



Taller Técnico Regional para Centroamérica sobre Financiamiento de Riesgos de Desastres y Seguro Paramétrico del CCRIF

Modelo de Exceso de Lluvia (XSR)



- Introducción
- Módulo de peligro
- Módulo de exposición
- Módulo de vulnerabilidad
- Módulo de pérdida
- Funcionamiento en tiempo real
- Actualizaciones 2023

XSR – Introducción

Modelo de riesgo de exceso de lluvia en tiempo casi-real para el Caribe y América Central

En 2012/2013 el CCRIF introdujo un nuevo producto para cubrir los daños causados por el exceso de lluvia

Desde entonces, el CCRIF ha realizado esfuerzos para reducir la incertidumbre en el modelo y mejorar su capacidad para estimar las pérdidas debidas a eventos extremos de lluvia

XSR 1.0 (2012)



XSR 2.0 (2016)



XSR 2.1 (2018)



XSR 2.5 (2019)



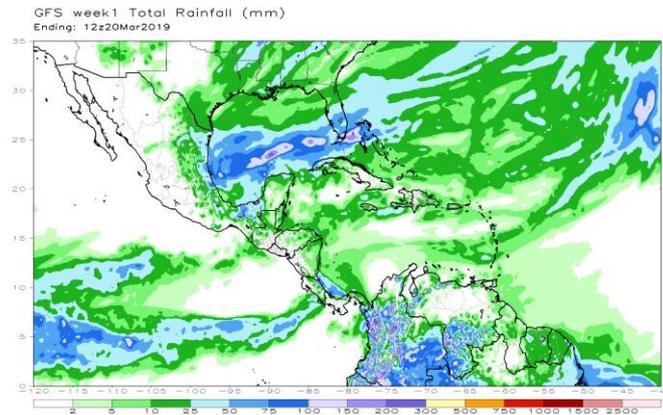
XSR 3.0 (2023)

- ✓ Los datos de precipitación son inciertos
- ✓ Los modelos de riesgo para seguros paramétricos tienen estrictos requisitos de datos:
 - ✓ Disponibilidad en tiempo real
 - ✓ Confiabilidad
 - ✓ Largos registros históricos
 - ✓ Coherencia entre datos históricos y en tiempo real



Existen muchas fuentes de datos con diferentes características, pero no todas se pueden utilizar en esta etapa:

- ✓ Pluviómetros
- ✓ Radar
- ✓ Satélite
- ✓ Modelos meteorológicos

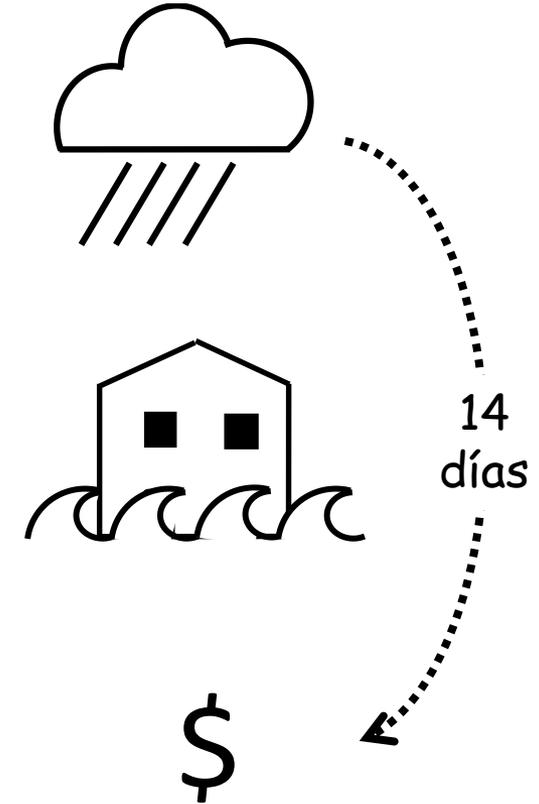


El modelo de exceso de lluvia (XSR) está dirigido a

Simular en tiempo real la precipitación sobre un país

Estimar rápidamente las posibles pérdidas

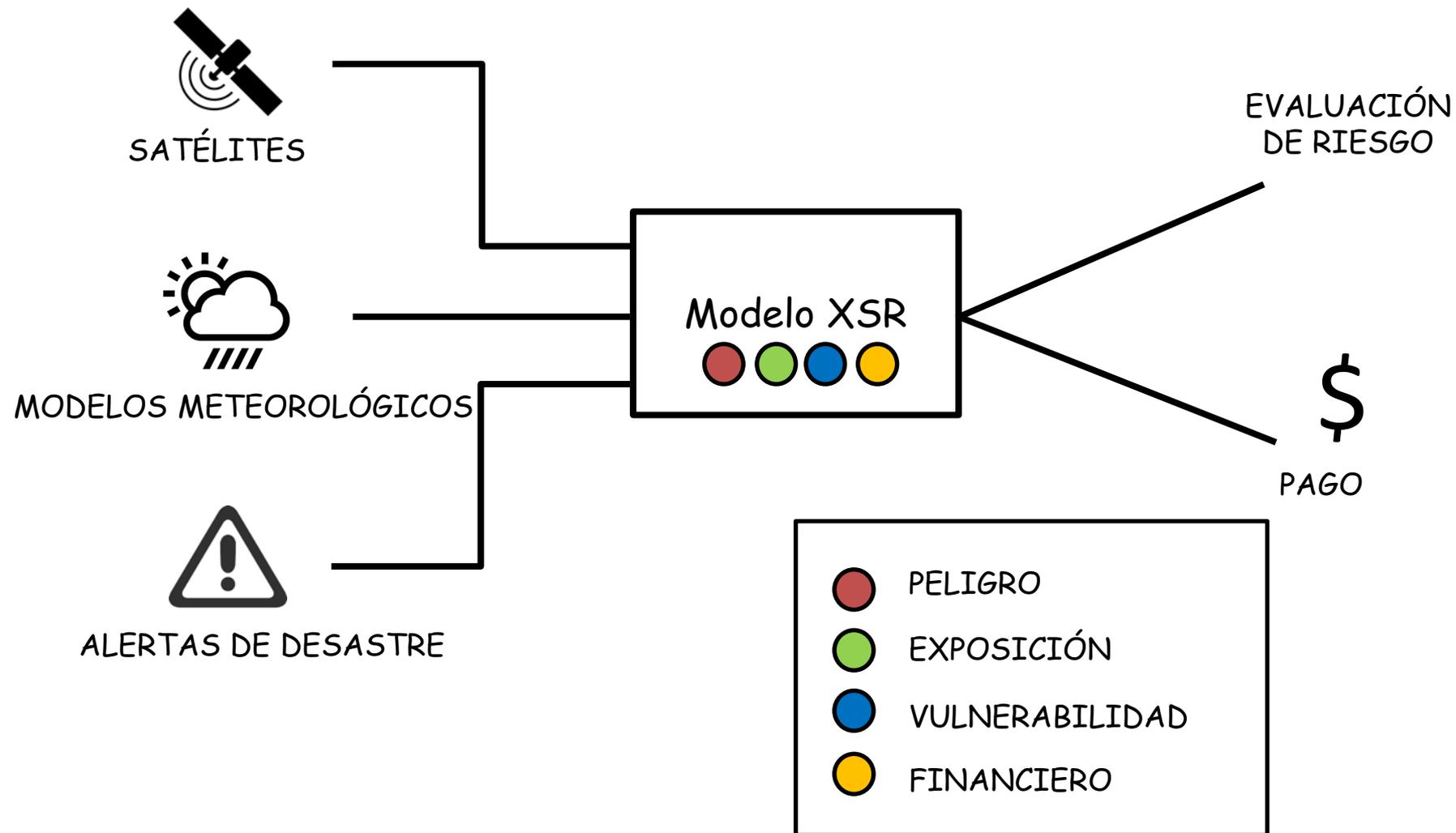
Permitir que el país reciba un pago consistente con las condiciones de la póliza de seguro **dentro de los 14 días** posteriores al finalizar el evento de XSR



Modelo XSR - Introducción

Dominio de aplicación: Caribe y Centroamérica

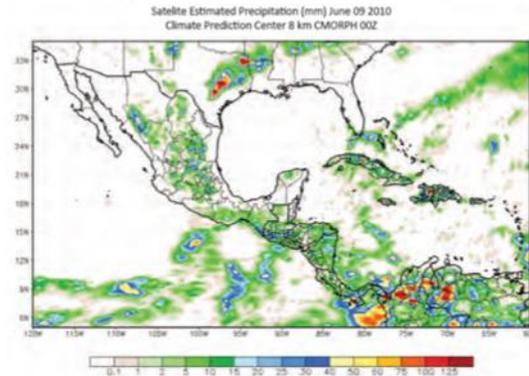




Módulo de AMENAZA

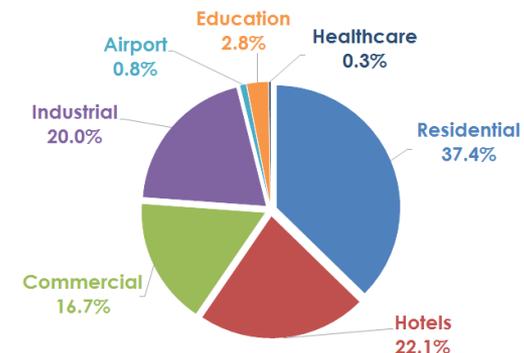
Las estimaciones de precipitaciones se derivan en tiempo casi-real de:

- **Información satelital:** Precipitación estimada a partir de datos de detección remota
- **Modelos meteorológicos:** Precipitación estimada a partir de modelos numéricos de predicción meteorológica



Módulo de EXPOSICIÓN

Se utilizan varias fuentes de datos relacionadas con el **entorno construido** y con la **topografía aledaña**. La base de datos de exposición final contiene información sobre el **número de diferentes tipos de estructuras**, su **superficie** y su **valor económico** para los diferentes sectores.



