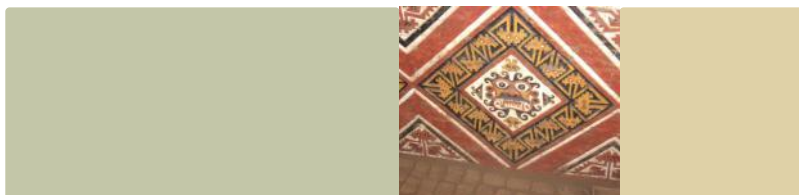




**INVENTARIO DE  
GASES DE EFECTO  
INVERNADERO  
(GEI), LÍNEA BASE  
Y OPCIONES DE  
MITIGACIÓN**

**Trujillo**

**Setiembre, 2012**



# Contenido



- **Estudio General**
- **Inventario de Emisiones y Opciones de Mitigación: Estrategia**
- **Línea Base**
- **Opciones de mitigación**

# Estudio General



**Puerto España  
(Trinidad y Tobago)**

- **Prospectivo.** Definir principales fuentes de emisión y opciones de mitigación de bajo, medio y alto costo. Priorización de sectores y/o medidas de mitigación.

# INVENTARIO DE EMISIONES Y OPCIONES DE MITIGACIÓN: ESTRATEGIA

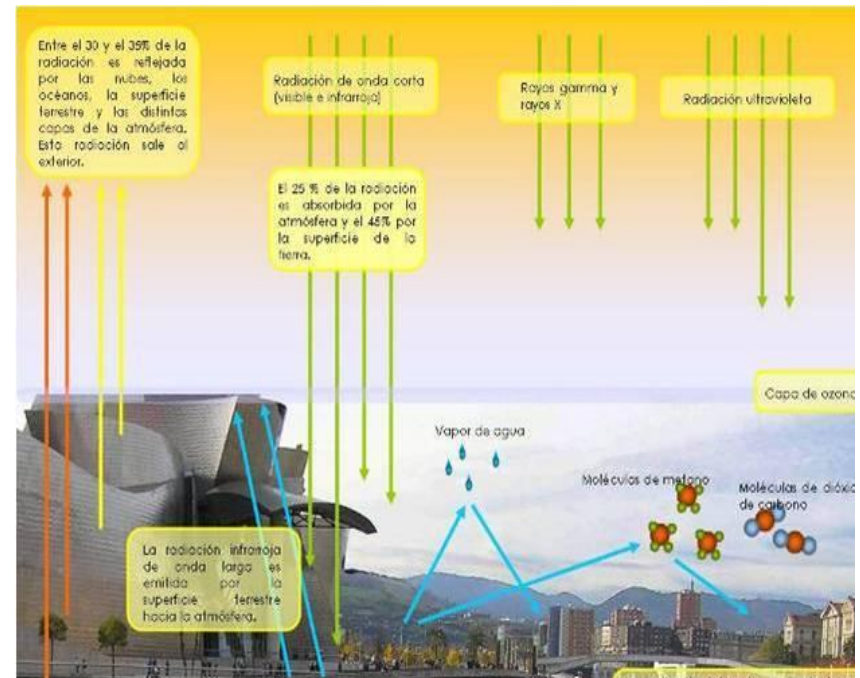


## Incluidos

- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Oxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

## No incluidos

- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)





## GASES DE EFECTO INVERNADERO CONSIDERADOS

GAS	FÓRMULA	Potencial de Calentamiento Global
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	1
Metano	CH <sub>4</sub>	21
Óxido Nitroso	N <sub>2</sub> O	310

# INVENTARIO DE EMISIONES Y OPCIONES DE MITIGACIÓN: ESTRATEGIA (I)



## TRUJILLO SOSTENIBLE PLAN DE ACCIÓN

Alcaldía Provincial  
de Trujillo



**BID**

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO



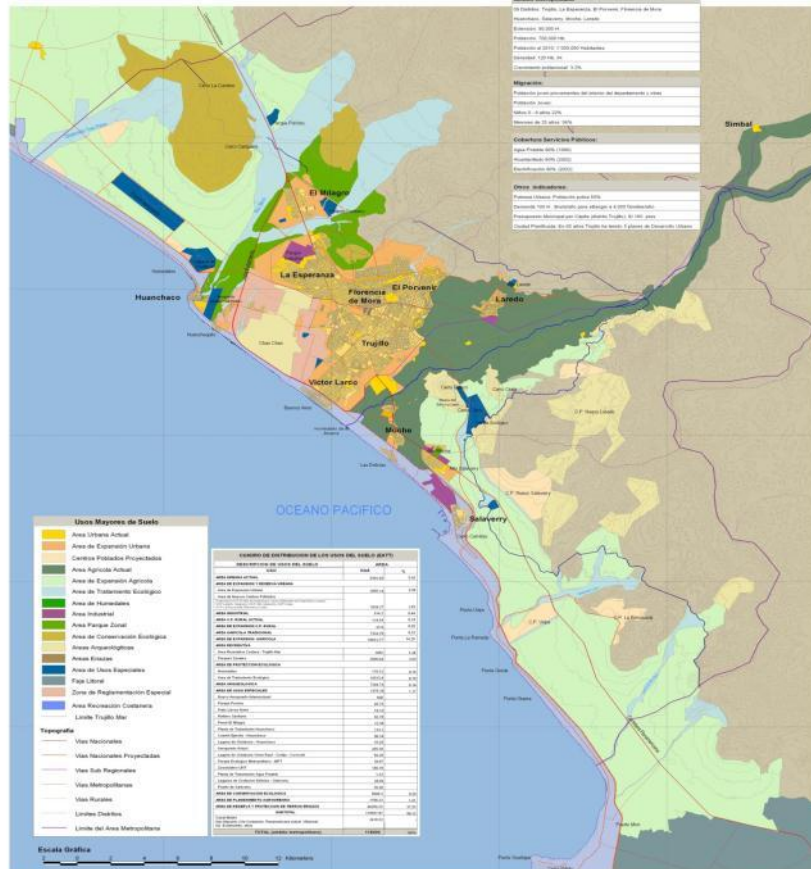
- **Cambio climático:** El plan tiene dos componentes: por una parte la evaluación de emisiones de gases de efecto invernadero para identificar posibilidades de mitigación; y por la otra, el estudio de la vulnerabilidad a la erosión del área metropolitana de Trujillo para identificar medidas de adaptación al cambio climático.
- **Residuos Sólidos:** El plan se centra en dar solución a: (i) el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos del área del distrito municipal; (ii) la actualización del plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos

8 | Trujillo Sostenible: Plan de Acción

# ACTIVIDADES REALIZADAS (I)



## USOS MAYORES DE SUELO

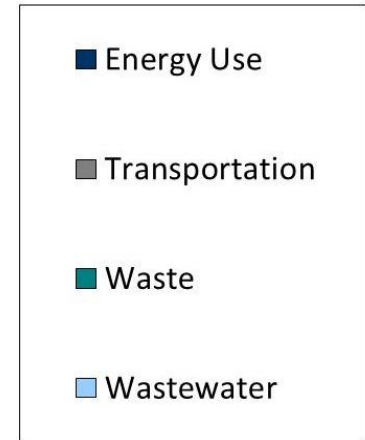
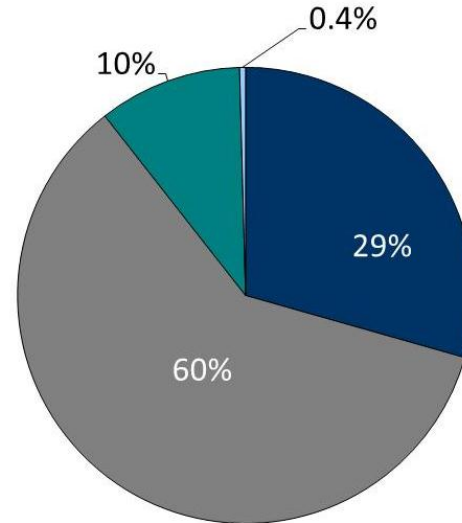
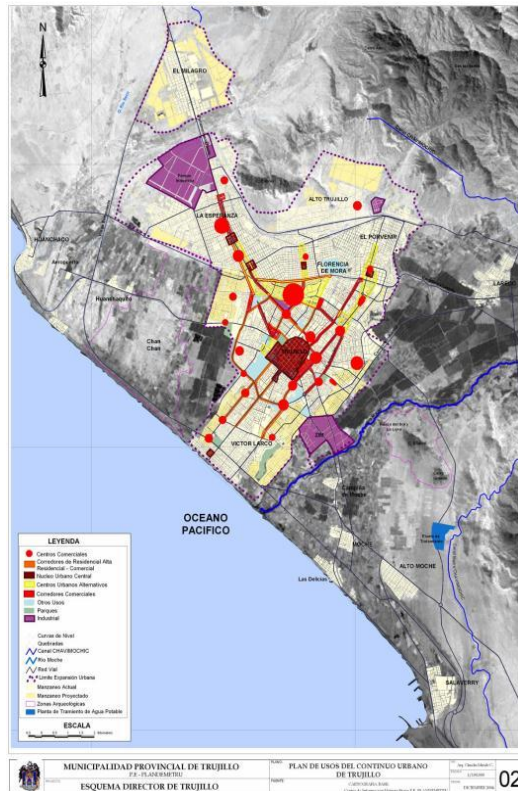


- Reuniones con los principales actores involucrados
- Recopilación de información
- Procesamiento de información

# ACTIVIDADES REALIZADAS(II)



- **Inventario de emisiones preliminar y línea base y opciones de mitigación**



**1.686.661 Ton CO<sub>2</sub>eq**





## ENERGÍA

- Electricidad
- Industria
- Residencial

## TRANSPORTE

## RESIDUOS SÓLIDOS

## AGUAS RESIDUALES

# ENERGÍA – Sector Electricidad (I)



FE de la red del SEIN  
del 2009 y 2010



Estimación del FE para el 2011, tomando  
como base lo calculado para el 2009 y 2010,  
por medio PBI del sector Eléctrico



