



ICAO

ENVIRONMENT



# SEMINARIO DE LA OACI SOBRE AVIACION INTERNACIONAL Y MEDIO AMBIENTE

Lima – Perú 7-8 ABRIL 2014

# SEMINARIO DE LA OACI SOBRE PLANES DE ACCION DE REDUCCION DE EMISIONES DE LOS ESTADOS

Lima – Perú 9-10 ABRIL 2014



# INTI Aeronáutico y Espacial



Centro de Investigación y Desarrollo  
en Tecnología Aeroespacial

## Desarrollo y caracterización de incombustible aeronáutico BioJet en Argentina

Ing. Raúl Mingo. PhD  
Director  
INTI – Aeronáutico y Espacial  
Argentina  
[raul@inti.gob.ar](mailto:raul@inti.gob.ar)

Lima Abril 2014

Trabajo en preparación....



## Temas a desarrollar en la presentación

- 1) Objetivos del proyecto
- 2) Instituciones involucradas en el Proyecto
- 3) Propuesta de un laboratorio de Ensayos de Desarrollo.
- 4) Programa de simulación y prognosis del impacto ambiental por el uso de BioJet en la actividad aeronáutica.



**\* Global**

- Apoyar el desarrollo de un biocombustible aeronáutico nacional BioJet.

**\* Particular**

- Crear un laboratorio de medición de emisiones para acompañar el desarrollo del producto BioJet y garantizar calidad del producto respecto de su performance y sus productos de combustión.
- Adquirir experiencia en las metricas de medicion de emisiones
- Generar herramientas de simulación, para pronosticar escenarios de implementación del uso de biocombustibles y su impacto a nivel emisiones.



## A nivel gubernamental:

- **Subsecretaría de Transporte**  
(en su carácter de gestor convocante)
- **ANAC**  
(en su carácter de Autoridad Aeronáutica)

**Ambas dependientes del Ministerio del Interior**



## ● INTI- Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Institución creada en 1957, con el objetivo de desarrollo, certificación y asistencia técnica a la tecnología en la República Argentina.



Ubicada la sede central en la localidad de San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina, está compuesto por once centros regionales diseminados en todo el país.

Ubicados en su sede central y la ciudad de Córdoba, el **Centro Aeronáutico y Aeroespacial**, nace en el año 2010 con el objetivo de brindar soporte y favorecer el crecimiento de la industria aeronáutica.

[www.inti.gob.ar](http://www.inti.gob.ar)



### ● YPF S.A- Yacimientos Petrolíferos Fiscales

Empresa argentina dedicada a la explotación, distribución y comercialización de petróleo y sus derivados.

En lo que respecta a la **industria aeronáutica**, la empresa domina el 50 % del mercado nacional en la producción de JET-A1.



Año	Descripción	Cantidad [m3]	% prod. total
2013	Subproductos obtenidos YPF	19. 971.447	-
	Producción de JET-A1	940.489	4,71%



## LINEAS AEREAS DE ESTADO

- Aerolíneas Argentinas
- AUSTRAL



- **INTA- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**

Institución creada en 1956 con el objetivo generar y transferir tecnologías para el ambiente agropecuario, forestal y agro-industrial

Cuenta con 15 centros regionales distribuidos en todo el país.

Aportara conocimiento y técnicas para la correcta elección de los cultivos para la generación de la biomasa.



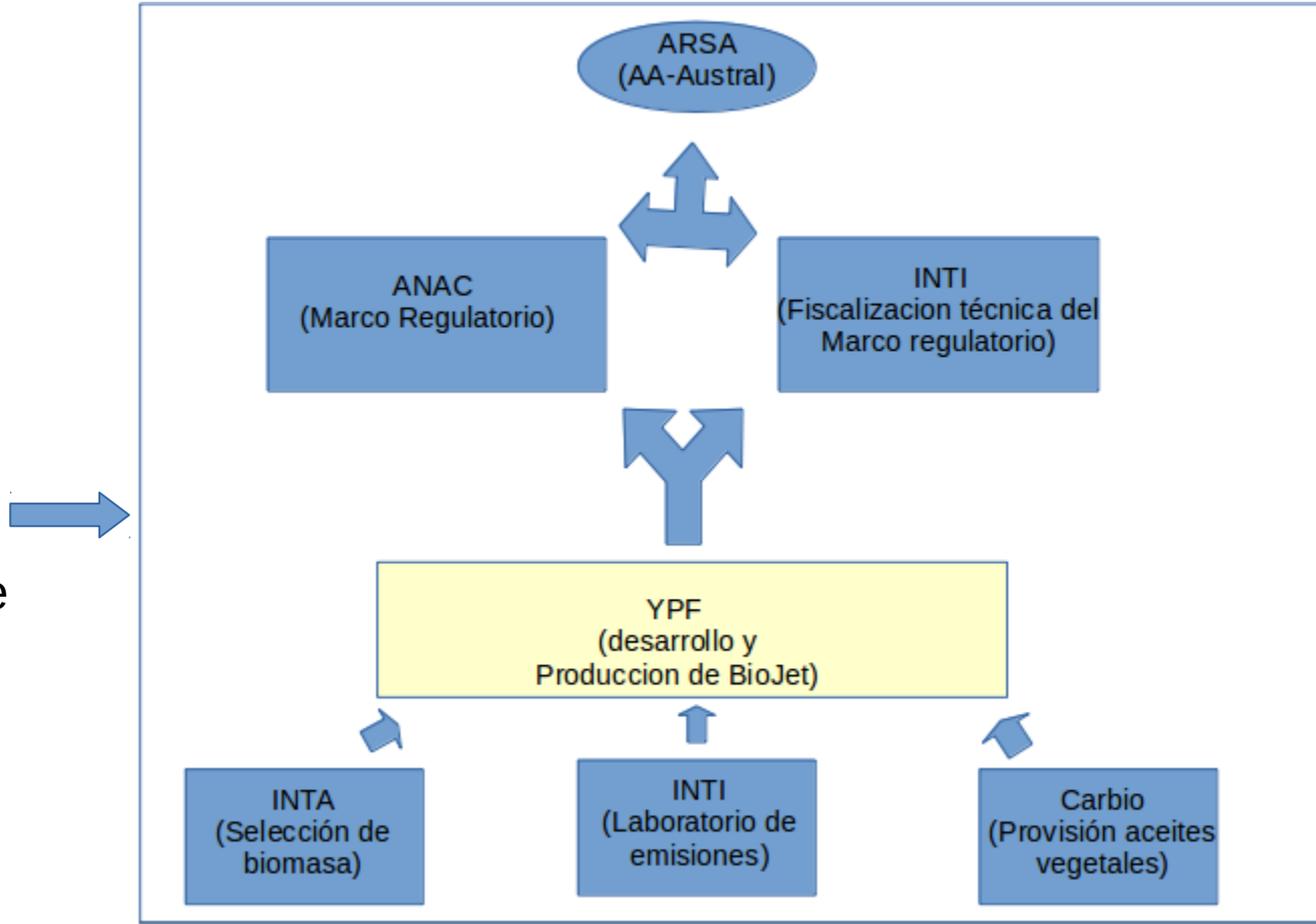
- **CARBIO- Cámara Argentina de Biocombustibles**