Ejemplo de desglose del valor de los activos en riesgo por clase de ocupación.

Módulo de VULNERABILIDAD

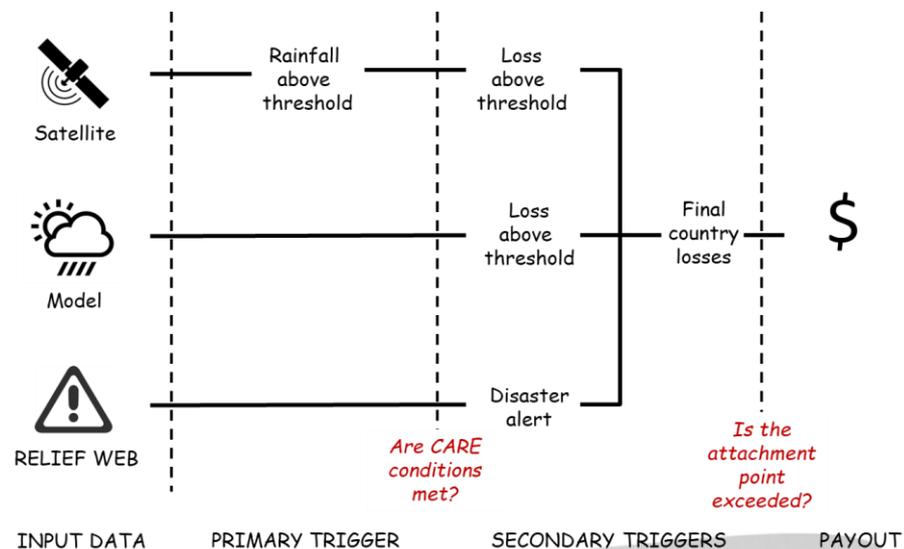
Los análisis de vulnerabilidad se llevan a cabo para identificar las consecuencias para el entorno construido cuando se produce un evento de exceso de lluvia. **Las funciones de vulnerabilidad están calibradas para ser coherentes con las pérdidas reportadas por eventos históricos**



Módulo de PÉRDIDA

Disparador principal simplificado basado en pocos parámetros para identificar la intensidad del evento en el país

Disparador secundario para reducir el riesgo de base



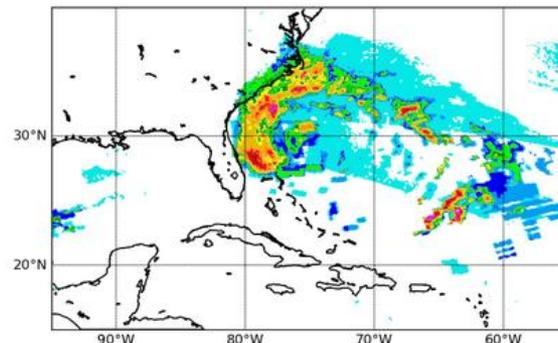
XSR – Módulo de amenaza

Modelo de riesgo de exceso de lluvia en tiempo casi-real para el Caribe y América Central

Estimaciones de precipitación a partir de datos satelitales

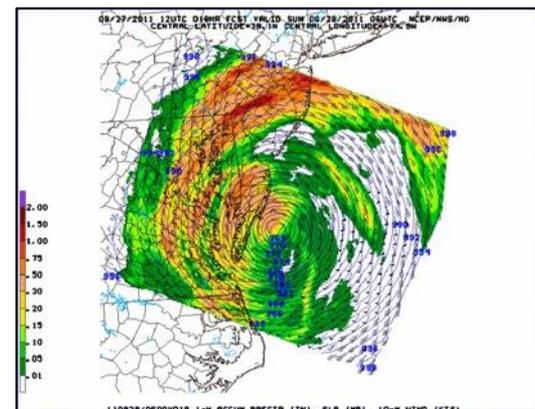
Productos globales proporcionados por agencias internacionales (NOAA, NASA):

- Estimaciones de lluvia obtenidas aplicando algunos algoritmos a observaciones de microondas producidas por **varios satélites de órbita baja**
- **Seguimiento de nubes:** monitoreo de nubes mediante satélites infrarrojos geoestacionarios

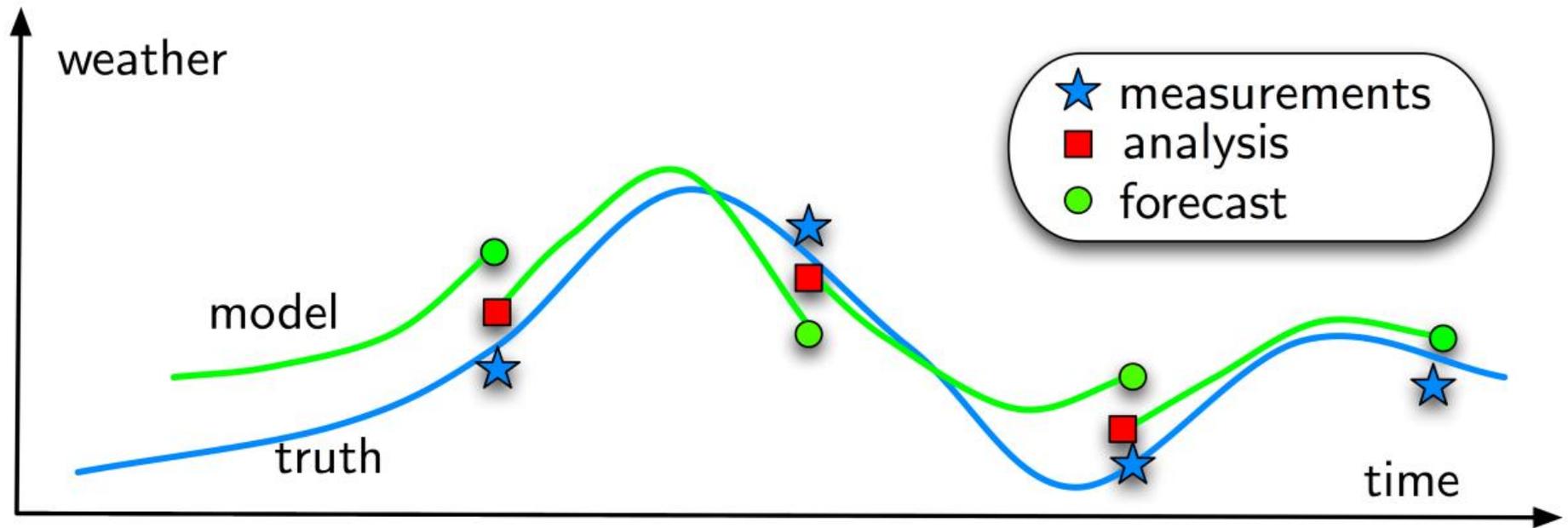


Estimaciones de precipitación a partir de modelos numéricos

- Sistema de cálculo numérico para simulación atmosférica a escala local
- Modelo: Sistema de Pronóstico del Clima (**WRF**)
- WRF tiene una **gran comunidad de usuarios registrados** en todo el mundo (más de 30,000 en más de 150 países)
- WRF está operando en **NCEP, AFWA y muchas otras agencias**

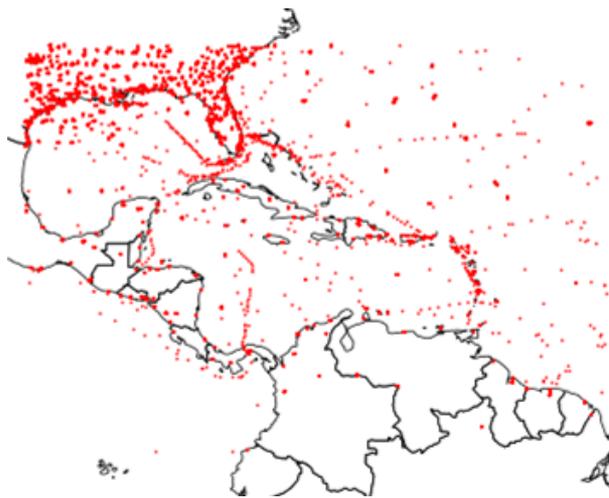


Un conjunto de observaciones de viento, presión, temperatura y humedad recogidas tanto en la superficie como en la atmósfera son utilizadas por el modelo WRF para corregir su simulación, en cada actualización.

