

Experiencia Destacada

Talleres Virtuales de Capacitación El MRV climático en el sector de los residuos sólidos Cooperación Sur-Sur

Contexto

El Perú enfrenta una serie de desafíos en el sector de residuos sólidos, desde una severa escasez de infraestructura para residuos sólidos, pasando por una gestión fiscal precaria y una gestión inadecuada de datos. Tampoco se ha prestado suficiente atención al desarrollo de capacidades por parte de las municipalidades. Menos del 49% de las 23.000 ton/día de residuos sólidos que se generan en el país llega a un vertedero¹. Hay más de 1.585 botaderos abiertos no controlados. El compostaje es una actividad incipiente.

Institucionalmente, es la Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos (DGRS) del Ministerio de Ambiente de Perú (MINAM) quien administra el Sistema de Información de Gestión de Residuos Sólidos ([SIGERSOL](#)), el cual permite a las municipalidades reportar indicadores sobre la gestión de residuos sólidos y, recientemente, calcular las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El sistema está en constante desarrollo y actualización, los usuarios están capacitándose y los especialistas de la DGRS requieren asistencia técnica y capacitación para que SIGERSOL avance hacia un sistema MRV integral.

La presente experiencia destacada sobre los Talleres de MRV climático en el sector de residuos sólidos, cumple con el objetivo del [Marco de Coordinación](#) del [Subgrupo MRV de la Alianza del Pacífico](#) (SGT-MRV) sobre “... impulsar iniciativas de creación de capacidad específicas en cada país para mejorar y alinear sus metodologías MRV”. Asimismo, responde a las necesidades de capacitación que se identificó en el documento “Línea base para el [MRV de Actividades de Mitigación](#) en Perú” (Agosto, 2019), el cual recogió parte de las conclusiones de la exitosa reunión realizada en la ciudad de Arequipa sobre “Valorización de Residuos Sólidos a Nivel Municipal”². (Septiembre, 2019)

Los Talleres se llevaron a cabo a través de un enfoque de cooperación técnica Sur-Sur entre Chile y Perú, contextualizado en el marco político existente en la Alianza del Pacífico, con el objetivo de fortalecer el sistema de MRV climático nacional y sub-nacional, y aumentar la eficacia del MRV de los proyectos de mitigación de la NDC/SLCP en Perú.

La iniciativa estuvo liderada por el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM) y el Subgrupo Técnico de MRV de la Alianza del Pacífico (SGT-MRV), en colaboración con el Ministerio del Medio Ambiente de Chile (MMA) y el apoyo técnico y financiero de **Environment and Climate Change Canada (ECCC)**. La instancia permitió dar a conocer la experiencia práctica y las lecciones aprendidas del [Programa Reciclo Orgánicos](#) que opera en Chile³.

¹ Orbeago, C.; Muller, S. La Valorización de Residuos Sólidos de Ámbito Municipal. Parte A: El Mapeo Institucional. Proyecto IKI “Movilizando inversiones para la implementación de las NDCs”.

² Vea el Resumen Ejecutivo ([Inglés](#)) y el Reporte Completo ([Español](#)).

³ Programa Reciclo Orgánicos es una colaboración técnica entre Canadá y el Ministerio de Medio Ambiente de Chile, ARCADIS e ImplementaSur.

Necesidades y Objetivos de Aprendizaje

El análisis previo sobre necesidades de aprendizaje, dio como resultado una lista de objetivos de aprendizaje, selección de temas e identificación de especialistas para armar el programa teórico-práctico de los cuatro talleres virtuales. En la siguiente tabla se muestra el resultado de este trabajo.