Asociación civil sin fines de lucro cuyo principal objetivo es el desarrollo y promoción de la producción y comercialización de biocombustibles y de su industria; a fin de contribuir activamente al crecimiento económico y sustentable de la Argentina.

En el proyecto actuará como proveedor de la biomasa.



### Idea conceptual del Proyecto \*



Secretaria de Transporte

\* no oficializada por la partes en proceso de gestion



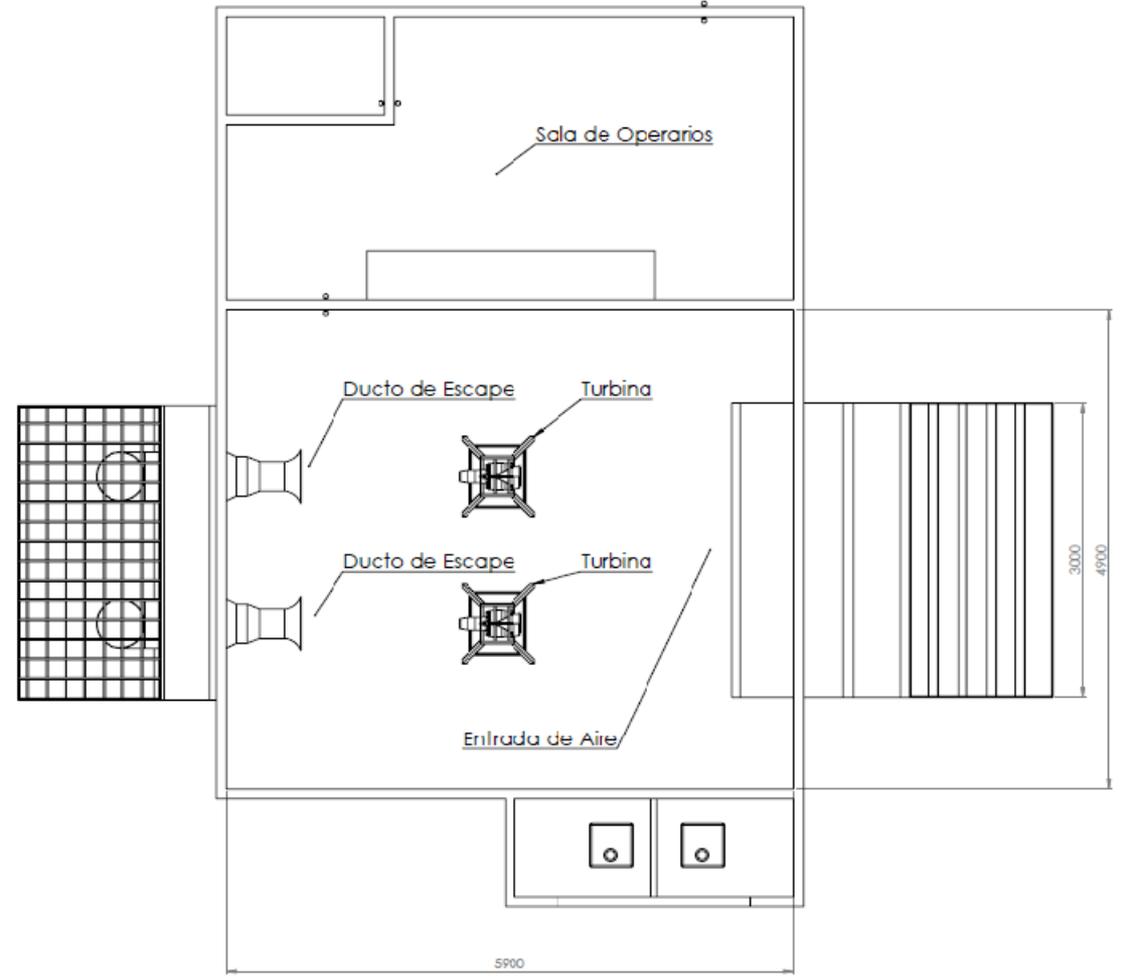
**El Laboratorio de ensayo contara con un Banco de prueba estará compuesto por:**

- **Dos micro-turbinas de uso aeronáutico**
- **Sistema de medición de performance y empuje.**
- **Sistema de medición de emisiones.**