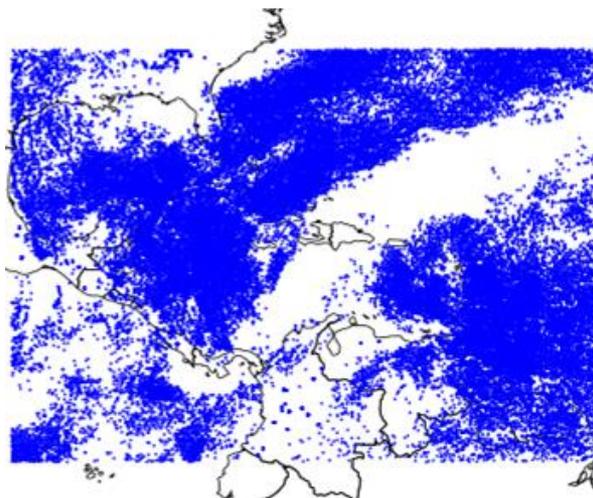


Observaciones asimiladas en WRF para el 22 de noviembre de 2017

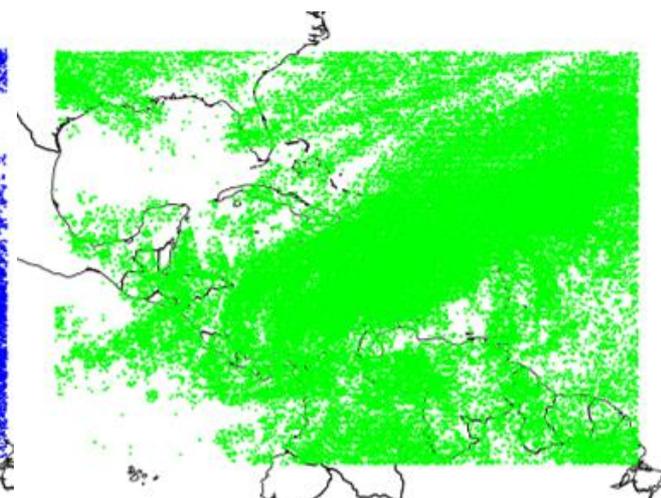
0 m



Atmósfera Media



Atmósfera superior

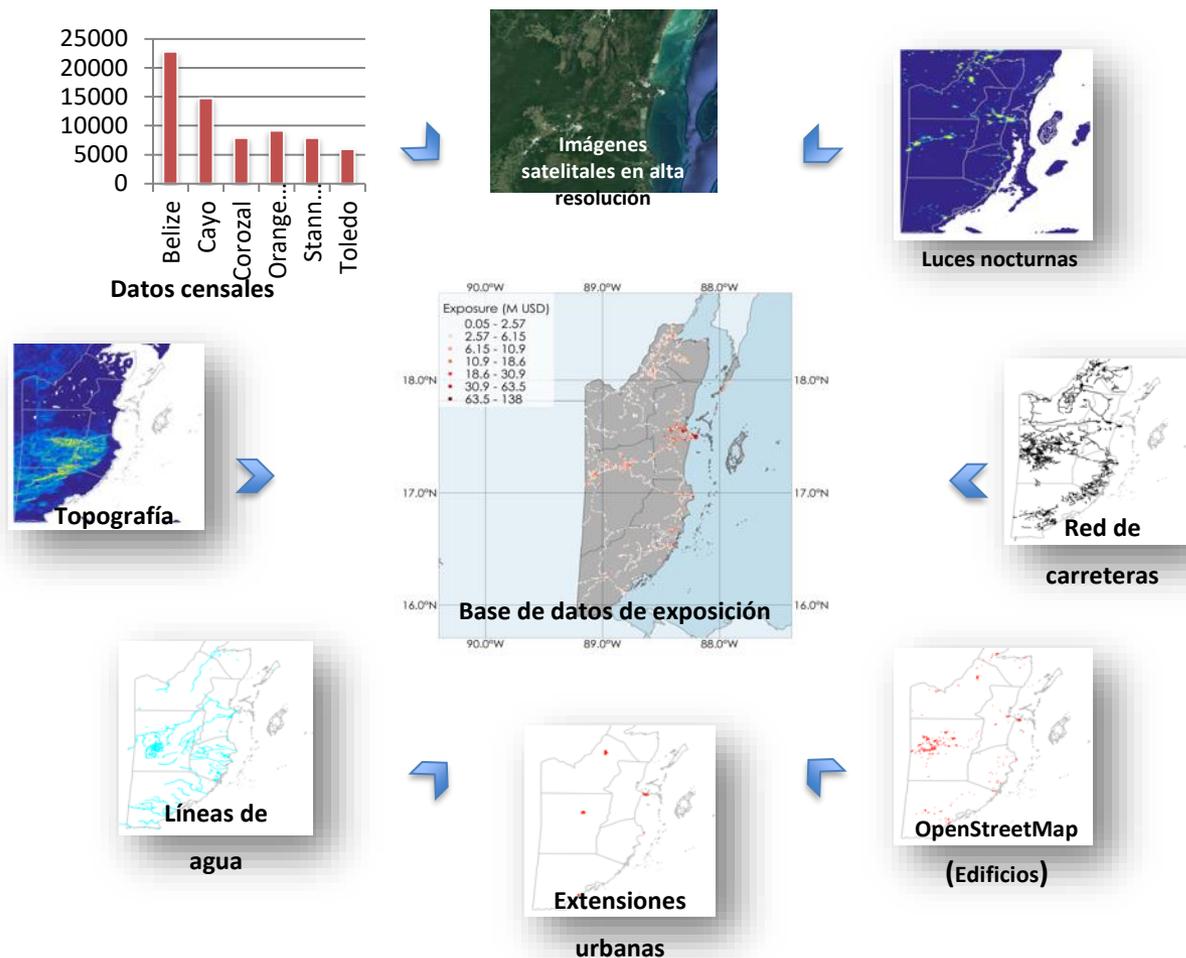


| | Presión | Viento | Temperatura | Humedad |
|-----------------|----------|----------|-------------|---------|
| #Obs. en un día | ~150,000 | ~150,000 | ~25,000 | ~25,000 |

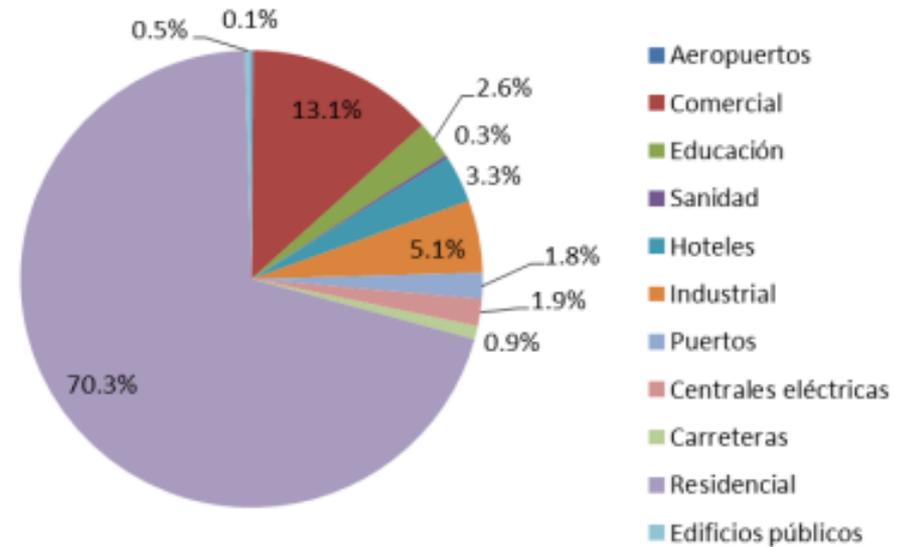
XSR – Módulo de exposición

Modelo de riesgo de exceso de lluvia en tiempo casi-real para el Caribe y América Central

Se utilizan varias fuentes de información:



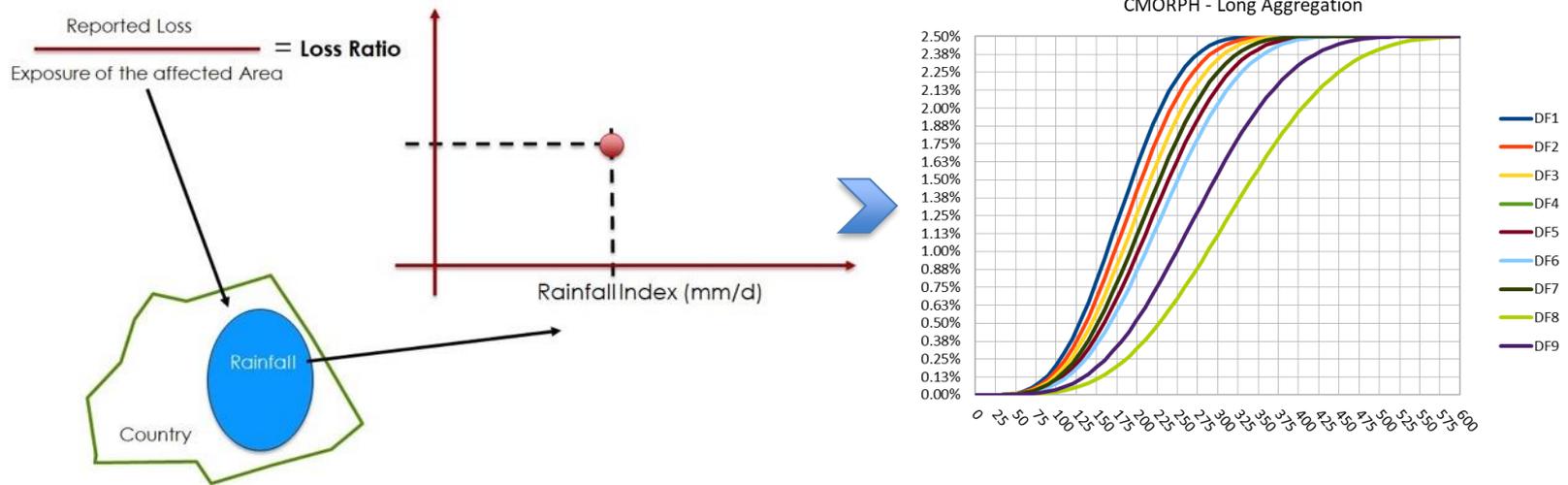
- Categorías incluidas:
 - Edificios residenciales
 - Edificios comerciales
 - Edificios públicos
 - Instalaciones industriales
 - Hoteles y restaurantes
 - Infraestructura sanitaria
 - Instalaciones energéticas
 - Infraestructura educativa
 - Aeropuertos y puertos
 - Red de transporte (carreteras)
 - Cultivos



XSR – Módulo de vulnerabilidad

Modelo de riesgo de exceso de lluvia en tiempo casi-real para el Caribe y América Central

