

Universidad de Sevilla
Escuela Politécnica Superior de Sevilla



Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial

**Aforador de vehículos en carretera mediante *OpenCV*
sobre plataforma local.**

Autor: Javier Sánchez-Barbudo Martín

Tutor: Antonio García Delgado

Junio de 2022

Aforador de vehículos en carretera mediante *OpenCV* sobre plataforma local.

ANEXO I: PLIEGO DE CONDICIONES

Departamento de Tecnología Electrónica

Escuela Politécnica Superior de Sevilla

Universidad de Sevilla

Junio de 2022

Tabla de contenido

Contenido

1.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	4
1.1	ALCANCE Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	4
1.2	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL.....	4
2.	PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	6
2.1	CONDICIONES GENERALES FACULTATIVAS.....	6
2.1.1	AGENTES INTERVINIENTES.....	6
2.1.2	CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS.....	7
2.1.3	COMIENZO, RITMO Y ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	7
2.1.4	PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.....	7
2.1.5	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	7
2.1.6	TRABAJOS Y MATERIALES DEFECTUOSOS.....	8
2.1.7	PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES Y APARATOS.....	8
2.1.8	RECEPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
2.2	CONDICIONES GENERALES ECONÓMICAS.....	9
2.2.1	PRINCIPIO GENERAL.....	9
2.2.2	COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.....	9
2.2.3	MEJORAS DE LOS TRABAJOS LIBREMENTE EJECUTADOS.....	10
2.2.4	PENALIZACIONES.....	10
2.2.5	CONSERVACIÓN DE LOS MATERIALES.....	10
2.3	CONDICIONES GENERALES LEGALES.....	10
2.3.1	DOCUMENTOS.....	10
2.3.2	EL INGENIERO: PROYECTISTA Y CONTRATISTA.....	11
2.3.3	ADJUDICACIÓN.....	11
2.3.4	RESPONSABILIDADES DEL INGENIERO.....	11
3	PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.....	12
3.1	HERRAMIENTAS <i>HARDWARE</i>	12
3.1.1	LISTADO DE COMPONENTES.....	12
3.1.2	CONDICIONES PREVIAS.....	12
3.2	HERRAMIENTAS <i>SOFTWARE</i>	12
3.2.1	LISTADO DE HERRAMIENTAS.....	12

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 ALCANCE Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

Se refiere el presente Pliego de Condiciones a las condiciones que rigen el presente proyecto de aforamiento de vehículos en carretera mediante *OpenCV* sobre plataforma local. Las condiciones referentes tanto a las relaciones entre las distintas partes intervinientes, como a las condiciones que deben cumplir la realización de los elementos del mismo.

Este documento establece las condiciones técnicas, facultativas, económicas y legales en las que han de basarse los trabajos a realizar. Por tanto, este Pliego de Condiciones afectará a todos los trabajos que comprende el proyecto y que se especifican en los documentos adjuntos.

El siguiente documento expresa el acuerdo entre las partes contratantes de este proyecto, expuestos en una serie de capítulos, que la parte contratante del Proyecto deberá hacer constar mediante las acciones pertinentes.

Con este documento se intentan evitar posibles conflictos o desacuerdos entre las partes. Por lo tanto, este documento habrá de ser leído y notificado a todas aquellas partes que tomaran parte en el desarrollo del proyecto, siempre en la medida que se considere oportuno y en el aspecto que a cada uno de ellos concierna.

Se deduce que los dos máximos interesados y por tanto, imposibles de excluirse de la lectura de este documento, son la parte contratante y el Ingeniero Proyectista, por lo que ambos deberán estar en posesión de una copia íntegra del presente pliego.

En este documento, junto con los demás que forman parte del presente proyecto, se contempla la localización y la descripción general de los elementos que lo constituyen, condiciones que han de cumplir los mismos y las horas de mano de obra necesarias para la realización de este, además de las instrucciones para su ejecución, medición y abono del presente proyecto.

1.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

El objetivo de este proyecto es la creación de un aforador de vehículos en su primera fase de desarrollo (prototipo básico de laboratorio). Para la consecución de tal objetivo, se hace uso del lenguaje de programación *Python*, librerías asociadas al mismo y *OpenCV*, una librería con integración en *Python* y C++ y empleada en multitud de aplicaciones que trabajan con información visual.

El sistema está compuesto por una plataforma de desarrollo local y un algoritmo desarrollado por el Ingeniero Proyectista. La configuración de la plataforma local también forma parte del presente proyecto.

Sobre el sistema descrito se ejecutan los trabajos objeto del contrato, los cuales quedan especificados en los restantes documentos del proyecto: memoria, presupuestos y anexos, y que en resumen consisten en:

- Desarrollar un algoritmo para el aforamiento de vehículos en una misma vía, con distintas condiciones de luminosidad y diversidad de vehículos.
- Generar reportes temporales con información variada del proceso de aforamiento.
- Comprobar y comparar el rendimiento del algoritmo en diversas plataformas.
- Configurar una plataforma local y realizar el estudio correspondiente de la misma. De tal estudio, aplicar optimizaciones al software desarrollado.

2. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

2.1 CONDICIONES GENERALES FACULTATIVAS

2.1.1 AGENTES INTERVINIENTES

Los agentes intervinientes en el proyecto y los requisitos que deben cumplir se exponen a continuación:

1. EL PROMOTOR Y DIRECTOR DEL PROYECTO.

Será considerado Promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, la fabricación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título. En el presente proyecto el promotor cumple con la función de Director de Proyecto, de tal manera que este debe disponer de la formación y conocimientos adecuados para centrarse en los papeles de gestión y control del desarrollo del mismo.

- Son sus obligaciones:
 - a) Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de trabajo las posteriores modificaciones del mismo.
 - b) Gestionar y controlar el desarrollo del proyecto.
 - c) Entregar la documentación de ejecución del proyecto, o cualquier otro documento exigible para su realización.

2. EL PROYECTISTA Y CONSTRUCTOR.

El proyectista es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica correspondiente, redacta el proyecto. En el desarrollo del proyecto, el proyectista cumple conjuntamente con la misión programador, de forma que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar los trabajos con medios humanos y materiales, propios o ajenos.

- Son sus obligaciones:
 - a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional de Ingeniero Técnico.
 - b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato.
 - c) Tener conocimientos en el lenguaje de programación Python y aplicaciones de ofimática necesarias para el desarrollo de la documentación adjunta.

3. REFERENCIAS A LOS AGENTES INTERVINIENTES EN EL PROYECTO.

Se refiere a la forma en la que se referirá a los agentes intervinientes en el presente proyecto, para con ello determinar de forma simple las especificaciones que cumple cada uno:

- Ingeniero: Se trata del Ingeniero Proyectista y desarrollador del software objeto del proyecto.
- Director de Proyecto: Se trata del promotor.

2.1.2 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS

Se deberán realizar pruebas intermedias a lo largo del proceso de desarrollo del proyecto. Durante la programación se probarán cada una de las funciones para depurar errores de codificación. Se realizarán pruebas con cada uno de los dispositivos por separado para comprobar sus funcionamientos. Finalmente, se realizarán pruebas con el sistema completamente integrado.

De igual forma, a la recepción de todos los materiales implicados en la realización del proyecto, el Ingeniero comprobará si cumplen las especificaciones técnicas y normativas descritas para cada uno de ellos.

2.1.3 COMIENZO, RITMO Y ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Ingeniero dará comienzo a los trabajos en el plazo previamente estipulado mediante reunión con el Director del Proyecto, desarrollándolos en la forma necesaria para que dentro de los periodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro de los plazos previstos.

2.1.4 PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Ingeniero, éste no pudiese comenzar los trabajos, o tuviese que suspenderlos, o no le fuera posible terminarlos en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de los mismos. Para ello, el programador expondrá al promotor la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los trabajos acordados, razonando con su debida causa la prórroga que éste solicita.

2.1.5 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y las órdenes e instrucciones que bajo responsabilidad del proyectista se ejecuten dentro de las limitaciones presupuestarias.

2.1.6 TRABAJOS Y MATERIALES DEFECTUOSOS

El Ingeniero debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica” del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Para ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del sistema, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o los aparatos colocados, sin que exima de la responsabilidad el control que compete al promotor.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos, y para verificarse la recepción definitiva del sistema, podrá disponer que las partes defectuosas sean rehechas de acuerdo con lo contratado.

2.1.7 PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES Y APARATOS

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezcan conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Ingeniero deberá realizar una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indique todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.1.8 RECEPCIÓN DEL PROYECTO

Como mínimo cinco días antes de dar fin a los trabajos, el Ingeniero comunicará al Director del Proyecto la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para su recepción provisional. Esta se realizará con la intervención de ambas partes contratantes, en la cual se practicará un detenido reconocimiento de los trabajos, comprobándose en profundidad la garantía del correcto funcionamiento del mismo mediante ensayos pertinentes y la correcta ejecución de los documentos que lo componen.

Una vez comprobada la correcta adecuación a los objetivos proyectados, el Director del Proyecto dará el visto bueno mediante firma de los documentos para su posterior recepción definitiva.

2.2 CONDICIONES GENERALES ECONÓMICAS

2.2.1 PRINCIPIO GENERAL

Todos los que intervienen en el proceso de desarrollo tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigir las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

2.2.2 COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial. En el presente proyecto se presentan:

1. Costes directos:
 - I. La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
 - II. Los materiales, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
 - III. Los gastos de personal y energía que tengan lugar por accionamiento o funcionamiento de los equipos e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
2. Costes indirectos: Gastos del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.
3. Gastos Generales: Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un 13% de la suma de los costes directos e indirectos.
4. Beneficio Industrial: El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6% sobre la suma de las partidas anteriores.
5. Precio ejecución material: Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.
6. Precio de Contrata: El Precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA repercute sobre esta suma pero no integra el precio

2.2.3 MEJORAS DE LOS TRABAJOS LIBREMENTE EJECUTADOS

Cuando el Ingeniero introdujese en la instalación y sin pedírsela, cualquier modificación que considere beneficiosa a su juicio, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de los que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

2.2.4 PENALIZACIONES

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un 3 por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra, siendo la suma resultante descontada y retenida.