Tabla 1. Necesidades y objetivos de aprendizaje identificados

Necesidades de aprendizaje	Objetivos de aprendizaje
Comprender la relación entre cambio climático, acciones de mitigación y manejo sostenible de RRSS. Su relación con la NDC del Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar el vínculo entre las emisiones de GEI y el impacto ambiental de los RRSS
Componentes del sistema de MRV climático. Diferencias entre los MRV de emisiones, MRV de acciones de mitigación y MRV de financiamiento climático	<ul style="list-style-type: none"> • Definir qué es un sistema de MRV y diferenciar entre un MRV de emisiones, uno de acciones de mitigación y uno de financiamiento climático • Identificar elementos del Programa Reciclo Orgánicos Chile que se puedan adaptar a las características del Perú y sirvan para mejorar el sistema de MRV y también la plataforma SIGERSOL
Protocolos disponibles para calcular los factores de emisión de GEI en el sector de RRSS, tomando en cuenta los diversos climas del Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular emisiones de GEI utilizando protocolos establecidos. Reporte de GEI de municipalidades utilizando factores de emisión locales • Explicar el diseño del módulo de MRV en la plataforma SIGERSOL teniendo en cuenta los diversos climas del Perú, que incluya inventario de emisiones, acciones de mitigación y financiamiento climático
Tecnologías disponibles de aprovechamiento de RRSS. Relación con la mitigación de GEI y valor económico de las reducciones de GEI obtenidas	<ul style="list-style-type: none"> • Calificar la factibilidad de utilizar tecnologías de valorización de RRSS que mitiguen GEI en sus municipalidades • Calcular el valor económico de las reducciones y participar como municipalidad en el mercado de emisiones, conociendo la forma en que pueden registrar sus proyectos
Modelos de inversión y operación que posibilitan implementar proyectos de mitigación de GEI en la gestión de RRSS. Operación del mercado de las emisiones. Participación de las municipalidades con sus proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Describir las condiciones habilitantes relevantes y mecanismos de participación efectiva de las municipalidades en el logro de las NDCs para el sector de RRSS y presentar las modificaciones/ajustes correspondientes en sus operaciones/actividades
Intercambio de experiencias entre pares respecto al MRV de compostaje y biogás	<ul style="list-style-type: none"> • Describir las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas enfrentadas en el diseño e implementación de la plataforma de MRV Reciclo Orgánicos de Chile y otras experiencias relevantes
El sistema SIGERSOL. Su conversión en un sistema de MRV de emisiones, de acciones de mitigación y financiamiento climático	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer las metodologías para la medición de emisiones de GEI en el sector RRSS. • Describir las tecnologías digitales para el reporte y verificación, aprendiendo de la experiencia chilena. Conocer sus ventajas y riesgos
Mapear la relación de las municipalidades con el MINAM en el tema de MRV climático	<ul style="list-style-type: none"> • Mapear los responsables (actores clave) y sus roles para las acciones de mitigación climática en sus respectivas municipalidades • Evaluar la factibilidad del uso tecnologías digitales en el Perú.

Métodos de aseguramiento y de control de calidad de la información que reportan las municipalidades en SIGERSOL. Software que utiliza SIGERSOL para estimar los GEI

- Utilizar protocolos estándar de reporte y medición de las acciones de mitigación en concordancia con la normatividad del MINAM
- Reportar la información de las municipalidades en SIGERSOL bajo estándares internacionales de calidad y utilizar un software mejorado de estimación de emisiones

Avances en materia de reporte y verificación de información a través de desarrollos digitales

- Realizar cálculos utilizando el Modelo Técnico-Económico (TEAM) para el sector de RRSS
- Conocer las diversas alternativas que ofrece el Perú para registrar los inventarios de emisiones y las reducciones en forma digital

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de los talleres⁴ y sus resultados

Los talleres virtuales se llevaron a cabo en cuatro sesiones, los días 20, 21, 27 y 28 de enero 2021. Un promedio de 167 participantes asistió activamente a los cuatro talleres, representando a 24 países. Específicamente, representantes de 56 municipalidades del Perú, la observación de los otros tres países miembros de la Alianza del Pacífico (Chile, Colombia y México) y la participación de varios países (14) miembros del Programa MRV de África Occidental (WA-MRV).

Las capacitaciones contaron con las intervenciones de representantes de dos municipalidades invitadas, las cuales relataron sus experiencias prácticas: Lima y Arequipa. La primero, de hecho, en proceso de finalizar su Plan Local de Cambio Climático con miras a mejorar la resiliencia de la ciudad a los efectos del cambio climático, que incluye, entre otras actividades, el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

Por otro lado, Arequipa está activa respecto a la gestión de residuos sólidos en el marco de su Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) y su Agenda Ambiental hacia el Bicentenario. Su trabajo se justifica en la alta generación de residuos sólidos per cápita (0,48 kg) y comprende el manejo de residuos sólidos, el servicio de limpieza pública y actividades de capacitación, fortalecimiento, estrategias, monitoreo y fiscalización.