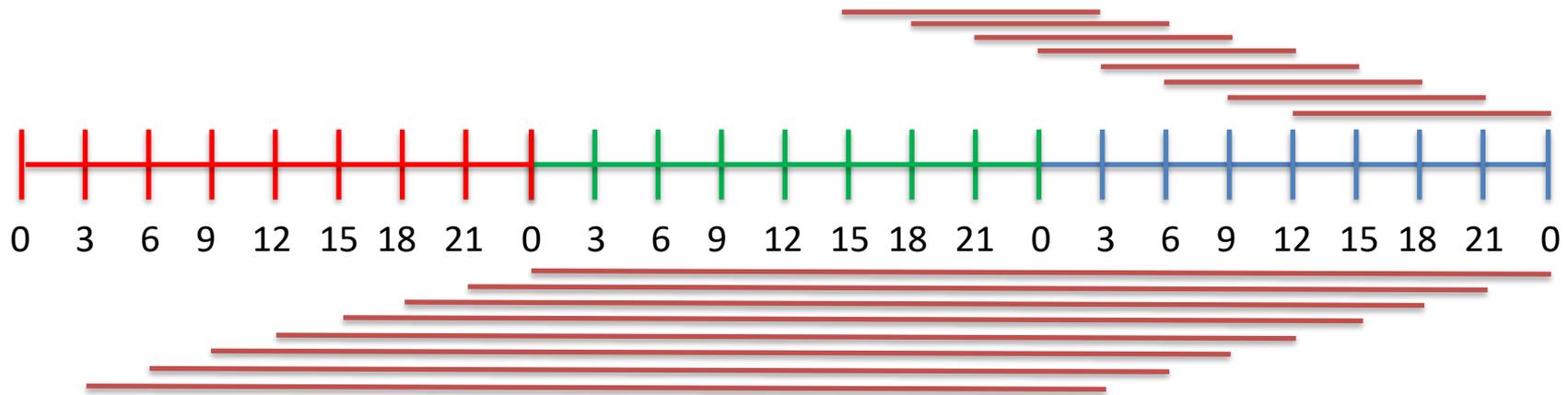
- El módulo de vulnerabilidad **convierte la intensidad de la lluvia en una relación de pérdida**. Esto se hace utilizando las funciones de vulnerabilidad
- Las **funciones de vulnerabilidad** son relaciones intensidad-pérdida que correlacionan la intensidad de la lluvia y las pérdidas observadas.



- En el modelo XSR, las funciones de daño se construyen sobre una **base estadística**, a través de un proceso de calibración para reproducir las pérdidas históricas.

La precipitación se agrega sobre la ventana con precipitación máxima

12hr – Ventana con precipitación máxima para cada celda de la malla

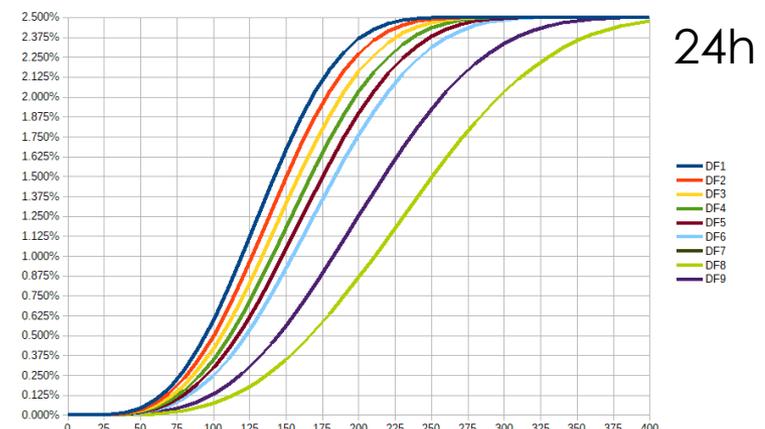
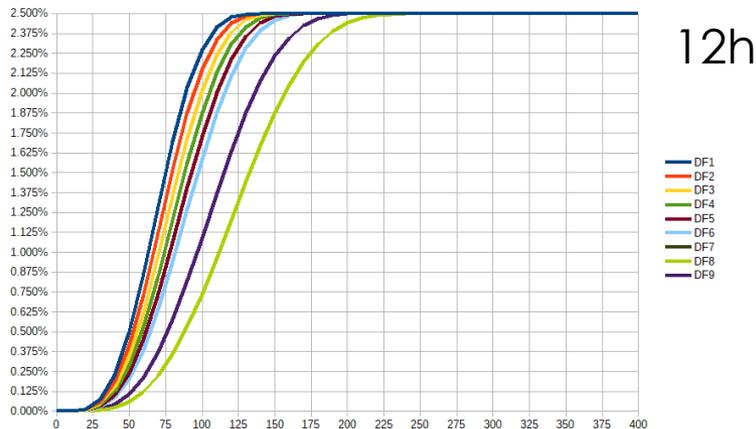


48hr – Ventana con precipitación máxima para cada celda de la malla

Esto asegura que se capture todo el evento de precipitación y no se divida entre 2 días consecutivos.

- Funciones de daño

- El daño no está estrictamente correlacionado con la profundidad de la lluvia, por lo que no se puede seguir el enfoque clásico de ajustar los valores de daño observados
- Funciones de daño teóricas:

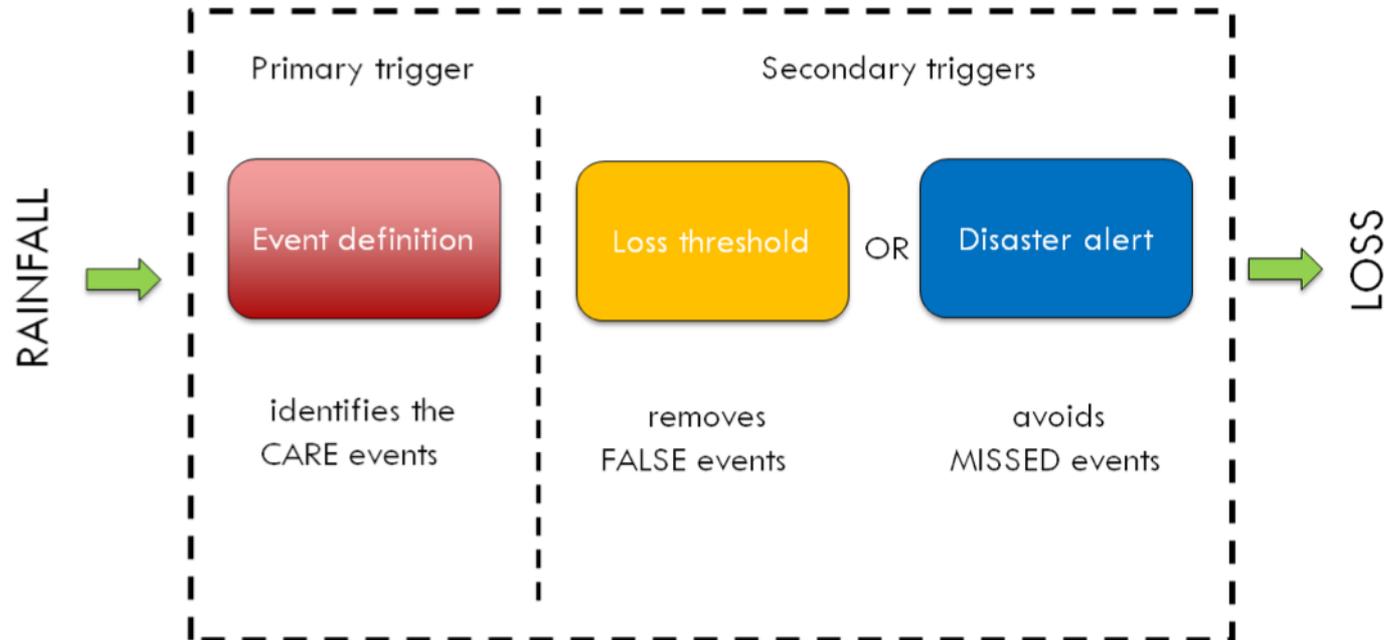


- Nueve funciones de daño diferentes correspondientes a nueve categorías de activos

XSR – Módulo de pérdida

Modelo de riesgo de exceso de lluvia en tiempo casi-real para el Caribe y América Central

Sistema de doble disparador: Primer disparador basado en la amenaza, segundo disparador basado en impactos



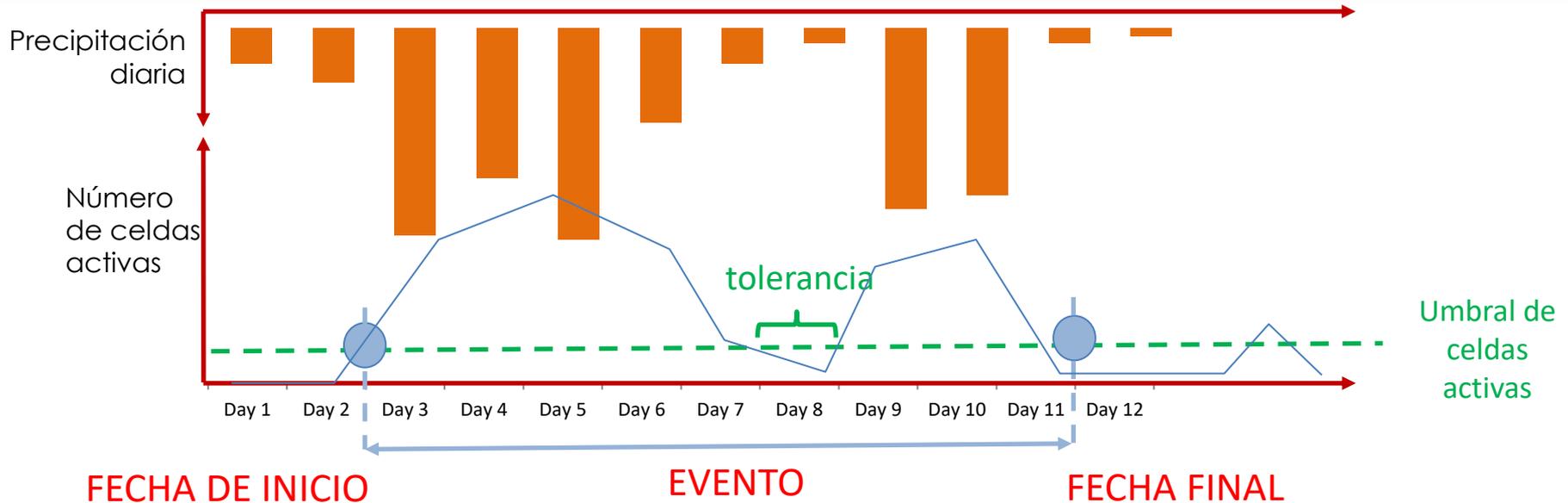
Definición de Evento de Lluvia en una Área Cubierta (CARE)