**CE** = Consumo Eléctrico (MWh)  
**FE** = Factor de Emisión equivalente (tnCO<sub>2</sub>/MWh)

# ENERGÍA – Sector Electricidad (II)

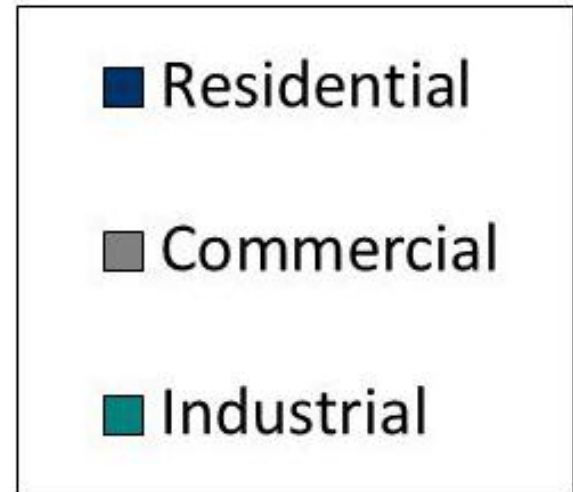
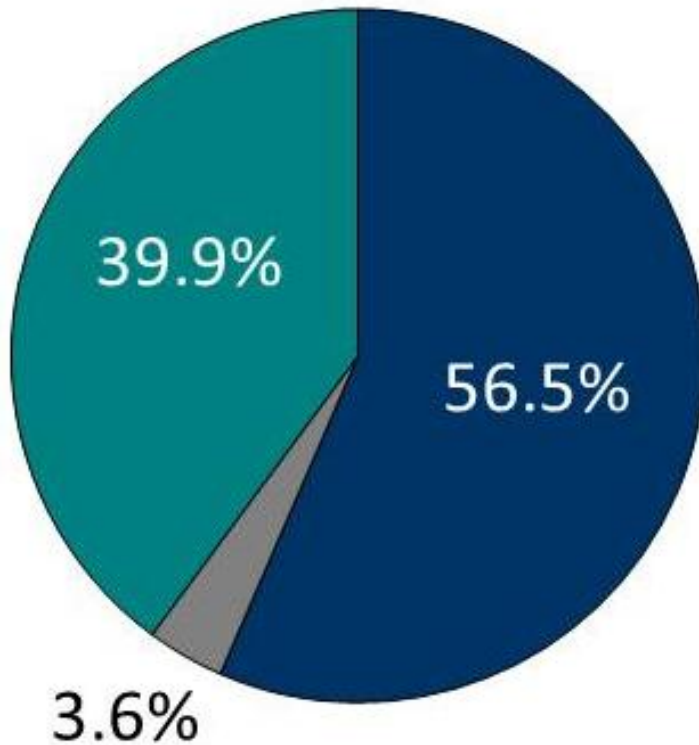


## Emisiones CO<sub>2eq</sub> (Tn)

Actividad	2009	2010	2011
Electricidad	261.610	279.947	268.362



# ENERGÍA – Sector Electricidad (III)



# ENERGÍA- Sector Industrial (I)



**CC** = Consumo de Combustible (tn)  
**PCN** = Poder Calorífica Neto (TJ/Gg)  
**FE** = Factor de Emisión Combustión Estacionaria

# ENERGÍA- Sector Industrial (II)



## Emisiones CO<sub>2eq</sub> (Tn)

Actividad	2009	2010	2011
Industrias Alimentarias	19.224	22.106	25.419
Agroindustrial	8.396	8.895	9.424
Industria Química	491	565	649
Hospitales	1.454	1.490	1.523
Transformación de la Madera	50	57	65
Actividades Comerciales	56	60	65
Otras actividades	313	359	413

# ENERGÍA- Sector Residencial (I)



**Cálculo de C (años base 2010 - 2011):** Producto de la diferencia del consumo total GLP, los consumos de los sectores Transporte, Eléctrico y Industria calculados anteriormente.



**Estimación de datos: uso del PBI del sector Transporte, para calcular el consumo de GLP el año 2010.**



**CC** = Consumo de GLP (tn)  
**PCN** = Poder Calorífico Neto (TJ/Gg)  
**FE** = Factor de Emisión Combustión Estacionaria (kgCO<sub>2</sub>/TJ, kgN<sub>2</sub>O/TJ ,kgCH<sub>4</sub>/TJ)

# ENERGÍA- Sector Residencial (II)



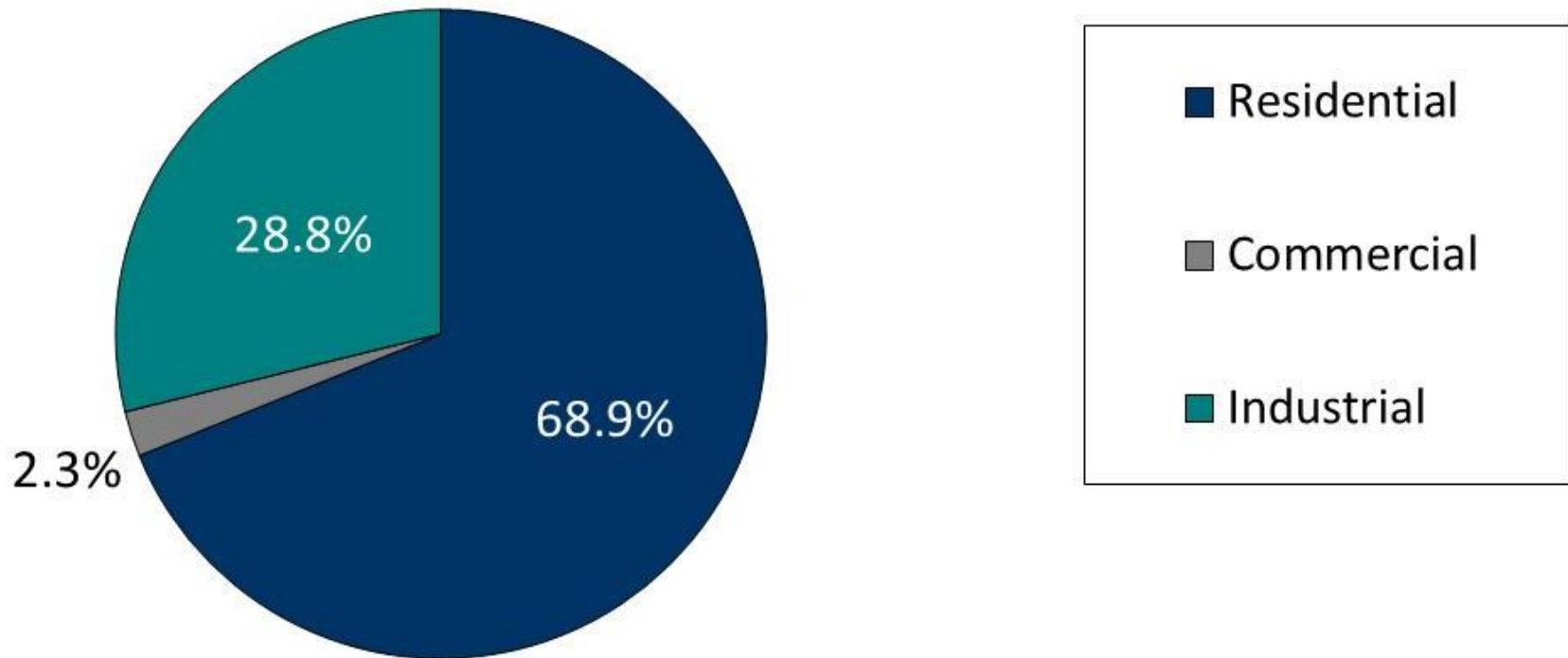
## Emisiones CO<sub>2eq</sub> (Tn)

