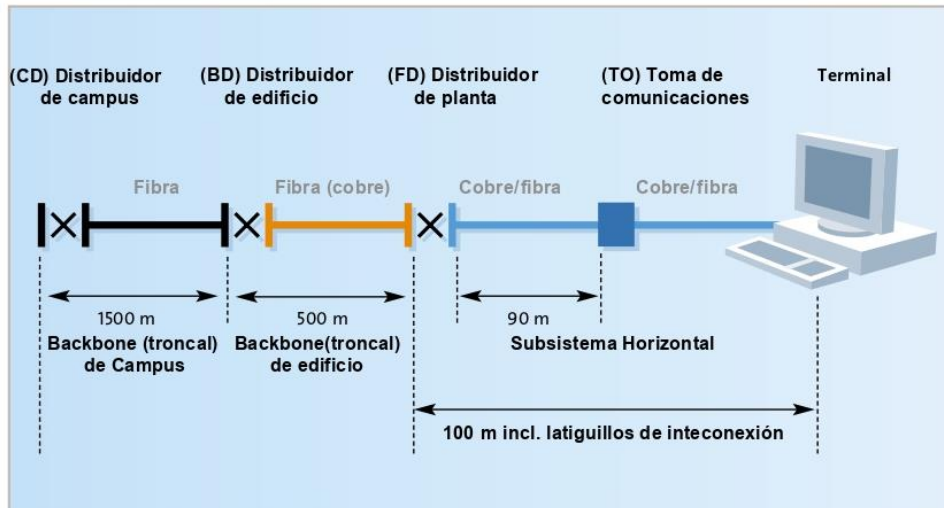
Se adoptan los sistema de cableado centralizados como un nuevo concepto para apoyar el cableado al área de trabajo, existiendo las opciones siguientes:

1. Cable instalado desde el distribuidor del edificio al Punto de Consolidación (CP), a la toma de telecomunicación de usuario (TO) o a la toma multiuso de telecomunicaciones (MUTO).
2. Empalme en el repartidor de planta (cambio de tipo de fibra).
3. Conexión y administración en el distribuidor de planta.

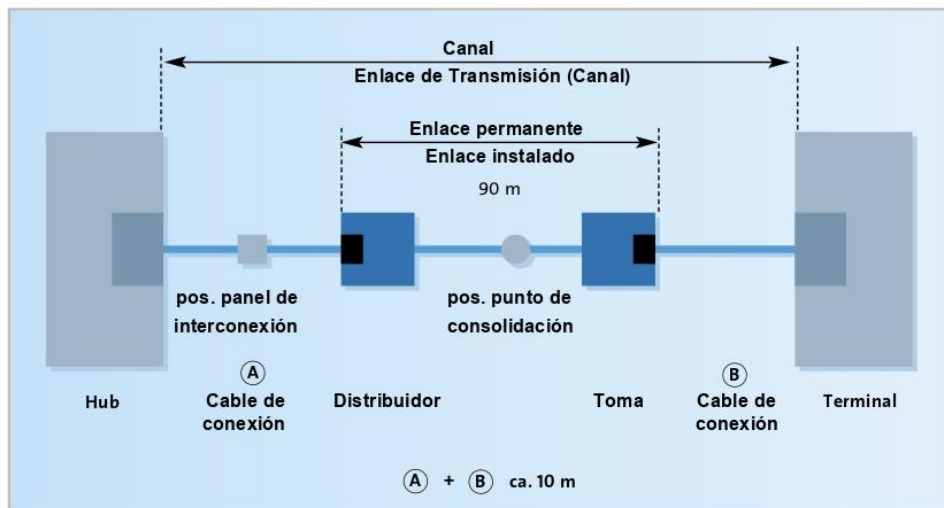


- > **Cableado estructurado genérico:**  
**Universal y para aplicaciones independientes,**  
**según ISO/IEC11801 (2000 y 2002) y EN50173**  
**(2000).**

**Las normas actualmente aplicables definen el enlace:**



**Estas normas definen el enlace permanente y el canal como sigue:**



El sistema de cableado FutureCom usa generalmente el termino enlace para referirse al enlace de transmisión (canal).

## > Cableado estructurado de pares: 2 edición 2002 ISO/IEC 11801 y EN 50173

La 2ª edición de las normativas ISO/IEC 11801 (2002) y EN 50173 (2002), no sólo ha redefinido de nuevo la clase D y sus componentes asociados de categoría 5, estas nuevas revisiones incluyen nuevas clases componentes pero también introduce cabling nuevos tipos de enlaces o clases:

- Clase E, ancho de banda de 250 MHz (comunicación de datos)
- Clase F, ancho de banda de 600 MHz (alta velocidad y aplicaciones multimedia).

Estas nuevas clases, son el resultado de la necesidad de aumentar el ancho de banda para el desarrollo de nuevos estándares de transmisión como Gigabit Ethernet (ANSI/TIA/EIA 1000Base-TX).

## > Cableado de pares para el futuro

Es recomendable que un sistema de cableado estructurado que se instale en la actualidad, cumpla al menos la clase E:

- Esto permite una reserva adicional para aplicaciones como Gigabit Ethernet.
- Los cables de altas prestaciones son significativamente más estables y se ven afectados en menor medida por el radio de curvatura y por la tensión a que está sometido el cable.
- Reúne todos los requisitos de ancho de banda y seguridad de la inversión.
- La Compatibilidad Electromagnética (EMC) clase B para el ambiente de la oficina es cumplida por el sistema de cableado FutureCom.
- El cumplimiento de las normativas sobre inmunidad EN61000-4-2 y EN61000-4-6 es obligatorio, la conclusión es que los sistemas apantallados, son mejor solución para conseguir el cumplimiento de estas normativas.