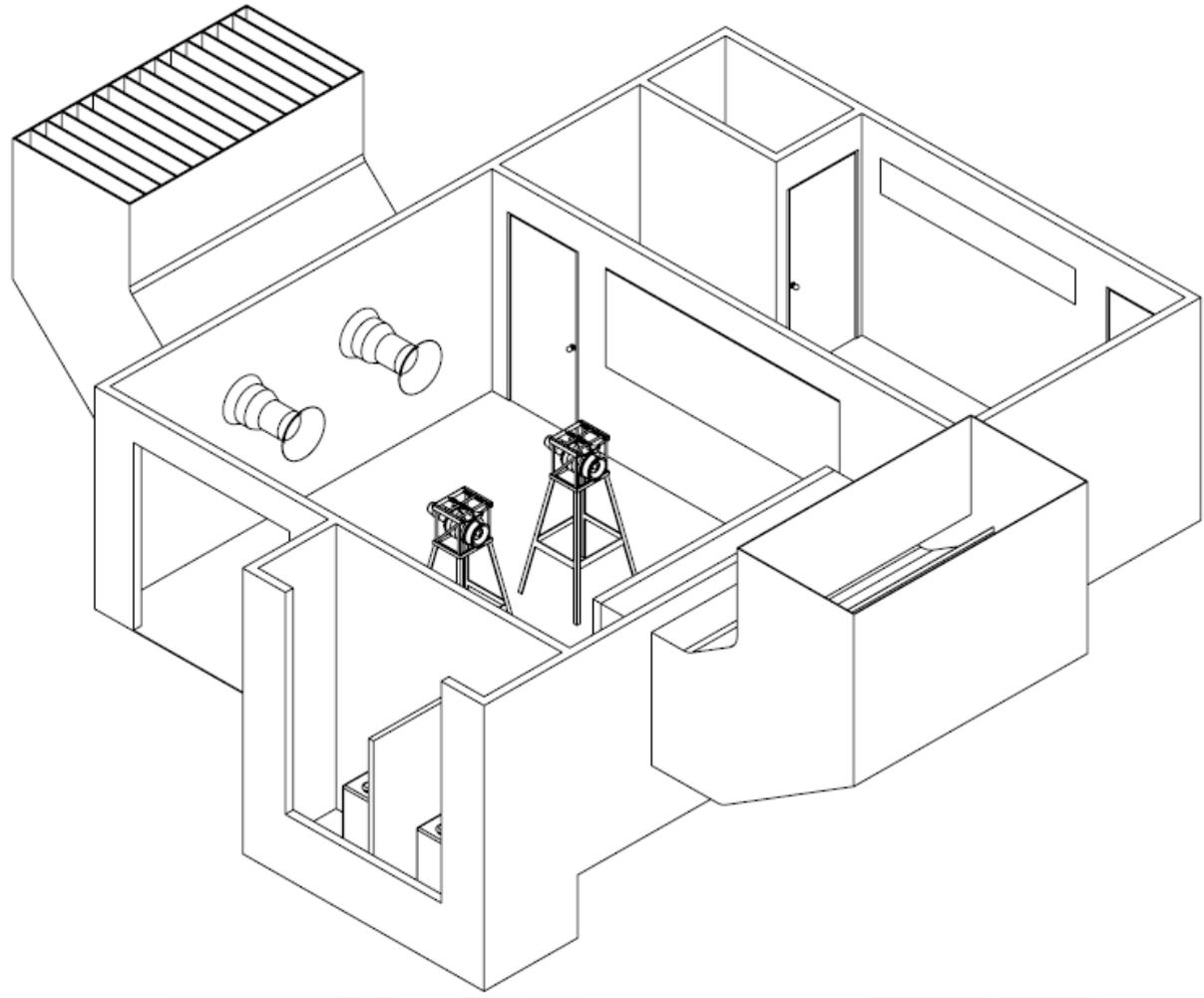




# Plano del laboratorio



# Plano del laboratorio



## Equipos de medición propuestos:

- Opción 1:

Analizador de gases mediante celdas electro-químicas

+

Equipos de medición de particulados

- Opción 2:

Cromatógrafo de gases

+

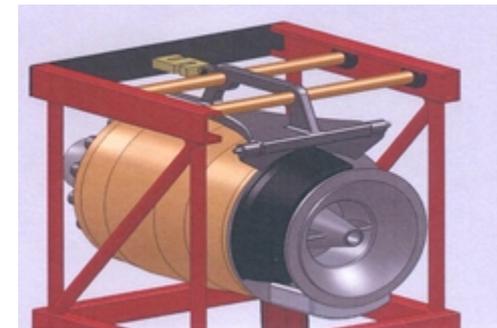
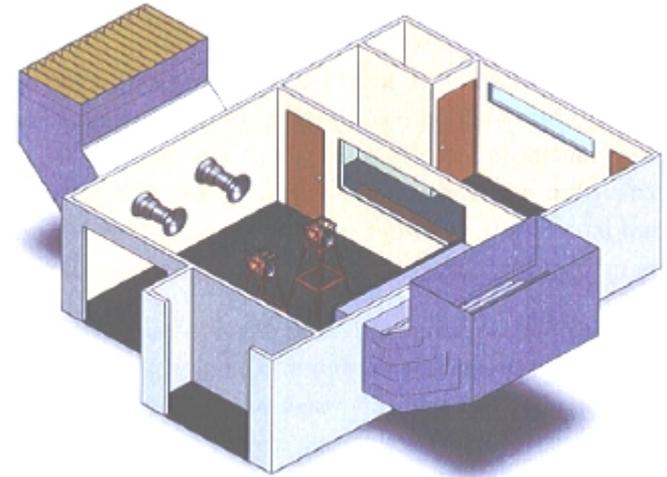
Detector de Ionización de llama (FID)

+

Detector de conductividad térmica (TCD)

+

Equipos de medición de particulados



## Laboratorio móvil de medición de emisiones en Aeropuertos

Tener la capacidad de transportar los equipos y realizar mediciones “in situ” de las emisiones generadas por las aeronaves, en caso que en un futuro la Autoridad lo requiera.

### Estado actual del Proyecto:

Concluida la etapas de diseño y en busca de financiación (BID) costo estimado 450000 USD



## Programa de simulación y prognosis

### Objetivo :

Generar herramientas computacionales de modelacion que permitan analizar el impacto del uso de **BioJet** en la reducción de **emisiones** de **CO2** y su proyección en el tiempo de la actividad aeronáutica .

### Metodología :

A través del desarrollo de un programa computacional se simulan distintos escenarios y su evolución en el tiempo, en función de los factores que afectan la actividad.

El programa fue desarrollado con el software científico SCILAB en plataforma Linux, Open Sources.