Combustible	2010	2011
GLP	192.861	189.970





# ELECTRICIDAD - Emisiones



# TRANSPORTE (I)



Recopilación de datos (año base 2011)

V= Proporcionados por la SUNARP y GTU (Transporte Urbano)  
R= Fichas técnicas vehiculares

Estimaciones :

K= Calculado de los recorridos diarios de cada tipo de vehículo. Usando como fuente los datos de la MTP, otros

Tipos de combustibles

Diesel  
Gasolina  
GLP  
Dual

K= Kilómetros recorridos anuales (km)  
V= Número de Vehículos  
R= Rendimiento del vehículo (km/gal)  
PCN= Poder Calorífica Neto (TJ/10<sup>3</sup>ton)  
D= Densidad (ton/m<sup>3</sup>)  
FE= Factor de Emisión Combustión Móvil



# TRANSPORTE (i) - PÚBLICO



Tipo de Vehículo	Tipos de Combustibles	Cantidad de Vehículos
Ómnibus MTP	Diesel	1.214
Ómnibus Otros	Diesel	3.289
Camioneta Rural MTP	Diesel	1.657
Camioneta Otros	Diesel	9.479
Taxi	GLP	1.310
	Diesel	1.120
	Gasolina	8.579

# TRANSPORTE (II) - PRIVADO



Tipo de Vehículo	Tipo de Combustible	Cantidad de Vehículos
Automóvil	GLP	3.268
	Diesel	2.795
	Gasolina	21.400
Camión	Diesel	10.957
	Gasolina	1.299
Camioneta Panel	GLP	390
	Diesel	374
Camioneta Pick Up	GLP	280
	Diesel	8.947
	Gasolina	5.946
Remolcador	Diesel	4.402
Station Wagon	GLP	1.769
	Diesel	3.574
	Gasolina	2.703
Vehículos Automóviles Menores	Gasolina	44.961

# TRANSPORTE (III)

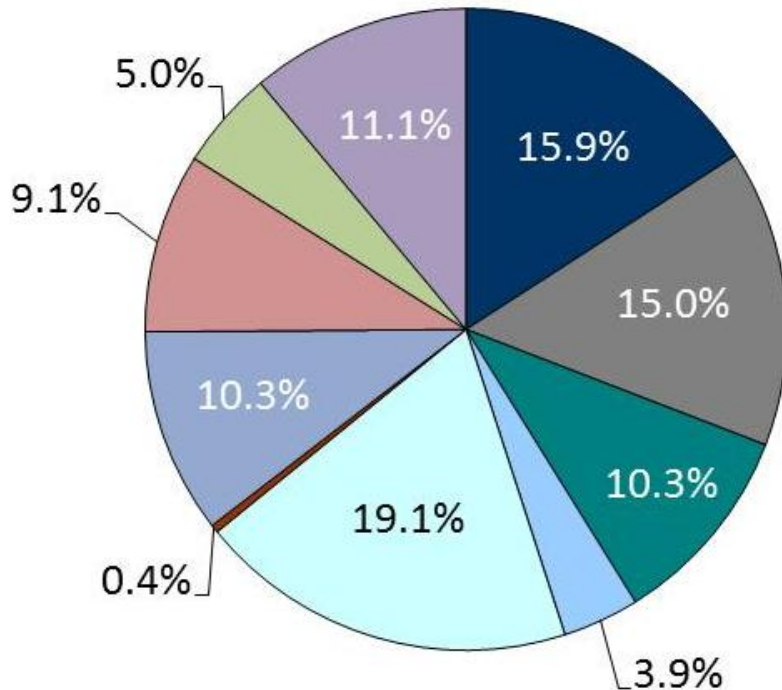


## Emisiones CO<sub>2eq</sub> (Tn)

Actividad	2011
Transporte Público	416.521
Transporte Privado	1463.279



# TRANSPORTE– Emisiones



- Public - Bus
- Public - Rural Van
- Public - Taxi
- Private - Car
- Private - Truck
- Private - Panel Van
- Private - Pickup Truck
- Private - Trailer
- Private - Station Wagon

# RESIDUOS SÓLIDOS (I)



Obtención de datos:  
Porcentaje de residuos sólidos por clasificación física, cantidad generada de residuos sólidos a nivel distrital y crecimiento anual de habitantes

Obtención de la generación potencial de Metano, por los residuos sólidos enviados al Relleno Sanitario.



