



60 Years

IAEA

Atoms for Peace and Development

IAEA Workshop on the Development of Severe Accident Management Guidelines Using the IAEA's SAMG Development Toolkit

Lecture 12

Practical examples of SAMG from BWR-OG

**Roy Harter, RLH Global Services
Manuel González-Cuesta, UNAM, México**



60 Years

IAEA

Atoms for Peace and Development

Lecture 12

Practical examples of SAMG from BWR-OG

Laguna Verde NPP

- BWR/5 Mark II containment
 - 810 MWe after EPU
 - UHS Gulf of Mexico
 - GE design, Ebasco A&E
 - Utility: CFE State owned
- Regulatory framework
 - Country of origin “licensable”
 - After local regulatory endorsement
 - Follow international best practices
 - Expose to WANO, OSART evaluation

Laguna Verde NPP

- EOPs based on BWROG EPGs
 - since commercial operation
 - last updated 2016,
 - Rev. 3 + post-Fukushima approved EPG changes
- Implementing BWROG SAGs
 - development included generic changes as they were approved
 - significant EPC post-Fukushima activity from NRC orders
 - training to be completed by mid 2018
- Attending BWR-EPC
 - regularly since December 2012

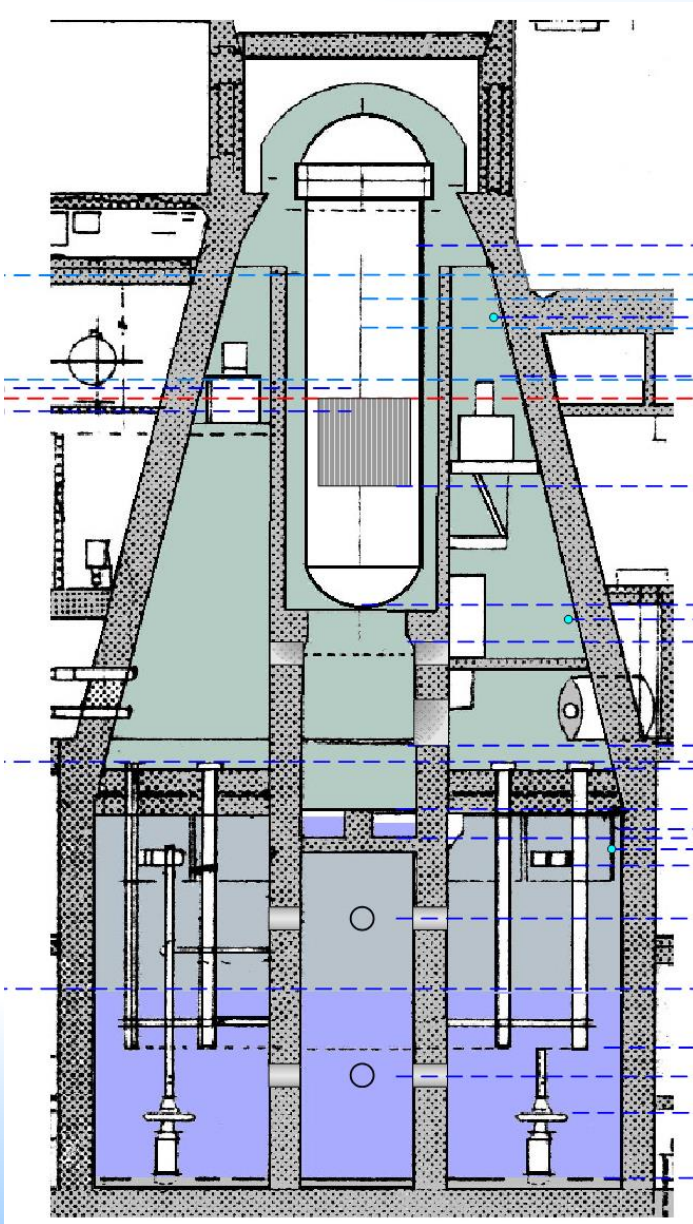
BWROG EPG/SAG scope

- Any mechanistically possible scenario
 - No cutoff for low-probability scenarios
 - Not limited to or focused on dominant PRA sequences
- Still, plants may consider:
 - “Stylized scenarios” for regulatory compliance
 - Training in dominant PRA scenarios to assure credited actions are covered

BWROG EPG/SAG approach

- “Symptomatic” means
 - A set of critical process variables
 - Action levels for each variable
 - Control each variable independently
 - “Overrides” to coordinate two or more variables
- This allows
 - Flowcharted procedures
 - No initiator diagnosis: Same procedure for all
 - “Contingencies” to cover certain degraded conditions