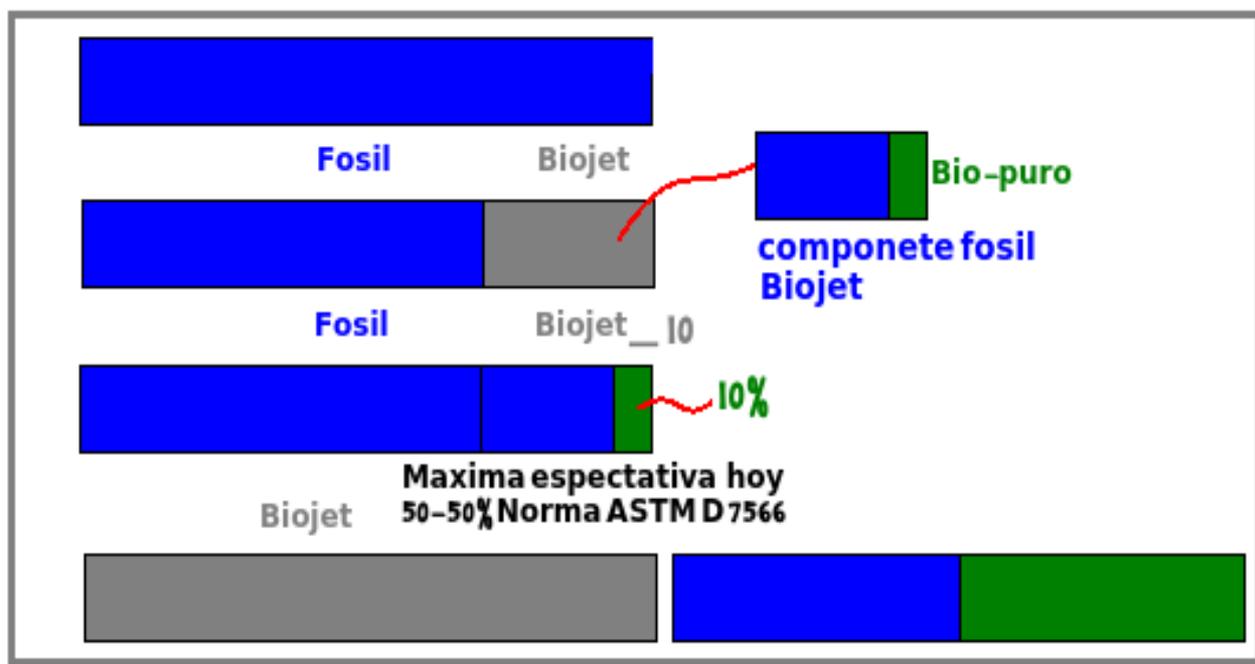
## Definición BioJet

- Mezcla de Jet-A1 con querosene sintético parafínico (SPK- Norma ASTM D7566)

Consumo convencional de la aerolínea

Incorporación BioJet en la demanda de la aerolínea

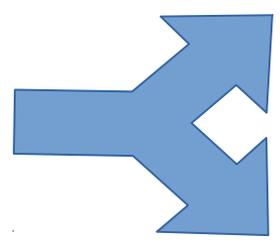
Máximo permitido Actual



## Hipótesis utilizadas en las proyecciones

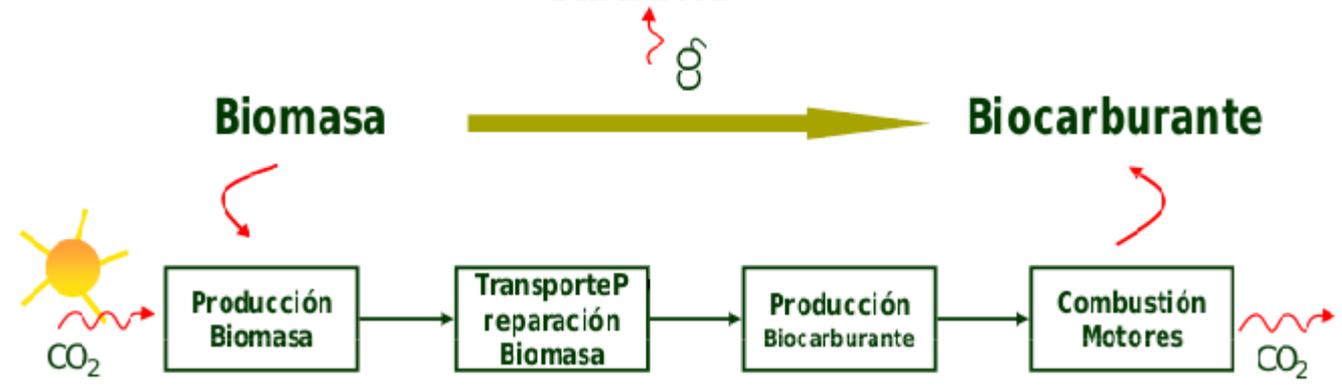
- Se considera la combustión del componente **bio** del **BioJet** como carbono 0, es decir que emite **0 Kg de CO<sub>2</sub>**.

Validez de la hipótesis ?



Se puede **considerar** cierta al incluir solamente el ciclo de vida de la planta en el balance de la combustión

No **es cierta** si se considera la huella de carbono



## Variables Utilizadas

### 1-Demanda de Combustible a Aerolíneas Argentinas (AA):

- La producción de combustible convencional **JET-A1** de la empresa **YPF S.A** se encuentra volcada, aproximadamente, en su totalidad a satisfacer la demanda de la aerolínea de bandera (**AA**).
- Se tomara un valor inicial y se lo utilizara en la proyección, se tomara, la producción total del año 2013, dato provisto por la Secretaria de Energía de la Nación.

### 2-Crecimiento Proyectado de la Actividad Aeronáutica:

- Se considera como escenario de máximo crecimiento el proyectado por OACI para la región sudamericana en el informe 'ICAO Hands-on Training Workshop for States' Action Plans on CO2 Emissions Reduction Activities- Montreal 2011'
- El valor de RTK inicial de las proyecciones es el provisto por Aerolíneas **Argentinas (ARSA S.A)** del año 2013.



## Variables de entrada de la simulación

- RTK [Tn\*Km] = Tonelada paga por kilómetro transportado.
- Fuel Burned [ It ] = Combustible consumido inicial.

Eficiencia de combustible [ It / (Tn\*Km) ]

$$\theta = \frac{\text{Volumen de combustible}}{RTK} = \frac{FB}{RTK}$$

Donde el objetivo es que sea menor a través del tiempo, permitiendo transportar carga en forma más eficiente.