Cálculo de la cantidad de Carbón Orgánico Degradable (DOC)



# RESIDUOS SÓLIDOS (II)



## Generación total de RRSS y % por clasificación Física

- Datos recopilados para cada distrito según tipo de RRSS.
- Generación total obtenida del Plan Integral de Gestión Ambiental de RRSS
- Año base de toma de datos - 2008

## Estimación del Crecimiento Poblacional

- Datos obtenidos de los censos nacionales publicados en el INEI.
- Cálculo de la Tasa de crecimiento Poblacional y del Crecimiento Poblacional Compuesto.
- Obtención de datos poblacionales para los años 2009, 2010, 2011 y 2012

## Cantidad anual de RRSS generados (2009 al 2012)

- Calculado en base a la información anterior (año base 2008).
- Estimación de la cantidad total anual de RRSS, por distrito, según el crecimiento poblacional anual.
- Cálculo de la cantidad de RRSS por clasificación física, según % de composición.



# RESIDUOS SÓLIDOS – Cantidad de Carbón Orgánico Degradable (DOC)



## Fracción de Cantidad de Residuos Sólidos

- Papel
- Madera
- Maleza o residuos de jardines
- Comida
- Textil
- Residuos industriales



## Cantidad de Carbón Orgánico Degradable (DOC)

Conformado por la participación parcial de cada uno de los residuos

# RESIDUOS SÓLIDOS – Potencial de generación de metano



Emisiones de CH<sub>4</sub>  
 $(M * L_0 * (1 - f_{rec}) * (1 - Fx))$

- M= Masa de RRSS enviado al relleno sanitario en el inventario del año, medido en toneladas métricas
- L<sub>0</sub>= Generación potencial de metano
- f<sub>rec</sub>= Fracción de metano recuperada del relleno sanitario (recuperación de energía)
- Fx= Factor de oxidación

# RESIDUOS SÓLIDOS – Potencial de generación de metano



Generación  
Potencial Metano  
( $MCF \times COD \times$   
 $COD_F \times F \times 16/12$ )

- MCF= Corrección del factor metano basado en el tipo de relleno sanitario (administrado, no administrado, etc.)
- COD = Carbón Orgánico Degradable
- $COD_F$ = Fracción del DOC que es degradada al final (refleja el hecho de que parte del carbono orgánico no se degrada)
- F= Fracción de metano en el gas del relleno sanitario
- 16/12= Proporción estequiometria entre metano y carbón

Fuente: Toronto and Region Conservation Getting to Carbon Neutral y IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

# RESIDUOS SÓLIDOS (I)



## Emisiones CO<sub>2eq</sub> (Tn)

Tipo de RRSS	2009	2010	2011	2012
Comida	60.369	61.432	62.513	63.613
Maleza	10.976	11.169	11.366	11.566
Papel	21.976	22.363	22.757	23.157
Madera	2.624	2.670	2.717	2.765
Textiles	3.439	3.500	3.561	3.624
Residuos Industriales	2.746	2.795	2.844	2.894

# AGUAS RESIDUALES (I)



## PTARs (El Cortijo y Covicorti)

Se estimó la cantidad de DBO5 tratada, en base a los datos de diseño de planta, obtenidos del Manual de Mantenimiento de ambas plantas.

Se plantearon dos escenarios al año 2012, una con situación favorable y otra desfavorable, diferenciados por la cantidad del caudal de entrada, uno en condiciones óptimas y el otro con caudales excesivos, respectivamente.

Se eligió la situación desfavorable, por ser la más parecida a la realidad de Trujillo, donde según las proyecciones necesita hasta 3 PTARs para tratar el caudal generado, y al contarse actualmente sólo con 2, causa el exceso de caudal en las plantas existentes.

Nota: Los valores obtenidos son teóricos (de diseño de planta) al no contar con información de monitoreo realizado en cada planta.



# AGUAS RESIDUALES (I)



Planta de Tratamiento	2009	2010	2011	2012
El Cortijo (cantidad de DBO <sub>5</sub> Prod.-kg BOD <sub>5</sub> /por día)	4.382	5.339	6.303	7.274
Covicorti (cantidad de DBO <sub>5</sub> Prod.-kg BOD <sub>5</sub> /por día)	19.053	20.801	22.563	24.337
Total de CO <sub>2</sub> eq (Toneladas métricas)	6.587	6.859	7.042	7.137

