



***II Curso online***  
***Aplicaciones de las Infraestructuras Verdes***  
***para la Prevención de Riesgos Geológicos.***

**12 Módulos**

***Presentación y Programa***

***Antonio de la Cruz***

***Licenciatura, Master y Doctorado (Ciencias Geológicas)***

***Director Técnico, Greenresults.***

***info@greenresults.eu***

# Presentación del I Curso Online

- Cuando preparamos el curso, a finales de 2017, España atravesaba un período de sequía prolongada sin precedentes que duraba ya varios años. Incluso durante esa sequía, se producían episodios locales de lluvias intensas que generan inundaciones con graves daños en zonas rurales y urbanas. Debido a la carencia de pavimentos permeables de nuestras ciudades y a la falta de infraestructuras verdes (IVs) adecuadas, las aguas de inundación no solo producen cuantiosos daños, sino que se desaprovechan en un país con lluvias irregulares y escasas que se van haciendo más precarias por los efectos del cambio climático.
- En otras partes del mundo, China sufre los efectos del cambio climático manifestados por períodos de lluvias intensas que generan grandes deslizamientos ocasionando numerosas víctimas y daños materiales. Para mitigar estos efectos, las autoridades chinas han puesto en marcha ambiciosos proyectos de infraestructuras verdes, adecuadamente financiados por el gobierno (central, local) y numerosas empresas, cuyo objetivo principal es el diseño y reconstrucción de “ciudades esponja” que no solo reducen el riesgo de inundaciones, sino que gestionan el agua de las intensas lluvias para aprovecharla al máximo.
- En Europa, la UE promociona activamente, mediante proyectos relevantes, las aplicaciones e implantaciones de infraestructuras verdes (IVs).

## II Curso Online

Para este II Curso Online, hemos tenido en cuenta los recientes eventos acaecidos en nuestro país (Dana, Gloria) sobre los que hemos incluidos casos prácticos adicionales.

También hemos desarrollado “lecciones aprendidas” subrayando los daños que se podrían haber evitado de haber tenido disponibles las infraestructura verdes adecuadas.

También hemos introducido ejercicios que serán desarrollados por los alumnos teniendo en cuenta las diferentes técnicas y metodologías propuestas en el curso. Todos estos cambios mejoran y actualizan el curso y contribuyen a incrementar las experiencias de los participantes.

**China: Las peores inundaciones en más de 10 años. 155 muertos y muchos desaparecidos. Junio, 2010**



**Inundaciones en China, Junio 2010**

**Deslizamiento en Wangong, China (27 Jul. 2010)**



**Inundaciones en China, Junio 2010**



**Alicante, Marzo 2017**



**Málaga, Febrero 2017**



**España: Episodios de inundaciones durante largos años de sequía**

## MÓDULO 1.

### Introducción a las Infraestructuras Verdes (IVs)

- Aspectos humanos y económicos de los desastres.
- ¿Que son las IVs?
- Necesidad de las IVs.
- IVs urbanas y periurbanas
- Concepto de IVs.
- Definición y ejemplos.
- Características de las IVs.
- Modelo en cascada conectando los ecosistemas y la biodiversidad.
- Las IVs gestionan y potencian el ciclo del agua.
- La plurifuncionalidad de las IVs en diferentes niveles espaciales
- Ejemplos de plurifuncionalidad de las IVs
- Marco conceptual para analizar la plurifuncionalidad de las IVs.
- Componentes de las IVs.
- Estructuración de las IVs.
- Relación entre IVs y Natura 2000.
- Beneficios ecológicos, económicos y sociales.
- Las IVs y el desarrollo sostenible de la ONU.
- Estrategia de la Unión Europea para las IVs.

# Programa del Curso

## MÓDULO 2.

### La integración de infraestructuras verdes, grises y azules (IVs, IGs e IAs)

- Factores que demandan el uso de las IVs.
- Diferencias entre IVs e IGs.
- Comparación beneficios de IVs con IGs
- Características de las zonas urbanas con IGs.
- Características de las zonas urbanas con IVs.
- Beneficios de la integración de IVs, IGs e IAs.
- Transición en la adopción de infraestructuras verdes (IVs)
- Integración de IVs con técnicas de biorestauración
- Ejemplos y casos prácticos de integración.

## MÓDULO 3.

### Aplicaciones de GIS y Teledetección

#### GIS

- Geodiseño de IVs.
- Dispositivos de apoyo compatibles en aplicaciones GIS.
- Unidad espacial: nucleo (core).
- Conexion de habitats fragmentados.
- Planificación de IVs: Fases de la planificación.
- Beneficios de la planificación.
- Red de IVs.
- Estructuración de IVs.
- How green is your community?

#### Teledetección

- Identificación de las superficies urbanas impermeables para estimaciones de la escorrentía: Comparación multitemporal.
- Relación entre las superficies urbanas impermeables y las escorrentías.
- La clasificación de IVs con sensores de alta resolución.
- Propuesta de tipología para la clasificación de IVs.
- Distribución de tipologías en relación con el índice de vegetación.