BWR vs. PWR



Fundamental differences BWR vs. PWR

- Boiling is part of its nature
 - Originally designed to be depressurized, fast
- Simpler reactor control:
 - Only one container to take care
- More complex containment control
 - Except for inerted atmosphere
 - Two compartments
 - each with its own variables
 - plus secondary containment
 - Large heat sink inside
 - Fission product scrubbing for containment venting

BWROG EPG/SAG approach

- Critical process variables (examples)
 - Reactor Control: Level, Pressure, Power
 - No temperature needed, should always be $T_{SAT}(P_{RX})$
 - Containment Control: Level, Pressure, Temperature
 - For each compartment, initially subcooled
 - Typically, one entry condition for each variable
- EOP action levels, lead to:
 - Attempt normal and preferred systems first
 - Use less desirable actions and systems
 - Or else
 - Take reactor to lowest energy state
 - Maintain containment within limits

Transfer to SAMG

- Preferred path
 - Reaching the last reactor level control step w/o success
 - With some judgment allowance
 - Alternate path (catch all)
 - “Core damage is occurring” override
 - First of several S/A determinations
 - Note: No core exit thermocouples in BWRs
- ➔ Once entering SAMG
- Discontinue all EOPs
 - Enter all SAMGs

Transfer to SAMG

- Laguna Verde SAMG placement rules
 - Interim ERO will enter SAMGs
 - Probably little else to do w/o full ERO support
 - Needed for timely S/A anticipatory actions
 - Local actions in reactor building
 - TSC takes command and control
 - TSC evaluators ready to recommend SAMG actions
 - Turnover to Emergency Director completed

LV SAMG structure

- Two flow charts
 - Reactor control
 - Containment control
- Two “dynamic” strategies
 - Reactor injection control
 - Containment hydrogen control
- Flowchart insert for selected strategy

S/A Reactor Control

3307 CONTROL DEL REACTOR EN ACCIDENTE SEVERO

GRAFICAS

ADVERTENCIA

Si hay un paso a la posición de este procedimiento de grado de alarma de Contención Secundaria para mitigación de escape y/o para mantener ROP/OPR los sistemas integrados de Contención Secunda.

- OPR: 0001 CONTROL DEL REACTOR
- OPR: 0002 CONTROL ALTERNATIVO DE NIVEL / PRESION
- OPR: 0003 CONTROL DE LA CONTENCION PRIMARIA
- OPR: 0004 FUNDACION DEL REACTOR
- OPR: 0005 CONTROL DE NIVEL / POTENCIA

Control de nivel del Reactor y la Contención Primaria

OPR-1: Control de la salida de agua al Reactor y la Contención Primaria con agua.

OPR-2: Control de la salida de agua al Reactor y la Contención Primaria con vapor.

OPR-3: Control de la salida de agua al Reactor y la Contención Primaria con vapor y agua.

Control de presión del Reactor

OPR-1: Vigilar control de presión del Reactor.

OPR-2: Control de la salida de agua al Reactor y la Contención Primaria con vapor.

OPR-3: Control de la salida de agua al Reactor y la Contención Primaria con vapor y agua.

NOTAS

Nat-1: Si el nivel de agua en la Contención Primaria es superior a 10.0 m, se debe iniciar el procedimiento de control de nivel de agua en la Contención Primaria.

Nat-2: Si el nivel de agua en la Contención Primaria es superior a 10.0 m, se debe iniciar el procedimiento de control de nivel de agua en la Contención Primaria.

Nat-3: Si el nivel de agua en la Contención Primaria es superior a 10.0 m, se debe iniciar el procedimiento de control de nivel de agua en la Contención Primaria.

Nat-4: Si el nivel de agua en la Contención Primaria es superior a 10.0 m, se debe iniciar el procedimiento de control de nivel de agua en la Contención Primaria.

Nat-5: Si el nivel de agua en la Contención Primaria es superior a 10.0 m, se debe iniciar el procedimiento de control de nivel de agua en la Contención Primaria.

Nat-6: Si el nivel de agua en la Contención Primaria es superior a 10.0 m, se debe iniciar el procedimiento de control de nivel de agua en la Contención Primaria.

PRECAUCIONES

1. La instrumentación de nivel del Reactor puede proporcionar una información errónea si se eleva la temperatura en el Pasa Base o en la Contención Secundaria.

2. La operación del ROP, OPCE, LPCE o ROPR puede resultar en una pérdida de agua en la Contención Primaria.

3. Una alteración en la presión en la Contención Primaria operando al ROP en algunas partes de las bombas con succión desde la Cámara de Expansión.

4. La salida de agua a la cámara de expansión del reactor puede resultar en una generación indeseable de vapor que aumente las presiones de la Contención Primaria.

