

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS

SUPERIORES DE COACALCO

Módulo de detección de Materiales del Sistema Integral
de Dispositivos de Reciclaje
con IA para el Tecnológico de Querétaro en la empresa
INTGEN TECHNOLOGIES
S.A. DE C.V.

Reporte Final de Residencias Profesionales

INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Especialidad

Ingeniería de Software

Presenta(n):

- Carbajal Colin Ana Edith
- Reyes Chamorro Jesús Edgardo

Calificación: _____

Coacalco de Berriozábal, Enero/ 2023

AGRADECIMIENTOS

De parte de los autores agradecemos a nuestros familiares y amigos por su apoyo a lo largo de la carrera, ya que sin su apoyo no se vería logrado como hasta ahora.

Por otra parte, agradecerles a nuestros profesores, mentores en este gran camino que apenas empieza, haciéndonos crecer no solo profesionalmente, si no que personal también.

RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA) es la combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear máquinas que presenten las mismas capacidades que el ser humano. Una tecnología que todavía resulta lejana y misteriosa, pero que desde hace unos años está presente en el día a día a todas horas.

También una subrama de la IA es el procesamiento de imágenes, o también llamado Visión Artificial es la capacidad de analizar imágenes del mundo real adquiriendo información relevante de estas, para poder resolver tareas en algún problema específico del escenario de donde se están obteniendo.

El siguiente reporte dará a conocer como de por medio de una tecnología de innovación se puede resolver problemas del mundo real, en específico como la Inteligencia artificial y su subrama el procesamiento de imágenes puede generar un módulo para la identificación de materiales en patrones de imágenes para una maquina recicladora.

Así que en la presentación de cada una de sus partes se puede ver la importancia de la inteligencia artificial en un proyecto como este. Desde los conceptos más básicos hasta el paso a paso del proyecto.

CONTENIDO

ÍNDICE	¡Error! Marcador no definido.
GENERALIDADES DEL PROYECTO	7
1.1 INTRODUCCIÓN	8
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	9
1.2.1. Nombre, razón social, ubicación y organigrama.....	9
1.2.2 Sector productivo de la empresa	10
1.2.3 Misión	11
1.2.4 Visión	11
1.2.5 Filosofía	11
1.2.6 Valores	11
1.2.7. Breve historia de la empresa	13
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO O ÁREA DE TRABAJO	14
1.4 PROBLEMA A RESOLVER	15
1.5 OBJETIVOS	16
1.5.1 Objetivo general	16
1.5.2 Objetivos específicos	16
1.6 JUSTIFICACIÓN	18
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Inteligencia Artificial.....	20
2.2. Técnicas de inteligencia artificial en el procesamiento digital de imágenes	23
2.2.1 Sistemas Difusos	24
2.2.2. Redes Neuronales Artificiales.....	25
2.2.2.1. Red neuronal multicapa	25
2.2.2.2. Red neuronal convolucional.....	26
2.3. Inteligencia de enjambre.....	26
2.4 Aplicaciones IA en procesamiento digital de imágenes en Dispositivos de Reciclaje	27

2.4.1. Tensorflow	27
DESARROLLO	31
3.1 Elementos utilizados para el desarrollo	32
3.2 Investigacion sobre Machine Learning y Deep Learning	33
3.3 Desarrollo de Archivos para la Inteligencia Artificial.....	35
3.4 Desarrollo de pruebas	36
RESULTADOS	40
CONCLUSIONES	46
COMPETENCIAS DESARROLLADAS	48
FUENTES DE INFORMACIÓN	49
Anexos	50
Cronograma de Actividades.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Croquis de Ubicación (Fuentes: Googlemaps, 2022)	9
Ilustración 2 Estructura Organizacional (Fuente: INTGEN, 2022)	10
Ilustración 3 Ventajas y desventajas de la metodología Scrum (Drew, 2023)	28

CAPÍTULO I
GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

Un aspecto importante de la hipótesis del sistema simbólico es que los problemas resueltos por medio de la búsqueda entre varias alternativas se basan en la aplicación del sentido común humano. Los humanos generalmente consideran un número de estrategias alternas que las guíen a la solución de problemas. De este modo, se han establecido diferentes alternativas o cursos de acción que conduzcan a la solución en dependencia de las características del espacio de estados del problema a resolver.

Así orientando las soluciones pertinentes al proyecto, se tomó la inteligencia artificial y su rama de reconocimiento de patrones en imágenes para reconocer los materiales a reciclar del dispositivo.

En el siguiente proyecto se podrá encontrar la teoría que se ha necesitado para construir una red neuronal artificial completamente hecha para el dispositivo reciclador.

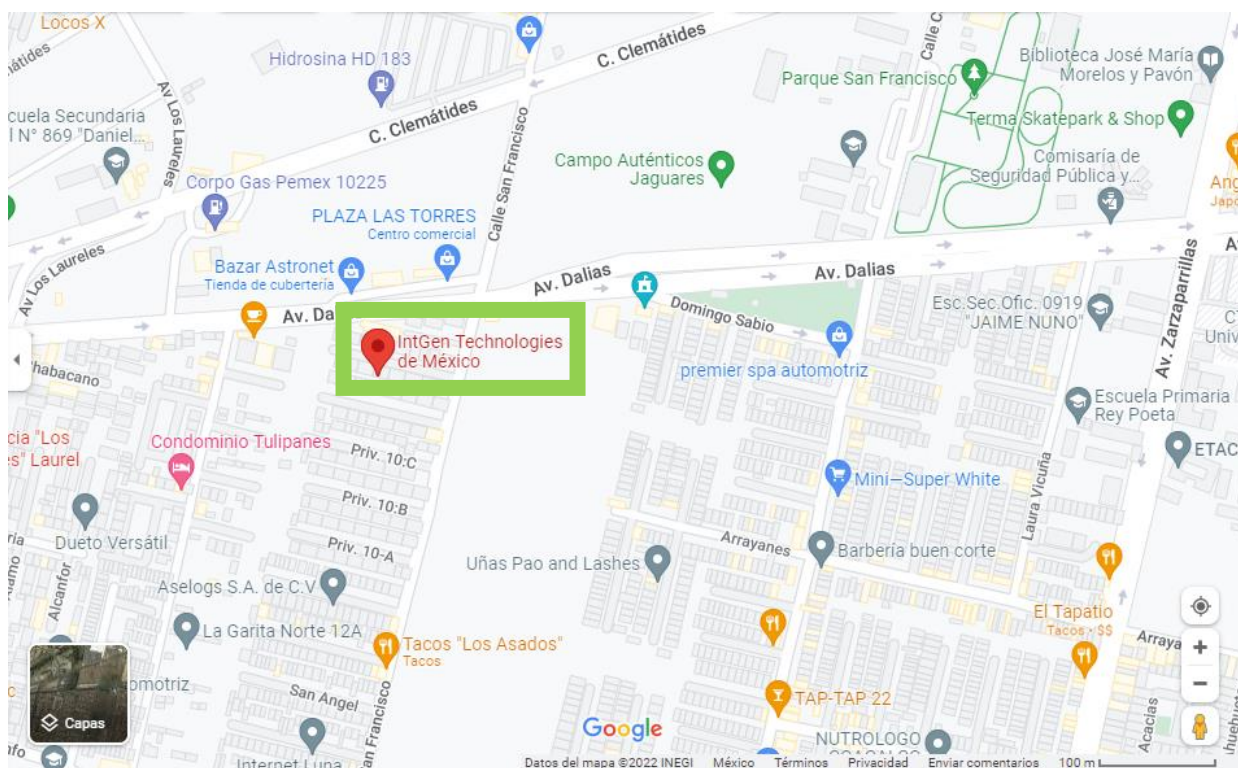
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Los alumnos desarrollarán las Residencias Profesionales como un proyecto tecnológico externo por parte de las actividades del programa de Educación Dual, lo cual a continuación se dará la información completa de la empresa en la que se laboró.

1.2.1. Nombre, razón social, ubicación y organigrama

Figura 1 Croquis de Ubicación (Fuentes: Googlemaps, 2022)

La empresa se encuentra registrada bajo la razón social INTGEN TECHNOLOGIES DE MÉXICO S.A. DE C.V, la cual se encuentra ubicada en Calle San Francisco, exterior 12, interior 24, Colonia Residencial Dalias, C.P. 55712, Coacalco de Berriozábal, Estado de México, como se muestra en la Figura 1. La cual esta conformada por 12 áreas las cuales se muestra en la Figura 2.