- Estrategia de introducción del BioJet por la aerolínea (AA)

$Biojet_{10}$  [ 3 años ]  $\rightarrow$   $Biojet_{20}$  [ 3 años ]  $\rightarrow$  .....  $\rightarrow$   $Biojet_{50}$



## Parametros de entrada de la simulación

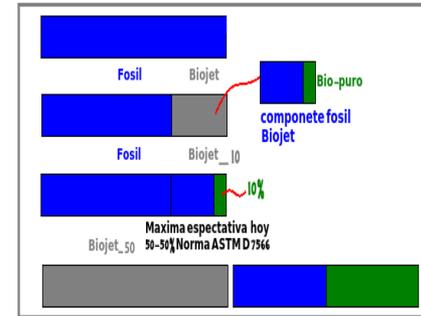
- **$Cc$  [%]** = Tasa de crecimiento de la actividad aeronáutica en la región.
- **$Beta$  [%]** = Tasa de reducción de la eficiencia combustible.
- **$Vas$  [%]** = *Tasa de inserción inicial de BioJet respecto de la demanda de combustible convencional en el año de lanzamiento.*
- **$Vasc$  [%]** = *Tasa de crecimiento anual del uso de BioJet.*
- **$Fc$**  = Factor de conversión de litros de comb. fósil a kg. de CO2 emitidos  
(  $fc=2,52$  )



## Resultados obtenidos de la simulación

En función de posibles escenarios de crecimiento de la actividad (RTK) y de la utilización del combustible bio proyectadas en el tiempo.

- Demanda proyectada del combustible total [ It ].
- Volumen de combustible BioJet (plan de mitigacion) a utilizar [ It ].
- Volumen de combustible convencional a utilizar [ It ].
- Volúmenes de biomasa (bio\_puro) [ It ].
- Eficiencia de mitigación.
- Kilogramos de CO2 emitidos en los distintos escenarios [ kg ].



## Indicador obtenido en base a los resultados

- **Indicador de reducción de CO2**  $\eta_R$  **(Eficiencia de mitigación)**

**Relación entre la emisiones de CO2 producidas por usar solamente combustible fósil y las producidas al usar combustible fósil más bio combustibles (BioJet) para cubrir la demanda proyectada.**

$CO_{2fossil}$  = *emision usando solo combustible fosil JET - A1*

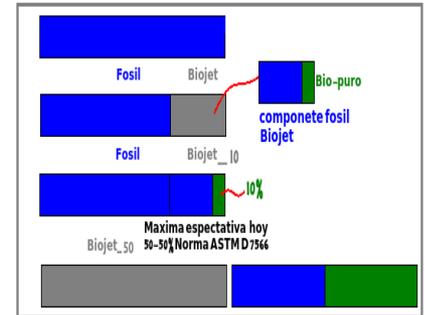
$CO_{2r}$  = *emision del Jet - A1 + emision parte fosil del BioJet*

**Sin huella**

$$\eta_R = \frac{CO_{2fossil} - CO_{2r}}{CO_{2fossil}} \longrightarrow \eta_R = \frac{Volumen_{bio}}{volumen_{fosil}}$$

**Con huella**

$$\eta_R = \frac{(CO_{2fossil} + \Delta CO_{2fossil-huella}) - (CO_{2r} + \Delta CO_{2r-huella})}{CO_{2fossil} + \Delta CO_{2fossil-huella}}$$



# Indicador de reducción de CO2

$$\eta_R = \frac{CO_{2fossil} - CO_{2r}}{CO_{2fossil}}$$

$CO_{2fossil}$  = emision usando solo combustible fosil JET - A1

$$CO_{2fossil} = FB * fc$$

$CO_{2r}$  = emision combustible fosil JET - A1 + emision parte fosil del combustible BioJet

$$CO_{2r} = (FB - biomasa) * fc$$

Si

$Bio_{puro} = 50 \%$



$\eta_R = 0,5$



reemplazo total según estado actual de la norma.

$Bio_{puro} = 0 \%$



$\eta_R = 0$



sin reemplazo



## Escenarios Planteados

Se supuso para los dos escenarios I y II que la implementación tecnología del BioJet sera escalonada aumentando la proporción de biomasa en un **10%** cada tres años hasta alcanzar el máximo establecido por la norma ASTM D7566 de **50%**

### Escenario I de Máxima expectativa

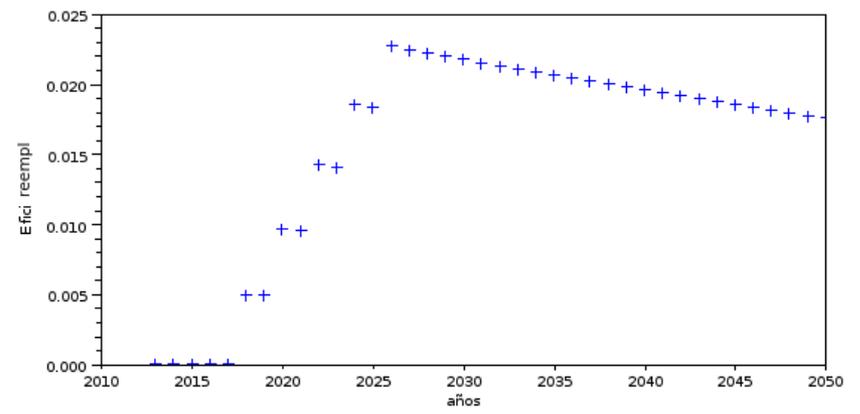
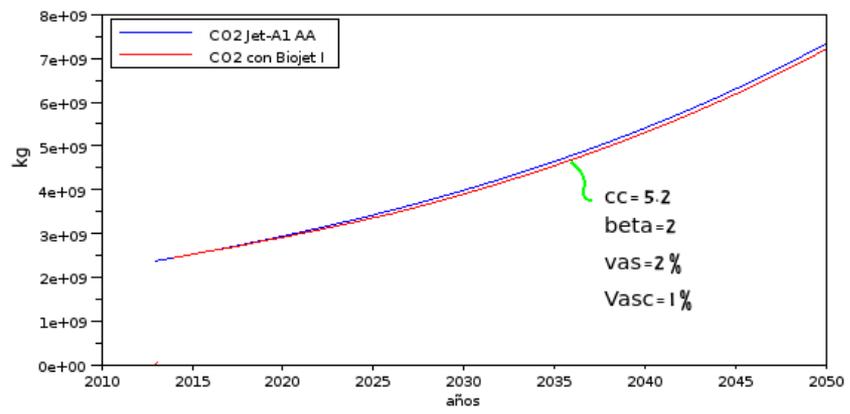
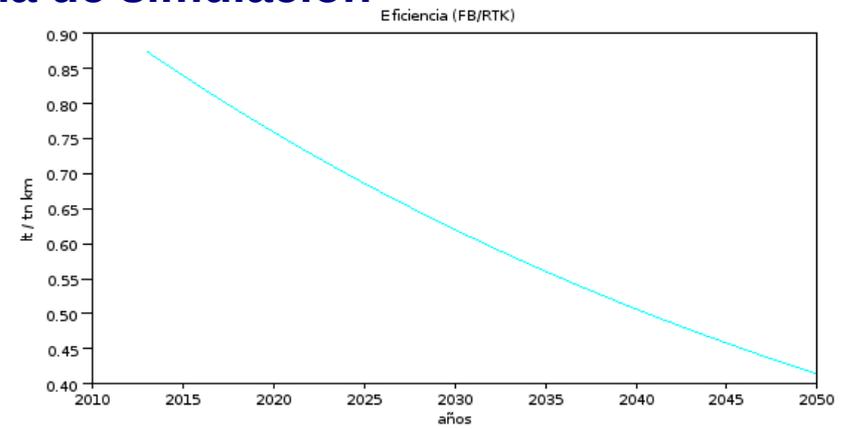
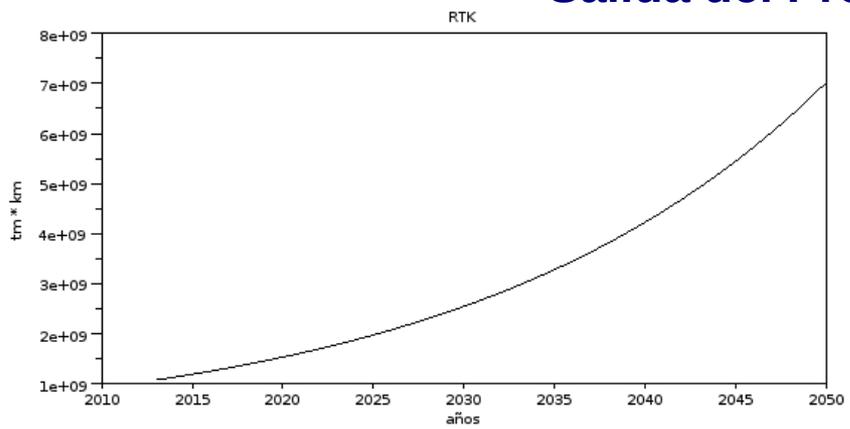
- cc = 5.2 %** ( tasa crecimiento anual actividad)
- Beta = 2 %** ( tasa de reducción anual de la eficiencia combustible)
- vas = 2 %** ( demanda inicial de BioJet respecto la consumo fósil )
- Vasc = 1%** ( tasa crecimiento anual de la demanda de BioJet)

