



## 项目概要

**组织**  
葡萄牙环境局

**地点**  
葡萄牙

### 项目目标

- 为葡萄牙领土提供洪水泛滥和洪水风险图，并适当量化洪水概率以及对现有和未来基础设施、人类健康、经济活动和环境的相关风险。
- 支持制定洪水风险管理计划，包括确定减少洪水风险的主要措施。

### 使用的产品

Bentley OpenFlows FLOOD

## 快讯

- 确定了 22 个危险区。
- 考虑三种不同的场景（20 年、100 年、1,000 年重现期），并使用 Bentley OpenFlows FLOOD 集成建模，生成多张洪泛图。
- 建模的场景用于获取洪水风险图，该图分成 7 个洪水风险管理计划，涵盖了整个葡萄牙大陆。
- 利用完成的模型规划行动，从而降低风险等级并提高抗洪能力。

## ROI

- 基于模型的洪水风险管理决策提高了有效性和可靠性。

# Bentley® OpenFlows™ FLOOD™ 帮助量化葡萄牙最关键的洪灾易发地区

确定 22 个危险区，促进更有效地规避风险并采取抗洪措施

## 葡萄牙洪水泛滥：过去与现在

河流洪水对世界各地的影响超过了其他任何自然灾害，据估计全球每年因此造成的平均损失高达 1,040 亿美元。<sup>1</sup> 随着经济的持续发展和气候变化，这些损失预计还会增加。<sup>2、3</sup>

导致洪水的大量降雨条件与大气不稳定有关，在葡萄牙大陆通常发生在秋季至春季。但是，据发表在《科学》杂志上的一项研究显示，气候变化正在加速欧洲，特别是西欧地区的河流洪灾的发生。<sup>4</sup> 森林砍伐和洪区城市化等不断改变土壤用途的做法也会加剧洪水产生的影响。

在葡萄牙大陆，许多不同的地区都面临着洪灾。然而，最严重的洪灾发生在大中型河流的水文盆地。塔霍河、杜罗河及萨多河的洪涝灾害历史悠久，频频见诸报端。其他河流域则通过水库进行整治，利用水库进行分流或储蓄洪水，从而减弱水流。

葡萄牙小河道的水文状况通常十分湍急。一年中有些时间流量为零（或几乎为零），数年过去，河床都未溢出。而在强降水情况下，其地表径流速度较快，遇到百年洪水的时候速度更是极快。

## 法律和制度背景

1998 年至 2004 年，中欧发生了数次极具破坏性的洪灾，欧盟开始对这一现象进行研究并制定了防护和适应方案，以增强欧洲的抗洪能力。欧盟试图通过制定这些程序减少灾害的影响。因此，欧洲委员会制定了一项新战略，进而颁布了一项关于评估和管理洪水风险的指令 (2007/60/EC)。这项指令被修改成国家法律，为评估和管理洪水风险建立国家准则，旨在减少洪灾对健康（包括人员损失）、环境、文化遗产、基础设施和经济活动的负面影响。

在葡萄牙，葡萄牙环境局 (APA)，即国家水务局，负责全国防洪管理工作以及洪灾协调执行措施。此外，为了保护人民群众生命财产安全，APA 创建了预警系统。APA 也是负责在葡萄牙有效执行欧洲指令的主要国家级机构。洪水风险管理计划的制定与应用，必须先绘制泛滥地区和洪水风险图，这才有可能实施指令。Bentley OpenFlows FLOOD 软件具有集成建模功能，用于估测洪水特征和相关洪泛地图。

## 使用数据并考虑场景和模型引擎

用于划定受淹地区的建模方法取决于不同的基准信息和每个地区的特殊性。洪水淹没带的估测取决于所选择研究的不同重现期的洪峰流量。在 APA 提供的 8 个默认流量地区，直接考虑到了提供的洪峰流量。

在流域未显示明显规律性和/或在洪区附近没有水文记录的 10 个地区，已建立水文模型来估计洪峰流量。为此，APA 使用了 Bentley OpenFlows FLOOD 提供的 MOHID Land 模型。在剩余的 4 个地区，通过分析现有水文记录获得了洪峰流量。

*Bentley OpenFlows FLOOD* 软件具有集成建模功能，用于估测洪水特征和相关洪泛地图。

有关 Bentley 的详细信息，请访问：  
[www.bentley.com](http://www.bentley.com)

