



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## ***DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA***

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
ELECTROMECAÁNICO



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA DE SELLADO DE ENVASES DE YOGURT CON UN CONTROL HMI, EN LA FÁBRICA DE PRODUCTOS LÁCTEOS AMAZONAS.**

CRISTIAN XAVIER HERRERA HERRERA  
EDWIN OLIVER VILCA TOAQUIZA



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# OBJETIVO GENERAL:

- Diseñar y construir una máquina de sellado automático para envases de yogurt en la fábrica de productos lácteos AMAZONAS, de la parroquia Guaytacama, en la ciudad de Latacunga.



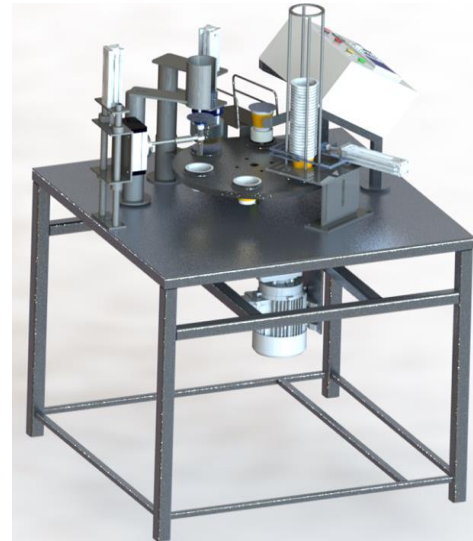
# OBJETIVO ESPECÍFICOS :

- Analizar y seleccionar las alternativas y parámetros previos al diseño eléctrico, mecánico y de control.
- Diseñar los elementos y mecanismos de la máquina.
- Elaborar el diseño eléctrico y de control para los dispositivos de la máquina.
- Construir y montar las diferentes partes de la máquina
- Implementación del sistema HMI.



# GENERALIDADES:

El presente proyecto consiste en el diseño, construcción y automatización de una máquina para solucionar el problema presentado en la línea de sellado de los vasos de yogurt de la fábrica de PRODUCTOS LÁCTEOS AMAZONAS.



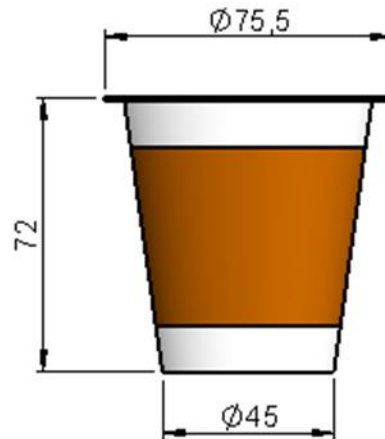
# SOFTWARES UTILIZADOS PARA LA SIMULACIÓN MECÁNICA, ELÉCTRICA, NEUMÁTICA, Y PROGRAMACIÓN

- Para el diseño mecánico se utilizó el software SolidWorks versión demo el cuál utiliza técnicas de análisis por elementos finitos.
- Para del diseño neumático se simuló en el software Festo FluidSIM V3.6 demo.
- Para el sistema eléctrico-electrónico se utilizó el simulador CADe\_SIMU1.0 demo.
- Para la programación del PLC se utiliza el software XC Series Program Tool
- Y para la programación del panel operador se utilizo el software OP20 Edit Tool



# PARAMETROS DE DISEÑO:

- Tipo de máquina selladora.  
Máquina automática para termo-sellado con transportador rotativo.
- Capacidad máxima de producción.  
900 envases/hora
- Dimensiones principales del envase plástico



# PARAMETROS DE DISEÑO

- Peso del envase de polietileno vacío de 150ml.  
Peso máximo = 0,12N (12gr).
- Peso del envase de 150ml lleno con yogurt.  
Peso máximo = 1.89N (188gr).
- Material principal para la fabricación de la máquina.  
Debido al contacto con productos alimenticios se fabricó de acero inoxidable AISI304.
- Factor de seguridad (FS) mínimo requerido es 2.5.