Principales elementos discutidos

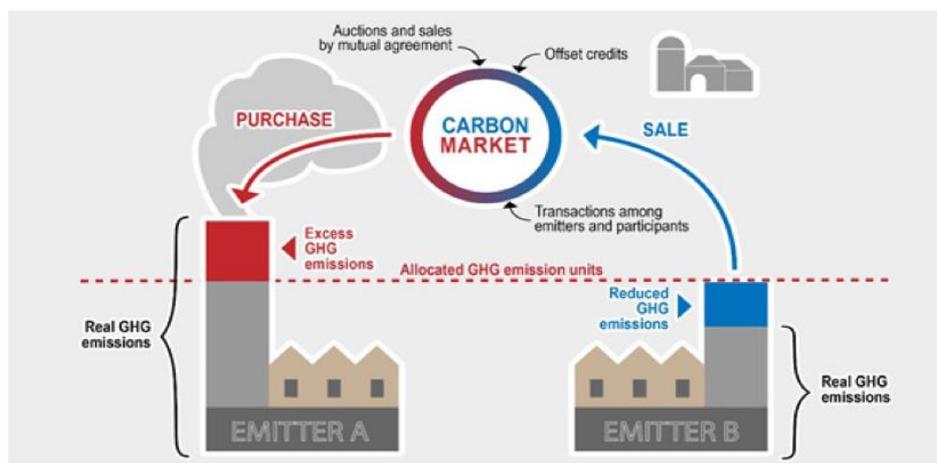
Sesión 1

- La gestión de residuos sólidos se asocia al impacto ambiental y a las emisiones de GEI.
- Se presentó el [Programa Reciclo Orgánicos de Chile](#) y al metano como principal GEI en el sector residuos sólidos, además de ser un contaminante climático de vida corta (CVCC).
- El buen manejo de los residuos sólidos elimina riesgos a la población por causa de malos olores, vectores y lixiviados que afectan la salud de las personas, sobre todo de las que viven cerca de los rellenos sanitarios o botaderos.

⁴ Si desea obtener los materiales, grabaciones y minutas de los talleres, vea los enlaces disponibles en el Anexo.

- El metano es el principal GEI producido en este sector, pero también se debe tomar en cuenta el carbono negro por causa de las quemas. Un manejo programático y cercano a la población beneficia su salud y el medio ambiente.
- En el Perú, el 95% de las emisiones del sector lo produce el metano. Bajo un enfoque de ciclo de vida, tanto el producto como el transporte de residuos generan a emisiones.
- Del Sistema de Información SIGERSOL Municipal, se sabe que un 55% de los residuos municipales son orgánicos, cada persona produce 0,8 kg/día y anualmente se emiten en total unos 4 millones de toneladas de CO_{2eq}. (SIGERSOL Municipal, 2020)
- SIGERSOL posee material de apoyo para las municipalidades: estudios y planes, entre otros. Además de los módulos de datos generales de la municipalidad, gestión de residuos sólidos, administración y finanzas, y educación ambiental, se ha habilitado un módulo de cambio climático que contiene el cálculo de emisiones GEI de línea base y por proyecto. Las tecnologías de mitigación utilizadas son: generación de energía, quema centralizada y descentralizada, compostaje, reciclaje y proceso semiaeróbico. Los resultados forman parte también de los Reportes Anuales de GEI (RAGEI) del sector residuos sólidos.
- Implementación de metodologías de compensación de carbono, las cuales pueden ser aplicadas para bajar el costo de cumplimiento de las organizaciones reguladas bajo programas de reducción de emisiones. Por eso es importante la correcta cuantificación. Existen muchas metodologías disponibles: GHG Protocol, ISO 14064, IPIECA y API Compendium, entre otros.
- El IPCC propone el nivel básico (Tier 1), intermedio (Tier 2) y avanzado (Tier 3). Hay varios países que ya cuentan con normas implementadas o promulgadas.

