

联合国
环境规划署Distr.
GENERALUNEP/OzL.Pro/ExCom/97/55
16 November 2025CHINESE
ORIGINAL: ENGLISH

执行蒙特利尔议定书
多边基金执行委员会
第九十七次会议
2025 年 12 月 1 日至 5 日，蒙特利尔
临时议程¹项目 9(d)

项目提案：全球项目

本文件载有秘书处对下述项目提案的评审意见与建议：

能源效率

- 氢氟碳化合物减排背景下替代技术与设备能效提升试点项目（非投资类活动）：在哥伦比亚、黎巴嫩及特立尼达和多巴哥实施的提升能效并减少温室气体排放的冷链行业数字化监测管理工具示范项目。
- 开发计划署 单独审议

¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/97/1

执行蒙特利尔议定书多边基金执行委员会的会前文件不妨碍文件印发后执行委员会可能作出的任何决定。

项目评估表—非多年期项目

全球项目

项目名称

双边/执行机构

氢氟碳化合物减排背景下替代技术与设备能效提升试点项目（非投资类活动）：在哥伦比亚、黎巴嫩及特立尼达和多巴哥实施的提升能效并减少温室气体排放的冷链行业数字化监测管理工具示范项目。	开发计划署
--	-------

项目目标

本项目的目标在于通过三个国家的实践案例，展示数字化解决方案如何有效降低氢氟碳化合物消耗并提升冷链行业能效。项目的全球性组成部分旨在整合各地数据，对数字化平台进行分析与优化，并可供其他国家推广使用；同时为多边基金资助的其他国家类似项目积累知识和实战经验，推动数字化解决方案在全球范围内的复制应用。

国家协调机构	各相关国家的国家臭氧机构
--------	--------------

最新第 7 条数据 (附件 F)	年份: 2024	哥伦比亚	黎巴嫩	特立尼达和多巴哥
	公吨(mt)	2,282.45	824.57	1,349.58
	吨二氧化碳当量	4,647,025	1,573,653	2,967,132

详情		非投资活动		
维修行业使用的氢氟碳化合物（2024 年国家方案数据）		哥伦比亚	黎巴嫩	特立尼达和多巴哥
	（公吨）	1,932.16	521.22	1,343.90
	（吨二氧化碳当量）	3,656,574	883,392	2,959,802
项目执行期限（月）：				36
最初提交资金额（美元）：				1,404,000
最终项目资金（美元）：				1,391,000
申请资金金额（美元）：				680,000
执行机构支助费用（美元）：				47,600
多边基金承担的项目总成本（美元）：				727,600
配套资金（美元）：				711,000
能效节能量（千瓦时/年）：				239,935
配套资金到位状态（是/否）：				是
是否包含项目监测节点（是/否）：				是
相关领域是否已制定最低能效标准 (MEPS)（是/否）：		哥伦比亚：是	黎巴嫩：正在制定中	特立尼达和多巴哥：否

秘书处建议	单独审议
-------	------

项目说明

背景

1. 根据第 91/65 号决定，开发计划署已代表哥伦比亚、黎巴嫩及特立尼达和多巴哥政府提交试点项目申请，旨在推动氢氟碳化合物减排背景下的替代技术与设备能效提升（非投资类活动）。项目申请金额为 1,404,000 美元，另加机构支助费用 98,280 美元，与此前提交的原始方案保持一致²。

能效提升试点项目

2. 数字化工具能有效提升制冷和空调 (RAC) 系统的运行效率。数字传感器、智能电表和云端监控平台等组件可实时监测温度、压力、能耗及运行时长等数据，并利用这些数据实现设备运行问题的早期预警，从而提升设备性能。技术人员可借助可视化看板和智能警报功能精准调节设备参数、合理安排维修计划，从而取代传统人工巡检与固定维护模式，防故障于未然。通过数字化监控工具实施的这些预防性措施，可显著提升设备的整体能效表现。