El disparador principal solo depende de la precipitación estimada de las observaciones satelitales

Un evento que desencadena el disparador principal se identifica como un **CARE**

Variables involucradas:

- **Intensidad de precipitación** en todas las celdas de un país
- **Celdas activas**, es decir, celdas donde la lluvia ha sido especialmente intensa
- Período de tolerancia, es decir, número máximo de días durante los cuales el evento está "en pausa"



4 pasos para la definición de un CARE

- Calcular la **precipitación máxima** durante los **períodos de agregación**
- Calcular el número de **celdas activas**, aquellas con precipitaciones por encima del umbral de acuerdo con al menos uno de los períodos de agregación
- Establece la fecha de inicio como el primer día en que el número de celdas de exposición activas supera el umbral.
- El CARE termina cuando las condiciones anteriores no se cumplen durante al menos un número consecutivo de días llamado **período de tolerancia**

El **segundo disparador** depende del **Índice de Pérdidas por Precipitación (RIL)** estimado por el modelo

El disparador secundario se puede activar en dos casos:

- **Umbral de pérdida:** Las pérdidas basadas en satélites están por encima de un umbral de pérdida

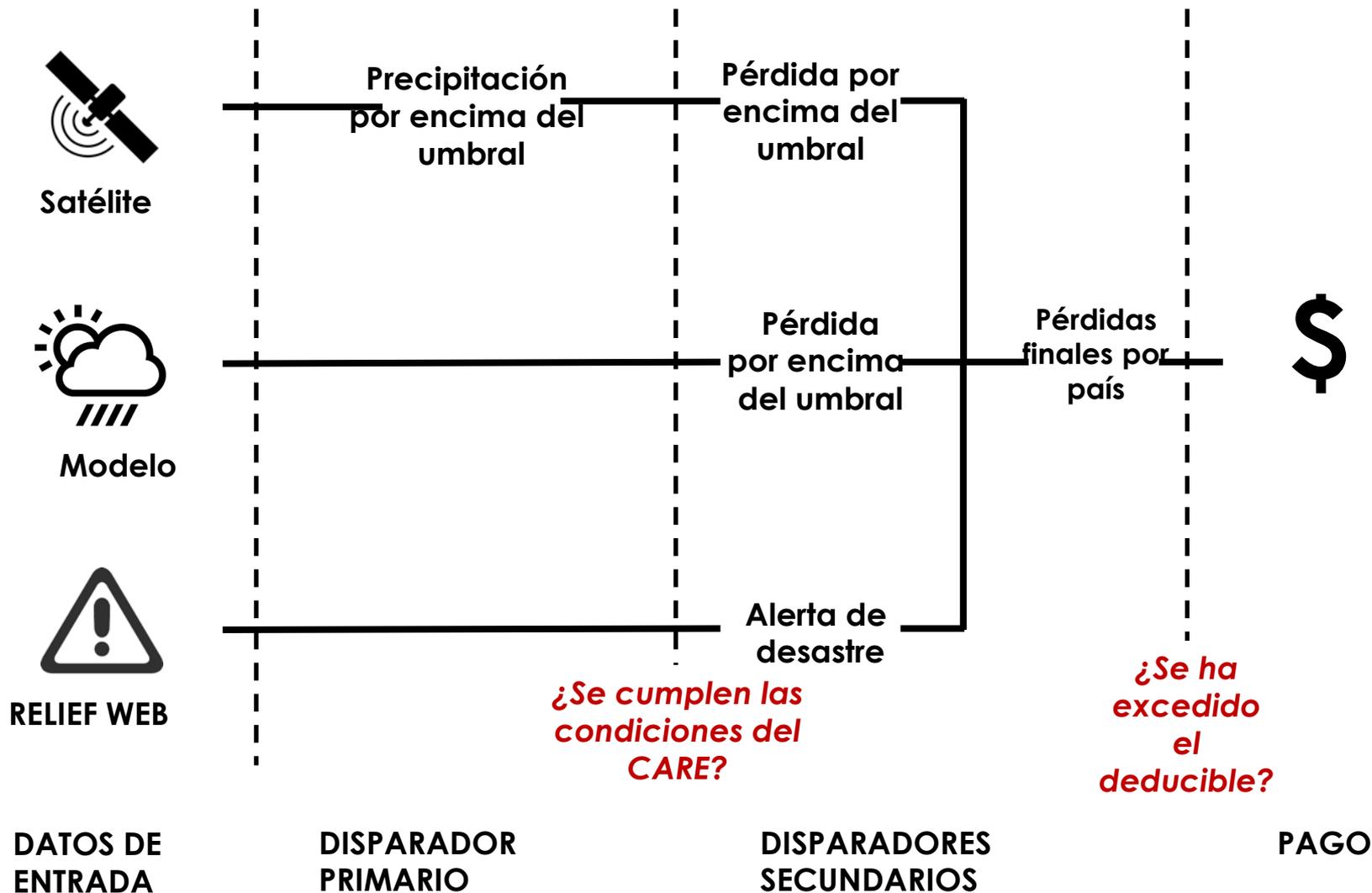
O bien

- Se emitió una **alerta de desastre** para ese evento por el sitio web ReliefWeb, por OCHA