Gráfico 1: Mercado de carbono vs. Mercado de compensaciones



- Realización de un ejercicio práctico calculando las emisiones de GEI con protocolos establecidos para un proyecto de compostaje.
- Finalmente, se presentó el proceso de desarrollo del Protocolo de MRV de Compostaje en Chile.

“Las plantas de compostaje y los ejercicios prácticos [fueron temas que más me interesaron]. Los ejercicios prácticos ayudaron mucho a entender cómo uno puede llevar a la práctica el MRV al manejo de residuos.”
Alejandro Peláez, Chile

Sesión 2

- Definición del concepto de MRV climático: emisiones de GEI, acciones de mitigación y de financiamiento climático.
- Identificación de los usuarios de un MRV, el mejor acceso a financiamiento y su carácter multinivel y multisectorial.
- Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (RED) de Chile.
- Factibilidad de usar tecnologías de valorización de RRSS (relleno sanitario como la peor opción)
- La gestión sostenible de RRSS posee un enfoque de economía circular, porque va desde la prevención, la preparación para la utilización, el reciclaje, la valorización energética y la eliminación (lo menos recomendable).
- Existen diversas tecnologías como el compostaje, vermicompostaje, secado térmico, digestión anaerobia, tratamiento de aguas servidas, entre otros.
- Costos referenciales de equipos, costos de operación y de implementación con datos de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO) de Chile.

Gráfico 2: El concepto de economía circular aplicado a la gestión de los residuos sólidos



- Instrumentos de monitoreo de mitigación (MRV).
- Módulos específicos de mitigación de GEI en SIGERSOL.
- El MINAM es la autoridad nacional en temas de cambio climático e [INFOCARBONO](#) es el instrumento que utiliza para los reportes anuales de GEI (RAGEI).
- La [Huella de Carbono Perú](#) es otro instrumento dirigido a organizaciones públicas y privadas e incluye la neutralización. Ya existen 250 inscritas.
- El Registro Nacional de Medidas de Mitigación (RENAMI) es otro instrumento del Sistema para el Monitoreo de las Medidas Adaptación y Mitigación y hace seguimiento del avance de implementación de las medidas de mitigación para las NDC (aún no es público).
- Realización de un ejercicio práctico que trató sobre el cálculo del valor económico de las reducciones de GEI. Primero se explicó cómo se evalúan proyectos públicos y privados, se mostraron precios referenciales de emisiones. Se trató la externalidad económica, los precios sociales, el precio de mercado del carbono (*carbon tax*) y el valor referencial del comercio de derechos de emisión (*emissions trading system - ETS*). El ejercicio tomó como ejemplo una planta de compostaje en Chile.

Sesión 3

- El Sistema Nacional de Declaración de Residuos Sólidos No Peligrosos ([SINADER](#)) de Chile, módulo contenido en el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) y cuyos declarantes son: generadores industriales, municipales, instalaciones de recepción y almacenamiento de residuos y destinatarios finales. La información debe ser trazable.
- “Muy bien la experiencia [aplicación del MRV digital en el relleno sanitario de Copiulemu]. Por lo tanto, si ha funcionado en esa ciudad, es factible que funcione en las demás. Sólo es cuestión de decisión política (presupuesto, etc.)”*
Nancy Edith Porto López, Perú
- Uso de protocolos estándar de reporte y medición de compensaciones de carbono Caso de estudio de la experiencia chilena (relleno sanitario en Copiulemu).
 - Necesidad de adaptar las metodologías IPCC a cada país. En el caso de Chile, esta adaptación se hizo en seis pasos, aplicando los principios de contabilidad del GHG (*GHG Protocol*) y el estándar ISO 14.064. La metodología de captura y destrucción de gas de rellenos se basó en el Protocolo de Rellenos Sanitarios - Tratamiento y Destrucción de CH₄ de Quebec, el Programa “Protocolo de la Iniciativa de Rellenos Sanitarios” de los Protocolos de la Iniciativa de Compensación de Ontario y el Protocolo de Rellenos Sanitarios de USA (CAR).
 - Ejemplos de reglas de elegibilidad del CAR para el Protocolo de Rellenos Sanitarios aplicadas a Chile y el Protocolo de Compost (Fy Factor).
 - Caso de experiencia exitosa de aplicación del SINADER en la Planta integrada de manejo de residuos sólidos domiciliarios (PIMR) de la Comuna Santa Juana, y el módulo MRV. Se inició en 2018 con una campaña de educación ambiental comunitaria. La recolección es casa por casa hasta el centro de acopio. Se presentó un proyecto al Programa Reciclo Orgánicos y se ayudó a la comuna con asistencia técnica y maquinaria. Se explicó todo el proceso y los beneficios para la población participante. Toda la información se vuelca en hojas Excel.
 - Realización de un ejercicio práctico para mapear responsables claves y aplicar una metodología de cálculo para medición de emisiones en el SIGERSOL. Se mostró el modelo IPCC⁵ para residuos sólidos (*waste model*) utilizado para el módulo incluido en SIGERSOL, la diferencia entre Tier 1 y Tier 2, la información necesaria y los actores clave. El ejercicio se inició con una encuesta rápida a los/las participantes sobre la facilidad de obtención de datos para calcular emisiones.

