

Aportes de la Metrología para la atención de los Retos del Cambio Climático y las Fuentes Renovables de Energía

Taller Regional - Guatemala -
28 y 29 de mayo 2014

Dr. Gerardo J. Padilla V., LACOMET y UCR

Programa

1. Contexto del avance general de Costa Rica en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y el programa de c-neutralidad.
2. Oportunidades de apoyo de la metrología a RECS (Inventario preliminar).
3. Cooperación Internacional en Metrología con impacto en Ciencias del Clima y otras aplicaciones: Un caso reciente con participación mesoamericana.
4. Conclusiones

Co₂sta Rica

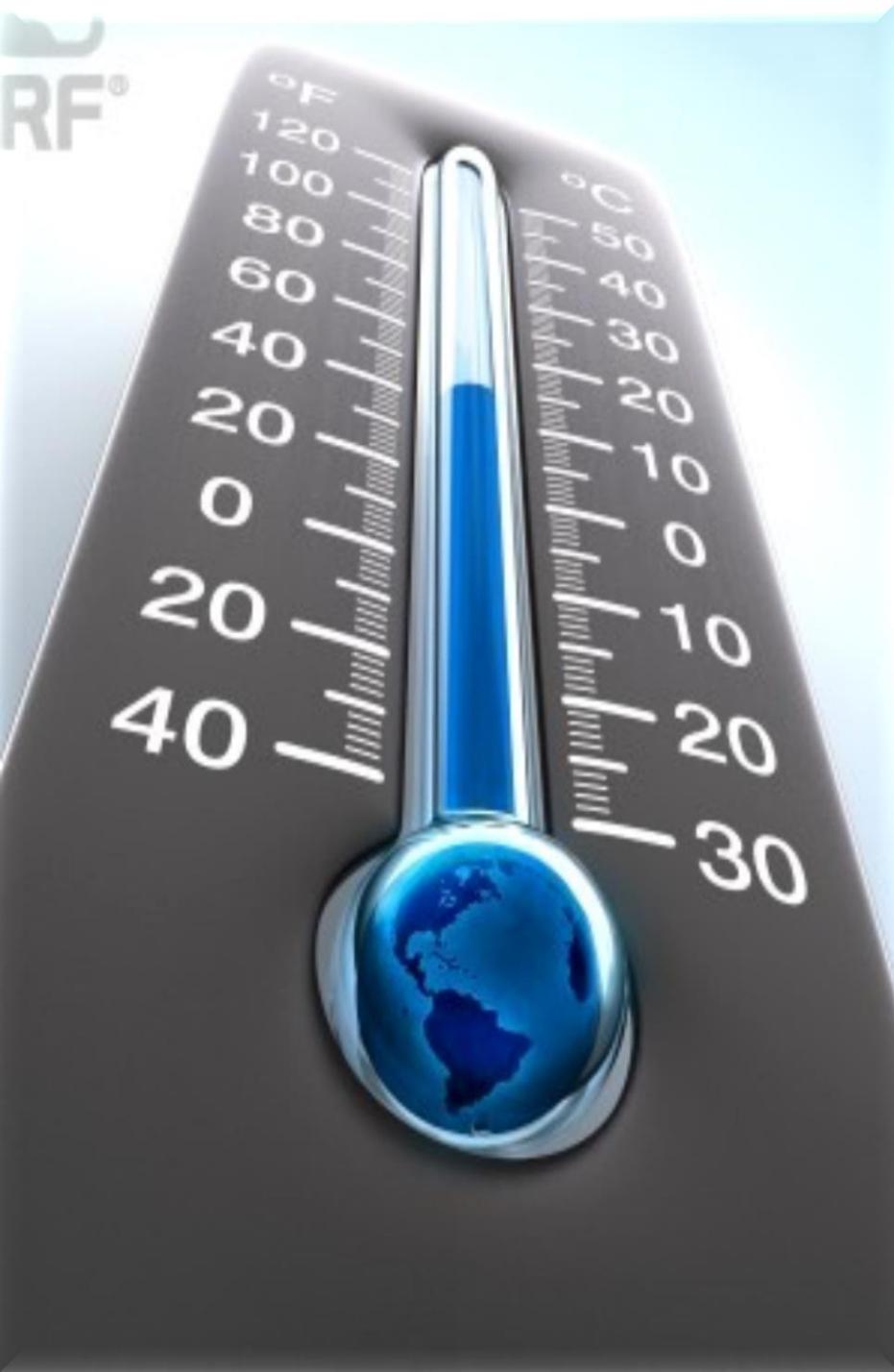


Dirección

CAMBIO CLIMÁTICO

Amenaza y oportunidad

- >> > Iván Alonso Delgado
- >> > Dirección de Cambio Climático
- >> > Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones - MINAET
- >> > San José, Costa Rica
- >> > Teléfono: (506) 22227426



EL PROBLEMA

Las temperaturas globales se han incrementado en los últimos años con mayor rapidez que en ningún otro momento de los últimos mil años.