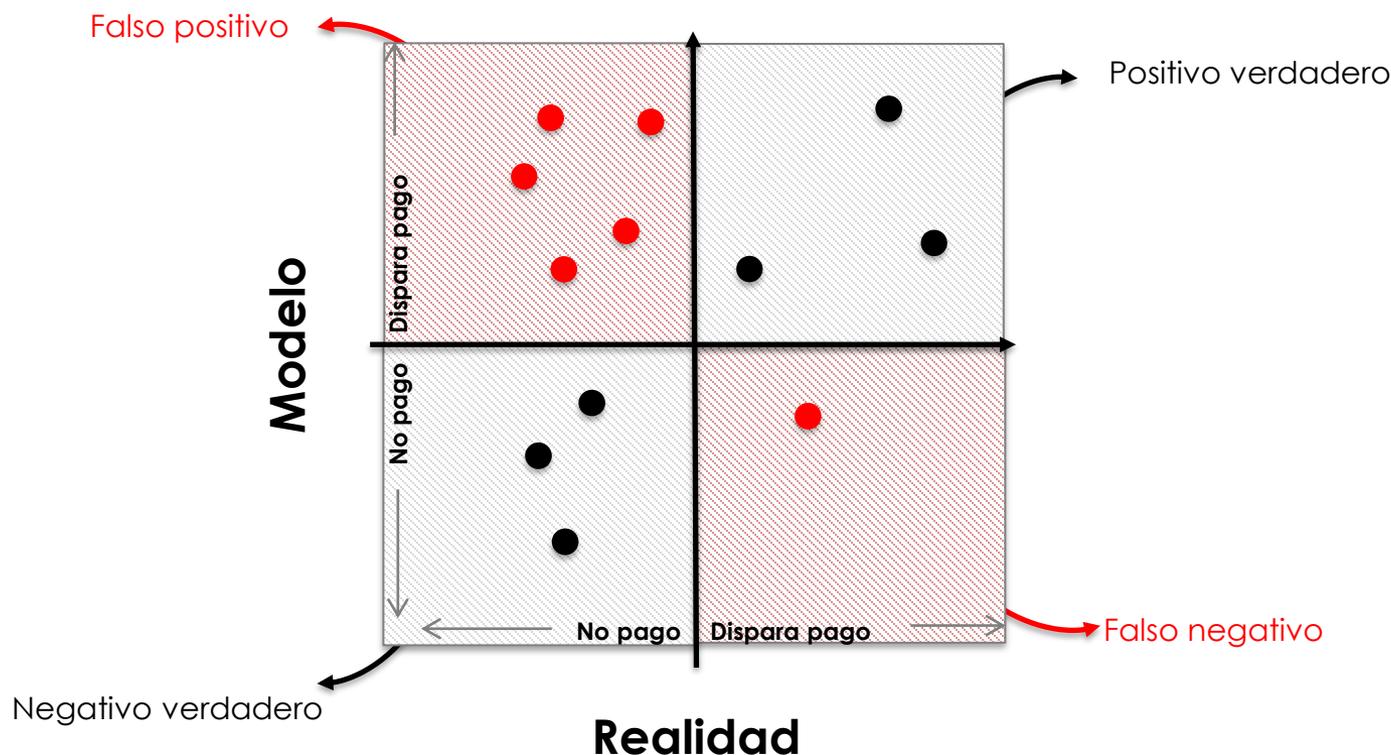


reliefweb

Modelo XSR - Módulo de pérdida

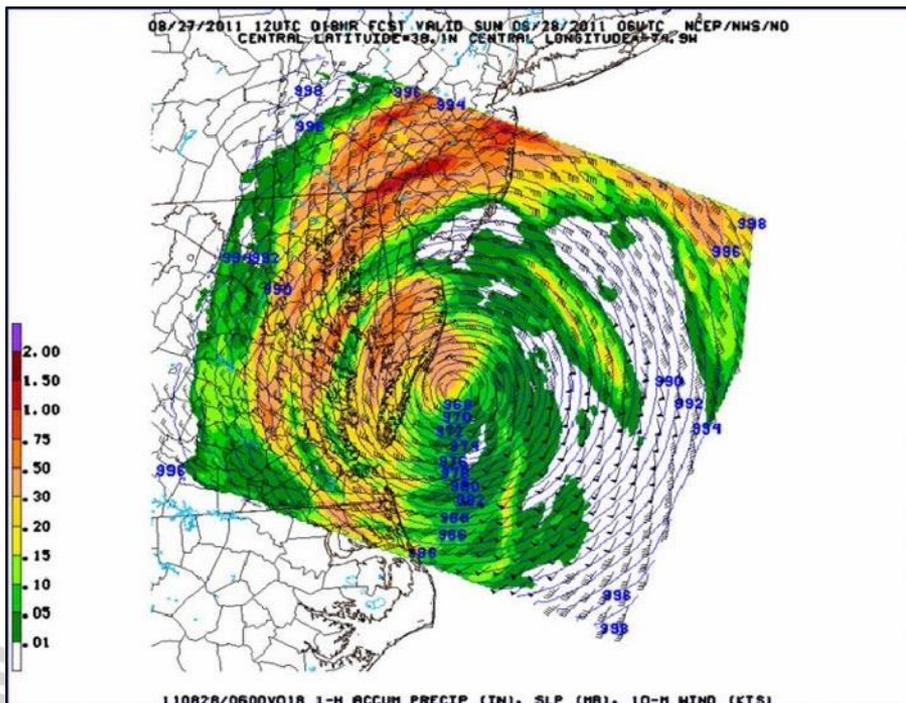


- Disparador principal:
 - Lluvia por satélite: análisis de precipitación



- Disparador primario:
 - La lluvia satelital tiene una **buena precisión espacial**
 - El disparador primario se activa fácilmente para identificar **tantos eventos como sea posible** (minimizar los eventos falsos negativos)
 - ¡**Alto riesgo de eventos falsos** (falsos positivos)!

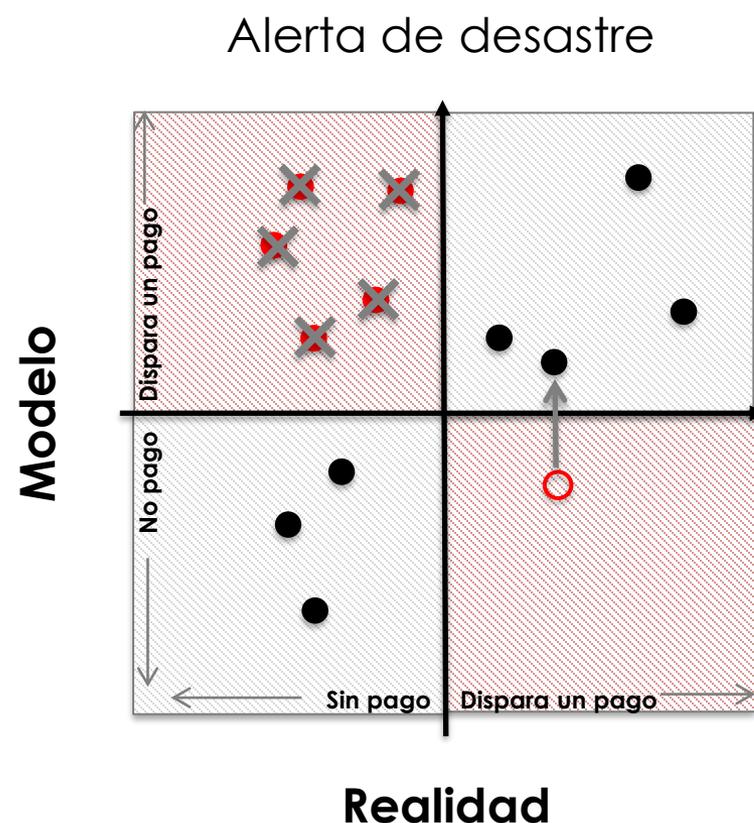
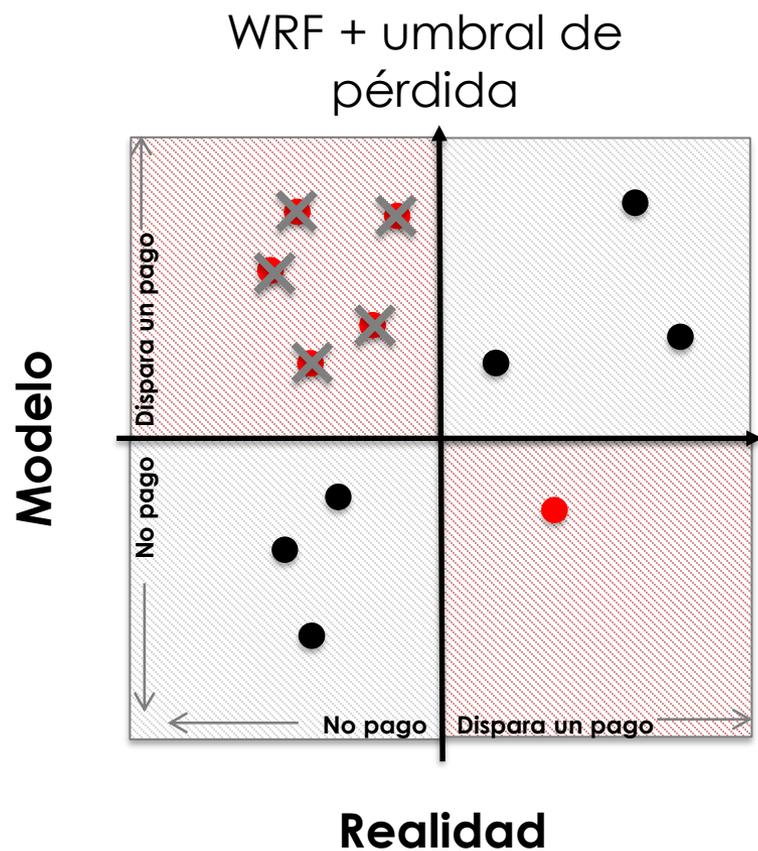
- Disparador secundario:
 - Disparador **basado en pérdidas**
 - **Modelo climático numérico** y **satelital** utilizado para calcular pérdidas y descartar eventos por debajo de un umbral de pérdida
 - **Alerta de desastre** de reliefweb.int



- Disparador secundario:
 - Disparador basado en pérdidas
 - Ayuda a **identificar** aquellos **eventos** que los conjuntos de datos satelitales han subestimado
 - Corregir algunos errores de conjuntos de datos satelitales
 - No se puede usar solo, debido a las incertidumbres del modelo
 - ¡Menor riesgo base!

- Disparador secundario:
 - Alerta de desastre por reliefweb.int
 - Ayudar a **identificar** aquellos **eventos** que no han sido identificados por datos y modelos satelitales, por ejemplo, eventos altamente localizados
 - **Evita eventos perdidos**
 - **No es útil por sí solo**, dado que la alerta de desastre a menudo se activa antes de que ocurra el desastre (p.ej. pronóstico de huracanes)
 - Útil si se emplea junto con otros indicadores
 - ¡Menor riesgo base!

- Disparador secundario:



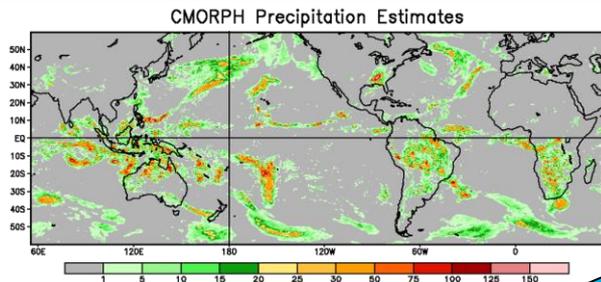
XSR - Funcionamiento en tiempo real

Modelo de riesgo de exceso de lluvia en tiempo casi-real para el Caribe y América Central

Modelo XSR – Operación en tiempo real

- Diagrama de flujo en post-evento (o casi en tiempo real)

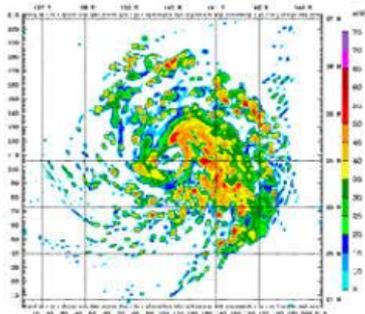
1 – NOAA y NSA proporcionan datos satelitales globales y modelos de baja resolución



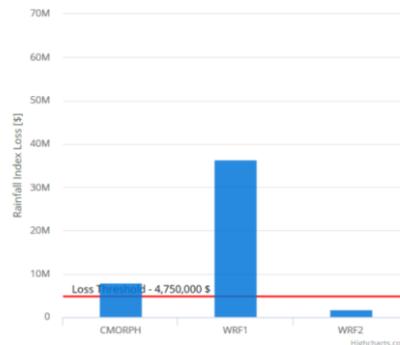
2 – Los datos se descargan y se cortan sobre el dominio geográfico



3 – El agente de cálculo del CCRIF ejecuta el modelo WRF



4 – XSR produce estimaciones de pérdidas económicas



5 – Dados los parámetros de la póliza del país, si las pérdidas están por encima del deducible, se calcula un pago



XSR – Actualizaciones del modelo en 2023

Modelo de riesgo de exceso de lluvia en tiempo casi-real para el Caribe y América Central