## Materiales dúctiles

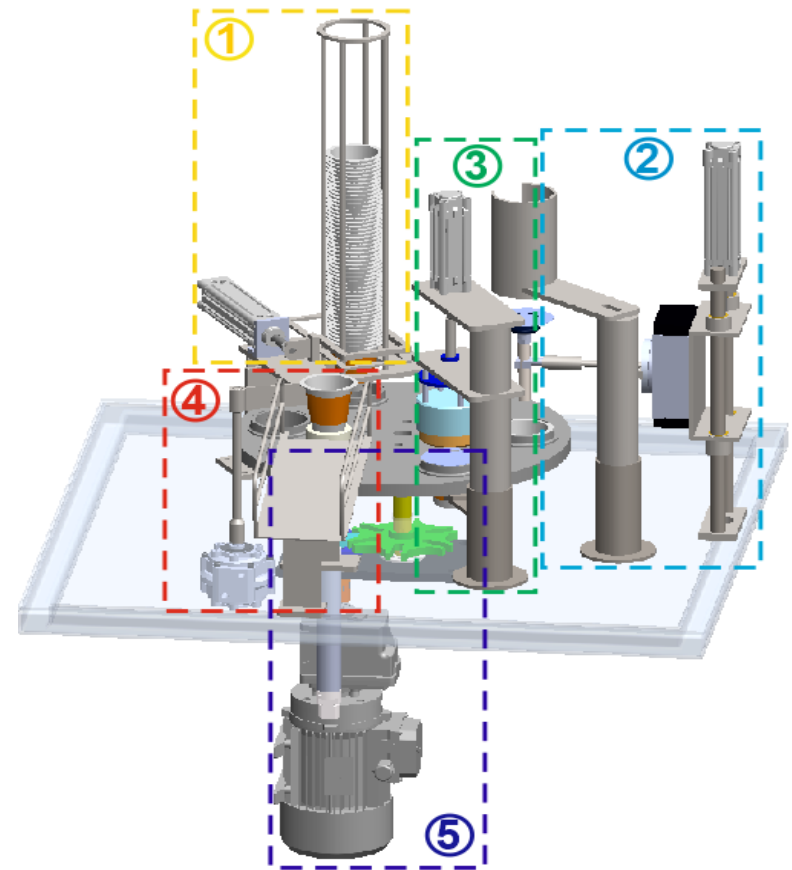
1.  $N = 1.25$  a  $2.0$ . El diseño de estructuras bajo cargas estáticas, para las que haya un alto grado de confianza en todos los datos del diseño.
2.  $N = 2.0$  a  $2.5$ . Diseño de elementos de máquina bajo cargas dinámicas con una confianza promedio en todos los datos de diseño. Es la que se suele emplear en la solución de los problemas de este libro.
3.  $N = 2.5$  a  $4.0$ . Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquina bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas, propiedades de los materiales, análisis de esfuerzos o el ambiente.
4.  $N = 4.0$  o más. Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, propiedades del material, análisis de esfuerzos o el ambiente. El deseo de dar una seguridad adicional a componentes críticos puede justificar también el empleo de estos valores.





# COMPONENTES PRINCIPALES DE LA MÁQUINA

1. Sistema para el suministro de envases vacíos.
2. Sistema para el suministro y colocación de foil.
3. Sistema de termo sellado.
4. Sistema para el despacho de envases sellados.
5. Sistema de transportador rotativo.