Sesión 4

- Uso de tecnologías digitales para reporte y verificación.
- Modelo de Análisis Técnico-Económico (TEAM) para residuos sólidos. TEAM se utiliza para la toma de decisiones en estrategias de mitigación de emisiones de GEI y SLCP en sectores industriales clave, incluye la evaluación de co-beneficios y se aplica desde una instalación hasta una región geográfica o jurisdicción.

⁵ IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (www.ipcc.ch)

- Concepto de curvas de costo marginal de abatimiento (MACC).
- El proceso de trabajo con TEAM y una demostración en tiempo real vía web.
- La experiencia piloto de Blockchain MRV Digital en el relleno sanitario de Copiulemu, como parte del Programa Reciclo Orgánicos Chile-Canadá. Se presentó a [IOTA](#)⁶, una herramienta que es utilizada para este fin. Los desafíos encontrados para desarrollar el MRV fueron: ineficiencia del proceso MRV, credibilidad y utilidad de los resultados y cohesión de los sistemas MRV. Se eligió a Copiulemu por sus características particulares, como: tecnologías probadas y maduras (bajo riesgo científico), nueva sede construida, equipo moderno, equipos de medición digitales y sistema de gestión de datos que permite una rápida conexión con el Digital MRV (sin costos adicionales), el sitio es relevante para diversas partes interesadas (mitigación, inventarios, financiamiento). El desarrollo del MRV de residuos sólidos de Chile forma parte de una asistencia técnica más amplia.
- Panorama del modelo de MRV digital, sus ventajas y criterios de escalabilidad.
- Realización de un ejercicio práctico centrado en elaborar una lista de requisitos para que los participantes validen la factibilidad de aplicar tecnologías digitales en el sector de residuos sólidos en su municipalidad.
- Una encuesta llevada a cabo durante la sesión reveló que las municipalidades no están preparadas tecnológicamente para un MRV a nivel sub-nacional (60% poseen una conexión regular o mala), hay una inadecuada sistematización de los datos (71% utiliza hojas Excel), insuficiente comunicación y articulación, alta rotación del personal, brecha de información en tiempo real, insuficiente información útil (un 50% reporta información relevante) y falta de recursos humanos especializados en residuos sólidos (38% invierte en capacitación, equipos y software)
- Con estos insumos, se presentaron los pasos a seguir para implementar un aplicativo informático para la gestión de residuos sólidos.

En síntesis

Los talleres virtuales fueron positivamente evaluados por los/las participantes. El enfoque de cooperación técnica Sur-Sur entre Chile y Perú se reflejó en cada una de las cuatro sesiones y permitió que la transferencia de conocimientos y experiencias ganadas por Chile, con asistencia técnica de especialistas canadienses, sean aprovechadas por los/las participantes. Se fueron desarrollando los talleres desde lo más básico hasta lo más complejo. El modelo propuesto funcionó.