# LINEA BASE (II)



## TRUJILLO SOSTENIBLE PLAN DE ACCIÓN

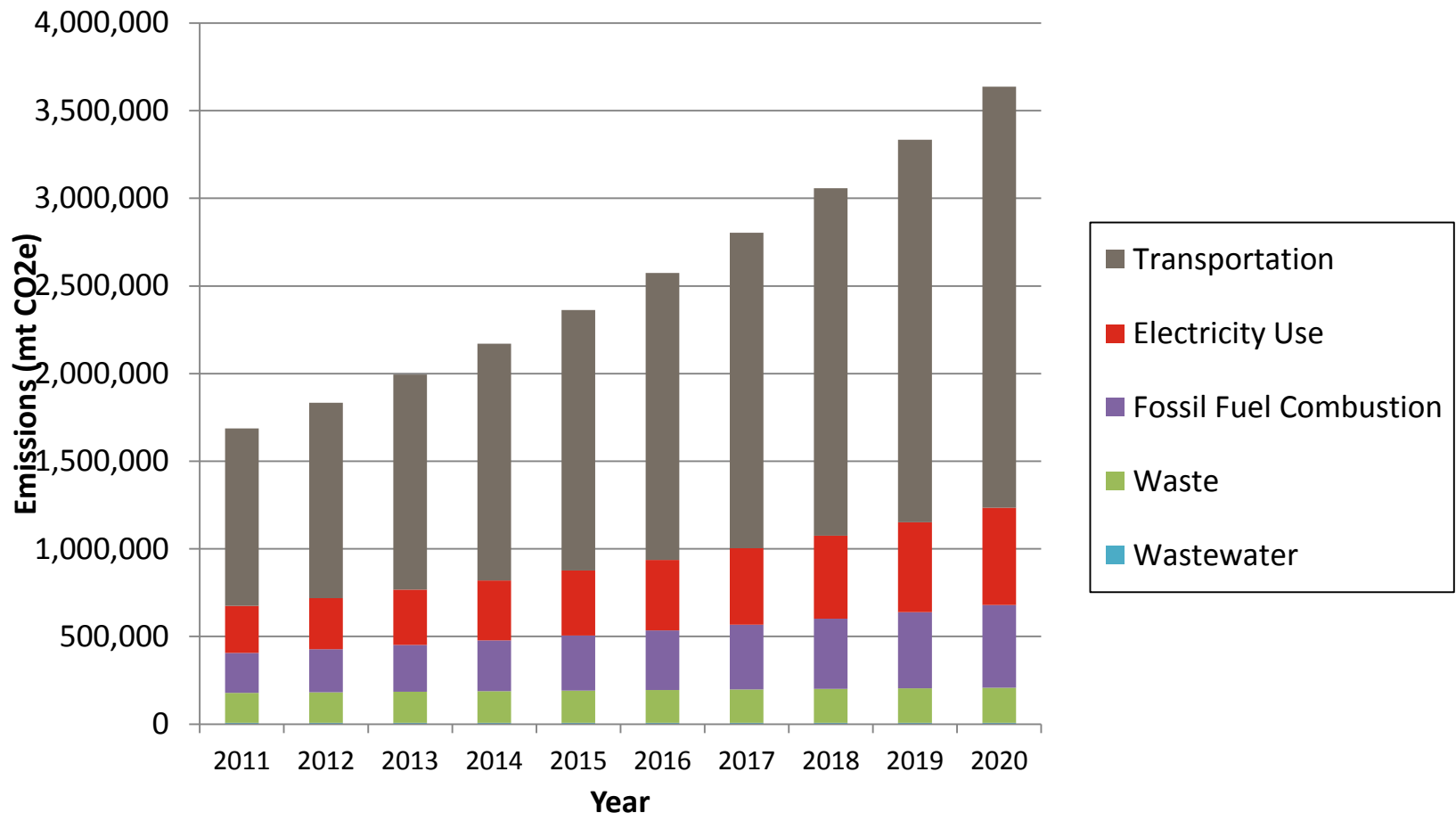
Alcaldía Provincial  
de Trujillo



**BID**  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

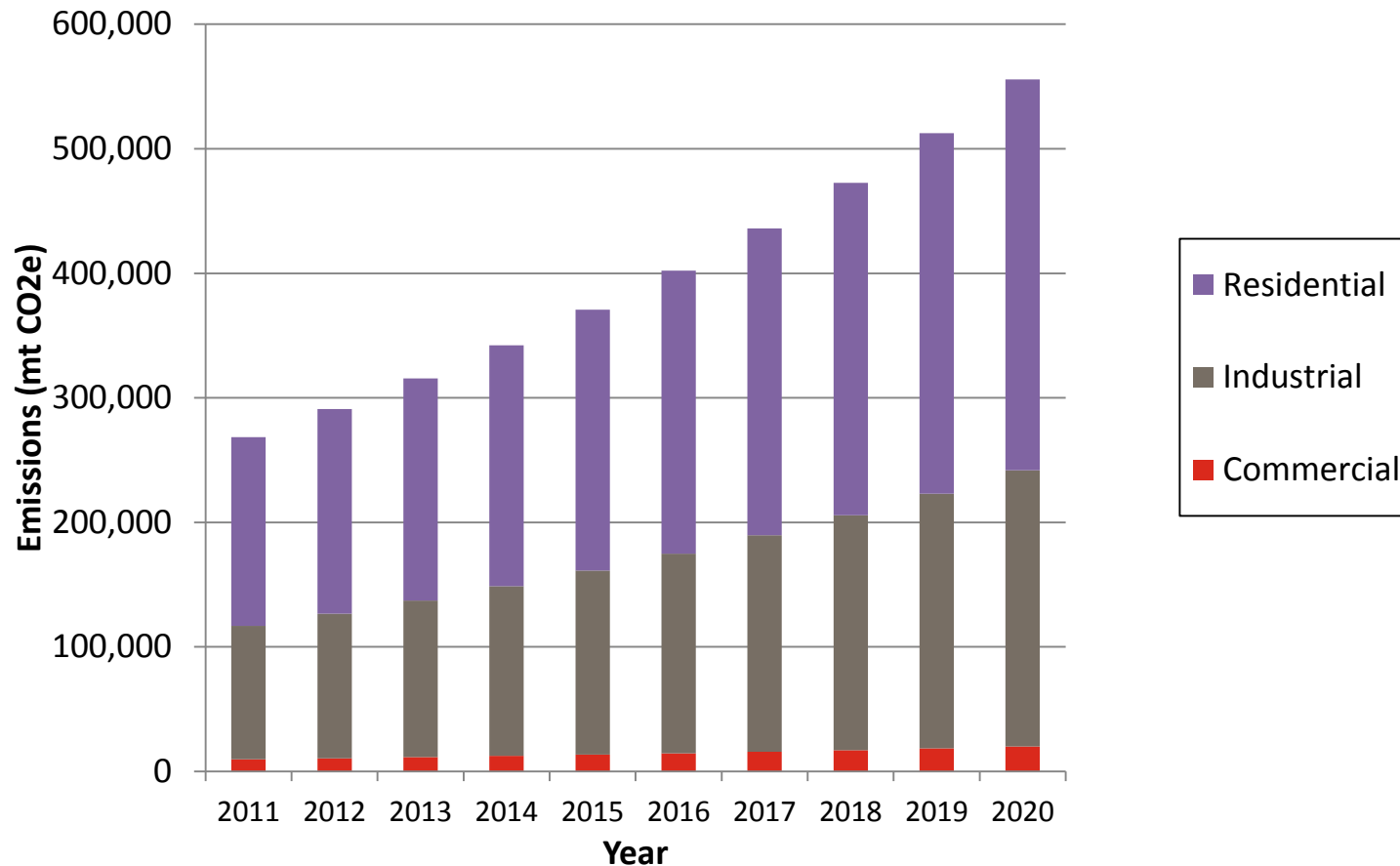


# Emisiones de Línea Base por fuente (I)

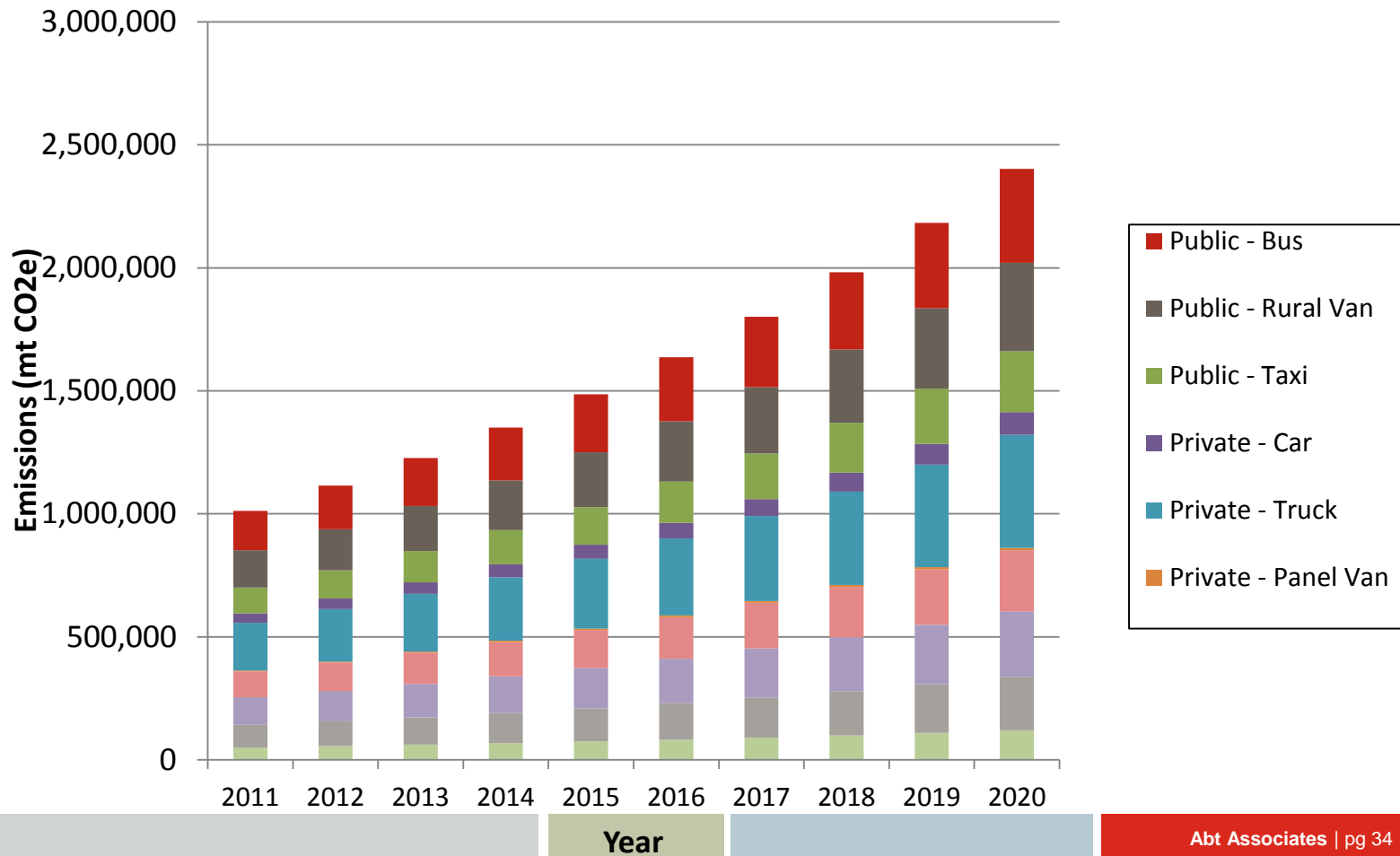




# Emissiones de Línea Base por fuente (I)



# Emisiones de Línea Base por Tipo de Vehículo 2011-2020 (toneladas métricas CO2e) (II)



# OPCIONES DE MITIGACIÓN (III)



**ENERGÍA**  
**TRANSPORTE**  
**RESIDUOS SÓLIDOS**

# OPCIONES DE MITIGACIÓN (I)



## ENERGÍA

- ✓ E.E. en Bombas de agua en viviendas
- ✓ Implementación de Sistemas Solares Térmicos
- ✓ E.E. en Calderas
- ✓ E.E. en ladrilleras
- ✓ E.E. en Bombas de agua de SEDALIB