## MÓDULO 4.

### Estabilidad de Taludes

- Aplicación de las IVs para la estabilidad de taludes.
- Objetivos y condiciones a cumplir.
- Comparación de sistemas de revegetación para eliminar la erosión.
- Características de las plantas tipo C4: Variedades más extendidas.
- Caso Práctico: Las mallas metálicas y el problema de la erosión.
- Contribución de las herbáceas de raíces profundas a la estabilización de arcillas expansivas y suelos colapsables.
- Concepto de impermeabilización en taludes con la revegetación adecuada.
- Mejora de la calidad de las aguas de escorrentía.
- Evacuación de agua del subsuelo mediante evapotranspiración.
- Caso Práctico: Estabilización de talud de arcillas expansivas variegadas.

## MÓDULO 5.

### Prevención y Restauración de Deslizamientos

- Susceptibilidad a los desprendimientos y deslizamientos en España.
- Catálogo global de deslizamientos (NASA).
- Detección automática de deslizamientos mediante satélites, modelos digitales del terreno y sensores de precipitación (NASA).
- Consideraciones sobre la restauración de deslizamientos por muros de escollera (IGs).
- Caso Práctico: Restauración de deslizamientos (argayos) en Asturias.
- Caso Práctico: Restauración de grandes deslizamientos mediante herbáceas de raíces profundas y drenaje con geosintéticos. Alpes italianos.
- Casos prácticos: Aplicaciones en la restauración de taludes ferroviarios con accidentes recientes (Tren de Alta Velocidad en Francia. - Vacarissas. Cataluña)

## MÓDULO 6.

### Restauración de Vertederos en Alta Pendiente

- Impermeabilización y sellados minerales y con geosintéticos.
- Soluciones para la impermeabilización de vertederos en pendiente.
- Una solución simple para un problema complejo: Plantas herbáceas de raíces profundas como medida de seguridad.
- Comparación de las soluciones de impermeabilización y sellado.
- Caso Práctico: Restauración de vertedero de alta inclinación en Sicilia.

## MÓDULO 7.

### Éxitos y Fracasos de la Revegetación

- El reto de la revegetación de taludes en zonas mediterráneas semiáridas.
- Análisis de casos prácticos: causas de éxitos y fracasos.
- Hidrosiembra tradicional colapsada tras intensas lluvias.
- Diferencias en el desarrollo de las raíces.
- Deslizamiento en el talud de la autovía AG-56, Galicia.
- Fallo de revegetación en la restauración de escombrera minera.
- Caso Práctico. Fallo revegetación con Geonet y su posterior restauración.

## MÓDULO 8.

### Las Numerosas Aplicaciones de la Herbácea Vetiver

- Características de Vetiver.
- Barreras verdes de herbáceas perennes de Vetiver.
- Reducción de la pendiente y mejora del suelo con Vetiver.
- Restauración y conservación de bancales y terrazas.
- Regeneración de aguas y suelos contaminados con Vetiver.
- Control de la erosión después de los incendios forestales.
- Caso Práctico: Estabilización de campo de dunas con Vetiver, Madagascar.

## MÓDULO 9.

### Reducción del Riesgo de Escorrentía y de Inundaciones

- **Sistemas urbanos de drenaje sostenibles (SUDS) o pavimentos permeables**
- **Relación entre superficies impermeables y escorrentías.**
- **Efectos nocivos y contaminantes de las aguas de escorrentía.**
- **Contaminantes en las aguas de escorrentía.**
- **El problema de las aguas de escorrentía.**
- **IVs para mejorar la calidad de las aguas.**
- **Las aguas residuales en tiempo seco y durante las tormentas.**
- **Rebose de las aguas residuales durante las tormentas.**
- **Control de los rebosamientos para planificar IVs y eliminar escorrentías.**
- **Impacto del desarrollo urbano en las aguas de escorrentía.**
- **Estabilización por revegetación de las motas de tierra (fluviales) para evitar desbordamientos**
- **Beneficios de las superficies permeables.**
- **Municipios USA con tasas de superficies impermeables (Volumen de escorrentía por edificio/urbanización)**

## MÓDULO 9.

### Reducción del Riesgo de Escorrentía y de Inundaciones (continuación)

- Demostración de pavimentos porosos y permeables.
- Relación entre la calidad de los cursos de agua y las zonas impermeables.
- Clasificación de las inundaciones.
- Reducción de inundaciones mediante IVs.
- Reducción de los daños de desbordamiento en la fase de emergencia
- Capacidad de los ecosistemas: Porcentaje de infiltración annual.
- Estanques de detención y de retención.
- Características de los humedales: reducción de inundaciones.
- ¿Que tipos de humedales tenemos en España?
- Diseño, construcción y restauración de humedales costeros (marismas).
- Reducción de escorrentías e inundaciones con IVs de herbáceas perennes de raíces profundas.
- Las aguas de escorrentías son recursos, no riesgos.
- Distribución y control de la escorrentía con y sin IVs.
- Impacto de la construcción en los recursos hídricos.