Procesos que ocurren en largos periodos de tiempo ahora están sucediendo en el curso de una vida humana.

Frecuencia de los Impactos



- Arrecifes de coral y manglares seriamente amenazados por una TSM más cálida.
- Es muy probable que desaparezcan los manglares de las líneas costeras bajas en el peor escenario de aumento del nivel del mar.
- Amazonas: pérdida del 43% de 69 especies de árboles a finales del siglo XXI; conversión en sabanas de la parte oriental.
- Cerrados: Pérdidas del 24% de 138 especies de árboles para un aumento de temperatura de 2oC.
- Reducción de las tierras adecuadas para el cultivo de café.
- Aumento de la aridez y escasez de recursos hídricos
- Aumento pronunciado de la extinción de: mamíferos, aves, mariposas, ranas y reptiles para 2050
- Disminución severa de la disponibilidad de agua y generación hidroeléctrica a raíz de la reducción de los glaciares
- Agotamiento del ozono y cáncer de piel
- Degradación y desertificación severas de la tierra
- Costas del Río de la Plata amenazadas por el aumento de las mareas de tempestades y del nivel del mar.
- Aumento de la vulnerabilidad a fenómenos meteorológicos extremos.

Las áreas en rojo corresponden a sitios donde la biodiversidad está severamente amenazada en la actualidad y es muy probable que esta tendencia continúe en el futuro.

Costa Rica se encuentra en la zona donde se prevé que los impactos del cambio climático serán especialmente graves.

ACTUALIZACIÓN ACTUAL DEL PAÍS

ALDEA GLOBAL
 Coordinadora **Debbie Ponchner**, dponchner@nacion.com
 www.nacion.com/aldea

SIEMBRAN MILLONES DE ARBOLES EN CUBA
 Cuba sembrará 135 millones de árboles como aporte a la campaña "Plantemos para el Planeta".

135 millones

Ciencia & TECNOLOGÍA / CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PAÍS

Trastorno se hará más evidente en próximos 10 años, dice experto

Cambio climático producirá sequías e inundaciones aquí

En el Pacífico norte las sequías serán cada vez más fuertes y comunes

En la GAM habrá más inundaciones en parte por la mala planificación urbana

nacion.com
 +Más información y documentos relativos a este tema en un especial de Nación.com

godo la próxima centuria.
 Además, señaló que el cambio climático solo uno de los factores que afectarán al desarrollo social, urbano y comercial del país.

"Ve el caso de los tornados. Tenemos registros de vientos muy fuertes que llamamos mesociclones, pero ahora vemos que las condiciones se dan para tornados más frecuentes. Las condiciones del clima han venido hacia los extremos, pero estimé los factores de aumento de la población y el sobre-calentamiento de la ciudad, por ejemplo", ejemplificó Campos.

De manera similar, la impermeabilización de la Gran Área Metropolitana (GAM) debido al crecimiento urbano desordenado, pasará a la factura cuando aumenten las lluvias.

El agua llegará a alcantarillas y quebradas que no están previstas para grandes cantidades de líquido, por lo cual, de seguir la situación como hasta ahora, las inundaciones urbanas serán más frecuentes y dañinas.

Limitaciones. Jorge Arturo Jiménez, director de la Organización de Estudios Tropicales (OET), duda de la posibilidad de poder pronosticar cambios tan específicos en temperaturas y lluvias en Centroamérica en los próximos 100 años.

Sin embargo, este científico ha estudiado la cuenca del río Tempisque desde hace varios años y considera que la situación en la actualidad es preocupante.

PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS 10 AÑOS

País será golpeado por sequías y lluvias



Las inundaciones se seguirán presentando en el sur de Limón, como ocurrió en Sixoala en el 2005. ARCHIVO

Tanto Campos como Jiménez consideran que no se están tomando las medidas necesarias para evitar una crisis hídrica en Guanacaste ni siquiera a corto plazo.

"Estamos jugando una ruleta rusa: todo el millonario desarrollo en la costa está trabajando bajo la presunción de que los acuíferos van a estar dando agua en libertad y en este momento no existe un estudio que determine ni la extensión ni la capacidad de recarga de esos acuíferos", dijo Jiménez.

Para contrarrestar la falta de agua en la zona, Acoeductos y Alcantarillados trabaja en varios proyectos, entre ellos la construcción de más pozos.

Los científicos proponen tomar en cuenta el calentamiento global como un factor que condiciona también el desarrollo urbano del país. ■

Visión local

Informe del IPCC. El informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) explica que la mayoría de las selvas tropicales se convertirán en sabanas antes de la mitad de este siglo y con ello disminuirá la facilidad del acceso al agua dulce. Las tierras cultivables de las zonas más secas se transformarán en salares o estepas, según el documento.