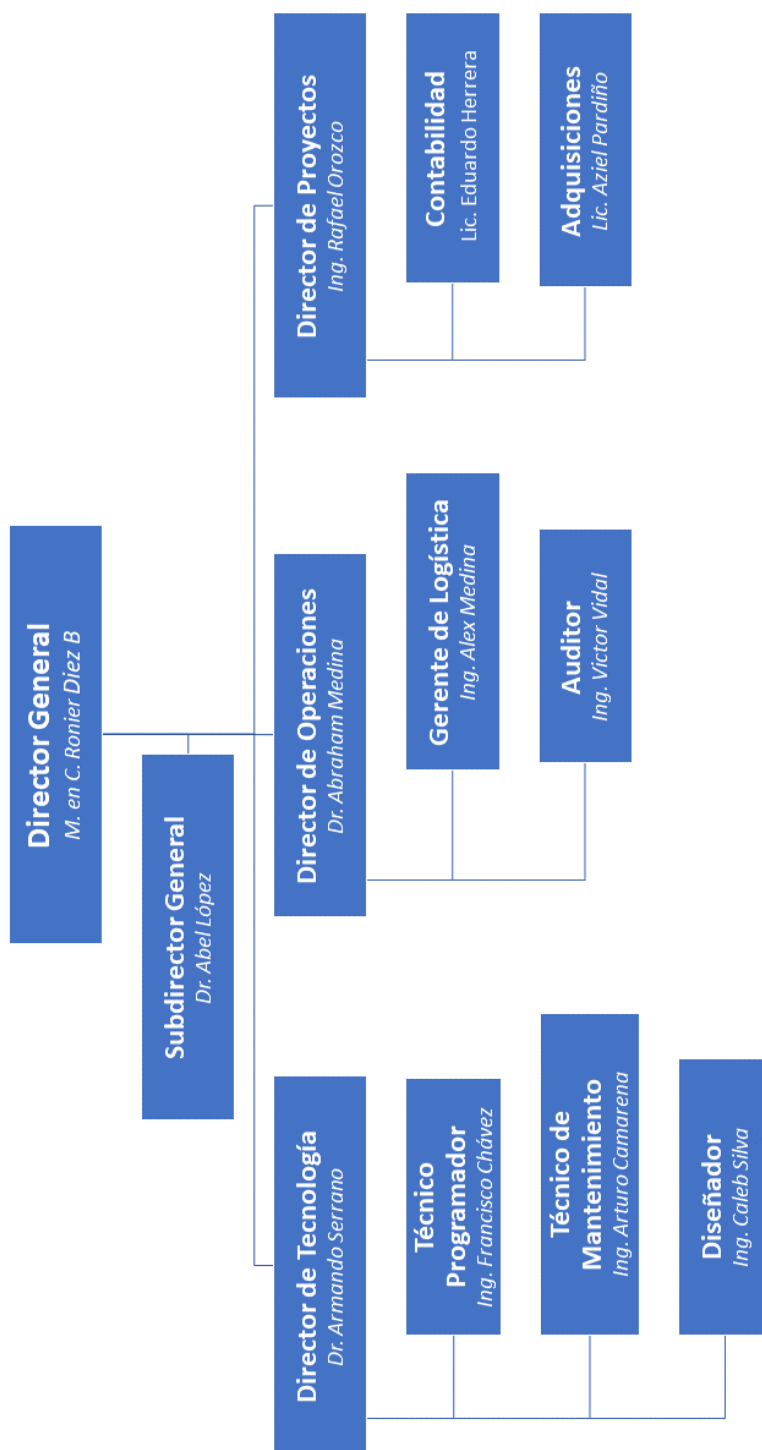


Figura 2 Estructura Organizacional (Fuente: INTGEN, 2022)

1.2.2 Sector productivo de la empresa

El sector productivo de IntGen Technologies de México S.A. de C.V. es de giro Industrial, el cual consiste en compra, venta y desarrollo de software y hardware; desarrollo de ingeniería de sistemas, administración, supervisión y ejecución de proyectos. Integración de servicios profesionales, presentación de toda clase de servicios de consultoría y asesoría, importar, adquirir, comprar, vender, arrendar, manufacturar, producir, distribuir y en general comercializar con toda clase de bienes y servicios, materias primas, productos terminados o semiterminados para la industria petrolera manufacturera, metalmecánica, extractiva, militar, naval, de construcción y cualquier otra.

1.2.3 Misión

Proveer a la sociedad y a la industria mexicana tecnologías, productos y diseños innovadores, sustentables y funcionales, que generen nuevas experiencias y buenas expectativas que enriquezcan sus operaciones junto a un servicio de calidad.

1.2.4 Visión

Liderar el desarrollo e innovación tecnológica en el territorio nacional evolucionando continuamente para generar una oferta de valor a la industria manufacturera que se adecue a sus necesidades y exigencias asegurando siempre productos diversos, de calidad y con un suministro confiable.

1.2.5 Filosofía

Brindar innovación y búsqueda de excelencia a nivel nacional.

1.2.6 Valores

- Liderazgo
- Trabajo en equipo
- Honestidad
- Responsabilidad
- Creatividad
- Respeto
- Comunicación asertiva

1.2.7. Breve historia de la empresa

INTGEN TECHNOLOGIES DE MÉXICO S.A DE C.V se crea en 2014 atendiendo principalmente a proyectos de domótica, cableado eléctrico en baja tensión, redes de cableado estructurado e infraestructura civil. Esta empresa tuvo un declive económico para inicios de 2015 y desafortunadamente tuvo que suspender sus obligaciones fiscales.

En septiembre de 2020 reinician nuevamente actividades operativas y se añaden socios capitalistas, con lo que comienza una nueva etapa en la empresa y comienzan a dar servicios a instituciones como son: la Secretaría de la Defensa Nacional, el Instituto Politécnico Nacional y el Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro, actualmente la empresa se encuentra ampliando su plantilla en recursos humanos y realizando nuevos proyectos, ejemplo de ello es el desarrollo de nuevas tecnologías, las cuales se encuentran en trámite de protección intelectual.

Actualmente INTGEN se dedica a comercializar, administrar, supervisar y ejecutar proyectos de software y hardware en el desarrollo de ingeniería en sistemas, integrando servicios profesionales, tales como servicios de consultoría y asesoría. Así mismo comercializar con materias primas, productos terminados o semiterminados para la industria petrolera, manufacturera, metal, mecánica, extractiva, militar, naval y de construcción.

Todo lo anteriormente mencionado, como se exhibe en el acta constitutiva de la empresa, con escritura pública 59017, fecha de escritura del 9 de abril de 2014, en la notaría pública número 93, en Cuautitlán Izcalli, Estado de México, bajo el registro público de la licenciada Liliana Castañeda Salinas, en la notaría 93, bajo el registro público de la propiedad y comercio con fecha de 10 de julio de 2014 en Cuautitlán Izcalli, Estado de México, con número de registro 23710-10.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO O ÁREA DE TRABAJO

Puesto a que realizan los residentes son de programadores junior los cuales están coordinados por el Lic. Ezequiel Ramon Cedillo Cruz para realizar las siguientes actividades:

- Desarrollar y mantener aplicaciones y sistemas utilizando Java, Python y MySQL.
- Participar en la investigación y el análisis de problemas técnicos y en la propuesta de soluciones.
- Trabajar en estrecha colaboración con otros programadores y equipos de desarrollo de software.
- Escribir y mantener documentación técnica.
- Hay que asegurar que el código cumpla con los estándares de calidad y se mantenga actualizado
- Los resultados esperados incluyen la entrega oportuna y de alta calidad de aplicaciones y sistemas, la resolución eficiente de problemas técnicos y la contribución a la mejora continua de procesos y herramientas de desarrollo de software.

1.4 PROBLEMA A RESOLVER

El Tecnológico de Querétaro, en colaboración con la empresa INTGEN TECHNOLOGIES S.A. DE C.V., ha identificado que se enfrenta a un problema fundamental: la falta de motivación y participación de los estudiantes en el programa de reciclaje actual. A pesar de los esfuerzos realizados hasta la fecha, se ha observado una baja adhesión por parte de los alumnos, lo que limita el impacto positivo que se podría lograr en términos de reducción de residuos y aprovechamiento de recursos.

Existen diversas causas subyacentes que contribuyen a esta problemática. En primer lugar, se ha identificado una falta de conciencia sobre la importancia del reciclaje y sus beneficios ambientales entre los estudiantes. Muchos de ellos no comprenden la magnitud de los problemas ambientales actuales ni las consecuencias negativas que generan los desechos no reciclados.

Además, se ha detectado una carencia de incentivos tangibles para participar en el programa de reciclaje. Aunque existen contenedores específicos para separar los materiales reciclables, no se cuenta con un sistema que motive y recompense activamente a los alumnos por su contribución. La falta de reconocimiento y gratificación por su participación desalienta su involucramiento y compromiso con la iniciativa.

Por otro lado, la falta de información clara y accesible sobre los tipos de materiales reciclables y las prácticas adecuadas de separación también dificulta la participación de los estudiantes. Existe confusión acerca de qué elementos pueden ser reciclados y cómo deben ser clasificados, lo cual puede desalentar aún más su participación en el programa.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Desarrollar e implementar un Módulo de Detección de Materiales basado en Inteligencia Artificial para el Sistema Integral de Dispositivos de Reciclaje en el Tecnológico de Querétaro, en colaboración con la empresa INTGEN TECHNOLOGIES S.A. DE C.V.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Realizar un relevamiento de los dispositivos de reciclaje existentes en el Tecnológico de Querétaro, identificando las necesidades y requerimientos específicos para el desarrollo del Módulo de Detección de Materiales.
2. Investigar y evaluar las diferentes técnicas de visión por computadora y procesamiento de imágenes para la detección y clasificación automatizada de materiales, seleccionando la más adecuada para el contexto del proyecto.
3. Recopilar y etiquetar un conjunto de datos representativo que contenga imágenes de diferentes tipos de materiales reciclables para entrenar y validar el modelo de aprendizaje automático.
4. Desarrollar un sistema de entrenamiento y validación del modelo de Inteligencia Artificial, utilizando herramientas y frameworks adecuados para el procesamiento de datos y el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático.
5. Diseñar e implementar un sistema de preprocesamiento de imágenes que permita mejorar la calidad y uniformidad de las imágenes capturadas por los dispositivos de reciclaje, facilitando la detección y clasificación precisa de los materiales.
6. Integrar el Módulo de Detección de Materiales en el sistema existente de dispositivos de reciclaje, asegurando su compatibilidad y funcionamiento adecuado dentro de la infraestructura existente.