## MÓDULO 9.

### Reducción del Riesgo de Escorrentía y de Inundaciones (continuación)

- Características y beneficios de los jardines de lluvia
- Caso Práctico: Reducción de la escorrentía con jardines de lluvia
- Retención, infiltración y recarga de acuíferos para reducir inundaciones.
- Natural Water Retention Measures (NWRM) in the EU.
- Retención, infiltración y recarga de acuíferos para reducir inundaciones.
- Numerosos Casos Prácticos: Agricultura, Hidrología, Forestales, Urbanismo.
- Reducción de la escorrentía según las IVs utilizadas.
- Seguimiento y evaluación de las IVs: sistemas de software de evaluación de escorrentía e inundaciones.
- Distribución annual de la precipitación y la escorrentía en diferentes medios.
- Caso Práctico (software de modelos hidráulicos): Reducción de las inundaciones en la cuenca del río Morava, Checoslovaquia.
- Caso Práctico: Lecciones aprendidas de los eventos Dana y Gloria
- Caso Práctico: Dana Sept. 2019 ¿Se podrían haber reducido los cuantiosos daños?

## MÓDULO 9.

### Reducción del Riesgo de Inundaciones (continuación)

- Gestión y planificación de la llanura de inundación para prevenir daños de inundaciones.
- Beneficios y limitaciones de las medidas de gestión.
- Aportes y pérdidas entre los cursos de agua y el nivel freático.
- Mapas de zonas de riesgo potencial de inundaciones: Cuenca del Guadalquivir
- Objetivos de los planes de gestión del riesgo de inundación (MAPAMA).
- Convenio marco de colaboración para el desarrollo de actuaciones en la prevención y mitigación del riesgo de inundación (varios ministerios).
- El riesgo de inundación: Consorcio de Compensación de Seguros (CCS).
- Gestión del riesgo de inundaciones.
- Fases de la planificación ante el riesgo de inundación.
- Medidas de protección: barreras NoFloods para evitar daños de inundaciones:
  - Líneas de defensa
  - Rápido cerramiento de la rotura de motas para reducir desbordamientos.
- Avisos de inundación para la protección en zonas de alto riesgo.

## MÓDULO 10.

### Reducción de Riesgos Litorales

- Usos de IGs (duras) e IVs (blandas) según la energía del oleaje.
- Impacto ambiental de la restauración de playas mediante dragado.
- Caso Práctico: Gloria 2019 ¿Hay alternativas al abandono del litoral ante los cuantiosos daños que se producen?
- Alternativa sostenible a la restauración de playas con dragas: Resultados más económicos, permanentes y ecológicos.
- Living shorelines: Propuesta de IVs (blandas) para reducir daños litorales.
- Lechos de ostras para la protección del litoral.
- IVs en la ingeniería de costas.
- Tolerancia al medio salino y protección del litoral con Vetiver.
- Caso práctico: Restauración de acantilado litoral en Cerdeña, Italia.
- Ejercicio Práctico: ¿Que técnicas propondrías que resultarían adecuadas para restaurar el Mar Menor (Murcia)?

## MÓDULO 11.

### Reducción de Incendios Forestales

- Vulnerabilidad de las zonas forestales al cambio climático.
- Contribución de las IVs a la reducción de incendios forestales.
- IVs relevantes para la reducción de incendios forestales.
- Integración de IVs en iniciativas de reducción de incendios forestales
- Iniciativas adicionales para la reducción de incendios forestales.
- La plurifuncionalidad de las IVs: Reducción de incendios forestales y mejora de la calidad del agua.
- Reducción de los efectos del cambio climático mediante IVs en zonas forestales y cursos de agua.
- Las IVs en el control de la escorrentía y la erosión después de los incendios forestales.
- Bosques que nunca se queman.
- Clasificación y fases de extinción de los incendios forestales con IVs.
- El alto coste de los incendios forestales en España.
- Incendios forestales: La pescadilla que se muerde la cola.
- Iniciativas de restauración forestal.
- Medidas de adaptación al cambio climático.

## MÓDULO 12.

### La Inversión en IVs

- Investigación y financiación de IVs en la Unión Europea.
- Inversiones de IVs en la U.E.
- Inversiones y financiación de IVs en Estados Unidos
- Comparación del tratamiento de aguas con IGs y con IVs
- Aplicación Metodología Análisis Gris-Verde, Water Dept. Portland. USA.
- Beneficios de las IVs para el sector privado.
- Puestos de trabajo (medioambiente) en la U.E. Productos y servicios.
- Implantación y reforzamiento de las IVs.

### Referencias

- Información adicional de las aplicaciones tratadas con enlaces de interés.