En Costa Rica, cada año aumenta el "estrés hídrico" en Guanacaste. Según el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento, tan solo en una década Liberia necesitará 70 litros más de agua por segundo sobre lo que consume actualmente. Existe casi un centenar de pozos ilegales de extracción de agua solo en Tamarindo (esta playa necesita 40 metros cúbicos más de líquido para enfrentar la demanda de los próximos cinco años). Las inundaciones se seguirán presentando en la parte sur de Limón. Además, la pésima planificación urbana del Valle Central hará más comunes y dañinos los tornados y el rebalse de las alcantarillas.

Pérdidas entre 2005 y 2011 por Sequía e Inundaciones



1.130 millones de dólares

Lea mañana
 160.000 especies que habitan en nuestro país están en peligro por el calentamiento global

ADAPTACIÓN

“Antes pensábamos que la adaptación era algo adicional...

HOY es una NECESIDAD...”

Ejes de la Estrategia Nacional de Cambio Climático

Agenda Nacional



Agenda Internacional



Tres Pilares

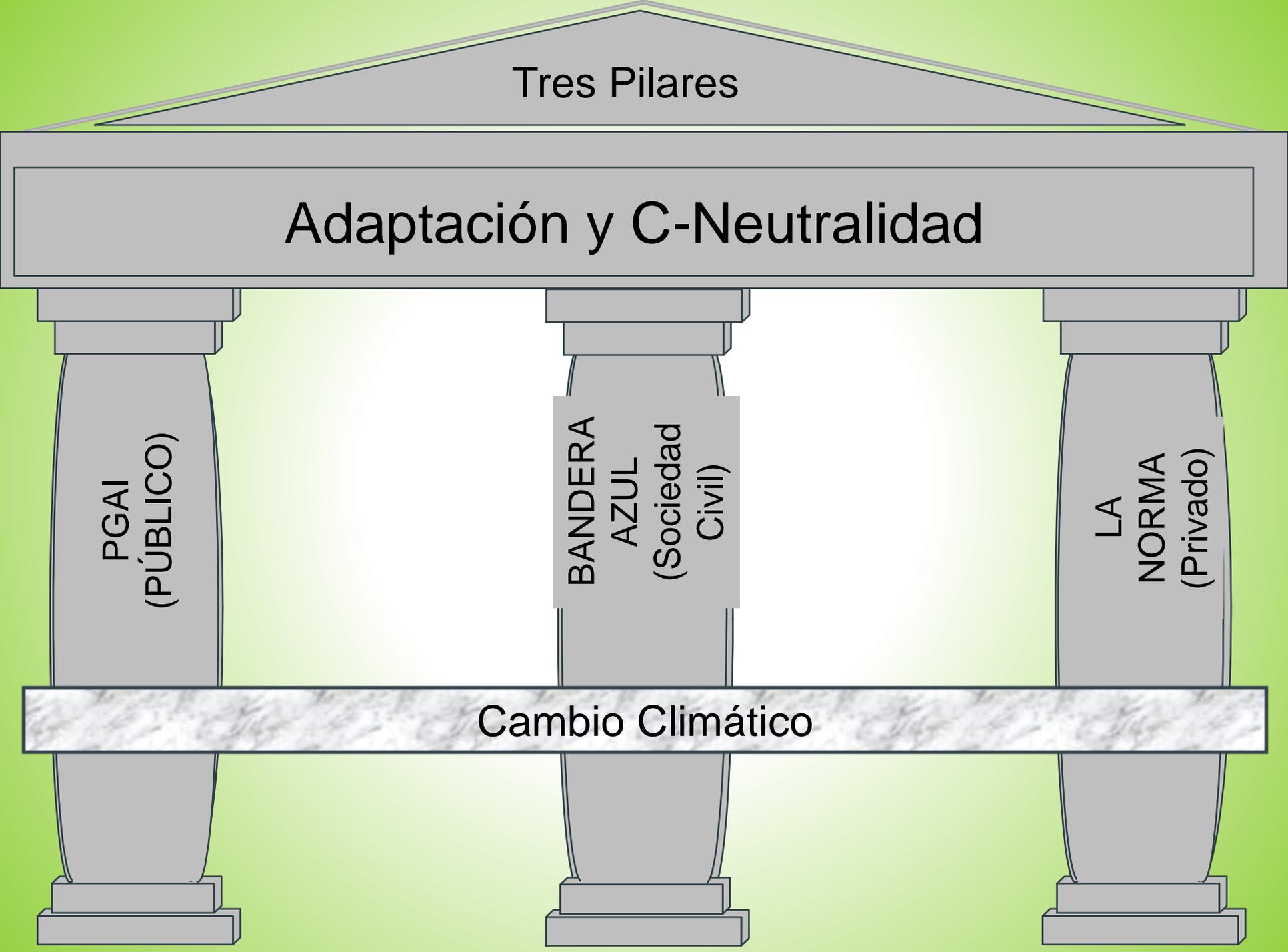
Adaptación y C-Neutralidad

PGAI
(PÚBLICO)