[www.electronicas-peru.com](http://www.electronicas-peru.com)

# OPCIONES DE MITIGACIÓN (II)



## TRANSPORTE

- ✓ **Chatarreo de Ómnibus y Camionetas Rurales (antigüedad mayor a 20 años)**
- ✓ **Renovación del Parque Automotor (antigüedad mayor a 15 años)**
- ✓ **Conversión Vehicular al uso de GLP**
- ✓ **Conversión Vehicular al uso de GNV**

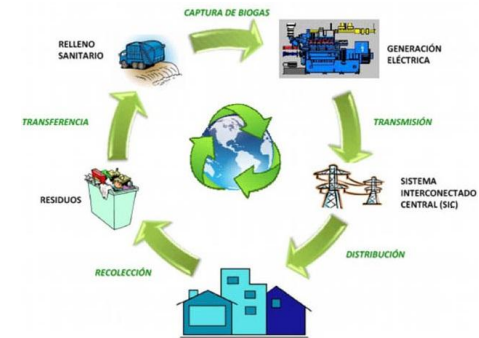


# OPCIONES DE MITIGACIÓN (III)



## RESIDUOS SÓLIDOS

- ✓ **Generación Eléctrica en Rellenos Sanitarios**
- ✓ **Relleno sanitario para residuos municipales**
- ✓ **Relleno sanitario para residuos no municipales**
- ✓ **Programa de segregación en la fuente**
- ✓ **Centro de Segregación y Reutilización de Residuos Sólidos**



# Opciones de Mitigación (IV)



ID	Option Title	Sector	Life of Project Reductions (Tonnes CO <sub>2</sub> e)	Employment Creation	Air Quality Improvement
Energy Efficiency					
1	Eficiencia energética en bombas de agua en viviendas	Residencial	0.84	High	Low
2	Implementación de Sistemas Solares Térmicos	Residencial	11.69	High	Low
3	Eficiencia energética en calderas	Government/ Commercial/ Industrial	5,086	Medium	Low
4	Eficiencia energética en ladrilleras	Industrial	637.33	Low	Low
5	Eficiencia energética en bombas de agua de SEDALIB	Government	5,465.25	Low	Low
Transportation					
6	Chatarreo	Private Sector	48.40	Low	High
7	Programa de Renovación del Parque Automotor	Government	28.81	Low	Medium
8	Programa de Conversión Vehicular al Uso de GLP	Government	0.23	Medium	Low
9	Programa de Conversión Vehicular al Uso de GNV	Government	7.83	Medium	Medium
Solid Waste					
10	Generación eléctrica en relleno sanitario	Government	1,934,82	Medium	Low
11	Relleno Sanitario para Residuos Municipales	Government	NE	Medium	Low
12	Relleno de Seguridad para Residuos No Municipales	Government	NE	Medium	Low
13	Programa de Segregación en la Fuente	Government	80,714	Low	Low
14	Centro de Segregación y Reutilización de Residuos Sólidos	Government	107,619	Medium	Low
15	Planta de Compostaje	Government	186,086	Medium	Low

# Opciones de mitigación (V)



ID	Option Title	Sector	Life of Project (Years)	Life of Project Reductions (Tonnes CO <sub>2</sub> e)	Time Horizon for Deployment
Energy Efficiency					
1	Eficiencia energética en bombas de agua en viviendas	Residential	10	0.84	Mid term
2	Implementación de Sistemas Solares Térmicos	Residential	20	11.69	Short term
3	Eficiencia energética en calderas	Government/ Commercial/ Industrial	20	5,086	Short to mid term
4	Eficiencia energética en ladrilleras	Industrial	20	637.33	Short to mid term
5	Eficiencia energética en bombas de agua de SEDALIB	Government	10	5,465.25	Mid term
Transportation					
6	Chatarreo	Private Sector	2	48.40	Short term
7	Programa de Renovación del Parque Automotor	Government	10	28.81	Mid term
8	Programa de Conversión Vehicular al Uso de GLP	Government	5	0.23	Mid term
9	Programa de Conversión Vehicular al Uso de GNV	Government	5	7.83	Mid term
Solid Waste					
10	Generación eléctrica en Relleno Sanitario	Government	20	1,934,82	Mid term
11	Relleno Sanitario para Residuos Municipales	Government	10	NE	Mid to long term
12	Relleno de Seguridad para Residuos No Municipales	Government	10	NE	Short to mid term
13	Programa de Segregación en la Fuente	Government	5	80,714	Short to mid term
14	Centro de Segregación y Reutilización de Residuos Sólidos	Government	10	107,619	Short to mid term
15	Planta de Compostaje	Government	10	186,086	Mid to long term



# GRACIAS



**BOLD  
THINKERS  
DRIVING  
REAL-WORLD  
IMPACT**

**Jette Findsen**  
**Jette\_Findsen@abtassoc.com**

**Rosa Velásquez**  
**rvelasquezlucen@gmail.com**

**Ivo Salazar**  
**isalazar@deuman.com**