政策、法规和制度框架

哥伦比亚

3. 哥伦比亚于 2021 年 2 月 25 日批准基加利修正案。根据第九十五次会议³核准的基加利氢氟碳化合物执行计划 (KIP) 第一阶段要求，哥伦比亚承诺到 2029 年将氢氟碳化合物消费量在基准量水平（8,652,982 吨二氧化碳当量）基础上削减 18.3%。该计划第一阶段重点推进商业制冷制造领域以及本地组装与装配行业的技术转型。在哥伦比亚商业领域，集中式制冷系统应用广泛，大中型超市和大型卖场平均每个场所配备三套集中式制冷系统。这类系统是制冷剂泄漏的重要来源，年泄漏率估计达 37%，进而导致设备能耗升高。

4. 鉴于大型冷链基础设施中的集中式制冷系统具有定制化设计的特点，哥伦比亚尚未对此类设备制定能效标准法规。但哥伦比亚的国家超市战略包括制定并执行针对已安装系统的具体最低能效标准 (MEPS)。当独立制冷设备用于超市中时，适用于它们的最低能效标准同样适用。

黎巴嫩

5. 黎巴嫩于 2020 年 2 月 5 日批准基加利修正案。根据第九十六次会议核准⁴的基加利氢氟碳化合物执行计划第一阶段要求，黎巴嫩承诺到 2029 年将氢氟碳化合物消费量在基准量水平（2,556,533 吨二氧化碳当量）基础上削减 15%，至 2032 年实现 40% 的减排目标。

² 根据哥伦比亚、黎巴嫩及特立尼达和多巴哥政府相关部门于 2025 年 8 月 19 日至 22 日期间致开发计划署的函件。

³ 第 95/61 号决定。

⁴ 第 96/42 号决定。

2024 年商业制冷领域使用的 R-404A 制冷剂占该国氢氟碳化合物消费总量的 33%⁵。该国的便利店、餐厅及大中小型超市均广泛使用商用制冷设备。

6. 黎巴嫩正将制冷空调设备最低能效标准的实施作为向可持续高效制冷转型的重要组成部分。近期行业评估表明，分体式空调、热泵及家用冰箱等关键商品类别的最低能效标准仍在制定中，尚未通过强制性的法律框架正式颁布。尽管已有包括 2011 年发布的黎巴嫩高效暖通空调设备 (HVAC) 标准在内的自愿性标准，但政府尚未通过明确执法机制的政令将这些转为强制性措施。

7. 黎巴嫩正在更新其国家制冷计划，该计划将在整个制冷空调行业引入强制性最低能效标准和能效标识制度。环境部通过国家臭氧机构 (NOU) 作为国家暖通空调委员会的核心成员积极参与此项工作，并与黎巴嫩标准协会及其他有关国家机构密切协调。该合作旨在为黎巴嫩采用和实施最低能效标准建立必要的法律与制度框架，进而推动符合蒙特利尔议定书及其基加利修正案目标的高效、低全球升温潜能值 (GWP) 技术的推广应用。

8. 通过运用数字工具等现代技术来检测和预防制冷剂泄漏、追踪系统效率并提供以数据为依据的分析见解，本项目将协助黎巴嫩有关利益攸关方监测能效数据，提升本地企业能力，以建立更具韧性和可持续性的冷链体系。

特立尼达和多巴哥

9. 特立尼达和多巴哥于 2017 年 11 月 17 日批准基加利修正案。根据第九十三次会议核准⁶的基加利氢氟碳化合物执行计划第一阶段要求，特立尼达和多巴哥承诺到 2029 年将氢氟碳化合物消费量在基准量（5,681,787 吨二氧化碳当量）基础上削减 10%。据估算，该国住宅与商业制冷行业的能耗约占全国能源消费总量的 17%。

10. 根据该国国家制冷行动计划，特立尼达和多巴哥缺乏可靠、清晰的制冷空调能效数据。信息与数据的不足使执法部门、维修技术人员及消费者难以就制冷行业的减排节能做出有效决策。降低维修行业的消费需求对该国实现蒙特利尔议定书规定的履约目标具有关键作用。