#### 北京

北京市朝阳区建国路 81 号华贸中心  
1 号写字楼 14 层 03-06 单元  
电话：+86 10 5929 7000  
传真：+86 10 5929 7001  
邮政编码：100025

#### 上海

上海市静安区延平路 135 号  
静安 WE 大厦 B505 座  
电话：+86 21 2287 3800  
邮政编码：200042

#### 广州

广州市天河区体育西路 109 号  
高盛大厦 7A 室  
电话：+86 20 3879 2215  
传真：+86 20 3879 2214  
邮政编码：510620

#### 大连

大连市高新园区七贤路 2 号  
嘉创大厦 1801-03 室  
电话：+86 411 8479 1166  
传真：+86 411 8479 7700  
邮政编码：110024

#### 西安

陕西省西安市雁塔区二环南路西段 64 号  
凯德广场 11 层 1103-03 室  
电话：+86 29 8720 4890  
邮政编码：710065

#### 香港

香港九龙尖沙咀广东道 9 号  
港威大厦 6 座 36 楼 3607 室  
电话：+852 2802 1030  
传真：+852 2802 1031

#### 台北

台北市复兴南路二段 237 号 5 楼 500 室  
电话：+886 2 2700 3966  
传真：+886 2 2700 8718

通过对表面径流进行水力建模，确定了洪水淹没带。一旦确定，便可估计洪流特征。同时还绘制了集最大深度和相关速度于一体的危险地区示意图。

所有待建模区域均采用二维模型，其中内陆水域采用 MOHID Land，河口区域采用 MOHID Water。这些二维模型基于两个水平方向上的质量守恒和动量守恒方程。利用这些模型，通过高分辨率有限元网格离散河床，确定水平面上的流速分量并根据垂直方向考虑各自的平均值。

在每个研究点，收集并整合各种可用的地形数据来源（包括部分地区 LIDAR 0.5 米分辨率）。此外，还使用插值方法尽可能详细地描述了洪泛区。根据已有的地形数据和每个特定区域的需要，采用的计算网格从 2 米到 40 米不等，其中最常见分辨率为 10x10 米。不同栅网的计算点数量从 101,500 到 1,402,800 不等。所有数据处理都在 Bentley OpenFlows FLOOD 中完成。

关于边界条件，在江边加设了变动水文示意图，将洪水上涨表示为不同流量和速度的函数关系。在受潮汐影响的危险区，所考虑的受影响的海平面是连续两次大潮的平均高度；在河口区域，还考虑了高程（代表大气压力、风力以及海浪产生的风暴潮）。

根据 3 个不同的重现期（20 年、100 年和 1,000 年）评估了一组共 22 个洪水危险区。生成了多张洪泛图。

模型还用于校准和验证历史事件。

### 使用以往案例中的洪水标记

APA 还比较了以往洪水事件记录的现有基础设施标记与模拟的场景。虽然其中一些标记并非特指瞬时或关联流量，但是这种定性分析使团队能够对建模水位和实测水位进行实证比较，使其能够验证模型。

### 结果：通过量化风险采取适当行动并确定优先级

通过生成的洪泛图可以对研究地区制定切实可行的风险评估，从而得到相同数量的洪水风险图。洪水风险量化综合了危险地区示意图（根据洪泛图进行建模）和风险图（通过后果图获得）。

所有这些关键地区的量化风险图提供了有价值的信息，用于规划能够防范和减轻未来 20 年洪灾可能造成影响的适当行动。APA 随后制定了不同的洪水风险管理计划，将所有这些行动和措施作为重要管理工具纳入其中。APA 还确定了最关键的地区和基础设施，从而高效地优先执行具体行动，这在资源短缺时尤其重要。

所有这些地区都已制定了洪泛图和洪水风险图，这些地图现已在环境局网站上公开：

<https://sniamb.apambiente.pt/content/inundações-diretiva-200760ce-portugal-continental>

### 参考文献

- <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/42809>
- “2016 年全球河流未来洪水风险驱动因素” (2016 Global drivers of future river flood risk)，作者 Winsemius H C 等人，刊登在 Nat. Clim. Change 第 6 期的 381-5 页
- IPCC，《应对极端事件和灾害风险，促进适应气候变化》(Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation)。政府间气候变化专门委员会第一和第二工作组的专题报告（于 2012 年由剑桥大学出版社出版）。
- <http://science.sciencemag.org/content/357/6351/588> (DOI: 10.1126/science.aan2506)



该图显示了 3 个不同重现期的最大水深。