Respecto a los temas tratados, la presentación del Programa “Reciclo Orgánicos” y la plataforma SIGERSOL, permitió hacer una comparación entre ambos instrumentos climáticos y atraer la atención de los especialistas de la DGRS-MINAM, así como de los/las participantes. Aunque el Programa aún está en proceso de aplicación en Chile, los especialistas canadienses mostraron el razonamiento técnico, ambiental y social de las soluciones propuestas, así como ejemplos reales de su aplicación. La participación de una municipalidad chilena que aplica el Programa fue de sumo interés y esto se reflejó en la cantidad de

⁶ Ecosistema de tecnología avanzada para intercambiar valor y datos entre humanos y máquinas. Posee datos a prueba de manipulaciones, infraestructura escalable liviana, eliminación de riesgo de dependencia del proveedor, alto nivel de transparencia y sin tarifas integradas para utilizar la red.

preguntas hacia la expositora, lo que prueba que la participación de jefes o técnicos locales es muy importante para que los/las participantes tengan un referente del lado de la operación, y se reflejen en éstos.

Por otro lado, la dimensión tecnológica de las herramientas climáticas en el sector residuos sólidos, permitió profundizar los conocimientos de los/las participantes, conocer de cerca las soluciones validadas que existen y llevar estos conocimientos a sus respectivas municipalidades, centros de trabajo o comunidades, iniciando así un efecto multiplicador que era uno de los objetivos de los talleres virtuales.

Finalmente, pero no menos importante, es el seguimiento que se pueda hacer a los/las participantes para invitarlos a diversos espacios de aprendizaje en este sector u otros de su interés.

Conclusiones

La encuesta final resultó una importante fuente de retroalimentación de los/las participantes respecto a los temas de su mayor interés, sus sugerencias respecto a nuevos temas o reforzamiento de ellos, sus ideas de proyectos de mitigación, y sus necesidades de capacitación y recursos para adaptar y proponer acciones ambientales y climáticas en sus municipios.

Me gustaría aprender un poco mas de este tema [MRV en el sector de residuos sólidos] en mi país y así buscar alternativas como las propuestas en este curso”

**Manuela Sánchez Quintero,
Colombia**

De sus opiniones, resalta lo siguiente: la colaboración Sur-Sur surtió un efecto positivo, los temas estuvieron bien desarrollados y pudieron afianzar sus conocimientos, las iniciativas, casos y ejemplos se pueden llevar a sus respectivos municipios, los ejercicios prácticos estuvieron muy bien calificados, sugieren que se repitan este modelo de talleres, se presenten otros temas afines, se profundicen algunos temas desarrollados en este evento (soluciones ambientales limpias que sean transversales a la Agenda 2030 y a la economía circular) y se presenten más casos exitosos de aplicación del Digital MRV y del TEAM, profundizar en el concepto de Blockchain y cómo se aplica al MRV, el análisis costo-beneficio de las acciones y más ejercicios prácticos usando calculadoras de GEI.

Desde la etapa de registro, los organizadores han reconocido una importante necesidad de conocimientos en el público objetivo. Por motivos diversos, una parte de las personas registradas no pudo participar. Sin embargo, se consiguió que los temas seleccionados, la calidad de los/las especialistas y los ejercicios prácticos atraigan la atención de este público. Las estadísticas y los resultados lo reflejan. También se ha logrado obtener una importante experiencia en la organización y gestión de talleres virtuales participativos, que sirve para aplicar formatos similares en otros temas de interés del SGT MRV de la Alianza del Pacífico.

Para obtener más información sobre este ‘spotlight paper’, comuníquese con el investigador principal, Sr. [Carlos Orbeagozo](#), o para obtener más información sobre cualquier otro documentos de la Serie Spotlight, comuníquese con el coordinador SGT-MRV, Sr. [Francisco Pinto](#).

Anexo

Material de los talleres

- [Agenda](#)
- Grabación Sesión 1 (Parte [1](#) y [2](#))
- Grabación Sesión 2 (Parte [1](#) y [2](#))
- Grabación Sesión 3 (Parte [1](#) y [2](#))
- Grabación Sesión 4 (Parte [1](#), [2](#), [3](#) y [4](#))
- [Audio en español Sesión 1](#)
- Audio en español Sesión 2 (Parte [1](#) y [2](#))
- [Audio en español Sesión 3](#)
- Audio en español Sesión 4 (Parte [1](#), [2](#) y [3](#))
- [Ejercicio sesión 1](#) ([Excel file](#))
- [Ejercicio sesión 2](#) ([Excel files 1](#) and [2](#))
- [Ejercicio sesión 3](#) ([Excel file](#))
- [Ejercicio sesión 4](#)