11. 目前特立尼达和多巴哥尚未在制冷空调行业实施最低能效标准。然而，政府正在考虑制定能效标准。

氢氟碳化合物消费量与行业背景

12. 表 1 列出了哥伦比亚、黎巴嫩与特立尼达和多巴哥的氢氟碳化合物消费量数据。

⁵2024 年黎巴嫩的国家方案数据。

⁶ 第 93/74 号决定。

表 1. 哥伦比亚、黎巴嫩与特立尼达和多巴哥氢氟碳化合物消费量（2020-2024 年第 7 条数据）

氢氟碳化合物消费量	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
公吨 (mt)					
哥伦比亚	2,423.16	2,492.15	4,168.48	2,936.32	2,282.45
黎巴嫩	940.70	863.70	803.93	792.48	824.57
特立尼达和多巴哥	1,965.92	2,271.47	2,038.93	2,168.58	1,349.58
吨二氧化碳当量					
哥伦比亚	5,064,307	5,086,999	9,242,759	6,206,292	4,647,025
黎巴嫩	1,743,012	1,604,665	1,532,493	1,518,706	1,573,653
特立尼达和多巴哥	4,425,345	5,201,433	4,597,414	4,967,441	2,967,132

13. 据估算，哥伦比亚现有 2,160 多套运行中的集中式制冷系统，其中约 94% 使用氢氟碳化合物。根据哥伦比亚基加利氢氟碳化合物执行计划报告，2023 年商业制冷子行业在制冷剂与技术方面是最具多样性的行业，记录显示使用了八种不同制冷剂，其中 R-507A (48.1%)、R-404A (34.5%) 和 HFC-134a (12.3%) 在独立机组、冷凝机组及制冰设备中应用最为普遍。

14. 黎巴嫩用于商业制冷的冷却设备主要有三类：集中式系统、冷凝机组和独立系统。根据黎巴嫩基加利氢氟碳化合物执行计划报告，2023 年商业制冷子行业消费的主要氢氟碳化合物为 R-404A (80.8%)、R-407C (13.1%) 和 R-507A (5.6%)。

15. 特立尼达和多巴哥 2022 年制冷剂主要消耗在集中式系统，集中在冷库与冷藏设备，制冷剂种类主要包括 R-134a (48.8%)、R-404A (20.1%) 和 R-507C (11.0%)。该行业维修需求量大且泄漏率高，国内尚未广泛普及替代技术。非集中式商业制冷系统主要消耗 HFC-134a (63.4%)、R-407C (26.5%) 和 R-507C (10.1%)，工业制冷系统则完全使用 R-404A。

16. 上述提及的三个国家的大部分系统目前均缺乏数字化监测与管理工具。

项目目标

17. 本项目旨在根据这三个国家的国家战略及其执行基加利修正案的计划，通过展示数字解决方案如何减少氢氟碳化合物的消费量及排放，并提升冷链行业能效。项目包含针对三国的国家层面内容，涉及评估、数字设备基础设施安装、监测与培训；以及全球层面内容，如上文第 2 段所述，涵盖数据分析及智能设备的运维支持。

18. 通过国家层面措施，该项目将记录制冷剂转换或改造前后的制冷剂使用量及能耗数据，结合投资与运营成本评估经济可行性，并开发数字平台以低成本方式推广数字化解决方案。针对当前缺乏能效标准、监测、测试及报告工具的定制化冷链应用场景，该项目将提供技术解决方案。借助数字化工具，项目将展示实时数据驱动故障修正、数据分析实现预测性维护等现代化运维模式，推动传统被动维护向预防性、预测性维护转型。

19. 该项目的全球层面意义在于整合来自不同站点的数据，以便对数字平台进行分析和优化，使其适应不同环境，并积累知识和实践经验，以便在其他国家类似应用中复制，用于多边基金资助的其他项目。

技术

20. 该项目建议利用物联网 (IoT) 和基于云端储存的信息通信技术 (ICT) 基础设施来收集和分析不同制冷空调设备的性能数据，将安装的智能传感器用于收集诸如温度、压力、压缩机转速等不同技术参数数据。所收集的数据还将涵盖环境条件，如温度和湿度水平，这些数据将用于在不同天气条件下对制冷性能和能源效率进行额外分析。