2.2.5 CONSERVACIÓN DE LOS MATERIALES

El Ingeniero estará obligado a mantener en perfecto estado los materiales y equipos cedidos o adquiridos por el promotor para la realización del proyecto durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva. Todo daño en dichos equipos deberá correr a su cuenta y gasto. De igual forma, si alguno de ellos resultará siniestro, este deberá reponerlo por otro igual o de superior características antes de la recepción y abono de los trabajos.

Condiciones, todas ellas, que serán estipuladas en el momento de la entrega de los materiales mediante acuerdo entre las partes.

2.3 CONDICIONES GENERALES LEGALES

2.3.1 DOCUMENTOS

En este apartado se realiza una descripción de los documentos que conforman el presente proyecto, así como las características intrínsecas al desarrollo documental.

- Documento 1: Memoria Descriptiva. La memoria del proyecto recoge todos los pasos realizados en el proyecto.
- Documento 2: Presupuestos y mediciones. Recoge la cantidad económica a la que asciende la realización del proyecto.

- Documento 3: Pliego de Condiciones. Se trata del presente documento que describe las condiciones económicas, facultativas, legales y técnicas a satisfacer para la correcta realización del proyecto.
- Documento 4: Cuerpo de las funciones empleadas en el algoritmo. Recoge las funciones empleadas y su funcionalidad en el algoritmo desarrollado.
- Documento 5: Algoritmo comentado. Recoge el algoritmo desarrollado y comentarios asociados.

Los Planos, Presupuestos y Pliego de Condiciones, que se incluyen en el presente proyecto, se consideran con carácter contractual. Los datos incluidos en la Memoria y los diversos anexos tienen carácter informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento del proyecto que implique un cambio sustancial respecto a lo descrito inicialmente debe tener constancia por el proyectista para la redacción del oportuno reformado del proyecto. En caso de contradicción entre la Memoria y el Pliego de Condiciones, tiene prioridad lo mencionado en el Pliego de Condiciones.

2.3.2 EL INGENIERO: PROYECTISTA Y CONTRATISTA

El Contratista o Fabricante debe estar legalmente autorizado para la fabricación y/o programación de dispositivos electrónicos, así como de disponer de instalaciones y equipamiento necesario para el correcto desarrollo del presente Proyecto. De igual forma, el Proyectista también debe disponer de los conocimientos y requisitos para la redacción y diseño de proyectos basados en el diseño de prototipos software y hardware.

En la realización del presente proyecto, las facultades de Proyectista y Contratista recaen sobre la misma persona, el Ingeniero, el cual satisface con solvencia los requisitos para la redacción y fabricación del proyecto.

2.3.3 ADJUDICACIÓN

El sistema de adjudicación del Proyecto será el de Adjudicación Directa por parte del Director del Proyecto, el cual cumplirá las funciones de gestión y control de la realización del mismo.

2.3.4 RESPONSABILIDADES DEL INGENIERO

Durante la ejecución del Proyecto, el Ingeniero se verá obligado a hacer frente al gasto de los materiales y restantes gastos necesarios para la realización de los trabajos, salvo en aquellos casos en los que alguno de ellos fuera cedido o prestado por el Director del Proyecto.

3 PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

3.1 HERRAMIENTAS *HARDWARE*

3.1.1 LISTADO DE COMPONENTES

Los recursos hardware necesarios para el desarrollo del presente proyecto son los siguientes:

- Un ordenador personal, usado para el desarrollo del software y pruebas de éste, además de usarse para la configuración para la plataforma seleccionada.
- Una *BeagleBone AI*, empleada como plataforma seleccionada para la ejecución del algoritmo.
- Un ventilador de pequeñas dimensiones y potencia para refrigeración activa de la plataforma local.
- Componentes ofimáticos tales como: HUB para conectar ratón y teclado a la plataforma local, cable HDMI y tarjeta de memoria SD extraíble.

3.1.2 CONDICIONES PREVIAS

El Director del Proyecto, en la adjudicación del proyecto y entrega de materiales, facilitará al Ingeniero la mayor parte de la documentación de la técnica empleada para comenzar con la ejecución del proyecto. El proyectista será el encargado de buscar el resto de documentación que considere oportuna para la ejecución completa del sistema.

3.2 HERRAMIENTAS *SOFTWARE*

3.2.1 LISTADO DE HERRAMIENTAS

Los recursos software para el desarrollo del presente proyecto son los siguientes:

- *Visual Studio Code*, como IDE para el algoritmo desarrollado desarrollado.
- *Python*, como intérprete del código desarrollado.
- *Ubuntu*, para flashear la imagen del sistema operativo necesario para la plataforma local en una tarjeta de memoria extraíble.
- *Office 2019*, usado para la redacción de la documentación.