7. Establecer una base de datos centralizada para el almacenamiento y gestión de los resultados de la detección y clasificación de materiales, facilitando el análisis posterior y la generación de informes.
8. Realizar pruebas exhaustivas del Módulo de Detección de Materiales en un entorno controlado, evaluando su precisión, velocidad y eficiencia en la detección y clasificación de diferentes tipos de materiales reciclables.
9. Implementar mecanismos de retroalimentación y corrección en tiempo real, de modo que el Módulo de Detección de Materiales pueda aprender y mejorar continuamente su capacidad de detección y clasificación.
10. Capacitar al personal encargado de operar y mantener el Módulo de Detección de Materiales, brindando la formación necesaria sobre su funcionamiento, calibración y resolución de problemas, para garantizar un uso efectivo y eficiente del sistema en el Tecnológico de Querétaro.
11. Identificar los residuos a reciclar mediante IA.
12. Registrar los puntos de los usuarios de acuerdo con el material reciclado para poder cubrir algunos gastos escolares.

1.6 JUSTIFICACIÓN

La creación de Dispositivos de Reciclaje para el tecnológico de Querétaro es la solución innovadora que presenta IntGen Technologies S.A. de C.V. y su equipo, para realizar la administración de los materiales que consumen los alumnos del tecnológico y puedan obtener un incentivo al reciclar.

Se está consciente que el reciclaje es un gran punto de partida para la preservación de los recursos naturales del planeta, así como evitar la contaminación en general. Las instituciones, y en este caso de giro educativo, necesitan incentivar a sus participantes para ser parte de esta forma de ayudar a la tierra. Y de manera que las nuevas tecnologías contribuyan a su facilitación, creará en ellos un pensamiento ético dentro de sus actividades personales y profesionales.

Por otra parte, y más orientado hacia la creación de un módulo identificador de materiales, como desarrolladores, justo como se mencionó anteriormente, se analizó que es imperante utilizar tecnologías pertenecientes a la Inteligencia Artificial. Objetivamente para el reconocimiento de patrones en las imágenes que captura la cámara de la maquina recicladora.

La rama de la inteligencia artificial en nuestras carreras y el proyecto presente lleva consigo la parte importante de clasificar los materiales de manera automática, así de forma más efectiva y rápida podemos obtener resultados.

En el tiempo de estudio en las aulas se habló de estas tecnologías e incluso se verá más reflejado el uso del Machine y Deep Learning que, aunque no se vio enteramente, es parte de las competencias.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

A lo largo de la descripción del proyecto hemos captado la atención hacia una rama de investigación parte de la ingeniería en sistemas, que, junto con otras disciplinas como la mecatrónica, es la solución más innovadora y asequible, se habla concretamente de la Inteligencia Artificial.

Aunque es un concepto complejo, primero hay que ahondar en su definición general; de las palabras del Autor Lasse Rouhiainen esta es “la habilidad de los ordenadores para hacer actividades que normalmente requieren inteligencia humana”. Y es justo lo que se necesita en el proyecto, al tener la proposición de una maquina recicladora que identifique por sí misma patrones en imágenes tomadas por una cámara y clasifique esos materiales que se han insertado en la imagen. De modo que suponen competencias psicológicas que llevan a esto a llamarlo inteligente, ejemplo de estas a utilizar en el proyecto son percepción y asociación. Sin embargo; la inteligencia no es una dimensión única, si no un espacio colmadamente estructurado de capacidades diversas para procesar la información. Así que la Inteligencia Artificial utiliza muchas técnicas diferentes para resolver una gran variedad de tareas. (H. Allende, 2002)

2.2. MACHINE LEARNING

El machine learning, o aprendizaje automático, es una disciplina dentro del campo de la inteligencia artificial que se centra en el desarrollo de algoritmos y modelos computacionales capaces de aprender y mejorar automáticamente a través de la experiencia y los datos. En lugar de ser programados de manera explícita para realizar tareas específicas, estos algoritmos son diseñados para analizar y extraer patrones de los datos, identificando relaciones y tomando decisiones basadas en esos patrones.

El objetivo del machine learning es permitir que las máquinas adquieran la capacidad de aprender y mejorar por sí mismas, sin necesidad de una intervención humana constante. Esto se logra mediante el uso de técnicas estadísticas y matemáticas que permiten a los modelos aprender de los datos disponibles, generalizar a nuevas situaciones y tomar decisiones o hacer predicciones precisas.

Existen diferentes enfoques y técnicas dentro del machine learning, que incluyen algoritmos supervisados, no supervisados, de refuerzo y de aprendizaje profundo (deep learning). Cada uno de estos enfoques tiene sus propias características y se aplica en diferentes contextos y problemas.

En resumen, el machine learning se refiere al desarrollo de modelos y algoritmos que permiten a las máquinas aprender automáticamente a partir de los datos, adquiriendo la capacidad de tomar decisiones, hacer predicciones y realizar tareas sin ser programadas explícitamente.

2.3. DEEP LEARNING

El deep learning, también conocido como aprendizaje profundo, es una rama del machine learning que se enfoca en la construcción y entrenamiento de redes neuronales artificiales con múltiples capas, conocidas como redes neuronales profundas. Estas redes están inspiradas en la estructura y funcionamiento del cerebro humano, y son capaces de aprender y extraer características complejas de los datos mediante un proceso de aprendizaje jerárquico.

A diferencia de los enfoques tradicionales de machine learning, que a menudo requieren la extracción manual de características relevantes de los datos, el deep learning permite que los modelos aprendan automáticamente representaciones de alto nivel a partir de los datos brutos. Esto significa que la red neuronal profunda puede aprender características abstractas y de mayor nivel de abstracción a medida que procesa las capas sucesivas de la red.

El entrenamiento de una red neuronal profunda implica alimentar grandes conjuntos de datos a la red y ajustar los pesos y parámetros de las conexiones entre las neuronas para minimizar la diferencia entre las predicciones del modelo y las etiquetas o respuestas deseadas. Este proceso de entrenamiento generalmente se realiza utilizando algoritmos de optimización, como el descenso del gradiente estocástico.

El deep learning ha demostrado ser especialmente efectivo en tareas que involucran grandes cantidades de datos, como el reconocimiento de imágenes y objetos, el procesamiento de lenguaje natural, la traducción automática, la generación de texto y la conducción autónoma, entre otros. Estos modelos han logrado avances significativos en la precisión y rendimiento de muchas aplicaciones, superando a enfoques tradicionales en diversos dominios.

Es importante destacar que el entrenamiento de modelos de deep learning puede requerir recursos computacionales significativos y grandes conjuntos de datos para obtener buenos resultados. Sin embargo, debido a los avances en hardware y al aumento de la disponibilidad de conjuntos de datos masivos, el deep learning ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años, siendo una de las áreas más activas y emocionantes en el campo de la inteligencia artificial.

2.4. TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Al conjunto de técnicas y procesos para descubrir o hacer resaltar información contenida en una imagen usando como herramienta principal una computadora se le conoce como procesamiento digital de imágenes (PDI). Hoy en día, el PDI es un área de investigación muy específica en computación y está muy relacionada con el procesamiento digital de señales. Esta relación estriba en el hecho de que en esencia el PDI es una forma muy especial del procesamiento digital de señales en dos o tres dimensiones. El interés en el estudio del PDI se basa en dos áreas de aplicación primordiales:

- a) El mejoramiento de la calidad de la información contenida en una imagen con el fin de que esta información pueda ser interpretada por los humanos
- b) El procesamiento de los datos contenidos en un escenario a través de una máquina de percepción autónoma (Siendo este el principal del proyecto). (Egmont-Petersen, 2002)

El PDI utiliza un gran número de técnicas de las matemáticas puras y aplicadas. Las áreas utilizadas de las matemáticas son primordialmente el álgebra lineal, cálculo diferencial e integral en una y varias dimensiones, ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, ecuaciones integrales (transformadas integrales), probabilidad y estadística. Las áreas de las matemáticas antes mencionadas se aplican de forma diversa y variada en los tres problemas distintos y fundamentales que son comunes en muchas de las áreas de aplicación del PDI:

- Restauración y reconstrucción de imágenes
- Reconocimiento de patrones
- Interpretación física.

Estos problemas surgen del problema fundamental de extracción de información de una imagen. (Domínguez, 2022)

Se procede a presentar las técnicas de inteligencia artificial más usadas en el procesamiento digital de imágenes, se muestran algunos trabajos desarrollados y los resultados obtenidos.

2.4.1 Sistemas Difusos

La lógica difusa con relación a la inteligencia artificial es un sistema lógico computacional para procesar datos obtenidos del mundo real, con el objetivo de categorizar cierta información en un rango de dos polos opuestos, generalmente se indica como aquellos valores entre lo verdadero y falso.