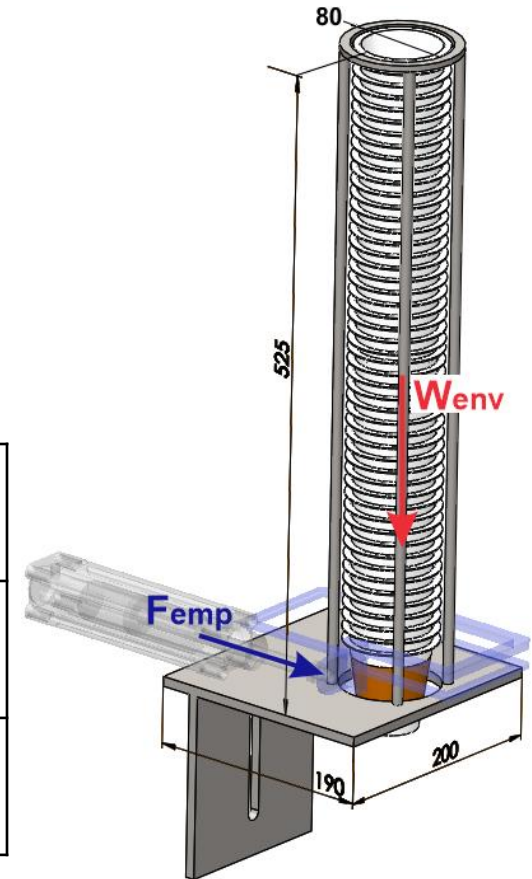
# DISEÑO DEL DOSIFICADOR DE VASOS

## Estructura soporte para los envases

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| Numero de envases en la estructura | 150  |
| Brazo dosificador de envases       |      |
| Pesos envases ( $W_{env}$ ) [ N ]  | 36   |
| Fuerza de empuje ( $F_{emp}$ ) [N] | 23.4 |

## Cilindro de accionamiento neumático

| Cilindro de accionamiento neumático          |         | Datos de catalogo |
|--|---------|-------------------|
| Fuerza del cilindro ( $F_{cil1}$ ) [ N ]     | 46.8    | 482               |
| Diámetro del embolo ( $\varnothing_{emb1}$ ) | 12.2 mm | 12mm              |



# DISEÑO DEL SISTEMA PARA SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE FOIL

|   |      |
|---|------|
| <b>Cilindro contenedor de los discos de foil.</b> |      |
| Peso del foil [N]                                 | 0.03 |
| Peso con 150 foil [N]                             | 9    |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Ventosa de sujeción</b>                  |     |
| Por catálogo $\emptyset$ de aspiración [mm] | 2   |
| Fuerza de retención [N]                     | 0.1 |



# DISEÑO DEL SISTEMA PARA SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE FOIL

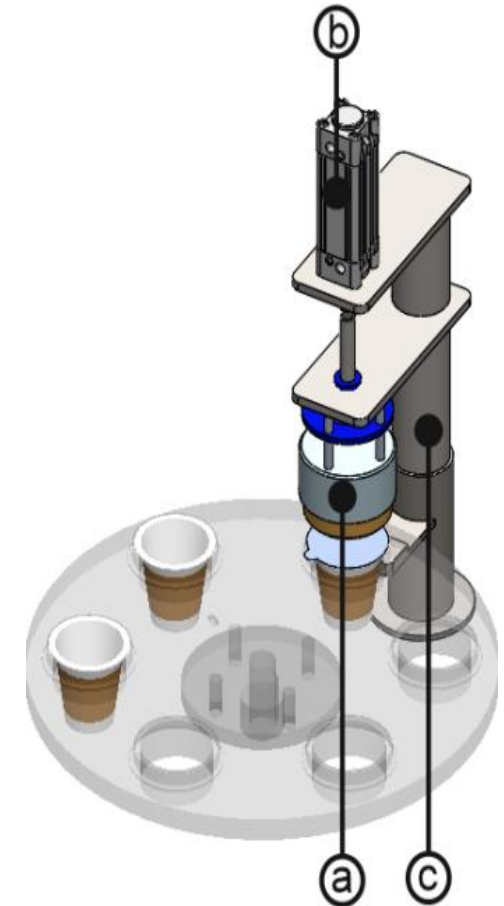
| Actuador giratorio                           |       |                |
|--|-------|----------------|
| Torque teórico por tabla [N.m]               | 3.93  |                |
| Torque de diseño $T_{dis}$ [N.m]             | 1.96  |                |
| Carga máxima actuador giratorio $W_{cg}$ [N] | 19.65 | Tablas:<br>363 |

| Cilindro neumático de elevación                          |       |              |
|--|-------|--------------|
| Peso total cilindro a levantar [N] $WT1$                 | 44.44 |              |
| Fuerza de diseño requerida en el émbolo $F_{e/v1}$ [N]   | 88.88 |              |
| Fuerza del cilindro en carrera de retorno $F_{ci/2}$ [N] | 275,4 | Tabla<br>414 |