21. 建议开发数据分析工具，基于历史和实时数据进行性能分析，并评估是否需要采取纠正措施以优化性能、运营和维护。数据存储和应用程序通常基于云，可在全球范围内通过各种设备访问，包括计算机、平板电脑和手机。开放且可扩展的数字基础设施将确保长期灵活性，避免专有约束，使数字工具能够适应不同的本地情况。

受益者

哥伦比亚

22. 将选择三家当地拥有的超市和大型综合超市作为代表，体现该国不同的海拔与气候条件⁷。每家受益企业需满足特定标准，包括使用集中式制冷系统、经营面积超过 1200 平方米、制冷量达到 100 千瓦，且设备安装时间早于六年前。项目实施期间，一个当地服务机构将作为执行合作伙伴，为项目提供支持 with 本地化协助。

黎巴嫩

23. Al-Tawfeer 超市因其显著的节能潜力及在同类场景中的可复制性，被选定为该项目执行的合适受益者。该超市在黎巴嫩拥有 38 家分店，并计划进一步扩张。所选受益门店配备有一套基于 R-404A 制冷剂的中央制冷系统（45 千瓦）、一套基于 R-404A 制冷剂的中央冷冻系统（20 千瓦）以及七台冰淇淋冷冻柜（0.3 千瓦）。

特立尼达和多巴哥

24. 在特立尼达和多巴哥，国有冷链机构 NAMDEVCO 被确定为合适的受益者。该机构专门从事当地农产品的接收、加工、存储和配送。筹备阶段收集的数据清晰展现了这些设施的现行基准状态、与项目标准的契合度及其成功融入该计划的潜力。入选的受益场所包含两个冷藏库，均使用 R-404A 制冷剂，运行温度维持在-23°C 至-29°C 区间。

制冷空调全球智能平台

25. 从三个国家选定的受益者收集的数据将提供多种场景，使试点机构能够测试、优化、训练并分析结果。这将推动建立配备数据湖⁸的制冷空调全球智能平台，通过数字系统和

⁷每个地区选择一个受益者：高寒地区（海拔 2000-3000 米）、温带地区（海拔 1000-2000 米）和温暖地区（海拔 1000 米以下）。这三个地区的温度变化将为研究环境温度对设备性能的影响提供数据依据。

⁸数据湖是一种集中式存储库，能够以原始格式存储海量数据，包括结构化、半结构化和非结构化数据，数据会一直保留到需要使用时。

人工智能识别类似制冷系统的可复制要素，以实现减排节能⁹。该平台的设计与部署将支持试点项目拓展至选定区域之外，实现同一领域或相似领域的规模化推广与复制。平台将由专业技术团队和顾问负责运营，确保在两年内稳健部署并符合试点地区要求；平台托管维护将保障项目完成后五年内持续收集数据并监测各试点场所的运行表现。此阶段将通过共享经验与最佳实践来强化可复制性，促进南南合作。