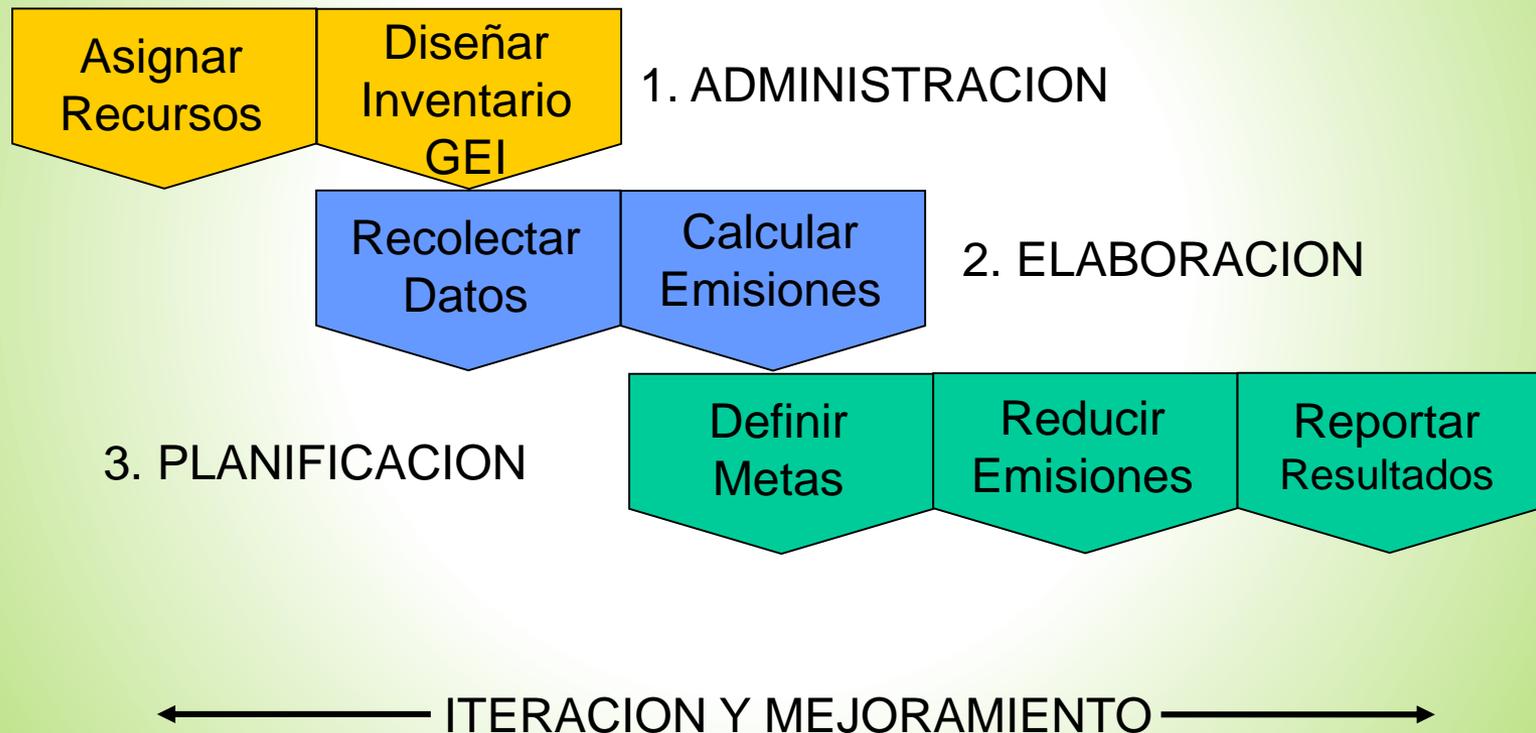
BANDERA
AZUL
(Sociedad
Civil)

LA
NORMA
(Privado)

Cambio Climático



Etapas para la implementación



El Sistema Nacional para la Calidad, emisiones de GEI y la C-Neutralidad Situación Actual en Costa Rica

- >> Ing. Seidy Alfaro Gutiérrez
- >> Coordinadora
- >> Secretaría de Organismos de Certificación y
- >> Secretaría de Validadores y verificadores de gases de efecto
- >> invernadero
- >> Ente Costarricense de Acreditación
- >> Teléfono: (506) 2296-0782 ext. 103

Andrea San Gil

Ente Costarricense de Acreditación





Rol del ECA en el tema de la C-Neutralidad

Acreditación de
Organismos Validadores/Verificadores de GEI

Gases de Efecto Invernadero (GEI)