### Escenario II de Mínima expectativa

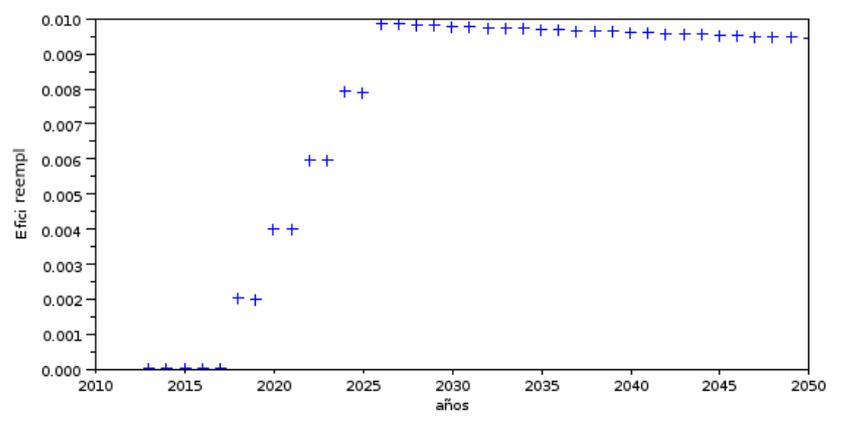
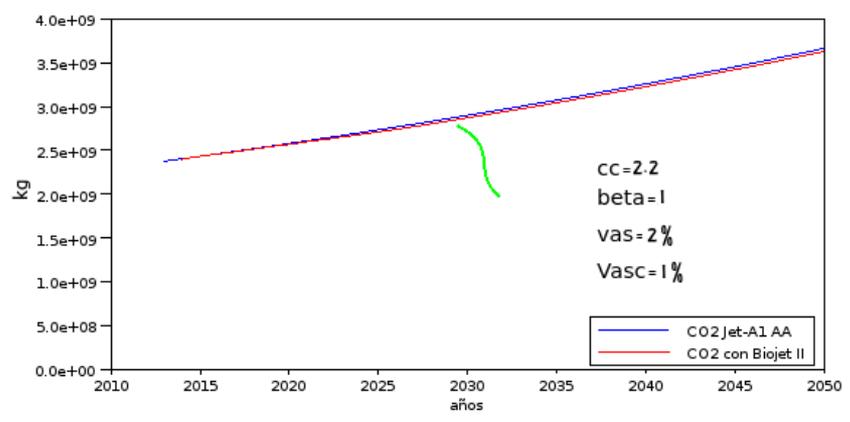
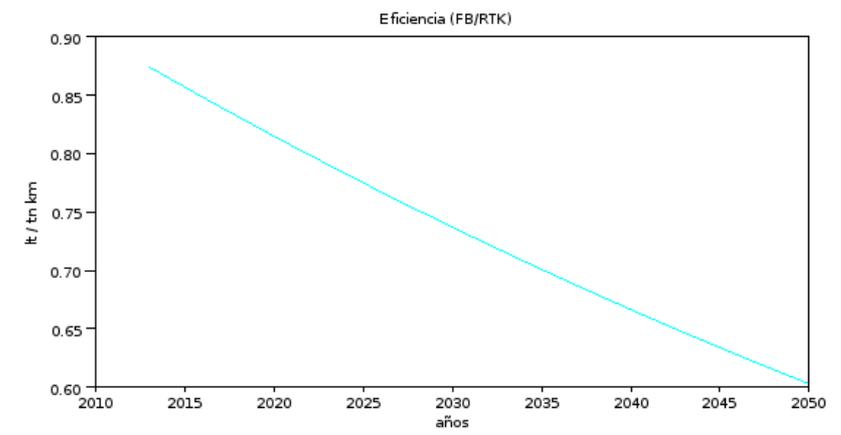
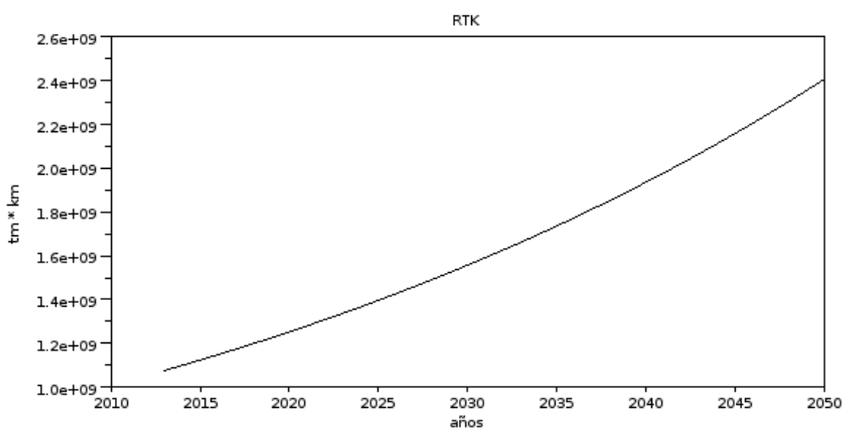
- cc = 2.2 %** ( tasa crecimiento actividad)
- Beta = 1 %** ( tasa de reducción de la eficiencia combustible)
- vas = 2 %** ( demanda inicial de BioJet respecto la consumo fósil )
- Vasc = 1%** ( tasa crecimiento anual de la demanda de BioJet)