拟议的活动

26. 拟议活动如下所述，成本明细汇总于表 2（按最初提交项目建议）：

- (a) 用于建立基准状态的能源审计：对压缩机机组、冷凝装置、展示柜和全系统控制等关键组件进行性能测量；开展能耗测试与泄漏识别，用于计算制冷回路直接和间接影响的基准状态；
- (b) 改造计划制定与数字化概念设计：聘请国际顾问来识别和评估包括智能电表、传感器、数据网关和监测平台在内的数字工具和技术；制定监测能源消耗和制冷剂流量/泄漏的方法；明确对监控和数据采集 (SCADA) 系统的要求；支持供应商和安装企业的选择，同时考虑适应或创新以契合当地情况；指导节能设备、物联网传感器和监测系统的安装；收集和分析数据以评估性能并进行迭代改进；
- (c) 硬件与安装：采购并安装一套智能电表、传感器与变送器¹⁰、数据网关及物联网设备¹¹；通过云端物联网平台与仪表盘实现监控控制与数据采集，以进行集中监测、能源分析、警报处理和系统托管；完成上述电表、传感器及其他组件的安装调试；利用该系统进行数据采集；
- (d) 技术支持、监测与协调：安装并完成智能电表、传感器、数据网关及监测平台等试点组件的技术调试，确保系统集成与功能正常运行；开发并实施面向制冷空调技工的培训课程，重点涵盖行业相关数字解决方案与物联网技术；组织专题研讨会，宣传制冷空调数字化的益处并推动利益相关方参与；建立现有设备基准信息数据库，持续监测设备性能、环境参数及系统运行状态，评估其对能效与制冷剂排放的影响；在设计及调试阶段提供技术监督；分析采集数据以优化策略并验证可量化的成果；以及
- (e) 制冷空调全球智能平台：组建一个国际软件团队，该团队需包括：一名架构师负责规划智能平台整体架构¹²，一名软件架构师、UI 专家、前端开发工程师、后端开发工程师和/或全栈开发工程师负责智能平台开发¹³；另配备

⁹ 借助机器学习，人工智能支持的平台能够实时监控性能、检测异常、实现预测性维护，并基于全面数据分析动态优化运营。

¹⁰ 传感器组包括温度探头、湿度与温度传感器、压力变送器、门磁开关、振动传感器、电流传感器、电能表以及气体/制冷剂泄漏传感器。

¹¹ 设备包括互联网/以太网、LoRa/LoRaWAN 模块、蜂窝 4G 调制解调器、天线及线缆。

¹² 结构其中包括托管技术、通信设置、功能特性、适用的云服务、用户访问管理结构、支持结构以及开发程序和文档的准备工作。

¹³ 开发工作其中包括规划、需求分析、设计、编码、测试、部署、运行及维护收尾等环节。

一名基于云的信息通信技术专家支持与五个场地系统的集成¹⁴工作。

表 2：提交的项目活动及总预算

活动	费用明细（美元）			
	哥伦比亚	黎巴嫩	特立尼达和多巴哥	共计
开展能源审计以建立基准水平				
在选定的受益者场所进行能源审计	60,000	20,000	15,000	95,000
改造方案与数字化概念设计				
改造方案设计、架构与技术功能需求的开发	45,000	20,000	20,000	85,000
能耗测试与泄漏识别	45,000	15,000	15,000	75,000
监控与数据采集或监测平台	45,000	15,000	15,000	75,000
负责试点项目设计、安装、调试及数据评估阶段技术监控的国家顾问费用	120,000	35,000	40,000	195,000
硬件及安装				
智能仪表与传感器套装及变送器套装	90,000	30,000	30,000	150,000
数据网关与物联网设备	60,000	20,000	20,000	100,000
安装调试与数据采集分析	90,000	30,000	30,000	150,000
技术支持和监控协调				
技术援助	45,000	15,000	15,000	75,000
项目管理办公室	48,000	16,000	16,000	80,000
国家部分总额	648,000	216,000	216,000	1,080,000
全球制冷空调智能平台				
智能平台架构开发包括试点项目集成				225,000
五年期托管服务，试点及复制场所数据的持续采集监控				75,000
项目管理办公室（负责全球部分）				24,000
全球部分总额				324,000
项目总成本				1,404,000

配套资金

27. 开发计划署通过其企业资助窗口，在丹麦和卢森堡政府的资金支持下，正协助黎巴嫩及特立尼达和多巴哥推进冷链领域能效数字化解决方案。该资助窗口致力于应用数字化监测与管理工具试点，以优化能源使用、减少温室气体排放，并改善冷链系统的维护实践。项目内容包括开展能源审计、安装测试数字化解决方案，以及为制冷空调行业专业人员，特别是女性，提供数字化技术能力建设。

28. 开发计划署企业资助窗口下的项目包含：向黎巴嫩与特立尼达和多巴哥分别提供 19.8 万美元赠款，用于制作宣传材料以提升终端用户对能效与性能改善中数字化技术优势的认知；开展指定数字工具与物联网技术的实操培训；在黎巴嫩开展全国性数字自动化水平及效能调查，并在特立尼达和多巴哥高等教育领域开展数字技术调查，重点强化能效相关课程建设。