- ▶ Contribuyen al calentamiento global al atrapar calor de la tierra en la atmósfera por el efecto invernadero.
- ▶ Se habla de huella de carbono y carbono neutralidad, pero incluye distintos GEI
- ▶ Principales a cuantificar:

Gas	Fuentes
Dióxido de Carbono (CO ₂)	Quema de combustibles fósiles
Metano (CH ₄)	Descomposición de desechos, ganadería
Óxido nitroso (N ₂ O)	Agricultura (fertilizantes y manejo de estiércol), combustibles fósiles.
Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	Aislante en equipo eléctrico, llantas, bolas de tennis, zapatos, etc.
Hidrofluorocarbonos (HFCs) Perfluorocarbonos (PFCs)	Refrigerantes y aires acondicionados

- ▶ Otros:
 - ▶ Vapor de agua (H₂O): evaporación de agua o sublimación de hielo
 - ▶ Ozono (O₃): Combustión de hidrocarburos, transformación de óxidos de nitrógeno

Antecedentes Internacionales

- ▶ 1988: Creación del IPCC.
- ▶ 1990: Primer reporte de IPCC.
- ▶ 1992: Rio, Brasil. Creación de tratado internacional, la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC)
 - ▶ Estrategia para limitar el calentamiento global y los impactos inevitables que este conlleva.
- ▶ 1995: Primera conferencia de las partes (COP) en Berlin. Negociaciones para fortalecer metas de reducción.
- ▶ 1997: Protocolo de Kyoto. Legalmente vinculante, metas de reducción.
 - ▶ Entra en vigencia en 2005
 - ▶ Primer periodo: 2008-2012
 - ▶ Segundo periodo: 2013- ?
- ▶ 2010: Cancún. Acuerdo a que incrementos en temperatura no sean mayores a 2°C.

Antecedentes Nacionales

- ▶ Compromiso país de ser C-Neutral para el 2021
- ▶ Cada vez más empresas y organizaciones buscan cuantificar, reducir, mitigar y compensar sus emisiones de GEI.
 - ▶ Varias empresas se han autodeclarado, otras ya han sido evaluadas por organismos nacionales o internacionales
- ▶ Confusión sobre quién puede evaluar, quién no
 - ▶ Necesidad de contar con organismos que tengan la competencia para evaluar la cuantificación, reducción o remoción de emisiones de las empresas, y dar garantía de si éstas se llevaron a cabo de una manera correcta.
- ▶ Norma nacional **INTE 12-01-06 2011**: Sistema de Gestión para demostrar la C-Neutralidad.
- ▶ Programa País para C-Neutralidad.



Tío Pelón se convierte en carbono neutro

18/02/2011 03:47 PM

Ana Cristina Camacho Sandoval

Planta de biomasa de la empresa Pelón de la Bajura.



The First Car Rental in Costa Rica C-Neutral

You Drive, You Choose...

Mapache Best Rent a Car | Costa Rica Car Rental | Costa Rica Car Rentals

Mapache Rent a Car © is a 100% Costa Rican owned Rental Car Company. We are the only Green Costa Rica Car Rental Company that is 100% Carbon Neutral. Mapache Rent a Car © cares about preserving Costa Rica and the environment as much as we care about delivering the Best Car Rental Service in Costa Rica.

Tabacón 100% Carbono Neutral

Entrevista a Uwe Wagner, gerente de Tabacón.

Tabacón Grand Spa Thermal Resort alcanzó la meta de ser la primera empresa en el país en ser carbono neutro pues compensa más de lo que genera en emisiones su operación



Ingenio El Viejo se convierte en carbono neutro

20/02/2012 11:09 AM

Ana Cristina Camacho Sandoval

En la foto a la izquierda Carlos Murillo, rector de la Universidad Earth La Flor oorga el certificado a Alfonso Gómez, gerente de proyectos de Azucarera El Viejo.

Nature Air™

The World's First Carbon Neutral Airline



Programa País para la C-Neutralidad

¿Porqué un programa país?

Recopilación de información relacionada con inventarios de GEI



Define metodologías que pueden ser utilizadas a nivel nacional para la realización de inventarios de GEI - reglamentación nacional

Estandarización de los procesos de medición, reporte y verificación - cumplimiento de normativa nacional

Transparencia en el reporte de inventarios y avance de las organizaciones con responsabilidad ambiental



Principios del Programa País

- ▶ 2 Niveles de participación:
 - ▶ Reporte de inventario de GEI
 - ▶ Declaración de C-Neutralidad

- ▶ Requisitos para C-Neutralidad:
 - ▶ Hacer inventario de GEI o huella de carbono
 - ▶ **Verificar** inventario o huella de carbono
 - ▶ **Certificar** Sistema de Gestión de Carbono Neutralidad
 - ▶ Compensación
 - ▶ Registro de emisiones, reducciones y compensaciones

Principios del Programa País

- ▶ GEI que deberán ser reportados:
 - ▶ Dióxido de carbono, CO₂
 - ▶ Metano, CH₄
 - ▶ Óxidos nitrosos, N₂O
 - ▶ Perfluorocarbonos, PFC
 - ▶ Hidrofluorocarbonos, HFC
 - ▶ Hexafluoruro de azufre, SF₆

- ▶ Metodologías para inventarios:
 - ▶ ISO 14064-1
 - ▶ WRI GHG Protocol

Oportunidades de apoyo de la metrología a RECS (Inventario preliminar).