5. El incremento de nivel de agua de la Cámara de Expansión por arriba de 10.0 m resultará en pérdidas de la integridad de la Contención de Pasa Base.

RESUMEN DE INSTRUMENTACIÓN Y LA CONTENCION PRIMARIA

Instrumento	Unidad	Alarma
OPR-1	OPR-1	OPR-1
OPR-2	OPR-2	OPR-2
OPR-3	OPR-3	OPR-3
OPR-4	OPR-4	OPR-4
OPR-5	OPR-5	OPR-5
OPR-6	OPR-6	OPR-6
OPR-7	OPR-7	OPR-7
OPR-8	OPR-8	OPR-8
OPR-9	OPR-9	OPR-9
OPR-10	OPR-10	OPR-10
OPR-11	OPR-11	OPR-11
OPR-12	OPR-12	OPR-12
OPR-13	OPR-13	OPR-13
OPR-14	OPR-14	OPR-14
OPR-15	OPR-15	OPR-15
OPR-16	OPR-16	OPR-16
OPR-17	OPR-17	OPR-17
OPR-18	OPR-18	OPR-18
OPR-19	OPR-19	OPR-19
OPR-20	OPR-20	OPR-20
OPR-21	OPR-21	OPR-21
OPR-22	OPR-22	OPR-22
OPR-23	OPR-23	OPR-23
OPR-24	OPR-24	OPR-24
OPR-25	OPR-25	OPR-25
OPR-26	OPR-26	OPR-26
OPR-27	OPR-27	OPR-27
OPR-28	OPR-28	OPR-28
OPR-29	OPR-29	OPR-29
OPR-30	OPR-30	OPR-30
OPR-31	OPR-31	OPR-31
OPR-32	OPR-32	OPR-32
OPR-33	OPR-33	OPR-33
OPR-34	OPR-34	OPR-34
OPR-35	OPR-35	OPR-35
OPR-36	OPR-36	OPR-36
OPR-37	OPR-37	OPR-37
OPR-38	OPR-38	OPR-38
OPR-39	OPR-39	OPR-39
OPR-40	OPR-40	OPR-40
OPR-41	OPR-41	OPR-41
OPR-42	OPR-42	OPR-42
OPR-43	OPR-43	OPR-43
OPR-44	OPR-44	OPR-44
OPR-45	OPR-45	OPR-45
OPR-46	OPR-46	OPR-46
OPR-47	OPR-47	OPR-47
OPR-48	OPR-48	OPR-48
OPR-49	OPR-49	OPR-49
OPR-50	OPR-50	OPR-50

RESUMEN DE INSTRUMENTACIÓN Y LA CONTENCION PRIMARIA

Instrumento	Unidad	Alarma
OPR-1	OPR-1	OPR-1
OPR-2	OPR-2	OPR-2
OPR-3	OPR-3	OPR-3
OPR-4	OPR-4	OPR-4
OPR-5	OPR-5	OPR-5
OPR-6	OPR-6	OPR-6
OPR-7	OPR-7	OPR-7
OPR-8	OPR-8	OPR-8
OPR-9	OPR-9	OPR-9
OPR-10	OPR-10	OPR-10
OPR-11	OPR-11	OPR-11
OPR-12	OPR-12	OPR-12
OPR-13	OPR-13	OPR-13
OPR-14	OPR-14	OPR-14
OPR-15	OPR-15	OPR-15
OPR-16	OPR-16	OPR-16
OPR-17	OPR-17	OPR-17
OPR-18	OPR-18	OPR-18
OPR-19	OPR-19	OPR-19
OPR-20	OPR-20	OPR-20
OPR-21	OPR-21	OPR-21
OPR-22	OPR-22	OPR-22
OPR-23	OPR-23	OPR-23
OPR-24	OPR-24	OPR-24
OPR-25	OPR-25	OPR-25
OPR-26	OPR-26	OPR-26
OPR-27	OPR-27	OPR-27
OPR-28	OPR-28	OPR-28
OPR-29	OPR-29	OPR-29
OPR-30	OPR-30	OPR-30
OPR-31	OPR-31	OPR-31
OPR-32	OPR-32	OPR-32
OPR-33	OPR-33	OPR-33
OPR-34	OPR-34	OPR-34
OPR-35	OPR-35	OPR-35
OPR-36	OPR-36	OPR-36
OPR-37	OPR-37	OPR-37
OPR-38	OPR-38	OPR-38
OPR-39	OPR-39	OPR-39
OPR-40	OPR-40	OPR-40
OPR-41	OPR-41	OPR-41
OPR-42	OPR-42	OPR-42
OPR-43	OPR-43	OPR-43
OPR-44	OPR-44	OPR-44
OPR-45	OPR-45	OPR-45
OPR-46	OPR-46	OPR-46
OPR-47	OPR-47	OPR-47
OPR-48	OPR-48	OPR-48
OPR-49	OPR-49	OPR-49
OPR-50	OPR-50	OPR-50