¹⁴集成其中包括当地基于云的信息通信技术基础设施的设置、调试、性能测试、运营和维护。

试点项目总成本

29. 根据初始提交方案，本项目预计在获批后 36 个月内完成，执行期为 2026 年 1 月至 2028 年 12 月，总成本为 1,404,000 美元。

秘书处评论与建议

评论

30. 秘书处已结合第 89/6 号和第 91/65 号决定所述活动，以及在三国实施的基加利氢氟碳化合物执行计划第一阶段相关活动，对该项目提案进行了审议。

根据第 91/65 号决定的资格认定

31. 该试点项目旨在终端用户场所的指定制冷应用中，结合氢氟碳化合物减排进程提升能效，并协助改进设备的维护与服务水平。开发计划署确认，三国能效主管部门将在国家臭氧机构监督下支持项目实施。项目其他利益相关方包括能效标准主管部门、行业代表及协会组织。

32. 依照第 91/65 号决定(b)(四)段规定，哥伦比亚、黎巴嫩及特立尼达和多巴哥政府已确认：若其在氢氟碳化合物减排过程中从多边基金以外的资金来源筹措到能效活动的资金，其它资金支持的活动将不会与多边基金资助活动重复；将适时公开项目进展、成果及核心经验信息；项目完成日期设定为执行委员会批准后不超过 36 个月，并于项目完成后六个月内向执行委员会提交详细项目报告。

与氢氟碳化合物减排及基加利氢氟碳化合物执行计划的关联性

33. 关于与三个国家基加利氢氟碳化合物执行计划活动的关联，开发计划署说明该试点项目将与各国基加利氢氟碳化合物执行计划第一阶段的活动协同实施。根据上文第 27 段和第 28 段所述的配套资金支持，项目已用配套资金设计特定培训课程，并编制意识提升宣传材料，用于推广数字工具应用的培训及宣传活动。项目执行期间，设备供应商与 IT 系统开发商将联合开展系列培训，重点涵盖能效提升及优化设备运行维护。这些培训材料将结合基加利氢氟碳化合物执行计划相关培训活动，共同用于维修技术人员和设备安装人员的能力建设，以帮助传播数字工具在制冷领域的效益，并为相关利益方提供设备安装、操作及维护的实际操作的培训。

推动数字技术在市场的普及应用

34. 秘书处注意到数字化工具可提升商用制冷设备的能效，且需通过可能的政策与法律措施来加速该类技术推广，就此与开发计划署磋商了本项目将如何影响设备能效及标准提升。开发计划署说明，三个国家将基于本项目取得的经验，制定关于最佳实践及利用数字工具提升不同商用制冷应用（或零售业）能效的国家指南。数字工具还能深化对设备能效标准的理解，并帮助商用制冷设备/终端用户改进标识计划等其他项目。

35. 此外，开发计划署阐明，物联网与云端信息通信技术基础设施的演进，将通过融合人工智能、边缘计算和高级分析技术，催化制冷领域的变革性转型。该倡议致力于实现向智能化、可持续与可接受的数字工具的"战略飞跃"，重点推行由实时监控、AI 诊断及自动化能源与排放优化技术驱动的预测性、基于数据分析的维护模式。

技术与成本的相关问题

示范项目选址

36. 秘书处就哥伦比亚为示范数字工具所选定的示范点数量，与开发计划署进行了详细磋商。该数字工具旨在通过及时维修保养来减少排放并确保设备能效。开发计划署解释说，这三个示范点的选定主要基于设备类型、终端用户类别及气候条件，以帮助展示数字工具在不同环境条件下由不同类型用户实施所取得的结果。

技术供应商的选择

37. 关于技术供应商的选择，开发计划署说明将在实施阶段根据其规章制度通过公开竞争性采购程序确定具体技术供应商；其价格依据项目准备期间对同类设备技术成本的调研结果确定。开发计划署还表示，计划构建一个"数据湖"，用于生成各类应用设备的数据分析，并通过人工智能和可视化工具进行分析。在推广该技术应用方面，开发计划署旨在基于本项目经验，将该平台的使用范围扩展至其它相关项目和计划，以采用能效技术与最佳实践，并探索为其它制冷系统开发类似平台。