1. Apoyo a los Institutos de Meteorología y Oceanografía.
 1. Capacitación en estimación de incertidumbres y aseguramiento metrológico (cultura metrológica).
 2. Servicios de calibración trazables al instrumental meteorológico y oceanográfico.
 1. Temperatura
 2. Presión
 3. Humedad Relativa
 4. Densidad
 5. Velocidad de flujos
 6. Salinidad
 7. Presiones parciales (Concentraciones) de gases en atmósfera.
 8. Irradiación Solar

Oportunidades de apoyo de la metrología a RECS (Inventario preliminar).

2. Apoyo a los Laboratorios de Eficiencia Energética

1. Capacitación en cálculo de incertidumbres y aseguramiento metrológico (cultura metrológica).
2. Servicios de calibración trazable en las magnitudes requeridas por dichos laboratorios:
 1. Variables Eléctricas
 2. Temperatura
 3. Presión
 4. Humedad Relativa
 5. Densidad
 6. Velocidad de flujos
 7. Radiancia
 8. Preguntémole a Virgilio y a otros expertos

Oportunidades de apoyo de la metrología a RECS (Inventario preliminar).

3. Apoyo a los Expertos del IPCC y a los entes encargados de la implementación de programas de Cambio Climático.
 1. Capacitación en estimación de incertidumbres y aseguramiento metrológico (cultura metrológica).
 2. Mejoramiento de los modelos de medición e inventario de GEI.
 1. Estandarizar la estimación y utilización de la incertidumbre de las mediciones y de las estimaciones, como parte integral de las mismas.
 2. Concientizar sobre la importancia de la trazabilidad de las mediciones que se utilicen para el monitoreo y la predicción ambiental.

Oportunidades de apoyo de la metrología a RECS (Inventario preliminar).

4. Apoyo a los Laboratorios en las Universidades y otros Centros de Investigación que aportan mediciones relevantes para RECS.
 1. Capacitación en cálculo de incertidumbres y aseguramiento metrológico (cultura metrológica).
 2. Estandarizar la utilización de la GUM para la estimación y reporte de la incertidumbre de las mediciones que brindan las bases de datos de referencia como HITRAN.
 3. Servicios de medición trazable de características moleculares y otros datos de referencia necesarios para los modelos del clima, especialmente para algunas transiciones clave.

Traceable Direct Absorption Laser Spectroscopy: Applications to traceable partial pressure measurements and to the calibration of a Mass Spectrometer.