La complejidad en utilizar ciertas características del lenguaje humano en sistemas computacionales radica en la falta de precisión. Términos típicos como pequeño o grande, no pueden ser medibles con exactitud debido a la variabilidad que existe en un rango que cada individuo le asigna a dichos términos. Además, el contexto en el que se expresa estas palabras es altamente importante para tener una referencia de la magnitud de cada término. (Ponce, 2010)

Actualmente, es posible combinar la lógica difusa y la inteligencia artificial para desarrollar nuevos sistemas tecnológicos en diversas áreas de estudio.

Los sistemas difusos han tenido una gran aplicación en la ingeniería principalmente en las áreas de control y procesamiento digital de imágenes desde 1965 cuando Zadeh presentó la teoría de conjuntos difusos que los conjuntos difusos se han usado en el trabajo con imágenes ya que no limitan numéricamente el desarrollo; esto es útil cuando se trabaja con imágenes debido a que sus características no se pueden delimitar de una forma exacta. (Kosko, 1992)

2.4.2. Redes Neuronales Artificiales

Es bien sabido que el cerebro está constituido por neuronas que guardan y procesan una gran cantidad de información, por este motivo las redes neuronales artificiales buscan simular ese comportamiento del cerebro, permitiendo generar sistemas complejos creando una estructura donde se utilizan elementos simples (White, 1992), a continuación se presentan dos tipos de redes; la multicapa que es la más utilizada y también las redes neuronales convolucionales, las cuales son especializadas para el trabajo con imágenes.

El sistema nervioso de los animales se estructura con neuronas que forman redes para el procesamiento de información generada por los diversos estímulos de entrada de los sistemas sensoriales. Dichas redes, han servido también de inspiración para modelar las redes neuronales artificiales (RNA), las cuales son interconexiones de neuronas artificiales. Estas redes surgieron a partir de las ideas en la publicación de McCulloch y Pitts, donde se postula que las neuronas funcionan como dispositivos boléanos. Este postulado fue criticado como teoría biológica, pero permitió generar una neurona como un modelo lineal seguido de una función activación booleana. Aquí, la función lineal representa la sinapsis (unión entre neuronas) y la agregación de la información, mientras que la función no lineal representa el procesamiento que hace la neurona. (Cristea, 2016)

2.4.2.1. Red neuronal multicapa

La red neuronal multicapa o MPL (MultiLayer Perceptron) se basa en la unión de neuronas organizadas y distribuidas a lo largo de diferentes capas. Este tipo de redes sirven para copiar el comportamiento de cualquier sistema usando entradas y salidas conocidas, de esta forma es capaz de clasificar elementos o imitar el funcionamiento de una estructura. (Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 2016)

2.4.2.2. Red neuronal convolucional

Las redes neuronales convolucionales (CNNs) se han usado últimamente en tareas de análisis de imágenes, sobretodo destacando su uso en los procedimientos de clasificación y reconocimiento. Este modelo de red se ha desarrollado inspirado en el sistema de aprendizaje biológico. (Bishop, 1995) Según W. Zhang las características propias de un elemento que lo diferencian de otros es un proceso que realizan los seres humanos con la vista y que las CNNs tratan de emular. Para el trabajo con imágenes se utilizan este tipo de redes porque permiten el manejo de grandes estructuras de datos.

2.5. INTELIGENCIA DE ENJAMBRE

La inteligencia de enjambre hace referencia a darle a un sistema artificial propiedades inspiradas en grupos de animales que realizan acciones conjuntas para cumplir con una tarea específica. Muchos modelos se han implementado con base al funcionamiento de grupos de trabajo colectivo entre los que encuentran las colonias de hormigas, abejas, crecimiento bacteriano, grupos de aves, peces y el pastoreo de animales. La colonia de abejas es uno de los sistemas de enjambre más utilizados para tareas de optimización y análisis de imágenes por su fácil implementación (Muñoz, 2008).

La segmentación de imágenes es el proceso mediante el cual se divide una imagen en múltiples segmentos de píxeles, esto es típicamente usado para localizar elementos en una imagen y por eso los autores presentan un modelo FABC, el cual es una combinación entre una colonia de abejas con funciones de pertenencia difusas. El algoritmo de trabajo se basa en la colonia de abejas buscando en la imagen los diferentes grupos de intensidad, en base a estos los valores de las funciones de pertenencia del conjunto difuso se van modificando. Una vez el algoritmo deje de detectar cambios de intensidad, los píxeles de la foto serán asociados al grupo más cercano (IEEE Trans, 1992-2001).

2.6 APLICACIONES IA EN PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES EN DISPOSITIVOS DE RECICLAJE

Las implementaciones de técnicas de inteligencia artificial ayudan a la solución de modelos complejos por eso se ha incrementado su uso. En el área del reciclaje como identificación de patrones de materiales es en lo que se ha dedicado este trabajo.

En esta sección se revisan algunas aplicaciones del procesamiento digital de imágenes en dispositivos de reciclaje con la implementación de técnicas de inteligencia artificial. Así mismo se proponen posibles implementaciones en este campo.

2.6.1. *Tensorflow*

TensorFlow es el marco de aprendizaje automático de código abierto de Google para la programación de flujo de datos en una variedad de tareas. Los nodos en el gráfico representan operaciones matemáticas, mientras que los bordes del gráfico representan las matrices de datos multidimensionales que se comunican entre ellos.

Los tensores son solo matrices multidimensionales, una extensión de tablas bidimensionales a datos con una dimensión superior. Hay muchas características de Tensorflow que lo hacen apropiado para el aprendizaje profundo y su biblioteca central de código abierto lo ayuda a desarrollar y entrenar modelos ML. (Abadi, 2016)

2.7. METODOLOGÍA SCRUM

La metodología scrum es un enfoque ágil ampliamente utilizado en el desarrollo de proyectos de software, caracterizado por su enfoque iterativo e incremental. En este capítulo, se explorará la aplicación de scrum en el proyecto del módulo de detección de materiales, destacando sus características, ventajas y desventajas.

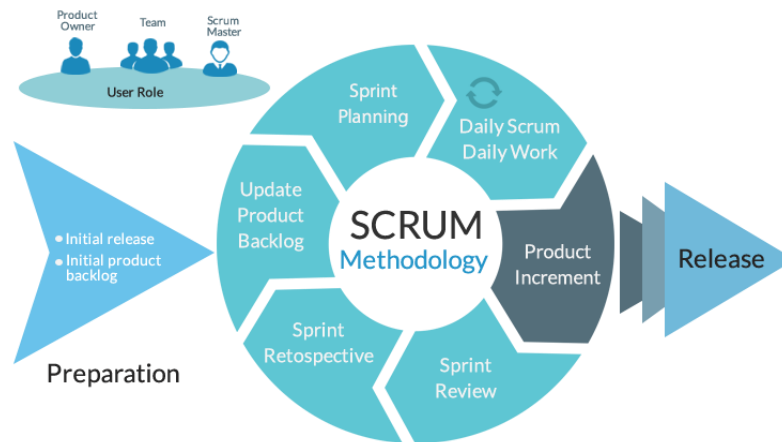


Ilustración 3 Ventajas y desventajas de la metodología Scrum (Drew, 2023)

2.7.1. CARACTERÍSTICAS DE SCRUM

Scrum se basa en los siguientes principios y características:

A) iterativo e incremental: el proyecto se divide en iteraciones cortas llamadas "sprints", que suelen tener una duración de 1 a 4 semanas. Cada sprint produce un incremento de funcionalidad.

B) roles definidos: el equipo de desarrollo está compuesto por el scrum master, el product owner y el equipo de desarrollo. Cada uno tiene responsabilidades claramente definidas.

C) artefactos: los artefactos principales en scrum son el product backlog, el sprint backlog y el incremento del producto, que facilitan la planificación y el seguimiento del progreso del proyecto.

D) reuniones: se llevan a cabo reuniones regulares, como la planificación del sprint, la revisión del sprint y la retrospectiva del sprint, para coordinar y mejorar el trabajo del equipo.

2.7.2. VENTAJAS DE SCRUM

A) flexibilidad: scrum permite adaptarse a los cambios y requerimientos emergentes durante el desarrollo del proyecto, ya que las iteraciones permiten una mayor flexibilidad en comparación con enfoques más rígidos.

B) entrega temprana de valor: al trabajar en iteraciones, se puede obtener un producto funcional desde las primeras etapas, lo que brinda la oportunidad de recibir retroalimentación temprana y realizar ajustes según sea necesario.

C) mayor colaboración: scrum fomenta la colaboración continua entre los miembros del equipo, el product owner y los stakeholders, promoviendo la transparencia y la comunicación efectiva.

2.7.3. DESVENTAJAS DE SCRUM

A) requiere un equipo comprometido: scrum requiere un equipo altamente colaborativo y autónomo, lo cual puede ser un desafío si los miembros del equipo no tienen una comprensión adecuada de la metodología o si no están completamente comprometidos con el proyecto.

B) complejidad en proyectos grandes: scrum funciona mejor en proyectos más pequeños y equipos compactos. Para proyectos complejos o de mayor escala, puede requerir una mayor coordinación y gestión adicional.