Actualizaciones 2023

Actualización de la configuración del WRF

Inclusión de IMERG

Revisión del método de cálculo de pérdidas

Ajuste de curvas de vulnerabilidad

Disparador adicional para eventos localizados

Generación de un conjunto de curvas de pérdida

Disparador adicional para las temporadas húmedas

Inclusión de los últimos eventos en la evaluación de peligro

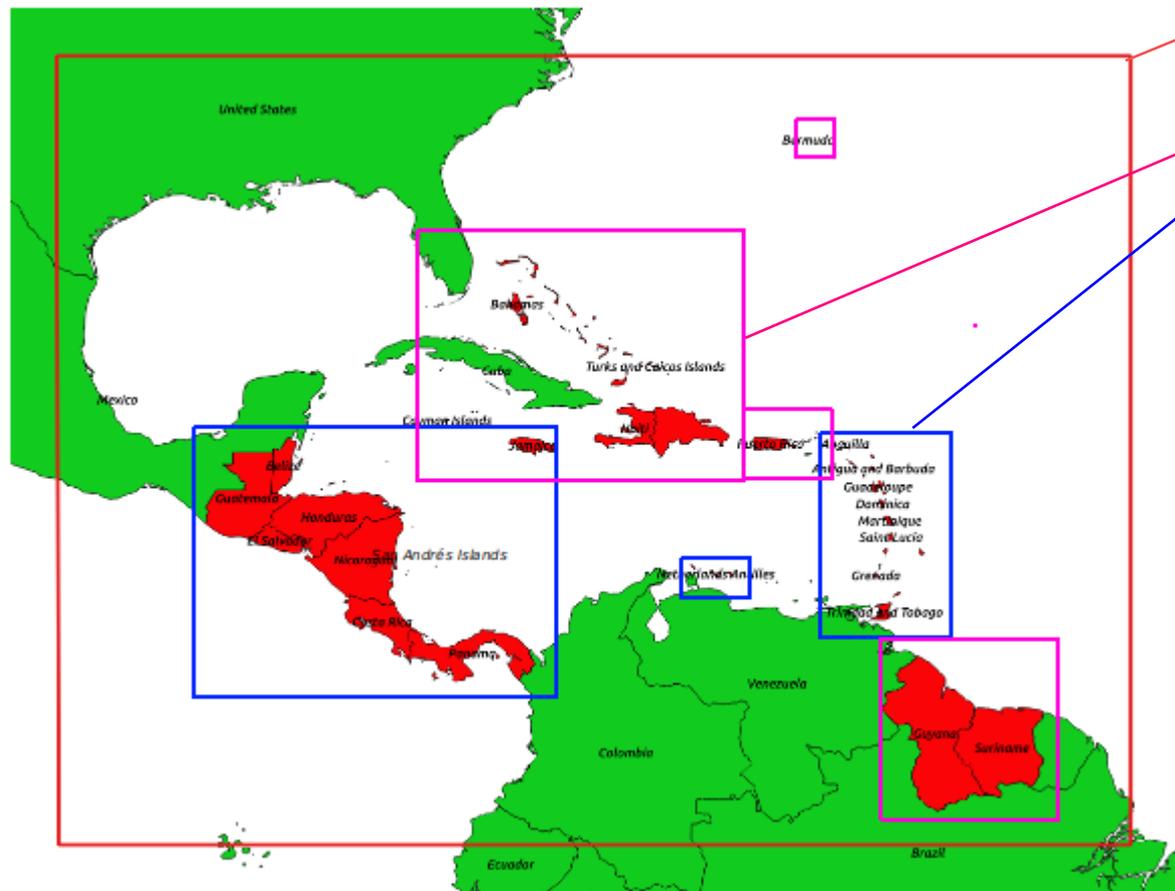
Inclusión del efecto de formación de costras en el suelo

Incorporación de cultivos

- WRF Actualización del modelo
 - Configuraciones anteriores del WRF:
 - WRF5 (Resolución de 8km)
 - WRF7 (Resolución de 8km, incluye asimilación de datos)
 - **Nuevas configuraciones WRF basadas en CIMH e INSIVUMEH:**
 - WRF11 (basado en la configuración del CIMH, resolución de 4km, anidado en un dominio más robusto)
 - WRF15 (basado en la configuración de INSIVUMEH, resolución de 4km, anidado en un dominio más robusto, incluye asimilación de datos)



- Actualización del modelo WRF



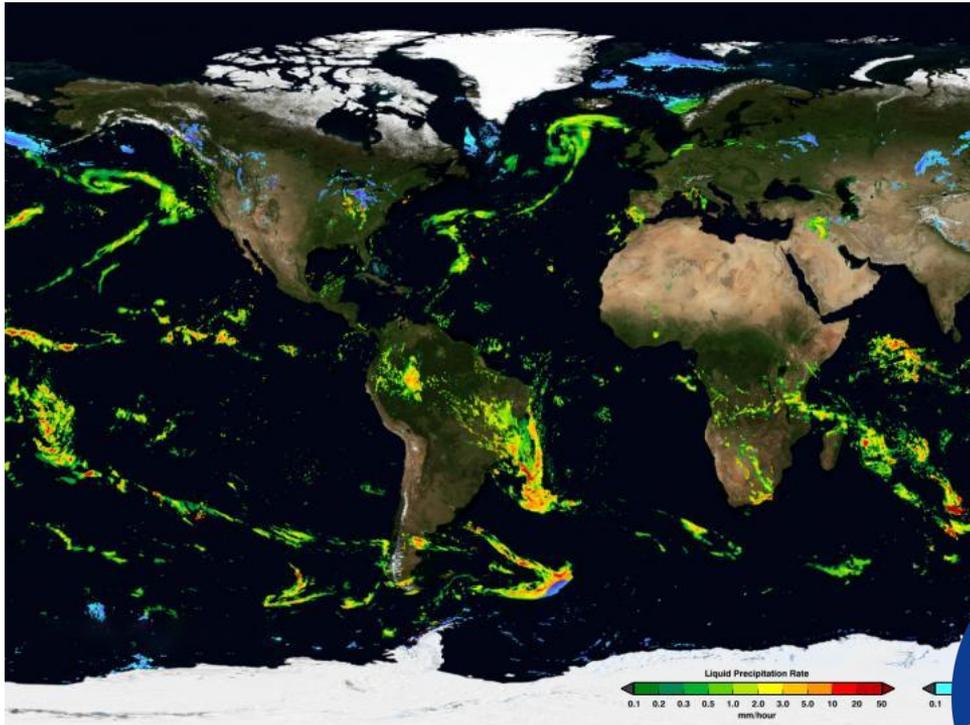
Mismo dominio que XSR2.5

Dominios anidados, resolución de 4 km

Por qué:

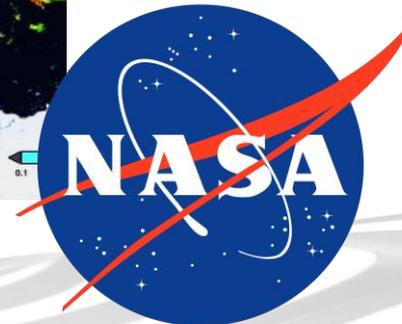
- Representación más precisa de la topografía, las costas, el uso de la tierra
- Evitar la parametrización para la precipitación convectiva
- ↓
- Mejora de los eventos de lluvias intensas, principalmente tierra adentro, sobre pequeñas islas y montañas

- Inclusión de IMERG
 - Mejora de las precipitaciones satelitales
 - Producto alternativo a CMORPH



CMORPH subestima el promedio de precipitación, el máximo y el percentil 99°

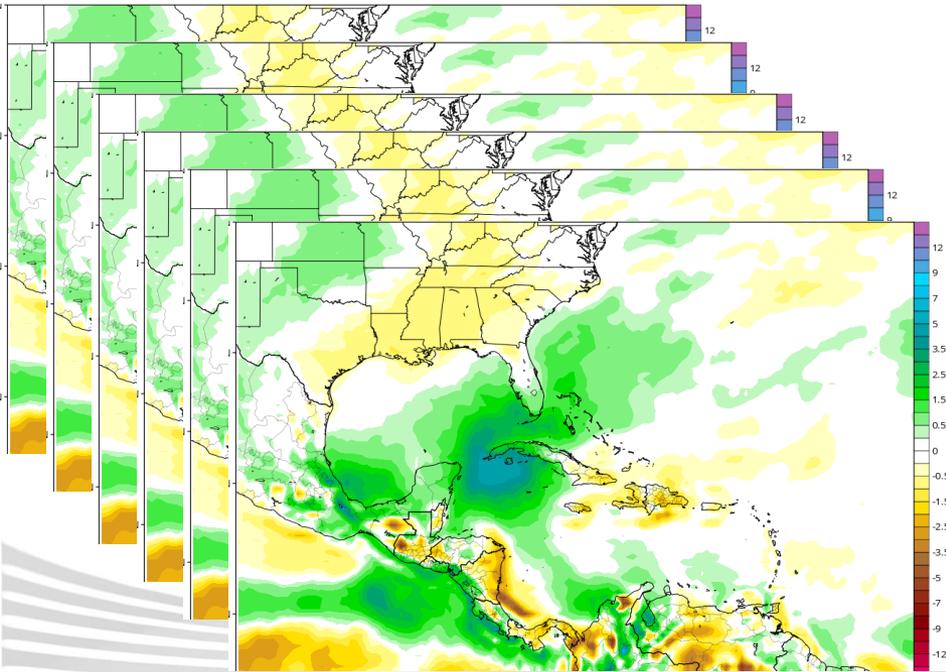
IMERG coincide más con las observaciones



1. Nuevo enfoque de cálculo de pérdidas

- Definición de eventos: todavía basado en **CMORPH** (funciona bien, capaz de identificar la ocurrencia de eventos de lluvia) o publicación de **Alerta de Desastre (DA)** y activación de CARE entre: IMERG, WRF11, WRF15 en una ventana de 7 días alrededor de la fecha de emisión de la Alerta de Desastre.