# DISEÑO DEL SISTEMA DE TERMO-SELLADO

| Sistema termo-sellado        |              |
|------------------------------|--------------|
| Fuerza cilindro (F cil3) [N] | 321.70       |
| Temperatura de sellado       | 290 - 310 °C |
| Presión de aire              | 4 - 7 bar    |

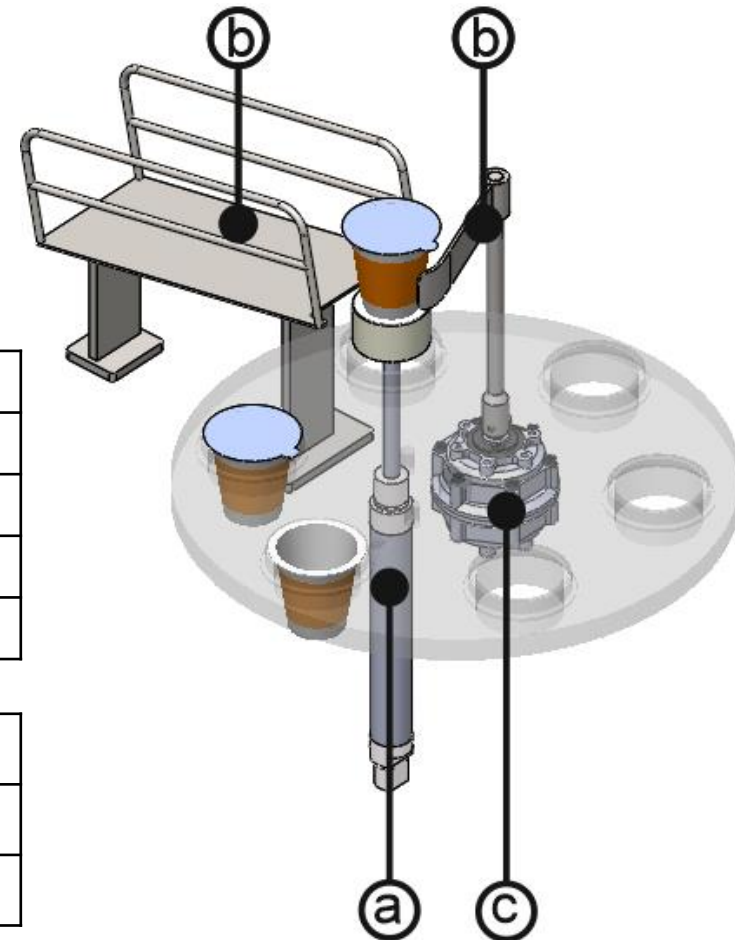


# DESPACHO DE ENVASES SELLADOS

| <b>Cilindro neumático de elevación</b>      |       |
|---|-------|
| Peso total (W T2)[N]                        | 3,407 |
| Fuerza de elevación (F elv) [N]             | 6,8   |
| Diámetro del émbolo ( $\emptyset$ emb3)[mm] | 4,7   |