能源审计与实时数据采集

38. 关于能源审计与改造计划的必要性，开发计划署指出，需明确了解制冷、空调和热泵 (RACHP) 设备的能耗水平，方可找到提升制冷性能与能效的潜在改进领域，并制定实施这些改进措施的计划。

39. 关于为确保实时数据可获性而对数字工具进行的持续监测，开发计划署解释说，将提供包括为各地制冷、空调和热泵设备支持人员进行能力建设在内的技术支持，并由技术人员定期开展现场评估以检验设备性能。

使用易燃低全球升温潜能值制冷剂的设备

40. 开发计划署解释，本示范项目在氢氟碳化合物减排背景下实施，因此选定了使用氢氟碳化合物制冷剂的受益场所。相关数字监测工具同样适用于低全球升温潜能值制冷剂，及使用直接替换制冷剂的设备的情况。开发计划署同时解释，包括安装过程和工具使用的安全问题在内的培训将确保使用数字监测工具时的安全运行与维护实践。

技术采用与推广

41. 关于消费者对技术的接受采用，开发计划署阐明，将通过本示范项目及收集的在线数据，向商用制冷设备的终端用户以及该类设备的进口商和销售商，宣传优质维修与维护在节约能源，及通过避免设备氢氟碳化合物泄漏而实现的节约成本方面的成效。该信息还

将在不同论坛上分享，包括开发计划署的宣传平台、针对维修行业和设备安装企业的培训活动，以及其他涉及制冷空调和热泵设备能效的区域及全球技术转让会议。此举将有助于提升技术采用程度。

项目成本金额

42. 秘书处结合设备安装地点数量及原提案中概述的各项活动需求，就项目成本与开发计划署进行了详细讨论。经协商，双方达成以下共识：

- (a) 根据技术专家执行上述活动所需投入的工作量，能源审计费用已从 95,000 美元调整为 65,000 美元，改造规划/数字基础设施架构开发费用从 85,000 美元调整为 55,000 美元；
- (b) 硬件成本从 550,000 美元削减至 330,000 美元，包括用于监测能耗的智能仪表、温湿度测量设备、电流传感器等数据采集传输装置，以及具备监控与数据采集功能的数字物联网设备和含云系统的监测平台；
- (c) 考虑到基础设施建设所需的各种技术支持与培训，与下列内容相关的技术支持、监测及培训支持活动费用从 270,000 美元削减至 80,000 美元：现场协助监测数字工具及基础设施性能；监督智能仪表、传感器、数据网关及监测平台等组件的安装，确保系统集成与功能正常运行；技术人员及其他相关人员的能力建设培训；以及知识宣传共享与数据采集监测工作。
- (d) 数据湖架构设计与试点现场集成费用从 324,000 美元调整为 150,000 美元，此项调整基于可能采用服务商销售的 IT 解决方案，其工作范围包括：设计数据采集分析架构、开发数据分析软件工具、实施预防性及预测性维护；以及
- (e) 取消了项目管理办公室相关费用。

43. 表 3 呈现了项目提案的申报成本及经与开发计划署磋商后最终核定的成本汇总。

表 3：申报与核定活动及成本汇总表

活动	提交金额（美元）				商定金额（美元）			
	哥伦比亚	黎巴嫩	特立尼达和多巴哥	共计	哥伦比亚	黎巴嫩	特立尼达和多巴哥	共计
能耗审计	60,000	20,000	15,000	95,000	35,000	15,000	15,000	65,000
改造方案与数字化概念设计	45,000	20,000	20,000	85,000	25,000	15,000	15,000	55,000
硬件及安装	330,000	110,000	110,000	550,000	198,000	66,000	66,000	330,000
技术支持、监测与协调	165,000	50,000	55,000	270,000	40,000	20,000	20,000	80,000
项目管理办公室	48,000	16,000	16,000	80,000	0	0	0	0
国家部分总额	648,000	216,000	216,000	1,080,000	298,000	116,000	116,000	530,000
全球部分：数据湖架构设计与试点现场集成				324,000				150,000
项目总成本				1,404,000				680,000