2. Cálculo de pérdida



6 Modelos de lluvia: CMORPH, WRF5 y WRF7 IMERG, WRF11 and WRF15

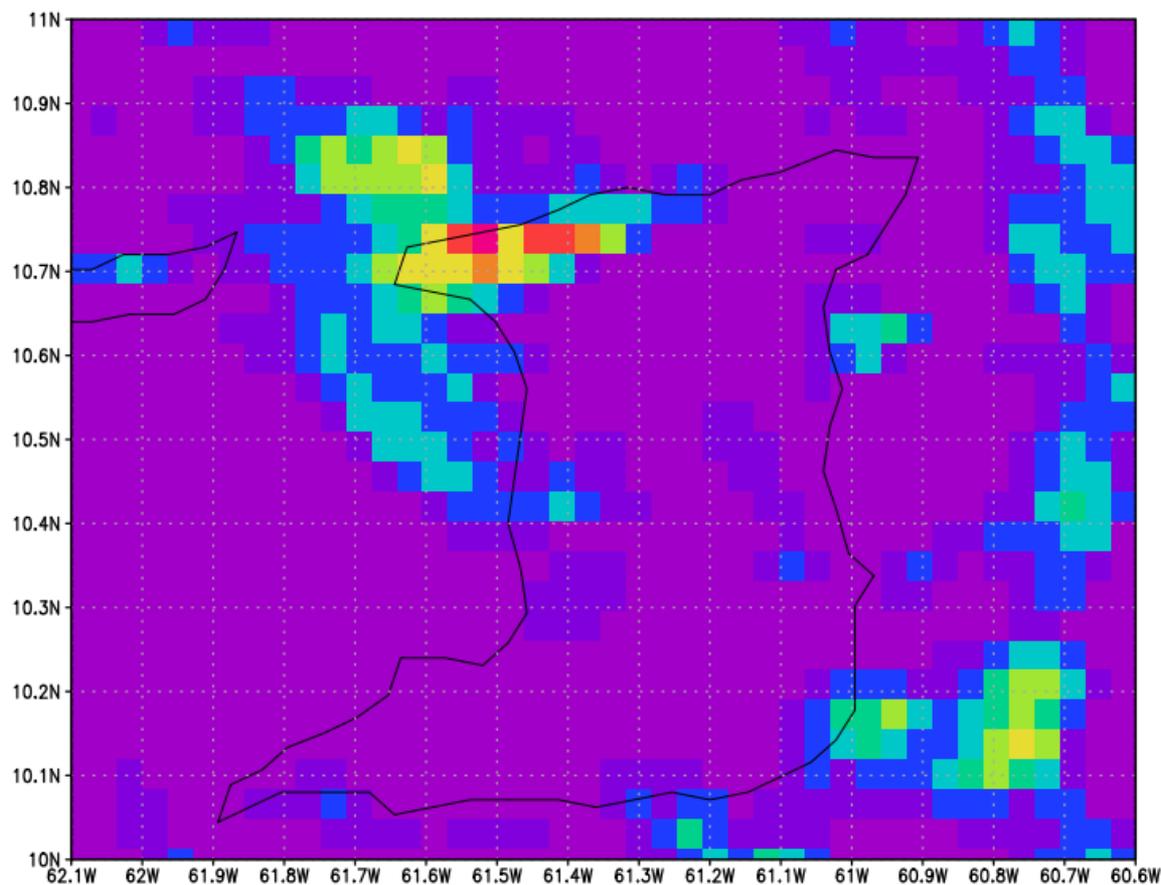
Al menos tres modelos de lluvia, incluyendo CMORPH o IMERG, con $RIL > \text{Umbral de pérdida}$

Alerta de desastre

Pérdida por evento = promedio de los diferentes modelos de precipitación por encima del umbral de pérdida

- Disparador de eventos localizados
 - Objetivo
 - Producir un pago por eventos que no causaron grandes pérdidas a escala nacional pero afectaron una **parte relativamente pequeña del país**
 - Metodología
 1. Identificar grandes eventos de precipitación:
 - La precipitación local debe exceder los 70 mm/día (basado en un mínimo de 3 modelos)
 - Las pérdidas a escala de país deben ser mayores que cero
 2. Calcular la relación entre la precipitación local y la precipitación a escala de país: **Índice de precipitación (Pindex)**
 3. Producir un pago cada vez que Pindex supere un cierto umbral

- Disparador de eventos localizados
 - Ejemplo: Inundación Diego Martin 2012 en Trinidad



11/08/2012 a
13/08/2012
precipitaciones sobre
Trinidad por WRF1 1

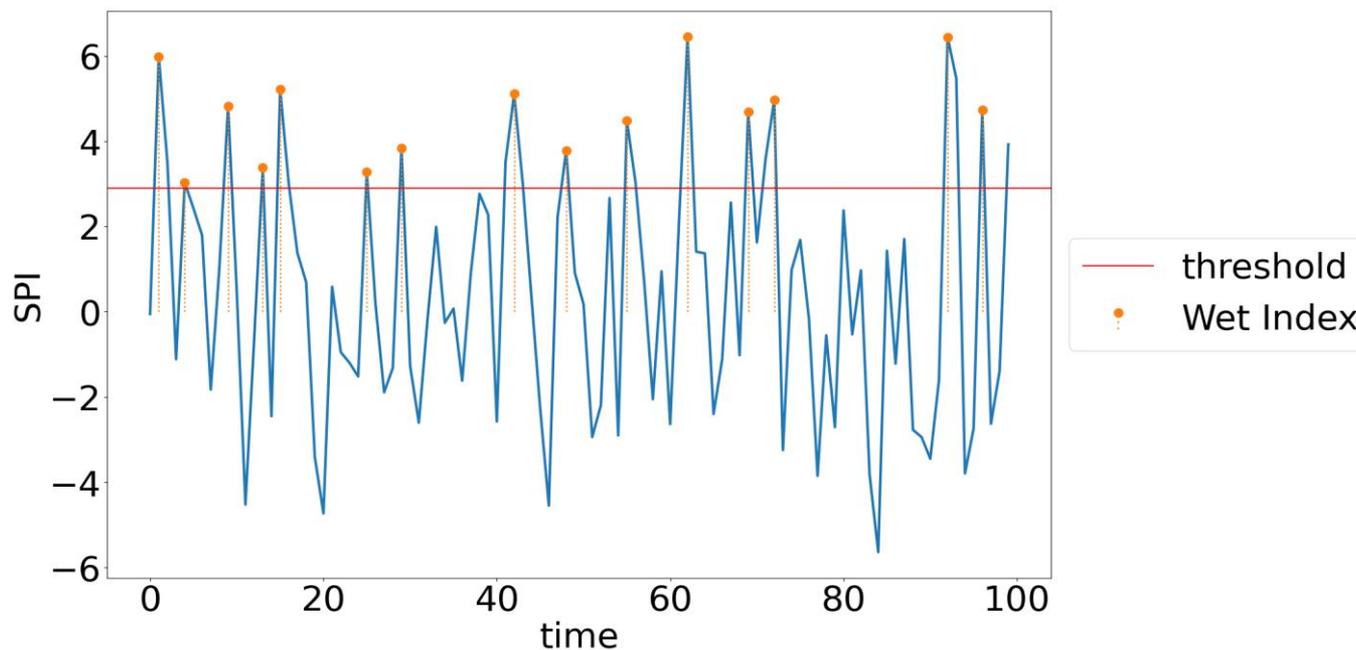
- Disparador para temporadas húmedas
 - Objetivos:
 - Detectar eventos de lluvia que ocurren después de un largo período de lluvia, cuando el suelo ya está saturado
 - Metodología:
 1. Calcular el **SPI** (Índice de Precipitación Estandarizado) de 1 mes para cada país (subregión):

El SPI mide si la precipitación en un área está por encima o por debajo de lo normal durante un período de tiempo determinado (por ejemplo, 1 mes) y puede interpretarse como el número de desviaciones estándar que la precipitación actual es del promedio a largo plazo

Cuanto mayor es el SPI, mayor es la precipitación mensual con respecto al promedio a largo plazo.

– Metodología:

2. Se define como **Eventos Húmedos** a un período de tiempo en el que el SPI supera un umbral determinado
3. Se define un **Índice Húmedo (WI)** como el valor máximo de SPI durante un evento húmedo



- Inclusión del efecto de formación de costras en el suelo
 - Objetivo
 - Detectar eventos de lluvia que ocurren después de una larga sequía, cuando el suelo excepcionalmente seco contribuye a una capacidad de absorción deficiente (**formación de costras en el suelo**)
 - Metodología
 - Se calcula el SPI (Índice de Precipitación Estandarizado) de 6 meses para cada país (subregión): cuanto menor sea el SPI, menor será la precipitación en los 6 meses anteriores con respecto al promedio a largo plazo
 - Se establece un umbral para el SPI de 6 meses por debajo del cual un evento de pérdida será incrementado (por ejemplo, con un aumento del 20% en el RIL)

XSR - Conclusiones

Modelo de riesgo de exceso de lluvia en tiempo casi-real para el Caribe y América Central

- ✓ El modelo XSR es un modelo sofisticado, **diseñado para sustentar el seguro paramétrico** contra eventos poco frecuentes y catastróficos
- ✓ Hace uso de **datos públicos**, producidos por agencias reconocidas internacionalmente
- ✓ Se basa en un **conjunto de datos sobre precipitaciones** y en un innovador mecanismo de activación múltiple que permite reducir el riesgo de base
- ✓ Se ejecuta en **tiempo casi-real** y permite realizar pagos muy rápidamente
- ✓ Ha estado operando con éxito durante varios años

- ✓ El modelo XSR se ha vuelto aún más robusto y confiable en su versión 3.0 (2023) gracias a:
 - ✓ Configuraciones mejoradas de WRF amablemente proporcionadas por las agencias de pronóstico del clima más experimentadas en la región
 - ✓ Inclusión de un nuevo conjunto de datos de precipitaciones por satélite (IMERG)
 - ✓ Nuevos disparadores para eventos localizados y temporadas húmedas
 - ✓ ¡Muchas otras características!

- ✓ XSR3.0 comenzará a operar a partir del inicio del próximo año de póliza, el 1 de junio de 2023

¡Gracias por su atención!