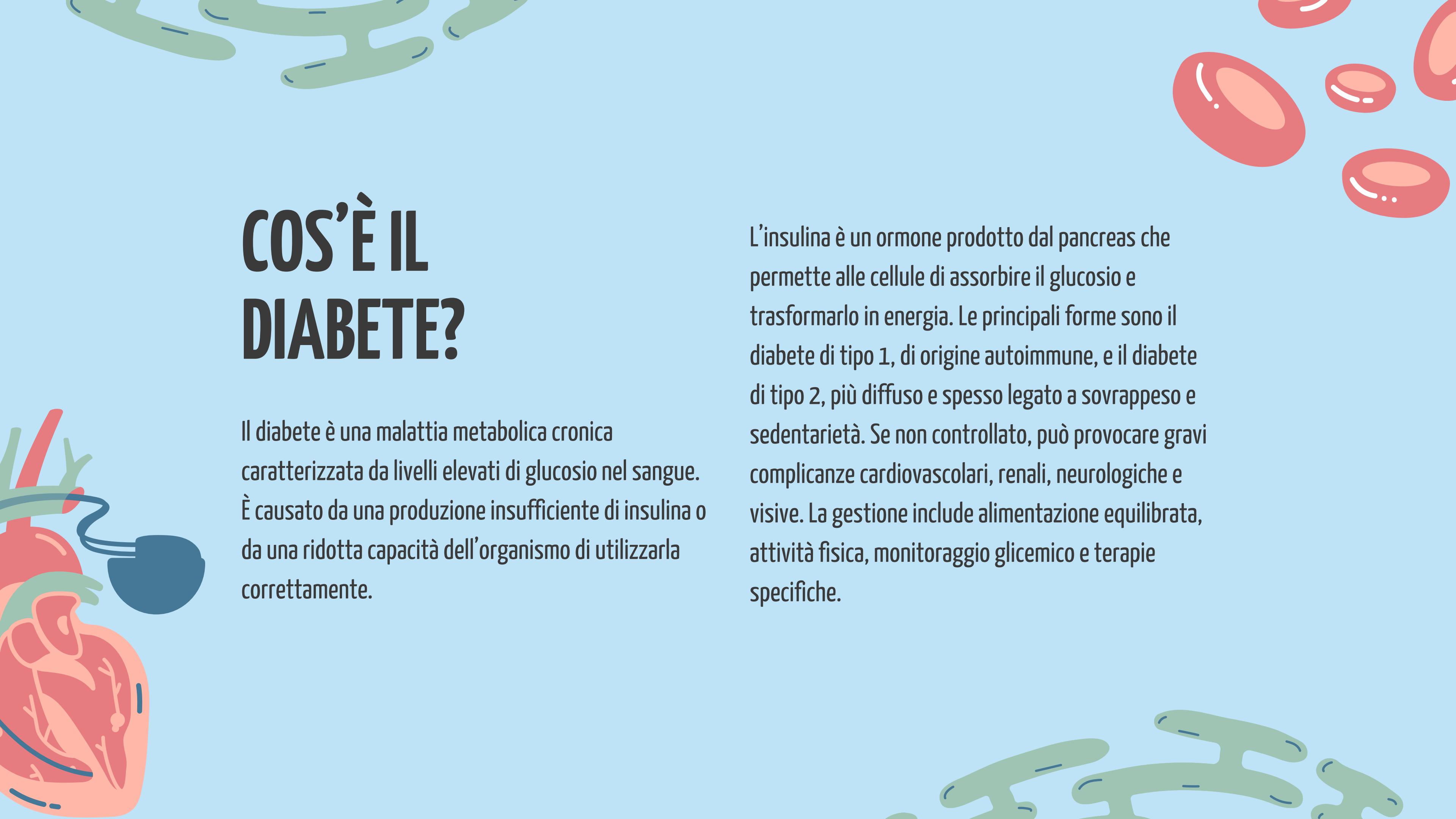


# SISTEMA IOT PER IL MONITORAGGIO GLICEMICO E GESTIONE INSULINA

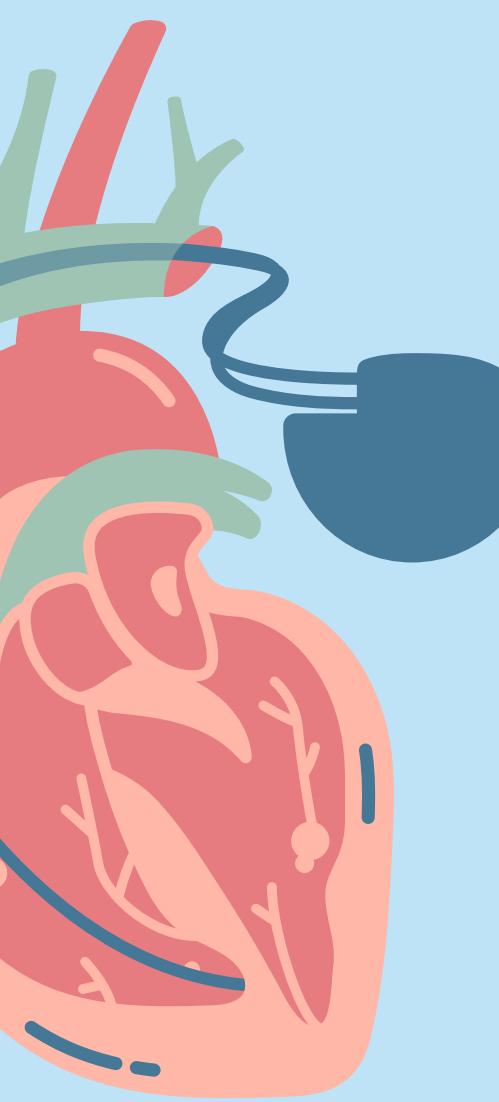
Alessandro Marchiò (Matr. 178642)

# INTRODUZIONE

Il progetto consiste in un ecosistema IoT avanzato per il monitoraggio continuo della glicemia (CGM) e la somministrazione automatizzata di insulina attraverso un sistema a circuito chiuso simulato. L'obiettivo principale è garantire la stabilità glicemica del paziente attraverso l'integrazione di sensori, attuatori e logiche di controllo intelligenti, utilizzando protocolli e formati standard per l'interoperabilità.



# COS'È IL DIABETE?



Il diabete è una malattia metabolica cronica caratterizzata da livelli elevati di glucosio nel sangue. È causato da una produzione insufficiente di insulina o da una ridotta capacità dell'organismo di utilizzarla correttamente.

L'insulina è un ormone prodotto dal pancreas che permette alle cellule di assorbire il glucosio e trasformarlo in energia. Le principali forme sono il diabete di tipo 1, di origine autoimmune, e il diabete di tipo 2, più diffuso e spesso legato a sovrappeso e sedentarietà. Se non controllato, può provocare gravi complicanze cardiovascolari, renali, neurologiche e visive. La gestione include alimentazione equilibrata, attività fisica, monitoraggio glicemico e terapie specifiche.