Talk held at NIST

2013-04-09

- ▶ Dr. Karl Jousten, PTB
- ▶ Dr. Gerardo J. Padilla V., LACOMET and UCR

Motivation

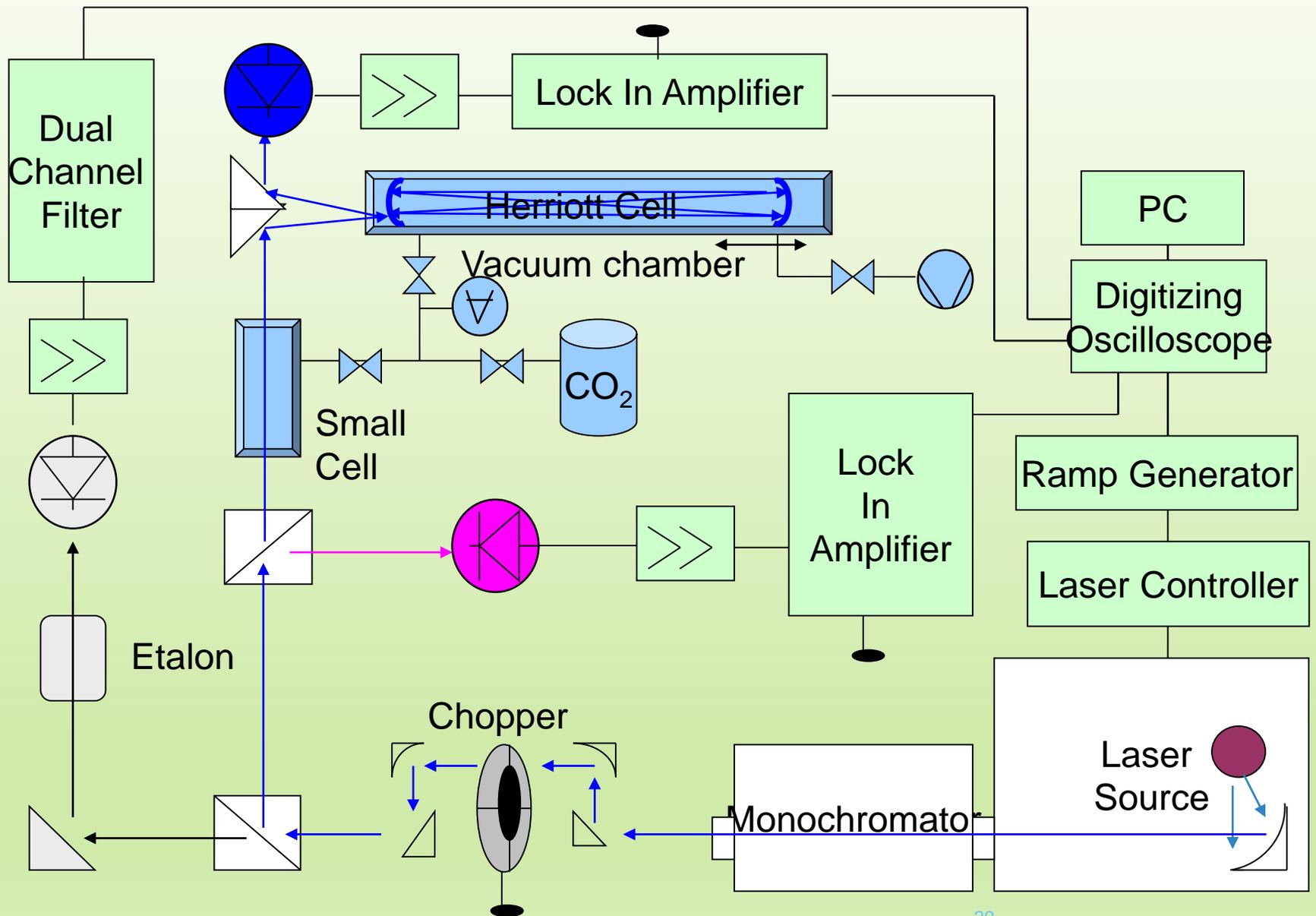
- Partial Pressure Measurements are part of those fast and accurate measurements needed in:
 - Industry (Semi-conductor and others)
 - Medicine
 - Ambient Monitoring
 - Environmental Sciences (Climate)