2.7.4. SCRUM EN EL PROYECTO

Uso de scrum en el proyecto "módulo de detección de materiales":

En el proyecto "módulo de detección de materiales", se aplicó scrum como la metodología principal para el desarrollo del sistema. Se estableció un equipo scrum compuesto por el scrum master, el product owner y el equipo de desarrollo, quienes trabajaron en sprints de dos semanas. Durante la planificación del sprint, se identificaron las tareas necesarias para alcanzar los objetivos del sprint, y se estimaron y priorizaron en el sprint backlog.

Se llevaron a cabo reuniones diarias de seguimiento (daily scrum) para coordinar el trabajo y abordar cualquier obstáculo. Al final de cada sprint, se realizó una revisión del sprint para demostrar los avances y recibir comentarios del product owner y los stakeholders. También se llevó a cabo una retrospectiva del sprint para analizar el proceso y determinar mejoras para los sprints futuros.

La metodología scrum permitió una entrega temprana de funcionalidades, lo que permitió recibir comentarios valiosos de los usuarios finales y realizar ajustes a lo largo del proyecto. Además, la transparencia y la colaboración entre los miembros del equipo y los stakeholders contribuyeron al éxito del proyecto.

CAPÍTULO III

DESARROLLO

3.1 ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EL DESARROLLO

El Hardware de los equipos de cómputo que se utilizaron para el desarrollo de Código de la IA fue una Raspberry PI 4 de 8GB de RAM, disco solido de 1TB, un procesador Quad Core Cortex y con un sistema operativo Raspbian OS, además de una cámara Raspberry PI de 5 mega pixeles con una resolución de 1080p 30fps y 720p 60fps.

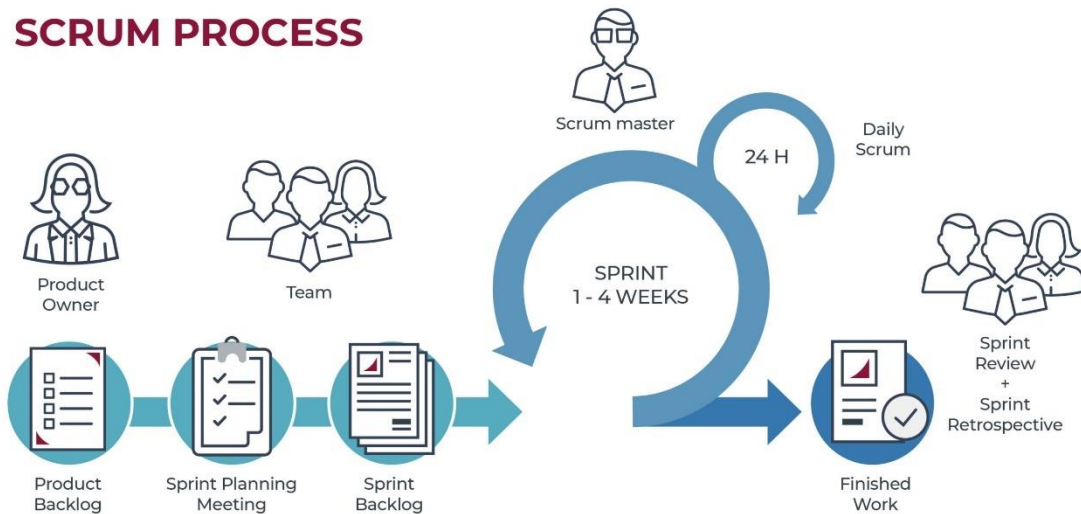
En el apartado del Software únicamente se usó de Visual Studio Code como editor de código y Python 3.9.13 como lenguaje de programación para el desarrollo de la IA

Para el desarrollo del proyecto se especificó un cronograma de actividades con fechas establecidas de inicio y termino de cada actividad, dicho cronograma se muestra a partir de la que se encuentran en el apartado de Anexos.



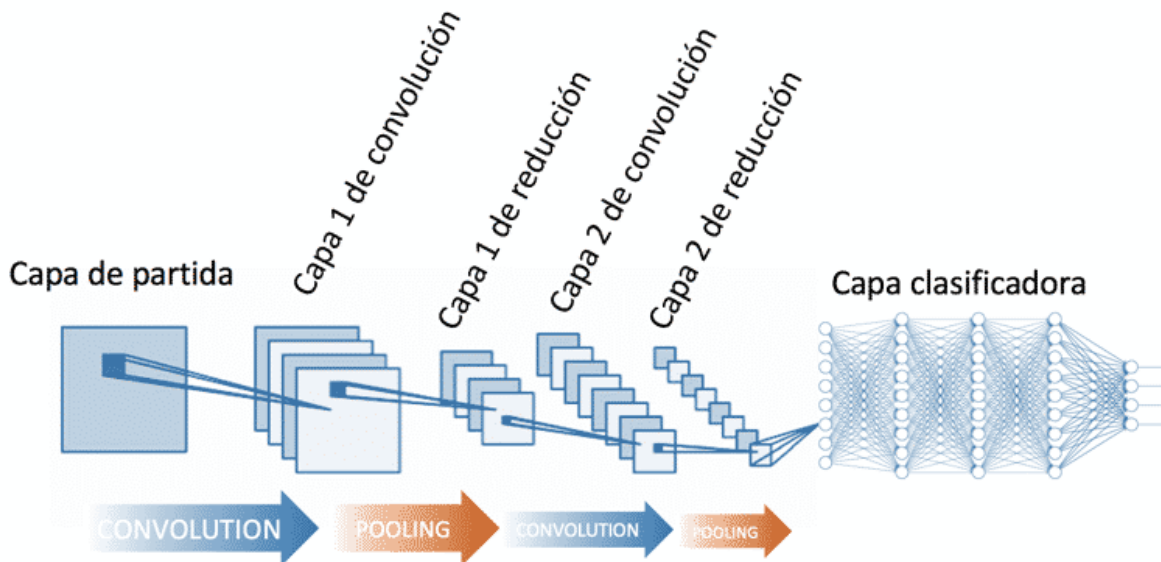
3.2 METODOLOGIA SCRUM.

Se selecciono la metodología Agile para el desarrollo de la inteligencia artificial la cual fue scrum donde cada sprint tenía una duración de 2 semanas donde las user stories trataban de investigar y mejorar la inteligencia artificial y hacerla mas optima hasta encontrar el aprendizaje esperado, se hacía en sprint review al final de cada sprint para exponer los resultados al equipo en esas 2 semanas y se refino las user stories dependiendo del mejoramiento de la inteligencia artificial



3.3 INVESTIGACION SOBRE MACHINE LEARNING Y DEEP LEARNING.

Después de saber el entorno de desarrollo se empezó a investigar las ramas de la inteligencia artificial, una de ellas es el machine learning la cual tiene una subrama llamada Deep learning la cual es el aprendizaje automático con la diferencia de que estas redes neuronales tienen la capacidad de buscar patrones específicos en la imagen por lo que esto nos serviría para poder identificar con exactitud qué tipo de material se ingresaba, se procedió a investigar de alguna herramienta que fuera capaz de realizar ese tipo de aprendizaje y poder generar un modelo a partir de ese aprendizaje, se encontró que tensorflow nos proporciona la capacidad de realizar redes neuronales desde 0 y redes neuronales convolucionales con las que podemos hacer el procesamiento de imágenes más rápida por medio de kernels y una herramienta llamada maxpooling.



3.4 DESARROLLO DE ARCHIVOS PARA LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

El desarrollo de todo el código se realizó en Visual Studio Code, en donde no se usaron carpetas ya que no ocupaba de multimedia ni nada por el estilo.

- `.gitignore`: Es un archivo que usamos para hacer un manejo de versiones de la inteligencia artificial por lo que este archivo nos permite evitar subir a la nube ciertos archivos que pueden ser de prueba en el momento y no nos sirven en el repositorio.
- `main.py`: Es el archivo principal donde encontramos el Código fuente de la Inteligencia Artificial
- `model.tflite`: Es el modelo de aprendizaje de la IA ahí se guardan todos los parámetros de aprendizaje que posteriormente es usado por el `main.py` al momento de ejecutarse.
- `Reciclador-comando.jar` es un archivo que usamos para que la IA pudiera subir algunas cosas al servidor global y en dado caso de que no tenga internet mandarlos al servidor local de la raspberry pi.
- `Requirement.txt`: Es un archivo únicamente con los pips que se van a ocupar para el desarrollo.
- `Setup.sh`: Es un archivo bash que al ejecutarlo instala en la raspberry pi todo lo necesario para que la IA funcione correctamente.

3.5 DESARROLLO DE PRUEBAS

Después de una investigación y aprendizaje de cómo funciona el Machine y Deep Learning se obtuvieron los conocimientos necesarios para poder generar la propia arquitectura de red neuronal para poder clasificar el material por medio de imágenes tomadas por una cámara. Se comenzó a tomar fotos a materiales dentro de una caja con un fondo pintado de gris y con la cámara del celular y con una calidad muy alta, al momento de entrenar la IA con las siguientes imágenes tuvimos una precisión y aceptación del 80% debido a la baja cantidad de imágenes y todo cambio al momento de usar el modelo de aprendizaje al momento de predecir, para el entorno de desarrollo se tuvo que usar la misma caja pero volteada, donde se le hizo un agujero en la parte superior de la caja y al momento de correr la IA resultó que no detectaba nada porque el entorno no era el mismo debido a que uno era más oscuro que otro y la calidad de la imagen era diferente, por lo que se procedió a tomar fotos con la misma cámara de la Raspberry Pi



Cuando se realiza el aprendizaje con las nuevas fotos suben porcentajes de aceptación y precisión debido a que tiene una cantidad más grande de fotos de materiales, entonces se procedió a aplicar el nuevo modelo de aprendizaje a la IA y funcionaba bien siempre y cuando la iluminación fuera buena pero al final detectaba, la conclusión a la que llegamos es que si queríamos buenos resultados debíamos tener un ambiente controlado lo que significa que debemos tomar 2 tipos de fotos, las positivas y las negativas, las cuales son los fondos donde estará el material y las positivas que serían los objetos en esos mismos fondos para que a la IA le sea más fácil identificar el producto, contando con que la iluminación debe ser buena para que se vean bien los objetos y sea más fácil que identifique el material.