# COMPONENTI DEL SISTEMA

sensore di glicemia

pompa insulinica

data collector

Notification Manager

web dashboard



## sensore di glicemia

Genera i dati glicemici, simula i trend (salita/discesa) e lo stato della batteria.

## pompa insulina

Riceve i comandi di erogazione, gestisce il serbatoio di insulina e segnala allarmi critici.

## data collector

Implementa il ciclo chiuso. Analizza la glicemia e calcola l'Insulin-on-Board (IOB) per decidere le dosi di correzione.

## Notification Manager

Gestore logico per la visualizzazione e lo storico degli alert critici.

## web dashboard

Visualizzazione in tempo reale di grafici e metriche per l'utente.

Tutti i dati scambiati sono nel formato senML (RFC 8428) scelta fondamentale per l'interoperabilità tra dispositivi diversi

**Sistema di Monitoraggio Glicemia IoT**  
Dashboard in tempo reale per il monitoraggio continuo della glicemia

### Profilo Paziente

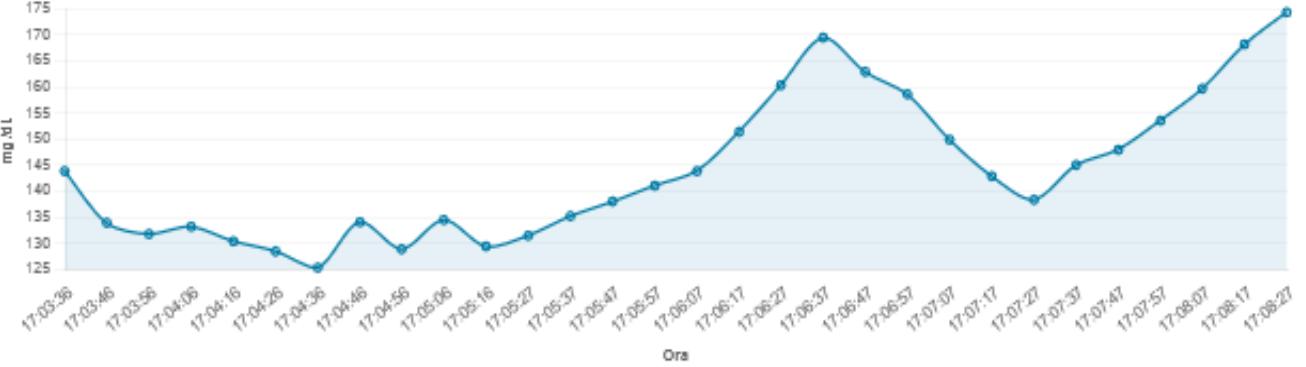


Mario Rossi  
patient\_001  
45 anni  
75 kg  
123 456 7890

Range Glicemico Target  
Range Normale: 70 - 140 mg/dL  
Soglia Ipoglicemia: < 60 mg/dL  
Soglia Iperglicemia: > 200 mg/dL