## Salida del Programa de simulación

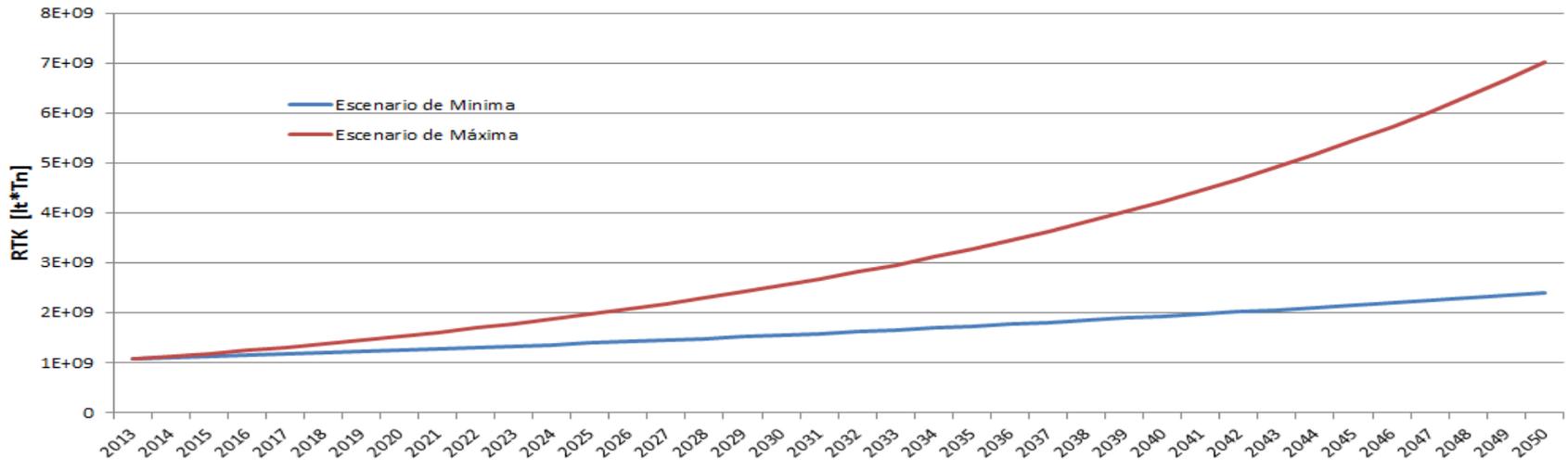


### 4) Programa de simulación y prognosis

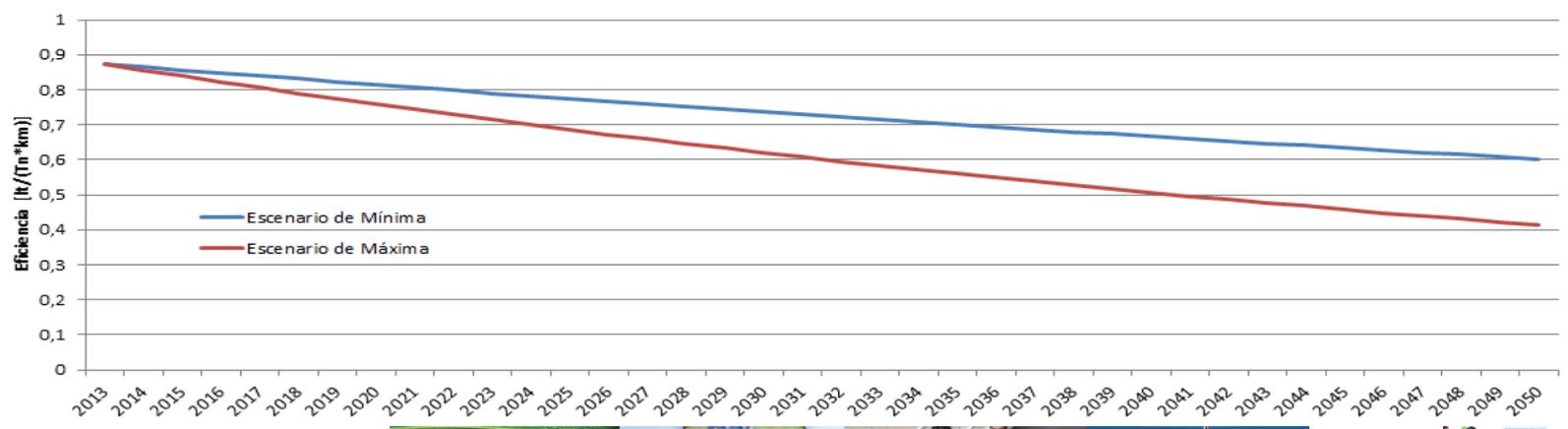


# Comparativa de Resultados Obtenidos

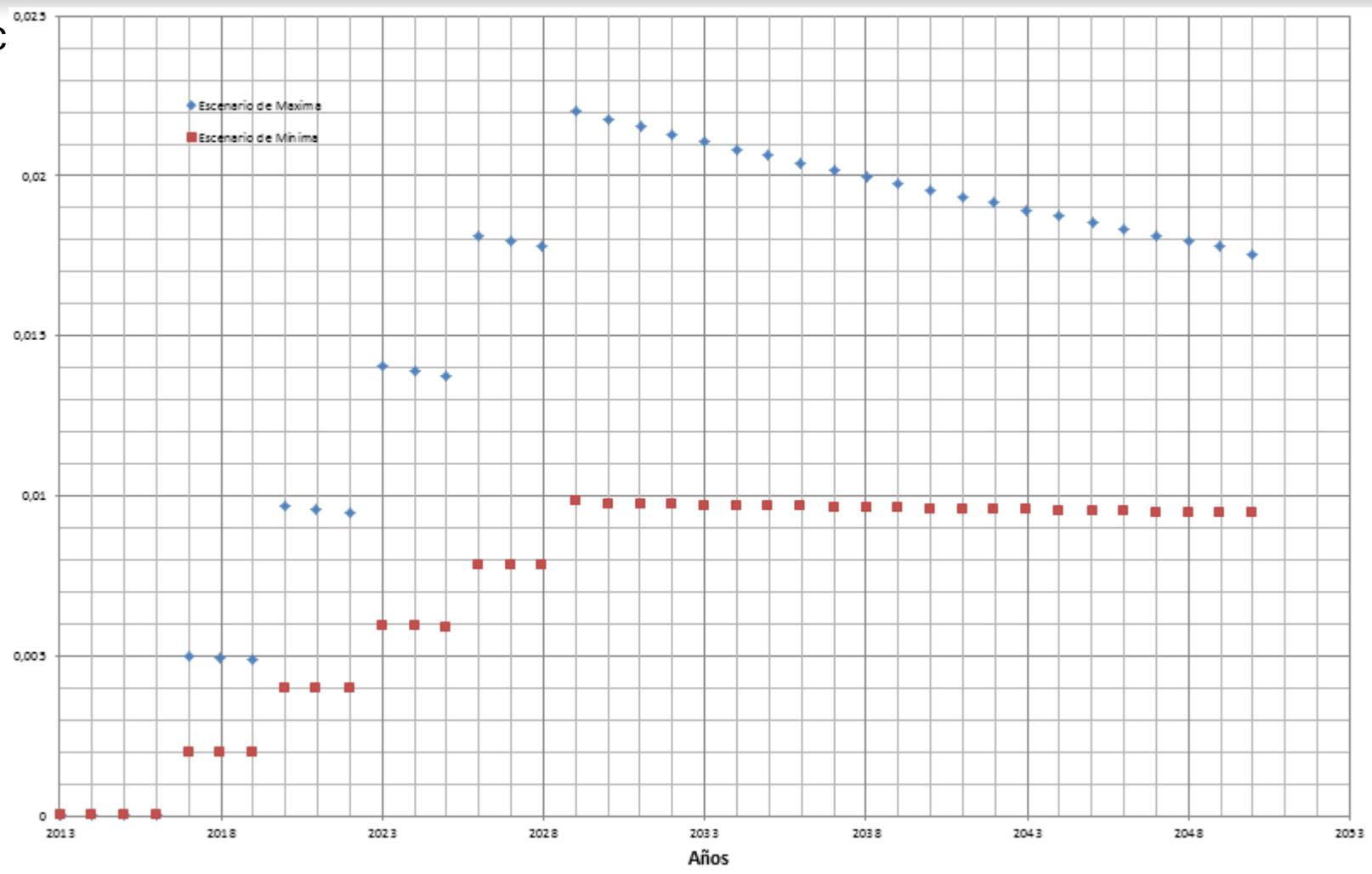
## RTK según los escenarios propuestos



## Eficiencia de Combustible



Indic



Año	RTK (Tm.Km)	FB (litros)	FB/R TK	Biojet (litros)	Bio-puro (litros)
2020 I	1533.995.041,34	1164.250.488,86	0.76	53.124.026,76	11.275.128,44
2020 II	1252.766.258.09	1020.836.883.88	0.81	20309171.13	4.061.834,23

Años	CO2 fósil (Kg)	CO2 con Biojet (Kg)	Reduccion emisiones (Kg)	Eficiencia de reduccion
2020 I	2940.431.034,66	2911.954.570,28	28.476.464,38	0,010
2020 II	2578.225.633,92	2567.967.065,40	10.258.568,52	0,004



## Conclusiones

- La variable de mayor peso en las proyecciones es el crecimiento de la actividad, debido a que esta marca los volúmenes de combustibles a utilizar.
- Cuanto mayor sea el volumen de entrada de BioJet al mercado, mayor es la reducción de emisión de CO<sub>2</sub> obtenida.
- La relación entre las tasas de crecimiento de la actividad y el incremento del uso de biocombustibles, es el factor que determina a largo plazo la efectividad de este paliativo.