配套资金

44. 关于黎巴嫩及特立尼达和多巴哥的配套资金，开发计划署解释将通过其企业资助窗口，在丹麦和卢森堡政府的资金支持下，依据上文第 27 段所述开发计划署数字化转型战略，支持冷链领域能效数字化解决方案的推进。这些资金将为试点项目下的部分相关活动提供联合供资，包括为两国安装制冷空调设备的技师、终端用户及企业制定培训材料，并制作宣传推广资料以确保更好地理解数字工具的技术与操作要点及能效设备的优势。

45. 此外，开发计划署还说明，哥伦比亚、黎巴嫩及特立尼达和多巴哥的项目受益方预计将分别提供 140,000 美元、50,000 美元和 50,000 美元的配套资金，用于开展能源审计、设计改造方案与数字化架构，以及为监测、报告和培训活动提供技术支持。通过开发计划署全球数字化转型战略下的可用资金¹⁵，该机构预计将投入 75,000 美元用于云基础设施、网络及数据分析，该资金覆盖项目启动阶段完成后的五年期限。

能效提升与节电量初步估算

46. 回应秘书处关于能效提升与节电量估算的问询，开发计划署对三国选定试点进行了初步分析，包括改用低全球升温潜能值制冷剂的改造措施及减少泄漏所产生的减排量。相关影响汇总数据列于表 5。

表 5：项目直接与间接排放估算表

	制冷剂减排 直接影响 (吨二氧化碳当量)	节能产生的 间接影响 (千瓦时/年)	影响计算周期 (年)	五年期总影响值	
				直接减排量 (吨二氧化碳当量)	间接节能量 (千瓦时)
哥伦比亚	439	104,390	5	2,195	521,950
黎巴嫩	609	102,970	5	3,045	514,850
特立尼达和多巴哥	78	32,575	5	390	162,875
共计	1,126	239,935		5,630	1,199,675

可持续性、可复制性及风险评估

47. 秘书处指出，该技术的经济性、可用性及易用性（即简单可靠）是市场驱动下促进技术采用的关键因素。关于可持续性，开发计划署解释，数字基础设施的实施及从这些系统收集的数据分析，将促使各方更深入理解建设该基础设施的效益与投资回报。技术选择需反映用户具体需求（如超市冷库），并要求设备易于安装操作。此外，随着该技术持续发展，硬件与软件成本预计将逐步下降，从而降低不同企业采用数字技术的成本障碍。潜在风险包括终端用户技术能力尤其在技术实施方面不足，建议通过聘请国际专家支持数字监测管理工具的优化设计与部署，并为终端用户及其服务人员提供培训支持来化解风险。为促进并维持技术采用，将基于本项目经验编制含培训材料在内的指南文件，在三个国家及全球其他国家推广应用，通过数字技术与工具提升能效水平。

¹⁵ <https://digitalstrategy.undp.org/>

建议

48. 执行委员会可以考虑批准该试点项目，以在氢氟碳化合物减排过程中维持和/或提升替代技术与设备的能效（非投资类活动）：于哥伦比亚、黎巴嫩及特立尼达和多巴哥实施的冷链领域数字监测管理工具示范项目，金额为 680,000 美元，另加开发计划署机构支助费用 47,600 美元，并注意以下事项：

- (a) 哥伦比亚、黎巴嫩及特立尼达和多巴哥政府已承诺履行第 91/65 号决定 (b)(四)b 至(b)(四)d 段所述条件；
 - (b) 哥伦比亚、黎巴嫩及特立尼达和多巴哥政府将在项目完成后制定商用制冷能效指南，以提升零售行业能效水平；及
 - (c) 该项目将于 2028 年 12 月 31 日前完成执行，并在项目完成之日起六个月内向执行委员会提交详细项目报告。
-