**Simula ipoglicemia**  
**Simula iperglicemia**  
**scarica dati**

### Andamento Glicemia



mg/dL

Ora

Ora	Valore (mg/dL)
17-06-30	142
17-07-01	135
17-07-02	130
17-07-03	128
17-07-04	132
17-07-05	135
17-07-06	138
17-07-07	140
17-07-08	142
17-07-09	145
17-07-10	148
17-07-11	150
17-07-12	152
17-07-13	155
17-07-14	158
17-07-15	160
17-07-16	158
17-07-17	155
17-07-18	152
17-07-19	150
17-07-20	152
17-07-21	155
17-07-22	158
17-07-23	160
17-07-24	162
17-07-25	165
17-07-26	168
17-07-27	170
17-07-28	172

### Sensore Glicemia

VALORE ATTUALE: **174.3 mg/dL**  
TREND: **Rising**  
VARIAZIONE: **37.0 mg/dL/min**  
STATO: **NORMAL** LECTURE: 30

### Pompa Insulina

SERBATOIO: **297.8 U**  
BATTERIA: **98.2%**  
ALLARMI: **0**  
STATO OPERATIVO: **ACTIVE**

### Notifiche e Alert

- [17:06:47] INFO: Iperglicemia rilevata: in attesa della correzione precedente
- [17:06:38] INFO: Erogazione completa: 1.29U (correction)
- [17:06:37] PUMP ACK: Ricevuto cmd cmd: 23e2a858. Erogazione 1.29U (correction)
- [17:06:37] WARNING HIGH: GLICEMIA ALTA: 169.4 mg/dL - Correzione con 1.29U insulina
- [17:05:57] INFO: Ipoglicemia rilevata: in attesa della correzione precedente
- [17:05:37] INFO: Ipoglicemia rilevata: in attesa della correzione precedente

MONITORING  
ector  
mer)  
sed-Loop)  
  
SenML  
  
n Manager  
lert)  
  
g  
  
ogs  
Admin)

# TOPIC MQTT

topic	QoS	retained
/iot/patient/<id>/glucose/sensor/data	1	no
/iot/patient/<id>/insulin/pump/command	2	no
/iot/patient/<id>/insulin/pump/status	1	Sì(*)
/iot/patient/<id>/notifications/alert	1	No
/iot/patient/<id>/info	1	Sì(**)
/iot/patient/<id>/glucose/sensor/set_mode	1	No

\*: è importante che il sistema sappia già lo stato della pompa alla connessione

\*\*: I dati clinici del paziente vengono trasmessi anche se ci si collega dopo

# SMART OBJECT

Ogni dispositivo è modellato come un insieme di risorse monitorabili (es. livello glucosio, stato batteria, unità nel serbatoio).

Ogni misura include unità (mg/dL, U, %), timestamp e identificativo della risorsa (bn, n, v). Sono flessibili perché permette di trasmettere sia dati numerici (lettture) che stringhe (allarmi) in un unico record.

# LOGICA DI CONTROLLO

Monitoraggio Continuo: Riceve e analizza i dati SenML dal sensore in tempo reale.

Algoritmo Decisionale:

- Confronta la glicemia attuale con il Target Range del paziente (es. 70-140 mg/dL).
- Calcola la dose necessaria basandosi sul Fattore di Sensibilità (ISF) specifico del paziente.
- Integrazione IOB (Insulin-on-Board): Per evitare il "caricamento" eccessivo di insulina, il sistema sottrae dalla dose calcolata l'insulina ancora attiva nel corpo.

# SICUREZZA

## Limiti di Sicurezza:

- Dose Massima: Limite massimo per ogni singolo bolo di insulina (es. 15U).
- Intervallo Minimo: Tempo di attesa obbligatorio tra due correzioni successive per prevenire l'ipoglicemia.
- Gestione Notifiche: Il sistema genera alert SenML con diversi livelli di gravità (low, medium, high, critical) in base alla criticità dell'evento (es. batteria scarica vs ipoglicemia severa).
- Ack dei Comandi: La pompa conferma sempre l'avvenuta ricezione ed esecuzione del comando.

**FINE**