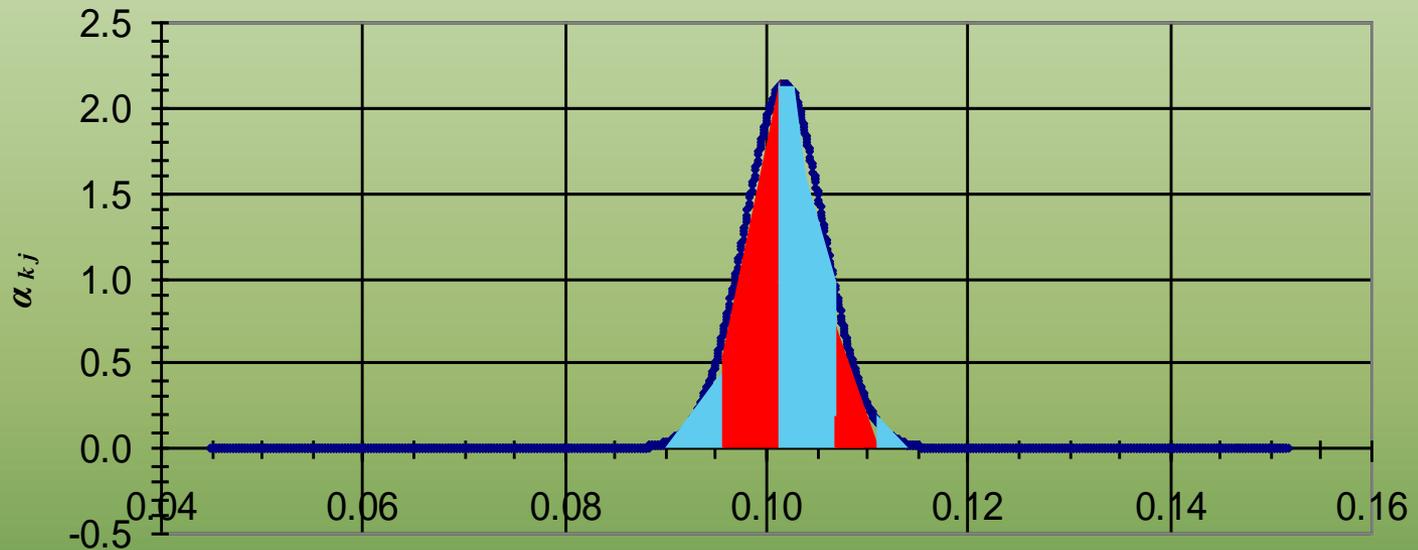
FTIR-based Residual Gas Analyzers



EUV-Lithography needs outgassing rate determination



Absorbance vs. Wave-Number



$$\Delta\lambda_j^{-1}(\text{cm}^{-1})$$

$$A_{abs} = \sum_{p=1}^9 A_p$$

$$A_p = \sum_{j=N_{p-1}}^{N_p-1} \alpha_j \cdot \Delta\hat{v}_j$$

Covariances must be taken in account! (We did it!)

$$S(T_0) = \frac{1}{nL} A_{abs}(T_0)$$

With several measurements of $A(T_0)$, n and L , we can measure $S(T_0)$ as the slope of a linear model:

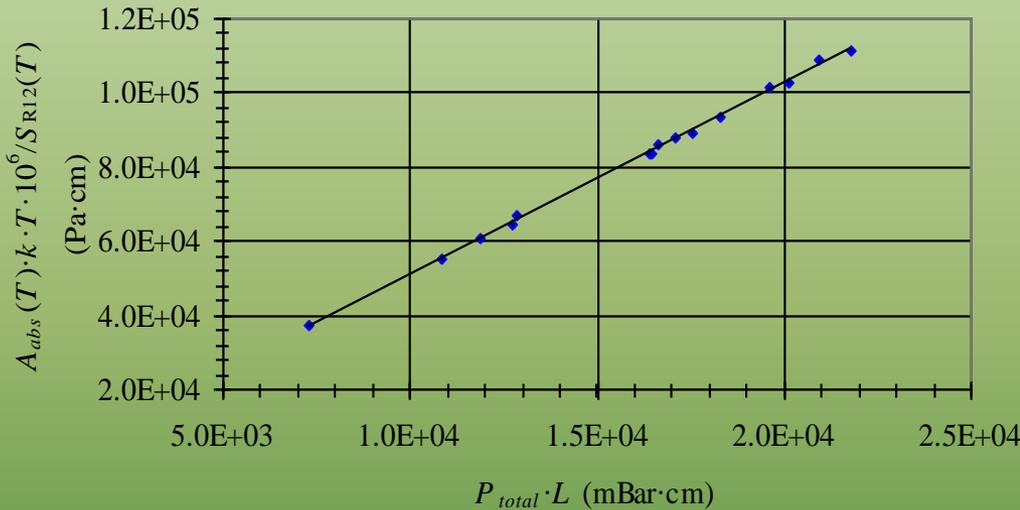
$$A_{abs}(T_0) = S(T_0)nL$$

Line intensity of CO₂ - R12 for $T_0=296\text{K}$ (with functional-structural linear analysis):

$$S(T_0) = (1.2550 \pm 0.0062) \cdot 10^{-21} \text{ cm/molec}$$

Relative Standard Uncertainty: 0.49%
(26 degrees of freedom)

TDLAS Measurement of CO₂ Partial Pressure in a Mixture
using the CO₂ - R12 Line



PTB Sample	Partial Pressure (%)	$u[p_p]$ (%) ($k = 1$)
Gravimetric	5.1743	0.0046
TDLAS	5.170	0.042

Our result is only 0.08% smaller than the gravimetric reference value.
Relative Uncertainty is 0.8% ($k = 1$, 13 degrees of freedom).

BAM Sample C49286	Partial Pressure (%)	$u[P_p]$ (%) ($k = 1$)
Gravimetric	0.10680	0.00029
TDLAS	0.1064	0.0021

Our result is only 0.37% smaller than the reference value.

Un caso reciente con participación mesoamericana

- ▶ - G. J. Padilla-Viquez, J. Koelliker-Delgado, O. Werhahn, K. Jousten and D. Schiel, “CO₂-R(12) LINE INTENSITY FOR LASER-SPECTROSCOPY-BASED GAS ANALYSIS” *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* **56** (2) (2007) 529-533.
- ▶ - K. Jousten, G. J. Padilla-Viquez, T. Bock, “Investigation of tunable diode laser absorption spectroscopy for its application as primary standard for partial pressure measurements”, *Journal of Physics: Conference Series* **100** (2008) 1-4.
- ▶ - G. Wübbeler, G. J. Padilla-Viquez, K. Jousten, O. Werhahn, and C. Elster. “Comparison and assessment of procedures for calculating the R(12) line strength of the $\nu_1 + 2 \nu_2 + \nu_3$ band of CO₂”, *Journal of Chemical Physics* **135** (20) (2011) 204304; doi:10.1063/1.3662134

Muchas Gracias!

Gpadilla@lacomet.go.cr