$$\eta r \rightarrow f\left(\frac{V_{asc}}{C_c}\right)$$

- La normativa actual establece un límite tecnológico para el uso de este recurso, lo que limita su capacidad de acción.
- Se podrían plantear escenarios más complejos teniendo en cuenta la trazabilidad de la huella de carbono y el agregado de otros paliativos.



- **¿Como se irá incorporando tecnológicamente el BioJet ?**
- **¿Será necesario certificar calidad de emisiones del producto BioJet?**
- **Costo relativo del BioJet respecto del JET-A1, su relación con el valor del pasaje aéreo (ticket) y su impacto en la demanda de incorporación de la aerolínea.**
- **Fuentes de la Biomasa**
- **Sistema de comercialización de las emisiones en forma integral**
- **Políticas de Incentivos de uso de BioJet a nivel internacional**
- **Definición de la clase de equipos para comprobacion de calidad de emisiones ¿serán los mismo que para certificación de motores?**



## Participantes del estudio:

Ing. Raúl Mingo, PhD – INTI-Aeroespacial (raul@inti.gov.ar)

Marcos Cattaneo – Becario -INTI (mcattaneo@inti.gov.ar)

Federico Silva – Becario – INTI (fsilva@inti.gov.ar)

## Colaboración:

Ing. Emilce López Cantera – ANAC - (elopezcantera@anac.gov.ar)





ICAO

ENVIRONMENT



# Muchas Gracias !