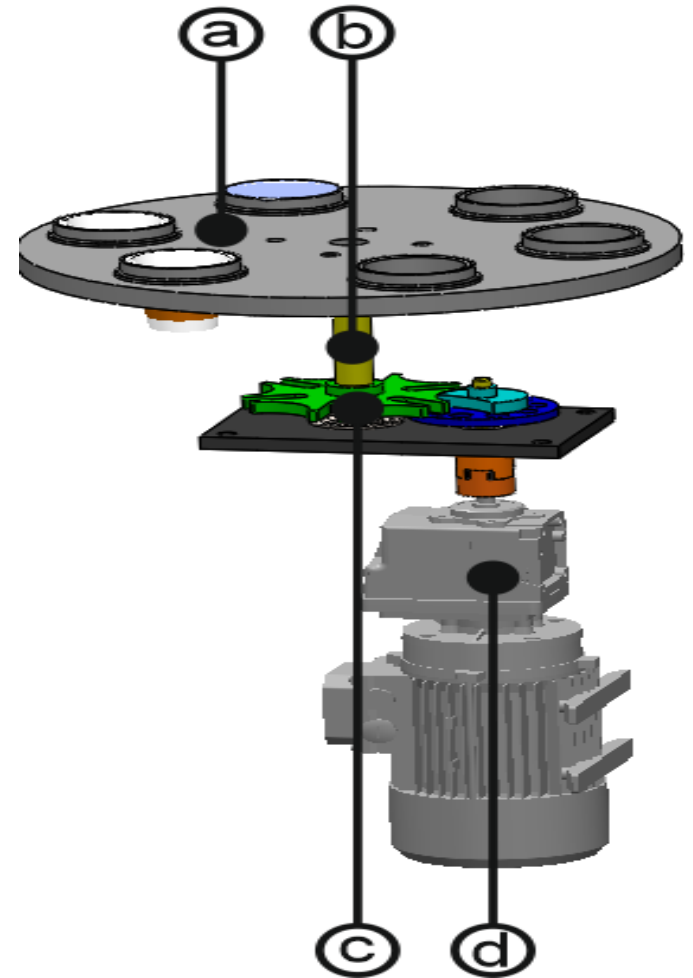
| <b>Brazo de empuje</b>          |       |
|---------------------------------|-------|
| Fuerza de impulso(F imp)[N]     | 22,54 |
| Tiempo de impulso (t imp)[seg]  | 0,04  |
| Momento de flexión (M max1)[Nm] | 2,93  |
| Altura (h)[mm]                  | 2,5   |

| <b>Motor neumático</b>  |      |
|-------------------------|------|
| Torque (T)[Nm]          | 2,93 |
| Velocidad de giro (rpm) | 60   |



# SISTEMA TRANSPORTADOR ROTATIVO

- Plato circular perforado
- Eje de giro
- Mecanismo de cruz de malta
- Moto-reductor



# SELECCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS

El material empleado para la construcción de la máquina es de grado alimenticio.

- Acero inoxidable AISI 304 para la estructura y partes
- El Cobre en el elemento sellado para la transferencia de calor.
- Rueda porta vasos de aluminio.
- Y el duralon para algunas bases.





# EQUIPOS NEUMÁTICOS

- Electroválvulas
- Un generador de vacío
- Mangueras N° 8
- Conectores
- Ventosa
- Cilindros neumáticos



# EQUIPOS ELÉCTRICOS - ELECTRONICO

- Interruptor termo magnético 2P
- Contactor 220V
- Relés 24V
- Fuente 24V
- Finales de carrera
- Niquelina 220V
- Sensor inductivo
- Sensor fotoeléctrico
- Termocupla tipo J



# EQUIPOS ELÉCTRICOS - ELECTRONICO

- PLC
- Controlador de temperatura
- Panel operador
- Variador de frecuencia.
- Relé de estado solido.