Reactor Injection Control

- Will always want water in the reactor
 - Questions are
 - How much
 - Which injection point
 - Can I use it for something else
- Reactor injection → Central role
 - Specify injection objective and priorities
 - Control others consistently
 - Likely want to spray containment (inerted)
 - Always want to minimize release
 - Always need to watch for spent fuel pool
 - Answers depend on S/A progression stage

Reactor Injection Control

- Flowchart insert (sample, out of 5)

Objective

Priorities

Coordinate

RC/L-1 SE HA DETERMINADO QUE SE REQUIERE LA INUNDACIÓN DE LA CONTENCIÓN PRIMARIA GST 1.1
GST 2.1

Estado: Varios: Decisión informada de los beneficios y consecuencias.
 Objetivo: Inundar la contención primaria para rellenar la vasija

Prioridades:

OPERE el LPCS y HPCS [Nota 2].

CONTROLE el nivel de agua de la Contención Primaria **entre** El 19m y 34.5m usando uno o más de los sistemas T a la A.

Si se necesita para inundar la Contención Primaria o llenar la vasija:

- **ACTUE** el venteo de la Contención Primaria PDS-502
- **VENTEE** el Reactor usando uno o más de los siguientes:
 - MSIVs PDS-403
 - Drenaje MSL's PDS-403
 - Línea de vapor del RCIC [Nota A]
 excediendo límites de liberación radiactiva **si es necesario**

Operación PDS-502 ③

Restricciones

- **usando sólo** fuentes no dedicadas a inyectar al Reactor
- fuentes externas **sólo si** se puede restablecer y mantener **abajo** del LIMITE DE PRESION DE LA CONTENCIÓN PRIMARIA (Gráfica 1)

Operación PDS-511 ②③

Antes que presión del Pozo Seco **abajo** de 0 Kg/cm² (PI-7131-1/7132-1 VB-53), **TERMINE** el Rocio del Pozo Seco.

Operación PDS-511 ②③

Antes que presión Pozo Húmedo **abajo** de 0 cm H₂O (LR/PR-7101/7102 punto 2 VB-97), **TERMINE** el Rocio del Pozo Húmedo.

Límites de la Contención Primaria

SI NO se puede mantener **abajo** del LIMITE DE PRESION DE LA CONTENCIÓN PRIMARIA (Gráfica 1),

- **ACTUE** el venteo de la Contención Primaria PDS-502, excediendo límites de liberación radiactiva **si es necesario**
- **TERMINE** la inyección al Reactor y la Contención Primaria desde fuentes externas, **excepto** el Rocio del Pozo Seco **E** inyección de boro con SLC, para restablecer y mantener la presión y el nivel de agua en la Contención Primaria **abajo** del límite.

Reactor Injection Control

- Example:
SAWA/SAWM strategy NRC Order 13-109
 - Vessel breached, no UHS
 - Objectives:
 - quench core debris
 - preserve WW vent path, until reliable UHS (7 days)
 - Too much water
 - Exceed vent capacity
 - Disable wetwell vent path
 - Too little water
 - Allow CCI
 - Compromise SP scrubbing
 - . . .

Reactor Injection Control

- Example:
SAWA/SAWM strategy NRC Order 13-109
 - Vessel breached, no UHS
 - . . .
 - Coordination
 - Containment sprays: internal and external sources
 - Containment venting: pump capacity and containment challenge
 - Spent fuel pool makeup
 - How to choose?
 - Tech Support Guidelines (TSG)
 - Are we succeeding?
 - Tech Support Guidelines (TSG)

Final remarks

- Full benefit from EPG/SAG
 - Only through committee participation
 - Reading Bases is not enough
- Example: A need to deviate from EPG/SAG
 - Bring to BWROG-EPC for discussion (S/A program reqd.)
 - Possible outcomes:
 - Issue was resolved years ago
 - » may be warranted or not
 - New issue applies to other plants too
 - » will be resolved, eliminating the deviation
 - Plant specific issue
 - » provides justification to deviate

Development contacts

- Bill Williamson, Chairman of BWROG Emergency Procedures Committee, BWROG Project Manager, btwillia@tva.gov, 256-729-4725
- Phil Ellison, GE BWROG Project Manager, phillip.Ellison@ge.com, 910-508-8772



60 Years

IAEA

Atoms for Peace and Development

End of Lecture 12

Practical examples of SAMG from BWR-OG