Después de esto las pruebas pasaron de una caja con una tira led para iluminar a la maquina donde la cámara estaba en modo avión con un aro de luz y un fondo negro brillante que provocaba que la luz rebotara por lo que al momento de ejecutar la IA en ese entorno no detectaba nada debido al tipo de fondo y que el material salía borroso debido a que la banda tenía movimiento, entonces daba porcentajes muy bajos de predicción por lo que se tuvo que tomar fotos nuevas con el nuevo entorno de aprendizaje y así lograr un porcentaje de precisión y aceptación del 90% con una gran cantidad de fotos que se lograron conseguir a la gran cantidad de material que se recolecto y por la banda que permitía poner los materiales más rápido y ponerlos las veces necesarias para que le tomara fotos la IA.



La última tarea que tenía que realizar la IA era que pudiera prender las bandas y pudiera mover el servo correspondiente a el material, esto se realizó por comunicaciones seriales y pulsos altos por pines, donde la IA era capaz de ir clasificando el material de forma autónoma mandando señales a él servo específico para poder ingresar el material en el contenedor.

Al final del desarrollo se logró hacer que la IA pudiera tomar fotos mientras clasifica por lo que solita clasifica las fotos para posteriormente entrenarse automáticamente con un alto índice de precisión y aceptación.

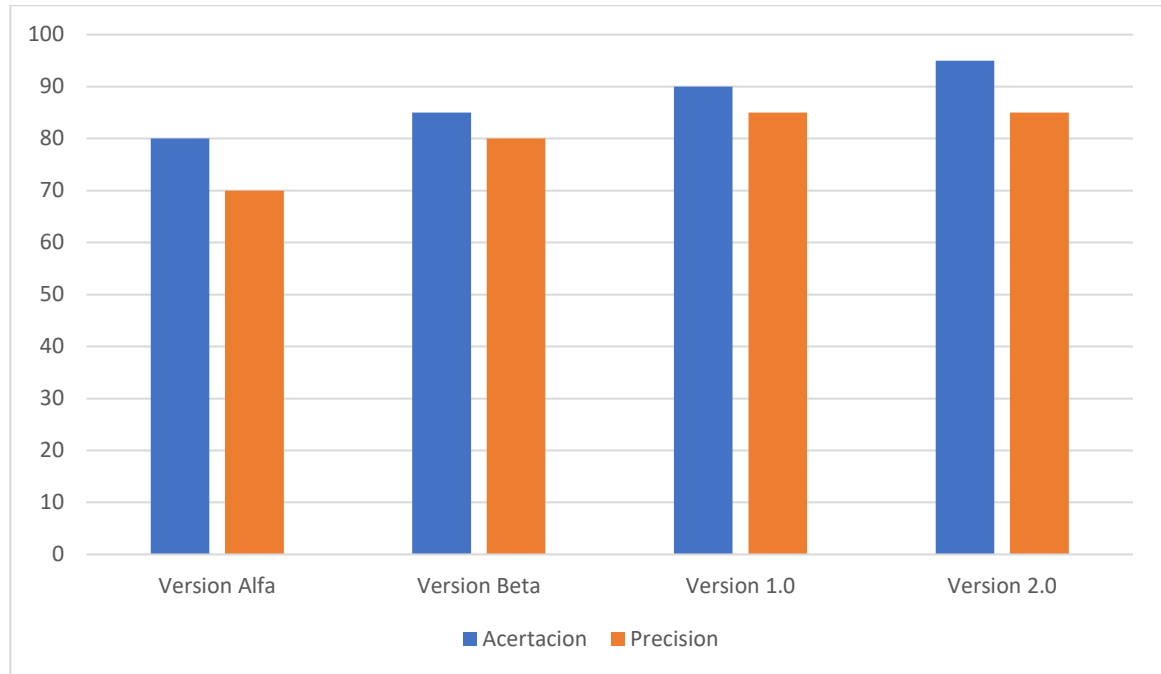


CAPÍTULO V

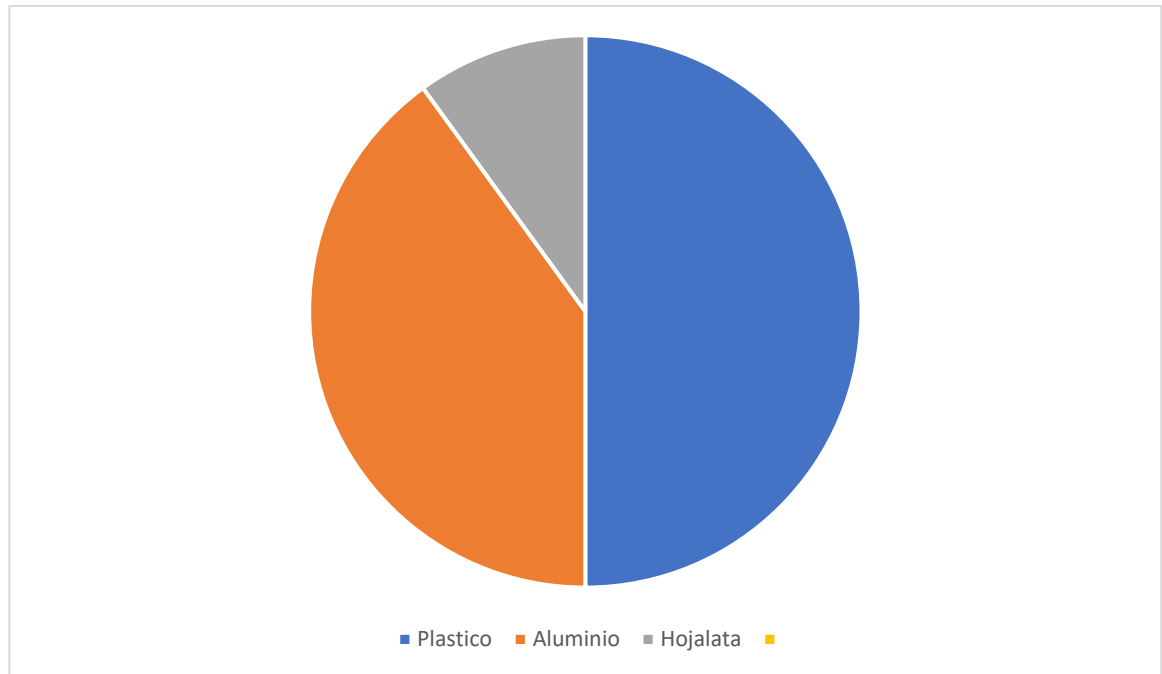
RESULTADOS

Para obtener las siguientes graficas los datos se obtuvieron de los entrenamientos que tuvo la inteligencia artificial en base al numero de fotos que se le iban agregando como iba avanzando el proceso.

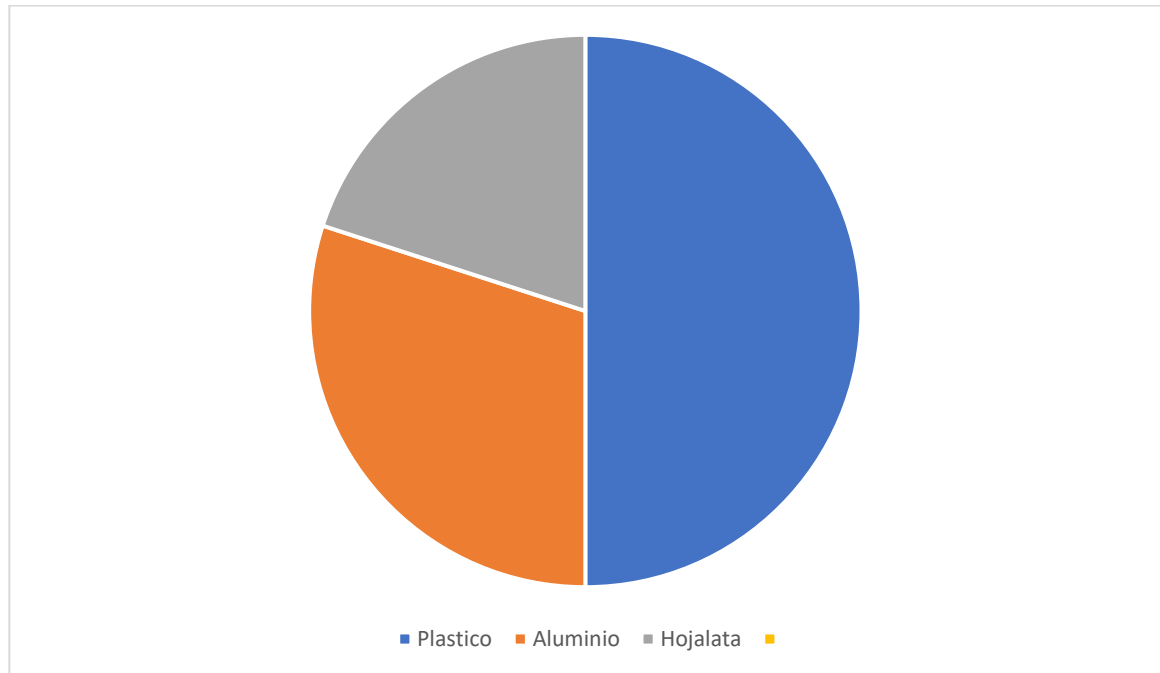
Los resultados de aprendizaje de la IA fueron creciendo conforme la base de datos de fotos iba creciendo, a continuación, mostraremos algunas graficas con los resultados de aprendizaje conforme a las versiones de la IA que se fueron desarrollando.



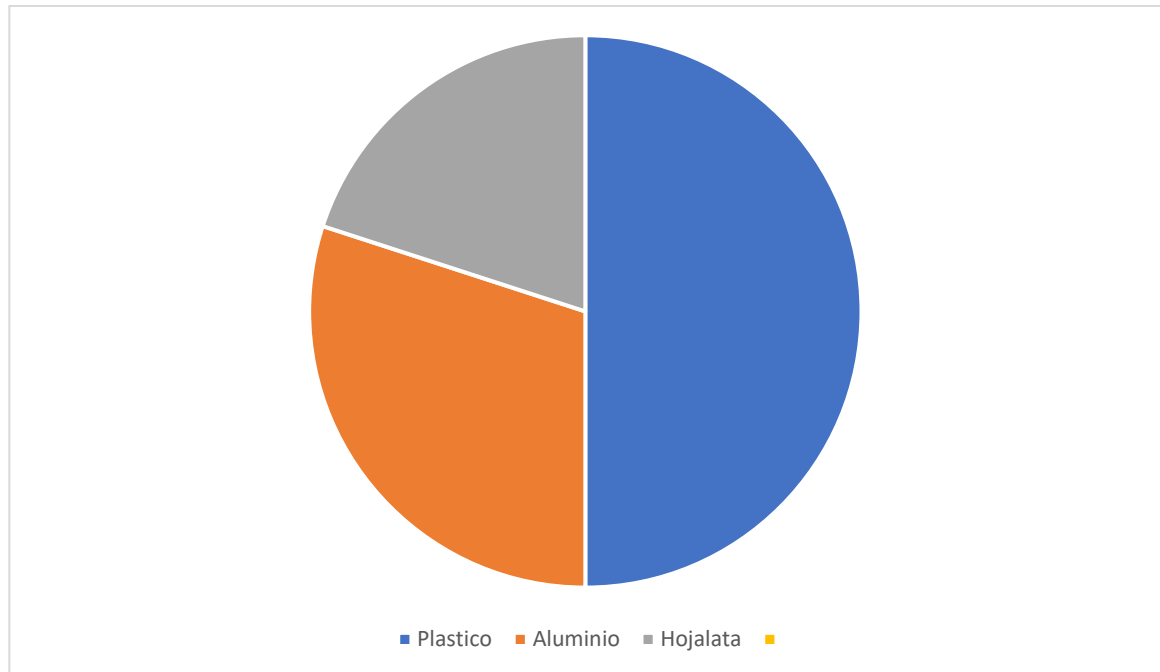
En la siguiente grafica podemos ver el material que detecto mejor en la Versión Alfa donde se usaron fotos tomadas con un celular de alta gama y en un entorno poco controlado comparado con el lugar donde se empezaron las pruebas.



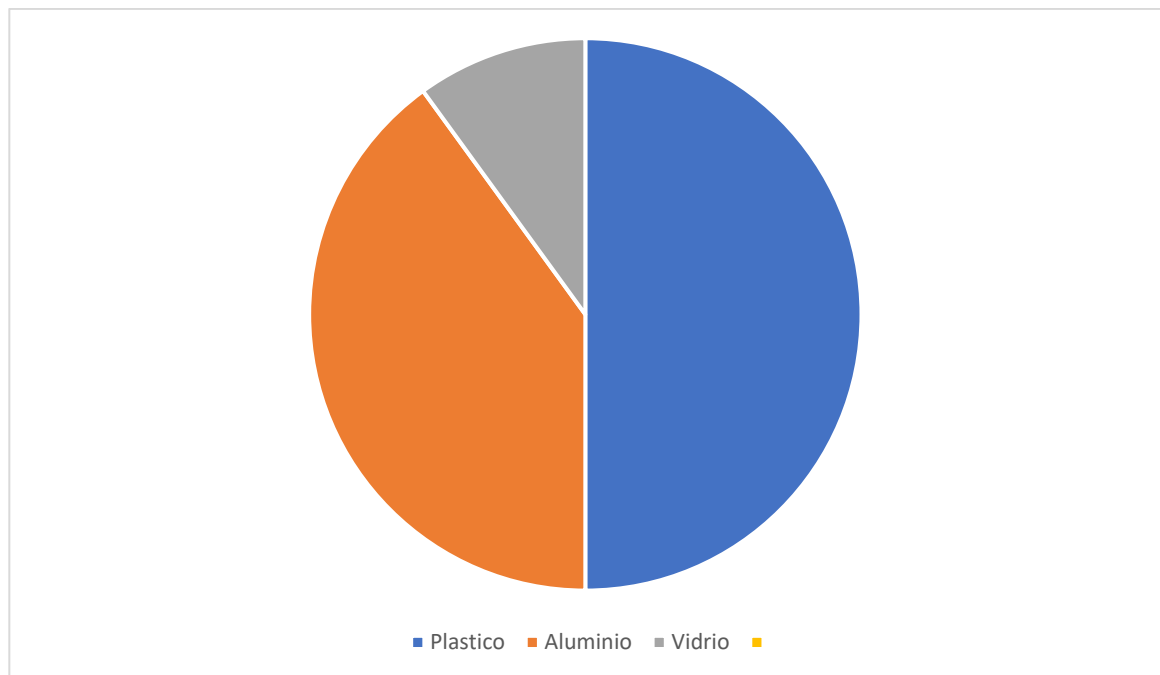
En esta grafica veremos la precisión de la inteligencia artificial con su versión Beta donde se empezó a usar un entorno controlado utilizando imágenes del celular como con la cámara de la raspberry pi y con la caja iluminada



En la siguiente grafica fue cuando empezamos con un ambiente controlado dentro de la maquina donde se borró todas las fotos pasadas y tomamos nuevas con la banda en movimiento y con un aro de luz donde obtuvimos resultados muy similares debido a la complejidad de diferenciar el aluminio con la hojalata.



En la última grafica podemos ver como cambiamos la hojalata por vidrio donde se puede observar la dificultad de la IA al diferenciar ahora el plástico del vidrio, predominando más el plástico que el vidrio.



Como vimos en las gráficas pasadas debido a que la red neuronal convolucional está diseñada para encontrar patrones específicos notamos que la IA tenía mejor predicción con el plástico en todos los casos debido a su transparencia y que no permitía que la iluminación

rebotara tanto en el material, contrario con el aluminio donde el tipo de material hace que la iluminación le de diferentes patrones de iluminación a la hora de procesar la imagen, en cuanto al vidrio y hojalata por su parecido tanto a plástico el vidrio y la hojalata con el aluminio por los mismos factores era fácil de confundir con el material aparte de que la base de datos del plástico y aluminio era más grande que los otros 2 materiales.

CONCLUSIONES

El proyecto "Módulo de Detección de Materiales del Sistema Integral de Dispositivos de Reciclaje con IA" desarrollado en colaboración con la empresa INTGEN TECHNOLOGIES S.A. DE C.V. para el Tecnológico de Querétaro ha logrado cumplir los objetivos trazados anteriormente. A continuación, se presentan las conclusiones principales:

Desarrollo e implementación del módulo de detección de materiales: Se ha logrado diseñar, desarrollar e implementar con éxito el módulo de detección de materiales basado en Inteligencia Artificial. El módulo utiliza técnicas de visión por computadora y procesamiento de imágenes para detectar y clasificar automáticamente los materiales reciclables.

Integración con el sistema de dispositivos de reciclaje: El módulo de detección de materiales se ha integrado de manera efectiva con el sistema integral de dispositivos de reciclaje existente en el Tecnológico de Querétaro. Esto ha permitido mejorar la eficiencia y precisión del proceso de reciclaje al automatizar la identificación y clasificación de los materiales.

Obtención de resultados satisfactorios: El módulo de detección de materiales ha demostrado un alto nivel de precisión en la detección y clasificación de diferentes tipos de materiales reciclables. Los resultados obtenidos han sido consistentes y confiables, lo que ha contribuido a optimizar el proceso de reciclaje y aumentar la eficiencia en la gestión de los materiales.

Beneficios para la comunidad educativa: La implementación del módulo de detección de materiales en el Tecnológico de Querétaro ha generado beneficios significativos para la comunidad educativa. Se ha fomentado la conciencia ambiental y se ha incentivado la participación de los alumnos a través del reciclaje de materiales. Además, se ha proporcionado una herramienta tecnológica innovadora que promueve la sustentabilidad y la responsabilidad medioambiental.

En conclusión, el proyecto "Módulo de Detección de Materiales del Sistema Integral de Dispositivos de Reciclaje con IA" ha logrado cumplir exitosamente los objetivos trazados.

La implementación del módulo ha mejorado la eficiencia del proceso de reciclaje, ha incentivado la participación de los alumnos y ha generado impactos positivos en la comunidad educativa. Este proyecto representa un avance significativo en la adopción de tecnologías inteligentes para la gestión sostenible de los recursos y el fomento de prácticas de reciclaje efectivas.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

A continuación, se presentan las competencias de las asignaturas de la especialidad de Ingeniería de Software que se utilizaron para llevar a cabo este proyecto:

1. Gestión de Proyectos de Software:

- Implementa aplicaciones computacionales para solucionar problemas de diversos contextos, integrando diferentes tecnologías, plataformas o dispositivos
- Coordina y participa en equipos multidisciplinarios para la aplicación de soluciones innovadoras en diferentes contextos.

2. Inteligencia Artificial:

- Diseña, implementa y administra bases de datos optimizando los recursos disponibles, conforme a las normas vigentes de manejo y seguridad de la información.
- Desarrolla y administra software para apoyar la productividad y competitividad de las organizaciones cumpliendo con estándares de calidad.

3. Modelo de Desarrollo Integral (CMMI):

- Diseñar e implementar un modelo de mejora de procesos en una organización atendiendo a normas internacionales.

4. Verificación y validación de software:

- Manejar técnicas para verificaciones y validaciones al software, considerando los aspectos de revisión y pruebas como parte del ciclo de vida para detectar fallas en el mismo.

5. Ingeniería de Requerimientos:

- Conoce y aplica la ingeniería de requerimientos en Sistemas tradicionales y sistemas críticos con la finalidad de implementar sistemas eficientes en base a requerimientos específicos bajo lineamientos y estándares para la validación de la calidad del producto.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Abadi, M. (2016). TensorFlow: learning functions at scale. *Association for Computing Machinery*, 1.
- Bishop, C. (1995). *Neuronal Networks for Pattern Recognition*. Oxford: Clarendon Press.
- Cristea, V. &. (2016). *Neurocomputing Review of Advances in neural networks:Neural design technology stack*. USA: Neurocomputing.
- Domínguez, A. (2 de 12 de 2022). *Perfiles Educativos: Redalyc*. Obtenido de Procesamiento digital de imágenes: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13207206>
- Egmont-Petersen, M. (2002). *Image processing with neural networks*. USA: Elsevier.
- H. Allende, C. M. (2002). *Artificial Neural Networks in Time Series Forecasting* (Vol. 38). USA: KYBERNETIKA.
- IEEE Trans. (1992-2001). Image Processing. *IEEE Trans. Pattern Analysis*, 50-62.
- Kosko, B. (1992). *Fuzzy systems as universal approximators*. USA: IEEE International Conference on Fuzzy Systems.
- Muñoz, M. L. (2008). *Swarm intelligence: problem-solving societies (a review)*. Bogotá: SciElo.
- Ponce, P. (2010). *Inteligencia Artificial con aplicaciones a la ingeniería*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Revista Cubana de Ciencias Informáticas. (2016). Red neuronal multicapa para la evaluación de competencias. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 210-223.
- White, H. (1992). *Artificial Neural Networks: Approximation and Learning Theory*. Oxford: Basil Blackwell.

ANEXOS

Cronograma de Actividades

No.	Nombre de Actividad	Inicio	Final	7-sept-22	15-sept-22	30-sept-22	1-oct-22	17-oct-22	31-oct-22	1-nov-22	15-nov-22	30-nov-22	1-dic-22	15-dic-22	31-dic-22	1-ene-23	9-ene-23
1	Recabar Imágenes de los materiales	7-sept-22	23-sept-22														
2	Entrenar la IA	26-sept-22	28-oct-22														
3	Aprendizaje Supervisado	31-oct-22	11-nov-22														
4	Generar una arquitectura o modelo de red neuronal	14-nov-22	8-dic-22														
5	Añadir Funciones	9-dic-22	9-ene-23														

Certificado de Registro Público del Derecho de Autor

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

AUTORES:

BARRERA GARCIA ESTEBAN EDUARDO
DIEZ BARROSO AGRAZ ALLAN RONIER
LOPEZ VILLA ABEL
MEDINA OVANDO ABRAHAM
PELAEZ ACOMPA CRISTOFER
PLIEGO DIAZ MAXIMO
REYES CHAMORRO JESUS EDGARDO
RUBIO MARTINEZ ALEJANDRO
SANCHEZ ROSAS MARIO ALBERTO
SERRANO HUERTA DANIEL ARMANDO
SILVA GODINEZ JAZIELL ARATH DE JESUS

TÍTULO:

CODIGO DE PROGRAMACION DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y BASH DE
WEBSERVICE PARA AUTOMATIZACION DE UNA MAQUINA CLASIFICADORA DE
MATERIALES INORGANICOS (PET, ALUMINIO Y HOJALATA)

RAMA:

PROGRAMAS DE COMPUTACION

TITULAR:

THERMOFLOW DE MEXICO, S.A. DE C.V. (CON FUNDAMENTO EN EL ARTICULO
83 DE LA L.F.D.A. EN RELACION AL ARTICULO 46 DEL R.L.F.D.A.)

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

Con fundamento en los artículos 2, 208, 209 fracción III y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 64, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; y artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I y 9 del Reglamento Interior de Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

Número de Registro: 03-2023-021011291700-01

Ciudad de México, a 10 de febrero de 2023

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

JESÚS PARETS GÓMEZ



CULTURA



INDAUTOR

Carta de Terminación de Educación Dual por la UE

INTGEN TECHNOLOGIES DE MÉXICO S.A. DE C.V.

IntGen
TECHNOLOGIES S.A. DE C.V.

PROGRAMA DE DESARROLLO SOCIAL BECA DE EDUCACIÓN DUAL

ASUNTO: CARTA DE TÉRMINO DE PROGRAMA DUAL

A QUIEN CORRESPONDA

Por medio de la presente me permito informarle que la C. Carbajal Colín Ana Edith estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, inscrito en Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, con número de control 201720759, ha concluido su Formación en el programa Dual en IntGen Technologies de México S.A. de C.V.

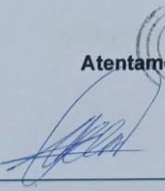
Realizando las actividades relevantes en el programa denominado "Módulo de Detección de Materiales del Sistema Integral de Dispositivos de Reciclaje con Aplicación de la IA, para el Tecnológico de Querétaro" en el tiempo correspondiente del 06 de abril del 2022 al 06 de abril del 2023

Se proporciona una evaluación del rendimiento y capacidad del alumno durante el tiempo que se ha desarrollado dentro de la empresa

Aplicación del conocimiento: Excelente
Hábitos del Trabajo: Bueno
Responsabilidad: Bueno
Iniciativa y creatividad: Bueno

Se extiende la presente en Coacalco de Berriozábal, Estado de México a los 06 días del mes de Abril del año 2023.

Atentamente


IntGen
TECHNOLOGIES S.A. DE C.V.
DIRECCIÓN GENERAL

Director general
M. EN C. ALLAN RONIER DIEZ BARROSO AGRAZ

5585824030
5562169478

 www.intgen.com.mx
proyectos@intgen.com.mx

 San Francisco Ext. 12, Int. 24, Col. Dalias
Coacalco Berriozábal, C.P. 55712.
Estado de México



**INTGEN TECHNOLOGIES
DE MÉXICO S.A. DE C.V.**

PROGRAMA DE DESARROLLO SOCIAL BECA DE EDUCACIÓN DUAL
ASUNTO: CARTA DE TÉRMINO DE PROGRAMA DUAL

A QUIEN CORRESPONDA

Por medio de la presente me permito informarle que el C. Reyes Chamorro Jesús Edgardo estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, inscrito en Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, con número de control 201820443, ha concluido su Formación en el programa Dual en IntGen Technologies de México S.A. de C.V.

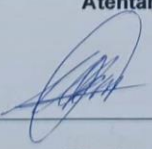
Realizando las actividades relevantes en el programa denominado "Módulo de Detección de Materiales del Sistema Integral de Dispositivos de Reciclaje con Aplicación de la IA, para el Tecnológico de Querétaro" en el tiempo correspondiente del 06 de abril del 2022 al 06 de abril del 2023

Se proporciona una evaluación del rendimiento y capacidad del alumno durante el tiempo que se ha desarrollado dentro de la empresa

Aplicación del conocimiento: Excelente
Hábitos del Trabajo: Bueno
Responsabilidad: Bueno
Iniciativa y creatividad: Bueno

Se extiende la presente en Coacalco de Berriozábal, Estado de México a los 06 días del mes de Abril del año 2023.

Atentamente



IntGen
TECHNOLOGIES S.A. de C.V.
DIRECCIÓN GENERAL
Director general
M. EN C. ALLAN RONIER DIEZ BARROSO AGRAZ



5585824030
5562169478



www.intgen.com.mx
proyectos@intgen.com.mx



San Francisco Ext. 12, Int. 24, Col. Dalias
Coacalco Berriozábal, C.P. 55712.
Estado de México

53