# CONCLUSIONES

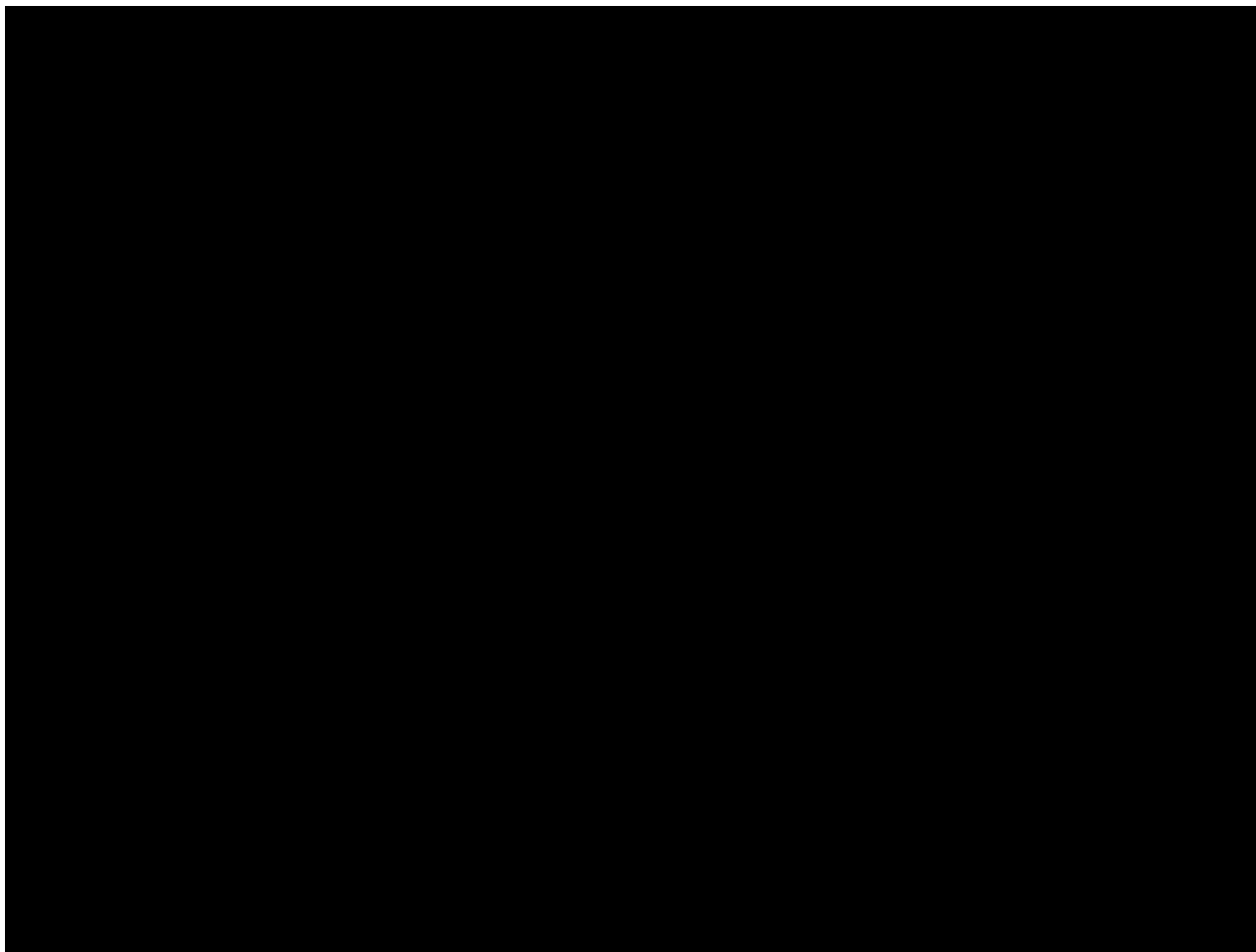
- Se diseñó y construyó esta máquina selladora de forma rotativa con un control HMI.
- En la construcción de la máquina se usó acero inoxidable AISI 304 ya que otorga una resistencia a la corrosión con esto garantizamos que el proceso de sellado sea higiénico.
- Con las pruebas se tubo que para un buen sellado el rango de temperatura de trabajo del elemento sellador debe ser de 290 a 310 gados centígrados y una presión de trabajo de 4 a 7 bar.



# RECOMENDACIONES

- Antes de iniciar el proceso de sellado verificar que la temperatura del elemento sellador se encuentre seteado a (290 a 310 °C), como también la presión de trabajo (4 a 7 bar).
- Utilizar ropa adecuada de trabajo ya que hay partes de máquina que realiza movimientos puede haber atrapamientos.
- Cualquier revisión, limpieza o cambio de cualquier elemento se debe realizar con el equipo apagado para evitar cualquier tipo de accidente.





**ESPE**  
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# GRACIAS



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA